

德州学院 学报

双
月
刊



编委会主任：李永平

编委会副主任：张秀玲

编委会委员（以姓氏笔画为序）：

于家峰	马洪才	王鹤	田屹
吕志轩	刘印房	刘艳芹	许士才
孙乃龙	李永平	李春光	李洪亮
杨莲莲	杨颖	张秀玲	张建臣
张锦辉	陈立华	陈伟	赵岩
顾相伶	徐慧清	唐延柯	谈家水
黄传波	曾强成		

主编：李永平

常务副主编：张秀玲

副主编：陈立华 谈家水 徐慧清

1985年创刊

2022年第38卷第4期

（总第184期）

2022年8月出版

德州学院学报

(双月刊)

2022年 第4期
第38卷 (总第184期)

数理科学

具有振动强迫项的二阶中立型阻尼泛函微分方程渐近性 … 韩忠月 吴玉杰 孔淑霞等 (1)

生命·医药科学

药用辅料羟丙基甲基纤维素的动物急性毒性研究 ……董平轩 王 鹏 贾相第等 (10)

臀位外倒转术成功的因素分析及其对母儿结局的影响 ……刘雅琦 田翠平 黄 莉等 (13)

信息科学

基于迁移学习的扁钢缺陷智能分类算法 ……扈 钰 王洪丰 (18)

卷积神经网络在城市声音分类中的应用研究 ……陈蕴博 李海军 (25)

基于形变一时控长短期记忆网络的医学事件表示学习方法 ……赵丽丽 朱恒伟 刘 聪等 (29)

数字技术赋能图书馆高质量发展研究 ……王秀华 (36)

基于网格化管理和模糊层次分析法评价的研究生思想政治教育研究 ……李 勇 (41)

生态与资源环境

德州市优势土地利用类型与组合结构分析 ……张 辉 张东旭 崔永林等 (46)

高校图书馆美育空间功能与构建策略研究

——以德州学院图书馆为例 ……马占军 许立成 (51)

经济·管理学研究

- 青岛市旅游业影响因素灰色关联度分析及其发展路径 张广海 董跃蕾 (54)
- 青海省网红盐湖景区可持续发展策略研究
- 基于游客感知形象的网络文本分析 李晓冰 孙丽君 (59)
- 基于大宗交易平台的融资风险指标体系研究 耿志敏 杜惠英 吴佳 (65)
- 高校内部审计人员能力提升策略 张艳玲 刘严 (74)
- 物流业与经济发展测度及协调性分析
- 以德州市为例 张玉竹 徐慧卿 (78)

体育与运动科学

- 新时代体育文化与旅游深度融合路径研究
- 以京杭大运河文化带为例 颜世亮 刘健 马红霞 (83)
- 北京冬奥会推动冰雪旅游核心区发展效应及战略研究 韩志超 (87)

高校教学研究

- 基于OBE-CDIO理念的应用型创新人才培养五维一体框架体系研究
- 以网络工程专业为例 胡凯 张宾 (92)
- 《面向对象程序设计 (Java)》课程思政探索与实践 谢延红 张建臣 戎丽霞等 (97)
- 基于OBE理念的工场化“332”人才培养模式研究
- 以机械设计制造及其自动化专业为例 孟俊焕 孙如军 王会 (102)
- 自制多功能大气污染物处理装置及性能测试 王芳 刘雪莹 杨晓冉等 (106)
-
-

JOURNAL OF DEZHOU UNIVERSITY

Vol. 38 No. 4

August 2022

MAIN CONTENTS

Asymptotic Behavior of Second-order Neutral Damped Functional Differential

Equations with Forced Oscillation.....HAN Zhong-yue, WU Yu-jie, KONG Shu-xia, *et al* (1)

Study on Acute Toxicity of Pharmaceutical Excipients Hydroxypropyl

Methyl Cellulose in Animals.....DONG Ping-xuan, WANG Peng, JIA Xiang-di, *et al* (10)

Intelligent Classification Algorithm of Flat Steel Defects Based on Transfer Learning

.....HU Yu, WANG Hong-feng (18)

Application of Convolutional Neural Network in Urban Sound Classification

.....CHEN Yun-bo, LI Hai-jun (25)

Analysis on Dominant Land Use Types and Combination Structure in Dezhou.

.....ZHANG Hui, ZHANG Dong-xu, CUI Yong-lin, *et al* (46)

Grey Correlation Analysis of Influencing Factors of Tourism in Qingdao

and Its Development Path.....ZHANG Guang-hai, DONG Yue-lei (54)

A Study on Sustainable Development Strategy of the Internet celebrity Salt Lake Scenic Area

in Qinghai Province

——Web Text Analysis Based on Tourists' Perceived Image.....LI Xiao-bing, SUN Li-jun (59)

Research on Path of Deep Integration of Sports Culture and Tourism in the New Era

——Take the Beijing-Hangzhou Grand Canal Cultural Belt as an Example

.....YAN Shi-liang, LIU Jian, MA Hong-xia (83)

Research on Five Dimensional Integrated Framework System of Applied Innovative Talents

Training Based on OBE-CDIO Conception ——e.g.Network Engineering Specialty

.....HU Kai, ZHANG Bin (92)

具有振动强迫项的二阶中立型阻尼泛函微分方程渐近性

韩忠月, 吴玉杰, 孔淑霞, 高秀娟

(德州学院 数学与大数据学院, 山东 德州 253023)

摘要: 利用广义的黎卡提变换和算术几何平均不等式, 结合积分性质对具有振动强迫项的二阶中立型阻尼泛函微分方程的振动与渐近性进行了研究, 获得了该类方程存在振动解的若干充分条件, 探讨了一类微分方程的强迫项在方程解的渐近性质中的作用, 改进和推广了已有文献的结果, 给出了具体的应用实例。

关键词: 半线性中立型; 泛函微分方程; 振动准则; 渐近性质; 阻尼; 强迫振动

中图分类号: O175.2

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0001-09

1 引言

考虑二阶具有强迫项的拟线性中立型泛函微分方程

$$(r(t)(y'(t))^\alpha)' + f(t)(y'(t))^\alpha + q(t)x^\alpha(t-\tau) + \sum_{i=1}^n q_i(t)x^{\alpha_i}(t-\tau) = e(t), t \geq t_0 \quad (1)$$

其中 $y(t) = x(t) - a(t)x(t-\sigma)$, $\tau > 0, \sigma > 0$, $a, f, q, q_i \in C([t_0, \infty), R^+)$, $R^+ = (0, \infty)$, $r(t) > 0$, $e(t)$ 皆为连续可微函数, $\alpha_1 > \dots > \alpha_m > \alpha > \alpha_{m+1} > \dots > \alpha_n > 0$, ($n > m \geq 1$), $\alpha_1, \dots, \alpha_n, \alpha$ 是奇数之商。

关于微分方程振动理论的研究成果很多, 请参见文献[1-4], 本文不再赘述。具有强迫项的中立型微分方程有关振动理论的研究结果相对较少, 近期文献[5-8]皆是针对方程(1)的特殊情况给出了所讨论方程的振动理论。其探讨的方程有如下形式:

$$(p(t)x')' + q(t)x + \sum_{i=1}^n q_i(t)|x|^{\alpha_i} \operatorname{sgn} x = e(t), t \geq t_0 \quad (2)$$

$$(p(t)x'(t))' + q(t)x(t-\tau) + \sum_{i=1}^n q_i(t)|x(t-\tau)|^{\alpha_i} \operatorname{sgn} x(t-\tau) = e(t), t \geq t_0 \quad (3)$$

$$(p(t)(x'(t))^\alpha)' + q(t)x^\alpha(t-\tau) + \sum_{i=1}^n q_i(t)(x(t-\tau))^{\alpha_i} = e(t), t \geq t_0 \quad (4)$$

$$(r(t)|x(t) - p(t)x(\tau(t))|^{\alpha-1} (x(t) - p(t)x(\tau(t))))' + q(t)f(x(\sigma(t))) = 0, t \geq t_0 \quad (5)$$

显然, 本文研究方程(1), 较之参考文献所研究方程的涵盖面更宽泛。事实上, 当 $f(t) = 0, n = 0, e(t) = 0$ 时方程(1)类似方程(5); 当 $f(t) = 0, a(t) = 0$ 时方程(1)即为方程(4); 当 $f(t) = 0, \alpha = 1, a(t) = 0$ 时方程(1)即为方程(3); 当 $f(t) = 0, a(t) = 0, \alpha = 1, \tau = 0$ 时方程(1)即为方程(2); 当 $f(t) = 0, \sigma(t) = t - \tau, n = 0$ 时方程(1)类同于文献[3]研究的方程。本文的特点是函数 $y(t)$ 是不随方程解 $x(t)$ 的恒号而恒号的, 并且本文对 $y'(t) < 0$ 的情况做了进一步的分析。事实上, 在区间 $t \in [a_1 - \tau, b_1]$ 上由 $x(t) > 0$, 且 $(p(t)(y'(t))^\alpha)' \leq 0$ 成立, 不仅仅有 $y'(t) > 0$ 的情况, 还有 $y'(t) < 0$ 的情况。本文运用变换和积分技巧, 解决了 $y'(t)$ 的变号问题, 分别给出当 $e(t) < 0, e(t) = 0$, 及 $e(t)$ 为变号函数时方程(1)的振动性及渐近性质, 融合和发展了已有结论, 如本文已将文献[9]对函数 $p(t)$ 的限制扩展到函数有界。另, 本文定理 11 也是与文献[8]

收稿日期: 2021-11-14

基金项目: 山东省自然科学基金(项目编号: ZR2017LA012)

作者简介: 韩忠月(1963-), 女, 汉, 教授, 主要从事方程定性理论研究。

定理 2.6 衔接的, 如当 $f(t)=0, a(t)=0$ 时, 文献 [8] 定理 2.6 中式 (2.15) 成立一定有本文定理 11 中式 (10) 成立。

称函数 $x \in C^1[t_0, \infty)$ 为方程 (1) 的解^[1], 若存在 $T_y \in [t_0, \infty)$, 如果 $r(y')^\alpha \in C^1[T_y, \infty)$, 且在区间 $[T_y, \infty)$ 满足方程 (1)。方程 (1) 的非平凡解如果有任意大的零点, 则称此解为振动的, 否则称此解为非振动解。若方程 (1) 的每一个解都是振动的, 则称方程 (1) 是振动的。约定本文方程 (1) 的解 $x(t)$ 满足: $\sup\{|x(t)|: t \geq T_x\} > 0$ 。

2 主要结论

2.1 当 $e(t)$ 为非正函数时方程 (1) 振动理论

考虑方程 (1): $(r(t)(y'(t))^\alpha)' + f(t)(y'(t))^\alpha + q(t)x^\alpha(t-\tau) + \sum_{i=1}^n q_i(t)x^{\alpha_i}(t-\tau) = -e(t), t \geq t_0$, 其中 $e(t) > 0$, $y(t) = x(t) - a(t)x(t-\sigma)$. 令 $E(t) = e(t)e^{\int_{t_0}^t \frac{f(s)}{r(s)} ds}$, $R(t) = r(t)E(t)$, $Q(t) = q(t)E(t)$, $Q_i(t) = q_i(t)E(t), i = 1, 2, \dots, n$. 约定:

$$(H_1) \lim_{t \rightarrow \infty} \int_{t_0}^t E(s) ds = \infty.$$

$$(H_2) \lim_{t \rightarrow \infty} \int_{t_0}^t R^\alpha(s) ds = \infty.$$

$$(H_3) \max_{0 \leq i \leq n} \{ \lim_{t \rightarrow \infty} \int_{t_0}^t \frac{Q_i(s)}{a^{\alpha_i}(s-\tau+\sigma)} ds \} = \infty, \alpha_0 = \alpha, Q_0(t) = Q(t).$$

$$(H_4) \max_{0 \leq i \leq n} \{ \lim_{t \rightarrow \infty} \int_{t_0}^t Q_i(s) ds \} < \infty.$$

$$(H_5) \limsup_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{H(t, T)} \int_T^t [H(t, s)\rho(s)\bar{Q}(s) - \frac{\rho(s)R(s-\tau)|h(t, s)|^{\alpha+1}}{(\alpha+1)^{\alpha+1}}] ds = \infty.$$

$$(H_6) \max_{0 \leq i \leq n} \{ \lim_{t \rightarrow \infty} \int_{t_0}^t Q_i(s) ds \} = \infty.$$

其中 $\bar{Q}(t) = [Q(t) + \eta_0^{-\eta_0} E^{\eta_0}(t) \prod_{i=1}^n \eta_i^{-\eta_i} Q_i^{\eta_i}(t)]$, $\eta_0 = 1 - \sum_{i=1}^n \eta_i, 0 < \eta_i < 1, i = 1, 2, \dots, n$, 是满足文献[6]引理与 $\alpha_1 > \dots > \alpha_m > \alpha_{m+1} > \dots > \alpha_n > 0$ 对应的一组数。

定理1 设 δ 与 M 为非负实数, 函数 $x(t)$ 为方程 (1) 最终正解, 若条件 (H_1) 和 (H_2) 成立, 则

- (i) 当 $a(t) \leq \delta \leq 1, t \geq t_0$ 时, 方程 (1) 不存在最终正解;
- (ii) 当 $1 < a(t) \leq M, t \geq t_0$ 时, $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = \infty$;
- (iii) 当 $1 < a(t) \leq M, t \geq t_0$, 且 $R(t)$ 有界时, $\lim_{t \rightarrow \infty} t^{-1}x(t) = \infty$ 。

证明 不妨设 $t \geq t_1 \geq t_0$ 时, $x(t) > 0, x(t-\sigma) > 0, x(t-\tau) > 0$ 。方程(1)两边同乘 $\exp \int_{t_0}^t \frac{f(s)}{r(s)} ds$, 可得

$$(R(t)(y'(t))^\alpha)' = -E(t) - Q(t)x^\alpha(t-\tau) - \sum_{i=1}^n Q_i(t)x^{\alpha_i}(t-\tau), t \geq t_1 \tag{6}$$

对式 (6) 积分并结合条件 (H_1) , 可得当 t 充分大时, $y'(t) < 0$, 从而 $R(t)(y'(t))^\alpha$ 非正递减, 结合条件 (H_2) , 可得 $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = -\infty$ 。

若 $a(t) \leq \delta < 1, t \geq t_0$, 对任意非负实数 l , 一定存在 N , 当 $n > N$ 时, 有 $\frac{1}{1-\delta} > (\frac{1}{1-\delta} + l)\delta^n$ 。又对充分大 t 不妨设其为 $t = n\sigma + \sigma_0, n > N, 0 \leq \sigma_0 < \sigma$, 一定有 $y(t) < -1$ 。由于

$$0 < x(t) < -1 + \delta x(t - \sigma) < -1 - \delta + \delta^2 x(t - 2\sigma) < \dots < \frac{-1}{1 - \delta} + \left(\frac{1}{1 - \delta} + x(\sigma_0)\right)\delta^n < 0,$$

矛盾,故此时方程不存在最终正解。

若 $a(t) = 1, t \geq t_0$, 对充分大 t 不妨设其为 $t = n\sigma + \sigma_0, n > N, 0 \leq \sigma_0 < \sigma$, 一定有 $y(t) < -1$ 。

由于 $0 < x(t) < -1 + x(t - \sigma) < -1 - 1 + x(t - 2\sigma) < \dots < -n + x(\sigma_0) < 0$, 矛盾, 故此时方程不存在最终正解。

若当 $1 < a(t) \leq M, t \geq t_0$, 显然有 $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = \infty$ 。进一步, 若 $R(t)$ 有界, 由式(6)可得 $\lim_{t \rightarrow \infty} y'(t) = -\infty$, 从而 $\lim_{t \rightarrow \infty} t^{-1}y(t) = -\infty$, 则一定有 $\lim_{t \rightarrow \infty} t^{-1}x(t) = \infty$ 。定理1证毕。

注1 事实上, 当函数 $a(t)$ 为无界函数时, 也有 $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = -\infty$, 直至 $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = \infty$ 的情况发生。

引理1 若条件 (H_1) 不成立, 但条件 $(H_2) - (H_4)$ 成立, 则 $y(t) > 0, y'(t) > 0$ 最终成立, 或 $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = -\infty$, 或 $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = 0$, 其中函数 $x(t)$ 为方程(1)最终正解。

证明 类似定理1的证明可得式(6), 则当 t 充分大时, 函数 $y'(t)$ 最终定号。

首先若存在 $t \geq t_1 \geq t_0$, 使得 $y'(t) < 0$ 。结合条件 (H_2) , 可得 $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = -\infty$ 。

再者若存在 $t \geq t_1 \geq t_0$, 使得 $y'(t) > 0$ 。显然函数 $y(t)$ 最终定号。如果不是函数 $y(t) > 0$ 最终成立, 则一定对充分大 t , 有 $y(t) < 0, y'(t) > 0$ 成立, 从而有 $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = -L \leq 0 (L \geq 0)$ 。若 $L > 0$, 则存在 $t_2 \geq t_1$, 使得 $y(t) < -L, t > t_2$, 且

$$x(t - \tau) > -\frac{y(t - \tau + \sigma)}{a(t - \tau + \sigma)}, t \geq t_3 > t_2 + \tau \tag{7}$$

将式(7)代入方程(6)并在区间 $[t_3, t]$ 上积分可得

$$R(t)(y'(t))^\alpha - R(t_3)(y'(t_3))^\alpha < \sum_{i=0}^n \int_{t_3}^t \frac{Q_i(s)y^{\alpha_i}(s - \tau + \sigma)}{a^{\alpha_i}(s - \tau + \sigma)} ds < -L^{\alpha_i} \sum_{i=0}^n \int_{t_3}^t \frac{Q_i(s)}{a^{\alpha_i}(s - \tau + \sigma)} ds, t \geq t_3。$$

结合条件 (H_3) 可得 $y'(t) < 0$, 显然矛盾, 故 $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = 0$ 。进而若当 $a(t) \leq \delta \leq 1, t \geq t_0$, 类似定理1的证明可得, $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = 0$ 。引理1证毕。

注2 条件 (H_4) 的作用在定理5中彰显。

引入函数类 P 。令 $D = \{(t, s) : t \geq s \geq t_0\}, D_0 = \{(t, s) : t > s \geq t_0\}$, 函数 $H \in C(D, \mathbb{R})$, 属于函数类 P , 记为 $H \in P$, 若存在连续函数 $h \in C(D_0, \mathbb{R}) \rho \in C^1(I, \mathbb{R}^+)$, 使得

$$(1) H(t, t) = 0, t \geq t_0; H(t, s) > 0, (t, s) \in D_0;$$

$$(2) H \text{ 在 } D_0 \text{ 上关于第二个变元存在连续非正的偏微分, 并且有}$$

$$\frac{\partial H(t, s)}{\partial s} + \frac{\rho'(s)}{\rho(s)} H(t, s) = -h(t, s)H^{\frac{\alpha}{\alpha+1}}(t, s), (t, s) \in D_0。$$

引理2 若存在函数 $H \in P$ 及 $\rho \in C^1([t_0, \infty), \mathbb{R}^+)$, 使得条件 (H_5) 成立, 则方程(1)不存在满足 $y(t) > 0, y'(t) > 0$ 的最终正解。

证明 不妨设 $x(t) > 0, x(t - \tau) > 0, x(t - \sigma) > 0$, 且 $y(t) > 0, y'(t) > 0, t > t_1 > t_0$ 。类似定理1的证明,

可得式(6)。定义函数 $V(t) = \frac{\rho(t)R(t)(y'(t))^\alpha}{y^\alpha(t - \tau)}$, 则 $V(t) > 0, x(t) > y(t), t \geq T = t_1 + \tau$ 。令 $A(t) = \frac{\rho'(t)}{\rho(t)}$, 结合式(6), 可得

$$V'(t) < A(t)V(t) - \rho(t) \left[Q(t) + \sum_{i=1}^n Q_i(t)y^{\alpha_i - \alpha}(t - \tau) + \frac{E(t)}{y^\alpha(t - \tau)} \right] - \frac{\alpha V^{1+\frac{1}{\alpha}}(t)}{(\rho(t)R(t - \tau))^{\frac{1}{\alpha}}}, t \geq T \quad (8)$$

令式(8)中 $u_i = \eta_i^{-1} Q_i(t)y^{\alpha_i - \alpha}(t - \tau)$, $u_0 = \eta_0^{-1} \frac{E(t)}{y^\alpha(t - \tau)}$, 运用算数几何平均不等式可得

$$V'(t) < A(t)V(t) - \rho(t)\bar{Q}(t) - \alpha \frac{V^{1+\frac{1}{\alpha}}(t)}{(\rho(t)R(t - \tau))^{\frac{1}{\alpha}}}, t \geq T \quad (9)$$

不等式(9)两边同乘函数 $H(t, s)$ 并在区间 $[T, t]$ 上积分, 借助文献[10]引理($X^\gamma - \gamma Y^{\gamma-1}X + (\gamma-1)Y^\gamma \geq 0$, $\gamma > 1$, 其中 $X \geq 0, Y \geq 0$, 当且仅当 $X = Y$ 时等号成立), 可得

$$\begin{aligned} \int_T^t \rho(t)\bar{Q}(t)H(t, s)ds &< \int_T^t H(t, s) \left[-V'(s) + A(s)V(s) - \alpha(\rho(s)R(s - \tau))^{\frac{1}{\alpha}} V^{1+\frac{1}{\alpha}}(s) \right] ds \\ &\leq H(t, T)V(T) + \int_T^t \left[\frac{\rho(s)R(s - \tau) |h(t, s)|^{\alpha+1}}{(\alpha+1)^{1+\alpha}} \right] ds, \end{aligned}$$

结合条件 (H_5) , 矛盾。引理2证毕。

综合以上引理, 在条件 (H_1) 不成立的前提下有如下结论:

定理2 当 $a(t) \leq \delta < 1$, $t \geq t_0$ 时, 若条件 $(H_2) - (H_5)$ 成立, 则方程(1)不存在最终正解或 $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = 0$, 其中函数 $x(t)$ 为方程(1)最终正解。

定理3 当 $1 \leq a(t) \leq M$, $t \geq t_0$ 时, 若条件 $(H_2) - (H_5)$ 成立, 则方程(1)不存在最终正解或 $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = 0$, 或 $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = \infty$, 其中函数 $x(t)$ 为方程(1)最终正解。

定理4 当 $a(t) \leq \delta < 1$, $t \geq t_0$ 时, 若条件 (H_2) 、 (H_3) 与条件 (H_6) 成立, 则方程(1)不存在最终正解或 $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = 0$, 其中函数 $x(t)$ 为方程(1)最终正解。

证明 不妨设 $x(t)$ 是方程(1)的最终正解但不满足 $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = 0$, 结合定理1及引理1证明可得一定存在 $t \geq t_1 \geq t_0$, 使得 $y(t) > 0$, $y'(t) > 0$, 从而 $x(t) > y(t) > 0$, $t \geq t_1$, 故存在 $L > 0$, 及 $t_2 \geq t_1$, 使得 $y(t) > L$, $t \geq t_2$ 。结合式(6)可得

$$R(t)(y'(t))^\alpha - R(t_2)(y'(t_2))^\alpha < -\sum_{i=0}^n \int_{t_2}^t Q_i(s)y^{\alpha_i}(s - \tau + \sigma)ds < -L^\alpha \sum_{i=0}^n \int_{t_2}^t Q_i(s)ds, \quad t_2 \geq t_1,$$

结合条件 (H_6) , 矛盾, 定理4证毕。

定理5 当 $1 \leq a(t) \leq M$, $t \geq t_0$ 时, 若条件 (H_2) 、 (H_3) 与条件 (H_6) 成立, 则方程(1)不存在最终正解, 或 $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = 0$, 或 $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = \infty$, 其中函数 $x(t)$ 为方程(1)最终正解。

2.2 当 $e(t)$ 为变号函数时方程(1)振动理论

考虑方程(1): $(r(t)(y'(t))^\alpha)' + f(t)(y'(t))^\alpha + q(t)x^\alpha(t - \tau) + \sum_{i=1}^n q_i(t)x^{\alpha_i}(t - \tau) = -e(t)$, $t \geq t_0$,

其中当 $t \in [a_1, b_1]$ 时, $e(t) \geq 0$; 当 $t \in [a_2, b_2]$ 时, $e(t) \leq 0$ 。

本文选取的区间 $[a_1, b_1]$ 和 $[a_2, b_2]$ 皆是在充分远且足够长, 即对任意充分大的 $T > 0$, 存在 a_1, a_2, b_1, b_2 使得 $T \leq a_1 \leq T_1 \ll b_1$, $T \leq a_2 \leq T_2 \ll b_2$ 。符号 $\limsup_{t \rightarrow b_i^-, t \in [a_i, b_i]} \int_{a_i}^t f(s)ds = \infty$, 是指当区间 $I_i = [a_i, b_i]$ 足够长时,

$\int_{a_i}^{b_i} f(s)ds$ 为充分大, $i=1,2$ 。约定: $R_i(t) = r(t)e^{\int_{T_i}^t \frac{f(s)}{r(s)} ds}$, $Q_{i0}(t) = q(t)e^{\int_{T_i}^t \frac{f(s)}{r(s)} ds}$, $Q_{ij}(t) = q_j(t)e^{\int_{T_i}^t \frac{f(s)}{r(s)} ds}$,

$T \in I_i, i=1,2, j=1,2, \dots, n$, 及下列条件:

$$(G_1) \lim_{t \rightarrow b_i^-} \int_{T_i}^t E_i(s) ds = \infty, \quad E_i(t) = e(t) e^{\int_{T_i}^t \frac{f(s)}{r(s)} ds}, \quad i=1,2。$$

$$(G_2) \lim_{t \rightarrow b_i^-} \int_{T_i}^t \left(\frac{1}{R_i(s)} \right)^{\frac{1}{\alpha}} ds = \infty, \quad i=1,2。$$

$$(G_3) \max_{0 \leq j \leq n} \left\{ \lim_{t \rightarrow b_i^-} \int_{T_i}^t \frac{Q_{ij}(s)}{\alpha^{\alpha_j} (s - \tau + \sigma)} ds \right\} = \infty, \quad \alpha_0 = \alpha, \quad i=1,2。$$

$$(G_4) \max_{0 \leq j \leq n} \left\{ \lim_{t \rightarrow b_i^-} \int_{T_i}^t Q_{ij}(s) ds \right\} < \infty, \quad i=1,2。$$

$$(G_5) \limsup_{t \rightarrow b_i^-} \frac{1}{H(t, T_i)} \int_{T_i}^t \left[H(t, s) \rho(s) L_i(s) - \frac{\rho(s) R_i(s - \tau) |h(t, s)|^{\alpha+1}}{(\alpha+1)^{1+\alpha}} \right] ds = \infty, \quad i=1,2。$$

$$(G_6) \max_{0 \leq j \leq n} \left\{ \lim_{t \rightarrow b_i^-} \int_{T_i}^t Q_{ij}(s) ds \right\} = \infty, \quad i=1,2。$$

其中 $L_i(t) = Q_{i0}(t) + \eta_0^{-\eta_0} |E_i^{\eta_0}(t)| \prod_{j=1}^n \eta_j^{-\eta_j} Q_{ij}^{\eta_j}(t)$, $A(t) = \frac{\rho'(t)}{\rho(t)}$, $\eta_0 = 1 - \sum_{i=1}^n \eta_i$, $0 < \eta_i < 1, i=1,2, \dots, n$, 是满足文献

[6]引理与 $\alpha_1 > \dots > \alpha_m > \alpha_{m+1} > \dots > \alpha_n > 0$ 对应的一组数。

由以上证明很容易得到以下结论, 其中函数 $z(t)$ 为方程 (1) 最终非振动解。

定理6 若条件 (G_1) 和条件 (G_2) 成立, 且存在非负实数 δ 与 M , 使得

(i) 当 $a(t) \leq \delta < 1, t \geq t_0$ 时, 方程(1)是振动的。

(ii) 当 $1 \leq a(t) \leq M, t \geq t_0$ 时, 方程(1)是振动的或 $\limsup_{t \rightarrow \infty} |z(t)| = \infty$ 。

(iii) 当 $1 \leq a(t) \leq M, t \geq t_0$ 时, 且 $R(t)$ 有界, 方程(1)是振动的或 $\limsup_{t \rightarrow \infty} t^{-1} |z(t)| = \infty$ 。

如果方程 (1) 不满足条件 (G_1) , 则有如下结论。

定理7 当 $a(t) \leq \delta < 1, t \geq t_0$ 时, 若条件 $(G_2) - (G_5)$ 成立, 则方程 (1) 是振动的或 $\liminf_{t \rightarrow \infty} |z(t)| = 0$ 。

定理8 当 $1 \leq a(t) \leq M, t \geq t_0$ 时, 若条件 $(G_2) - (G_5)$ 成立, 则方程 (1) 是振动的或 $\limsup_{t \rightarrow \infty} |z(t)| = \infty$ 或

$$\liminf_{t \rightarrow \infty} |y(t)| = 0。$$

定理9 当 $a(t) \leq \delta < 1, t \geq t_0$ 时, 若条件 (G_2) 、 (G_3) 与 (G_6) 成立, 则方程 (1) 是振动的或

$$\liminf_{t \rightarrow \infty} |z(t)| = 0。$$

定理10 当 $1 \leq a(t) \leq M, t \geq t_0$ 时, 若条件 (G_2) 、 (G_3) 与 (G_6) 成立, 则方程 (1) 是振动的或

$$\limsup_{t \rightarrow \infty} |z(t)| = \infty \text{ 或 } \liminf_{t \rightarrow \infty} |y(t)| = 0。$$

引入新函数类, 记为 $u \in E_{[a,b]}$, 如果 $u \in C^1[a,b]$, $u(t) > 0, t \in (a,b)$, 且 $u(a) = u(b) = 0$ 。

定理11 当 $a(t) \leq \delta < 1, t \geq t_0$ 时, 在区间 $[a_i, b_i]$ 上条件 $(G_2) - (G_4)$ 成立, 但不满足条件 (G_1) , $i=1,2$ 。

若对任意 $T > 0$, 存在 a_i, b_i, T_i , 使得 $T \leq a_i \leq T_i \leq t_i \ll b_i$, 且存在 $M_i \in E_{[T_i, b_i]}$ 及函数 $\rho \in C^1([t_0, \infty), \mathbb{R}^+)$, 使得

$$\limsup_{t \rightarrow b_i} \int_{T_i}^t \left[\rho(s)R_i(s-\tau) \left(|M_i'(s)| + \frac{M_i(s)|A(s)|}{\alpha+1} \right)^{\alpha+1} - M_i^{\alpha+1}(s)\rho(s)L_i(s) \right] ds \leq 0, \quad i=1,2 \quad (10)$$

则方程 (1) 是振动的或 $\liminf_{t \rightarrow \infty} |z(t)| = 0$ 。

证明 不失一般性, 无妨在区间 $[a, b_1]$ 上讨论函数 $z(t)$ 为最终正解的情况。类似定理1及引理1的证明, 如果 $\liminf_{t \rightarrow \infty} z(t) = 0$ 不成立, 则有 $y(t) > 0, y'(t) > 0, t \in [T_1, b_1]$ 。定义函数 $V(t)$ 同引理2, 类似引理2证明可得

$$V'(t) < A(t)V(t) - \rho(t)L_1(t) - \alpha \frac{(V(t))^{1+\frac{1}{\alpha}}}{(\rho(t)R(t-\tau))^{\frac{1}{\alpha}}}, \quad t \in [T_1, b_1] \quad (11)$$

式 (11) 同乘 $M_1^{\alpha+1}(s)$ 并在区间 $[T_1, t]$ 积分, 令 $B(s) = (\rho(s)R_1(s-\tau))^{-\frac{1}{\alpha}}$, 整理可得

$$\begin{aligned} M_1^{\alpha+1}(t)V(t) &< -\int_{T_1}^t M_1^{\alpha+1}(s)\rho(s)L_1(s)ds + \int_{T_1}^t \left((\alpha+1)V(s)M_1^{\alpha}(s)M_1'(s) + M_1^{\alpha+1}(s)A(s)V(s) - \alpha M_1^{\alpha+1}(s)B(s)V^{\frac{\alpha+1}{\alpha}}(s) \right) ds \\ &\leq \int_{T_1}^t \left[\frac{\left(|M_1'(s)| + \frac{1}{\alpha+1} M_1(s)|A(s)| \right)^{\alpha+1}}{B^{\alpha}(s)} - M_1^{\alpha+1}(s)\rho(s)L_1(s) \right] ds, \end{aligned}$$

在上式中令 $t \rightarrow b_1$, 结合式 (10) 中 $i=1$ 方面, 这是矛盾的。定理11证毕。

函数类记为 $H \in D_{[a,b]}$, 如果 $H(a,a) = H(b,b) = 0, H(b,s) > 0, H(s,a) > 0, b > s > a$ 及 $H(t,s)$ 具有连续偏微分 $\frac{\partial H(t,s)}{\partial t}, \frac{\partial H(t,s)}{\partial s}, (t,s) \in [a,b] \times [a,b]$, 且有

$$\frac{\partial H(t,s)}{\partial t} = (\alpha+1)h_1(t,s)\sqrt{H(t,s)}, \quad \frac{\partial H(t,s)}{\partial s} = (\alpha+1)h_2(t,s)\sqrt{H(t,s)} \quad (12)$$

定理12 当 $a(t) \leq \delta < 1, t \geq t_0$ 时, 在区间 $[a, b_i]$ 上条件 $(G_2) - (G_4)$ 成立, 但不满足条件 (G_1) , $i=1,2$ 。若对任意 $T > 0$, 存在 a_i, b_i, T_i , 使得 $T \leq a_i \leq T_i \leq c_i \ll b_i$, 且存在 $H_i \in D_{[T_i, b_i]}$, 使得

$$\frac{1}{H_i(c_i, T_i)} \int_{T_i}^{c_i} \left[-H_i(s, T_i)L_i(s) + \frac{R_i(s-\tau)|h_{11}(s, T_i)|^{\alpha+1}}{\sqrt{H_i^{\alpha-1}(s, T_i)}} \right] ds + \frac{1}{H_i(b_i, c_i)} \int_{c_i}^{b_i} \left[-H_i(b_i, s)L_i(s) + \frac{R_i(s-\tau)|h_{22}(b_i, s)|^{\alpha+1}}{\sqrt{H_i^{\alpha-1}(b_i, s)}} \right] ds \leq 0 \quad (13)$$

其中 h_{11}, h_{22} 同式 (12), 则方程 (1) 是振动的或 $\liminf_{t \rightarrow \infty} |z(t)| = 0$ 。

证明 无妨在区间 $[a, b_1]$ 上讨论函数 $z(t)$ 为最终正解的情况。由定理1及引理1的证明, 如果 $\liminf_{t \rightarrow \infty} z(t) = 0$ 不成立, 则有 $y(t) > 0, y'(t) > 0, t \in [T_1, b_1]$ 。令 $\phi(t) = R_1(t) \frac{(y'(t))^\alpha}{y^\alpha(t-\tau)}$, 则 $\phi(t) > 0, t > T_1$, 且

$$\phi'(t) < -Q_{10}(t) - \sum_{j=1}^n Q_{1j}(t)y^{\alpha_j-\alpha}(t-\tau) - \frac{|E_1(t)|}{y^\alpha(t-\tau)} - \alpha(R_1(t-\tau))^{-\frac{1}{\alpha}} \phi^{\frac{\alpha+1}{\alpha}}(t), \quad t \in [T_1, b_1] \quad (14)$$

令 $\mu_{10} = \eta_0^{-1} \frac{|E_1(t)|}{y^\alpha(t-\tau)}, \mu_{1j} = \eta_j^{-1} Q_{1j}(t)y^{\alpha_j-\alpha}(t-\tau), j=1,2,\dots,n$, 其中 $\eta_0 = 1 - \sum_{i=1}^n \eta_i$, 结合式 (14) 可得

$$\phi'(t) < -\left[Q_{10}(t) + |E_1(t)|^{\eta_0} \prod_{j=0}^n \eta_j^{-\eta_j} \prod_{j=1}^n Q_{1j}^{\eta_j}(t) \right] - \alpha(R_1(t-\tau))^{-\frac{1}{\alpha}} \phi^{\frac{\alpha+1}{\alpha}}(t) = -L_1(t) - \alpha R_1^{-\frac{1}{\alpha}}(t-\tau) \phi^{\frac{\alpha+1}{\alpha}}(t) \quad (15)$$

式 (15) 同乘 $H_1(b_1, s)$, 代入下式可得

$$\begin{aligned}
 -H_1(b_1, c_1)\phi(c_1) &= \int_{c_1}^{b_1} \left[\frac{\partial H_1(b_1, s)}{\partial s} \phi(s) + H_1(b_1, s)\phi'(s) \right] ds < \int_{c_1}^{b_1} -(\alpha+1)h_{12}(b_1, s)\sqrt{H_1(b_1, s)}\phi(s)ds + \\
 \int_{c_1}^{b_1} \left[H_1(b_1, s)L_1(s) + \alpha H_1(b_1, s)(R_1(t-\tau))^{-1} \phi^{\frac{\alpha+1}{\alpha}}(t) \right] ds &\leq \int_{c_1}^{b_1} \left[-H_1(b_1, s)L_1(s) + \frac{R_1(s-\tau)|h_{12}^{\alpha+1}(b_1, s)|}{\sqrt{H_1^{\alpha-1}(b_1, s)}} \right] ds \quad (16)
 \end{aligned}$$

同理式 (16) 同乘 $H_1(s, T_1)$, 可得

$$H_1(c_1, T_1)\phi(c_1) < \int_{T_1}^{c_1} \left[-H_1(s, T_1)L_1(s) + \frac{R_1(s-\tau)|h_{11}^{\alpha+1}(s, T_1)|}{\sqrt{H_1^{\alpha-1}(s, T_1)}} \right] ds \quad (17)$$

结合式 (16) 与式 (17), 与式 (13) 在 $i=1$ 方面矛盾。定理12证毕。

定理13 当 $1 \leq a(t) \leq M, t \geq t_0$ 时, 若条件 $(G_2) - (G_4)$ 成立, 且有式 (10) 或式 (13) 成立, 则方程

(1) 是振动的或 $\limsup_{t \rightarrow \infty} |z(t)| = \infty$ 或 $\liminf_{t \rightarrow \infty} |y(t)| = 0$ 。

结合文献[10]中引理可得下列结论:

定理14 当 $a(t) \leq \delta < 1, t \geq t_0$ 时, 在区间 $[a_i, b_i]$ 上条件 $(G_2) - (G_4)$ 成立, 条件 (G_1) 不成立, 且函数 $r(t)$ 为不减函数, $i=1, 2$ 。若对任意 $T > 0$, 存在 $a_i, b_i, T_i, T \leq a_i \leq T_i \leq t_i \ll b_i$, 且存在 $\rho \in C^1([t_0, \infty), \mathbb{R}^+)$, 使得

$$\limsup_{t \rightarrow b_i^-} \int_{T_i}^t \left(\rho(s)L_i(s) - \frac{\rho(s)R_i(s-\tau)A^{\alpha+1}(s)}{(\alpha+1)^{\alpha+1}} \right) ds > \tau^{-\alpha} \rho(T_i)R_i(T_i), \quad i=1, 2;$$

或存在 $H_i \in \mathbb{P}$, 及非负不减函数 $\rho \in C^1([t_0, \infty), \mathbb{R}^+)$, 使得

$$\limsup_{t \rightarrow b_i^-} \frac{\int_{T_i}^t \left[H_i(t, s)\rho(s)L_i(s) - \frac{\rho(s)R_i(s-\tau)}{(\alpha+1)^{\alpha+1}} |h_i(t, s)|^{\alpha+1} \right] ds}{H_i(b_i, T_i)} > \tau^{-\alpha} \rho(T_i)R_i(T_i), \quad i=1, 2;$$

或非负不减函数 $\rho \in C^1([t_0, \infty), \mathbb{R}^+)$, 使得

$$\limsup_{t \rightarrow b_i^-} \frac{1}{t^n} \int_{T_i}^t (t-s)^n \left(\rho(s)L_i(s) - \frac{\rho(s)R_i(s-\tau)A^{\alpha+1}(s)}{(\alpha+1)^{\alpha+1}} \right) ds > \tau^{-\alpha} \rho(T_i)R_i(T_i), \quad i=1, 2,$$

其中 $L(t), A(t)$ 同定理12, h_{i1}, h_{i2} 同式 (12), 则方程 (1) 是振动的或 $\liminf_{t \rightarrow \infty} |z(t)| = 0$ 。

定理15 当 $1 \leq a(t) \leq M, t \geq t_0$ 时, 方程 (1) 满足定理14的其他条件, 则方程 (1) 是振动的或 $\limsup_{t \rightarrow \infty} |z(t)| = \infty$ 或 $\liminf_{t \rightarrow \infty} |y(t)| = 0$ 。

2.3 当 $e(t) = 0$ 时方程 (1) 振动理论

考虑方程 (1) 特例: $(r(t)(y'(t))^\alpha)' + f(t)(y'(t))^\alpha + q(t)x^\alpha(t-\tau) + \sum_{i=1}^n q_i(t)x^\alpha(t-\tau) = 0, t \geq t_0$ 。

类似以上方法讨论, 在结合文献[10]中引理可得下列结论:

定理16 当 $a(t) \leq \delta < 1, t \geq t_0$ 时, 若条件 $(H_2), (H_3)$ 与 (H_6) 成立, 则方程 (1) 振动或 $\lim_{t \rightarrow \infty} z(t) = 0$, 其中函数 $z(t)$ 为方程 (1) 非振动解。

定理17 若条件 $(H_2) - (H_4)$ 成立, 且若存在 $\rho \in C^1([t_0, \infty), \mathbb{R}^+)$, 使得

$$\limsup_{t \rightarrow \infty} \int_T^t \left(\rho(s)K(s) - \frac{R(s-\tau)\rho(s)A^{\alpha+1}(s)}{(\alpha+1)^{\alpha+1}} \right) ds = \infty;$$

或若存在 $H \in \mathbb{P}$, 不减函数 $\rho \in C^1([t_0, \infty), \mathbb{R}^+)$, 使得

$$\limsup_{t \rightarrow b_1^-} \frac{1}{H(t, T)} \int_T^t \left[H(t, s) \rho(s) K(s) - \frac{\rho(s) R(s-\tau) |h(t, s)|^{\alpha+1}}{(\alpha+1)^{\alpha+1}} \right] ds = \infty;$$

或存在非负不减函数 $\rho \in C^1([t_0, \infty), \mathbb{R}^+)$ ，使得

$$\limsup_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t^n} \int_T^t (t-s)^n \left(\rho(s) K(s) - \frac{R(s-\tau) \rho(s) A^{\alpha+1}(s)}{(\alpha+1)^{\alpha+1}} \right) ds = \infty,$$

其中 $K(t) = Q(t) + \prod_{i=1}^n \eta_i^{-\eta_i} Q_i^{\eta_i}(t)$ ，函数 $z(t)$ 为方程 (1) 非振动解， $y(t) = z(t) - a(t)z(t-\tau)$ ，则方程 (1) 是振动的或

- (i) 当 $a(t) \leq \delta < 1$ ， $t \geq t_0$ 时， $\liminf_{t \rightarrow \infty} |z(t)| = 0$ ，其中函数 $z(t)$ 为方程(1)非振动解。
- (ii) 当 $1 \leq a(t) \leq M$ ， $t \geq t_0$ 时， $\limsup_{t \rightarrow \infty} |z(t)| = \infty$ 或 $\liminf_{t \rightarrow \infty} |y(t)| = 0$ ，其中 $y(t) = z(t) - a(t)z(t-\tau)$ 。

3 实例

显然，下列实例都不能用所列文献中的研究结果解决其解渐近性的判定。

例1 考虑方程

$$\left(\frac{1}{t^3}(y'(t))^3\right)' + \frac{1}{t^4}(y'(t))^3 + \frac{1}{t(t-2\pi)^2}(x^3(t-2\pi) + x^5(t-2\pi) + x(t-2\pi)) = g(t) \sin^\beta \frac{t}{n}, \quad t \geq t_0 \quad (18)$$

其中 $y(t) = x(t) - \frac{1}{t^2}x(t-2\pi)$ ， $g \in C^1([t_0, \infty), \mathbb{R}^+)$ ， β 是奇数之商。据本文定义可得：

$$E_i(t) = c_i t g(t) \sin^\beta \frac{t}{n}, \quad Q_{i0}(t) = Q_{i1}(t) = Q_{i2}(t) = \frac{c_i}{(t-2\pi)^2}, \quad R_i(t) = \frac{c_i}{t^2}, \quad \text{其中 } \eta_0 = \frac{2}{15}, \quad \eta_1 = \frac{8}{15}, \quad \eta_2 = \frac{1}{3},$$

$$c_1 = \frac{1}{4\pi n}, \quad c_2 = \frac{1}{5\pi n}.$$

对任意 $T > 0$ ，存在 n ，使得 $4n\pi - 2\pi > T$ 。选择 $I_1 = [4\pi n, 5\pi n]$ ， $I_2 = [5\pi n, 6\pi n]$ ， $T_1 = 4\pi n$ ， $T_2 = 5\pi n$ ，

$\rho(t) = 1$ ， $M_1 = \sin \frac{t}{n}$ ， $M_2 = -\sin \frac{t}{n}$ 。通过计算可得 $L_i(t) \geq \frac{c_i}{(t-2\pi)^2}$ ，且当 $t \in I_i$ ， $i = 1, 2$ 时，有

$$\int_{T_i}^{b_i} \left(\rho(s) R_i(s-2\pi) \left(|M_i'(s)| + \frac{|M_i(s) A(s)|^{\alpha+1}}{\alpha+1} \right) - M_i^{\alpha+1}(s) \rho(s) L_i(s) \right) ds < \frac{c_i}{(T_i-2\pi)^2} \int_{T_i}^{b_i} \cos \frac{2s}{n} ds = 0, \quad i = 1, 2.$$

即方程 (18) 符合定理11的所有条件，如果恰当选取函数 $g(t)$ ，例选取 $g(t) = \frac{1}{t^3}$ ，方程 (18) 不满足条件 (H_1) ，则方程 (18) 是振动的或 $\liminf_{t \rightarrow \infty} |z(t)| = 0$ 。

例2 考虑方程

$$(x(t) - 5e^6 x(t-6))'' + (x(t) - 5e^6 x(t-6))' + e^2 x(t-2) + 2e^2 x(t-2) = -5e^t \quad (19)$$

我们注意到方程 (19) 满足条件 (H_1) 和条件 (H_2) 。运用本文定理1可知，方程 (19) 如果有最终非负解 $x(t)$ ，则一定有 $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = \infty$ 。事实上，方程 (19) 有解 $x(t) = e^t$ ，且有 $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{x(t)}{t} = \infty$ 。

例3 考虑方程

$$(x(t) - 2x(t - \frac{n\pi}{8}))'' + x(t - \frac{n\pi}{8}) = -\frac{1}{n^2} \sin \frac{t}{n} + \frac{2}{n^2} \sin(\frac{t}{n} - \frac{\pi}{8}) + \sin(\frac{t}{n} - \frac{\pi}{8}) \quad (20)$$

对任意充分大 $T > 0$ ，选择 $I_1 = [a_1, b_1] = [\frac{7n\pi}{2} + \frac{n\pi}{8}, 4\pi n]$ ， $I_2 = [a_2, b_2] = [\frac{5n\pi}{2} + \frac{n\pi}{8}, 3\pi n]$ ，其中 n 充分大

正整数。可验证满足定理6的一切条件,故方程(20)是振动的或 $\limsup_{t \rightarrow \infty} |z(t)| = \infty$ 。事实上,方程有解

$$x(t) = \sin \frac{t}{n}。$$

例4 考虑方程

$$(x(t) - 2e^{2n\pi}x(t-2n\pi))' + \frac{1}{n^2}e^{4n\pi}x(t-4n\pi) = -e^t \left(\sin \frac{t}{n} + \frac{2}{n} \cos \frac{t}{n} - \frac{2}{n^2} \sin \frac{t}{n} \right) \quad (21)$$

选择 $I_1 = [a_1, b_1] = \left[8n\pi, 8n\pi + \frac{n\pi}{2} \right]$, $I_2 = [a_2, b_2] = \left[8n\pi + n\pi, 8n\pi + \frac{3n\pi}{2} \right]$, 其中 n 充分大正整数。显然方程

(21) 有解 $x(t) = e^t \sin \frac{t}{n}$, 即为对本文注1的论证。

参考文献:

- [1] DŽURINA J, STAVROULAKIS I P. Oscillation criteria for second-order delay differential equations[J]. Applied mathematics and computation, 2003, 140 (2) : 445-453.
- [2] Sun Y G, Meng F W. Oscillation of second-order delay differential equations with mixed nonlinearities[J]. Applied mathematics and computation, 2009, 207 (1) : 135-139.
- [3] Bohner M, Grace S R, JADLOVSKÁ I. Sharp oscillation criteria for second-order neutral delay differential equations[J]. Mathematical methods in the applied sciences, 2020, 43 (17) : 10041-10053.
- [4] 杨甲山. 具阻尼项的二阶Emden-Fowler型泛函差分方程的振动准则[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2017, 51 (6) : 723-730.
- [5] Sun Y G, Meng F W. Interval criteria for oscillation of second-order differential equations with mixed nonlinearities[J]. Applied mathematics and computation, 2008, 198 (1) : 375-381.
- [6] Sun Y G, Wong J. S. W. Oscillation criteria for second order forced ordinary differential equations with mixed nonlinearities[J]. Journal of mathematical analysis and applications, 2007, 334 (1) : 549-560.
- [7] Li C S, Chen S M. Oscillation of second order functional differential equations with mixed nonlinearities and oscillatory potentials[J]. Applied mathematics and computation, 2009, 210 (2) : 504-507.
- [8] Murugadass S, Thandapani E, Pinelas S. Oscillation criteria for forced second-order mixed type quasilinear delay differential equations[J]. Electronic journal of differential equations, 2010, 73: 1-9.
- [9] Han Z L, Li T X, Sun S R, *et al.* Oscillation of second order quasilinear neutral delay differential equations[J]. Journal of applied mathematics and computing, 2012, 40 (1-2) : 143-152.
- [10] Hardy G H, Littlewood J E, Polya G. Inequalities[M]. Cambridge university press. Cambridge, 1952.

Asymptotic Behavior of Second-order Neutral Damped Functional Differential Equations with Forced Oscillation

HAN Zhong-yue, WU Yu-jie, KONG Shu-xia, GAO Xiu-juan

(School of Mathematics and Big Data, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: By using the generalized Riccati transformation and arithmetic geometric mean inequality combined with the Integral properties, the oscillation and Asymptotic Behavior of second order half-linear neutral damped functional differential equations with forced oscillation is studied. First of all, some new sufficient conditions for oscillation of all solutions of the equations are obtained. Secondly, the effect of the forced oscillation on the asymptotic properties of the solution of a class of differential equations is discussed, which improved and generalized the results in the literature. And lastly, several examples are given to illustrate the applications of the obtained results.

Key words: half-linear neutral; functional differential equations; oscillation criteria; asymptotic behavior; damping; forced oscillation

药用辅料羟丙基甲基纤维素的动物急性毒性研究

董平轩^a, 王 鹏^b, 贾相第^a, 李 雯^a

(德州学院 a.医药与护理学院; b.能源与机械学院, 山东 德州 253023)

摘 要:目的 探究羟丙基甲基纤维素对小鼠的机体急性毒性的大小。方法 在一天时间内连续灌胃给予小鼠羟丙基甲基纤维素 3 次,总给药量为 3.15 g/(kg·bw),并在接下来的 14 天每天观察小鼠的行为活动、体重、呼吸频率、瞳孔状况、摄食量以及死亡情况。然后对未死亡小鼠处死后进行解剖尸检,观察小鼠内脏组织器官有无病变。结果 在总给药量为 3.15 g/(kg·bw)的情况下,14 天的观察期内小鼠的行为活动、呼吸频率、瞳孔状况、摄食量等都没有异常,体重与对照组相比没有明显差别,观察期间之内没有出现小鼠死亡的情况,尸检的时候主要脏器组织形态没有出现明显的病理改变。结论 羟丙基甲基纤维素是一种毒性低,安全性高的药用辅料。

关键词:羟丙基甲基纤维素;急性毒性;小鼠

中图分类号: R918

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0010-03

1 引言

近年来,药用辅料产业发展迅速,新型药用辅料发展出包括成囊材料、包衣材料、表面活性剂以及缓释、控释、靶向给药材料等在内的 40 多个种类上千个品种,为新药的研究与开发提供了新的思路与方向^[1]。由于药用辅料种类丰富,来源复杂多样,其应用必须经过严格的毒理学检测和安全性评价。目前国内外研究药物及辅料急性毒性的方法很多,经典的有以霍恩氏法和寇氏法为代表的半数致死量实验,还有像近似致死量实验、急性毒性分类法、剂量累计实验、固定剂量法、限量试验等急性毒性检测方法。

羟丙基甲基纤维素(Hydroxy Propyl Methyl Cellulose, HPMC),Mr约 86000,是一种高分子药用辅料,是高度纯净的棉纤维素碱性条件下经过醚化制得。HPMC外观为白色粉末,对热、光、湿等均有较强的稳定性。HPMC溶于冷水形成具有一定粘性的凝胶溶液,水溶液透明性高,且具有较强表面活性^[2]。HPMC在水中的溶解度一般随溶液黏度的增大而不断降低,但不受PH值的影响。HPMC因其化学惰性不会影响药物本身的性质,同时它又有很好的抗敏特性,在药物制剂中广泛用作各类

药用辅料^[3]。HPMC可以作为包衣成膜材料,能有效提高药物的稳定性;作为药物的缓释或控释骨架材料,阻滞或控制药物的释放;作为黏合剂或崩解剂用于提高片剂的溶解度;还可以作为助悬剂,形成的药剂絮凝颗粒细腻,容易再分散,不会发生黏壁现象,其常用量为 0.5%~1.5%^[3-4]。

羟丙基甲基纤维素作为药用辅料常在口服药物中充当辅料或赋型剂,对于其急性毒性研究,要关注其药用途径。急性经口毒性^[5]试验是评价和检测受试物毒性作用的一种基础实验,可以得出短时间内经口接触的受试物的健康危害数据,还可以作为受试物急性毒性的分级依据。其中,半数致死量(Median Lethal Dose,LD50)^[6]是传统急性毒性试验的一个关键性指标。传统的急性毒性实验,常通过霍恩式法^[7]或寇式法^[8]等来得到精确LD50数值^[9]。对于毒性过小的药用辅料安全性评价,就要参考最大给药量实验和固定剂量法^[10]等其它参数。

本次研究目的在于确定羟丙基甲基纤维素对小鼠机体的急性毒性的大小,研究羟丙基甲基纤维素在药物使用中的安全性能,对羟丙基甲基纤维素口服急性毒性进行考察,为其在临床安全用药方面提供试验数据基础。

收稿日期: 2020-10-20

基金项目: 国家级大学生创新训练项目(201910448003);德州学院“十三五”重点学科招标课题(3010040206)。

作者简介: 董平轩(1978-),女,博士,副教授,研究方向为新型材料的安全性评价。

2 材料与仪器

2.1 试剂

国产羟丙基甲基纤维素(SH-K4M)由安徽山河药用辅料股份有限公司惠赠;

进口羟丙基甲基纤维素(美多秀K4M CR级)由上海卡乐康包衣技术有限公司惠赠;

磷酸二氢钾(西陇化工股份有限公司);

胰酶(北京索莱宝科技有限公司)。

2.2 仪器

小鼠灌胃器、天平、镊子、鼠笼、解剖器具和其它各种玻璃器皿。

2.3 实验动物

健康清洁级昆明小鼠,购自山东大学动物实验中心(合格证号:SCXK(鲁)2014 0007),体重20 g左右,实验前适应性饲养一周,饮食正常供给。

3 实验方法

3.1 溶液配制

人工肠液的配制:称取磷酸二氢钾6.8 g,加入蒸馏水至500 mL,待其完全溶解后,使用4%的氢氧化钠溶液调节PH至6.8。称取胰酶10 g,加入适量蒸馏水将其溶解,将两液混合之后,加水定容至1000 mL即能得到人工肠液。

羟丙基甲基纤维素的配制:分别称取羟丙基甲基纤维素5 g、6 g、7 g,加入200 ml蒸馏水中,少量多次,不断搅拌至溶解,溶液中有气泡产生时静置等气泡消失多次搅拌,制得 $25\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $30\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $35\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 羟丙基甲基纤维素溶液。

3.2 预实验

预实验观察羟丙基甲基纤维素的急性毒性大小,以确定能否获得精确的半致死量(LD₅₀)数值。将小鼠分成3组,通过给予不同浓度的羟丙基甲基纤维素溶液,观察小鼠的死亡情况,并确定正式实验的实验方法。

取小鼠12只,雌雄各半。每只小鼠做好标记,称量体重,实验前将其禁食不禁水18小时。按照性别均分和体重随机分组,将小鼠以每组4只分成3组,并标记为1组、2组和3组。将1组、2组和3组分布按照 $1000\text{ mg}/(\text{kg}\cdot\text{bw})$ 、 $1200\text{ mg}/(\text{kg}\cdot\text{bw})$ 和 $1400\text{ mg}/(\text{kg}\cdot\text{bw})$ 剂量灌胃羟丙基甲基纤维素溶液,观察灌胃受试药一周内小鼠的死亡情况和病理症状。

3.3 最大给药量实验

根据预实验的结果,羟丙基甲基纤维素的急性毒性较小,无法通过灌胃给药测得精确的半致死量,所以使用最大给药量实验,将小鼠分成不同的对照组和实验组后,灌胃给予最大剂量的羟丙基甲基纤维素溶液。

取小鼠40只,雌雄各半,并且检查雌性小鼠都是未孕状态。将小鼠禁食不禁水18小时,每只小鼠做标记,称量体重。按照性别均分和体重随机分组,将小鼠以每组10只分成4组,并标记为蒸馏水对照组(灌胃给予等体积蒸馏水)、人工肠液对照组(灌胃给予等体积人工肠液)、国产羟丙基甲基纤维素实验组(灌胃剂量 $1050\text{ mg}/(\text{kg}\cdot\text{bw})$)和进口羟丙基甲基纤维素实验组(灌胃剂量 $1000\text{ mg}/(\text{kg}\cdot\text{bw})$),按照上述不同的分组剂量在24小时之内灌胃给药3次,每次间隔的时间不少于6小时,最终每只小鼠累计灌胃剂量为 $3150\text{ mg}/(\text{kg}\cdot\text{bw})$,即为 $3.15\text{ g}/(\text{kg}\cdot\text{bw})$ 。

从第一次灌胃给药开始,观察和记录各组小鼠的行为、呼吸频率、摄食量和活动情况,连续观察两周并记录小鼠在开始、第三天、第七天和第十四天的体重情况。

实验观察期间,小鼠正常饲养,对于其摄食饮水等行为不做限制。

在观察期结束之后,对于没有死亡的小鼠,称量体重并且将其处死进行尸检,肉眼观察小鼠的主要脏器组织形态有没有出现病理变化。

4 结果与讨论

4.1 预实验结果

3组小鼠都没有出现死亡情况,也没有表现出中毒的症状,所以正式实验中采用最大给药量试验。

4.2 最大给药量实验结果

在观察期间,4组小鼠都没有出现死亡情况,所以未能测出LD₅₀。

本次实验结果表明,羟丙基甲基纤维素小鼠最大耐受剂量 $3.15\text{ g}/(\text{kg}\cdot\text{bw})$ 。

1) 行为活动

对比4组小鼠,观察各组小鼠的状况,发现给药组小鼠的生活状态良好,行为活动都没有出现异常,皮毛光泽,对外界刺激没有出现过敏和迟钝的现象,没有出现皮毛松弛、紫绀、充血以及皮疹等不良现象。各组小鼠,也没有发生烦躁易怒或者抑

制状态。

2) 体重

实验期间, 各组小鼠的体重都是自然增长, 没有出现增长减缓、停滞或体重下降的情况。两组 HPMC 实验组的小鼠体重和对照组相比, 无明显差异。

3) 呼吸频率及瞳孔

对比 4 组小鼠, 观察各组小鼠的状况, 无论对照组还是实验组小鼠的呼吸和呼吸频率都正常, 观察期内没有发现小鼠出现明显的异常呼吸的状况。观察小鼠瞳孔, 两侧瞳孔大小对等, 对光反应依旧灵敏, 也没有出现眼睑下垂或者眼球充血等不良现象。

表1 HPMC急性毒性试验小鼠体重变化 (n=5)

组别	性别	实验前体重/g	实验3天体重/g	实验7天体重/g	实验14天体重/g
蒸馏水对照组	雄	23.15 ± 0.76	26.34 ± 0.99	31.33 ± 1.32	36.28 ± 1.77
	雌	22.86 ± 0.71	25.95 ± 1.01	28.25 ± 1.44	31.58 ± 1.86
人工肠液对照组	雄	23.88 ± 0.72	27.01 ± 1.08	30.89 ± 1.33	35.44 ± 1.94
	雌	22.51 ± 0.57	25.64 ± 0.88	28.12 ± 1.32	32.15 ± 1.58
国产羟丙基甲基纤维素	雄	24.11 ± 0.68	26.34 ± 0.89	30.76 ± 1.25	34.69 ± 1.48
	雌	22.80 ± 0.64	25.34 ± 0.92	28.04 ± 1.34	31.27 ± 1.93
进口羟丙基甲基纤维素	雄	23.52 ± 0.85	26.33 ± 1.03	30.46 ± 1.48	35.34 ± 1.68
	雌	22.96 ± 0.77	24.97 ± 0.99	27.97 ± 1.29	32.01 ± 1.74

4) 摄食量

观察实验期间内各组小鼠的摄食量和饮水量, 发现实验组与对照组并没有明显的差异。

5) 组织形态

实验结束之后, 将小鼠处死尸检, 无论是国产还是进口, 两组羟丙基甲基纤维素实验组小鼠的主要脏器(心、肝、脾、肺、肾)的组织形态经过肉眼观察, 都没有发现明显的病理改变, 经过与对照组的对比, 并没有发现明显的差异。

4.3 讨论

药用辅料的安全性能是药用辅料发展中的重要一环, 为了更全面的保障药物的安全应用, 药用辅料的安全性检测方法也在与时俱进。由于像霍恩氏法和寇氏法等传统的急性毒性试验方法都需要测出准确的LD50的值, 导致所需的实验动物数量较多, 后来发展出代替方法, 如最大给药量实验法、上-下法(UDP)^[11]、固定剂量法、急性毒性分类法^[12]等, 可以最大限度的减少实验动物死亡, 更加适合应用。本研究结果表明, 羟丙基甲基纤维素在口服每日剂量达到 3.15 g/(kg·bw)条件下, 两周之内没有导致小鼠死亡, 也没有产生明显急性毒性, 包括小鼠的生理活动和器官组织形态均没有出现肉眼可见的病理改变。因此, 小鼠口服羟丙基甲基纤维素的LD50大于 3.15 g/(kg·bw)。羟丙基甲基纤维素作为一种药用辅料基本无毒、安全。在药物临床前安全评价过程中, 针对药用辅料的特性进行毒性评价, 将更加全面合理^[13-14]。深入研究羟丙基甲基

纤维素的性质、安全性和新制剂技术, 有助于药用辅料羟丙基甲基纤维素应用于新剂型和新的给药系统中。

参考文献:

- [1] 许宁. 药用辅料的研发与应用现状分析[J]. 当代化工研究, 2017, (1): 105-106.
- [2] 王风光. 羟丙甲纤维素在药物制剂研制方面的应用与研究[J]. 当代医药论丛, 2014, 12(3): 277-278.
- [3] 韩冰, 吴继卫. 羟丙基甲基纤维素在医药领域中的应用现状[J]. 德州学院学报, 2016, 32(2): 71-73.
- [4] 武慧超, 杜守颖, 陆洋, 等. 药用辅料羟丙基甲基纤维素在制剂中的应用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(17): 360-365.
- [5] GB15193.3-2014. 食品安全国家标准急性经口毒性试验[S].
- [6] 徐淑云. 药理研究方法学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2001: 37.
- [7] 肖经纬, 崔涛, 孟会林, 等. 3种急性经口毒性试验方法的比较[J]. 毒理学杂志, 2007, 21(2): 135-136.
- [8] Ling W, Zhi-Ting G, Xiao-Song Z, et al. Study on acute toxicity test of anticoccidial oral liquid from dichroa febrifugain mice [J]. China animal husbandry & veterinary medicine, 2016, 43(10): 2724-2729.
- [9] 李亭, 黄诗淇. 急性经口毒性试验方法研究进展[J]. 吉林化工学院学报, 2019, 36(1): 12-14.
- [10] 张方舟, 王益, 颜文君, 等. 上下法与传统急性毒性法测定薄荷油LD50的试验研究[J]. 河南科技大学学报(医学版), 2012, 30(4): 268-270.
- [11] Rispin A, Farrar D, Margosches E, et al. Alternative methods for the median lethal dose (LD50) Test: The Up-and-Down

(下转第35页)

臀位外倒转术成功的因素分析及其对母儿结局的影响

刘雅琦¹, 田翠平¹, 黄莉¹, 孟锐²

(1. 德州市妇女儿童医院 产科, 山东 德州 253000; 2. 德州市人民医院 消化科, 山东 德州 253000)

摘要:目的: 研究影响臀位外倒转术成功的因素及其对母儿结局的影响。方法: 选择 2016 年 7 月 1 日至 2020 年 6 月 30 日在我院产检的 144 例自愿行臀位外倒转术的孕妇作为研究对象, 按照外倒转术成功与否分为成功组和失败组, 将相关因素进行回顾性分析。结果: 1、在 144 例选择臀位外倒转术的孕妇中, 成功 112 例 (77.78%), 失败 32 例 (22.22%), 其中成功组中有 87 例 (77.68%) 孕妇选择阴道分娩, 25 例 (22.32%) 孕妇由于各种原因最终选择剖宫产, 失败组均使用剖宫产终止妊娠 (100%); 2、T 检验分析显示, 影响孕晚期臀位外倒转术成功的相关因素为羊水指数、胎盘位置、胎位是否为单臀位, 以上差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 进一步行 Logistic 多因素分析显示, 羊水指数、胎盘位置、是否为单臀位是影响外倒转成败的独立危险因素, 且差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。3、外倒转成功后顺利阴道分娩组在产程、是否需要侧切、产后出血、新生儿体重、新生儿 Apgar 评分等方面与正常头位选择阴道分娩的孕妇比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 两组的分娩孕周存在统计学差异 ($P < 0.05$)。结论: 孕妇分娩孕周、胎盘位置、羊水量、脐带绕颈、胎位是影响臀位外倒转术成功的主要因素, 施行外倒转术后阴道分娩者与未实施外倒转术的一般孕妇相比较, 发现臀位外倒转术并没有改变母儿结局。

关键词: 臀位孕妇; 臀位外倒转术; 阴道分娩; 母儿结局

中图分类号: R719.5

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444 (2022) 04-0013-05

臀位妊娠依然是临床上导致剖宫产率增加的重要因素之一。有研究表明初产臀位的剖宫产率高达 90%, 约占剖宫产指征构成比的第 2~4 位^[1]。有研究报道, 臀位外倒转术相关的围产儿死亡率很高^[2]。臀位孕妇选择剖宫产的人数在世界范围内大幅增加, 臀位孕妇的主观选择是剖宫产率增加的主要因素, 很多孕妇因臀位妊娠放弃了经阴道分娩的机会。臀位外倒转术 (external cephalic version, ECV) 是指将非头位胎儿转为头位, 增加阴道分娩率。该手术大大降低了剖宫产率。近些年来, 在床旁超声、宫缩抑制剂、椎管内麻醉的辅助下, 臀位外倒转术的成功率约在 50% 左右^[3], 臀位外倒转术再次回到人们的视野, 越来越多的人开始认同并接受实施臀位外倒转术。本研究通过对山东德州市妇女儿童医院妊娠晚期选择行臀位外倒转术成功的 87 例孕妇及胎位头位选择阴道分娩 100 例孕妇的临床资料进行比较分析, 进一步明确臀位外倒转术成功与否的影响因素, 及臀位外倒转术是否真正改变了阴道分娩新生儿的结局, 以便更好地在临床工作中向孕妇及家属提供更加专业与安全的建议。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2016 年 6 月至 2020 年 7 月所有自愿于我院行臀位外倒转术 144 例孕妇及胎位头位选择阴道分娩 100 例孕妇。选择 2016 年 7 月 1 日至 2020 年 6 月 30 日在我院产检的自愿行臀位外倒转术的孕妇作为研究对象。纳入标准包括: 单胎妊娠、经超声证实胎位为臀位或者横位、胎心电子监护反应型且有阴道试产意愿、无引导分娩禁忌症者。禁忌证: 明显骨盆狭窄、头盆不称、前置胎盘、以往有剖宫产史、瘢痕子宫、子宫畸形、子宫肌瘤、巨大儿及严重的妊娠合并症及并发症等。144 例自愿行臀位外倒转术的孕妇按成功与否分为外倒转成功组和外倒转失败组。行外倒转术成功者共 112 例, 外倒转术的成功率为 77.78%, 外倒转术成功阴道分娩者为外倒转组, 另选择同期胎位头位阴道分娩的 100 例孕妇为研究母儿结局的对照组。纳入研究的孕妇的年龄在 17~41 岁之间 (28.58 ± 4.29), 孕周 34.86~40.86 周 (38.19 ± 5.20); 体重指数

收稿日期: 2021-12-08

作者简介: 刘雅琦 (1988-), 女, 山东安丘人, 主治医师, 硕士研究生, 主要从事臀位外倒转术研究。

22.00~36.80 (27.47 ± 3.14) kg/m²。两组产妇的一般资料比较, 差异无统计学意义 (P>0.05), 具有可比性。本研究征得医院医学伦理委员会审批, 入组孕妇均已签署臀位外倒转术知情同意书。

1.2 方法

为应对术中突发情况, 臀位外倒转术在手术室内进行, 术前给予腰硬联合麻醉。麻醉成功后, 孕妇平卧, 两腿屈曲略外展, 露出腹部, 术前常规B超检查, 手术者立于孕妇左侧, 摸清胎位及先露, 与B超相符合, 听胎心并记录, 术前0.5~1h皮下注射特布他注射液0.25mg, 观察胎心、胎动及宫缩变化, 手术医师双手握住胎儿两极, 将头按顺时针/逆时针方向慢慢下推, 同时将胎臀按逆时针方向慢慢上推, 动作轻柔有力, 胎头每前进一步, 固定后再前进, 尽量不回缩, 间断进行, 直至转为头位, 倒转过程中保持胎头的俯屈姿势, 倒转成功后常规行超声检查并给予胎心监测, 如术后出现胎心减慢持续不恢复、考虑胎儿窘迫, 经左侧卧位、吸氧仍无法缓解时立即行剖宫产。术后立即行胎心监测, 观察胎心变化及宫缩情况, 并且常规行超声检查确认胎位。

1.3 观察指标

① 记录产妇的臀位矫正成功率, B超检查显示为头位即视为成功。② 记录两组产妇的分娩方式, 包括阴道分娩、剖宫产。③ 记录两组的并发症发生情况, 包括胎盘早剥、新生儿窒息、脐带绕颈等。

1.4 统计学方法

采用SPSS 26.0统计软件分析数据, 计量资料用均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 符合正态分布具备方差齐性的资料采用两独立样本的 t 检验, 不符合正态分布不具备方差齐性的计量资料采用秩和检验, 计数资料以 n (%) 表示, 采用 χ^2 检验, P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 影响臀位外倒转术成功的因素分析

本研究行臀位外倒转术的 144 例孕妇中, 成功转为头位的有 112 (77.78%) 例, 外倒转术失败者共有 32 例 (22.22%), 根据臀位外倒转术的结局将这些孕妇分为成功组和失败组, 两组孕妇的年龄、行臀位外倒转术的孕周、体重指数、脐带绕颈的程度及孕妇的产次比较, 差异无统计学意义 (P>0.05), 羊水指数、胎盘位置、胎位是否为单臀位

比较, 差异有统计学意义 (P<0.05)。分娩孕周的差异是由于外倒转术成功后, 孕妇继续妊娠一段时间直至有产兆或者有引产指征入院, 在此期间, 孕妇孕周增长的同时, 胎儿体重亦有增长造成, 但是通过该比较发现, 经过臀位外倒转术成功的孕妇, 多在 2 周左右再次入院分娩。通过比较发现羊水量多、非前壁胎盘及单臀位是臀位外倒转术成功的有利因素。见表 1。

表 1 不同因素对外倒转术成功的影响因素

组别	失败组(n=32)	成功组(n=112)	统计量	P值
年龄(岁)	28.22 ± 4.53	28.69 ± 4.24	t=0.544	0.588
外倒转孕周	38.27 ± 1.02	38.17 ± 0.65	t=0.497	0.622
BMI	27.89 ± 3.31	27.35 ± 3.09	t=0.855	0.436
AFI(mm)	113.91 ± 37.33	133.0 ± 37.10	t=2.564	0.011
胎盘位置				
前壁	22 (68.8)	45 (40.2)	$\chi^2=8.166$	0.004
非前壁	10 (31.3)	67 (59.8)		
脐带绕颈				
无	11 (34.4)	53 (59.8)	$\chi^2=1.702$	0.427
绕颈1周	18 (56.3)	50 (47.3)		
绕颈2周	3 (9.4)	9 (8.0)		
胎位				
单臀	16 (50)	79 (70.5)	$\chi^2=4.676$	0.031
非单臀	16 (50)	61 (54.5)		
产次				
初产妇	23 (71.9)	61 (54.5)	$\chi^2=3.104$	0.078
经产妇	9 (28.1)	51 (45.5)		

2.2 与EVC手术成功相关因素Logistic回归分析

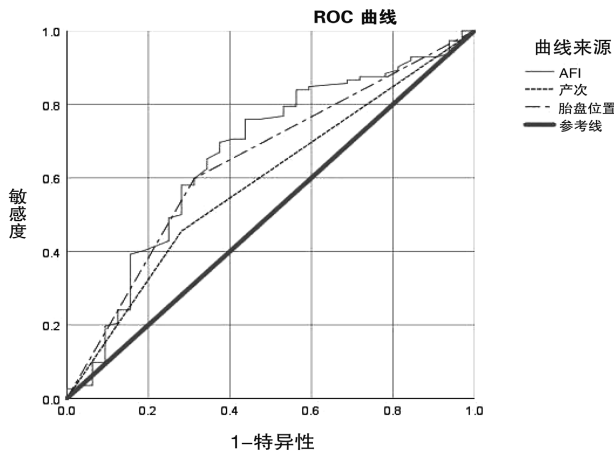
结合表 1 的分析, 我们将与 ECV 成功率相关的变量羊水指数(P<0.05)、胎盘位置(P<0.01)、是否为单臀位(P<0.05)纳入分析, 因为在临床实践过程中, 我们发现产次和孕妇的体重指数 (BMI) 对手术成败的影响也有重要意义, 因此将产次也纳入分析。与臀位外倒转术成功率显著相关的变量的 Logistic 回归分析如表 2 所示。羊水指数、胎盘位置、是否为单臀位是影响外倒转成败的独立危险因素 (P<0.05), 羊水指数每增加 1 能将成功率提高 1.016 倍 (95% CI, 1.004-1.028), 非前壁胎盘相较于前壁胎盘能将臀位外倒转术的成功率提高 3.356 倍 (95% CI, 1.4317-7.870), 经产妇较初产妇能将臀位外倒转术的成功率提高 2.418 倍。

如图 1 所示, ROC 曲线下面积对羊水指数 (AFI) 的预测能力为 66.4%(95% CI, 55.3%-77.4%), 对胎盘位置的预测能力为 64.3%(95% CI, 53.5%-75.0%), 对产次的预测能力为 58.7%(95% CI, 47.8%-69.6%)。

表 2 影响足月臀位外倒转术成功的多因素 Logistic 回归分析

变量赋值	B	SE	Wald	P	Exp(B)	OR (95%CI)
AFI	0.016	0.06	6.728	0.009	1.016	1.004-1.028
BMI	-0.074	0.064	1.310	0.262	0.929	0.819-1.054

产次初产妇(0)							
经产妇	0.883	0.310	1.528	0.050	2.418	1.001-5.842	
胎盘位置非前壁(0)							
前壁	1.211	0.435	7.749	0.005	3.356	1.431-7.870	
胎位非单臀(0)							
单臀	-0.873	0.410	4.537	0.033	0.560	0.187-0.933	



注B, coefficient for the constant; SE, standard error; Wald, Wald X2 test; df,degrees of freedom; Exp(B), the exponentiation of the B coefficient

图1 144例行EVC孕产妇AFI、产次和胎盘位置的ROC曲线

2.3 成功外倒转术是否改变了顺产孕妇的母儿结局

臀位外倒转术成功的 112 例孕妇, 在试产过程中有 87 例 (77.68%) 成功经阴道分娩, 25 例 (22.32%) 孕妇由于各种原因放弃继续试产, 行剖宫产术终止妊娠。通过研究发现, 87 例经过臀位外倒转术后成功阴道分娩的孕妇与 100 例正常头位经阴分娩的孕妇相比, 孕妇年龄、产程长短、产后出血量、是否行会阴侧切、新生儿体重、新生儿Apgar评分差异无统计学意义 (P>0.05), 外倒转组与对照组比较, 分娩孕周差异有统计学意义 (P<0.05), 见表 3。

表3 外倒转术后顺娩组与对照组产妇一般情况比较

变量	对照组	外倒转组	t/ X ²	P
新生儿体重 (g)	3383.6 ± 424.77	3438.1 ± 393.774	0.940	0.370
孕妇年龄	28.48 ± 4.20	28.92 ± 4.45	0.695	0.488
分娩孕周	39.53 ± 1.37	38.14 ± 0.56	547.87	0.000
产程	6.80 ± 4.39	7.70 ± 4.70	1.41	0.161
产后出血量	252.53 ± 71.56	232.76 ± 54.89	2.08	0.054
Apgar1分钟评分	10 ± 0	9.98 ± 0.21	1.00	0.320
是否侧切				
会阴侧切	15	11		
会阴裂伤	85	76	0.216	0.642

3 讨论

胎位异常是导致难产的重要因素之一, 其中臀

位是最常见的异常胎位, 其发生率与孕周有关, 妊娠 29 ~ 32 周时其发生率约 14%, 至妊娠足月, 其发生率降至 3% ~ 4%^[4]。臀位分娩的并发症极多, 对母体的并发症如胎膜早破、产程延长、软产道损伤、感染等, 对胎儿的并发症如早产、脐带脱垂、胎儿窒息、新生儿肺炎、颅内出血、骨折及其他损伤等。Hofmeyr G J的研究中, 足月单胎臀位妊娠的孕妇, 在许多情况下, 剖宫产比阴道分娩更安全^[5]。许多孕妇因臀位妊娠选择行剖宫产术终止妊娠, 因此丧失了经阴道分娩的机会。

臀位外倒转术在国外比较盛行, 英国Melo P等人的一项18年的队列研究表明, 臀位外倒转术可以安全地在大多数足月臀位孕妇身上进行, 并且近一半尝试该手术的孕妇可以避免行剖宫产术^[6]。臀位儿在未足月时仍有自动转为头位的可能, 但多在孕 32 周前^[7]。RCOG (英国皇家妇产科医师学会) 建议只要有具备急症剖宫产的设施, 为避免外倒转术导致的早产、早产儿近期及远期并发症的发生, 所有臀先露孕妇在足月或近月(妊娠37周)行臀位外倒转术^[8]。并且, 2018 年, Chescheir, Nancy 等人的研究表明妊娠足月后行倒转术的胎儿的围产期发病率或死亡率与未行外倒转术的胎儿的围产期发病率或死亡率没有差异^[9]。英国一项关于臀位外倒转术的综述中指出, 在 20 世纪 70 年代中期之前, ECV通常是在足月之前进行的, 因为人们认为该手术很少在足月时成功。20 世纪 70 年代中期以后, 足月前臀位外倒转术的受欢迎程度逐渐下降, 部分原因是, 越来越多的人认为剖腹产是一种比臀位外倒转术或臀位分娩更安全的选择^[10]。随后的研究表明, 通过使用宫缩抑制剂, 相当大比例的足月臀位妇女可以实现臀位外倒转。足月的臀位外倒转术与未足月时的臀位外倒转术有许多根本的不同, 因为足月后行臀位外倒转术, 胎儿已经成熟, 在出现并发症的情况下可以及时终止妊娠。美国妇产科医师学会 (American College of Obstetricians and Gynecologists, ACOG) 于 2016 年 2 月颁布第 161 号指南: 《臀位外倒转指南 (2016) 》建议在 36 周妊娠时评估胎儿先露部位, 37 周开始可进行外倒转, 因为 36 周后自发性倒转的可能性不大^[11]。

该研究通过分析我院的 144 例行臀位外倒转术的孕妇, 发现羊水指数、胎盘位置及胎位是影响臀位外倒转术成功的四个重要因素。与 ECV 成功率显著相关的变量进行Logistic 回归分析, 结果显示, 羊水量多有利于臀位外倒转术的成功。充足的羊水量能够为外倒转提供活动空间, 胎儿体积偏

小也有利于外倒转的进行。但是,外倒转的成功与否,存在个体差异,不能保证每一位符合条件的孕产妇都能够成功转位。Hofmeyr等人研究显示,足月臀位外倒转术后新生儿窒息发生率、脐血低PH值发生率、新生儿住院率、围产儿死亡率、分娩时间等方面与未行外倒转术的臀位孕妇比较差异无统计学意义^[12]。我们的研究发现臀位外倒转术后经阴分娩的孕妇与一般头位经阴分娩的孕妇在是否需要侧切、产后出血、新生儿体重、新生儿Apgar评分方面比较,差异无统计学意义($P>0.05$),足以说明臀位外倒转术没有改变母儿结局。但是,臀位外倒转术具有一定的并发症及意外风险,如(1)胎盘早剥、胎儿窘迫、子宫破裂、转急症剖宫产、新生儿窒息、转新生儿科治疗等可能。(2)胎膜早破、脐带脱垂、脐带缠绕、脐带先露、脐血流中断、脐带断裂等。(3)罕见的胎母输血综合征等不可预测的不良后果。(4)外倒转失败等。相较于臀位分娩给产妇及新生儿带来的难以预测的风险及并发症,臀位外倒转术的安全性能较高,能够很好的降低臀位分娩带来的并发症的发生,是一种较为安全可靠的转胎术。与其他纠正胎位的方法相比,如体位管理(膝胸位)及艾灸、针灸等,这些方法虽副作用小,但是都是等待胎儿自行矫正的被动局面,且缺乏大样本、高质量的研究^[13]。

鉴于各种原因,臀位外倒转术在我国的推广应用并不广泛,发展一直较缓慢。近些年,在临床上,随着降低剖宫产率意识的增强,逐渐重视臀位外倒转术的开展。那么,在我国,影响臀位外倒转术的因素有哪些,如何选择合适的人群实施该手术,及臀位外倒转术是否增加了孕妇及胎儿的并发症和合并症,仍需进一步研究,为临床选择臀位有经阴试产愿望的孕产妇行外倒转术提供更加可靠的科学依据。

参考文献:

- [1] 侯磊,张为远.全国剖宫产率及剖宫产指征构成比调查的多中心研究[J].中华妇产科杂志,2014,49(10):728-735.
- [2] Bradley-Watson P J. The decreasing value of external cephalic version in modern obstetric practice[J]. American journal of obstetrics and gynecology, 1975, 123: 237-240.
- [3] Hofmeyr G J, Kulier R. External cephalic version for breech presentation at term[J]. Cochrane database systRev, 2012, 10: D83.
- [4] Fruscalzo A, Londero A P, Salvador S, et al. New and old predictive factors for breech presentation: our experience in 14, 433 singleton pregnancies and a literature review[J]. J matern fetal neonatal med, 2014, 27:167-172.
- [5] Hofmeyr G J, Hannah M, Lawrie T A. Planned caesarean section for term breech delivery[J]. Cochrane database syst rev, 2003, 7(2): CD000166.
- [6] Melo P, Georgiou E X, Hedditich A, et al. External cephalic version at term: a cohort study of 18 years' experience[J]. Obstetric anesthesia digest, 2019.
- [7] Hutton E K, Hofmeyr G J, Dowswell T. External cephalic version for breech presentation before term[J]. Cochrane database systrev, 2015, 7: CD000084.
- [8] Version E C, The R, Of I, et al. External cephalic version and reducing the incidence of breech presentation[J]. RCOG guideline, 2010.
- [9] Chescheir, Nancy C. Association between attempted external cephalic version and perinatal morbidity and mortality[J]. Obstetrics and gynecology: journal of the american college of obstetricians and gynecologists, 2018, 132(2): 516.
- [10] Hofmeyr G J, Kulier R. External cephalic version for breech presentation at term[J]. Cochrane database of systematic Reviews, 2000(1).
- [11] Genetics C O, Medicine M F. American college of obstetricians and gynecologists' committee on practice bulletins obstetrics. practice bulletin No. 161: external cephalic version [J]. Obstetgynecol, 2016, 127(2): e54-e61.
- [12] Hofmeyr G J, Kulier R. External cephalic version for breech presentation at term[J]. Cochrane database systRev, 2012, 10: CD000083.
- [13] Founds S A. Clinical implications from an exploratory study of postural management of breech presentation [J]. J Midwifery womens health, 2006, 51(4): 292-296.

Analysis of the Successful Factors of External Breech Inversion and Its Influence on Maternal and Fetal Outcome

LIU Ya-qi¹, TIAN Cui-ping¹, HUANG Li¹, MENG Rui²,

(1.Department of Obstetrics, Dezhou Women's and Children's Hospital, Dezhou Shandong 253000, China;
2.Department of Digestive, Dezhou People's Hospital, Dezhou Shandong 253000, China)

Abstract: Objective: To study the factors that influence the success of extratopic inversion surgery and its influence on maternal and child outcomes. Methods: All pregnant women who were voluntarily undergoing breech external reversal surgery in our hospital from July 1, 2016 to June 30, 2020 were selected as the research subjects. According to the success or failure of external reversal surgery, they were divided into success group and failure group, and the relevant factors were retrospectively analyzed. Results: 1. Of the 144 pregnant women who chose breech external inversion, 112 cases (77.78%) were successful and 32 cases (22.22%) failed. Among them, 87 (77.68%) pregnant women in the successful group chose vaginal delivery, 25 Cases (22.32%) of pregnant women finally chose cesarean section due to various reasons, and the failure group used cesarean section to terminate a pregnancy (100%); 2. T-test analysis showed that the relevant factors affecting the success of breech inversion in the third trimester were Amniotic fluid index, placental position, and fetal position are in monobreech position, the difference is statistically significant ($P < 0.05$), further logistic multi-factor analysis shows that amniotic fluid index, placental position, and whether it is monobreech position are independent factors that affect the success or failure of lateral reversal. For risk factors, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). 3. After successful external inversion, the vaginal delivery group had no significant difference with normal cephalic delivery pregnant women in terms of labor process, need for lateral incision, postpartum hemorrhage, neonatal weight, and neonatal Apgar score ($P > 0.05$). There was a statistically significant difference in the gestational age of childbirth ($P < 0.05$). Conclusion: The gestational age of pregnant women, placental position, amniotic fluid volume, umbilical cord around the neck, and fetal position are the main factors that affect the success of external breech inversion. Compared with general pregnant women who have not performed external inversion, vaginal delivery after external inversion. It was found that the external breech inversion did not change the outcome of the mother and child.

Keywords: breech pregnant women; external cephalic version; vaginal delivery; pregnancy outcome

(下接第64页)

A Study on Sustainable Development Strategy of the Internet Celebrity Salt Lake Scenic Area in Qinghai Province

———Web Text Analysis Based on Tourists' Perceived Image

LI Xiao-bing, SUN Li-jun

(School of Faculty of Arts and Journalism and Communication , Shandong University of Finance and Economics , Jinan Shandong 250014 , China)

Abstract: Taking Chaqa Salt Lake, Dongtai Ji' naier Lake and Mangya Emerald Lake as case objects, the online network reviews of tourists' Ctrip and Ma Hive platforms were collected and analyzed to extract high-frequency words from the scenic web texts. Subsequently, a semantic network centrality analysis and sentiment analysis were conducted on the tourists' comments, and a comprehensive comparison was made to conclude that the development of the internet celebrity salt lake in Qinghai Province has problems such as homogenization, ecological environment destruction, low service quality and inadequate infrastructure, which in turn affect the tourists' experience and generate certain negative sentiments. In view of these problems, suggestions and recommendations are made on how to achieve sustainable and innovative development of the salt lake after it has become popular.

Key words: internet celebrity Salt Lake Scenic Area; tourist perception image; sustainable development; web text analysis; comparative study

基于迁移学习的扁钢缺陷智能分类算法

扈 钰, 王洪丰

(德州学院 计算机与信息学院, 山东 德州 253023)

摘 要: 扁钢缺陷的智能监测与诊断对于提高扁钢质量、生产效率和相关的智能制造水平具有重要作用, 将深度学习算法应用于机械工程问题具有重要意义。本文在对比了传统CNN网络以及两种基于大规模数据集ImageNet的迁移学习模型(VGG-16、DenseNet 121)的基础上, 提出了一种不冻结权重、以DenseNet 121 作为骨干网络的模型, 并将其应用于扁钢缺陷智能分类中。实验证明, 迁移学习模型, 尤其是改进后的DenseNet 121 模型对扁钢缺陷具有最佳的分类性能。DenseNet 121 模型的分类准确率达到 95%, ROC AUC得分高达 0.99。

关键词: 用图像分类; 迁移学习; 缺陷检测; DenseNet 121

中图分类号: TP391.4

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0018-07

1 前言

由于环境、生产工艺等限制, 在轧钢过程中会产生多种缺陷, 对钢材的耐磨性和韧性有一定的影响。例如, 由于加工不当或钢材质量问题, 在钢材加热过程中会产生裂纹缺陷。如果一些非金属夹杂物轧入钢材表面或轧机环境不干净, 都可能导致钢材表面出现夹杂物缺陷。如果钢材表面有腐蚀、乳化和氧化等情况, 可能会产生斑块缺陷。由于温度高、时间长, 会导致表面出现凹坑表面缺陷, 即晶粒粗大等现象。若钢材长时间暴露在空气中, 表面会产生氧化层和锈蚀, 然后钢材在高温下与空气接触, 在轧制过程中形成轧制氧化皮^[1]。由于钢氧化皮或其他异物与高温轧件接触并划伤, 钢材表面可能会出现划伤现象等。

传统的钢材表面缺陷检测^[2-4]是通过人工视觉检测结合传统机器视觉^[5-7]完成的。但是, 这取决于工人的技能和经验, 连续工作会降低检测的准确性, 对工人的健康造成很大的危害。同时, 热轧过程中缺陷样品非常少, 这对钢材表面缺陷的分类提出了挑战。

传统的机器学习算法, 如支持向量机(SVM)和决策树, 只能学习一些低级特征, 而不能学习详细抽象的特征。当缺陷不明显时, 传统的机器学习

算法可能无法对它们进行正确分类。随着卷积神经网络^[8]的不断发展, 基于深度学习的分类已成为主流的缺陷分类检测方法。深度学习的核心是人工神经网络。目前, 已有研究者进行深度学习在缺陷分类方面的研究与应用, 如鲁永帅^[9]等提出了一种应用卷积神经网络的锂电池极片涂布缺陷分类的方法; 凌嘉欣^[10]等人尝试了残差神经网络模型在木质板材缺陷分类中的应用等。

然而, 最先进的深度学习模型CNN也被设计为孤立地为某一任务工作, 即这些算法是经过训练以解决某一特定任务, 一旦特征空间分布发生变化, 就必须从头开始重建模型。并且, 由于数据采集和数据标注人工成本高昂, 构建大规模标记良好的数据集非常困难, 限制了深度学习的发展。而迁移学习则是一种克服孤立的学习范式, 并利用为一项任务获得的知识来解决相关问题的方法, 具有可靠性高、预测精度高等优点。

2 模型设计与方法

2.1 CNN分类模型

1) 前向传播

不同于多层感知器神经网络(MLPNN)均是全连接层, CNN^[11]由卷积层、池化层和全连接层组成。

收稿日期: 2022-05-11

作者简介: 扈钰(1993-), 女, 山东济南人, 助教, 硕士研究生, 研究方向为深度学习、计算机视觉、天文数据干扰检测、语义分割等。

卷积层和池化层由几个卷积核组成, 这些卷积核用于计算不同的特征图。第 l 个卷积层的第 j 个特征图 x_j^l , 由下式计算:

$$a_j^l = \sum_{i=1}^{N^{l-1}} K_{ij}^l * x_i^{l-1} + b_j^l, \quad x_j^l = f(a_j^l) \quad (1)$$

其中 x_j^{l-1} 是第 $l-1$ 层的第 i 个特征图, N^{l-1} 是该层特征图的数量, K_{ij}^l 是第 l 层的第 j 个特征图和第 $l-1$ 层的第 i 个特征图对应的卷积核, b_j^l 是上述卷积核对应的偏置项, $f(\cdot)$ 表示将非线性引入网络的逐元素非线性激活函数, 典型的激活函数是 sigmoid、tanh 和 ReLU。

卷积层后是池化层, 池化层旨在通过降低特征图的分辨率来实现特征集成、减少参数和移位不变性。表示池化函数为 $downsample(\cdot)$, 对于每个特征图 x_j^l ,

$$s_j^l = downsample(x_j^l) \quad (2)$$

典型的池化操作是平均池化和最大池化。池化操作只需要一片 $k*k$ 的区域并输出单个值, 即该区域的平均值或最大值。

在卷积层和池化层之后, 在某些网络中, 例如 AlexNet、LeNet、VGG, 会配置几组全连接层旨在学习中级特征图, 实现全连接需要大量的权重参数。前馈过程的公式表达如下:

$$a_j^l = \sum_{i=1}^{N^{l-1}} x_i^{l-1} W_{ij}^l + b_j^l, \quad x_j^l = f(a_j^l) \quad (3)$$

其中 W_{ij}^l 和 b_j^l 分别是第 l 层第 i 个过滤器的权重向量和偏置项。令 o_i 和 y_i 分别表示输入样本的预测标签和真实标签。损失函数通常表示为:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N^L} \|y_i - o_i\|^2, \quad o_i = x_i^L \quad (4)$$

其中 N^L 是第 L 层(最后一个输出层)的节点数, E 表示单个样本的所有输出节点的总分类误差。损失函数(4)称为欧几里得损失。它还有其他替代损失函数, 例如对比损失、铰链损失、信息增益损失、Sigmoid 交叉熵损失等。

而 softmax 激活通常应用于神经网络中的最后一层, 它将最后一层的输出转换为基本概率分布。它负责预测类标签输入数据。

2) 后向传播

在反向传播中, 来自输出层的标签预测的错误将被传播到输入层。根据这些误差, 可以逐层更新

权重向量和偏置项。这些参数的更新公式为:

$$W_{ij}^l = W_{ij}^{l-1} + \eta \frac{\partial E}{\partial W_{ij}^l}, \quad b_i^l = b_i^{l-1} + \eta \frac{\partial E}{\partial b_i^{l-1}} \quad (5)$$

其中, η 是学习率, $\partial E / \partial W_{ij}^l$ 和 $\partial E / \partial b_i^{l-1}$ 是损失函数的偏导数, 其中, W_{ij}^l 和 b_j^l 可以被扩展为:

$$\frac{\partial E}{\partial W_{ij}^l} = \frac{\partial E}{\partial a_i^l} \frac{\partial a_i^l}{\partial W_{ij}^l}, \quad \frac{\partial E}{\partial b_i^l} = \frac{\partial E}{\partial a_i^l} \frac{\partial a_i^l}{\partial b_i^l} \quad (6)$$

让 δ_i^l 表示为公式(6)右侧的第一部分($\partial E / \partial a_i^l$), 同时作为第 l 层的误差项, 并将其与第二部分($\partial a_i^l / \partial W_{ij}^l$ 或 $\partial a_i^l / \partial b_i^l$) 的结果结合起来, 公式可改写为:

$$\frac{\partial E}{\partial W_{ij}^l} = \delta_i^{l+1} f'(a_i^l) x_j^l, \quad \frac{\partial E}{\partial b_i^l} = \delta_i^{l+1} f'(a_i^l) \quad (7)$$

如果第 l 层是全连接层并且第 $l+1$ 层是输出层, 则误差项 δ_i^l 计算方式如下:

$$\delta_i^l = \frac{\partial}{\partial a_i^{l-1}} \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N^{l+1}} \|y_i - o_i\|^2 = -(y_i - x_i^l) f'(a_i^l) \quad (8)$$

其中, $f'(x_i^l)$ 是第 l 层激活函数的导数。如果第 l 层和第 $l+1$ 层都是卷积层, 根据链式法则, 误差项 δ_i^l 计算方式如下:

$$\delta_i^l = \left(\sum_{j=1}^{N^{l+1}} W_{ji}^l \delta_j^{l+1} \right) f'(a_i^{l-1}) \quad (9)$$

如果第 l 层是池化层并且第 $l+1$ 层是卷积层, 则误差项 δ_i^l 计算方式为:

$$\delta_i^l = \left(\sum_{j=1}^{N^{l+1}} K_{ji}^l * \delta_j^{l+1} \right) f'(x_i^l) \quad (10)$$

其中, $f'(x_i^l)$ 是池化函数 $f(x_i^l)$ 的导数, 池化函数是一个线性函数(均值或最大值函数)。因此, 导数项 $f'(x_i^l)$ 为 1, 公式(10)最后一项消失。如果第 l 层是卷积层, 第 $l+1$ 层是池化层, 误差项 δ_i^l 计算为:

$$\delta_i^l = upsample(\delta_i^{l+1}) f'(x_i^l) \quad (11)$$

其中, $upsample(\cdot)$ 代表采样操作。如果池化层采用均值池化, 则上采样将误差均匀地分布在前一层输入它的单元之间。而在最大池化中, 被选为最大值的单元接收所有错误, 因为输入项非常小的变化只会通过该单元干扰结果。随后, 权重向量和偏置项可以根据之前的更新而变化。

2.2 迁移学习

深度 CNN, 即 DCNN 需要巨大的标记图像数据体量才能达到分类最佳性能。然而, 通常来说, 此类数据集的获取和标注极具挑战且成本高昂。因此, 在遇到此类困难的情况时, 通常可以采用预训练模型进行迁移学习。

预训练模型是之前已经在大型数据集 (通常是大规模图像分类任务) 上训练的已保存网络, 使用者既可以按原样使用预训练模型, 也可以使用迁移学习将此模型定制为某一个给定任务。如果某一模型在足够大且足够通用的数据集上进行训练, 该模型将有效地作为视觉世界的通用模型。然后, 使用者可以通过在大型数据集上训练大型模型来利用这些学习到通过特征的特征图, 而无需从头开始。

已经有诸多实验证明, 通过迁移学习, 已经在 ImageNet 等经典海量图像数据集上进行预训练 DCNN (如 VGG-16^[12]、DenseNet), 有利于图像分类问题的解决^[13]。

1) VGG-16

VGG-16^[12] 的架构如下: conv1 层接收大小等于 224×224 的图像作为输入。随后, 输入图像通过一组具有 3×3 感受野的卷积层传播。卷积步长为 1 个像素。空间池化 (下采样) 采用五个步幅等于 2 的最大池化层。最大池化层继承了一些卷积 (conv) 层, 并且在 2×2 像素窗口上完成。在这组卷积 (conv) 层之后, 有三个全连接 (fc) 层, 通道大小分别为 4096、4096 和 1000。在全连接层中层中, 每个神经元接受来自前一层神经元激活的输入。1000 的大小表示 ImageNet 大规模视觉识别挑战 (ILSVRC) 中存在的类别数量。softmax 层是最后一层。所有隐藏层配备了 (ReLU) 非线性校正^[12]。使用 VGG-16 架构的主要优点是它可以很好地推广到其他数据集^[12]。

2) DenseNet

与 VGG^[12] 和 ResNet^[14] 等其他模型相比, 密集卷积网络 (DenseNet)^[15] 具有密集连接性。使用 DenseNet 的主要优点是它可以缓解梯度消失问题, 增强特征图的传播, 减少参数数量, 并且具有正则化的效果, 即使在较少的训练集上, 也可以减少过拟合的现象。

在 DenseNet 模型中, 与其他 CNN 不同的连接模式在于其是从任何层直接连接到所有后续层的, 这可以进一步改善层间的信息流。因此, 第 l 层接收所有前面层的特征图, 公式计算如下:

$$x^l = H^l [x^0, x^1, \dots, x^{l-1}] \quad (12)$$

其中 l 表示层的索引, x^l 表示第 l 层的输出。[x^0, x^1, \dots, x^{l-1}] 表示在层 $0, 1, \dots, l-1$ 中生成的特征图的串联。并且 H^l 可以是一个复合运算的函数, 例如整流线性单元 (ReLU)、池化、卷积 (Conv) 或批量归一化 (BN)。Dense Block 内的紧密连接仅仅存在于同一个 Dense Block 中, 不同的 Dense Block 是没有这种紧密连接的。

3 实验结果与分析

3.1 数据集

本实验使用的数据集来自“Severstal: 钢铁缺陷检测”竞赛。数据由 3 个主要文件组成: 测试集扁钢图像、训练集扁钢图像以及 train.csv。测试集扁钢图像和训练集扁钢图像分别通过两个文件夹存放 jpg 格式的钢铁图像数据。train.csv 是一个由图像 id、缺陷种类 id 以及缺陷掩码像素的 csv 文件组成, 缺陷掩码的编码方式为 RLE (Run Length Encoding), 且通过缺陷种类 id 可知本数据集扁钢缺陷共包含四类。文件共包含 50,247 条数据和 12,568 张钢铁图像。由于 train.csv 中仅包含缺陷钢铁图像 id, 且某一 id 可能重复出现多次, 也就是意味着有多种不同类型的缺陷, 因此, 我们首先去除 train.csv 中重复的图像 id, 得到 6666 张缺陷图像 id, 并进而得到剩余的 5902 张没有缺陷的图像。图像尺寸全部为 1600×256 像素, 有缺陷图像和其某类缺陷掩码 (图 1a) 以及无缺陷钢铁图像 (图 1b) 分别如图 1 所示。

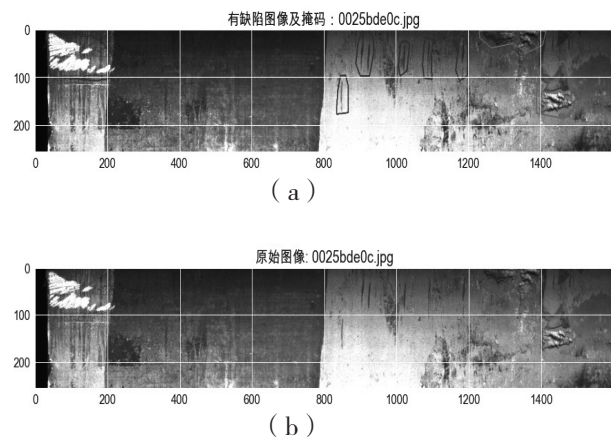


图 1 扁钢数据集图像示例

- (a) 图为有缺陷图像及掩码示例, 其中圈内区域即为缺陷区域;
(b) 图为无缺陷扁钢图像示例

3.2 模型评价指标

由于缺陷扁钢图像与无缺陷扁钢图像数量相对一致, 因此该数据集为平衡数据集, 可以采用 accu-

racy准确率和 ROC AUC 得分作为分类评估指标。本实验中的所有模型均使用准确率和 ROC AUC 得分作为度量。

1) 准确率

准确率是评估分类模型的一项重要指标, 是模型正确预测样本占整体样本的比例。其公式如下:

$$\text{准确率} \textit{Accuracy} = \frac{\text{正确预测的样本个数}}{\text{样本整体个数}} \quad (13)$$

对二分类来说, 也可以按照正负样本数来计算准确率, 其公式为:

$$\text{准确率} \textit{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \quad (14)$$

其中, TP 为真正例, FP 为假正例, TN 为真负例, FN 为假负例。准确率越高, 代表模型的分类性能越佳。

2) ROC AUC 得分

ROC AUC 得分是在各种阈值设置下对分类问题的性能度量。ROC 是概率曲线, AUC 则是曲线下的积分, 它代表着模型能够区分类别的程度。AUC 越高, 模型越能将 0 类预测为 0, 将 1 类预测为 1。以此类推, AUC 越高, 模型在区分有缺陷和没有缺陷的扁钢图像方面表现越好。若 AUC 为 1, 则意味着已训练出一个完美的模型。

ROC 曲线是由真阳率 TPR 和假阳率 FPR 绘制的, 其中真阳率 TPR 为 y 轴, 又被称为召回率 Recall 或灵敏度 Sensitivity, 其公式为:

$$\text{真阳率} = \text{召回率} = \text{灵敏度} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (15)$$

FPR 为 x 轴, 其公式为:

$$\text{假阳率} = 1 - \text{特异度} = \frac{FP}{TN + FP} \quad (16)$$

其中, 特异度为 $\frac{TN}{TN + FP}$ 。

一个优秀的模型 AUC 接近于 1, 这意味着它具有良好的可分离性度量。一个较差的模型的 AUC 接近 0, 这意味着它具有最差的可分离性度量。但事实上, 其亦具备一定的分类能力, 只是它将 0 预测为 1, 而将 1 预测为 0。当 AUC 为 0.5 时, 则意味着模型没有任何分类能力。

3.3 模型训练

本文使用 CNN、VGG-16、DenseNet 121 三个深度学习模型, 针对相同的数据集进行训练。其中, CNN 从零开始训练, 而 VGG-16 和 DenseNet 121

则是基于 CNN 的迁移学习模型, 权重由大型视觉数据库 ImageNet 训练而来。

数据的读取过程使用 Keras 图像生成器, 其作用是可以节约内存进行训练。Image Data Generator 以小批量的方式读入数据, 然后对每一个 epoch 依次进行预处理、模型训练, 之后释放内存, 以此循环, 每次循环也称之为一个 epoch。首先, 将训练数据按照 6:2:2 的比例分为训练集、验证集和测试集, 切分过后, 有 / 无缺陷图像比例和原数据集一致; 其次, 使用 keras 的 Image Data Generator 图像生成器实例化一个图像生成器对象, 并设置预处理的参数, rescale=1/255, 目标图像大小重新定义为 64*64, 以提高运算效率。

1) CNN 模型训练

表1 CNN模型结构示意图

层 类 型	输出尺寸	可训练参数数量
conv2d (Conv2D)	(None, 64, 64, 64)	1792
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 64, 64, 64)	36928
batch_normalization	(None, 64, 64, 64)	256
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 32, 32, 64)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 32, 32, 64)	36928
conv2d_3 (Conv2D)	(None, 32, 32, 64)	36928
batch_normalization_1	(None, 32, 32, 64)	256
max_pooling2d_1(MaxPooling2D)	(None, 16, 16, 64)	0
conv2d_4 (Conv2D)	(None, 16, 16, 128)	73856
conv2d_5 (Conv2D)	(None, 16, 16, 128)	147584
batch_normalization_2	(None, 16, 16, 128)	512
max_pooling2d_2(MaxPooling2)	(None, 8, 8, 128)	0
conv2d_6 (Conv2D)	(None, 8, 8, 128)	147584
conv2d_7 (Conv2D)	(None, 8, 8, 128)	147584
batch_normalization_3	(None, 8, 8, 128)	512
flatten (Flatten)	(None, 2048)	0
dense (Dense)	(None, 128)	262272
dropout (.5)	(None, 128)	0
dense_1 (Dense)	(None, 64)	8256
dropout_1(.5)	(None, 64)	0
dense_2 (Dense)	(None, 1)	65

总参数: 901,313
可训练参数: 900,545
不可训练参数: 768

CNN 模型通过八组单元模块构建网络。前四组单元模块分别配置两个卷积层, 一个批处理规范化层, 以及一个最大池化层。如表 1 所示。输出层配置 sigmoid 激活函数。损失函数为交叉熵函数, 梯度下降优化器配置为 Adam, 学习率设为 0.001。

模型参数总量为 901313 个, 其中可训练参数为 900545 个, 不可训练参数为 768 个。

模型分别采取了早停、dropout 以及 BN 三种机制防止过拟合。在早停机制中, 监控器监视验证集损失函数, 若训练了 50 个 epoch, 如果模型效果未提升, 就让模型提前停止训练。一旦触发早停机制回调, 模型将停止训练, 但此时的模型可能不是在验证数据集中性能最好的模型, 因此需要一个额外的回调, 又称检查点, 监视验证集准确率以保存在此期间的最佳模型。此外, 在 CNN 网络训练过程中, 分别将两个 dropout 层添加在两个全连接层之后, 对于每一个 mini-batch 的神经网络单元, 按照 0.5 的丢弃率将其暂时从网络中丢弃, 迫使一个神经元和随机挑选出来的其他神经元共同工作, 减弱神经元节点间的联合适应性, 增强模型的泛化能力, 以达到迫使模型去学习更加鲁棒的目的。为解决在训练过程中中间层数据分布发生变化的情况, 本项目在卷积层与池化层之间增加批处理标准化层, 加快训练速度, 此外, 由于 BN 平滑了损失函数, 增加了最大的稳定学习率, 因此可以以更高的学习率进行训练。最后, 为提高模型的泛化能力, 本文通过数据增强用随机扰动的样本代替原始数据集, 以达到使网络学习到更为健壮的目的。本文仅对训练集进行数据增强, 为此定义了两个 ImageDataGenerator, 一个用于训练, 另一个用于验证。数据变换方式包括旋转、水平/垂直偏移、裁剪边缘等。

2) VGG-16 模型训练

在 VGG 中, 预训练 CNN 的浅层的特征通常包含边缘和颜色信息, 而深层包含更特定于类细节的属性。因此, 浅层的参数不需要或很少需要微调。受此启发, 在目前的工作中, 本文仅微调了 VGG-16 的最后三层。

有关模型修改的说明如下。VGG-16 在超过一百万张图像上进行了训练, 它能够将图像分类为 1000 个类别^[12]。VGG-16 的最后三层是为这 1000 个类设置的。因此, 对于新的分类任务, 这最后三层需要微调。微调的方法是提取除最后三层之外的所有网络层。通过将最后三层替换为展平层、全连接层和使用 sigmoid 作为激活函数的分类输出层, 使模型适配到新的分类任务。输出层的大小设置为等于新数据中类数的大小。对于目前的工作, 大小值为 2, 等于类的数量, 即有缺陷和无缺陷。此外, 需要调整输入图像的大小, 使其与 VGG-16 的输入层大小一致。

表2 VGG-16模型训练步骤示意表

步骤	操作
步骤一	获取数据集, 使用Image Data Generator;
步骤二	调整输入图像的大小,使其与VGG-16的输入层大小一致;
步骤三	将数据划分为训练集、验证集和测试集; 每个类别60%的图像用于训练, 20%作为验证数据集来决定模型是否提前停止训练, 20%作为测试数据集来测试每个网络;
步骤四	审查网络架构(替换/修改预训练网络的最后一层), 添加展平层, 全连接层以及使用sigmoid作为激活函数的分类输出层, 用于将图像分类为无缺陷类和有缺陷类;
步骤五	训练网络;
步骤六	在测试数据集上测试新分类器;
步骤七	报告性能指标。

3) DenseNet121 模型训练

为防止过拟合以使模型更加健壮, 我们在去除 DenseNet121 输出层之后, 又依次添加了全局池化层、批处理归一化层、随机 dropout50% 的神经元、全连接层、批处理归一化层、随机 dropout50% 的神经元。最后添加了激活函数为 sigmoid 的二分类输出层。此外, 经实验发现, 不经冻结权重的 DenseNet121 分类效果更佳。

表3 DenseNet121模型训练步骤示意表

步骤	操作
步骤一	获取数据集, 使用Image Data Generator;
步骤二	将数据划分为训练集、验证集和测试集; 每个类别 60%的图像用于训练, 20%作为验证数据集来决定模型是否提前停止训练, 20%作为测试数据集来测试每个网络;
步骤三	审查网络架构(替换/修改预训练网络的最后一层), 添加全局池化层、批处理归一化层、随机关闭50%的神经元、全连接层、批处理归一化层、随机关闭50%的神经元以及激活函数为sigmoid的二分类输出层, 用于将图像分类为无缺陷类和有缺陷类;
步骤四	训练网络;
步骤五	在测试数据集上测试新分类器;
步骤六	报告性能指标。

3.4 分类结果与分析

本文利用扁钢图像, 通过 CNN、VGG-16 和 DenseNet121 三种深度学习网络模型进行模型训练, 并利用预留的 2514 张扁钢图片测试模型的泛化性能, 均采用二元交叉熵损失函数作为优化器的目标函数进行迭代。

CNN 训练结果如图 2-1 所示。在训练至 148 epoch 时, 触发早停机制, 训练停止, 在 118 epoch 时, 模型训练结果最优, CNN 模型训练集损失为 0.1680, 准确率为 93.24%, 验证集损失为 0.2977, 准确率为 95.57%。测试集准确率为 0.91, ROC AUC 得分为 0.974, 详见表 4。

VGG-16 训练结果如图 2-2 所示。在训练至 50 epoch 时, 触发早停机制, 训练停止, 在 47 epoch 时, 模型训练结果最优, VGG-16 模型训练集损失为 0.2217, 准确率为 90.68%, 验证集损失为 0.3061, 准确率为 87.55%。测试集准确率为 0.88, ROC

AUC 得分为 0.950, 详见表 4。

DenseNet121 训练结果如图 2-3 所示。在训练至 96 epoch 时, 触发早停机制, 训练停止, 在 50 epoch 时, 模型训练结果最优, DenseNet121 模型训练集损失为 0.0548, 准确率为 97.86%, 验证集损失为 0.2041, 准确率为 94.91%。测试集准确率为 0.95, ROC AUC 得分为 0.990, 详见表 4。

表4 钢铁缺陷分类模型结果评估对比

模型	准确率	ROC AUC 得分
CNN	0.91	0.974
VGG-16	0.88	0.950
DenseNet121	0.95	0.990

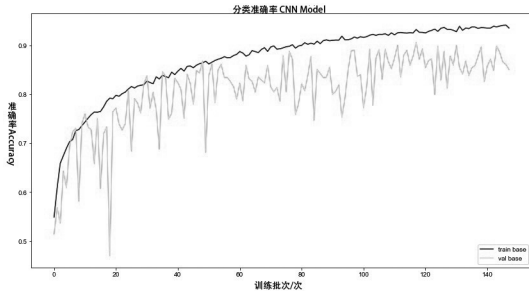
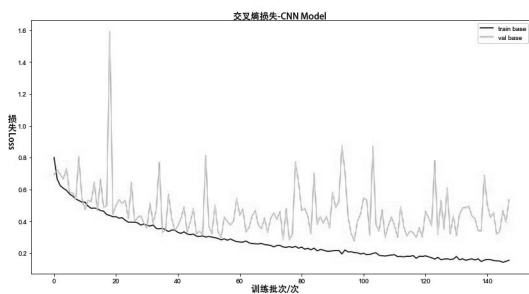


图 2-1 CNN 训练与验证损失及准确率曲线

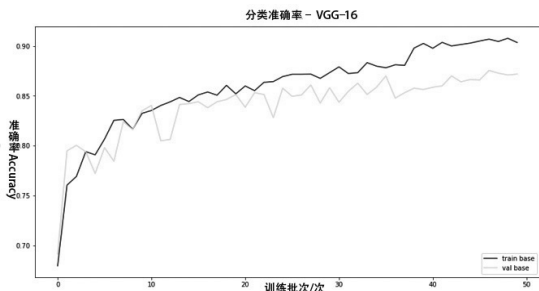
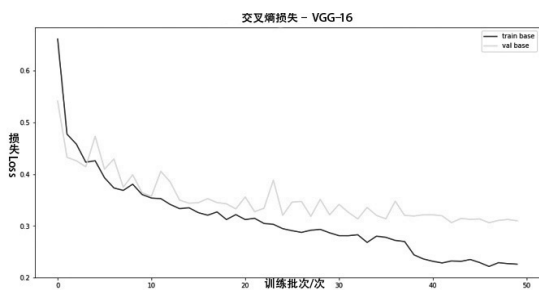


图 2-2 VGG-16 训练与验证损失及准确率曲线

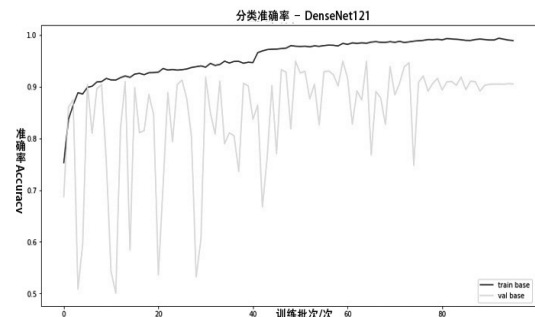
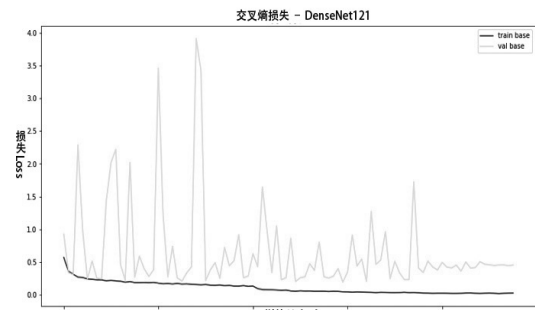


图 2-3 DenseNet121 训练与验证损失及准确率曲线

4 结束语

本文针对扁钢表面缺陷分类的问题, 尝试了传统 CNN 模型、以 VGG-16 和 DenseNet121 为骨干网络的迁移学习模型。其中, 三类模型准确率和 ROC AUC 得分按降序排列分别依次为 DenseNet121、CNN 和 VGG-16。由此可知, 通过比较模型训练结果, DenseNet121 为表现最优的模型。通过迁移学习将预训练 DenseNet121 模型改进后用于扁钢缺陷分类, 改进后的、以 DenseNet121 模型作为骨干网络的 DCNN 模型能成功地预测 95% 钢铁表面缺陷, 模型可分离性度量 AUC 高达 0.99。

该结果优于传统的扁钢缺陷人工分类方法, 提高了分类效率; 相较于基于传统机器学习分类方法, 免去了困难的特征工程和数据预处理阶段; 由于利用了基于大规模图像数据集 ImageNet 训练的迁移学习模型, 在利用深度学习训练新模型时, 节省了资源, 减小了数据标注成本并取得了较好的分类性能。在未来的工作中, 将继续研究其他带有迁移学习的预训练模型, 使其用于扁钢表面缺陷分类任务。

参考文献:

- [1] Sun B, Liu Z, Wang G. Classification and formation mechanism of typical press in scale of hot rolled steel plate[J]. Journal of northeastern university (natural science), 2010, 31 (10) : 1417-1420.
- [2] Jeon Y J, Choi D C, Lee S J, et al. Steel-surface defect detection using a switching-lighting scheme[J]. Applied optics, 2016, 55 (1) : 47-57.
- [3] Mei C, Yu Y, Yu J. Microstructure evolution and corrosion behavior of dissimilar 304/430 stainless steel welded joints[J]. Journal of manufacturing processes, 2020, 50: 183-191.
- [4] Takino T. Shaping of steel mold surface of lens array by electrical discharge machining with single rod electrode[J]. Applied optics, 2014, 53 (33) : 8002-8005.
- [5] He Y, Song K, Meng Q, et al. An end-to-end steel surface defect detection approach via fusing multiple hierarchical features[J]. IEEE transactions on instrumentation and measurement, 2020, 69 (4) : 1493-1504.
- [6] Qing Y, Jin F, Jian T. Development of an automatic monitoring system for rice light-trap pests based on machine vision[J]. Journal of integrative agriculture, 2020, 19 (10) : 2500-2513.
- [7] Xi J, Shentu L, Hu J, et al. Automated surface inspection for steel products using computer vision approach[J]. Applied optics, 2017, 56 (2) : 184.
- [8] Yoo H J. Deep convolution neural networks in computer vision: a review[J]. IEIE transactions on smart processing and computing, 2015, 4 (1) : 35-43.
- [9] 鲁永帅, 唐英杰, 马鑫然, 等. 应用卷积神经网络的锂电池极片涂布缺陷分类[J]. 包装工程, 2022, 43 (9) : 231-238.
- [10] 凌嘉欣, 谢永华. 残差神经网络模型在木质板材缺陷分类中的应用[J]. 东北林业大学学报, 2021, 49 (8) : 111-116.
- [11] Sercu T, Puhrsch C, Kingsbury B, et al. Very deep multilingual convolutional neural networks for LVCSR[J]. 2016 IEEE international conference on acoustics, speech and signal processing (ICASSP), 2016: 4955-4959.
- [12] Simonyan K, Zisserman A. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition[J]. Computer science, 2014.
- [13] Hoo-Chang S, Roth H R, Gao M, et al. Deep convolutional neural networks for computer-aided detection: CNN architectures, dataset characteristics and transfer learning[J]. IEEE transactions on medical imaging, 2016, 35 (5) : 1285-1298.
- [14] He K, Zhang X, Ren S, et al. Deep residual learning for image recognition[C]. IEEE conference on computer vision & pattern recognition IEEE computer society, 2016: 770-778.
- [15] Huang G, Liu Z, Der Maaten L V, et al. Densely connected convolutional networks[C]. Computer vision and pattern recognition, 2017: 2261-2269.

Intelligent Classification Algorithm of Flat Steel Defects Based on Transfer Learning

HU Yu, WANG Hong-feng

(Department of Computer and Information, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: Intelligent monitoring and diagnosis of flat steel defects are essential in improving flat steel quality, production efficiency, and related intelligent manufacturing industries. Applying deep learning algorithms to mechanical engineering problems is of great significance. Based on comparing the traditional CNN network and two transfer learning models (VGG-16, DenseNet 121), this paper proposes a model that does not freeze weights and uses DenseNet 121 as the backbone network. Experiments show that the transfer learning model, especially the improved DenseNet 121 model, has the best classification performance for the defects of flat steel. The DenseNet 121 model achieves 95% classification accuracy and a high ROC AUC score of 0.99.

Keywords: image classification; transfer learning; defect detection; denseNet121

卷积神经网络在城市声音分类中的应用研究

陈蕴博¹, 李海军²

(1. 大连海事大学 信息科学技术学院, 辽宁 大连 116026; 2. 德州学院 计算机与信息学院, 山东 德州 253023)

摘要: 为了能对城市中随机出现的声音进行正确的分类, 可以及时对一些突发情况做出预警或采取措施, 因此对音频数据分析用于指导城市设计, 是智慧城市的构建思路之一。本文通过创建一个智能的城市声音分类模型, 利用卷积神经网络 (CNN) 方法, 在 Urban Sound 8K 数据集上进行验证, 研究了对 CNN 网络结构进行改进, 并比较不同的城市声音分类模型。结果表明, 改进后的模型在 urbansound8k 数据集中的准确率得到了提高, 比原有模型提高了 4.16%, 同时识别率也高于 MLP、RNN 等一些声音识别模型。

关键词: 卷积神经网络; Urban Sound 8K 数据集; 分类模型; 城市声音

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444 (2022) 04-0025-04

当前, 全球信息技术呈加速发展趋势, 信息技术在国民经济中的地位日益突出, 信息资源也日益成为重要的生产要素。智慧城市正是在充分整合、挖掘、利用信息技术与信息资源的基础上, 汇聚人类的智慧, 赋予物以智能, 从而实现对城市各领域的精确化管理, 实现对城市资源的集约化利用。能够对城市声音进行分类, 这是智慧城市建设中的非常重要的课题, 准确的城市声音分类能够对随机出现的声音进行正确的判断, 及时对一些突发情况做出预警或采取措施^[1]。

卷积神经网络 (CNN) 能够通过使用具有适度感受的卷积滤波器 (内核) 进行富有成效的学习, 并随后识别代表不同的独特声音类别。通过对现有 CNN 框架进行改进, 利用音频的 Mel 频率倒谱系数 (MFCC) 在 urban sound8k 数据集进行声音分类。

1 卷积神经网络

近年来, 深度学习 (DL) 模型在解决复杂的分类问题方面已被证明比传统的分类方法更有能力。卷积神经网络 (CNN) 是应用最广泛的 DL 模型之一, 它可以通过学习参数来解决先验限制, 包括时间和频率表示。CNN 用于处理以多种阵列形式获得的数据: 1D 信号, 如语音和生物医学信号, 以及 2D 图像或音频频谱图等。

CNN 处理的数据是多维数据, 即由三个 2D 数据

元素组成的彩色图像, 包括 3D 通道中的像素密度。CNN 使用自然信号的性质主要有四个方面: 共享权重、本地连接、池化、其它层。卷积层、ReLU 层和池化层是最常用的 CNN 层^[2-3]。卷积层的基本目标是确定来自上一层的要素的局部连接, 将它们的信息映射到特定的特征图中。为了从数学上清楚地描述卷积计算过程, 首先对图像的每个像素进行编号, 用 $X_{i,j}$ 表示图像的第 i 行第 j 列元素; 对卷积核的每个权值进行编号, 用 $W_{m,n}$ 表示第 m 行第 n 列权值, 用 W_b 表示积的偏置项; 对特征图的每个元素进行编号, 用 $a_{i,j}$ 表示特征图的第 i 行第 j 列元素; 用 f 表示激活函数。如果卷积前的图像深度为 D , 那么相应的卷积核的深度也必须为 D 。卷积计算公式如式 (1) 所示。

$$a_{i,j} = f\left(\sum_{d=0}^{D-1} \sum_{m=0}^{F-1} \sum_{n=0}^{F-1} W_{d,m,n} X_{d,i+m,j+n} + W_b\right) \quad (1)$$

这里 D 是深度, F 是卷积核的大小, $w_{d,m,n}$ 表示卷积核的第 d 层第 m 行第 n 列权值; $x_{d,i,j}$ 表示图像的第 d 层第 i 行第 j 列像素, $a_{i,j}$ 表示第 i 行第 j 列的特征输出^[4-5]。

考虑输入数据是 F , 卷积核是 H 。输出矩阵的行和列的索引表示为 $m*n$ 。因此, 计算特征映射图使用给定的式 (2):

$$G[m,n] = f * h[m,n] = \sum_j \sum_k h[j,k] f[m-j,n-k] \quad (2)$$

例如, 如果使用 3×3 内核处理 6×6 对象的卷

收稿日期: 2021-12-16

作者简介: 李海军 (1974-), 男, 山东聊城, 硕士, 副教授, 研究方向: 计算机视觉。

积, 将得到 4×4 特征映射。这是因为只有16个不同的位置, 可以在对象中定位过滤器。从声源生成的特征图作为输入提供给CNN架构。

卷积结果由下面给定的公式(3):

$$O_c = \frac{I - K + 2P}{S} + 1 \quad (3)$$

O_c 是输出卷积, I 是输入高度, k 是卷积核的大小, P 是填充, s 是步幅。

2 数据集

Urban Sound8k数据集用于检验所提出的神经网络模型。它有空调机、汽车喇叭、儿童玩耍、犬吠、钻孔、发动机怠速、枪击、手提钻、警笛和街头音乐。大多数音频片段长度小于或等于4秒。这些分类来自城市听觉/声学分类法, 它们在噪音投诉中出现的频率很高, 就像纽约市311服务提供的收集数据一样。可能有的在片段中呈现其他来源以及标记来源的可能性, 因为这些是绝对的自然现场记录, 声源文件已被手动注释^[6-7]。城市声音的声源文件采用wav格式。这一数据收集相当具有挑战性, 因为大多数类别都非常混乱。比如手提钻和钻孔, 或者空调和发动机怠速, 因为它们的音色非常相似, 而且像儿童游戏和街头音乐这样的类别也有复杂的和声。数据收集分为10个部分进行交叉验证。城市声音类型如表1所示。

表1 城市声音类型

声音类型	字段
空调机	0 Air-conditioner
汽车喇叭	1 car-horn
儿童玩耍	2 children-playing
犬吠	3 dog-bark
钻孔	4 drilling
发动机怠速	5 engine-idling
枪击	6 gun-shot
手提钻	7 jackhammer
警笛	8 siren
街头音乐	9 street-music

3 网络架构

卷积神经网络一般由三部分构成。第一部分是输入层(Input Layer)。第二部分由n个卷积计算层(Convolution Layer)+ReLU激励层+池化层(Pooling Layer)组合组成。第三部分有一个全连接层(FC Layer)的多层感知机分类器构成。图1中的架构在卷积神经网络架构基础上在卷积层和全

连接层增加了批量归一化操作, 为了解决可能发生拟合, 在每一次池化层后使用Dropout来阻止该问题的出现。Dropout使得一个神经元与随机挑选的其他神经元共同工作, 以减弱神经元节点间的联合适应性, 同时增强其泛化能力^[8]。图1网络架构虽然在一定程度上提高了CNN的识别能力, 但是参数量过大, 造成了训练时间过长, 准确率最高达到87.19%。为了提高准确率, 降低训练时间, 灵活设置超参数, 对网络架构进行了改进, 增加了一层卷积层同时修改了超参数, 使训练速度有了很大的提升, 同时也提高了准确率, 改进后的网络结构如图2所示。

Layer (type)	Output Shape	Param #
input_1 (InputLayer)	[(None, 40, 173, 1)]	0
conv2d (Conv2D)	(None, 38, 171, 32)	320
batch_normalization	(None, 38, 171, 32)	128
activation (ReLU)	(None, 38, 171, 32)	0
max_pooling2d	(None, 19, 85, 32)	0
dropout (0.2)	(None, 19, 85, 32)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 17, 83, 64)	18496
batch_normalization_1	(None, 17, 83, 64)	256
activation_1 (ReLU)	(None, 17, 83, 64)	0
max_pooling2d_1	(None, 8, 41, 64)	0
dropout_1 (0.2)	(None, 8, 41, 64)	0
flatten (Flatten)	(None, 20992)	0
dense (Dense)	(None, 1024)	214968
batch_normalization_2	(None, 1024)	4096
activation_2 (Softmax)	(None, 1024)	0
dense_1 (Dense)	(None, 10)	10250

Total params: 21,530,378		
Trainable params: 21,528,138		
Non-trainable params: 2,240		

图1 改进前的CNN网络架构

4 改进的模型(GCNN)性能评估

对于构建的CNN网络架构, 通过多次实验, 用不同的初始学习率值训练网络(0.1、0.01和0.001), 发现(0.001)在所有模型中表现更好, 模型在学习率为0.001时, 振荡有明显优化。因此, 在Urban Sound 8K数据集上分别对原有模型和现有模型在不同的超参数条件下进行了测试。

原CNN: learning_rate = 0.001 epochs=500 batch_size = 100, 测试集的分类准确率能达到88.17%, 如图3。

Layer (type)	Output Shape	Param #
input_1 (InputLayer)	[(None, 40, 173, 1)]	0
conv2d (Conv2D)	(None, 38, 171, 32)	320
batch_normalization	(None, 38, 171, 32)	128
activation (ReLU)	(None, 38, 171, 32)	0
max_pooling2d	(None, 19, 85, 32)	0
dropout (0.2)	(None, 19, 85, 32)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 17, 83, 64)	18496
batch_normalization_1	(None, 17, 83, 64)	256
activation_1 (ReLU)	(None, 17, 83, 64)	0
max_pooling2d_1	(None, 8, 41, 64)	0
dropout_1 (0.2)	(None, 8, 41, 64)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 6, 39, 128)	73856
batch_normalization_2	(None, 6, 39, 128)	512
activation_2 (ReLU)	(None, 6, 39, 128)	0
max_pooling2d_2	(None, 3, 19, 128)	0
dropout_2 (0.2)	(None, 3, 19, 128)	0
flatten (Flatten)	(None, 7296)	0
dense (Dense)	(None, 1024)	7472128
batch_normalization_3	(None, 1024)	4096
activation_3 (Softmax)	(None, 1024)	0
dense_1 (Dense)	(None, 10)	10250

=====
 Total params: 7,580,042
 Trainable params: 7,577,546
 Non-trainable params: 2,496

图2 改进后的CNN网络架构

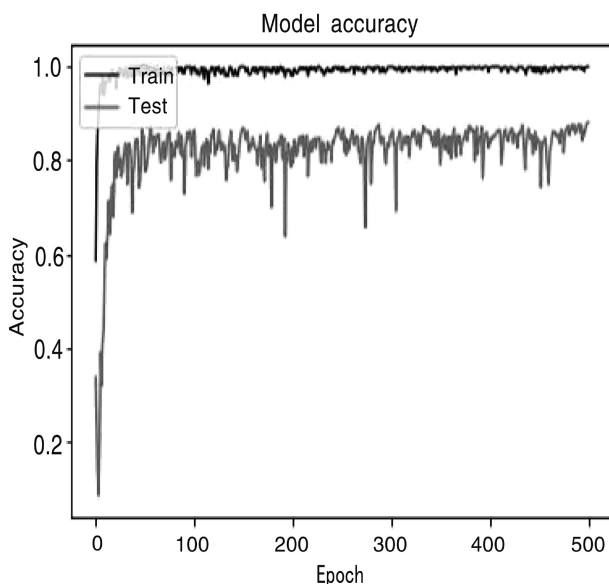


图3 改进前CNN架构训练的分类准确率变化

GCNN:learning_rate = 0.001 epochs=500
 batch_size = 100。在测试集的分类准确率达到
 了91.35%，振荡明显的趋向平稳，如图4所示。

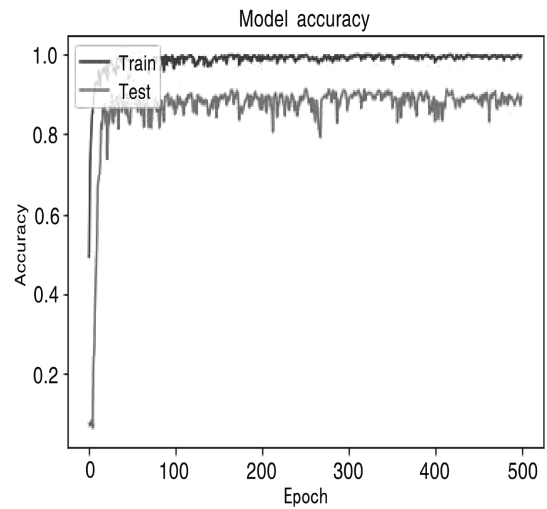


图4 改进后的CNN架构训练的分类准确率变化

为了验证GCNN网络模型在Urban Sound 8K 数据集上的性能指标，我们在这个数据集上采用了不同模型的最佳配置进行了对比，选用了相同的超参数，GCNN模型取得了良好的效果如表2所示。

图5和图6分别显示了CNN和GCNN模型对城市声音识别的混淆矩阵，对角线上的值表示每个特定类别正确分类的样本数。每个混淆矩阵显示10个类别中每个声音类别的预测精度^[9-10]。比较表明，GCNN模型识别精度优于原有模型。这意味着GCNN模型可以从原始数据中学习更多特征，以提高模型预测性能。

表2 UrbanSound8k数据集上不同模型的性能指标

Model	Batch Size	Learning Rate	Accuracy	Loss
MLP	200	0.001	0.8529	0.7830
LSTM	300	0.001	0.8682	0.7151
GRU	300	0.001	0.8498	0.7279
CNN	100	0.001	0.8719	0.6516
GCNN	100	0.001	0.9135	0.3912

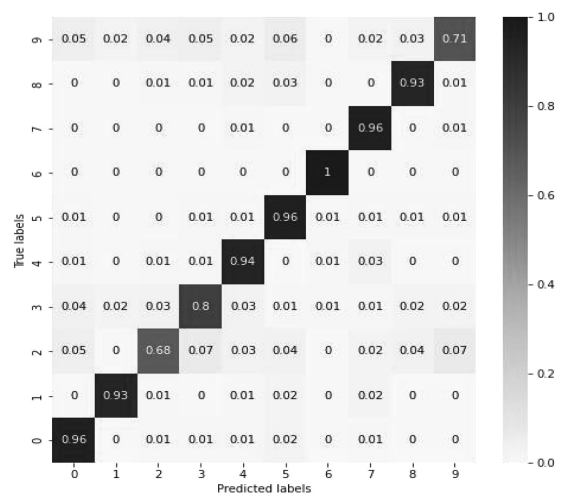


图5 CNN模型混淆矩阵

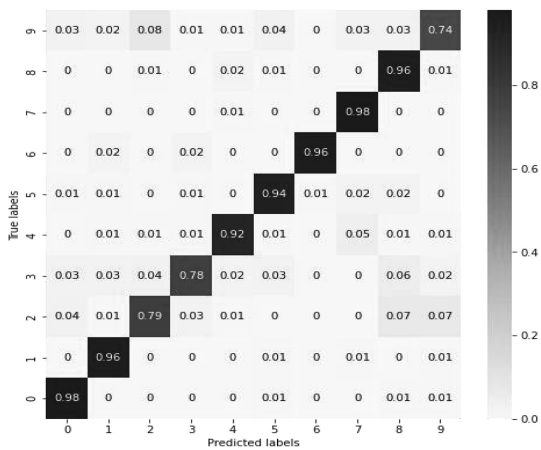


图6 GCNN模型混淆矩阵

5 结论

本文改进了一种用于城市声音分类的卷积神经网络CNN，具有较高的分类精度和较少的网络可训练参数。基线模型由两个卷积层构成，然后进行批量标准化和最大池层，具有完全连接层和分类softmax功能。Urban Sound8K基准测试数据集包含8732个音频样本，用于评估该模型的性能。改进的CNN模型由三个卷积、三个最大池和四个归一化以及两个完全连接的层组成。在最后一个完全连接的层之后是softmax和分类层。改进的CNN模型在分类和运行时间方面都非常有效。

Application of Convolutional Neural Network in Urban Sound Classification

CHEN Yun-bo¹, LI Hai-jun²

(1.School of information science and technology, Dalian Maritime University, Dalian Liaoning 116026, China; 2.School of Computer and Information, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: In order to correctly classify the random sounds in the city, we can timely give early warning or take measures for some emergencies. Therefore, the analysis of audio data is used to guide urban design, which is one of the construction ideas of smart city. By creating an intelligent urban sound classification model, the convolution neural network (CNN) method was used to investigate it on the urban sound 8K data set, the improvement of CNN network structure is studied, and different urban sound classification models are compared. The results show that the accuracy of the improved model in urbansound8k data set is improved, which is 4.16% higher than the original model. At the same time, the recognition rate is also higher than some voice recognition models such as MLP and RNN.

Key words: convolutional neural network; urban sound 8K data set; classification model; urban sound

参考文献:

- [1] 朱敏, 邓伟, 赵力. 一种基于卷积神经网络的环境声音分类方法[J]. 电子器件, 2021, 44 (2): 423-427.
- [2] 赵卫东. 机器学习案例实战[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2021: 187-203.
- [3] 张科, 苏雨, 王靖宇, 等. 基于融合特征以及卷积神经网络的环境声音分类系统研究[J]. 西北工业大学学报, 2020, 38 (1): 162-169.
- [4] Rayhan Ahmed M D, Robin T I, Shafin A A. Automatic environmental sound recognition (AESR) using convolutional neural network[J]. I. J. Modern education and computer science, 2020 (5): 41-54.
- [5] DEMIR F, ABDULLAH D A, SENGUR A. A new deep CNN model for environmental sound classification[J]. IEEE access, April 20, 2020: 66529-66537.
- [6] KARTHIKA N, JANET B. Deep convolutional network for urbansoundclassification[J]. Indian academy of sciences, 2020 (45): 210-218.
- [7] Salamon J, Bello J P. Feature learning with deep scattering for urban sound analysis[C]. In the 2015 23rd european signal processing conference. IEEE, 2015: 724-28.
- [8] Yao K, Yang J, Zhang X, et al. Robust deep feature extraction method for acoustic scene classification[C]. In 2019 IEEE 19th international conference on communication technology, Xi'an, China, 2019: 198-202.
- [9] Mydlarz C, Salamon J, Bello J P. The implementation of low-cost urban acoustic monitoring devices[J]. Appl. Acoust, 2017 (117): 207-218.
- [10] Dong X, Yin B, Cong Y, et al. Environment sound event classification with a two-stream convolutional neural Network[C]. IEEE access 2020 (8): 125714-125721.

基于形变-时控长短期记忆网络的医学事件表示学习方法

赵丽丽^a, 朱恒伟^a, 刘 聪^a, 高 静^b

(德州学院 a.计算机与信息学院; b.物理与电子信息学院, 山东 德州 253023)

摘 要: 利用电子病历数据进行疾病预测是时下的研究热点, 医学事件是电子病历的重要组成部分。由于电子病历数据具有异质、高维的特性, 且对时间的依赖性比较强, 获得良好的医学事件表示存在一定困难, 因此文章提出一种基于形变-时控长短期记忆网络 (Mogrifier-Time Long Short Term Memory Network, MT-LSTM) 的医学事件表示学习方法。通过在MIMIC-III数据集上进行多项对比实验, 结果表明MT-LSTM模型可获得优良的医学事件表示, 有助于疾病预测任务的进行, 证明了该方法的有效性。

关键词: 电子病历; 医学事件; 表示学习; 疾病预测

中图分类号: TP391.4

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444 (2022) 04-0029-07

1 引言

近年来, 电子病历^[1] (Electronic Health Records, EHR) 数据增长迅速, 医学事件作为电子病历的重要组成部分, 具有重大的研究意义。随着大数据与人工智能的发展, 将医学数据挖掘与疾病预测和互联网技术相结合已成为当下的研究趋势。尽管在疾病预测领域, 前人已取得不少成果, 但仍存在亟待解决的问题。由于电子病历数据特征非常复杂, 但其中又包含丰富的医学事件信息, 很多研究工作未对事件信息进行充分利用, 进而影响预测结果, 所以如何获得良好的医学事件特征表示存在一定的挑战。

针对以上问题, 本文开展了基于医学事件的表示学习方法研究, 提出了一种基于形变-时控长短期记忆网络的医学事件表示学习方法。首先, 考虑不同事件之间的时间间隔不等, 对医学事件向量进行等间隔表示。其次, 为综合考虑患者长期患病信息, 本文提出基于“长短期记忆网络” (Long Short Term Memory Networks, LSTM) 的表示学习模型。基于LSTM网络, 加入时间门控, 捕获事件序列的长期时间特征。再次, 针对传统递归网络模型的输入和上一时刻的输出在进入模型之前缺乏交互的问题, 设置了上下文交互单元, 提升模型的泛化

能力和系统性。最后, 基于MIMIC-III数据库对所提出的模型进行评估, 用大量对比实验证明了MT-LSTM模型的有效性。

2 相关工作

医学事件作为电子病历数据的重要组成部分, 是指患者在诊疗期间产生的实时医学数据, 包括疾病诊断记录、用药记录、生理化验指标、日常体征记录等。这些数据代表不同类型的医学事件。医学事件建模^[2]又称为医学事件表示学习, 是指对电子病历中一组或多组患者的实时事件序列建立合适的表达模式, 为发现疾病的规律和预测疾病的发生提供帮助。

2.1 医学事件表示学习研究现状

在基于向量的患者表示中, 每个患者的医疗代码均由数学向量表示。一些早期研究使用了前馈神经网络模型^[3] (Feedforward Neural Network, FNN) 学习表示, 最近的大多数研究均将FNN视为基线方法^[4]。Choi等人将wordzvec及其变体用于从医疗代码中学习患者表示^[5], 但wordzvec技术属于浅层网络, 不能充分挖掘医学数据的语义信息。一些研究者将非负矩阵分解 (Nonnegative Matrix Factorization, NMF) 及其变体应用于EHR患者数据

收稿日期: 2022-05-11

作者简介: 赵丽丽 (1996-), 山东德州人, 助教, 硕士研究生, 研究方向为自然语言处理、医学数据预测、图像处理、天文数据研究与分析。

表示^[6-9]，构建了患者的时间矩阵，但是EHR中含有大量患者数据，构成矩阵维度过高，影响模型的计算效率。

2.2 疾病预测研究现状

表示学习的最终目标是预测患者的临床诊断。Choi等人^[10]使用分布式表示方法构建线性模型来预测心力衰竭。Trana等人^[11]将受限玻尔兹曼机(Restricted Boltzmann Machine, RBM)架构进行改进，预测患者的自杀风险。类似地，Miotto^[12]使用3层自动编码器生成患者向量，然后采用逻辑回归分类器进行多种疾病的预测。Liang Z等人^[13]采用支持向量机对疾病诊断进行分类。

尽管在医学数据表示和疾病预测领域，前人已取得不少成果，但EHR数据复杂难以处理的特性，大部分研究并未充分挖掘医学事件的时间特征以及事件信息，仍需进一步改进。

3 模型方法

本文提出的MT-LSTM模型架构如图1所示，本节对模型的构造细节进行详细介绍。

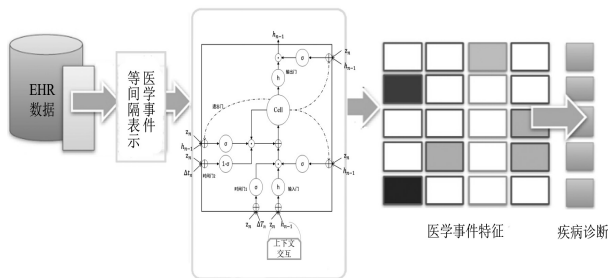


图1 基于MT-LSTM模型的医学事件表示示意图

3.1 数据和任务描述

以下对本文事件表征任务的符号和数据描述进行介绍。

医学事件序列：Se 是一组事件的有序列表，表示为 $Se = (e_1, e_2, \dots, e_T)$ ，代表患者的一次诊疗经过，其中包含许多事件组 A_i 。在这里，每一个事件组 $A_i = (e_1, e_2, \dots, e_m)$ 均为不同类型事件的向量聚合。设置患者集合为 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_k\}$ ，则患者 k 的所有医学事件序列表示为 $G_k = \{(E_1^{(k)}, t_1^{(k)}), (E_2^{(k)}, t_2^{(k)}), \dots, (E_n^{(k)}, t_n^{(k)})\}$ ，其中 $E_n^{(k)} = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ ， $E_n^{(k)}$ 和 $t_n^{(k)}$ 分别代表第 k 个患者第 n 次就诊的医学事件序列和时间， n 表示就诊次数。

3.2 医学事件等间隔表示

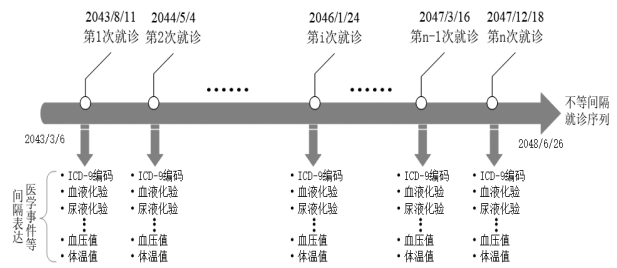


图2 医学事件及其时间间隔示意图

由于病人在入院期间产生的一系列医学事件发生较密集且多数情况下无序，但事件的时间信息在疾病预测中作用关键。如图 2 所示，该图为患者就诊过程中的时间间隔可视化，时间轴下方为患者每次就诊期间产生的一系列医学事件，为了保护病人隐私，对时间轴的时间特征做了虚拟化处理。等间隔处理过程如下所示：

1) 时间保持聚合步骤

对一次就诊中的所有事件向量进行分组，每组为时间间隔6小时不重叠的块 $b \subseteq E$ ，使得每个块中两个事件之间的最大时间间隔为 6 小时。此步骤的主要原因是减少模型输入数据的数目，提高计算效率。

2) 间隙填充步骤

利用空事件向量进行序列填充，使得序列中的所有特征向量都是等间隔的。这样，序列中每六小时就有一个向量，其中一些是一个或多个事件向量的聚合，其余的是空向量。该事件序列可以表示为 $N \times K$ 的稀疏矩阵，其中 N 是最长序列 $N = t(e_T) - t(e_1) / 6hours$ 中六小时向量的个数， K 是事件特征向量的个数 ($K \approx 5000$)。

3) 上下文连接步骤

每个聚集的事件向量与相同的固定上下文向量连接，最终得到 $N \times (K + C)$ 大小的序列矩阵，其中 C 是上下文向量中的条目数 ($C \approx 30$)。上下文向量包含患者的元数据，如年龄、性别和共病。

3.3 长短期记忆网络

长短期记忆网络^[14]是一种带有门控的循环神经网络，可以长期保存、读取历史信息，并对数据进行更新和重置，对具有长时间依赖特性的数据能够很好地建模。LSTM网络最早是由Hochreiter&Schmidhuber提出，并在后期被相关研究者们进行了改良和推广，逐渐形成了完整系统的LSTM框架，现在已有众多变体产生。在电子病历序列研究的众多领域，LSTM及其变体都取得了相当大的成功，并得到了广泛的使用。

LSTM的架构如图3所示, 它主要包括三个门控—输入门、输出门和遗忘门。输入门、输出门、遗忘门、隐层神经元、记忆单元的公式表达如(1)–(5)所示:

$$i_t = \sigma(W_{zi}z_t + W_{hi}h_{t-1} + W_{ci}h_{t-1} + b_i) \quad (1)$$

$$o_t = \sigma(W_{zo}z_t + W_{ho}h_{t-1} + W_{co}h_{t-1} + b_o) \quad (2)$$

$$f_t = \sigma(W_{zf}z_t + W_{hf}h_{t-1} + W_{cf}h_{t-1} + b_f) \quad (3)$$

$$h_t = o_t \tanh(c_t) \quad (4)$$

$$c_t = f_t c_{t-1} + i_t \tanh(W_{zc}x_t + W_{hc}x_{t-1} + b_c) \quad (5)$$

其中, i_t , o_t , f_t 分别代表输入门, 输出门, 遗忘门, c_t 是记忆单元, z_t 是输入向量, h_t 是隐层神经元, W 对应于每一层输入和输出的权重, 而 b 是各种偏置, σ 是 Sigmoid 函数, 值范围取 $(0,1)$ 。

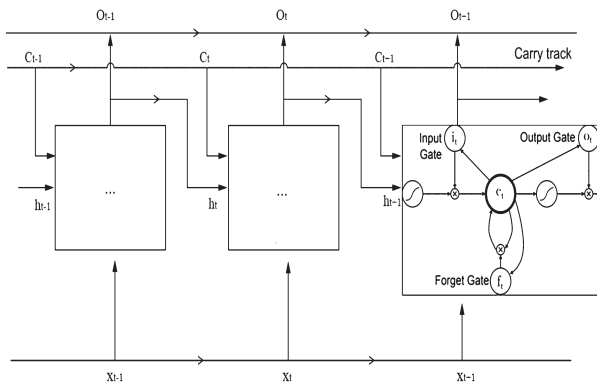


图3 LSTM网络结构示意图

3.4 形变—时控长期记忆网络

基于传统的LSTM网络, 本节构造MT-LSTM模型, 对医学事件的等间隔向量表征进行训练。模型主要分为两部分, 一部分是上下文交互模块, 另一部分是变长间隔门控模块。

1) 上下文交互模块

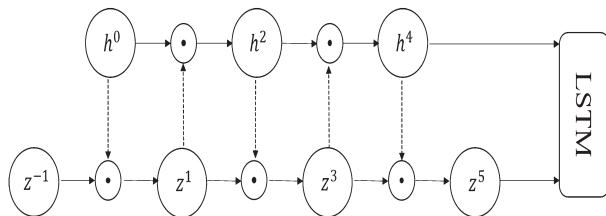


图4 Mogrifier LSTM的5轮交互架构示意图

传统的LSTM模型只是将输入信息在三个门控单元中进行交互, 获得各个门的输出, 由此可能会因交互不充分而损失上下文信息。基于此, Melis等

人^[15]提出了Mogrifier LSTM网络, 简称M-LSTM, 如图4所示。实验证明, 这项改动可以大大提升LSTM的性能。具体过程如下所示:

$$\text{Mogrify}(z, c, h) = \text{LSTM}(z^r, c, h^r) \quad (6)$$

其中, r_1, r_2 分别代表输入 z 和隐层状态 h 的交互次数。

公式(7)和(8)展示了向量交互的过程, 其中矩阵 Q_t 和 R_t 是模型的参数, r 作为交互的轮数, 是一个超参数, 若 $r=0$ 则等价于传统的LSTM, σ 是逻辑回归函数。对 z^t 和 h^t 进行奇偶交互运算, 第奇数次交互时更新 z , 第偶数次交互时更新 h , 例如第1次交互得到 z^1 , 第2次交互得到 h^2 。

$$z^t = 2\sigma(Q_t h^{t-1}) \odot z^{t-2} \quad \text{for odd } t \in [1 \dots r] \quad (7)$$

$$h^t = 2\sigma(R_t z^{t-1}) \odot h^{t-2} \quad \text{for even } t \in [1 \dots r] \quad (8)$$

图4所示为Mogrifier LSTM模型的5轮交互架构, z^{-1} 代表 t 时刻最开始的输入, h^0 是 $t-1$ 时刻的隐层向量。本文结合M-LSTM模型, 对医学事件序列进行建模, 提取上下文交互信息。

基于M-LSTM模型, 本文对患者的序列进行上下文建模。具体地, 将上节构建的等时间间隔事件序列矩阵 $E_n^{(k)}$ 作为M-LSTM模型的输入, 与上述的隐层状态 h 产生奇偶次交互, 第奇数次对 $E_n^{(k)}$ 进行计算, 第偶数次对 h 进行计算。通过多次试验选择训练轮次 $r=5$, 得到经过多轮上下文交互的输入 z^5 和隐层状态 h^5 。

2) 变长间隔门控模块

如图2所示, 患者的就诊时间以及两次就诊之间的时间间隔具有不规则性, 而传统的时序模型无法对这种非均匀序列建模^[16]。因此, 本研究在M-LSTM模型的基础上, 引入时间门控, 对患者的就诊时间和就诊间隔时间进行建模, 最后利用学习到的特征进行疾病预测。

根据 $\{t_1^{(k)}, t_2^{(k)}, \dots, t_n^{(k)}\}$, 当前的就诊时间 $\Delta T_n^{(k)}$ 和距上次的就诊的间隔时间 $\Delta t_n^{(k)}$ 的计算方式分别如下:

$$\Delta T_n^{(k)} = t_n^{(k)} \quad (9)$$

$$\Delta t_n^{(k)} = t_n^{(k)} - t_{n-1}^{(k)}, n \in N^+, t_0^{(k)} = 0 \quad (10)$$

变长时间间隔LSTM模型的结构如图5所示, 在传统LSTM模型中加入了两个时间门, 第一个时

间门位于模型下方，第二个时间门位于模型左方。

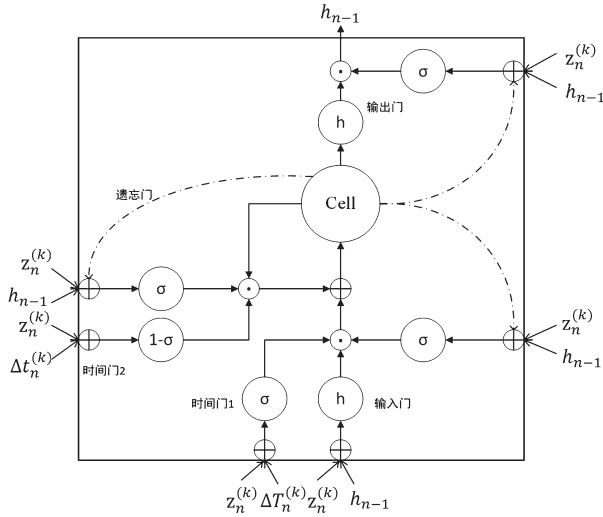


图5 变长时间间隔LSTM结构示意图

模型第 n 个时间步的输入为 $(z_n^{(k)}, \Delta T_n^{(k)}, \Delta t_n^{(k)})$ ，其中 $z_n^{(k)}$ 为经过 r 轮交互的第 k 个患者第 n 次的就诊事件序列矩阵， $z_n^{(k)}$ 和 $\Delta T_n^{(k)}$ 是时间门1的输入， $z_n^{(k)}$ 和 $\Delta t_n^{(k)}$ 是时间门2的输入。两个时间门将就诊时间 $\Delta T_n^{(k)}$ 和时间间隔 $\Delta t_n^{(k)}$ 做嵌入表征，具体计算如下式：

$$T_n^1 = \sigma_{k1} \left(W_{z1} z_n^{(k)} + \sigma_{kk1} \left(\Delta T_n^{(k)} W_{kk1} \right) + b_{i1} \right) \quad (11)$$

$$T_n^2 = \sigma_{k2} \left(W_{z2} z_n^{(k)} + \sigma_{kk2} \left(\Delta t_n^{(k)} W_{kk2} \right) + b_{i2} \right) \quad (12)$$

然后，分别对传统LSTM模型的输入门和遗忘门引入就诊时间 $\Delta T_n^{(k)}$ 和时间间隔 $\Delta t_n^{(k)}$ ，将记忆单元的表达式更换为：

$$c_t = (1 - T_n^2) f_t c_{t-1} + T_n^1 i_t \tanh(W_{zc} z_n^{(k)} + W_{hc} h_{n-1} + b_c) \quad (13)$$

具体地，对于 (13) 中的 $(1 - T_n^2)$ 项，每次输入序列的间隔嵌入 T_n^2 越小， c_t 对历史信息的“记忆”越多，后续预测的输出结果影响就越大。两次就诊时间的间隔越短，事件的信息就越有效。而 T_n^1 代表某次就诊的时间对该次输入信息“记忆”的多少。该模型的构建过程如算法1所示：

算法1 Clinical disease prediction method based MT-LSTM algorithm

Input: training dataset containing n patient sequences

Output: a list of prediction results

Method:

1. Obtain final equal interval medical event representation #建立医学事件等间隔向量表征
2. Set n_batch , $time_step$, r , input weight W and offset b #设置batch、time_step、交互轮次 r 、输入权重 W 和偏置 b 的大小
3. for patient v in V do
4. for visit E in G do #访问患者列表内循环

5. Generate input vector z' and layer state h' after interaction using Eq.2-7,2-8 #获得经过 r 轮交互的输入 z' 和隐层状态 h'

6. $\Delta T_n^{(k)} \leftarrow t_n^{(k)}$

7. $\Delta t_n^{(k)} \leftarrow t_n^{(k)} - t_{n-1}^{(k)}, n \in N^+, t_0^{(k)} = 0$ #计算就诊时间和时间间隔

8. Calculate embedding representation of $\Delta T_n^{(k)}$, $\Delta t_n^{(k)}$ using Eq.2-11,2-12 #计算就诊时间 $\Delta T_n^{(k)}$ 和就诊时间间隔 $\Delta t_n^{(k)}$ 的嵌入表征

9. Calculate f_t using Eq.2-2 #计算记忆上一层隐藏细胞状态的概率 f_t

10. Calculate i_t using Eq.2-1 #计算加入当前层隐藏细胞状态的数据 i_t

11. Calculate c_t using Eq.2-13 #更新细胞状态 c_t

12. Calculate h_t using Eq.2-4, 2-5 #计算当前层的隐藏层状态输出 h_t

13. End for

14. End for

4 实验结果与分析

4.1 实验数据

本文主要从MIMIC-III数据库中抽取异质医学事件构造数据集，对心脏系统疾病、呼吸系统疾病等十类高发疾病进行预测。MIMIC-III是麻省理工大学下属的一个大规模在线可用医疗数据库，其中包含了Beth Israel Deaconess医疗中心从2001年到2012年之间的重症监护病房患者临床数据，共计六万多次相关住院记录。

为降低构建向量的维度，本文通过计算不同事件的频率来筛选事件元特征，具体计算过程如公式(14)所示：

$$R(e) = \frac{M_e}{M} \quad (14)$$

其中， $R(e)$ 表示了医学事件 e 的出现频率， M_e 代表该医学事件 e 在全体数据中出现的总次数， M 是总的医学事件数目。本文重点关注频率比较高的630个医学事件，也就是 $R(e)$ 大于60%的医学事件，构成事件列表，其中共计10263名病人，人均住院记录均在两次以上。

4.2 对比模型

本文的对比实验设置如下：

RNN：经典的递归神经网络模型。

LSTM：传统的长短期记忆网络模型。

T-LSTM：进行了就诊时间和就诊时间间隔嵌入表征的LSTM模型。

M-LSTM：进行了上下文交互的形变LSTM模型。

M-LSTM_ET：加入等时间间隔医学事件表示的M-LSTM模型。

T-LSTM_M：进行了上下文交互的T-LSTM模型。

MT-LSTM: 本文提出的形变-时控长期记忆网络模型。

4.3 评价指标

在本文所有的实验中, 采用Recall@k方法、MAP@k以及AUC方法作为评价指标。

Recall@k方法即召回率检测, 指前topK项结果中检索出的相关结果数和库中所有的相关结果数的比率。在医学事件预测中, 若患病序列的前k个记录里有 r_i 个正确的诊断结果, 并且患者的原事件序列中包含 M_i 个正例, 那么 $Recall@k = \frac{r_i}{M_i}$, 计算数据集中每位患者的召回率, 并取平均值, 所得结果即为所提出模型的召回率。

MAP@k代表平均预测指标, 是指模型的预测性能, 其值越高, 模型性能越好, 具体如下式:

$$N(r) = \frac{|n|}{r} \quad (15)$$

$$MAP = \frac{\sum_{N=1}^k N(r) \times I(r)}{M} \quad (16)$$

其中, r 为等级, n 为不同等级的正例数, N 为病人数量, k 为总的样本数, M 为正例数, $I(r)$ 为给定等级的正例样本的指数函数。

4.4 实验内容

本节设置训练集、测试集和验证集的比例为7:2:1, 采用随机梯度下降的算法(Stochastic Gradient Descent, SGD)对MT-LSTM模型进行参数更新, 设置初始学习率为0.001, 共迭代训练100次, 将MT-LSTM模型中隐层神经元个数设置为100, 这个参数是在模型上进行多次实验选定的结果。

4.5 实验结果和评估

本节对构建的模型进行了大量对比实验。计算了七个对比模型不同k值下的召回率, 实验结果如表1所示:

方法	Recall@k		
	k=5	k=10	k=20
RNN	0.4310	0.5738	0.6217
LSTM	0.4542	0.5863	0.6439
T-LSTM	0.5183	0.5432	0.5581
M-LSTM	0.6285	0.6493	0.6842
M-LSTM_ET	0.7109	0.7315	0.7458
T-LSTM_M	0.6937	0.7032	0.7232
MT-LSTM	0.7290	0.7229	0.7964

根据表1所示, 在k=5和k=20时, 进行了等时间间隔医学事件表示的MT-LSTM模型均得到了最高精度, 有效体现了模型的优势。首先与未经过等时

间间隔医学事件表示的T-LSTM_M相比较, Recall提高了3-7个百分点, 证明对一次就诊中的医学事件进行等间隔表示可以抓取事件的短期时间特征, 提升模型性能。其次与经过等时间间隔医学事件表示的M-LSTM_ET相比, Recall提高了1-5个百分点, 证明了加入时间门控的MT-LSTM模型可以有效抓取患者的长期时间信息, 对于疾病预测具有积极作用。最后与传统的RNN、LSTM模型以及T-LSTM、M-LSTM模型相比, 本文提出的MT-LSTM模型的实验结果均有所提升, 再次体现了其在疾病预测任务中的优势, 可以对事件表征进行有效利用。

计算了七个对比模型不同k值下的MAP值, 实验结果如表2所示:

方法	MAP@k		
	k=5	k=10	k=20
RNN	0.3107	0.3431	0.3516
LSTM	0.3562	0.3703	0.3871
T-LSTM	0.4563	0.4890	0.4974
M-LSTM	0.5960	0.6135	0.6353
M-LSTM_ET	0.6472	0.6593	0.6835
T-LSTM_M	0.6035	0.6932	0.7491
MT-LSTM	0.6251	0.7283	0.7632

根据表2所示, 在k=10和k=20时, 进行了等时间间隔医学事件表示的MT-LSTM模型同样均得到了精度最高的结果, 进一步有效体现了模型的竞争力。与未经过等时间间隔医学事件表示的T-LSTM_M相比较, MAP提高了3个百分点左右, 与未加入时间门控的M-LSTM_ET相比, MAP提高了7个百分点左右, 有力证明了MT-LSTM的有效性。在k=5时, 经过等时间间隔表示的MT-LSTM模型取得了最高精度, 也进一步证明了对输入和上一时间的隐层单元进行交互的必要性。

本节对Recall@k以及MAP@k的实验结果进行了直观比较, 如图6所示:

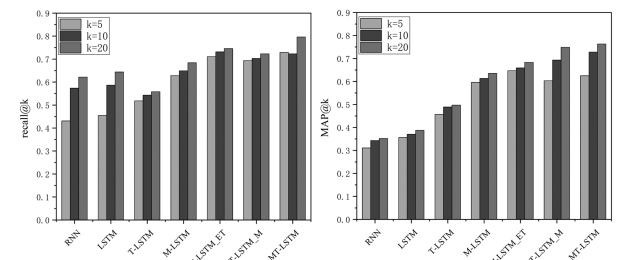


图6 不同模型基于Recall@k、MAP@k的结果对比图

由于不同患者的病程周期不同, 因此所提取的数据长度不尽相同, 为了评估模型对不同长度序列的建模能力, 对LSTM、T-LSTM以及MT-LSTM三个

模型计算了AUC值, 具体结果如图所示:

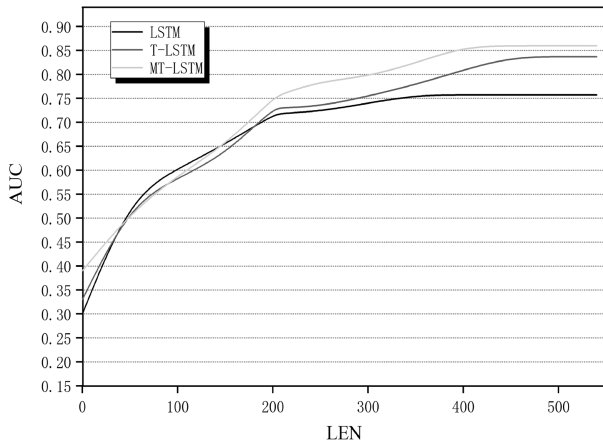


图7 AUC结果示意图

如图7所示, 随着序列长度的增加, 三种模型表现结果均得到提升, 说明丰富的数据内容更能体现模型的性能。同时, 相较LSTM和T-LSTM, 尽管MT-LSTM模型在开始时表现能力较差, 但序列长度增加的同时模型的性能也得到提升, 说明MT-LSTM方法对长序列数据进行建模是有效的。

5 结束语

本文提出了一种基于形变-时控长短期记忆网络的医学事件表示学习方法, 通过等间隔划分不同类型的医学事件, 提取患者就诊的时间特征, 平衡了患者序列的长短期历史信息, 同时引入了上下文交互模块, 进一步提取了患病信息。最后采用MIMIC-III数据集, 对所有相关的7个模型进行训练、测试。实验结果显示, MT-LSTM相比传统的LSTM网络具有更好的上下文编码能力和预测能力, 将M-LSTM与时间门控相融合对于效果的提升非常明显, 既提取了上下文语义信息又融合了时间特征, 解决了医学序列中的长短时序问题。在未来的工作中, 将全面结合患者的患病数据, 比如手写病历信息、影像学检查等, 在深层次的网络上进行异质特征建模, 进一步提升疾病预测的效果。

参考文献:

- [1] Mou Z Y, Godat L N, El K R, et al. Electronic health record machine learning model predicts trauma inpatient mortality in real time: A validation study[J]. *Journal of trauma and acute care surgery*, 2022, 92 (1).
- [2] 刘晓聪, 王华珍, 何霆, 等. 医学文本表示学习方法与质量评测研究综述[J]. *计算机应用研究*, 2021, 38 (7): 1930-1936, 1946.
- [3] Che Z, Kale D, Li W, et al. Deep computational phenotyping[C]. *Proceedings of the 21th ACM SIGKDD International conference on knowledge discovery and data mining*, 2015: 507-516.
- [4] Svozil, Vladim í rKvasnicka, Jir í Pospichal. Introduction to multi-layer feed-forward neural networks[J]. *Chemometrics and intelligent laboratory systems*, 1997, 39 (1): 43-62.
- [5] Choi Y, Chiu Y I, Sontag D. Learning low-dimensional representations of medical concepts [J]. *Amia summits on translational science proceeding*, 2016: 41-50
- [6] Wang F, Lee N, Hu J, et al. A framework for mining signatures from event sequences and its applications in healthcare data[J]. *IEEE transactions on pattern analysis & machine intelligence*, 2013, 35 (2): 272-285.
- [7] Wang F, Lee N, Hu J, et al. Towards heterogeneous temporal clinical event pattern discovery: a convolutional approach[C]. *Proceedings of the 18th ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining*, 2012: 453-461.
- [8] Zhou J, Wang F, Hu J, et al. From micro to macro: data driven phenotyping by densification of longitudinal electronic health records[C]. *Proceedings of the 20th ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining*, 2014: 135-144.
- [9] Cheng Y, Wang F, Zhang P, et al. Risk prediction with electronic health records: a deep learning approach[C]. *Proceedings of the 2016 ACM international conference on data mining*, 2016: 432-440.
- [10] Choi E, Schuetz A, Stewart W F, et al. Medical concept representation learning from electronic health records and its application on heart failure prediction[J]. *arXiv:1602.03686*, 2017.
- [11] Trana T, Nguyena T D, Phunga D, et al. Learning vector representation of medical objects via EMR-driven nonnegative restricted boltzmann machines (eNRBM)[J]. *Journal of biomedical informatics*, 2015, 54 (C): 96-105.
- [12] Miotto R, Li L, Kidd B A, et al. Deep patient: an unsupervised representation to predict the future of patients from the electronic health records[J]. *Scientific reports*, 2016 (6): 1-10.
- [13] Liang Z, Zhang G, Huang J X, et al. Deep learning for healthcare decision making with EMRs[C]. *Proceedings of the IEEE international conference on bioinformatics and biomedicine*, 2014: 556-559.
- [14] Hochreiter S, Schmidhuber J. Long short-term memory[J]. *Neural computation*, 1997, 9 (8): 1735-1780.
- [15] Melis G, Kočíský T, Blunsom P. MognifierLSTM[J]. *arXiv: 1909.01792*, 2020.
- [16] 张硕彦, 吴英飞, 袁贞明, 等. 基于变长时间间隔LSTM方法的胎儿异常体重预测[J]. *计算机系统应用*, 2020, 29 (3): 39-46.

Representation Learning Method of Medical Event Based on Mogrifier–Time Long Short Term Memory

ZHAO Li-li^a, ZHU Heng-wei^a, LIU Cong^a, GAO Jing^b

(a.School of Computer and Information; b. School of Physics and Eletronic Information, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: Using electronic medical record data for disease prediction is a research hotspot nowadays, and medical events are an important part of electronic medical records. Due to the heterogeneity and high-dimensional characteristics of electronic medical record data, and its strong dependence on time, it is difficult to obtain a good medical event representation. This paper proposes a representation learning method of medical event based on Mogrifier–Time Long Short Term Memory Network(MT–LSTM). By conducting multiple comparative experiments on the MIMIC–III dataset, the results show that the MT–LSTM model can obtain an excellent representation of medical events, which is helpful for the disease prediction task, proving the effectiveness of the method.

Keywords: electronic health records; medical events; representation learning; disease prediction.

(上接第12页)

- procedure for acute oral toxicity[J]. ILAR journal, 2002, 43 (4) : 233–243.
- [12] Schlede E,Genschow E,Spielmann H, *et al.* Oral acute toxic class method: A successful alternative to the oral LD50 test[J]. Regulatory toxicology and pharmacology, 2005, 42 (1) : 1–23.
- [13] 王汉蓉, 陈波, 刘斌, 等. 药用辅料的毒性研究[C]. 第二届中国药物毒理学会, 2012: 15.
- [14] 陈晖, 王安, 洪专, 等. 海藻糖作为药用辅料的安全性评价[J]. 中国海洋药物, 2014, 33 (6) : 52–58.

Study on Acute Toxicity of Pharmaceutical Excipients Hydroxypropyl Methyl Cellulose in Animals

DONG Ping-xuan^a, WANG Peng^b, JIA Xiang-di^a, LI Wen^a

(a.School of Medicine and Nursing; b.School of Energy and Mechinary, Dezhou University, Dezhou Shandong, 253023)

Abstract: To investigate the acute toxicity of pharmaceutical excipients hydroxypropyl methyl cellulose (HPMC) in mice. The mice were given HPMC three times in one day, the total dosage was 3.15 g/ (kg•bw). The behavioral activity, body weight, respiratory rate, pupil status, food intake and death of mice were observed within the next 14 days. Then the dead mice were autopsied and the visceral tissues and organs of mice were observed. Under the total dosage of 3.15g/ (kg•bw), during the 14–day observation period, there were no abnormalities in behavior, respiratory rate, pupil status and food taken of mice. There was no significant difference in body weight between the HPMC treated mice and the control group. During the observation period, there was no death of mice. There was no obvious pathological change in the main organs at autopsy. Then hydroxypropyl methyl cellulose has low toxicity and it was a safe pharmaceutical excipient.

Key words: pharmaceutical excipient hydroxypropyl methylcellulose; acute toxicity; little mouse

数字技术赋能图书馆高质量发展研究

王秀华

(德州学院 图书馆, 山东 德州 253023)

摘要: 数字技术的更新发展促进了图书馆治理新业态的出现。通过数字技术赋能, 图书馆运作呈现高质量发展的态势。实施数字技术可以为图书馆的治理赋能, 并以数字技术为动力推进图书馆治理理念的转型。总体来说, 图书馆立足于数字技术赋能和价值重塑两个支撑点, 通过运用数字技术的精确性、高效性, 展现图书馆价值重塑的服务性、跨界性和开放性, 最终实现图书馆治理的共建共享。

关键词: 数字技术; 图书馆治理; 赋能; 重塑

中图分类号: G250

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0036-05

近十年来, 大数据、云计算、人工智能、区块链等新技术快速发展, 加快了数字技术与图书馆业务工作的深度融合, 也促进了图书馆数字化的发展。数字化已经成为引领图书馆可持续发展的新引擎, 图书馆发展已经进入了数字化主导的新时代。可以说, 现代图书馆的发展以数字技术为核心, 以数字信息为要素, 呈现文献信息化和技术智能化的新形态、新模式。然而随着嵌入式、共享式数字化新特征的出现, 图书馆在数字化治理制度安排和规范管理上仍相当欠缺, 这也导致数字平台垄断、数字信息混乱、数字架构风险等新问题的出现, 给图书馆运行模式带来了挑战。为弥补不足, 采用嵌入数字技术、树立数字治理理念成为当今图书馆业务工作创新发展的必然选择。

1 图书馆实施数字治理变革的理论推理

数字技术的创新发展推动了社会的新发展, 在数字技术的支持下产生的数字产业为图书馆的发展带来了新机遇。图书馆治理革新的重要因素是提升治理能力, 以数字产业为载体所实施的数字技术革新为图书馆治理环境的改变提供了推动力。本文通过对图书馆治理理论的分析, 研究信息数字化特征对图书馆治理的影响, 并以数字技术所表现的数字理论分析阐述技术赋能图书馆与治理理念重构之间的逻辑关系。

1.1 社会数字技术的分析研究现状

通过查询文献, 可以看到具有现代意义的“数字”一词最早被唐·泰普斯科特提出, 然而他并未阐述和解释“数字”概念的意义, 只是以理论范式的方式分析了因互联网环境影响而出现的各种数字化关系。^[1]目前, 国内图书馆学界对数字图书馆的研究也处于初始阶段, 对数字图书馆的定义至今未被公认。我国图书馆界所认同的数字图书馆是以数字技术为手段派生出来的新型运作形式, 主要是从两个方面研究数字图书馆: 一是认同数字图书馆是一种数字技术装备的物质形态。数字图书馆构成了数字技术驱动的虚拟生态体系, 充分表现了人文精神的数字化成型和体系结构转型。数字技术的推动性强大, 外延性极强, 对图书馆的数字化改造提升, 凸显了图书馆治理的现代性场景。二是将数字图书馆理解为装备新技术而衍生出来的新形式、新业态。在国际社会中, 数字经济高速增长, 数字技术成为新旧动能转换和工业转型的重要推动力, 而基于技术范式的数字图书馆是由新兴的技术力量在强化数字成为运行要素的过程中直接催生出来的。数字图书馆的本质就是去物质化, 通过形态到技术研发的转换达到去物质化的重塑, 促进知识资源配置更为科学合理。^[2]数字图书馆这种新形式并不是对传统图书馆行业态势的否定, 而是数字技术实施的改造提升。在数字技术不断更新迭代发展中, 数字图书馆出现了超越既有形态的新技术形式。

为此, 在社会文化新形势下, 图书馆的运作体系随着新数字技术的涌现出现了新的变化特征: 一

收稿日期: 2022-04-17

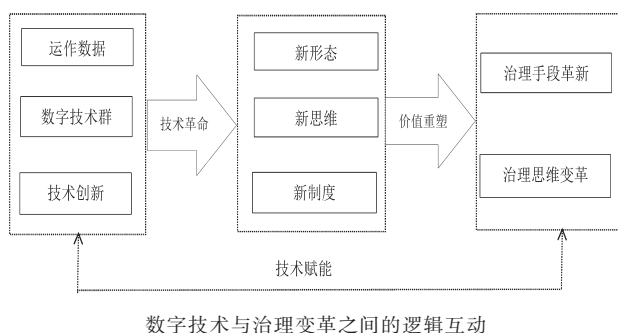
作者简介: 王秀华(1966-), 女, 山东临邑人, 副高职称, 主要从事数字图书馆知识服务研究。

是数据成为了继资本管理、技术管理之后的又一关键要素，并通过采集和使用海量数据发挥图书馆的社会功能，进而促进社会信息成为图书馆行业的资源；二是数字技术所支撑的平台效应创造了新的基础条件。数字平台效应是现代图书馆高效运转的重要特征，供需双方在数字平台上实施信息交换，解决了信息传输不及时、信息状态不对称的问题，同时信息互传的个性化特征有了更为明显的表现。数字平台效应打破了时空的限制，改变了传统运作方式的框架构置，实现了跨区域、跨时区的信息交流和资源互换。三是数字技术带动了图书馆治理与建设的发展。数字技术可以不断实现信息增量创新，将数字技术应用于图书馆运作的更多领域，促进新运作、新产品的相互沟通，形成更为新型的运行行为或系列产品。图书馆创新数字经济范式，将会对社会先进技术产生重大影响。^[3]为此，图书馆学界对数字技术的理解和使用主要从两个方面展开。一是对数据信息的理解逐渐趋于技术能力的贡献，突出数字技术在实践创新、理论创新中的主导作用。二是突出表现数字技术在社会文化治理方面的作用，图书馆以新技术群为推动力进而产生更为高效的运行模式。随着大数据、云计算、人工智能、区块链等新兴技术的发展，图书馆的数字经济与治理不断交融，产生了多种模式的业态效应，而且这些业态效应正在重塑图书馆的数字化形象。但是，仅仅从数字技术层面还不能全面解读图书馆的业态效应，还要以数字技术促进治理，进一步从技术领域推向文化领域，实施对数字图书馆的更为深入的探讨。目前，数字资源已经成为图书馆保持运转和文化治理的战略性资源，数据信息科学有效地配置形成结构单元，已经成为数字图书馆高效运转的关键。数据结构和文化治理之间存在着必然的联系，建立数字经济运行与社会治理之间的密切关系，以数字技术赋能推动文化价值重塑，建立数字技术治理思维，探索社会治理变革的深层逻辑，是图书馆现实工作任务中的重要内容。

1.2 数字技术范式下的图书馆治理变革的理论框架

近年来，图书馆学界引用“数字技术范式”概念，将数字图书馆定性为一种以数字技术解决文化问题的规模化体系。接着，图书馆学界从数字技术范式的基础上提出数字文化范式，将数字资源与社会文化服务直接联系起来，认同数字技术的进步在数字图书馆促进社会文化建设中的推动效应，从支持应用性向产业化、服务性、文化性方面渗透^[4]。一方面，数字技术革新是通过图书馆数字化运行中要素的变化而引发的，也由此导致了数字图书馆技

术环境的改变、主导技术群的形成，数字图书馆技术改良得到了切实推进。为此，凭借数字技术的推动力并以一种非制度化的方式助推图书馆治理，从数字技术演变到社会治理，数字图书馆正在不断地提高科学决策的精确性。另一方面，数字技术创新发展为图书馆的信息化建设提供了新的经济条件，也逐步改进和提升了传统图书馆的运作模式。新数字技术形态对图书馆信息资源配置、运作方式、结构关系等都会产生可持续的影响，数字技术思维也会潜移默化地影响治理理念和价值取向，进而影响图书馆的信息组织体系、信息决策方式等发生深刻变革。实际上，数字技术助推文化治理所带来的是技术赋能、价值重塑、治理革新之间的互动关系。见下图。



2 由数据革命开始，实施数字技术赋能图书馆治理

数字技术的数据化、网络化、智能化操作推动了图书馆运行方式的转型，提升了图书馆治理的能力。新兴数字技术所带来的生产动力推动了图书馆文化创新，数字技术嵌入直接促进图书馆直面现代化，不断改进治理方式，提升治理水平，促进图书馆信息搜集处理、服务创新能力的提高。图书馆治理的推动力来自于信息生产和传输能力的提高，治理无时无刻不再变迁着社会文化，数字技术赋能图书馆治理革新的关键在于如何解决数字经济赋能治理革新问题。

2.1 从数据管理到数字技术创新的演变

一般来说，图书馆物质形态的变迁必然伴随着技术生产要素的出现。当前，数字技术成为了图书馆运行的生产要素。首先，图书馆的信息收集和再生具有强烈的竞争性，数字化格式的信息资源被多个用户选择性使用。信息资源被深入挖掘，数字化信息的价值逐渐变大，图书馆创造的文化价值水涨船高。其次，数字技术推动了图书馆运行成本的边际化，不再像场地、资本、物质资源等

要素的增长变化一样,使数字资源的使用成本逐渐减少。数据本身具有被开发、再利用的功能,图书馆数字资源能够实现不断循环供给,实现收集或生产无间断。并且,数字资源更容易存贮与传输,避开了传统信息资源稀缺与排他的局限性,存贮与传输更为畅通。最后,图书馆运用数字资源更加凸显体系的深度融合性。数据以要素的形式表现,与场所、资本、物质资源的融合关系更加紧密,促使利用图书馆更加深化,促使图书馆运行工作更加高效,进而引发出更为明显的社会文化效应。数字技术赋能数字资源,延伸出更多的社会文化效应,引发图书馆传统运行方式的变革和体系结构的调整。数字技术的实施,从多领域促进了图书馆的融合发展,创造性地产生了更多新的数字技术,成为了图书馆信息收集、信息建设的关键力量,推动图书馆不断向网络集成化、智能个性化方向发展。

2.2 数字技术赋能图书馆治理

在数字技术的支持下,图书馆的数据化信息在运行中自由流动,社会效益和信息更替速度远比政策预判的快。建立数字技术平台,打破了传统运作规则、时空规定的限制,在快速捕捉信息需求和创新创造信息传输方式之时凸显数字化服务的集成化和个性化。同时数字技术的嵌入对图书馆的制度监管产生重要影响,传统图书馆的运转模式过于滞后,尤其是在新技术出现后明显出现因传统图书馆执行力弱化而使治理面临挑战,从而确定了数字技术赋能图书馆治理成为必然。发展数字经济是由科技力量来驱动的,其中技术在数字经济发展中起着重要作用。^[5]数字技术赋能图书馆,不仅是赋能权力,更重要的是赋能主体发展的技术、方法和路径,即实施技术赋能。运用数字技术为图书馆提供新的运行方式,才能保障图书馆治理的革新。技术创新是图书馆实施治理的保障,为此,新型数字技术群落的产生和运用成为技术赋能图书馆的关键。

1) 技术驱动:图书馆新形式下的精准治理

进入数字时代,图书馆要关注以分析数据、处理数据为优势的大数据技术。而图书馆治理所依赖的技术指标也是信息处理后的大数据。与传统数据存储与处理技术相比,大数据技术具有处理海量、无序数据的能力,建立可视化数据检索平台,将数据按照规律描述转化为有序的信息联动。图书馆处于高度复杂的社会环境中,信息传输和公共事件预警处理使得图书馆在第一时间内做出科学决策。数字技术在赋能图书馆治理和科学决策上发挥着关键性作用。图书馆检索信息、分析数据,能够有效提高预警社会危害和防范社会公共事件的能力。另

外,图书馆在实施信息决策过程中不可避免存在有限理性,决策错误和信息传输不准确在所难免,而数字技术尤其是大数据技术能够解决信息不对称的问题,清晰地反映信息需求状况,做出科学的判断决策。大数据技术赋能图书馆治理,将信息的需与求进行精准匹配,促使决策实施满足个性化和精细化的读者需求,促进公共利益和社会价值最大化,同时还能够促进提高图书馆信息决策的精准度,减少因决策失误所产生信息偏失和信息浪费。大数据技术在图书馆公共服务体系中被广泛应用,实现信息存贮和信息挖掘的跨行作业,将大数据机理评判与分析赋能至图书馆治理施策,精准处理能力不断提升,管理成本逐步降低,从而也带动信息处理与传输效率的提高。

2) 技术嵌入:图书馆数字化技术的治理结构

在图书馆内在体系结构中实施数字技术赋能,随之将运用人工智能、云计算、大数据技术实施治理行为,数字技术带动创新了图书馆治理体系结构。同时,以先进的治理方法推动图书馆业务结构、服务方式的转变,实现数字技术的紧密嵌入,这是图书馆数字化的延续发展。数字技术的嵌入代表着新的运行方式、新的规制在图书馆内部的嵌入。一方面,数字技术的嵌入,促进信息传输到网络平台上,以数据采集、智能算法、网络传输的大数据技术执行数据处理系统,例如参考咨询服务实现数字信息的一站式服务,不仅缩短了数据传输时长,还提高了服务效率,获得了较高的服务满意度。另一方面,以数字技术为基准,迎合更好的服务效果,将人工智能技术运用于图书馆业务管理和文献服务等各个领域内。人工智能技术是数字技术的延续发展,人工智能技术能够突破原有的业务管理的局限实现业务系统中各单位的互联互通,促进信息资源的高度整合,推进智能化服务建设。同时,人工智能技术降低了图书馆与读者之间存在的信息不对称的对比度,建立信息自由流通渠道,信息用户需求成为了图书馆信息服务的出发点。数字技术嵌入图书馆业务管理和信息传输之中,能够有效地减少由于行规约束所造成的偏差和失误,使传统的层科制结构逐渐演化为多元化、扁平化和智能化的治理结构^[6]。

3) 技术赋能:图书馆治理能力提升的保障

数字技术作为一种时代理念丰富的新兴技术,成为了图书馆治理变革和治理能力提升的保障,它不断促进以技术嵌入、数据驱动为结构的新式治理能力的提高^[7]。图书馆运用数字技术,已经转变了传统经验的认知观,强化了数字化实施的创新实践

新认识，同时通过数字技术创新也提升了图书馆治理境界。随着数字技术与图书馆治理的不断融合，图书馆治理不再局限于物质空间，已经将各项运转行为向虚拟空间转移，这就要求图书馆治理主体充分理解虚拟数字空间与现实物质空间之间的差异，实现物质空间与虚拟时空的融合，并对图书馆网络空间、数据平台、在线传输等实施有效的治理。数字技术赋能还体现在图书馆运行决策能力的提高上，促进技术更加成熟，方式更加简便，服务更加到位，能够从广领域、长时间、全方面对决策实施进行合理性分析，进而准确地把握多元需求，分析问题产生的关联性，提高图书馆应对运行风险的反应能力。

3 实施价值观重塑，以数字技术为动力推进图书馆治理理念转型

数字技术嵌入图书馆运作，有极大可能与传统业务管理方式发生结构性张力互斥作用，这也是图书馆数字化思维需要关注的一个问题。数字技术与图书馆管理业务形态的融合，带动了传统管理技术的换代升级，引发了新的运行方式、数字产品和技术方式，并以更新换代的服务品质形成了新的技术产业。图书馆原有的管理思维是计划经济体制下适应技术措施的落实，因而治理理念的提升迟于技术革新，而现代化的数字技术所释放的革新力冲击着图书馆治理理念，数字技术嵌入图书馆业务管理系统本身是治理理念转变的过程，也以此实现图书馆治理理念的转变。

3.1 数字技术赋能图书馆，促进图书馆治理由“管理思维”向“服务思维”转变

数据库平台是对应数字技术的图书馆使用的新形式。凭借全面的数据收集、高效的数据传输，图书馆数据库平台将信息供给与需求进行匹配，提高了精确度，降低了不对称程度，并在数字技术的支持下实现了跨越时空数据的生产、传输与交换。数字技术区别于传统的单边客户服务技术，数字技术支持关联互补的多边客户服务系统。随着信息需求的快速增长，“服务用户至上”成为了图书馆数字化运作的主导思维。对于图书馆治理而言，信息用户是其服务的对象，所以服务性思维是图书馆数字化时代所秉承的首要思维，主要表现在满足信息用户的信息需求，提高服务的满意度。我们可以通过参考咨询的数字化信息服务，提升跨时空信息交流的能力，同时以大数据技术的控制操作收集网络平台上的即时性需求和合理化建议，提高信息用户线

上服务的参与度，实现信息推送的互通互融，在提升服务质量上显示数字技术的作用。

另外，我们要看到，提高服务意识是治理思维转变的根本。图书馆在实施信息服务时要遵循“服务用户至上”的原则，以信息用户的服务为中心，以此来认清信息用户需求的多样性。在提供精细服务时，能够及时咨询信息用户的满意度和收集信息用户的建议，即时改进服务标准、处理服务内容，切实转变服务思维，增强服务意识，提高信息用户需求的反应能力和从业人员的服务水平。

3.2 数字技术赋能图书馆，促进图书馆治理由“边界思维”向“跨界思维”转变

数字技术赋能图书馆组织结构的变革，主要表现在治理思维的转变，从而进一步促使图书馆治理结构趋向于多元化。图书馆的传统治理是以层级结构为基础的，不同层级之间的信息分配是有差异的，由于层级之间缺乏有效的互通，导致信息难以共享。数字化技术推动图书馆数字化平台建设，提升了层级之间信息共享度，从科学技术层面实现了图书馆体系单元之间的互通互融，促进图书馆治理由“边界思维”向“跨界思维”转变。数字技术的强制力不仅在工具层面上提升了图书馆的运行能力，更重要的是在价值理性层面上转变了图书馆的治理思维。跨界思维将图书馆各层次资源共享到跨界网络中，以整合或联合方式取代层次的“条块分割”，达成一种相互信任、彼此协商、共享发展的公共理性^[8]。在跨越思维模式下，图书馆跨越时空限制，将服务延伸至数字化领域，规避条块分割，强化信息整合与共享。尤其在数字平台的信息化治理中，单凭一己之力难以实现有效治理，需要跨时空的整合与共享，为此要开展跨界治理。

3.3 数字技术赋能图书馆，促进图书馆治理由“垄断思维”向“开放思维”转变

在图书馆传统管理框架内，出于行政干预和利益保护的考虑，信息数据的使用存在一定程度上的垄断，这种“条块分割”式的信息状态无法实现信息的开放共享。在数字图书馆时代，数字技术嵌入为图书馆数字信息的整合、开放、共享提供了保障，数字思维正在不断影响着图书馆的运行方式，图书馆治理正由“垄断思维”向“开放思维”转变。信息数据的开放源自于信息资源被拥有方式的转变，图书馆不再是拥有信息的权威者，信息更多地源自于社会普遍存在的主体，图书馆数字化革新产生了去中心化效应，促进了信息数据的生产与传输的社会开放性。开放思维不仅表现图书馆信息生产与传输的互通互融功能，还表现在群体性信息开

放和多元主体共享理念上。数字化时代之前,图书馆在信息管理中扮演着监管与执行的角色,这是一种强势权威的状态,需要进行角色转换,树立开放的价值理念。数字技术赋能图书馆,促进图书馆所包含的信息数据在生产与传输渠道上更为多元,数据来源更为多样。这种具有去中心化效应的信息数据生产和传输必然要求图书馆提升“转变治理中心角色”的认知,与社会民众群体达成合作共享的意愿,并在信息合作的基础上推动信息最大程度的开放。

4 结语

数字图书馆以数据化为标志,数字技术赋能不仅革新了图书馆的行业状态,还衍生了新的治理思维。数字技术正在为图书馆治理注入新动力。技术是图书馆发展的支撑基础,图书馆技术以数字化为基点,推动图书馆向网络化、智能化、规模化方向发展。数字技术创新促进了图书馆治理的精准化,提高了图书馆的治理效能。在数字技术的推动下,图书馆产生了治理理念的变革,这说明图书馆的数字化功能变化已经创造了更多的社会价值,而且数字思维融入治理理念之中,治理方式形成了“善治”的局面。数字技术赋能图书馆实现了治理效能的提升,然而要实现图书馆治理的转型,还需要进一步重塑价值理念。也正是数字技术嵌入与治理体

系多元化之间的张力要求图书馆价值理念的重塑。而且数字技术赋能是价值重塑得以实现的方式方法,数字技术代表着图书馆治理的革新,而价值重塑则是图书馆实施工具理性追求的表现。总之,图书馆立足于数字技术赋能和价值重塑两个支撑点,通过运用数字技术的精确性、高效性,展现图书馆价值重塑的服务性、跨界性和开放性,最终实现图书馆治理的共建共享。

参考文献:

- [1] Tapscott D. The digital economy: promise and peril in the age of networked intelligence[M]. In *educom review*, 1996: 33.
- [2] 李海舰, 李燕. 对经济新形态的认识: 微观经济的视角[J]. *中国工业经济*, 2020(12): 159-177.
- [3] 王姝楠, 陈江生. 数字经济的技术—经济范式[J]. *上海经济研究*, 2019(12): 80-94.
- [4] (意) 弗里曼、佩雷斯. 结构调整危机: 经济周期与投资行为[M]. 北京: 经济科学出版社, 1992: 49.
- [5] 郑健壮, 李强. 数字经济的基本内涵、度量范围与发展路径[J]. *浙江树人大学学报(人文社会科学)*, 2020(6): 33-39.
- [6] 文丰安, 胡洋洋. 区块链技术支撑我国经济高质量发展的路径研究[J]. *济南大学学报(社会科学版)*, 2020(5): 91-98.
- [7] 孟天广. 政府数字化转型的要素、机制与路径—兼论“技术赋能”与“技术赋权”的双向驱动[J]. *治理研究*, 2021(1): 5-14.
- [8] 刘祺. 理解跨界治理: 概念缘起、内容解析及理论谱系[J]. *科学社会主义*, 2017(4): 95-100.

Research on the High-quality Development of Digital Technology Enabled Library

WANG Xiu-hua

(Library of Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: The renewal and development of digital technology has promoted the emergence of new business forms of library governance. Through the empowerment of digital technology, the library operation presents a trend of high-quality development. This paper expounds the theoretical reasoning of the library's implementation of cultural governance reform, the implementation of digital technology enabled library governance, and the transformation of library governance concept driven by digital technology. Generally speaking, the library is based on the two supporting points of digital technology empowerment and value reconstruction. By using the accuracy and efficiency of digital technology, it shows the service, cross-border and openness of library value reconstruction, and finally realizes the co construction and sharing of library governance.

Key words: digital technique ;library governance ;empowerment ;remodeling

基于网格化管理和模糊层次分析法评价的 研究生思想政治教育研究

李 勇

(山东科技大学 交通学院, 山东 青岛 266590)

摘 要: 本文采用“以自然班级为横线, 以导师团队为纵线”的高校研究生网格化管理模式, 创新研究生思想政治教育方式, 定性分析思想政治教育质量评价的诸多因素, 应用模糊层次分析法对教育质量进行定量研究。把研究生思想政治教育质量影响较大的因素确定为综合评价指标, 并确定各自权重, 建立系统的研究生思想政治教育质量评价模型, 用于量化教育成效, 并根据量化结果采取针对性的改善措施, 为实现精准化教育提供数据支持。

关键词: 研究生思想政治教育; 网格化管理; 模糊层次分析法

中图分类号: G643.1

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0041-05

1 引言

2017 年, 教育部印发《学位与研究生教育发展“十三五”规划》(教研[2017] 1号), 在扩大研究生招生规模的同时, 着力加强内涵式发展, 确保研究生的培养质量, 截至 2020 年 11 月, 研究生在学人数已达到 300 万人。2020 年, 教育部、国家发展改革委、财政部发布《关于加快新时代研究生教育发展的意见》(教研[2020] 9 号), 从研究生教育的总体要求、思政工作、规模结构、招生育人、培养质量、条件保障六个方面对研究生的教育培养提出了相关要求。研究生教育处于国民教育金字塔的顶端, 是科技创新与技术进步的动力源泉。随着研究生培养规模的不断扩大, 在其培养过程中存在的问题日益凸显, 特别是研究生思想政治教育工作面临新的困难和挑战, 按照各项文件要求和研究生工作实际, 如何切实提高研究生思想政治教育的实效性, 已是全国各大高校研究生管理工作中迫在眉睫的问题。

本研究根据研究生思想政治教育存在的问题, 依托 VBA 编程技术, 构建“以自然班级为横线, 以导师团队为纵线”的研究生网格化管理模

式, 并建立“横向+纵向+网格单元”的“靶向施策靶向发力”教育模式^[1]。改变传统的单纯定性研究生思政教育质量的方法, 采用网格化信息统计方法和基于层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, 简称 AHP) 的模糊综合评价方法对该群体思政教育质量开展定性和定量的研究。首先确定思想政治教育质量评价指标体系; 然后采用专家打分法确定各项指标的权重; 最后基于层次分析法、模糊综合评价法, 构建研究生思想政治教育质量评价体系模型。本文还通过青岛某大学研究生教育实例进行模型实用性验证。研究生思想政治教育质量评价模型的建立, 有助于定量判断研究生思想政治动态水平等级, 为精准化学生管理提供风险识别依据, 避免存在安全隐患的不良事件的发生, 同时通过对比教育前后不同阶段的数据, 可以定量分析前期管理工作的成效^[2-3]。

2 高校研究生网格化管理模式

高校研究生网格化管理, 横轴是自然班级考核标准评价得分, 纵轴是导师团队考核标准评价得分, 随机抽取不少于班级或团队总人数 1/3 的研究生和一线教师构成打分组, 根据下文所列各

收稿日期: 2022-02-19

基金项目: 2020 年度山东科技大学思想政治教育研究课题“高等教育内涵式发展视域下研究生思想政治教育研究”(SZJYY-20038)

作者简介: 李 勇 (1978-), 男, 山东德州人, 山东科技大学交通学院党委副书记兼副院长, 讲师, 博士。

指标对班级或团队内每位研究生进行打分，根据各项指标的权重计算总得分，并去掉最高分和最低分后取几何平均值。横向和纵向交叉点就是学生在管理网格中的分布点，处在不同单元格的研究生，思想动态分类不同，基于安全性考虑，对于处在网格边界的学生，划分到共用该边界的低分组。通过直观的网格化散点图分布情况，一方面，对学生的整体思想动态有初步的认识，对比不同阶段的分布图，总结阶段性工作方法的成效性；另一方面，针对横向、纵向及单元格内的共性问题，采用“靶向施策靶向发力”的工作方法，可用于指导确定下一步工作重点。

同传统的管理模式相比，网格化管理模式有利于及时发现高校研究生学习、生活中的各种隐患，并给予学生管理人员直观预警，针对潜在安全隐患的群体或个人，提前采取有效干预措施，有利于高校研究生管理资源的整合调配。通过建立与优化高校研究生网格化管理模式，提升高校应急管理的能力，降低突发事件发生频率及不利影响，提升管理效率，促进高校的稳定发展。

编写VBA程序如下：

```

Sub 宏1()
Dim i As Integer, iEndRow As Integer
Dim srs As Series
With ActiveSheet.UsedRange
iEndRow = .Rows.Count + .Row - 1
iEndColumn = .Columns.Count + .Column - 1
End With
ActiveSheet.ChartObjects("图表1").Activate
For Each srs In ActiveChart.SeriesCollection
srs.Delete
Next
For i = 1 To iEndRow - 1
Application.CutCopyMode = False
ActiveChart.SeriesCollection.NewSeries
ActiveChart.FullSeriesCollection(i).Name =
Cells(i + 1, 1).Value
ActiveChart.FullSeriesCollection(i).XValues
= Cells(i + 1, 3)
ActiveChart.FullSeriesCollection(i).Values =
Cells(i + 1, 5)
Next i
End Sub

```

运行程序宏1(建立快捷方式按钮“ActiveSheet

学生分布”)，单击“ActiveSheet学生分布”，直接生成学生思想动态分布图，如图1所示。处于不同单元格的研究生思想动态不同，处于相同单元格的研究生思想动态存在共性问题，可分为不同类别，有针对性的采取对应的教育方案，提前设防、提前干预。

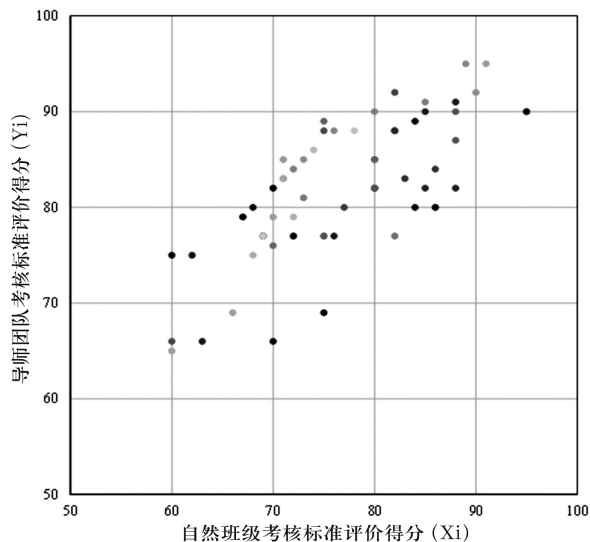


图1 学生思想动态分布图

图1直观明了地反馈了研究生的思想动态分布情况，在网格化管理过程中，可以自动生成总分分数散点图，也可以生成各评价指标项的分数散点图。根据数据分布情况，有的放矢地针对需要的研究生群体给予专题教育，并动态跟踪其薄弱指标项变化情况。

3 研究生思想政治教育质量综合评价指标的识别

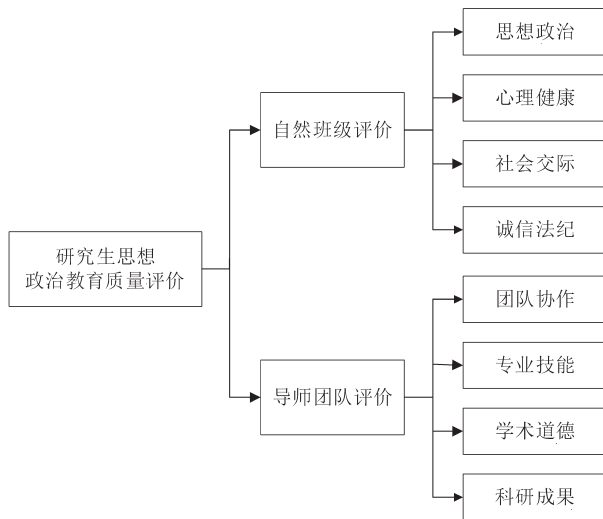


图2 研究生思想政治教育质量综合评价指标

科学合理的识别综合评价指标是构建研究生思想政治教育质量评价体系模型的基础和前提，需要综合考虑思想政治教育质量的影响因素。曹蕾^[4]从思想政治、管理制度、实践能力、科研水平、导师队伍、学术氛围、试验平台7个评价因素建立决策集，进行研究生管理工作成效评价。屠丽妍^[5]从思想素质、政治素质、道德素质、心理素质、法律素质5个方面建立17个二级指标，开展大学生思想政治教育实效性综合评价。

根据本研究“以自然班级为横线，以导师团队为纵线”的研究生网格化管理模式，结合《中共中央国务院关于进一步加强和改进大学生思想政治教育的意见》（中发[2004]16号）、《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》、《教育部关于进一步加强和改进研究生思想政治教育的若干意见》（教思政[2010]11号）等文件精神，确定研究生思想政治教育质量评价体系模型的综合评价指标，如图2所示。本研究所建立的研究生思想政治教育质量评价包括自然班级评价和导师团队评价，其中，自然班级评价包括思想政治、心理健康、社会交际和诚信法纪四项指标，导师团队评价包括团队协作、专业技能、学术道德和科研成果四项指标。

4 基于AHP的模糊综合评价模型构建

研究生思想政治教育质量综合评价指标体系需要兼顾定性评价和定量评价，其结构特征具有显著的层级特点，鉴于以上特点，本文选用层次分析法^[6-7]（Analytic Hierarchy Process，简称AHP）分配各项指标的权重。该方法将定性研究和定量研究相结合，并能够合理表达本研究模型的结构特征。在此基础上，结合模糊综合评价法，建立研究生思想政治教育质量综合评价模型。

4.1 层次分析法确定指标权重

层次分析法通常需要设置三个层次：目标层、准则层和措施层。本研究中，目标层有研究生思想政治教育质量评价一个元素，是所解决问题的核心目标；准则层有自然班级评价和导师团队评价两个元素，是承上启下的环节；措施层有思想政治、心理健康、社会交际、诚信法纪、团队协作、专业技能、学术道德和科研成果八个元素，是完成核心目标的具体措施。采用A. L. Saaty九级标度法，根据各个因素对评价标准的重要程

度，将其分为九个标度；对准则层和措施层的所有因素任意两项进行对比，形成判断矩阵，求解判断矩阵的最大特征值 λ_{\max} 和对应特征向量 W' ，对特征向量归一化处理，其中 $W' = (W'_1, W'_2, W'_3, \dots, W'_n)$ ， W' 的各个元素指某一层指标中各因素的权重。分别计算该层指标的所有因素相对于系统层次的权重向量，记为 $W = (W_1, W_2, W_3, \dots, W_n)$ 。为避免判断矩阵出现过度偏离正常值的情况，需要通过一致性指标CI和随机一致性指标CR进行一致性检验。

4.2 建立模糊关系矩阵

根据各个因素的评价标准，对研究生的各项指标进行量化打分，从而建立模糊关系矩阵，也可称作隶属度矩阵。

4.3 确定综合评价模型

研究生思想政治教育质量影响评价贯穿于综合评价体系动态过程中，该体系的三个层次表示为：

①目标层 U ，即研究生思想政治教育质量评价；

②准则层 U_i ，包括自然班级评价 U_1 和导师团队评价 U_2 ，且有 $U_i \subset U$ ；

③措施层 U_{ij} ，包括思想政治 U_{11} 、心理健康 U_{12} 、社会交际 U_{13} 、诚信法纪 U_{14} 、团队协作 U_{21} 、专业技能 U_{22} 、学术道德 U_{23} 和科研成果 U_{24} ，且有 $U_{ij} \subset U_i$ 。

W 是措施层的权重特征向量， W_i 为第 i 项指标占据评价目标层的系统权重。模糊判断结果 $Q_i = W_i \times P_i = \{q_{i1}, q_{i2}, \dots, q_{im}\} (i=1, 2, \dots, n)$ ， Q_i 组成评判矩阵 $Q = (Q_1, Q_2, \dots, Q_k)^T$ 。基于以上计算数值，从而计算得到层次分析法综合评价模型的判断矩阵 $B = W \times Q = \{B_1, B_2, \dots, B_k\}$ 。

4.4 制定综合评定等级

通过查阅国内外相关研究文献，综合考虑研究生思想政治教育的特点，组织专家和一线辅导员探讨，制定出综合评定等级，如表1所示。

表1 综合评定等级标准取值表

评定等级	A	B	C	D	E
F值范围	90-100	80-90	70-80	60-70	60以下
标准	优秀	良好	一般	合格	不合格

取 $T = (95, 85, 75, 65, 30)$ ，计算 $F = B \times T^T$ ，将所得F值对照表1中的F值范围，从而确定其最终评定等级。

5 基于AHP的模糊综合评价模型实例应用

本文运用AHP，先计算出该研究生思想政治教育影响评价各个因素所占权重，组建规模为 20 人专家团，由教育专家 6 人、研究生导师 6 人、一线研究生管理人员 6 人、研究生代表 2 人组成。然后，对同一层次各因素的重要性进行两两比较，对其重要性进行 A. L. Saaty 九级标度法打分，形成判断矩阵，并确定各因素的隶属度。

经过 excel 软件计算，各阶段所占权重及各因素权重见表 2、表 3 和表 4。

表2 各评价准则层权重

评价准则层	U1	U2	权重
U1	1	1/2	0.333
U2	2	1	0.667

表3 自然班级评价各影响因素权重

指标层	U11	U12	U13	U14	权重
U11	1	1/2	3	5	0.330
U12	2	1	6	3	0.417
U13	1/3	1/6	1	1/4	0.061
U14	1/5	1/3	4	1	0.192

表4 导师团队评价各影响因素权重

指标层	U21	U22	U23	U24	权重
U21	1	1/3	1/2	1/2	0.104
U22	3	1	1/3	1/4	0.204
U23	2	3	1	2	0.357
U24	2	4	1/2	1	0.335

根据各层次指标分别形成判断矩阵，对各判断矩阵进行一致性检验，得出随机一致性指标 CR 均符合要求。

各阶段权重： $W = (0.333, 0.667)$

自然班级评价各影响因素权重：

$W_1 = (0.330, 0.417, 0.061, 0.192)$

导师团队评价各影响因素权重：

$W_2 = (0.104, 0.204, 0.357, 0.335)$

在研究生自然班级选取一线辅导员 1 人、19 人学生代表（大于自然班级总人数的 1/3）组成自然班级影响指标评价团队，参照本研究中的综合评定标准，对班级所有研究生自然班级评价各指标进行评价尺度判定，某研究生自然班级影响指

标的评价结果如表 5 所示。在研究生导师团队选取导师 1 人、9 人学生代表（大于导师团队总人数的 1/3）组成导师团队影响指标评价团队，参照本研究中的综合评定标准，对所有研究生的导师团队评价各指标进行评价尺度判定，某研究生导师团队影响指标的评价结果如表 6 所示。用评价人员在各项指标评价等级中的分布数除以总评价人数得到隶属度。

表5 某研究生自然班级影响指标的评价结果

指标	U11	U12	U13	U14
A	1	2	3	1
B	8	8	8	9
C	10	8	9	9
D	1	2	0	1
E	0	0	0	0

表6 某研究生导师团队影响指标的评价结果

指标	U21	U22	U23	U24
A	1	1	2	1
B	3	4	3	4
C	5	4	4	4
D	1	1	1	1
E	0	0	0	0

该研究生自然班级各影响因素隶属度 P_1 ：

$$P_1 = \begin{pmatrix} 0.05 & 0.40 & 0.50 & 0.05 & 0.00 \\ 0.10 & 0.40 & 0.40 & 0.10 & 0.00 \\ 0.15 & 0.40 & 0.45 & 0.00 & 0.00 \\ 0.05 & 0.45 & 0.45 & 0.05 & 0.00 \end{pmatrix}$$

该研究生导师团队各影响因素隶属度 P_2 ：

$$P_2 = \begin{pmatrix} 0.10 & 0.30 & 0.50 & 0.10 & 0.00 \\ 0.10 & 0.40 & 0.40 & 0.10 & 0.00 \\ 0.20 & 0.30 & 0.40 & 0.10 & 0.00 \\ 0.10 & 0.40 & 0.40 & 0.10 & 0.00 \end{pmatrix}$$

根据 $Q_i = W_i \times P_i$ 可得：

该研究生自然班级影响评判矩阵：

$Q_1 = (0.077 \ 0.409 \ 0.446 \ 0.068 \ 0.000)$ ；

该研究生导师团队影响评判矩阵：

$Q_2 = (0.136 \ 0.354 \ 0.410 \ 0.100 \ 0.000)$ 。

根据 $B = W \times Q$ ，可得：

$B = (0.117 \ 0.372 \ 0.422 \ 0.089 \ 0.000)$ 。

根据 $F = B \times T^T$ ，算出 F 值为 80.2，对比表 1 综合评定等级标准取值表可得，当前阶段该研究生思想政治教育评定等级为 B，其评价标准为良好，处于研究生管理标准要求范围之内，满足研究生思想政治教育的基本要求。通过与前一阶段

的数据进行对比,其增值可量化一定时间段内的研究生思想政治教育成效。

6 结语

研究生思想政治教育及其质量评价的定性和定量研究有助于提高高校思想政治教育质量,是研究生教育改革创新工作的重要内容,可以直接指导研究生教育工作有的放矢地开展。本研究根据研究生这一高层次人才群体的特点,定性分析研究生思想政治教育质量综合评价指标,并采用模糊层次分析法进行定量分析,建立了研究生思想政治教育质量评价模型。将每位研究生的阶段性思想政治状况进行量化评估,了解其思想动态以助于精准开展工作,并通过数据变化定量评价前一阶段的教育成效。从模型实例应用看,本研究所建立的研究生思想政治教育质量评价模型是科学合理的,对掌握研究生思想动态具有重要的实践意义,为研究生思想政治教育质量评价提供了可行的定量分析方法。

参考文献:

- [1] 王海康,彭海,胡丽玲.高校二级管理模式下学院研究生思想政治教育网格化探索[J].教书育人(高教论坛),2019(21):46-47.
- [2] 张佳,张强军.研究生导师与辅导员合力育人——价值意蕴、现实困境与路径选择[J].研究生教育研究,2021(1):22-28.
- [3] 盛佳伟,刘震.新时代高校研究生思想政治教育工作体系构建[J].中国冶金教育,2021(1):101-103.
- [4] 曹蕾.基于模糊层次分析法的研究生管理工作成效评估方法[J].信息化研究,2013,39(6):35-38.
- [5] 屠丽妍.基于区间层次分析法的大学生思想政治教育实效性综合评价[J].实验室研究与探索,2019,38(11):187-190.
- [6] 郝粉霞,聂立川,袁永军,等.浅析层次分析法在大学生思想政治教育评价中的应用[J].山西青年,2017(10):65.
- [7] 王满,张博.基于AHP的中医药院校思想政治教育新媒体平台质量提升研究——以安徽中医药大学“多彩人文”微信公众号为例[J].成都中医药大学学报(教育科学版),2020,22(4):48-51.

Evaluation of Postgraduates Ideological and Political Education Based on Grid Management and Fuzzy Analytic Hierarchy Process

LI Yong

(School of Transportation, Shandong University of Science and Technology, Qingdao Shandong 266590, China)

Abstract: This study adopts the grid management model with the nature class as the horizontal line and the tutor team as the vertical line to innovate the method of ideological and political education for postgraduates. Evaluation factors of ideological and political education were analyzed qualitatively, and the fuzzy analytic hierarchy process was applied to study education effect quantitatively. The factors that have great influence on the ideological and political education for postgraduates were selected in the comprehensive evaluation index system, and then their weights were allocated. A systematic evaluation model of ideological and political education for postgraduates was established to quantify the educational effect. The quantified results of the model can guide the adoption of targeted improvement measures, providing data support for the realization of precision education.

Key words: ideological and political education for postgraduates; grid management; fuzzy analytic hierarchy process

德州市优势土地利用类型与组合结构分析

张辉¹, 张东旭², 崔永林¹, 李凯¹

(1. 德州市自然资源管理局, 山东 德州 253034; 2. 德州学院 生态与资源环境学院, 山东 德州 253023)

摘要: 系统分析一个区域的优势土地利用类型与组合结构, 是进一步优化区域土地资源的基础。本研究采用多样化指数、区位指数、组合系数法多角度定量测算了德州市的土地利用结构特征。结果显示: 德州市土地利用类型多样化指数偏低, 耕地类型占主导地位; 在 13 个一级土地利用现状类型中, 德城区 7 个一级地类具有区位优势, 乐陵市、庆云县各 2 个一级地类具有区位优势, 平原县、禹城市各 1 个一级地类具有区位优势; 德州市属于耕地单一土地利用类型组合结构, 德城区土地利用类型组合结构最为复杂, 为耕地+林地+住宅用地+工矿用地+水域及水利设施用地+交通用地类型组合结构。

关键词: 土地利用类型; 多样性; 组合结构; 区位; 德州市

中图分类号: F301.2

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0046-05

1 引言

土地利用类型综合反映一个区域在自然环境、社会经济条件共同作用下人们利用土地的具体形式, 具有地域性, 随着自然环境条件以及人们利用土地的目标改变而不断发生变化^[1]。土地作为最基本的生产要素之一, 其利用类型和结构特点是土地功能实现的基础, 制约着所在区域的社会经济发展和生态文明建设。因此, 全面系统地分析一个区域的土地利用类型、分布特征及其结构特点, 是编制国民经济和社会发展规划、国土空间规划等的前提条件, 也是优化区域土地资源的基础, 具有重要的现实意义^[2]。

近年来, 为了适应自然资源统一管理需要, 行业主管部门和专家学者不断探讨新的土地分类体系。邓锋^[3]探讨了现行土地分类与林业资源、湿地资源分类等分类标准因划分依据不同、功能用途不同, 在全域覆盖调查时导致了地类面积交叉重叠问题, 建议以土地分类为基础构建统一的自然资源分类体系。于书伦^[4]等着眼于国土空间规划需要, 在现行土地用途管制机制的基础上分析了现状分类与规划用途分类衔接标准。也有学者分析了土地利用结构的变化, 刘富刚^[5]研究了德州市 1996-2006 年

土地利用结构变化, 周霞^[6]分析了京津冀城市群土地利用空间布局的时空演变。受自然环境条件约束和人们选择利用土地的目的不同, 一个区域通常不会具有齐全的土地利用类型, 往往是一个或几个土地类型占主导地位, 其他地类处于辅助地位且占比相对较低。正是这种优势地类占比的不同才形成了一个区域的土地利用景观格局, 也决定了这个区域在更高层级规划管理中的地位。因此, 分析研究德州市土地利用主导类型及其组合结构分布状况, 对进一步优化当地土地资源具有重要的参考作用。

2 数据来源与研究方法

2.1 研究区概况与数据来源

本文研究对象是德州市, 其隶属山东省, 位于黄河下游北侧, 地跨东经 115°45'20"~117°36'2", 北纬 36°24'29"~38°0'38", 辖区土地总面积 10357.71 平方公里。德州市属华北地台中、新生代断陷盆地区域地质构造, 位于华北平原东南部, 沉积了巨厚的新生界地层, 黄河下游冲击平原孔隙水水文地质区, 含水层在空间分布上具有明显的垂直分带性; 地表水系属于海河流域南系, 受地势西南高、

收稿日期: 2022-04-29

基金项目: 德州市第三次国土调查项目资助 (SDGP371400201902000077)。

作者简介: 张辉(1987-), 男, 山东济宁人, 工程师, 硕士, 主要从事国土资源调查、不动产登记研究。

东北低的影响, 这些河流多为西南—东北流向; 历史上黄河在境内曾有四次大迁徙、上千次决口, 造就了西南高、东北低的地形地貌。土壤主要是潮土和盐土两大类, 潮土养分含量较高, 土壤理化性状较好; 盐土养分含量偏低, 土壤理化性状不良, 多为盐碱荒地。气候属暖温带大陆性季风气候, 四季分明, 春季干旱多风, 夏季炎热多雨, 秋季凉爽干燥, 冬季寒冷少雪, 多年平均气温 12.7℃, 无霜期年平均 205 天, 年平均日照时数 2647.2 小时, 年平均降水量 570.2 毫米, 光、热、水的自然分配与作物生长需求基本一致, 有利于农业生产。

2019 年末, 德州市常住人口为 574.85 万人, 其中城镇人口为 304.84 万人; 国内生产总值 3022.28 亿元, 第一产业、第二产业、第三产业总值分别为 311.88 亿元、1263.71 亿元、1446.69 亿元。德州市交通区位优势, 处于北京至上海纵向综合运输大通道和青岛至太原横向综合运输大通道交叉点上, 是鲁冀交界地区交通枢纽; 经济区位较好, 处于京津冀协同发展、黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略区与山东新旧动能转换综合试验区的叠加部位。德州市辖 11 个县级行政区划单位, 共设 27 个街道办事处、91 个建制镇、16 个乡。

本研究数据来源于当地主管部门公布的第三次国土资源调查资料和年报统计资料, 土地分类系统采用第三次国土调查工作分类。

2.2 研究方法

1) 多样化指数法。采用吉布斯—马丁 (GM) 多样化指数来度量土地利用类型的多样化程度^[5], 计算公式为:

$$GM = 1 - \sum f_i^2 / (\sum f_i)^2 \quad (1)$$

式中, GM 为多样化指数, f_i 为第 i 种土地利用类型的面积。当各用地类型面积相等时, 多样性指数达到理论上的最大值^[7], 即利用类型愈多样^[8], GM 结构多样性指数越大, 利用类型均衡度越高^[9], 利用结构愈复杂。

2) 区位指数法。区位指数是指某个区域某种土地利用类型在高一等级区域同种土地利用类型中的位次, 以此表征土地利用类型的重要程度^[10], 可以采用区位指数测算分析一个区域某土地利用类型相对于高层次区域空间的相对区位聚集程度^[11]。其计算公式为:

$$Q_i = (f_i / \sum f_i) / (F_i / \sum F_i) \quad (2)$$

式中, Q_i 为区位指数, f_i 为区域内第 i 种土地

的面积, F_i 为高层次区域内第 i 种土地的面积, $\sum f_i$ 为该区域内各种土地利用类型的面积之和, $\sum F_i$ 为高层次区域内的各种土地利用类型的面积之和。如果 $Q_i > 1$, 则该土地利用类型具有区位优势, 如果 $Q_i < 1$, 则不具有区位优势。

3) 组合系数法。采用 Weaver-Tomas (WT) 组合系数法进行定量分析判定土地利用类型组合结构^[9]。WT 组合系数法是把实地类型分布 (现状类型相对百分比) 与假设利用类型分布 (假设类型相对百分比) 比对, 逐步逼近比较, 确定最小组合系数所对应最接近现实的组合类型, 判定为该区域的土地利用类型组合结构^[12]。

$$WT_{nj} = \sum_{i=1}^m (C_i^n - 100EN_{ij}) / \sum_{i=1}^m EN_{ij} \quad (3)$$

式中, n 为第 j 个指标各土地利用类型重新排序后的第 n 个土地利用类型; WT_{nj} 为第 n 个土地利用类型第 j 个指标的 WT 指数; EN_{ij} 为第 i 土地利用类型的第 j 个指标, m 为土地利用类型总个数; 当 $i > n$ 时, $C_i^n = 0$; 当 $i \leq n$ 时, $C_i^n = 100/n$ 。

3 结果分析

3.1 土地利用多样化指数分析

土地具有多功能性, 一块土地可以用于多种用途。不同的土地利用类型组合可以提供不同的产品和服务功能。采用吉布斯—马丁 (GM) 多样化指数计算德州市及各县市土地利用类型多样化指数见图 1。

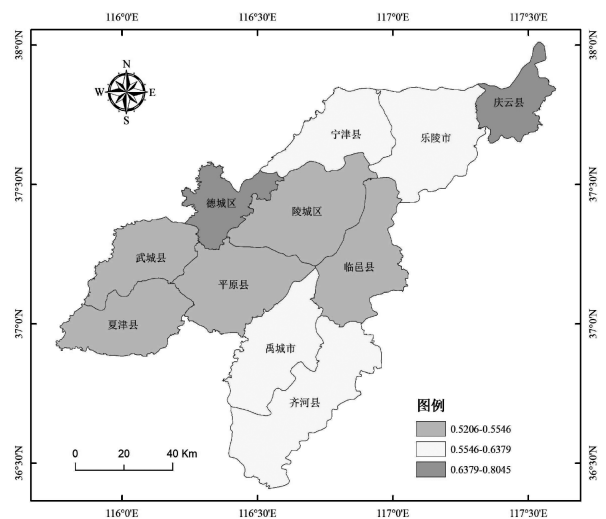


图1 德州市各县市区土地利用类型多样化指数图

通过计算可知, 德州市土地利用类型多样化指数平均值为 0.5918, 低于土地利用类型数目相

同、分布均匀情况下的理论最大值 0.9231, 表明全市土地利用类型多样化、均衡化程度较低, 集中化程度较高, 这与全市耕地类型占绝对主导地位相吻合。按照国家土地用途管制制度, 土地分为农用地、建设用地和未利用地。调查显示德州市土地利用类型分布极不均衡, 土地总面积中农用地占 80.76%, 建设用地占 17.40%, 未利用地仅有 1.84%。在农用地中, 耕地据优势地位, 占辖区面积的 61.58%; 林地、果园、草地、湿地等生态功能农用地类占辖区面积的 19.18%; 建设用地以农村宅基地为主, 占辖区面积的 8.03%; 城镇工矿用地、交通用地占辖区面积的 9.37%; 未利用地主要以河流水域为主, 传统意义上未开垦的盐碱地等未利用地数量极少。

县级行政区划中, 德城区多样化指数最高, 为 0.8045, 表明其地类分布最为均衡。在 13 个一级地类中耕地所占比例较高, 为 35.99%, 林地 15.04%, 工矿、住宅、交通等建设用地占辖区面积的 39.14%。庆云县、乐陵市的多样化指数高于全市水平, 分别为 0.7103、0.6379, 显示土地利用一级类型较为均衡, 这两个县市的耕地辖区占比均低于德州市平均值, 林地、种植园地辖区占比较高, 庆云县的建设用地、水域辖区占比也较高。平原县、夏津县、武城县、陵城区、临邑县、禹城市、宁津县、齐河县的地类多样化指数低于德州市水平, 其中地类多样化指数最低的原平县为 0.5206, 其主要原因是这些区县耕地占比均超过了德州市水平, 其余各地类占比更低, 地类的多样性、均衡性更加不足。

乡(镇、街道)行政区划中, 49 个镇街的土地类型多样化指数高于全市水平, 其中庆云县渤海街道、乐陵市市中街道、德城区新华街道土地类型多样化指数最高, 这些辖区的优势土地利用类型为耕地、林地、工矿、住宅、交通、水域; 85 个镇街的土地类型多样化指数低于全市平均水平, 其中夏津县白马湖镇、新盛店镇、齐河县仁里集镇多样化指数最低, 这些辖区的主导土地利用类型为耕地。

3.2 土地利用类型区位分析

通常根据土地资源禀赋条件与利用土地目的需求选择适宜区位的土地, 达到资源要素合理配置, 获得最佳的社会经济和生态效益。各县级辖区一级地类的区位指数是相对于德州市行政区同一土地利用而言, 通过计算得出各县级辖区地类区位指数, 见表 1。

湿地: 德城区有漳卫新河(含岔河、减河)、马颊河流经, 齐河县有黄河、徒骇河流经, 庆云县有漳卫新河、马颊河、德惠新河流经。这些主干道中有尚未开发利用的滩涂湿地分布, 因此这几个县区湿地区位指数较高, 具有相对区位优势。

耕地: 平原县、陵城区、夏津县、武城县、临邑县、禹城市、齐河县 7 个区县的耕地区位指数高于全市水平, 说明这些区域耕地占比较大, 在全市耕地保有量中占有的地位较重, 与这些县级辖区地类多样性指数较低相吻合; 德城区、乐陵市、庆云县的耕地区位指数低于全市水平, 表明这些区域耕地占比相对低, 不具有区位优势; 宁津县的耕地区位指数与全市水平相近, 说明该区域基本能够反映全市的耕地占比分布状况。

表 1 市、县级辖区地类区位指数统计表

行政区名称	湿地	耕地	种植园用地	林地	草地	商业服务业用地	工矿用地	住宅用地	公共管理与公共服务用地	特殊用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地
德州市	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
德城区	7.91	0.58	1.67	1.56	1.47	3.63	3.65	1.52	4.11	3.29	1.98	0.89	0.97
陵城区	0.38	1.08	0.38	0.66	0.75	0.63	0.74	0.93	0.66	0.59	0.94	1.13	0.94
宁津县	0.12	1.00	0.51	1.26	0.34	0.86	1.21	1.10	0.82	1.42	0.89	0.70	0.80
庆云县	2.60	0.78	1.12	1.46	1.30	1.20	1.05	1.19	1.32	1.75	1.08	1.60	1.43
临邑县	0.05	1.05	0.36	0.95	1.22	0.65	0.99	0.94	0.84	0.39	0.84	0.93	1.16
齐河县	1.31	1.01	0.90	0.96	1.19	1.20	0.74	0.76	0.81	2.14	1.16	1.22	0.89
平原县	0.70	1.10	0.56	0.65	0.54	0.84	0.87	0.90	0.84	0.33	0.90	0.96	1.28
夏津县	0.02	1.08	1.46	0.98	0.22	0.96	0.67	1.17	0.76	0.32	0.78	0.51	1.12
武城县	0.47	1.08	1.19	0.56	0.94	0.90	1.05	1.02	0.86	1.18	0.79	0.99	0.62
乐陵市	0.46	0.92	2.63	1.61	1.44	0.76	0.55	1.06	0.76	0.38	0.89	0.92	0.72
禹城市	0.71	1.03	0.53	0.76	1.67	0.67	0.98	0.90	0.93	0.44	1.13	1.18	1.26

种植园用地: 德城区、庆云县、夏津县、武城县、乐陵市 5 个县级辖区的种植园用地区位指数高于全市水平。这些区县位于黄河故道和漳卫新河右岸河滩高地, 土壤质地宜于果树生长。德城区黄河涯镇有万亩桃园, 多有苹果、梨、葡萄等各种果树种植; 庆云县、乐陵市是著名的金丝小枣之乡; 夏津与武城种植园地利利用区位优势也较明显, 多有桑葚、李子、大枣等果树种植。

林地: 乐陵市、德城区、庆云县、宁津县的林地区位指数高于全市水平, 这些区县多为砂质土壤, 为防止风沙和水土流失实施了封沙育林, 农田、河流、交通干线防护林网密集, 是生态林、人工造林的种植区。

城镇村建设用地: 由商业服务业用地、工矿用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地构成, 是人们居住和从事二三产业生活的主要场所。德城区、齐河县、庆云县的商业服务业用地区位指数高于全区水平, 主要原因是德城区为冀鲁交界物流集散中心, 商业服务业设施密集分布, 齐河县毗邻济南市, 物流场站较多, 庆云县小商品物流集聚。德城区、宁津县、武城县的工矿用地指数高于全市水平, 主要是德城区分布有德州市经济技术开发区、运河经济开发区和华鲁恒升等大型骨干企业, 宁津县木器加工乡村企业分布较多, 武城县是北方玻璃钢制品集聚地。德城区、宁津县、庆云县、夏津县、武城县、乐陵市等 6 个辖区的住宅用地区位指数较高于全市平均水平, 德城区主要是城区常驻人口比较多, 城镇住宅用地面积大、比例高, 其他

县级辖区主要是农村宅基地面积较大。德城区公共管理与公共服务用地区位指数为 4.11, 区位优势突出, 德城区是市级机关办公集中区, 学校、医院、公园绿地等公共管理与公共服务设施较多。

交通用地: 德城区、庆云县、齐河县、禹城市的交通用地区位指数高于全市水平, 主要是因为铁路、高速公路、国道分布密度较大。

水域及水利设施用地: 陵城区、庆云县、齐河县、禹城市的水域及水利设施用地区位指数高于全市水平。主要是因为漳卫新河、德惠新河、马颊河下游流经庆云县; 黄河及引黄干渠、徒骇河流经禹城和齐河; 陵城区分布有马颊河、德惠新河干流及笃马河、朱家河、鬲津河等直流。

草地、特殊用地辖区内面积小, 分布零散, 区位作用极小。

3.3 土地利用类型组合结构分析

土地利用类型组合是区域内各种土地利用类型数量与分布的比例关系, 构成区域的土地景观格局^[1], 是区域土地利用结构的表现形式^[13]。类型组合数量越多则土地利用结构越复杂^[14], 土地利用功能效益越健全越高。采用威弗—托马斯(Weaver—Tomas)组合系数法测算分析了市、县、乡三级辖区的土地利用类型组合结构, 判定德州市区域是以耕地主导的土地利用类型组合结构, 见表2。

县级辖区土地利用类型组合结构分为4种类型, 分别是德城区的耕地+林地+住宅用地+工矿用地+水域及水利设施用地+交通用地类型, 庆云县的耕地+水域及水利设施用地+林地+住宅用地类型,

表2 土地利用类型组合系数与组合结构统计表

行政区名称	最小组合系数	土地类型组合结构	占辖区面积比例
德州市	0.1765	耕地	61.58%
德城区	0.0620	耕地+林地+住宅+工矿+水域及水利设施+交通	90.03%
陵城区	0.1363	耕地	66.53%
宁津县	0.1743	耕地+林地	74.00%
庆云县	0.0983	耕地+水域及水利设施+林地+住宅	88.27%
临邑县	0.1490	耕地	64.82%
齐河县	0.1724	耕地	62.12%
平原县	0.1248	耕地	67.73%
夏津县	0.1366	耕地	66.53%
武城县	0.1334	耕地	66.67%
乐陵市	0.1425	耕地+林地	71.96%
禹城市	0.1626	耕地	63.16%

乐陵市、宁津县的耕地+林地类型,以及其他县级行政区划的单一耕地类型组合结构。

全市乡镇级辖区土地利用类型组合结构分为20种类型,单一耕地类型的有75个乡镇,耕地+林地类型的有14个乡镇,耕地+水域及水利设施用地类型的有7个乡镇,耕地+林地+水域及水利设施用地+住宅用地类型的有7个乡镇,耕地+工矿用地+林地+水域及水利设施用地+住宅用地+交通运输用地类型的有6个乡镇,耕地+林地+住宅用地类型的有4个乡镇,耕地+住宅用地类型的有3个乡镇,耕地+工矿用地+林地+住宅用地+水域及水利设施用地类型的有3个乡镇。

4 结论与讨论

通过多种方法定量分析了德州市优势土地利用类型与组合结构,可得到以下结论:

1) 德州市土地利用类型多样化指数低于理论最大值,表明全市土地利用类型多样化、均衡化程度较低,全市耕地类型占主导地位。县级行政区划中,德城区土地利用类型多样化指数最高,平原县的多样化指数最低。

2) 在德州市13个一级土地利用现状类型中,德城区的湿地、商业服务业用地、工矿用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地7个一级地类具有区位优势,乐陵市的种植园地、林地2个一级地类具有区位优势,庆云县的水域及水利设施用地、其他土地2个一级地类具有区位优势,平原县的耕地、禹城市的草地各1个一级地类具有区位优势。

3) 德州市属于耕地单一土地利用类型结构。县级辖区土地利用类型组合结构分为5种类型,德城区的土地利用类型组合结构最为复杂,为耕地+林地+住宅用地+工矿用地+水域及水利设施用地+交通用地类型,7个县级辖区为单一耕地类型组合结构。

德州市总体土地利用类型组合结构相对单一,耕地占据优势地位,这与当地土壤资源、气候水热资源宜于耕作的自然环境条件相匹配;德城区土地利用类型多样化指数高,土地利用类型组合结构丰富,优势区位一级地类数量多,也反映出其作为全市行政管理中心、交通区位中心和物资集散中心对土地利用的影响。通过对德州市优势土地利用类型与组合结构的特征分析,体现出因地制宜、因势制

宜是合理利用、优势配置土地资源的基本原则。

参考文献:

- [1] 胡智文,陈俊旭,赵志芳,等.隆子县土地利用多样化及其聚集度分析[J].西部林业科学,2021,50(3):164-170.
- [2] 胡焯婷,李天宏.基于SD-CA模型的快速城市化地区土地利用空间格局变化预测[J].北京大学学报(自然科学版),2022,58(2):372-382.
- [3] 邓锋.自然资源综合分类面临的问题及其完善建议[J].中国土地,2020(5):20-22.
- [4] 于书伦,段娟莉,杨永波.空间规划视角下土地利用现状与规划分类标准初探[J].资源信息与工程,2019,34(5):68-71,75.
- [5] 刘富刚.基于数量方法的德州市1996—2006年土地利用结构变化研究[J].水土保持通报,2009,29(1):150-154.
- [6] 周霞,张勇,靖常峰.基于信息熵与空间洛伦兹曲线的土地利用结构研究—以京津冀城市群为例[J].北京建筑大学学报,2021,37(1):104-112.
- [7] 喻保华.河南省耕地压力指数动态分析与预测[J].中国农业资源与区划,2015,36(6):17-21.
- [8] 周敏,雷国平,匡兵.基于计量地理模型和区位熵的城市用地结构地域分异研究—以辽中南城市群为例[J].资源开发与市场,2016,32(1):22-25,36.
- [9] 鲍志良,石诗源,乔伟峰.村域土地利用数量结构特征对比分析—以宜兴市8个村为例[J].江苏农业科学,2009(3):424-426.
- [10] 王秀丽,关小克,薛剑.北京山区区县土地利用结构定量分析及农业产业布局研究[J].中国农业资源与区划,2013,34(2):86-92.
- [11] 王红玲,林建平.汕头经济特区近10年土地利用类型动态变化研究[J].水土保持研究,2010,17(4):144-147,152.
- [12] 宋述军,周万村.岷江流域土地利用结构对地表水水质的影响[J].长江流域资源与环境,2008(5):712-715.
- [13] 李雨彤,陈荣蓉,杨朝现,等.基于土地利用结构分析的川中传统农区功能分区研究[J].中国农业资源与区划,2020,41(7):143-152.
- [14] 刘冰晶,杨艳昭,李依.北方农牧交错带土地利用结构特征定量研究—以西辽河流域为例[J].干旱区资源与环境,2018,32(6):64-71.

高校图书馆美育空间功能与构建策略研究

——以德州学院图书馆为例

马占军, 许立成

(德州学院 图书馆, 山东 德州 253023)

摘要: 高校图书馆美育空间分为实体空间和虚拟空间; 美育空间的功能包括两个方面: 一是提升大学生审美素养, 二是助力高校美育工作。文章从空间环境、空间资源和空间服务三个方面阐述了美育空间的构建策略, 以期高校图书馆美育空间建设提供理论和实践借鉴。

关键词: 高校图书馆; 美育空间; 功能; 构建策略

中图分类号: G250

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0051-03

1 引言

2018 年, 习近平在给中央美院教授回信中指出: 做好美育工作, 要坚持立德树人, 扎根时代生活, 遵循美育特点, 弘扬中华美育精神, 让祖国青年一代身心都健康成长^[1]。这为高等学校的美育工作指明了方向, 为高校图书馆美育空间建设提供了根本遵循的原则。高校图书馆美育空间可分为实体空间和虚拟空间。实体空间是以馆藏纸质文献为核心, 由馆藏图书、设备、空间、馆员(服务)等要素组成, 并围绕馆藏图书形成单核心结构^[2]。虚拟空间是指实体空间之外客观存在的无形场所, 其构成因素主要有网络环境、数字资源、新媒体服务空间和网络社交平台等。本文就高校图书馆美育空间的功能和构建策略作初步研究。

2 高校图书馆美育空间的功能

根据美国学者爱德华·W·索亚(Edward W. Soja)的“第三空间”理论^[3], 对高等学校的大学生来讲, 第一空间是宿舍, 第二空间是教室, 而图书馆就是能体现开放、自由、平等、舒适、休闲、人性化特点的第三空间。作为高校图书馆的美育空间除了具有“信息交流、释放心理压力和弘扬校园文化”的一般功能外, 还具备自身的特色功能, 即: 提升大学生审美素养、助力高校美育工作。

2.1 提升大学生审美素养

高校美育工作就是对大学生进行审美素养的教育培养。审美素养是审美情趣、审美经验、审美理想、审美能力等因素的总和, 其内涵包括体验与感悟、欣赏与评价、表现与创新等方面^[4]。高校图书馆美育空间对于提升大学生审美素养具有重要作用。

1) 激活审美感知, 拓展想象能力。高校图书馆美育空间, 可以让大学生感知和发现科学、艺术、生活等不同领域的众多审美元素, 如图书馆场馆的建筑美, 图书馆员的形象美, 图书馆环境的文化美, 物理、数学、化学等学科的专业内涵美, 音乐、绘画、戏剧等学科的艺术格调美等^[5], 均对大学生的心灵产生润化作用。德州学院图书馆美育空间遵循“以人为本”的理念, 强化美育因素的有机运用, 学生置身其中, 在阅读、思考、交流中会感受到浓郁的美的熏陶, 增加美的体验, 提高审美感知和想象能力。

2) 积累审美经验, 提升鉴赏能力。高校图书馆美育空间的文献资源是美育的重要载体, 蕴含着丰富的自然之美、精神之美、人格之美、科学之美, 为大学生积累审美经验, 提升鉴赏能力起到重要作用。一是提供经典书籍, 让大学生系统完整地掌握美育专业知识, 不断提升感知和鉴赏美的能力; 二是开展阅读推广、交流分享等美育主题活动, 让大学生参与其中, 成为活动的主体, 不断增加审美体验, 丰富审美实践, 提升创造能力。德州学院图书馆向读者推荐了“世界美学经典 50 种”“中国美学经典 50 种”图书, 取得较好效果。举办的“读者沙龙”“崇仁读书会”“繁露真

收稿日期: 2022-02-22

作者简介: 马占军(1964-), 男, 高级讲师, 主要研究思想政治教育和图书阅读推广。

人图书馆”等活动,均以大学生为主体,使其在实践中得到审美体验和历练。

2.2 助力学校美育工作

高校美育工作是落实“立德树人”根本任务的内在要求,是培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人的重要途径。其核心任务是通过以美育人、以美化人、以美培元,提高大学生的审美和人文素养。高校图书馆的美育空间在学校的美育工作中担当着重要角色。

1) 助力美育文化建设。高校的美育文化建设,以提升学生审美和人文素养为核心,以塑造美好心灵为目标,积极构建艺术美育、社会美育、环境美育、生活美育、课堂美育等多领域、跨学科的美育文化谱系。着力培养学生感受美、鉴赏美、想象美、创造美的能力,增强文化自信和文化自觉,成为担当民族复兴大任的新时代美育人才。图书馆美育空间的功能恰恰与此同向而行。一是图书馆建筑本身,因其独特的外形设计和蕴含的意象,构成了外在美育空间,直撼读者心灵。如德州学院图书馆建筑外观蕴含了“学无止境”的象征意义,激励着莘莘学子。二是图书馆内的各种美育空间不同程度的体现了美育文化谱系的特质。如德州学院的桑恒昌文学馆是环境美、展品美和诗歌艺术内涵美相结合的典型美育空间,在“各美其美,美美与共”校园文化建设中,发挥着以美育人,以美感人、以景动人的作用,塑造着学生的美好心灵。

2) 助力美育教学科研。高校在美育教学方面,重点是构建以音乐、美术、诗词鉴赏、服饰欣赏等为主的美育课程群;构建线上线下相结合的课程教学模式;构建美育与其他学科交叉、渗透、融合的教育体系。在美育科研方面,重点加强美育工作的理论和实践研究;加强美育成果的转化;加强服务美育科研条件的保障力度。高校图书馆美育空间恰恰为美育教学和科研提供了专门的文献资源,是做好美育工作的重要基础。德州学院图书馆把美育文献确定为重点馆藏,力图形成美育馆藏特色。美育空间以线下实体服务为基础,以线上数字服务为主体,以线上线下结合服务为补充,确保为美育教学与科研提供服务保障。

3 高校图书馆美育空间的构建策略

高校图书馆的美育空间由空间环境、空间资源和空间服务三部分组成,在构建策略上就要针对这三个元素,积极探索,精准施策。

3.1 打造良好的美育空间环境

高校图书馆美育空间包括实体空间和虚拟空间。对于实体空间,重点考虑视觉效果、美育文化

氛围和实用性;对于虚拟空间,重点考虑硬件设备、技术手段和快捷性。下面分而述之。

1) 构建宜人怡美的实体空间。宜人,就是适合读者需要,满足读者意愿。高校图书馆的美育空间视觉效果要典雅大气,美学文化底蕴深厚,贯彻“一切为了读者”的服务理念。德州学院图书馆博文中心,分别以“季羨林谈读书”“黑陶文化”“运河文化”“地域音乐”为主题,配以实物、字画和音频资料进行装饰,既渲染了学习氛围,又彰显了文化之美,还能让读者感悟蕴含其中的人物和故事。其装饰虽然质朴,但内涵丰富、宜人。怡美,就是用美的氛围、美的情景、美的事迹等陶冶情操、愉悦身心。书法绘画、文人手迹、老旧照片、花草绿植以及暖亮的光线、多型多彩的书架桌椅沙发,均可营造怡人心性的美育空间。各高校的书吧、音乐屋、诵读吧、咖啡屋等即是如此。德州学院图书馆的“弘美书苑”,就是为读者营造的专门美育空间,被大学生称为“校园最美空间”。

2) 构建技术先进、方便快捷的虚拟空间。虚拟空间又称网上空间或线上空间,是存储数字信息资源,开展线上服务的美育信息检索系统。该系统应用元宇宙、物联网、大数据、云计算、人工智能、5G、移动终端等现代技术,以线上数字图书馆为载体,以智能设备为保障,对空间资源进行全方位管理并服务于用户,是当代技术和服务理念均领先的智慧空间建设模式。当前国内普遍应用的“中国知网”和“读秀学术搜索”数字资源平台,可视为典型的美育虚拟空间,其中包含了大量美育文献资源。这两个平台信息技术先进,检索系统完备,响应速度较快,深受用户欢迎,一直与德州学院保持着密切合作。德州学院图书馆正在开发的馆藏期刊全文检索系统,为应用馆藏美育期刊提供了便利。

3.2 建设完备的美育文献资源体系

文献资源是高校图书馆美育空间开展工作的物质基础,也是构建美育空间永恒的主题。为配合学校“弘美大课堂”教学特色的构建和学校美育办学特色的打造,德州学院图书馆将美育文献规划为重点馆藏。

1) 研究级收藏美育纸质文献。以美学、艺术学文献为重点,以丰厚的传统文化资源为依托,挖掘具有突出审美倾向的丰富文化成果,筛选购置学术性与趣味性并重、思想性与艺术性俱佳、情调与美感相长的优秀纸质文献资源。一是科学确定美育类重点出版社,确保新出版的美育图书及时采购。二是精心编制美学类精品图书目录,确保已出版的美育图书完整补充。

2) 完整级收藏美育数字信息资源。加大美育数字资源的经费投入比例,着力打造集主题专业

性、内容全面性、形态多元性为一体的美育数字资源体系。

3) 重点收藏地方文献资源。注重收集反映德州历史、地理、政治、经济、风土人情、名人轶事、古迹遗址等方面的各种形式、各类载体的文献,促进地方文化繁荣发展,增强美育工作效果。

3.3 创建立体多元的美育服务平台

高校图书馆美育空间的服务包括日常服务和创新服务。日常服务,如文献借阅、参考咨询、文献传递、信息检索等,此文不再赘述。本文根据美育空间的特点和功能,结合德州学院图书馆的做法,就如何创建立体多元的美育创新服务平台,做一阐述。

1) 开展美育经典的阅读推广。一是编制美育经典书目,通过网站、微信公众号、宣传册推送给读者;二是举办“馆藏美育图书主题展览”;三是开展“传承经典 笔墨接力”万人抄书活动。用抄书这种古老方式感悟传统文化之美;用一笔一画去体味诗词歌赋的美韵,感受方块汉字的美型。

2) 举办真人图书馆和读书会。真人图书馆以“分享经验,增进交流”为主线,采用面对面沟通的形式,实现读者与“真人图书”零距离接触,阅读“真人图书”的别样人生。读书会则是组织学生一起读书,共同分享阅读感悟,在分享与交流中激发认知火花,产生思想共鸣;在沟通中感动,在感悟中收获。“繁露阅读时空”和“崇仁读书会”,分别是德州学院真人图书馆和读书会的两个品牌活动,定期举办,效果颇佳。

3) 举行诵读活动。近几年高校图书馆的诵读活动呈现出方兴未艾之势,如,济南大学图书馆的“琅声语音协会”最有代表性,其形式涵盖了朗诵会、朗诵专题讲座、朗诵培训、朗诵大赛等。德州学院图书馆开办了诵读活动室,并成立了“桑恒昌

诗社”,每季度举办一次以美文或美诗为题材的诵读交流活动,增强了学生的审美体验感,成了校园文化的一道亮丽风景。

新时代高校图书馆推出的书模大赛、书画现场创作等演艺活动,以及邀请艺术家、作家进校园活动,将艺术美、人格美和社会美传递给了大学生,丰富了美育空间的服务形式,为图书馆美育空间增添了光彩。

4 结语

美育空间是高校图书馆空间建设的重要组成部分,也是助力学校美育工作,实现美育目标的重要途径。新时代我国各级各类学校均把美育工作置于重要地位,高校图书馆要抓住机遇、开拓思路,按照美育空间的特点和规律,遵照美育工作要求,在空间环境、文献资源、服务平台等方面,不断创新,加快发展,以期更好地实现美育空间的功能,为培养新时代优秀大学生做出贡献。

参考文献:

- [1] 习近平给中央美术学院老教授的回信[EB/OL]. (2018-8-30) [2022-1-3]. http://www.xinhuanet.com/politics/2018-08/30/c_1123355797.htm.
- [2] 王跃虎. 图书馆中的空间服务及其创新研究[J]. 图书馆, 2021(4): 60-67.
- [3] 包亚明. 现代性与都市文化理论[M]. 上海: 上海社会科学院出版社, 2008: 113.
- [4] 王宁. 语文教育与核心素养[J]. 中学语文教学, 2016(11): 6.
- [5] 王东, 于妙. “培根铸魂”的学校美育评价体系构建原理与方法研究——从审美素养的核心内涵到多维空间的培养路径[J]. 工业设计, 2021(9): 33-36.

Aesthetic Education Space of University Library Research on Function and Construction Strategy

——A Case Study of Dezhou University Library

MA Zhan-jun, XU Li-cheng

(Dezhou University Library, Dezhou, Shandong 253023, China)

Abstract: the aesthetic education space of university library is divided into physical space and virtual space; The function of aesthetic education space includes two aspects: one is to improve college students' aesthetic quality, the other is to help college aesthetic education; This paper expounds the construction strategy of aesthetic education space from three aspects: space environment, space resources and space service, in order to provide theoretical and practical reference for the construction of aesthetic education space in university library.

Key words: university library; aesthetic education space; function; construction strategy

青岛市旅游业影响因素灰色关联度分析及其发展路径

张广海, 董跃蕾

(中国海洋大学 管理学院, 山东 青岛 266100)

摘要: 我国沿海城市旅游业区域经济的发展受多种因素影响, 以青岛市为例, 运用灰色关联度方法探究影响其旅游业发展的因素, 用旅游总收入为参考序列, 选取 8 个指标, 最终得出旅行社数量、国内旅游人次、A 级景区数量是关联度排名前三的指标。针对关联结果将青岛市按区域进行旅游功能定位, 依次为以滨海休闲观光游为核心的市南、市北旅游区; 以康养、文旅融合为核心的崂山旅游区; 以主题公园为核心的李沧、城阳旅游区; 以滨海体育、影视产业为核心的西海岸旅游区; 以农旅融合为核心的即墨、胶州、平度、莱西旅游区。

关键词: 灰色关联度; 旅游业; 海洋旅游; 青岛

中图分类号: F592

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0054-05

1 引言

旅游业作为区域经济转型升级的新动能引擎, 已成为一个现代化的朝阳产业, 推动着区域经济的良性发展。以时间线为牵引, 2018 年青岛世界瞩目, 其旅游业紧抓“上合组织青岛峰会”“世界旅游城市联合会青岛香山旅游峰会”两大国际盛会机遇, 聚焦海洋传统产业转型升级和新兴产业培育, 将海洋与旅游深度融合, 致使海洋旅游新业态释放深层潜能, 引领青岛旅游业呈现深蓝色。2019 年海洋新科技进一步取得突破性进步, 涉海技术合同成交额 20.99 亿元, 增长 15.5%, 同时青岛国际邮轮港开建, 成为打造“国际航运贸易金融创新中心”的核心承载区, 并为青岛邮轮旅游产业及出入境旅游的发展助推新动力。尽管 2020 年旅游业受到疫情冲击, 但并不影响旅游业大势, 在城市蓬勃发展的背后, 是何因素推动着青岛旅游业的发展, 又是何因素阻碍其发展, 面对多变的市场与国际形势青岛又该以何种路径发展, 这是研究的重点。

国内已有大量学者对旅游业的研究深入到海洋旅游层面, 近年来研究内容主要涉及海洋旅游产业效率、海洋旅游竞争力、海洋旅游资源及海

洋旅游生态等。如董志文^[1](2021)等通过 DEA 方法探究了环渤海地区海洋旅游的产业技术效率和全要素生产率; 耿松涛^[2](2021)等构建了较为完整的海洋旅游评价体系, 对包含青岛在内的 4 个沿海城市进行了评价; 肖建红^[3](2021)等通过问卷调查的方式, 运用条件价值评估法, 研究海滩与海洋文化等旅游资源非使用价值; 丁冬冬^[4](2020)等通过改进的集对分析方法, 对我国沿海地区滨海旅游业的生态创新水平进行综合测度, 结果呈现出明显的空间差异。针对青岛市而言, 从时间脉络上看, 十一五至十四五期间, 在不同的政策大势下, 学者对其旅游业发展的研究侧重点各不相同。十一五规划是在经济全球化进程中的中长期规划, 这段时期学者多是以奥运会为背景研究青岛市旅游业的发展^[5-6], 体育旅游得到广泛关注; 十二五时期经济全球化进一步深入发展, 青岛国际啤酒节成为焦点^[7-8], 从参会商、媒体报道到活动内容、会展服务, 其国际化特征逐渐凸显, 引领着青岛旅游业走向国际化道路; 十三五时期提出要推进生态文明建设, 青岛市旅游环境损害问题引发学者关注^[9], 防控生态环境风险涉及到了社会活动的方方面面, 同时由于 2015 年发生的“天价大虾”突发事件, 网络舆

收稿日期: 2021-11-03

基金项目: 国家社科项目“城镇化进程中中国沿海城市旅游化演变新旧动能转换研究”(19BGL138); 山东省社科项目“乡村振兴战略背景下我省乡村旅游新旧动能转换研究”(19CDNJ14)。

作者简介: 张广海(1963-), 男, 山东临沂人, 中国海洋大学教授, 博士生导师, 研究方向为旅游规划、区域经济学。

情对青岛旅游业的影响成为十三五期间一个新的研究点^[10-11];十四五时期在新冠疫情突发状况的背景下,网络营销成为青岛旅游业发展的途径之一。^[12]青岛旅游消费水平在山东省可谓领先,其旅游消费水平与当地经济发达程度是分不开的,除经济因素,青岛旅游业还受旅游设施、自然环境等因素影响,因此采用灰色关联度,分析青岛旅游业影响因素的重要程度,并基于此提出合理规划建议,为青岛旅游业可持续“蓝色+绿色”发展提供参考。

2 青岛旅游业发展影响因素的灰色关联度实证分析

2.1 研究方法

灰色关联度分析法原理是通过系统已知信息推未知信息,并通过两因素之间的关联系数判断其对系统的影响,若两个因素变化趋势具有一致性,同步变化程度较高,则二者关联程度较高;反之,则较低。根据“灰色关联度”判别系统的推动因素和阻碍因素,并在此基础上对因素施加人为影响,达到预期满意效果^[13]。本研究选取的是信息量少的小样本数据,属于灰色数据,相比之下回归分析方法难以得到准确的分析结果,因此使用灰色关联度方法进行分析。

2.2 灰色关联度数据计算

1) 确定指标体系和参考指标。根据上述灰色系统理论,参考已有文献对沿海地区旅游业指标体系进行构建^[14-16],最终选取2010-2019年青岛旅游总收入 R_0 、国内旅游人次 R_1 、入境游客人次 R_2 、A级景区数量 R_3 、星级酒店数量 R_4 、旅行社数量 R_5 、符合第一、二类海水水质标准点位数 R_6 、海洋生产总值 R_7 、市区空气质量优良天数 R_8 为指标体系。

其中旅游总收入包括国内旅游收入和外汇收

入,反映旅游业整体发展质量的高低,因此作为参考数列;国内和入境旅游人次反映游客来源,可为旅游市场营销方向提供导向;A级景区数量、星级酒店数量、旅行社数量反映旅游资源与基础设施建设水平;第一类海水水质标准适用于海洋渔业水域、海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区,第二类海水水质标准适用于水产养殖区、海水浴场、人体直接接触海水的海上运动或娱乐区,以及与人类食用直接有关的工业用水区,基于数据可得性选取符合第一、二类海水水质标准点位数为指标,来反映沿海地区海水水质状况;海洋生产总值指海洋产业生产经营活动的总成果,反映区域海洋产业发达程度;市区空气质量优良天数反映区域环境状况,是旅游者选择旅游目的地的参考因素之一。以上数据来自《青岛年鉴》、《青岛统计公报》、青岛市统计局官网,个别年份的个别数据缺失,采用插值法补齐。

2) 对指标数据进行无量纲化,采用均值化法,公式如下,其中 m 为年份数10。

$$R_i(k) = \frac{R_i'(k)}{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m R_i'(k)} \quad (1)$$

3) 由公式 $\Delta i(k) = |R_0(k) - R_i(k)|$ ($k=1, \dots, m$) ($i=1, \dots, n$) 计算每个被评价对象比较序列与参考序列绝对差值。

4) 确定两级最小差和两级最大差,公式如下,得 $\max=0.8378$, $\min=0.0037$ 。

$$\max_{i=1}^n \max_{k=1}^m |R_0(k) - R_i(k)| \quad (2)$$

$$\min_{i=1}^n \min_{k=1}^m |R_0(k) - R_i(k)| \quad (3)$$

5) 计算关联系数。公式如下,式中 ρ 为分辨系数,此处取0.5,结果如表1所示。

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |R_0(k) - R_i(k)| + \rho \cdot \max_i \max_k |R_0(k) - R_i(k)|}{|R_0(k) - R_i(k)| + \rho \cdot \max_i \max_k |R_0(k) - R_i(k)|} \quad (4)$$

表1 青岛旅游业灰色关联系数数据表

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ξ_{1K}	0.7691	0.7774	0.8008	0.8447	0.8891	0.9392	0.8405	0.7457	0.7158	0.8687
ξ_{2K}	0.5670	0.5880	0.6040	0.7003	0.8440	0.9075	0.7691	0.6128	0.5237	0.5589
ξ_{3K}	0.7465	0.8558	0.7558	0.9325	0.8288	0.7404	0.8342	0.9103	0.6400	0.4919
ξ_{4K}	0.3683	0.4028	0.4325	0.5431	0.6466	0.8544	0.5824	0.4438	0.3592	0.3362
ξ_{5K}	0.8440	0.8180	0.8249	0.8367	0.8408	0.9404	0.9515	0.8308	0.7103	0.7156
ξ_{6K}	0.5706	0.6009	0.6545	0.7226	0.8094	0.9835	0.7740	0.6670	0.5160	0.5351
ξ_{7K}	0.5244	0.6161	0.7208	0.8374	0.8605	0.9142	0.7795	0.7273	0.6912	0.5768
ξ_{8K}	0.4044	0.4347	0.4754	0.7868	1.0000	0.8750	0.7033	0.5320	0.4572	0.3974

6) 计算关联度, 公式如下。

$$r_{0i} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \xi_i(k) \quad (5)$$

7) 依据国内旅游人次、入境游客人次、A

级景区数量、星级酒店数量、旅行社数量、符合第一二类海水水质标准点位、海洋生产总值、市区空气质量优良天数的关联度进行排序, 如表 2。

表2 青岛旅游业及其影响因素灰色关联序表

影响因素	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
灰色关联度	0.8191	0.6676	0.7736	0.4969	0.8313	0.6833	0.7248	0.6066
关联序	2	6	3	8	1	5	4	7

2.3 青岛旅游业灰色关联度结果分析

根据灰色关联度计算结果, 除星级酒店数量指标外, 其余指标的关联度均大于 0.5, 较为合理。

1) 旅行社、星级酒店关联度各居首尾

旅行社数量关联度 0.8313 为最高, 说明其与旅游业总收入关联性最强, 对青岛旅游业的贡献最大, 因此应继续稳定经营青岛各旅行社。相反, 星级酒店数量关联度 0.4969 为最低, 从 2010 年 155 家逐渐降至 2019 年 98 家, 星级酒店是一个地区旅游业发达程度的标志之一, 星级酒店数量下降, 但酒店业态不断丰富, 各类民宿、公寓等多业态住宿业兴起, 加剧了住宿业竞争态势。

2) 国内旅游人次指标关联度较高, 国际有待强化

国内旅游人次关联度排第二, 为 0.8191, 相比于国际市场, 青岛更受国内游客欢迎, 国内旅游收入带来的贡献远大于国际旅游市场, 在维持国内旅游市场的带头作用的基础上应凭借青岛的国际影响力, 加大对外宣传力度, 吸引更多的海外游客, 促进国内国际双循环。相反, 入境游客人次关联度 0.6676, 略低, 由于地理位置原因, 来青入境游客大多集中于韩国, 可针对此状况加大力度开发西方旅游市场。

3) A级景区及海洋相关指标关联度普遍偏高

A级景区数量关联度为 0.7736, 其数值较高, 青岛A级景区数量从 2010 年 59 家逐渐螺旋上升至 2019 年 110 家, 涉海类A级景区较多, 尤其夏季吸引大量游客避暑, 同时加上每年八月份举行的青岛国际啤酒节, 不仅国内游客, 国外游客也纷纷慕名而来, 为青岛旅游业GDP增长注入活力, 但旅游淡旺季明显, 游客来访时间主要集中于夏季。海洋生产总值和符合第一、二类海水水质标准点位两个与海洋相关的指标关联度分别为 0.7248、0.6833, 其数值较高, 近年来青岛海洋经济保持稳中有进、稳中提质发展态势, 产业层级一步步提升, 在旅游业、海洋设备制造业、海洋生物医药业、海洋渔业等行业都实现了高速发展, 虽然在海洋船舶行业面

临较大下行压力, 但并不会改变青岛海洋经济的上涨趋势, 尤其是随着“一带一路”加快旅游国际化步伐的建设及海洋经济新旧动能转换任务的推动, 以海洋旅游为宣传口号将会是未来青岛旅游业发展方向。发展海洋经济的同时也不能忽略海洋生态环境的建设, 第一、二类海水水质标准点位关联系数显示海洋生态环境的好坏与旅游业发展是有较大关联的。

4) 空气质量指标关联度偏弱

市区空气质量优良天数关联度 0.6066, 近年来环境治理得到重视, 在政策措施方面, 青岛市政府连续 5 年实施环境空气质量生态补偿政策, 以大气污染治理“组合拳”打好“蓝天保卫战”。

3 青岛旅游业发展路径

3.1 以国内国际双循环为背景, 促进青岛旅游业升级

1) 提高住宿业业态丰富度, 推进青岛新型城镇化建设

从灰色关联分析结果可知, 旅行社关联度最高。目前青岛旅行社数量呈现逐年上升趋势, 2019 年达到 575 家。随着旅游经济提质增效, 旅行社的建设也不应仅追求数量的增加, 应加强旅行社行业规范性管理, 向质量型转换。星级酒店关联度最低, 近年来在“杀奢风”强力影响下, 对星级酒店的把关更为严格, 青岛星级酒店数量呈现缓慢下降趋势, 酒店行业内屡次发生人员跳槽现象, 从高层管理者到基层员工, 无序的人员流失与流动造成人力资源调配失衡。尽管星级酒店数量下降, 但民宿、公寓等普惠的住宿形式大量涌现市场, 给游客带来了更多的住宿选择, 提高了旅游住宿收入。对于整个旅游业来说, 青岛还有待加强投入人力、物力、财力等资源以优化现状。

除了直接关乎旅游业发展的旅行社业、住宿业的建设, 还应加快推进青岛新型城镇化建设进程, 重点扶持经济较不发达的农村地区, 考察其

是否具有开发旅游的可能性。完善旅游基础设施建设和旅游公共服务设施建设,逐步改进农村社区道路、排污、供水、供电等基础建设,确保旅游业不会因基础设施落后而发展受限。同时通过高端科学技术研发提高旅游创新水平,将人工智能、云计算等新兴科技融入旅游业,科技创新将成为旅游业的新动能与新引擎。

2) 大力开发海外市场,建设国际化都市

青岛因海而兴,向海而生,作为“一带一路”战略支点型城市的青岛,一直以来都是对外贸易的重要窗口,尤其是2018年全球聚焦“上合青岛峰会”,上海精神辉映岛城,青岛在国际中的声誉瞬间提升。如今的青岛不仅有中西合璧、古今交融的文化旅游特色,更有萌发着勃勃生机的国际旅游市场,“万国建筑集锦”的八大关、“承载奥运精神”的奥帆基地、“与世界干杯”的青岛国际啤酒节……高质量的国际化旅游项目和产品的荟萃,共同助推青岛成为国际化旅游都市。因此青岛应继续发挥沿海优势,在国际市场中树立起青岛旅游的品牌效应,合理调节入境旅游市场现状。

3.2 凸显区域海洋优势,促进海洋旅游可持续发展

市南、市北区以滨海旅游业、海洋交通运输业为主;李沧区以海洋石油、化工产品制造和滨海旅游业为主;崂山区以建设青岛“蓝色硅谷滨海产业带”为契机,发展海洋生物医药、新科学技术为主;城阳区以水产加工业为主;黄岛区以海洋石油加工、海洋工程建筑等为主;即墨区地处青岛蓝色硅谷核心区,是青岛蓝色经济发展的领军区,以海洋装备制造和海洋工程建筑业为主;胶州市以海洋第二产业为主;平度市以海洋设备制造业和涉海产品制造业为主;莱西市基础薄弱,以水产品加工、船舶配件制造业为主。每个区在海洋产业方面各有所长,目前来看市南、市北海洋旅游发展状况较好,崂山因石老人海水浴场,每年也会吸引大批量游客,黄岛作为新兴起的西海岸新区逐渐向经济中心靠拢,拥有被誉为“亚洲第一滩”的金沙滩等海洋旅游资源。各区应发挥区域优势,针对游客需求设计海洋旅游产品。

1) 海洋研学+科普教育

首先,通过海洋牧场展示厅和海洋科技体验馆等向游客讲解海洋类科普知识,如海产品养殖方式、珊瑚礁的形成过程等。其次,建立幼小中学生海洋实践基地,从低龄儿童抓起,让海洋知

识成为一门学校选修课,培养青少年的海洋意识、海洋精神。同时,将科技赋能海洋旅游,运用VR等高科技为游客提供海底观光等身临其境的体验性旅游项目。

2) 垂钓采摘+海洋美食

建立安全海域养殖区,为游客提供可自行进行垂钓、捡拾海产品的安全区域,建造可自行制作美食的临海主题餐厅,让海洋旅游不仅成为一场视觉盛宴,更是味觉盛宴。同时要严格监管海边烧烤,避免造成海洋生态环境污染。

3) 民俗体验+亲友团游

青岛目前已有国际邮轮峰会、青岛国际海洋节等节庆盛典,可基于此将海洋旅游、体育旅游、文化旅游等主题结合,形成多角度的全域旅游模式,吸引亲子、家庭、公司团队、商务洽谈等群体旅游。

开发海洋旅游项目要建立在保护海洋生态、维护海洋旅游可持续发展之上,用“海洋生态保护相关法律硬性实施监管”+“宣传环保意识柔性深入人心”,刚柔并济保护海洋生态环境,给海洋旅游区配备环境监管人员,着重加大力度禁止游客在海岸遗留旅途垃圾行为。

3.3 区域旅游功能定位

1) 以滨海休闲观光为核心的市南、市北旅游区

青岛市南、市北区属于市中心地段,应借助沿海一线自然海域发展滨海旅游业,举行帆船、冲浪、潜水等参与性强的水上运动,同时利用五四广场、栈桥、奥帆基地、大学路、八大关等青岛标志性景点,结合一些休闲活动、文化活动、夜间演出等,如海洋诗会增加游客活动项目。

2) 以康养、文旅融合为核心的崂山旅游区

“泰山虽云高,不如东海崂”,山光海色的崂山适宜康养旅游模式,以流清河湾至八水河为主线建立以儒家、道家文化为核心的禅修康养旅游综合体,既适宜老年人休养生息、回归自然,又适合青年人远离尘嚣、沉淀自我。除太极、瑜伽、禅修等活动,还可开发一系列海洋养生健身区,让游客从清晨到傍晚全身心放松。此外,崂山风景区内部要加强车流量控制及安全消防等监管。

3) 以主题公园为核心的李沧、城阳旅游区

青岛世界园艺博览园、青岛方特梦幻王国等是游客较多的景区,李沧、城阳区可利用现代高科技手段演绎中华文化、以高科技互动体验感受

未来, 依靠人工建设高端科技旅游项目吸引游客。同时, 李沧区要注意采取措施疏导交通, 避免客流量大时交通堵塞。

4) 以滨海体育、影视产业为核心的西海岸旅游区

黄岛金沙灘水清滩平, 沙细如粉, 滩域面积辽阔, 适宜开发体育旅游。可依托大片海滩举办沙滩排球, 依托海岸线路举办马拉松、自行车赛等大型体育运动, 充分利用海洋资源发展体育旅游项目。体育旅游项目通常具有明显的季节性, 夏季客流量多, 因此, 秋冬季节可利用东方影都进行宣传, 实现影旅融合。

5) 以农旅融合为核心的即墨、胶州、平度、莱西旅游区

即墨、胶州、平度、莱西耕地较多, 农业兴旺, 适宜将农业与旅游业融合, 向精深加工、农耕体验、旅游观光、健康养老等多种功能拓展, 将会起到催生农村新产业新业态的积极效果。例如, 增加多种体验感极强的农旅项目或建立情景主题式农场, 集耕种土地、动物养殖、牛奶厂等项目为一体, 让游客体验整个产品生产流程, 同时增加儿童吸引物, 吸引亲子游及研学旅游。

参考文献:

- [1] 董志文, 赵博阳. 环渤海地区城市海洋旅游产业效率比较及时空分异特征—基于DEA—Malmquist模型[J]. 资源开发与市场, 2021, 37(9): 1032-1038.
- [2] 耿松涛, 廖雪林, 杨晶晶. 滨海城市海洋旅游竞争力评价指标体系构建—以大连、青岛、厦门和深圳为例[J]. 西北师
- [3] 范大学学报(自然科学版), 2021, 57(5): 1-7.
- [3] 肖建红, 程文虹, 赵玉宗, 等. 群岛旅游资源非使用价值评估嵌入效应研究—以舟山群岛为例[J]. 旅游学刊, 2021, 36(7): 132-148.
- [4] 丁冬冬, 李飞雪, 徐朗, 等. 中国滨海旅游生态创新水平测度及其影响因素分析[J]. 海洋环境科学, 2020, 39(2): 268-276.
- [5] 盛昌繁. 2008年奥运会与青岛市体育旅游可持续发展的研究[J]. 北京体育大学学报, 2008(5): 587-589.
- [6] 杨秀平, 翁钢民. 奥运赛事旅游城市品牌的塑造及测评研究—以大连, 青岛, 秦皇岛为例[J]. 工业技术经济, 2007(11): 75-78.
- [7] 宗刚, 赵晓东. 啤酒节对主办城市的影响效益分析—慕尼黑啤酒节与青岛啤酒节的比较[J]. 旅游学刊, 2013, 28(5): 72-79.
- [8] 师守祥. 青岛国际啤酒节的本土化与国际化[J]. 旅游学刊, 2013, 28(6): 9-10.
- [9] 刘佳, 王焕真, 范阿蕾, 等. 滨海旅游环境治理公众参与机制研究—以青岛浒苔损害为例[J]. 海洋湖沼通报, 2020(5): 56-65.
- [10] 张薇, 史坤博, 杨永春, 等. 网络舆情危机下旅游形象感知的变化及对出游意向的影响—以青岛“天价虾事件”为例[J]. 人文地理, 2019, 34(4): 152-160.
- [11] 王超, 王志章. 基于网络舆情的旅游餐饮价格监督机制研究—以青岛天价虾事件为例[J]. 价格月刊, 2017(2): 34-37.
- [12] 刘玉. 新冠肺炎疫情下的青岛城市旅游网络营销研究[J]. 山西农经, 2021(4): 96-97.
- [13] 朱麟奇, 李秋雨, 刘继生. 中国旅游业与地区发展及民生改善协调关系研究[J]. 地理科学, 2020, 40(8): 1328-1335.
- [14] 田敏, 周菲菲. 基于灰色关联度分析的旅游发展与经济增长研究—以山东为例[J]. 重庆理工大学学报(自然科学), 2019, 33(2): 208-215.
- [15] 王新越, 芦雪静, 朱文亮. 我国主要旅游城市旅游业发展影响因素分析与评价[J]. 经济地理, 2020, 40(5): 198-209.
- [16] 张广海, 刘真真, 李盈昌. 中国沿海省份旅游产业发展水平综合评价及时空格局演变[J]. 地域研究与开发, 2013, 32(4): 22-27.

Grey Correlation Analysis of Influencing Factors of Tourism in Qingdao and its Development Path

ZHANG Guang-hai, DONG Yue-lei

(School of Management Ocean University of China, Qingdao Shandong 266100, China)

Abstract: China's coastal city of tourism development of regional economy is influenced by many factors, taking Qingdao as an example, using the grey correlation method to explore the factors affecting the development of its tourism industry. Tourism revenue as reference sequence, select eight indicators, it is concluded that the travel agency quantity, domestic tourist trips, A level scenic spot number is correlation index of the top three. According to the correlation results, the tourism function positioning of Qingdao city is carried out according to the region, which is followed by Shinan and Shibeitourist areas with coastal leisure and sightseeing Tours as the core; Laoshan tourist area with health, culture and tourism integration as the core; Licang and Chengyang tourist areas with theme parks as the core; Huangdao tourist areas with coastal sports, film and television industry as the core; the integration of agriculture and tourism as the core of Jimo, Jiaozhou, Pingdu, Laixi tourism areas.

Key words: grey correlation analysis; tourism industry; marine tourism; Qingdao

青海省网红盐湖景区可持续发展策略研究

——基于游客感知形象的网络文本分析

李晓冰, 孙丽君

(山东财经大学 文学与新闻传播学院, 山东 济南 250014)

摘要:以茶卡盐湖、东台吉乃尔湖、茫崖翡翠湖为案例对象,采集分析游客携程网、马蜂窝平台的在线网络评论,提取出景区网络文本高频词。对游客评论进行语义网络中心性分析和情感分析,综合比较得出结论:青海省网红盐湖景区的发展存在同质化、生态环境破坏、服务质量低、基础设施不完善等问题,进而影响游客体验感,产生一定的负面情感。针对这些现状,对如何实现盐湖“爆红”之后的可持续、创新性发展提出相关建议和参考意见。

关键词:网红盐湖景区;游客感知形象;可持续发展;网络文本分析;比较研究

中图分类号: F592.7

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0059-06

2016年,习近平总书记到青海考察时指出“盐湖是青海最重要的资源。要制定正确的资源战略,加强顶层设计,搞好开发利用”。^[1]全民旅游趋势日盛的今天,纵览青海文旅产业,盐湖既是工业文明传承和采盐产业循环发展的资源结晶,更是青海省自然生态景区用于打造文化旅游口碑的独特“记忆点”。随着自媒体助力旅游的文化传播和景区相关宣传,青海省自提出“大美青海”旅游口号以来,借助各类网络媒体对特色盐湖景区进行了广泛的旅游形象宣传,逐步演变成了“网红盐湖”打卡的潮流。以茶卡盐湖为首的几个盐湖景区凭借自身独特的海天一线生态景观、悠久的采盐业历史、丰富的民族文化,实现了经济平稳较快发展的同时,也为西部高原经济发展提供了新的样板。

然而,在盐湖景区的旅游价值、文化价值日益显现的同时却出现了许多的负面消息,景区游客承载力过大、环境污染严重、开发程度参差不齐等问题纷至沓来,网红盐湖景区也因此多次被相关部门封闭整顿。因此,在上述背景下,切换问题视角,通过景区游览者的直观感受以及反馈评论,了解青海省网红盐湖景区出现的实质性问题,把握影响游客感知的关键情感因素,探讨网红盐湖景区如何实

现可持续发展成为了重中之重难题。基于此,以下分析游客感知形象对于盐湖景区可持续发展的不可分割的关系,并逐一对收集到的相关网络文本中的问题进行提炼分析,合理地提出应对策略,以期为其提供发展新思路。

1 游客感知形象与可持续发展

游客感知形象是旅游景区可持续发展的重要指标,一定程度上客观地反映了旅游主客体与旅游环境之间的动态关系。作为主体的游客通过感觉认知的过程接收到旅游目的地信息、景观、经历体验刺激,通过网络平台表达带有情感旅游兴趣和旅游动机,进而对旅游客体进行有效的信息反馈。^[2]这一行为所反映出游客满意度、客源市场变化,从文化感受的角度为景区的持续性发展所反映出的问题提供了最有利的需求侧的佐证。^[3]旅游感知形象最早由美国学者Hunt提出,又称作“旅游形象”,是指“游客或潜在游客对非居住地所持有的印象,是外界作用于人脑所形成的意识流”^[4],继而掀起了学术界对旅游目的地的形象研究的热潮。“游客逐渐依赖已经访问过旅游目的地的其他旅行者的评

收稿日期: 2022-06-17

基金项目: 2019年科技部“现代服务业共性关键技术研发及应用示范”重点研发计划重点专项:“文化和科技融合特色产业集聚公共服务平台研发与应用示范”(项目号2019YFB1406000)阶段性成果。

作者简介: 李晓冰(1998.10-)女,山东财经大学文学与新闻传播学院2020级研究生;孙丽君(1969.6-),女,山东财经大学文学与新闻传播学院教授,博士,硕士生导师,研究方向为文化生产与消费。

论”。^[5]针对这一现象,国外学者主要运用文本分析法,对旅游目的地的游客意图体验^[6]、旅游幸福感综合评估^[7]、旅游承载力^[8]等进行研究。国内学者则侧重于对旅游目的地的形象分析评价、提升策略进行探究,研究对象范围广,包括省地市^[9]、特殊经济开发区^[10]、各类旅游景区^[11]等。研究方法上主要采用模型量化与质性分析相结合的方式,同时含有词频分析、认知形象分析、情感形象分析、语义网络分析。

回溯以上研究成果,相关理论研究趋于成熟,研究形式多样,研究范围广泛,研究多以统计数据、深度访谈和问卷调查的途径收集基础数据。但现有研究中针对热门旅游城市的研究较多,而对西部区域尤其是盐湖景区研究较少。目前,已有的旅游目的地形象研究主要围绕所研究的旅游目的地的相关游客体验展开,着重分析游客的感知形象并以此为依据对旅游地的品牌形象、建设改造等提出相关建议。例如,谢芳亭^[12]从认知形象、情感形象两方面对环青海湖地区的旅游感知形象进行分析研究;白梦^[13]等人以茶卡盐湖为例从其发展历程与游客评价来分析“走红”的影响因素并提出相关建议;薛明月^[14]等以青海湖景区为研究对象,作为湖泊型旅游景区的代表,对其进行经济价值综合评估。

另一方面,景区的可持续发展是满足旅游者的旅游需求,促使游客形成有效客观的感知形象的重要保障。“进入 21 世纪,旅游业发展要以绿水青山的可持续实现金山银山的利益所得。”^[15]景区的生态旅游开发除了其强调的生态环境的可持续性之外,也不能忽视旅游者的旅游需求,特别是代表其心理满足需求的游客感知形象。因为“只有在关注资源和生态持久利用的同时,还关注旅游者需求的满足,才能实现旅游目的地的经济、社会效益的提高,实现旅游资源的永续发展”^[16]。青海省作为生态盐湖旅游资源的大省,旅游业的可持续发展正处于“眼球经济”向“生态文明经济”转型的关键时期。如何分析游客感知形象中反映出的盐湖景区经济发展存在的问题,实现景区的适度开发与可持续发展,将在下文展开探讨。

2 研究区域与数据收集及预处理

2.1 研究区域

“青海省作为我国生态旅游资源的富集区,旅游业发展起步晚但起点很高,发展初期就步入生态旅游发展的轨迹。”^[15]盐湖是青海省独特的生态旅

游资源之一,其中海西蒙古族藏族自治州又代称柴达木,蒙古语意为“盐泽之地”,目前在海西境内共发现盐湖矿床 70 余处。作为研究对象的三个盐湖景区——茶卡盐湖、东台吉乃尔湖、茫崖翡翠湖均位于海西州。

茶卡盐湖作为“青海四大景”之一,是青海省较早开发的旅游景区,曾被国家旅游地理杂志评为“人一生要去的 55 个地方”之一,2016 年荣获国家 4A 级景区。相较后两者而言,其旅游资源开发经验久、品牌效应的影响力更强。截至 2021 年,茶卡盐湖景区的游客年接待量已达 300 万人次,依靠“大茶卡”景区建设的项目推进,乌兰县实现旅游收入 16.02 亿元,增长 0.54%。东台吉乃尔湖位于青海省海西州的格尔木市,北邻 315 国道,被称为“中国的马尔代夫”。该区域含铜量较高,因此呈现出蓝绿色,湖水面积整体为青海锂资源股份有限公司的矿区,是一个以卤水为主体的特大锂矿床。据海西州文旅局官方数据显示,2020 年疫情防控常态化、跨省旅游开放后东台吉乃尔湖的游客接待量达到 180 万人次。茫崖翡翠湖位于青海省海西州茫崖市尕斯湖东侧,面积约 26 平方公里,属于硫酸镁亚型人工盐湖。根据 2021 年携程网发布的《秋游及中秋预测数据报告》显示,翡翠湖热度居高不下,与青海湖、茶卡盐湖一起跻身青海景点热度排名前六,且 2021 年五一期间游客接待量单日达到千人次。

2.2 数据收集及预处理

利用 Python 网络爬虫技术,运用后羿采集器软件,分别在携程网、马蜂窝的景区相关评论区抓取评论。由于茶卡盐湖已经经过长时间开发成为较成熟的盐湖景区,而后两者为近期爆火的网红景区,知名度和游客人次远不及前者,为了保证数据的时效性、客观性、综合性,故选取 2020 年 1 月至 2021 年 8 月 13 日期间的评论作为文本分析的主要材料来源,共得到 1213 条评论,茶卡盐湖共 936 条,东台吉乃尔湖共 157 条,茫崖翡翠湖共 120 条。

由于互联网的共享、无界的特性,人们对于相关文字信息内容的获取也更加便利,在旅游管理方面运用的内容分析法大都基于网络点评。在此基础上,内容分析法也演变为网络文本分析法,成为分析游客情感体验的重要研究方法之一。本文采用网络文本分析法,应用 ROSTContentMining 6 软件作为分析工具,先添加分词自定义词表以及过滤词表,将本案例中的相关专有名词、动词进行添加以保证后期分析的准确性。经过分词、过滤的无意

义词语、高频词分析,语义网络与社会网络分析,情感分析等,完成相关数据的可视化,进一步研究探讨游客对三个网红盐湖的情感感知。

3 网红盐湖景区游客感知形象探知分析

3.1 游客网络评论词频分析

从茶卡盐湖的网络文本的高频词整理中可以看出(见表1)，“景区”“景点”“小火车”“天空之境”等词汇反映了成熟的、开发完善的盐湖旅游景区状况，茶卡盐湖的景区旅游开发项目（小火车）以及官方宣传主题是吸引游客前去的重要因素；除此之外，频繁出现的与“天气”相关的词汇——“蓝天”“晴天”“阴天”“天空”等说明作为自然生态盐湖景区，“观光”甚至“在哪里、在什么时候拍照”是游客主要的消费体验活动，而天气这种不可控条件也是导致游客满意度的重要客观因素，进而影响游客对于茶卡盐湖的主观体验与评价。在门票收入、景区出行方式等方面，“门票”“收费”“电瓶车”“往返”“排队”“步行”等词语大量出现，由于盐湖景区一般均为大面积的自然生态区，因此景区门票价格设定的合理性、景区内部交通的便利性也影响了旅游者的直观体验；在体现旅游者情感倾向和内心主观评价的形容词中，“漂亮”“好看”“值得一去”“值得推荐”“有趣”等频次最多，体现出当地自然资源与旅游观光的巧妙结合是盐湖景区爆火的闪光点，如何完善创意规划设计是已开发景区的下一步的发展重点。

表1 茶卡盐湖前60的网络文本的高频词汇总

高频词	频次	高频词	频次	高频词	频次	高频词	频次
景区	523	体验	129	大巴	64	选择	54
小火车	481	时间	126	效果	64	有趣	52
茶卡盐湖	444	天空	98	收费	64	还要	52
景色	356	风景	95	旅游	63	往返	52
盐湖	305	青海	93	然后	61	青海湖	51
天空之境	254	湖面	90	好看	60	排队	50
天气	250	倒影	89	最好	59	游玩	49
拍照	177	进去	88	火车	57	单程	49
游客	173	小时	87	停车场	57	蓝天	48
门票	166	漂亮	82	湖水	56	步行	47
茶卡	165	套票	76	电瓶车	56	方便	47
景点	163	门口	72	晴天	56	摆渡	46
鞋套	144	中心	71	值得一去	55	必须	44
地方	143	观光	67	好玩	55	乘坐	44
建议	132	公里	67	值得推荐	55	阴天	43

表2 东台吉乃尔湖前60的网络文本的高频词汇总

高频词	频次	高频词	频次	高频词	频次	高频词	频次
东台吉乃尔湖	259	中国	40	景区	29	大片	21
湖水	127	蓝色	39	好看	29	呈现	20
马尔代夫	124	建议	39	湖面	27	为主	20
青海	106	卤水	39	自驾	26	位于	20
雅丹	74	白色	38	大柴旦	26	朋友	20
地方	70	湖边	36	打卡	25	防晒	20
盐湖	67	景点	35	绿色	25	矿床	20
水上	51	结晶	33	一片	23	翠湖	20
颜色	50	格尔木	33	西北	23	大西北	19
柴达木	44	公路	32	国道	22	天空	19
游客	43	门票	31	清澈	22	沙滩	19
蒂芙尼蓝	43	网红	31	注意	22	地貌	19
盆地	40	景色	31	时间	22	阳光	19
开发	40	公里	30	茶卡盐湖	21	盐碱地	19
拍照	40	无人机	30	环线	21	拍摄	18

从东台吉乃尔湖的网络文本的高频词整理中可以看出(见表2)，西北环线和短视频宣传（“自驾”“打卡”“大西北”“环线”）是它吸引旅游者的重要因素，清澈天蓝色的湖水是游客的重要关注点；中国版“马尔代夫”“蒂芙尼蓝”“网红”拍出“大片”等词语高频次出现体现了短视频平台的精准性推送、广域性传播使得小众景区在宣传营销方面更有效、更深刻；“雅丹”“茶卡盐湖”“盐湖”“大柴旦”等词语的出现，体现出游客在欣赏体验东台景色的过程中会与其他景点以及同类盐湖景区进行比较，而评论中高频次提到的独特盐碱地貌、景区面积广、人少不拥挤、尚未商业化开发等特点也成为了东台在盐湖景区三足鼎立局势中占据一席之地的重要原因和优势。

从茫崖翡翠湖的网络文本的高频词整理中可以看出(见表3)，“颜色”“翡翠”“湖水”“绿色”“航拍”“翠绿”“矿物质”等词语的出现频次之高，说明主打小众旅游地，其凭借与海天一色的景观不同的鲜艳亮丽颜色为游客衍生出新的视觉体验。“大柴旦翡翠湖”“茶卡盐湖”“天空之境”等词比重较大，表现了游客在面对盐湖景区同质化发展的过程中，不断地比较，而茫崖翡翠湖作为新晋“网红”盐湖景点的热度并没有超过老牌“网红”茶卡盐湖，也不是天然盐湖区，它作为工业遗留下的人工湖代表，只能通过线上平台造势，以其强烈的新鲜感与猎奇感吸引更多的游客进行观光。

表3 茫崖翡翠湖前60的网络文本的高频词汇总

高频词	频次	高频词	频次	高频词	频次	高频词	频次
茫崖翡翠湖	158	注意	33	湖面	20	白色	16
翡翠湖	152	绿色	31	翠绿	19	打卡	16

盐湖	102	景点	31	时间	19	面积	16
茫崖	98	地方	31	人工	19	阳光	16
颜色	62	花土沟	30	景色	19	矿物质	15
青海	62	无人机	29	呈现	18	国道	15
大柴旦翡翠湖	57	拍摄	27	美丽	18	包车	14
翡翠	56	住宿	27	游客	17	平方公里	14
景区	50	公里	27	戈壁	17	雅丹	14
大柴旦	46	航拍	26	漂亮	17	一片	14
湖水	46	形成	25	倒映	17	倒影	13
门票	44	交通	22	柴达木	17	天气	13
自驾	42	大西北	20	茶卡盐湖	17	雪山	13
建议	34	位于	20	日落	17	硫酸	13
拍照	33	免费	20	镶嵌	16	天空之境	13

3.2 游客语义网络中心性分析

语义网络分析是有别于传统的统计分析和数据处理方法研究群体行动者关系的研究方法。^[17]由图 1a 可知,“小火车”的点度中心性为 30, 节点数值最大, 占据中心性比例最高。作为茶卡盐湖主打旅游产品, 依托天空之镜的口碑打造, 借助宫崎骏动漫《千与千寻》中的火车行驶于海上的画面进行实景还原, 吸引了游客的关注点; “景区”“茶卡盐湖”仅次于它, 在整个茶卡盐湖语义网络中占据重要地位。“门票”“天气”“拍照”等景区环境及体验方面的中心性在 14-7 之间, 其余因素的点度中心性较低, 分布在 6-1 之间。

由图 1b 可以看出,“湖水”“马尔代夫”“青海”是除“东台吉乃尔湖”之外点度中心性最高的三个节点, 数值在 18-12 之间。“结晶”“卤水”“蒂芙尼蓝”等节点词汇围绕“湖水”展开, 点度中心性为 9-6 之间。东台作为人工盐湖, 以其独特的矿物元素成分以及乌素特雅丹地质公园泄洪, 导致自身水位上涨, 构成了蓝白交织的清澈湖面, 形成了一套自己的吸睛“卖点”。虽然“自驾”“国道”等点度中心性仅为 1, 但是依然无法忽视的是交通的便利以及西北五省推出的西北环线的旅游路线, 这成为了东台吉乃尔湖持续发展的切入点。

如图 1c 所示,“茫崖翡翠湖”“翡翠湖”“茫崖”依次为点度中心性前三(数值分别是 25、18、17)位于整体网络图中心位置, 说明网络平台以及各个自媒体的宣传使得茫崖翡翠湖以及它的地理位置的影响性最高。“湖水”“颜色”“大柴旦翡翠湖”的程度中心性数值较低, 范围在 12-8 之间, “茶卡盐湖”“雅丹”等则低至 1, 说明在景观体验、娱乐活动这一方面, 作为后起之秀的茫崖翡翠湖被游客多次与其他类似的盐湖景区进行对比, 依然凭借其奇异瑰丽、不同质化的美景而出类拔萃,

打造了口碑。

总结以上分析可以发现: 景色的独特性和服务体验是数值最高的节点, 也是吸引游客的重要影响力因素。因此, 景区的设计规划、地区特色文化挖掘、难忘的旅游体验是网红盐湖景区取得长久发展的关键。

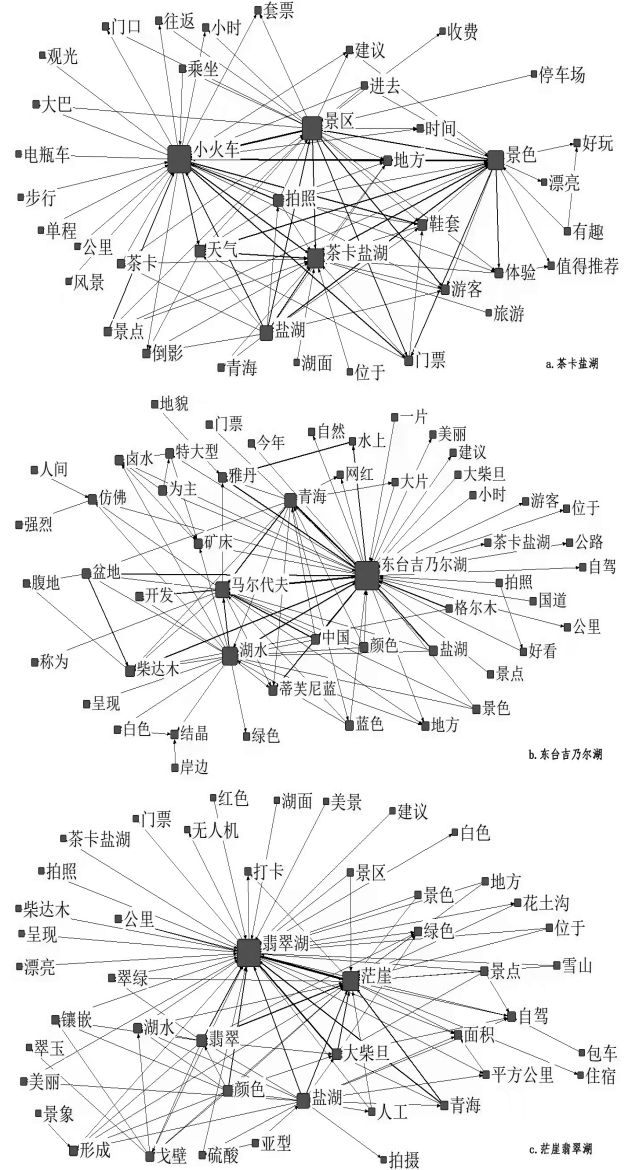


图1 三大网红盐湖景区网络文本语义中心度分析

3.3 网红盐湖景区的游客感知情感分析

利用 ROSTContentMining 6 软件对三个盐湖景区的评论语句进行情感分析, 将旅游者的情感分成积极、中性、消极三个类别。这一部分主要是对游客消费情感的反馈进行分析, 抓住主要问题, 为下一步观察把握游客满意度和关注点、提高重游率、开发潜在市场、实现景区可持续性发展提供重要参考。如表 4 可知, 茶卡盐湖的游客情感分布中, 积极情感比例达到 40.2%, 中性情感为 46.06%,

消极情感为 13.74%；东台吉乃尔湖的游客积极情感占比达到 41.64%，在三个盐湖中占比最高，中性情感为 43.73%，消极情感为 14.62%；茫崖翡翠湖的游客情感，比例最高的是中性情感超过积极情感的 39.71%，达到了 50.41%，消极情感仅有 9.89%，说明茫崖翡翠湖的特色不够明显，旅游的趣味性和吸引力不强，难以引起游客内心共鸣。

表4 三大网红盐湖景区游客评价网络文本的情感分析汇总

	茶卡盐湖		东台吉乃尔湖		茫崖翡翠湖	
	语句数 (条)	比例 (%)	语句数 (条)	比例 (%)	语句数 (条)	比例 (%)
积极	1036	40.20%	319	41.64%	245	39.71%
中性	1187	46.06%	335	43.73%	311	50.41%
消极	354	13.74%	112	14.62%	61	9.89%

4 网红盐湖景区可持续发展出现的主要问题

4.1 旅游资源开发同质化、商业化，生态环境污染严重

综合三个盐湖景区的消极情感评论，在观景方面的体验可大致分成两种类型，一是以茶卡盐湖为代表的老牌“网红”景区，另一个是作为新型未开发“网红”景区。“过于商业化”“失望”“过度”“污染”“盐湖萎缩”等词语在评论中多次出现，说明游客对于茶卡盐湖的开发过度、过度商业化产生了消极情感反映。东台吉乃尔湖和茫崖翡翠湖是新生代的盐湖景区，尚未经历大规模开发，基本保留了原生态的形成状态，但是“小心”“担心”“注意安全”“腐蚀性”“扔垃圾”等词语在评论内容中出现，说明开发程度低必然会导致安全性较低、环境维持不全面等问题。在后两者的评论中常出现“茶卡盐湖”这一关联词进行对比，除了自然因素形成了不同的观览景色之外，其余的旅游活动，三个景点都大同小异。但是游玩效果又和天气挂钩，不确定因素导致游客情感体验也不稳定，因此仅靠网络媒体的过度宣传包装不是留住游客的关键，突出各自差异化特点才能满足游客的心理预期。

作为工业文化、民族文化、生态文化交融的盐湖景区，除了基础的观光活动以外，也应侧重青海省地方特色文化和绿色发展理念的渗透，反观游客评论，更多侧重的是观览、拍照等活动，极少有人提到相关的采盐工业文化、民俗信仰文化。说明网络营销宣传带来的热度仅停留在文化旅游业的浅层次自然景色的观光游览上，未能挖掘深层文化内

涵，使得旅游者完成“打卡”这一活动后，没有产生重游的心理期待以及震撼心灵感触。

4.2 景区管理不够人性化，缺乏专业管理人员

“插队”“管理”“人性化”“人员”“态度差”等高频词出现在消极情感内容分析中，指出面对游客流量增多、乱收费这些现象时，即使有经营经验，茶卡盐湖景区的应对措施也不够完善，处理方式也不妥善，管理人员基本素养较差。而作为无门票收费的东台、茫崖翡翠两个盐湖景区则更是由于缺乏管理人员和景区管理制度，仅靠政府的几个提示牌和为了增加经济收益的当地居民，无法形成完善的旅游管理机制，存在更多的潜在隐患。

4.3 配套设施建设不完善，基本需求不便利

“摆渡车”“停车”“吃饭”“住宿”“厕所一般”“景区不好找”“住宿艰苦”等消极情感关键词反映了盐湖景区路途遥远、地理位置一般。这些客观因素导致景区的配套基础设施建设不完善，被游客所诟病。吃饭、住宿、停车不方便甚至基本商品、基础服务的价格哄抬居高不下，导致游客体验感严重降低。

5 结论及可持续发展策略

5.1 结论

通过对携程网、马蜂窝的在线评论，先后进行了高频词、语义网络中心性分析和情感分析，得出了以下结论：

首先，游客对网红盐湖景区的总体评价集中于自然景色和设施体验两个方面，但是对于深层的工业文化、民族文化、民俗文化认知不够深刻，忽视了文化这一核心体验要素。其次，游客对盐湖景区的爆红现象、游玩体验的情感感知是正面积分的，同时在中心性分析中确定出网红盐湖景区的生态景观独特性、多样性以及服务接待能力是重要节点，对于游客形象感知影响力最强。最后，游客产生消极情感倾向的原因是存在景区环境破坏污染、盐湖类景区同质化、基础设施不达标、服务管理不规范等问题。由此可见，在未来发展过程中，网红盐湖景区应注重本体的生态环境保护，避免在信息化、媒体化时代的过度宣传、虚假宣传、刻意炒作，降低游客心理落差。

5.2 可持续发展策略

1) 保护生态环境，深挖地方文化特色，创新旅游景点规划

面对纷繁多样的互联网媒体宣传发布，内容和

本质始终是塑造IP形象的根本,必须深耕文化底蕴,口碑爆红才能长久而非依靠抖音、小红书、微博等平台的“网红滤镜”。景区应该制定详细的生态环境保护条例,加强环境保护宣传,在景区内多设置垃圾收集处、垃圾桶、垃圾车,招聘清洁工、环卫工人、环境监督员,有必要时对破坏环境的游客进行合理的惩罚处置。

在保证盐湖景区良好生态环境的基础上,进一步根植青海省盐湖开采的工业文化,保留地独特多的民族民俗文化,开展体验性强的娱乐活动,避免同质化竞争,支持鼓励各类盐湖景区采取差异化的创新经营模式。例如模拟采盐工人的工作、动手DIY盐雕、参与祭湖仪式的歌舞表演等。这样不仅有利于丰富游客的参与度,也提升了盐湖景区多样的感知形象,保护生态环境的同时延绵了文化精神。

2) 提升服务质量,注重服务、管理梯队人员的专业性培养

从消极形象感知中可以得知游客对景区的软环境即服务质量尤为重视,提出了天气不好、收费不合理、服务态度差等问题。针对这一方面,景区管理层要与相关旅游专业的高校、服务人员培训机构进行合作,引进高素质的管理型人才,同时不定期的对各个部门的服务人员进行入岗、职业素养培训,提高自身服务管理梯队的水平。同时,通过预约方式控制人流量,借助官方公众号、小程序等平台提前预报天气情况,推荐游览观光方式及活动,使游客“乘兴来,满意归”。

3) 完善基础设施,提升景区科学智能管理,优化游客体验

在公共休息区、卫生设施建设方面,景区应当扩大卫生间、旅游休息亭等设施的建设规模,有必要时设置母婴休息室,满足旅游者的基本生理需求,在体验原生态风景的同时做到不回归“野蛮生活”;在门票收费方面,各个盐湖景区应当形成行业机构统一制定的收费标准,明确区分门票费、交通费、设施使用费等,避免套票混乱,与官方旅游平台、APP合作,避免黄牛等非法抬高门票价格,影响游客体验感;在交通疏通引导、讲解服务方面,景区适当扩大停车场规模,设置独立的停车区域,避免出现交通堵塞,同时采用智能化的APP小助手或者扫描二维码等方式,实现景区定位引导,提供识文化随时随地讲解服务;在购物吃住方面,应结合景区内部功能片区布局、周边地理位置以及行政区域来合理规划建设特色餐馆、文创产品店

铺、酒店民宿青旅等。

参考文献:

- [1] 新华网.习近平到青海考察[EB/OL].(2016-08-22)[2021-10-10]. http://www.xinhuanet.com/politics/2016-08/22/c_129248346.htm.
- [2] 吴小根,杜莹莹.旅游目的地游客感知形象形成机理与实证——以江苏省南通市为例[J].地理研究,2011,30(9):1556.
- [3] 张维亚,赵昭.旅游文化[M].大连:东北财经大学出版社,2008:174.
- [4] Hunt J D. Image as a factor in tourism development[J]. Journal of travel research, 1975, 13(3):1-7.
- [5] Assaker G. Age and gender differences in online travel reviews and user-generated-content (UGC) adoption: extending the technology acceptance model (TAM) with credibility theory [J]. Journal of hospitality marketing & Management, 2020, 29(4):428-449.
- [6] Baniya R, Dogru-Dastan H, Thapa B. Visitors' experience at angkor wat, cambodia: evidence from sentiment and topic analysis[J]. Journal of heritage tourism, 2021, 16(6):632-645.
- [7] Garner B, Thornton C, Pawluk A L, et al. Utilizing text-mining to explore consumer happiness within tourism destinations[J]. Journal of business research, 2022, 139:1366-1377.
- [8] Tokarchuk O, Barr J C, Cozzio C. How much is too much? estimating tourism carrying capacity in urban context using sentiment analysis[J]. Tourism management, 2022, 91:104522.
- [9] 谭红日,刘沛林,李伯华.基于网络文本分析的大连市旅游目的地形象感知[J].经济地理,2021,41(3):231-239.
- [10] 吴开军,温锦婷,杨州,等.基于大数据文本分析的境外游客对粤港澳大湾区旅游形象感知研究[J].深圳社会科学,2022,5(1):14-24.
- [11] 李婷,武刚,梁丽芳,等.基于网络评论的五台山旅游目的地游后形象感知研究[J].干旱区资源与环境,2021,35(8):192-198.
- [12] 谢芳亭.基于网络文本分析的环青海湖地区旅游感知形象研究[J].内蒙古科技与经济,2017(2):83-85.
- [13] 白梦,赵书虹.游客感知视角下生态型网红景区可持续发展研究——以茶卡盐湖为例[J].旅游研究,2019,11(6):41-53.
- [14] 薛明月,肖景义,高丽文,等.湖泊型旅游景区经济价值综合评估——以青海湖景区为例[J].山西大学学报(自然科学版),2018,41(1):241-247.
- [15] 马桂芳.青海生态旅游可持续发展的几点思考[J].青海师范大学学报(哲学社会科学版),2020,42(3):83-88.
- [16] 王雅红,何新胜.旅游学原理与西北文化旅游[M].兰州:兰州大学出版社,2007:308.
- [17] 金芳阁,殷格兰,田逢军.基于网络分享内容的红色旅游意象特征分析——以南昌市系列红色旅游经典景区为例[J].老区建设,2019(18):44-52.

(上转第17页)

基于大宗交易平台的融资风险指标体系研究

耿志敏¹, 杜惠英², 吴佳²

(1. 山东华宇工学院 经济管理学院, 山东 德州 253034;
2. 北京信息科技大学 信息管理学院, 北京 100192)

摘要: 文章基于大宗商品交易平台, 以应收账款融资模式为例, 构建融资风险指标体系。首先, 基于云道大宗商品交易平台的融资业务流程, 结合近 20 年大宗商品领域风险事件, 构建初步融资风险指标体系, 采用德尔菲法确定最终指标体系; 其次, 通过专家打分法将指标量化, 运用熵权法确定各指标权重; 最后, 根据权重结果进行分析, 并提出参考性建议, 帮助监管部门聚焦风险方向。

关键词: 大宗交易平台; 应收账款融资; 德尔菲法; 熵权法

中图分类号: F712.2 **文献标识码:** A **文献编号:** 1004-9444 (2022) 04-0065-09

1 引言

十三五期间, 我国大宗商品社会销售总额平均增长 5.9%, 2020 年我国大宗商品销售额大约是 80 万亿, 可见大宗商品市场与我国经济发展息息相关, 是我国经济发展的基石。大宗商品行业的发展依托于国家战略和新兴市场的带动, 目前我国尚未形成大宗商品统一的市场监管体系, 尤其在现货市场, 交易鱼龙混杂, 风险较高, 银行对于该领域的信贷业务一直保持较高的警惕性。随着“电商平台+供应链金融”的良好发展, 牡丹国际商品交易中心、云道大宗商品交易平台、网盛大宗商品交易中心、国利大宗商品交易中心等一些具有代表性的大宗交易平台均开展了供应链金融服务, 为参与大宗商品交易的买卖双方提供了融资途径。因此, 本文基于云道大宗商品交易平台中融资业务流程, 通过分析近 20 年大宗商品领域发生的风险事件, 构建融资风险指标体系, 并对各个指标展开深入研究, 为供应链融资风险研究提供理论基础, 对供应链金融模式下的融资风险防范具有实践意义。

2 研究现状

在供应链金融服务方面, 魏华 (2017)^[1]通过对大宗商品电子商务平台供应链金融服务的梳理与研究, 进一步探讨了供应链金融的发展方向和需要注意的风险点。严月华 (2017)^[2]结合大宗商品结构性贸易融资原理分析了结构性大宗商品贸易融资的风险。在信用风险指标提取方面, 白世贞 (2013)^[3]结合供应链金融的运作模式, 归纳了 15 个供应链金融业务的风险影响因素, 建立了具有较好一致性和稳定性的风险指标体系。同时, 范黎波等 (2014)^[4]在供应链金融运作模式中引入了神经模糊系统, 结合行业状况、融资企业因素、核心企业因素、融资产品本身的因素以及供应链上双方合作的关系等五个方面建立了中小企业的信用风险评价体系, 并构建了我国中小企业信用风险评级的神经模糊模型。此外, 张目 (2015)^[5]等根据预付款融资的内涵及业务流程, 对预付款融资的主要风险来源进行分析, 从借款企业的信用风险、核心企业的信用风险及回购能力、质押物权属及担保安排、质押物的变现风险、物流企业的监管风险、供应链的运营状

收稿日期: 2021-10-13

基金项目: 北京信息科技大学国家重点计划课题: 大宗商品电子商务市场的交易风险智能分析与预警技术 (2019YFB1405003);
德州市现代服务业软科学研究基地资助项目。

作者简介: 耿志敏 (1996-), 女, 山东德州人, 助教, 硕士, 研究方向: 电子商务、供应链金融。

况等六个方面构建预付款融资模式下科技型中小企业信用风险评价指标体系。同时，王宝森等（2017）^[6]通过阿里巴巴网，选取了 2016 年度 60 家平台中小企业，按照互联网供应链信用风险影响指标选择的原则，选取了年营业收入、仓库面积、员工人数、累计成交笔数、累计买家数、重复采购率等 14 个指标，以主成分分析法确定了影响互联网供应链金融的主要影响因素。并且，赵月娇（2019）^[7]以农业供应链电商平台的数据为例，对信用风险因素指标进行主成分分析，筛选出信用风险模型度量的重点指标，在对实际农业电商平台的风险案例进行分析的同时，提取其中的主要风险因子与 Logistic 回归模型分析结果相结合，得出最具有影响力的信用风险因素指标。在信用风险模型构建方面，方焕等（2015）^[8]在供应链金融信用风险理论基础上，对农业类企业在供应链金融中的风险进行探讨，建立 Logistic 模型来度量农业类企业在供应链金融中的风险，以用来判别农业类企业的违约情况。同时，方匡南等（2016）^[9]在充分考虑变量间的网络结构(Network) 关系基础上，提出了网络结构 Logistic 模型，通过惩罚方法的同时实现变量选择和参数估计。根据蒙特卡罗模拟结果表明，当变量之间存在紧密相依关系时，网络结构模型比 MCP、SCAD、LASSO 模型的变量选择和预测效果更好，尤其是当变量间相关系数很大时，网络结构 Logistic 模型的变量选择和预测结果表现更为突出。此外，范铭铭等（2019）^[10]基于农产品应收账款融资模式根据农产品中小企业的特点，选取了融资企业信用情况、核心企业信用情况、供应链相关情况以及应收账款 4 个评价指标，构建了基于 BP 神经网络的农产品供应链金融应收账款信用风险评估模型，将我国中小板上市公司 2018 年第一季度财务数据作为原始数据，对信用风险评估模型进行了分析。

综上所述，我国在供应链金融融资风险方面的研究较多，但在大宗商品领域，基于交易平台的融资风险研究却处于初步探索阶段。基于大宗商品交易平台的供应链金融服务是未来发展的趋势，而应收账款融资模式占据了供应链金融融资模式的 80%。因此，本文以应收账款融资模式为例，对大宗商品融资风险展开深入研究。

3 基于平台的应收账款融资风险指标体系的构建

3.1 基于平台的应收账款融资风险指标体系的选取

本文在大宗商品应收账款融资风险指标体系的选取过程中遵循了综合性与全面性、客观性与科学性、针对性与适用性等原则。由于大宗商品领域的特殊性，交易数量大，涉及金额多，风险一旦发生将会对国家经济造成很大的损失，目前学者在大宗商品方面的研究较少。因此，本文在指标选取原则方面提出了案例分析原则，将风险事件追溯到上世纪九十年代，搜集了许多发生在大宗商品领域的风险事件，例如：青岛港骗贷案、上海钢贸案、金银岛事件、澳新银行事件、海南棕榈油 M506 事件、广联豆粕逼仓事件、桂糖事件、兰生琼胶事件、龙鼎大蒜事件、苏州“红小豆 602”事件等，从中提取重要的风险指标。应收账款融资是供应链金融模式下的一种融资方式，通过统计供应链金融环境下的融资信用风险指标在相关文献中出现的频数，并结合云道大宗商品交易平台的应收账款融资业务流程，选取出现频数较高且与大宗商品应收账款融资风险相关的指标作为本文的初步指标。大宗商品初步融资风险指标体系如图 1 所示。

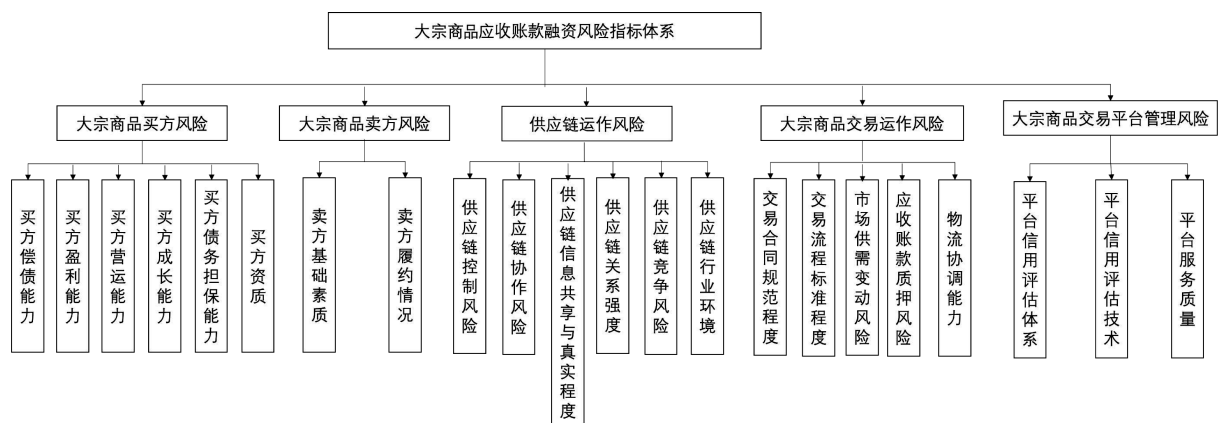


图 1 大宗商品应收账款初步融资风险指标体系

3.2 基于平台的应收账款融资风险指标体系的构建

在指标体系的构建过程中, 本文严格遵守德尔菲法的具体流程, 确定了最终的融资风险指标体系。首先在“大宗商品电子商务协同监管服务”论坛上, 采用现场调查的方式对熟悉大宗商品领域专家的性别、年龄、学历情况、职称(公司职务)、工作年限、电子邮箱等基本信息进行调研, 然后通过对信息的汇总与筛选, 选择了16位研究该领域的相关人士, 其中有复旦大学、东南大学的博士生导师, 金网安泰等涉及大宗业务公司的副总经理。大宗商品领域专家81.25%具有硕士及以上学历, 50%具有从事相关工作10年以上经验。

通过向专家发送电子邮件的方式, 进行第一轮问卷调查, 本次调查问卷发送16份, 回收16份, 回收率100%。问卷内容主要咨询专家对初步选取指标的认可程度以及对指标的熟悉程度, 同时询问专家需要增减的指标。询问专家对指标的熟悉程度是调查专家根据自己的专业知识、领域研究、实践经验等来判断自己对该指标的了解程度, 以此来判断专家的权威性。通过对第一轮调查问卷的统计与分析, 专家对指标的熟悉程度为一般熟悉, 70%以上的专家对该指标保持一般认可态度及以上的进行保留, 专家建议添加的指标进行补充, 修改后的指标体系如图2所示。

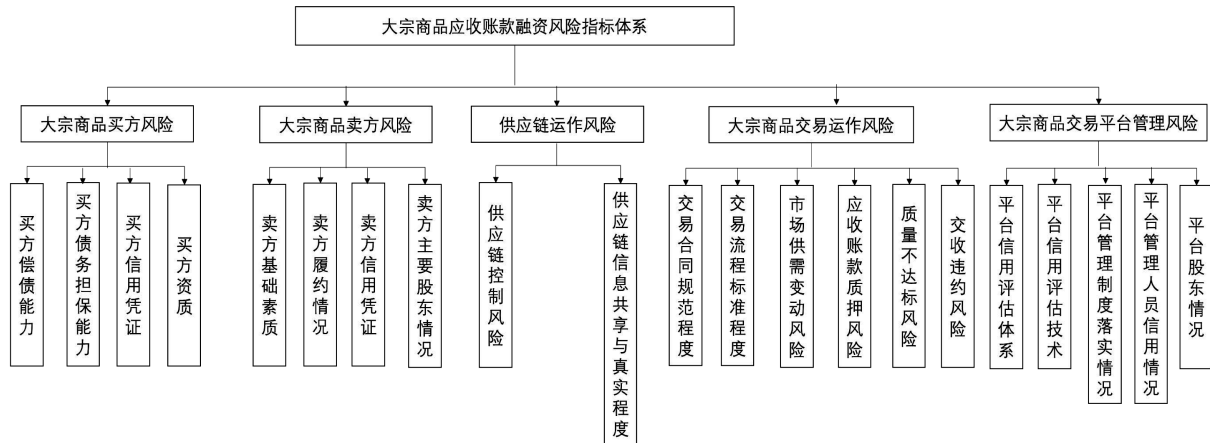


图2 修改后大宗商品应收账款融资风险指标体系

对第一轮问卷进行统计分析并针对专家提出的意见进行修改后, 给同一专家发送第二轮问卷, 发送16份, 回收13份, 回收率81.25%。对收到问卷反馈结果进行统计分析, 并与专家取得联系进行沟通, 确定最终的指标体系, 如图3所示

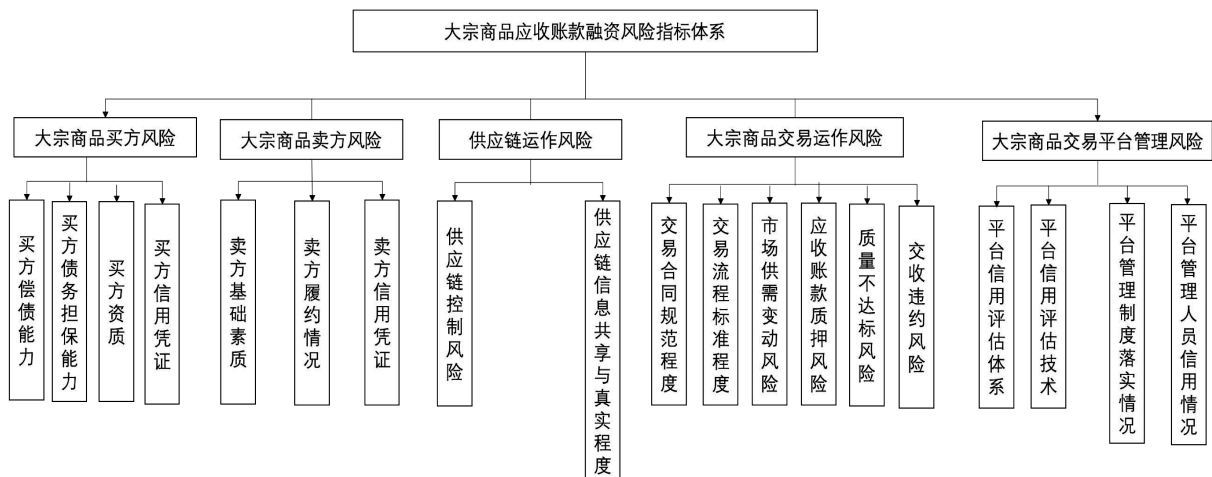


图3 大宗商品应收账款融资风险指标体系

4 基于平台的应收账款融资风险指标权重确定

4.1 专家打分法确定各指标分值

基于上述最终确定的大宗商品应收账款融资风险指标体系,以电子邮件的方式向 16 位专家发送调查问卷,咨询专家对各维度指标的重要程度进行打分,各指标的重要程度及分值如表 1 所示。

表1 各指标重要程度及分值

分值	1	2	3	4	5
解释	很不重要	不重要	一般重要	重要	很重要

本文针对指标重要程度分值的确定进行了两轮问卷调查,第一轮共发放 16 份问卷,回收有效问卷 13 份,回收率 81.25%,第二轮发放调查问卷 13 份,回收有效问卷 13 份,回收率 100%。两次调查问卷回收率均高于 70%,符合美国社会学家巴比曾提到的进行问卷调查时对回收率所要达到的要求。采用变异系数来衡量参与此次问卷的专家对各项评价指标打分的可信度,变异系数越小表明各位专家之间的意见越统一,两轮专家打分变异系数比较如表 2 所示。第二轮的变异系数明显小于第一轮,因此第二轮的打分结果可信度较高,采用第二轮的打分结果作为指标权重分析的依据。

表2 两轮专家打分变异系数比较表

指 标	第一轮变异系数	第二轮变异系数
买方偿债能力	0.292	0.068
买方债务担保能力	0.308	0.169
买方资质	0.328	0.178
买方信用	0.219	0.124
卖方基础素质	0.308	0.265
卖方履约情况	0.257	0.081
卖方信用凭证	0.337	0.124
供应链控制风险	0.303	0.178
供应链信息共享及真实程度	0.309	0.227
交易合同规范程度	0.290	0.159
交易流程标准程度	0.276	0.157
市场供需变动风险	0.269	0.178
应收账款质押风险	0.250	0.178
产品质量不达标风险	0.274	0.178
交收违约风险	0.358	0.118
交易平台信用评估体系	0.275	0.157
交易平台信用评估技术	0.306	0.150
交易平台管理制度落实情况	0.300	0.134
交易平台管理人员信用情况	0.361	0.249

4.2 熵权法确定各指标权重

熵权法是一种客观的赋权方法,在信息论中,熵是对不确定性的一种度量。根据熵的特性,可以通过计算其信息熵的值来判断指标离散程度的大小,熵值越小,指标的离散程度越大,说明该指标对综合评价的影响(即权重)越大。具体步骤如下:

1) 数据的归一化处理

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)}$$

2) 计算第 j 项指标下第 i 个记录所占比重

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} (j = 1, 2, 3 \dots m)$$

在对数据做归一化处理以后,将一级指标及其所对应的二级指标中的数据代入指标比重计算公式,得

出指标比重矩阵, 如表3和表4所示。

表3 一级指标比重矩阵

指标	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
大宗商品买方风险	0.09	0.04	0.04	0.13	0.22	0.04	0.09	0.13	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
大宗商品卖方风险	0.14	0.07	0.07	0.07	0.17	0.03	0.07	0.10	0.10	0.07	0.03	0.03	0.03
供应链运作风险	0.12	0.04	0.04	0.12	0.20	0.08	0.04	0.12	0.04	0.04	0.04	0.08	0.04
大宗商品交易运作风险	0.09	0.04	0.09	0.09	0.22	0.04	0.04	0.13	0.04	0.04	0.09	0.04	0.04
大宗商品交易平台管理风险	0.08	0.04	0.08	0.08	0.21	0.04	0.04	0.13	0.04	0.04	0.08	0.08	0.04

表4 二级指标比重矩阵

指 标	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
买方偿债能力	0.09	0.04	0.04	0.13	0.22	0.04	0.09	0.13	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
买方债务担保能力	0.08	0.04	0.08	0.12	0.20	0.04	0.04	0.12	0.12	0.04	0.04	0.04	0.04
买方资质	0.14	0.07	0.07	0.07	0.17	0.03	0.07	0.10	0.10	0.07	0.03	0.03	0.03
买方信用	0.08	0.07	0.07	0.08	0.10	0.07	0.07	0.09	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07
卖方基础素质	0.13	0.04	0.04	0.13	0.21	0.04	0.04	0.13	0.04	0.04	0.04	0.08	0.04
卖方履约情况	0.07	0.04	0.07	0.11	0.19	0.04	0.15	0.11	0.04	0.04	0.04	0.07	0.04
卖方信用凭证	0.08	0.07	0.07	0.09	0.10	0.07	0.10	0.09	0.08	0.09	0.07	0.07	0.07
涉农供应链控制风险	0.09	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07
供应链信息共享及真实程度	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
交易合同规范程度	0.09	0.04	0.09	0.09	0.22	0.04	0.04	0.13	0.04	0.04	0.09	0.04	0.04
交易流程标准程度	0.07	0.07	0.10	0.07	0.17	0.07	0.07	0.10	0.07	0.07	0.07	0.03	0.03
市场供需变动风险	0.09	0.07	0.07	0.10	0.09	0.07	0.08	0.09	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07
应收账款质押风险	0.08	0.04	0.08	0.08	0.20	0.04	0.08	0.12	0.08	0.04	0.08	0.04	0.04
产品质量不达标风险	0.09	0.06	0.09	0.13	0.16	0.03	0.03	0.09	0.06	0.09	0.03	0.09	0.03
交收违约风险	0.08	0.04	0.08	0.08	0.21	0.04	0.04	0.13	0.04	0.04	0.08	0.08	0.04
交易平台信用评估体系	0.12	0.04	0.12	0.08	0.19	0.04	0.08	0.12	0.04	0.04	0.08	0.04	0.04
交易平台信用评估技术	0.07	0.07	0.07	0.10	0.17	0.03	0.10	0.10	0.07	0.03	0.07	0.10	0.03
交易平台管理制度落实情况	0.13	0.04	0.04	0.13	0.21	0.04	0.04	0.13	0.04	0.04	0.04	0.08	0.04
交易平台管理人员信用情况	0.08	0.07	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07

3) 计算第j项指标的信息熵

$$e_j = -k * \sum_n P_{ij} * \log(P_{ij}), \quad k = \frac{1}{\ln(n)}$$

将上述所计算得到的数据代入信息熵计算公式, 得出各个指标的信息熵值, 如表5和表6所示。

表5 一级指标信息熵

指标	大宗农产品卖方风险	大宗农产品买方风险	涉农供应链运作风险	大宗农产品交易运作风险	大宗商品电子交易平台管理风险
信息熵	0.9273	0.9483	0.9320	0.9362	0.9423

表6 二级指标信息熵

指标	信息熵
买方偿债能力	0.9273
买方债务担保能力	0.9320
买方资质	0.9483
买方信用	0.9973
卖方基础素质	0.9252
卖方履约情况	0.9334
卖方信用凭证	0.9961
涉农供应链控制风险	0.9964
供应链信息共享及真实程度	0.9968
交易合同规范程度	0.9362
交易流程标准程度	0.9669
市场供需变动风险	0.9972
应收账款质押风险	0.9483
产品质量不达标风险	0.9510
交收违约风险	0.9422
交易平台信用评估体系	0.9389
交易平台信用评估技术	0.9600
交易平台管理制度落实情况	0.9252
交易平台管理人员信用情况	0.9974

4) 计算第 j 项指标的权重 W_j

$$W_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{i=1}^m (1 - e_j)}$$

5) 将上述计算的信息熵值 e_j 代入指标权重计算公式 W_j ，得到 5 个一级指标与 19 个二级指标的熵权值，如表 7 和表 8 所示。

表7 一级指标熵权值

指 标	大宗商品买方风险	大宗商品卖方风险	供应链运作风险	大宗商品交易运作风险	大宗商品交易平台管理风险
熵权值	0.2314	0.1647	0.2164	0.2032	0.1841

表8 二级指标熵权值

指标	熵权值
买方偿债能力	0.3725
买方债务担保能力	0.3484
买方资质	0.2651
买方信用	0.0140
卖方基础素质	0.5153
卖方履约情况	0.4583
卖方信用凭证	0.0264
供应链控制风险	0.5339
供应链信息共享及真实程度	0.4661
交易合同规范程度	0.2473
交易流程标准程度	0.1282
市场供需变动风险	0.0107
应收账款质押风险	0.2001
产品质量不达标风险	0.1897
交收违约风险	0.2240
交易平台信用评估体系	0.3421
交易平台信用评估技术	0.2239
交易平台管理制度落实情况	0.4193
交易平台管理人员信用情况	0.0147

根据上述熵权值的结果,一级指标及其所对应的二级指标的综合权重结果如表9所示。

表9 大宗商品应收账款融资风险指标体系权重

一级指标	一级权重	二级指标	二级权重	综合权重
大宗商品买方风险	0.2314	买方偿债能力	0.3725	0.0862
		买方债务担保能力	0.3484	0.0806
		买方资质	0.2651	0.0613
		买方信用	0.0140	0.0032
大宗商品卖方风险	0.1647	卖方基础素质	0.5153	0.0849
		卖方履约情况	0.4583	0.0755
		卖方信用凭证	0.0264	0.0043
供应链运作风险	0.2164	供应链控制风险	0.5339	0.1155
		供应链信息共享及真实程度	0.4661	0.1009
大宗商品交易运作风险	0.2032	交易合同规范程度	0.2473	0.0503
		交易流程标准程度	0.1282	0.0261
		市场供需变动风险	0.0107	0.0022
		应收账款质押风险	0.2001	0.0407
		产品质量不达标风险	0.1897	0.0385
		交收违约风险	0.2240	0.0455
		交易平台信用评估体系	0.3421	0.0630
		交易平台信用评估技术	0.2239	0.0412
大宗商品交易平台管理风险	0.1841	交易平台管理制度落实情况	0.4193	0.0772
		交易平台管理人员信用情况	0.0147	0.0027

5 研究结论及建议

5.1 研究结论

由表9可知,大宗商品买方风险对应收账款融资风险的影响最大,其次分别是供应链运作风险、大宗商品交易运作风险、大宗商品交易平台管理风险、大宗商品卖方风险。

1) 大宗商品买方风险

该维度占比最大的是买方偿债能力,偿债能力是衡量一个企业用其资产偿还债务的能力,是企业能否健康生存和发展的关键,对于评估买方风险极为重要,权重为0.37。其次为买方债务担保能力,债务担保能力是反映买方将企业实物资产作为抵押物帮助融资企业偿还债务的能力,权重为0.35。再次是买方资质,买方资质是用来衡量企业规模、组织架构完善程度以及参与大宗交易年限等因素对融资风险影响大小程度,权重为0.26。最后为买方信用凭证,在大宗商品交易中,信用凭证是买方入市交易时所必须具有的凭证,是用于结算的信用工具,具有一定的实效性,对融资业务的开展影响不是很大,因此给融资带来的风险不是很大,权重为0.02。综上,大部分专家认为买方偿债能力和债务担保能力对于评估大宗商品买方风险非常重要,间接说明了这两个指标对整个应收账款融资风险影响非常大。

2) 大宗商品卖方风险

该维度占比最大的是卖方基础素质,大宗商品卖方作为融资方,其基础素质主要反映其行业资质、参与交易的人员的业务素质,因此在风险评估中最为重要,权重为0.51。其次是卖方履约情况,卖方履约情况反映的是卖方的历史交易履约情况,历史数据对于风险的评估具有很重要的作用,权重为0.46。最后是卖方信用凭证,与买方信用凭证相同,也是用于结算的信用工具,对融资业务的开展影响不是很大,权重为0.03。综上,大部分专家认为大宗商品卖方基础素质和履约情况对于评估大宗商品卖方风险非常重要,间接说明了这两个指标对整个应收账款融资风险的影响非常大。

3) 供应链运作风险

该维度中占比最大的是供应链控制风险,权重为0.53,供应链控制风险是指买方作为大宗商品交易链条上的核心企业,其对整个链条的凝聚力的强弱会对整条供应链风险有很大的影响,控制力度越大风险

越小。其次为供应链信息共享及真实程度,权重为 0.47,供应链企业之间的信息共享及真实程度可以有效促进企业间的沟通协调,消除因信息不对称带来的风险,对整条供应链的运作起很大的作用。综上,两个指标的权重差异较小,说明专家一致认为供应链控制风险与供应链信息共享及真实程度对融资风险都很重要。

4) 大宗商品交易运作风险

该维度中占比最大的是交易合同规范程度,权重为 0.25,大宗商品交易模式多种多样,买卖双方在签署合同时因交易模式的选择以及是否严格遵循交易模式规定给交易运作所带来的风险。其次为买卖双方交收违约风险,权重为 0.22,买卖双方交收违约风险主要体现在货款预付情况、是否拖欠货款以及商品的准时交货情况。再次为应收账款质押风险,权重为 0.20,产品质量不达标风险,权重为 0.19,质押风险主要体现在应收账款账单的真实性、质押率不确定所带来的风险以及是否存在提供虚假应收账款账单进行联合骗贷的风险。产品质量不达标主要体现在买卖双方在商品交收时发现卖方提供的商品质量合格率没有达到合同要求的标准。最后为市场供需变动风险,权重为 0.01,由市场竞争、行业政策等因素的影响而引发的市场供需波动所带来的风险,一大部分专家认为其对交易运作的影响不是很大。

5) 大宗商品交易平台管理风险

该维度中占比最大的是交易平台管理制度落实情况,权重为 0.42,交易平台管理制度的建立、监管方式的选择及管理制度的执行情况,将直接影响交易平台的管理风险。其次为交易平台信用评估体系,权重为 0.34,在应收账款融资业务开展过程中,对融资授信评估体系设计的完善程度也会对交易平台管理有很大影响。再次为交易平台信用评估技术,权重为 0.22,大宗商品交易平台在提供供应链金融服务时能否有足够的技术支撑,因缺乏技术支撑而引发风险。最后为交易平台管理人员信用情况,权重为 0.02,大宗商品交易平台的管理人员的业务素质、管理层的个人素质等对融资风险带来的不确定性影响不是很大。

5.2 建议

根据上述研究结论,对大宗商品应收账款融资风险影响最大的是大宗商品买方风险,其次是供应链运作风险,再次是大宗商品交易运作风险。大宗商品应收账款融资是以买卖双方真实交易为基础,通过企业间的相互协调与核心企业的担保来提高信用等级,大宗商品买方作为链条上的核心企业,起绝对的信用担保作用,对融资风险的影响最大。供应链是大宗商品应收账款融资的桥梁,应收账款融资是以供应链上企业间的真实贸易为基础的,因此供应链运作风险和交易运作风险对应收账款融资风险的影响也不容小觑。基于此,建议在应收账款融资的过程中平台应加强供应链数字金融服务,强调供应链上下游企业之间、银行与大宗商品交易平台之间的数字化协同,尽量减少中间环节,强调信息共享与信息传递,还原大宗商品供应链企业之间的贸易关系网络,提高大宗商品交易双方的信用风险预测的准确性,严格制定大宗商品交易反套现、过度炒作导致价格波动较大等风险的防控策略。在融资过程中银行与平台在贷前、贷中和贷后都应保持深入的合作,在控制融资风险的同时帮助融资企业解决资金周转困难的问题。

参考文献:

- [1] 魏华. 大宗商品电商平台供应链金融模式风险管理研究[D]. 济南: 山东大学, 2017: 35.
- [2] 严月华. 大宗商品贸易融资风险研究[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2017(7): 68-69.
- [3] 白世贞, 黎双. 基于BP神经网络的供应链金融风险评估研究[J]. 商业研究, 2013(1): 27-31.
- [4] 范黎波, 贾军, 贾立. 供应链金融模式下中小企业信用风险评级模型研究[J]. 国际经济合作, 2014(1): 90-94.
- [5] 张目. 存货质押融资模式下科技型中小企业信用风险评价指标体系研究[C]. 智能信息技术应用学会, 2015: 325-330.
- [6] 王宝森, 王迪. 互联网供应链金融信用风险度量与盯市管理[J]. 中国流通经济, 2017, 31(4): 77-84.
- [7] 赵月娇. 农业供应链金融信用风险管理研究[D]. 长春: 吉林大学, 2019: 78.
- [8] 方焕, 孟枫平. 基于Logistic模型的供应链金融信用风险实证研究—以农业类上市公司为例[J]. 山西农业大学学报(社会科学版), 2015, 14(11): 1158-1164.
- [9] 方匡南, 范新妍, 马双鹤. 基于网络结构Logistic模型的企业信用风险预警[J]. 统计研究, 2016, 33(4): 50-55.
- [10] 范铭铭, 王世民. 基于BP神经网络的农产品供应链金融应收账款信用风险评估研究[J]. 福建茶叶, 2019, 41(2): 41.

Research on Financing Risk Index System Based on Block Trading Platform

GENG Zhi-min¹, DU Hui-ying², WU Jia²

(1.School of Economics and Management, Shandong Huayu University of Technology, Dezhou Shandong 253034, China; 2.School of Information Management, Beijing Information Science & Technology University, Beijing 100192, China)

Abstract: Based on the commodity trading platform, this paper takes the financing mode of accounts receivable as an example to build the financing risk index system. Firstly, the principle of case analysis is put forward, and the preliminary index system is constructed by analyzing the risk events in the field of bulk commodities in recent 20 years, and the final index system is determined by Delphi method. Secondly, the index is quantified by expert scoring method, and the weight of each index is determined by entropy weight method. Finally, according to the results of weight analysis, and put forward reference suggestions to help regulatory authorities focus on the direction of risk.

Keywords: block trading platform; accounts receivable financing; Delphi method; entropy method

(上接第50页)

Analysis on Dominant Land Use Types and Combination Structure in Dezhou

ZHANG Hui¹, ZHANG Dong-xu², CUI Yong-lin¹, LI Kai¹

(1.Dezhou Natural Resources Bureau, Dezhou Shandong 253034,China;2.School of Ecology Resources and Environment, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: Systematic analysis of the dominant land use types and combination structure of a region, which is the basis for further optimizing the allocation of land resources. In this study, the diversification index, location index and combination coefficient method are used to quantitatively calculate the current land use type combination structure in Dezhou. The results show that the diversity index of land use types is low, and the cultivated land is dominant; Among the 13 primary land use types, 7 primary land types in Decheng have location advantages, 2 primary land types in Laoling and Qingyun have location advantages, 1 primary land type in Pingyuan and Yucheng have location advantages; Dezhou belongs to the combination structure of single land use type of cultivated land, the combination structure of land use types in Decheng is the most complex, which is a combined structure of cultivated land + forest land + residential land + industrial and mining land + water area and water conservancy facilities land + transportation land.

Keywords: land use type; diversity; combination structure; location; Dezhou

高校内部审计人员能力提升策略

张艳玲, 刘 严

(德州学院 审计处, 山东 德州 253023)

摘 要:新时期对审计人员的业务能力提出了更高的要求。为确保高校内部审计工作能够适应新发展新要求, 高校应当通过各种途径提升内部审计人员的业务能力。通过分析高校内部审计人员胜任能力的现状, 从加强审计人员思想政治教育、勤练业务、提升大数据审计能力、加强沟通协调能力四个方面提出能力提升的策略, 助力高校建设一支信念坚定、业务精通、作风务实、清正廉洁的高素质专业化审计队伍, 促进学校高质量发展。

关键词:高校; 内部审计; 能力; 提升

中图分类号: F239.45 G647

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0074-04

1 引言

2020年10月, 国务院印发《新时代教育评价改革总体方案》, 指出“完善立德树人体制机制, 扭转不科学的教育评价导向, 坚决克服唯分数、唯升学、唯文凭、唯论文、唯帽子的顽瘴痼疾, 提高教育治理能力和水平, 加快推进教育现代化、建设教育强国、办好人民满意的教育”。《方案》深入贯彻落实习近平总书记关于教育的重要论述和全国教育大会精神, 为深化新时代高校教育评价改革指明了前进方向、提供了重要遵循原则, 也为今后高校内部审计工作的开展指明了方向, 同时也赋予高校内部审计工作新的使命, 需要内部审计工作重点由传统财务审计向教育评价改革执行落实情况转移, 高校内部审计工作的广度和宽度都有所拓展。为了顺利完成新任务新要求, 高校内部审计部门应当按照习近平总书记“以审计精神立身、以创新规范立业、以自身建设立信”的总要求, 加强审计部门自身建设, 努力锻造一支信念坚定、业务精通、作风务实、清正廉洁的高素质专业化审计干部队伍, 更好地为高校教育改革和发展服务。

2 目前高校内部审计人员队伍建设的现状

建立高素质的审计队伍才能带来高质量的审计结果, 虽然目前高校都非常重视内部审计工作, 配备相应的审计人员, 并能够依法、独立履职审计职责, 但适合新时代要求的复合型审计人才需求与供给之间的矛盾日益凸显, 高校内部审计部门面临着严重的人才困境, 主要表现在以下几方面:

2.1 工作热情不高, 缺乏创新精神

目前高校内部审计开展的业务还达不到全覆盖, 开展经济责任审计、财务收支审计和内部控制审计项目多些, 教学管理审计、自然资源资产管理审计、生态环境保护责任审计、境外资产与活动审计开展的较少, 审计人员开拓创新意识相对薄弱。审计工作中“不求无功、但求无过”的思想还比较突出, 部分高校还没有建立真正意义上的审计责任追究制度, 导致审计人员热情不高, 责任意识不强, 影响了审计效果, 没有很好地发挥审计“免疫系统”功能。

2.2 知识结构不合理, 复合型审计人才少

高校内部审计人员专业背景单一, 大多是从财务岗位转岗过来, 或是抽调经济专业相关的老师来补充, 审计人才更新缓慢, 知识结构不全面, 复合型审计人才匮乏^[1]。如笔者所在审计部门共 7 人, 有 4 人从财务岗位转岗, 超过总人数一半。审计人员在审计理念、方式方法和技术手段等方面缺少系统的培训, 应对复杂审计工作局面的能力比较弱, 审计过程中有时就会出现查找问题深度不够、揭示

收稿日期: 2021-12-08

作者简介: 张艳玲(1975-), 女, 山东济南人, 大学本科, 高级会计师, 主要从事财务、经济责任、科研审计研究。

审计问题不准确、分析问题条理不清晰等问题,影响了高校内部审计工作总体质量水平的提高。

2.3 信息化基础薄弱,审计效率较低

随着我国信息技术不断成熟,审计信息化能够全面提升审计工作质量及效率,但有些高校对审计信息化重视稍显不足,在建设审计信息化时资金投入、人力投入力度较小,而且审计系统与高校其他系统也没有达到互联互通,如审计系统和单位的财务系统、科研系统、资产管理系统、学生管理系统、宿舍管理系统等没有做到互联互通。此外,审计人员对信息技术的掌握程度较低,信息技术水平远远达不到需求,导致审计信息系统在处理数据过程中容易出现问題,一定程度降低了审计效率。

2.4 沟通协调能力不强,影响审计质量

审计人员具备良好的沟通和协调能力能够快速打开工作局面,化解审计工作遇到的难题,提高审计工作效率。在高校内部,由于内部审计人员沟通能力不强,与其他部门或其他单位进行沟通时,不善于形成良好和谐的互动关系,想让对方给予积极配合和无障碍沟通就比较困难;另外,内部审计人员受专业知识的局限性和语言表达能力欠佳等因素影响,有时会出现表达不清晰或不能控制谈话重点和节奏、应变能力差等情况,从而导致审计组和被审计单位之间、组员与组员之间、组员与领导之间产生误解和理解偏差,进而影响审计效率和审计质量。

3 高校内部审计人员胜任能力提升策略

3.1 加强思想政治教育,激发审计人员干事创业热情

审计工作的特殊性要求审计人员具有较高的思想政治素养。高校内部审计人员应当牢固树立正确的理想信念,正确把握政治方向,坚定站稳政治立场,严格遵守政治纪律,增强政治定力、政治担当,做政治上的明白人。自觉按照习近平总书记关于“以审计精神立身、以创新规范立业、以自身建设立信”的总要求,增强“四个意识”,坚定“四个自信”,做到“两个维护”,自觉用习近平新时代中国特色社会主义思想武装头脑、指导实践、推动高校内审工作高质量发展。笔者以为,可以通过加强理论学习、组织特色活动、向榜样学习、建立绩效考核评价体系、完善激励机制等方法来提高内部审计人员的思想政治素养,激发创新精神和干事热情。

1) 加强政治理论学习。高校审计部门应充分利用所有可用的时间,加强内部审计人员政治理论的学习,选择中国历史、革命史、共产党史、改革开放史、社会主义发展史、审计发展史等知识作为学习内容,充分利用线上、线下等学习方式,提升审计人员的政治素养和业务理论水平。

2) 组织特色活动。通过开展参观学习、志愿服务、社会调查等活动,让高校内部审计人员走出去开阔眼界,转变思想;通过定期开展谈心谈话、组织读书会、给党员过“政治生日”等活动,凝聚人心,增强集体荣誉感、使命感和责任感;利用微信群、宣传栏、学校或部门网站等宣传平台,加强思想政治宣传,帮助审计人员树立正确世界观、人生观、价值观。

3) 发挥榜样力量,营造良好的工作学习氛围。在单位里挑选思想政治素质高且业务能力过硬的人员,分配到各个审计组带领大家一起工作,相互学习、共同提高,通过营造良好的工作与学习氛围,提高审计部门整体工作效率,激发审计人员干事创业热情。

4) 建立绩效考核评价体系。探索建立以审计岗位为基础、职业能力为重点、工作实绩为导向的内部审计人员绩效考核评价体系,从职业道德、作风素养、工作实绩、理论水平、专业技能等方面进行全面考评,突出审计工作中重大问题发现、重大违规线索移送、重要审计成果提炼、重要对策建议报告等环节经办人的贡献,合理区分部门负责人绩效与一般人员绩效、综合管理类岗位绩效与业务技术类岗位绩效,尽可能细化各项考核内容的标准和权重,确保考核结果客观公正,促进内部审计人员正确认识个人能力,提高审计人员职业荣誉感,进一步调动内部审计人员干事创业的积极性^[2]。

5) 完善激励机制。建立内部审计人员考核结果档案制度,作为评功评奖、后备选拔、晋职晋衔、修学深造的重要依据。打破论资排辈的传统观念,根据岗位类别、年龄层次和职级范围选贤择优,评奖的数量比例多向一线骨干倾斜、向年轻有为者倾斜,让想干事的有机会、能干事的有平台、干成事的有地位,努力形成靠素质立身、靠实绩进步的工作氛围,充分激发审计人员的学习热情和工作积极性。

3.2 勤练业务技能,在审计实践中提升胜任能力

面对新时期新任务,高校内部审计人员要通过“多学”“勤练”“常交流”不断提升业务技能,

才能适应新时期审计发展的需要,才能为高校改革发展服好务。笔者以为,可以从专业知识更新、参与校内校外审计项目、加强岗位流动三方面来提升高校内部审计人员的业务能力,在审计实践锻炼中逐渐成长为审计领域的行家里手。

1) “多学”,注重专业知识更新。审计工作是一项专业性、技术性强的工作,拥有广博的专业知识储备是开展好审计工作的基础。高校内部审计人员不仅要系统掌握审计、财务、法律、工程、大数据等相关专业知识,而且要了解高校办学、科研、国有资产等管理知识,以及与这些活动紧密联系的法律规定。新时期,为解决新问题、开创审计新局面,需要内部审计人员时刻更新知识储备,时刻保持本领恐慌,不断提升知识的广度、不断拓展专业视野,补齐自身能力的短板,逐步提升和完善自己。首先,高校内部审计人员不仅要及时学习审计方面的法律法规,掌握审计和高校的最新发展动态,强化审计方法和审计信息化建设等方面的学习,同时还要将新吸收的知识与自身原先的知识架构迅速进行融合。其次,高校审计部门可以订购一些与内部审计工作相关的报刊、杂志、书籍,让内部审计人员积极主动地开展自学,捕捉专业内容的亮点,提高对审计业务的综合把握能力。最后,高校内审人员还可以充分利用互联网资源,随时通过网站和新闻媒体了解最新的法律法规,掌握审计的发展方向 and 动态,使专业知识和工作能力跟上时代节拍,从容应对各项工作任务的需要。

2) “勤练”,积极参与校内校外审计项目。一个优秀的内部审计人员不仅要具备丰富专业知识,还应具备较强的洞察发现、逻辑分析、决策判断、解决问题等业务能力。高校内部审计人员要积极参与到本单位审计项目中,通过多实践来提升自己的业务能力,在工作中善于总结和提炼,遇到困难时积极探索,在审计实践中锻炼成长。高校内部审计人员还可以通过“以审代训”等形式参与到审计机关的各类审计项目中,跟随审计机关的人员一同加入到审计实战中,向他们学习先进的审计方式方法和好的经验做法,以此为契机不断提高业务水平。

3) “常交流”,助力审计能力提高。高校可以借助培训班、审计业务交流、协同审计、内部岗位流动等方式加强内部审计人员的业务能力培养,不断拓宽审计人员的业务范围,掌握前沿的审计政策、理论和方法。一是制订培训计划,保障内部

审计人员有充足的时间、机会和经费去参加后续教育。高校可以充分利用国家、省审计协会和教育内部审计学会等平台资源,有计划地、分层次地选派内部审计人员参加各种培训班,如审计业务技能培训、计算机能力培训、写作能力培训、沟通能力培训等。二是可以到内审工作开展好的兄弟院校进行观摩学习,就审计工作中遇到的瓶颈问题、工作难点畅谈做法,分享经验,实现交流互鉴,集思广益,共同进步。三是高校之间也可以开展协同审计,力求审计人员能开拓视野,相互带动、共同促进。四是加强内部岗位流动。鼓励内部审计人员到高校不同岗位、不同业务部门进行锤炼,加深对高校教学、科研等其他业务的了解;也可以邀请或借调其他部门的人员参与到审计项目中,在相互配合、相互交流中,学习掌握其他领域的业务情况和流程,拓宽自身工作思路和工作方法,不断提升综合业务能力,成长为复合型审计人才。

3.3 提升大数据审计能力,推进审计信息化建设

大数据环境下,审计技术已由传统的手工操作为主转变为计算机审计为主。因此,除传统的审计技术与方法外,高校内部审计人员还应适应数字经济、数字化转型给审计工作带来的变化,树立大数据思维,熟练掌握智能化、数字化技术,运用大数据技术开展审计,运用现代网络技术开展联网审计,运用审计作业系统完成全流程审计项目管理。

1) 高校内部审计人员不仅要熟练掌握办公软件和审计软件,还要对数据库、网络办公、学校的其他信息系统和软件进行深入了解。在日常的内部审计工作中,很多地方用到数据库查询以及Excel表格,所以高校内部审计人员应当不断地学习并熟练地掌握和运用这些工具和技术,尽快地实现办公自动化,提高工作效率。

2) 高校内部审计人员要增强收集与转换数据的能力及分析与挖掘数据的能力。在大数据时代,审计数据的形式、数量、结构已打破传统账簿边界,已超出传统数据的管理范畴,数据来源更加丰富,数据积累更加巨大,而通过大数据技术就能很快地在这些数据中找出关联关系,并从这些关系中发现审计问题。高校内部审计人员要在优化审计技术与方法上下狠功夫,掌握收集与转换数据能力,提升数据分析与挖掘数据技术。在审计时,能够结合底层数据进行大数据分析,发挥审计“治已病、防未病”作用,促进高校审计监督常态化、审计关口前置化、审计整改及时化。

3) 高校要加强审计信息化建设,加大资金、人才投入力度,积极研发审计系统与高校其他系统的互联互通。一是加强高校内部审计软件研发,为适应高等教育改革和内部审计工作的需求,实现审计职能向管理型转变、业务领域向多元化转变。高校可以依托审计OA系统进行自主研发,开发出适合高校内部审计工作的专用审计软件,实现高校审计工作进展实时更新、审计报告自动生成、数据自动统计等需求。二是推进学校审计系统与财务、科研、资产管理、学生管理、宿舍管理等系统的有效对接,优化审计数据采集方式,为开展内部审计工作提供更大的便利。三是内部审计部门要加强审计人员大数据审计实践操作能力的培养,提供大数据审计经验交流和案例培训的平台^[3],推进信息技术与审计业务的深度融合。

3.4 强化沟通协调能力,提高审计质量和效率

高校内部审计人员良好的沟通协调能力可以大大提高审计效率和审计质量。高校内部审计人员要善于沟通,努力提高自己的审计沟通意识,加强沟通技巧的学习,仔细琢磨、用心领悟,不断强化自身素养,不断在工作实践中总结提高。

1) 做好沟通准备。为提高沟通的有效性,高校内部审计人员应当精心做好沟通前的准备工作,提前了解被审计单位的整体概况、被谈话者基本情况等;规划好通过沟通需要了解的问题清单;安排好访谈地点,访谈地点不要安排在过于吵闹的地方和光线过于强烈的地方,营造轻松融洽的谈话氛围。

2) 提升沟通技巧。由于审计人员的日常工作中需要沟通的对象比较广阔,这就需要内部审计人员提高沟通意识,主动地学习沟通技巧,如:谈话前可以先聊些家常或务虚的工作,给人以依赖感,只有得到对方足够的信任,才能有效地开展审计工作;再如,沟通中要避免过多使用专业术语,尽量使用通俗的概念性语言,过多使用专业术语可能会造成沟通的障碍,使沟通的效果大打折扣。^[4]在日常沟通时,内部审计人员要保持谦虚、平和的心态,根据场合不同选择合适的沟通方式,尽量不要采用呆板的检查方式,这样很容易使对方误解自己的意图,从而得不到较好的支持和配合。

3) 沟通态度真诚。审计人员在沟通时要注意自己的言谈举止,避免使用指责或领导的口吻,听到对方的回复时也不要表现出过分的疑问和惊讶,审计人员要通过说话语气、眼神表情等方式自然大

方地表达出真诚公正的态度,表现出提供帮助的意愿。审计沟通时应当客观公正,实事求是,防止主观臆断,向被审计单位提出的问题应当系统并具体到细节,不要过于空泛、笼统,提问时多使用一些引导性的语言,尽量避免判断性的问题。审计人员还可以与被审计单位人员特别是部门负责人就降低内控风险、完善制约机制等问题进行交流,对其好的管理方法加以肯定,对其他单位好的做法给予推荐,并提出一些切实可行的建议,起到参谋作用。高校内部审计人员在沟通时保持真诚的态度,彼此建立良好的信任关系,能够保证信息的快捷传递和充分交流。

4) 学会耐心倾听。高校内部审计人员与被审计对象沟通时,要给对方解释和说明的机会,要秉持着公平公正的态度耐心倾听,在倾听中有针对性地采用提问、回应、重述、讨论等方式,确保对问题的全面、正确理解。同时在听取的过程中,要勤于思考,以获得更多的有效信息。若在沟通时没有听清楚或没有完全理解,应当及时告诉对方,请对方重复或者解释。在倾听过程中,内部审计人员要善于抓住被调查对象所提供的资料、证据之间的矛盾之处,通过认真倾听发现被审计单位管理中的症结所在、矛盾所在,从而提炼线索找出审计问题,并有针对性的提出规避风险的方法,促进学校更加规范发展。

4 结束语

综上所述,高校必须重视对内部审计人员专业胜任能力的培养,内部审计人员也要紧跟时代发展,通过以上途径,不断提高自身政治素养、专业技能和业务水平,成为政治过硬、本领高强、作风优良的高素质专业化审计人才,助力高校审计工作高质量发展。

参考文献:

- [1] 胡博广. 国有企业内部审计人员能力素质困境与提升路径[J]. 河北企业, 2019(1): 113-114.
- [2] 徐向真, 段曼曼. 审计人员应具备的能力素质及提升对策[J]. 财会月刊, 2020(5): 87-93.
- [3] 涂志敏, 戴浪. 基于大数据视角下商业银行内部审计人员履职能力研究[J]. 时代金融, 2019(6): 87-88.
- [4] 张宝芳. 内部审计人员职业胜任能力的提升途径分析[J]. 现代营销(经营版), 2021(6): 171-172.

物流业与经济发展测度及协调性分析

——以德州市为例

张玉竹, 徐慧卿

(山东华宇工学院 经济管理学院, 山东 德州 253034)

摘要:为探究德州市物流业与经济发展之间的协调程度,文章从物流运营能力、物流资源投入、信息化程度、经济发展水平、居民生活水平 5 个方面,选取 12 项指标构建德州市物流业—经济发展综合评价指标体系,利用模糊物元模型、耦合协调度对德州市两系统的发展测度及协调度进行实证研究,结果表明:德州市物流业与经济发展在整体上呈现上升态势,两者的协调性较低,处于失调阶段。随后,在此基础上对德州市物流业、经济发展等方面提出相关建议。

关键词:物流业; 经济发展; 模糊物元模型; 耦合协调度

中图分类号: F259.29

文献标识码: A

文献编号: 1004-9444 (2022) 04-0078-05

1 引言

德州市所处地理位置优越,素有“山东北大门”、“九达天衢”之称,随着综合运输体系的进一步发展,德州的交通优势也越来越明显。但近几年间,德州市经济发展呈现负增长状态。物流业作为经济发展的重要推动力,在德州加速经济转型升级的背景下,其在推动经济高质量发展方面起着不可或缺的作用。因此,探究两者的发展规律及协调程度,对促进德州市物流业与经济协调发展具有重要战略意义。

目前,关于物流业与经济的研究成果主要集中在两个方面。一是区域物流能力评价方面,如张旭从物流人才、基础设施、产出规模、发展环境等方面构建指标^[1];王小丽主要从物流创新能力、物流协调能力、物流绿色发展能力和物流共享能力等 4 个方面构建区域物流能力测评指标体系^[2];方必和采用 TOPSIS 法从时间维度对安徽省区域物流能力做出评价分析^[3];张英婷通过运用“钻石模型”评价方法对广西物流能力发展进行综合评价^[4];葛勇、周燕等运用熵权—正交投影法建立区域物流能

力测算模型,测算 2014-2018 年“一带一路”沿线省份的物流能力^[5]。

二是物流业与经济互动的关系,如刘卜榕主要采用熵权—灰色关联组合分析模型,测算江苏省区域物流与区域经济的关联关系与协同度,并对协同度的实证结果进行分析和总结^[6];王栋运用耦合协调度模型测算山东省在 2003-2017 年间区域物流与区域经济的耦合作用水平^[7];郝添磊、范俊玲从物流业和经济发展两个维度分别选取货运量、GDP 等 14 个指标构建评价指标体系,运用熵值法、VAR 模型等方法对陕西省 2001-2019 年物流业与经济互动的关系进行实证分析^[8]。

综上所述,目前对区域物流能力、物流业与经济发展互动方面的研究比较深入,评价指标体系的构建也较为完善,但也存在一定的局限性,在指标选取中,未全面考虑影响现代物流业发展的因素。此外物流业与经济发展互动中主要集中在两者的发展水平或相互作用关系中,并未对发展水平和协调程度进行综合研究。与上述研究不同的是,本文分别从物流运营能力、资源投入、信息化程度 3 个方面选取具有代表物流业的评价指标,从经济发展

收稿日期: 2021-10-27

基金项目: 2022 年度山东华宇工学院智慧物流与供应链研究中心资助项目(课题编号:2022HYWL10); 2021 年物流教改教研课题(课题编号:JZW2021138)

作者简介: 张玉竹(1996-),女,山东潍坊人,助教,硕士研究生,研究方向:物流工程。

水平、居民生活水平 2 个方面选取代表经济发展的评价指标,构建物流业与经济发展指标体系。因 2020-2021 年相关统计数据未公布,故通过综合德州市 2012-2019 年相关指标数据,运用模糊物元模型对物流业与经济发展水平进行测评,随后利用耦合协调度模型对德州市 2012-2019 年的两者的协调程度进行分析研究,以期为德州市物流业与经济发展协调发展提供相关建议。

2 指标体系构建

通过对物流业、经济发展以及物流业与经济发展互动关系等相关文献的研究,结合德州市当地的实际情况及两者的特征与联系,本着量化性、系统性和科学性原则,分别从物流运营能力、物流资源投入、信息化程度、经济发展水平、居民生活水平 5 方面选取反映物流业与经济发展两系统发展状况的评价指标。德州市物流业与经济发展的评价指标体系如表 1 所示。

考虑到德州市物流业发展情况,物流业发展的评价指标主要从物流运营能力、物流资源投入、信息化程度 3 方面选取指标,包括交通运输、仓储和邮政业营业额、货运量、货运周转量、物流业从业人数、营业性载货汽车拥有量、有电子商务活动的企业占比和电子商务交易额等。其中,交通运输、仓储和邮政业营业额、货运量和货运周转量可以反映物流运营能力及市场对物流行业的需求情况;从业人数和营业性载货汽车拥有量可以在一定程度上反映物流业投入资本量;有电子商务活动的企业占比、电子商务交易额可以反映物流业的信息化程度和未来趋向。

德州市经济发展的评价指标需要在一定程度上反映德州市的生产水平和消费水平。故选取指标中,地区生产总值代表城市的生产水平,进出口产值反映出德州市的对外开放程度,社会消费品零售总额、全体居民消费水平、可支配收入可以判断当地的消费水平。

3 模型构建

3.1 数据来源及预处理

文章中所选取指标的原始数据真实有效,均来源于 2013-2020 年《山东省统计年鉴》、《德州市

表1 德州市物流业与经济发展评价指标体系

系 统	方 面	指 标
物流业	物流运营能力	交通运输、仓储和邮政业营业额(亿元)
		货运量(万吨)
	物流资源投入	货运周转量(百万吨公里)
		物流业从业人数(万人)
		营业性载货汽车拥有量(辆)
经济发展水平	信息化程度	有电子商务活动的企业占比(%)
	居民生活	电子商务交易额(万元)
		地区生产总值(亿元)
经济	居民生活	进出口产值(万美元)
		社会消费品零售总额(亿元)
	居民生活水平	居民消费水平(元)
		居民可支配收入(元)

统计年鉴》,由于选取指标的单位、量纲不同,故对指标数据采用标准化处理,选取指标均为正向指标,故计算公式如下:

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n) \quad (1)$$

其中, i 表示年份, j 表示评价指标, X'_{ij} 为第 i 年第 j 个指标的标准化数值。

3.2 熵权模糊物元模型

模糊物元分析法模型主要由事物、特征和模糊量值要素组成,通常用 $R=(M,C,V)$ 来表示。其分析步骤如下:

1) 计算指标权重。熵权法具有客观性强、精度高的优势,运用熵权法来确定两个系统各评价指标的权重,熵值 e_j 及权重 w_j 的计算公式如下:

$$e_j = -k \cdot \sum_{i=1}^n P_{ij} \log(P_{ij}) \quad (2)$$

$$w_j = \frac{1 - e_j}{n - \sum_{j=1}^n e_j} \quad (3)$$

其中, P_{ij} 为第 j 项指标下第 i 年指标值的比重,式中系数 k 与样本 m 有关,故 $k = 1/\ln m > 0$,且满足 $e_j > 0$ 。

2) 确定两系统的复合模糊物元。设 M_i 为事物中的第 i 个样本, C_j 表示第 i 个样本的第 j 个特征,与其相对应的模糊量值记为 v_{ij} ,两系统的复合模糊物元模型 R_{mn} 为:

$$R_{mn} = \begin{bmatrix} & M_1 & M_2 & \cdots & M_m \\ C_1 & v_{11} & v_{21} & \cdots & v_{m1} \\ C_2 & v_{12} & v_{22} & \cdots & v_{m2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ C_n & v_{1j} & v_{2j} & \cdots & v_{mj} \end{bmatrix} \quad (4)$$

3) 构建从优隶属度

由于德州市物流业与经济发展评价指标体系中各指标性质均为正向指标,故在计算从优隶属度时,选择最大最优型评价指标 u_{ij} ,从优隶属度矩阵如公式(6)所示:

$$u_{ij} = \frac{v_{ij} - \min v_{ij}}{\max v_{ij} - \min v_{ij}} \quad (5)$$

$$\bar{R}_{mn} = \begin{bmatrix} & M_1 & M_2 & \cdots & M_m \\ C_1 & u_{11} & u_{21} & \cdots & u_{m1} \\ C_2 & u_{12} & u_{22} & \cdots & u_{m2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ C_n & u_{1j} & u_{2j} & \cdots & u_{mj} \end{bmatrix} \quad (6)$$

4) 构造差平方复合模糊物元。其中, Δ_j 为标准模糊物元与最优值之间各项差的平方。计算公式如下:

$$R_{mn} = \begin{bmatrix} & M_1 & M_2 & \cdots & M_m \\ C_1 & \Delta_{11} & \Delta_{21} & \cdots & \Delta_{m1} \\ C_2 & \Delta_{12} & \Delta_{22} & \cdots & \Delta_{m2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ C_n & \Delta_{1j} & \Delta_{2j} & \cdots & \Delta_{mj} \end{bmatrix} \quad (7)$$

5) 计算欧式贴近度

欧式贴近度表示各个指标与最优之间的贴近程度,其值越大,表示贴近程度越大,反之则越小。 ρH_i 为系统中相对应的欧式贴近度。

$$\rho H_i = 1 - \sqrt{\sum_{j=1}^n \omega_j \Delta_{ij}} \quad (8)$$

$$R\rho H = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & \cdots & M_m \\ \rho H_1 & \rho H_1 & \rho H_2 & \cdots & \rho H_m \end{bmatrix} \quad (9)$$

3.3 耦合协调模型

1) 根据各指标权重,运用线性加权法分别计算物流业、经济发展及两系统间的综合评价指数。设 w_j 为物流业系统的指标权重, v_j 为经济发展系统的指标权重,计算公式为:

$$\begin{aligned} E(x) &= \sum w_j \cdot P_{ij} \\ F(y) &= \sum v_j \cdot P_{ij} \\ G &= aE(x) + bF(y) \end{aligned} \quad (10)$$

式中, $E(x)$ 、 $F(y)$ 分别代表德州市物流业、经济发展的综合评价指数, G 为两系统的综合评价指

数。 a 、 b 反映物流业、经济发展对协调度的贡献率,在参考多个专家学术成果的基础上, a 、 b 各取值为 0.5。

2) 计算耦合度。

$$C = 2 \sqrt{\frac{E(x) \cdot F(y)}{(E(x)^2 + F(y)^2)}} \quad (11)$$

3) 计算耦合度及耦合协调度。耦合度能直接反映物流业与经济发展间相互作用的强度,但却难以反映两者之间协调水平的高低。为更好体现出德州市物流业与经济发展的协调发展程度,计算耦合协调度,耦合度及协调度标准划分如表 2 所示。

$$D = \sqrt{C \times G} \quad (12)$$

表2 耦合度及协调度标准划分

耦合度	耦合阶段	耦合协调度	协调等级
(0, 0.3]	低水平耦合	(0, 0.1]	极度失调
		(0.1, 0.2]	重度失调
		(0.2, 0.3]	中度失调
(0.3, 0.5]	拮抗	(0.3, 0.4]	轻度失调
		(0.4, 0.5]	濒临失调
		(0.5, 0.6]	勉强协调
(0.5, 0.8]	磨合	(0.6, 0.7]	初级协调
		(0.7, 0.8]	中级协调
		(0.8, 1]	高水平耦合
(0.9, 1]	高度协调		

4 数据处理及实证分析

4.1 两系统指标权重的确定

运用熵权法计算物流业与经济发展各项指标的权重,利用公式(2)、(3)计算出指标的权重值,结果如表 3 所示。

从表 3 可知,在物流业系统中信息化程度占比较大,权重值为 0.7475,物流运营能力次之,权重为 0.2071;在经济发展系统中,居民生活水平权重指数为 0.6819,占比最大。因此,信息化程度和居民生活水平可作为影响两者发展的主要因素。

4.2 物流业与经济发展的水平测度

为更客观地评价德州市物流业与经济发展能力,文章通过模糊物元模型,计算 2012-2019 年德州市物流业、经济发展两系统的贴近度,以绘制德州市物流业与经济发展水平图,如图 1 所示。

由图 1 可知,物流业与经济发展在整体上均表现为上升态势。具体来看,2013 年之后,德州市物流

业的欧式贴近度指数逐年递增,可能是受电子商务以及企业信息化的影响。但2014-2015年期间,受宏观经济下行的不利影响,经济发展呈下降趋势。

2015-2019年期间物流业发展增速放缓,经济发展逐年递增,可能因为德州市位于山东省边缘且处于内陆地区,缺乏胶东沿海城市的对外贸易条件;近几年,政府出台政策鼓励支持物流业发展,但小型物流企业居于多数,自身存在弊端较多,业务不稳、运营成本高、效率差等情况较为常见。

表3 德州市物流业与经济发展指标权重

系统	方面	权重	指标	权重
物流业	物流运营能力	0.2071	交通运输、仓储和邮政业营业额(亿元)	0.0328
			货运量(万吨)	0.0734
	物流资源投入	0.0454	货运周转量(百万吨公里)	0.1009
			物流业从业人员数(万人)	0.0310
经济发展	信息化程度	0.7475	营业性载货汽车拥有量(辆)	0.0145
			有电子商务活动的企业占比(%)	0.5326
	经济水平	0.3181	电子商务交易额(万元)	0.2149
			地区生产总值(亿元)	0.0328
居民生活水平	0.6819	进出口产值(万美元)	0.2179	
		社会消费品零售总额(亿元)	0.2281	
		居民消费水平(元)	0.2505	
			居民可支配收入(元)	0.2033

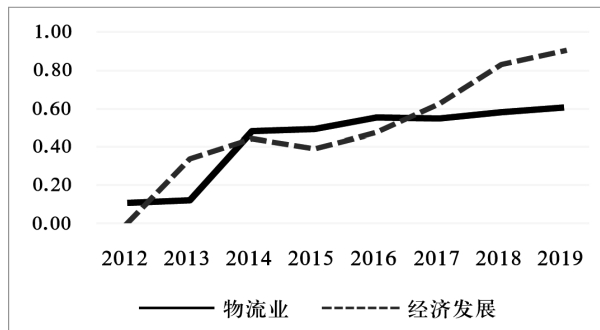


图1 德州市物流业与经济发展水平图

4.3 耦合度与协调度测算

根据公式(10)-(12),计算得到物流业与经济发展的耦合度及耦合协调度,对比表2对两者的耦合度与耦合协调度进行标准划分,结果详见表4。为了更清晰地分析耦合度与耦合协调度情况,详见图2。

经分析可知,在2012-2019年间,德州市物流业与经济发展之间的耦合度始终处于0.4000-0.5000之间,处于拮抗阶段。2014年后两者的耦合程度逐渐趋向于0.5000,开始往磨合阶段靠拢,可见两者的耦合程度逐渐向良好态势发展。而从两

者的耦合协调度来看,2012-2019年来德州市物流业与经济发展协调性较低,处于失调阶段,但整体上呈现逐年递增的良好发展态势。

为进一步探究两者之间的协调程度演变规律,将两者的发展水平与耦合协调度进行对比分析。从表4和图2可以看出,2012-2013年间,德州市物流业与经济发展的耦合协调程度位于0.1668-0.1817之间,处于重度失调阶段,原因是德州市矿产资源和工业基础都比较薄弱,物流业与其他产业之间并未联动发展,导致经济发展受到制约;随着信息化的发展,大数据技术开始在企业中使用,2014年两者的协调程度从重度失调变为中度失调。2014-2019年间,两者的耦合协调度位于0.2272-0.2870之间,处于中度失调阶段,且协调度指数逐年递增,由中度失调趋向于轻度失调阶段发展,可能是物流业发展过程中,物流企业自身“小、散、乱”的弊端以及对先进技术的缺失,无法很好与其他行业联动发展等多种原因造成的。

表4 德州市物流业与经济发展耦合度及协调度

年份	C	耦合度程度	D	协调程度
2012	0.4580	拮抗阶段	0.1668	重度失调
2013	0.4358	拮抗阶段	0.1817	重度失调
2014	0.4932	拮抗阶段	0.2272	中度失调
2015	0.4993	拮抗阶段	0.2465	中度失调
2016	0.4993	拮抗阶段	0.2547	中度失调
2017	0.5000	拮抗阶段	0.2572	中度失调
2018	0.4999	拮抗阶段	0.2745	中度失调
2019	0.4997	拮抗阶段	0.2870	中度失调

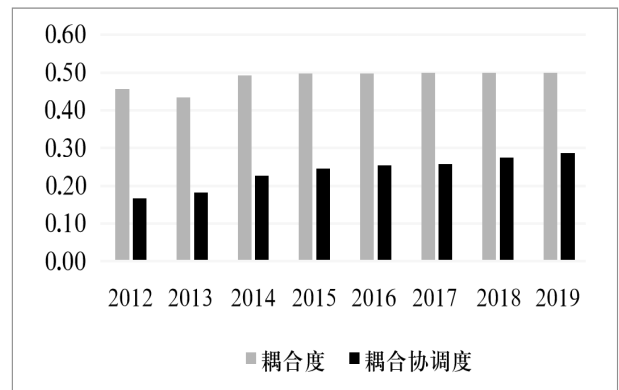


图2 德州市两系统耦合度与协调度情况图

5 结论与建议

5.1 结论

文章通过建立模糊物元模型、耦合协调度模型,对德州市物流业与经济发展能力及两者协调程度进行综合研究,研究表明:物流业与经济发展协调性较低,协调程度目前处于失调阶段,但整体上呈现逐年递增的良好发展态势。

5.2 建议

为促进德州市物流业与经济协调发展,结合研究结论及德州市实际情况,文章将给出以下建议:

1) 物流业发展方面。在物流规划方面,加强基础设施建设,对物流园区的经营进行统一规划,减少物流企业存在的“小、散、乱”现象;在技术方面,提高物流机械化水平,加快信息网络平台建设,实现德州市物流信息的实时性和共享性,从而打造高效的物流服务体系。

2) 经济发展方面。充分发挥德州市的地理和交通优势,合理优化产业布局,推动产业结构调整,以打造地方特色经济;通过推动物流与一产、二产行业的联动发展来促进德州市区域经济的发展。

3) 政府调控方面。要想推动物流业和经济之间的协调发展,政府应充分发挥各组织机构的职能。加大对物流行业的投资,同时在推进行业新技术新装备应用、信息化建设、人才培养等方面,制定有针

对性的扶持、优惠政策,从整体上推动物流行业与其他行业的联动发展,以此促进经济发展。

参考文献:

- [1] 张旭,袁旭梅,王亚娜,等.基于云PDR的区域物流能力评价研究[J].北京交通大学学报(社会科学版),2020,19(2):108-117.
- [2] 王小丽,李显彤.河南省区域物流能力测评及实证研究—基于熵权模糊物元模型[J].郑州航空工业管理学院学报,2020,38(3):54-66.
- [3] 方必和,黄梦雅.安徽省区域物流能力评价[A].中国优选法统筹法与经济数学研究会、南京信息工程大学、中国科学院科技战略咨询研究院、《中国管理科学》编辑部.第十九届中国管理科学学术年会论文集[C].2017:6.
- [4] 张英婷.基于钻石模型的广西区域物流竞争力分析[J].物流科技,2019,42(6):128-131.
- [5] 葛勇,周燕,赵裕鑫,等.基于正交投影法的区域物流能力测算研究—以“一带一路”省份为例[J].辽宁工业大学学报(自然科学版),2021,41(4):264-268.
- [6] 刘卜榕.江苏省区域物流与区域经济协同发展研究[D].淮南:安徽理工大学,2019.
- [7] 王栋,丁浩.山东省区域物流与区域经济耦合协调发展研究[J].甘肃科学学报,2020,32(6):143-147.
- [8] 郝添磊,范俊玲.基于VAR模型的陕西省物流业与经济发展互动关系[J].交通科技与经济,2021,23(5):75-80.

Measurement and Coordination Analysis of Logistics Industry and Economic Development —Take Dezhou City as An Example

ZHANG Yu-zhu, XU Hui-qing

(School of Economics and Management, Shandong Huayu University of Technology, Dezhou Shandong 253034, China)

Abstract: In order to explore the coordination degree between Dezhou's logistics industry and economic development, the paper selects 12 indicators from five aspects: logistics operation capacity, logistics resource investment, informatization degree, economic development level and residents' living standard to construct a comprehensive evaluation index system of Dezhou's logistics industry and economic development, and uses entropy weight fuzzy matter-element model. The coupling coordination degree makes an empirical study on the development measurement and coordination of the two systems in Dezhou. The results show that the logistics industry and economic development in Dezhou are on the rise as a whole. The coordination of the two is low and in the imbalance stage. On this basis, it puts forward relevant suggestions on the logistics industry and economic development of Dezhou City.

Key words: logistics industry; economic development; fuzzy matter element model; coupling and coordination

新时代体育文化与旅游深度融合路径研究

——以京杭大运河文化带为例

颜世亮¹, 刘健², 马红霞¹

(1.德州学院 体育学院, 山东 德州 253023; 2.鲁东大学 体育学院, 山东 烟台 264025)

摘要: 随着京杭大运河被确立为世界文化遗产, 京杭大运河文化带的保护与开发日益受到关注。京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合存在现实困境, 本文提出创新体育文化与旅游深度融合体制机制、加快体育文化与旅游深度融合的数字化建设、加快民族传统体育文化与生态旅游的深度融合、加快体育文化与旅游深度融合的国际化发展, 为推动新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合提供新思路。

关键词: 京杭大运河文化带; 体育文化与旅游融合; 路径创新

中图分类号: G812 F592.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2022)04-0083-04

京杭大运河横跨“北京、天津、河北、山东、河南、安徽、江苏、浙江”等 8 省(市) 20 多座城市^[1]。京杭大运河的申遗成功使其获得了世界级文化遗产的地位并为世人所瞩目^[2]。京杭大运河文化带成为“一带一路”建设中具有文化经济学属性的经典中国案例^[3]。在全面推进新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的重要机遇期, 应立足新发展阶段和贯彻新发展理念, 坚持问题导向, 探索新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的现实困境, 提出新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的路径, 实施大运河国家文化公园建设的国家战略, 更好地满足人民群众对美好生活的需求。

1 新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的现实困境

新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合是一个长期建设的系统工程。但从目前京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的现状

来看, 要真正发挥体育文化与旅游深度融合对促进京杭大运河文化带建设高质量发展的功能和作用, 尚存在一些现实困境。

1.1 深度融合的体制机制不够完善

京杭大运河文化带体育文化与旅游融合作为一项系统化建设的工程, 其深度融合的体制机制不够完善, 目前京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合在体制机制创新上存在一些短板: 一是在体育文化与旅游融合体制机制的顶层设计上, 要建立健全从中央层面到地方层面具体的体制机制, 体制机制创新将成为目前和未来京杭大运河文化带建设的依托和抓手^[4]; 二是在统筹协调机制、组织管理机制、激励机制等方面不够完善^[5]; 三是在多元化协调机制上创新不足, 表现为政府机构对京杭大运河文化带体育文化与旅游融合多元化协调机制把握不充分和缺乏有效协调能力; 四是在跨省、市以及行政管理主体多级层面上较难形成统一的管理主体, 造成体育文化与旅游融合的边界不清。体制机制创新需要从多方面进行持续推进。

收稿日期: 2022-02-23

基金项目: 山东省社科规划研究专项“山东省大运河沿线传统体育文化与旅游融合发展的战略设计及实现路径研究”(项目编号:21CLYJ09); 国家社科基金项目《我国“一带一路”沿线特色体育文化与生态旅游融合品牌创新研究》(项目编号:18BTY067); 山东省社会科学规划项目《胶东半岛蓝色经济区无居民海岛休闲体育旅游资源开发与利用研究》(项目编号:19CTYJ05)。

作者简介: 颜世亮, (1976-), 男, 山东平原人, 副教授, 硕士, 研究方向: 传统体育文化、武术理论与教学。

1.2 深度融合的理解尚未形成高度统一

虽然文体旅部门对京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合从政策上给予高度支持,但在体育文化与旅游深度融合中缺乏扎实的理论支持和高度的思想共识,对京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的理解尚未形成高度统一。当前京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合模式还较为单一,更多停留在旅游景点办赛的理念上,缺乏品牌性赛事引领体育文化与旅游深度融合^[6]。体育文化与旅游融合的社会影响力不足,造成京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的衔接不紧密、融合度不高,各自发展的现象较突出,没有形成其体育文化与旅游深度融合的多元途径。因此,要使京杭大运河文化带体育文化与旅游走向深度融合需从融合领域、融合方式扩展和创新理念等方面来提升,赋予京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的新内涵。

1.3 融合产品的总体质量不高

京杭大运河文化带体育文化和旅游融合的市场潜力来自于需求和供给的精准对接,然而对照京杭大运河文化带体育文化和旅游融合产品供应,不难发现,虽然不断涌现一些优质的体育文化和旅游融合产品,但无论从数量上还是质量上都不能满足人民群众对美好生活的新期待,尤其是具有国际影响力的体育文化与旅游融合产品和项目还不多见,构建特色鲜明的体育文化与旅游融合产品体系尤为关键。

2 新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的创新路径

2.1 创新体育文化与旅游深度融合的体制机制

京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合是实现“体育+文化+旅游”新业态,激发体育文化旅游消费的具体体现,是新时代体育旅游产业高质量发展的必然选择。创新体制机制是推进京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的重要驱动力^[7]。随着京杭大运河文化带体育文化与旅游向纵深融合方向发展,原有的体制机制已不能适应现有新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的新要求,并在一定程度上阻碍了两者深度融合。因此,创新京杭大运河文化带体育文化与旅游融合深度融合的体制机制势在必行。

1) 建立联动机制

高质量推进京杭大运河文化带发展是一个系

统的建设工程,尤其推动体育文化与旅游深度融合纵向高质量发展,需要站在新时代国家的战略高度,突破行政管理体制的分割,建立完善的联动机制,并统筹国际国内两个市场,突破传统单一开发模式,形成复合型、多层次的京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的新格局。

2) 建立协同机制

新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合需要建立一个完善的跨省市、跨地区、跨部门的协同机制,要突破现行行政管理体制机制的束缚,并打破部门分割、行业壁垒、产业界限等方面的制约^[8],为新时代京杭大运河文化带高质量发展提供动力和活力。

3) 建立完善人才流动机制

新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合通过人流带动物流、信息流、资金流,以京杭大运河文化带体育文化与旅游资源为载体,共同打造京杭大运河文化带体育文化与旅游融合的生态圈、生活圈和经济圈,丰富京杭大运河文化带建设内涵和价值,满足市民日益增长的体育旅游的需求。人才既是实现新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的核心动能,也是有序推进新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的重要基础。因此,在目前的人才结构尚不能满足要求的情况下,应尽快通过突破京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合人才封闭的圈层囚笼方式,建立完善的京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的人才自由流动机制,为新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合提供有力的人才支撑。

2.2 加快体育文化与旅游深度融合数字化建设

随着京杭大运河文化带体育文化和旅游融合时代的到来,数字化建设对促进新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合具有重要作用。

1) 构建“互联网+”体育文化与旅游融合模式

构建“互联网+”体育文化与旅游融合模式是实现新时代京杭大运河文化带数字化建设的重要途径,主要通过面向游客服务,结合移动网络、虚拟现实、增强现实、三维动漫、全息投影等技术^[9],实现虚拟体验,以数字化建设引领高质量发展,推动“新基建”在京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的应用,为大众提供喜闻乐见、直观感受和全天候的信息化服务。

2) 构建科技赋能体育文化与旅游融合模式

随着数字经济的发展,科技赋能助力京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合将发挥出关键性的作用。尤其是随着新型科技手段的不断出现,新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合不仅在方式和方法上实现新突破,而且在质量上也将不断取得的新突破。特别是5G、大数据、物联网、云计算等新技术的运用^[10],将全面变革京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的形态。

3) 构建“互联网+”APP平台模式

近年来,APP平台创新性应用成为很多体育文化企业和生态旅游企业通过互联网对外沟通与宣传的有效途径。从京杭大运河文化带品牌创新模式的整个过程来看,APP平台是京杭大运河文化带品牌创新、营销策略和服务水平推广的重要路径。

2.3 加快民族传统体育文化与生态旅游的深度融合

京杭大运河文化带是民族传统体育文化与生态旅游的特色聚集区。其中,在京杭大运河漕运、水利、民俗、体育文化和生态旅游资源中,蕴含着运河龙舟、运河腰鼓、运河秧歌、运河伞棒舞,北京通州抖空竹、河北沧州武术文化、山东临清谭腿等大量的民族传统体育文化项目^[11]。目前大运河国家文化公园建设已经成为驱动京杭大运河文化带民族传统体育文化与生态旅游深度融合发展的强劲动能,特别是随着大运河国家文化公园建设的快速发展,必然带动京杭大运河文化带民族传统体育文化与生态旅游深度融合的快速发展,进一步推动京杭大运河文化带民族传统体育文化与生态旅游深度融合的社会效益、经济效益和生态效益的平衡发展,为京杭大运河文化带体育文化与生态旅游的深度融合提供更广阔的空间。如,通过运河武术大赛、运河太极拳文化节、运河龙舟大赛等民族传统体育文化和生态旅游有关的多种活动,开发和传承京杭大运河文化带民族传统体育文化与生态旅游深度融合的体育项目,这是提升体育文化与旅游深度融合的重要途径。尤其在当前京杭大运河文化带建设民族传统体育文化与旅游融合的发展过程中,把不同的民族传统体育文化与生态旅游融合的项目投入到旅游景区建设、旅游节庆活动中,推出京杭大运河文化带民族传统体育文化与生态旅游融合项目,这样可以实现京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的共创、共生、共赢和共享,提升

体育文化与旅游融合内涵和附加值,推动体育文化旅游产业结构的转型升级,提升体育文化与旅游融合影响力和国际竞争力。如2013年在京杭大运河杭州拱宸桥段举行中国龙舟公开赛总决赛,就吸引了全国16支入围总决赛的龙舟队在标准龙舟200m直道竞速、500m直道竞速和5000m环绕赛3个赛程中展开角逐,争夺年度积分总冠军^[12]。再如,2017-2019年中国大运河(台儿庄)国际龙舟赛的举办为增强人们对大运河文化自信与文化认同找到了支撑点,有效满足高品质体育文化和旅游融合产品消费需求,增强运河沿线人民群众的获得感和幸福感。

2.4 加快体育文化与旅游深度融合的国际化发展

随着大运河文化带建设和大运河国家文化公园建设相关工作的推进,京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合已成为带动全方位开放、推进国际化发展的新增长点。我们不应该将京杭大运河文化带体育文化与旅游融合完全局限于国内市场,而是在立足国内市场的同时瞄准国际市场,通过京杭大运河文化带体育文化+旅游+大交通的跨界融合、生态体育文化+旅游+大文化的跨界融合、生态体育文化+旅游+大金融的跨界融合、生态体育文化+旅游+大农林的跨界融合、生态体育文化+旅游+大康体的跨界融合、生态体育文化+旅游+大网络产业的融合,将京杭大运河文化带体育文化与旅游融合的项目和产品进行国际注册认证,建立权威的国际化标准体系,严把项目和质量关,通过全面加强京杭大运河文化带体育文化与旅游融合项目和产品市场营销宣传,将京杭大运河文化带体育文化与旅游融合的项目和产品推向国际市场,提升京杭大运河文化带的国际竞争力和影响力。

3 结束语

新时代京杭大运河文化带高质量建设与体育文化旅游的深度融合关系密切。加速推进新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合,是促进体育文化和旅游消费升级、畅通国内经济循环的重要载体。新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合已经成为不可避免的大趋势,探索深度融合存在的现实困境,提出科学的实现路径,既是推进京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合的现实需求,也是一个重要的科学命题。因此,有待今后从进一步把握客观的发展规

律、立足新发展阶段、贯彻新发展理念和坚持问题导向进行深化研究,以期为新时代京杭大运河文化带体育文化与旅游深度融合理论和实践研究提供参考。

参考文献:

- [1] 张春龙. 大运河文化带建设的评价指标[J]. 唯实, 2021 (2): 28-31.
- [2] 李雪, 张婧, 于婉晴等. 京杭运河杭州段城市景观格局对河网水环境的影响[J]. 生态学报, 2021, 41 (13): 5242-5253.
- [3] 马大慧, 王露璐, 李文辉等. 苏北运河水域生态体育旅游研究[J]. 体育文化导刊, 2013, 32 (2): 75-77.
- [4] 曹毓民, 李勇. 促进大运河体育文化旅游融合发展[J]. 群众, 2021 (7): 43-44.
- [5] 李勇. 大运河体育、文化、旅游需走融合发展之路[N]. 中国社会科学报, 2020-06-09.
- [6] 秦立凯. 大运河文化带生态体育旅游的价值表现及空间开发模式研究—以大运河安徽段为例[J]. 南京体育学院学报, 2020, 19 (9): 7-11.
- [7] 蒋依依, 洪鹏飞, 谢婷等. 京张体育文化旅游带建设的使命与路径[J]. 北京体育大学学报, 2021, 44 (4): 1-12.
- [8] 崔久剑, 李胜通, 苏艳等. 京杭运河苏州段体育文化创新发展研究[J]. 武术研究, 2021, 6 (6): 128-130.
- [9] 杨英法, 李彦玲, 韩峰等. 京津冀协同发展与大运河文化带建设互融共建探讨[J]. 社会科学家, 2019 (6): 38-42.
- [10] 王庆生, 贺子轩. 基于扎根理论的天津地域体育文化与旅游融合发展新路径研究[J]. 经营与管理, 2021 (5): 158-162.
- [11] 孙春, 林志刚, 陈浩. 京杭运河生态体育文化旅游资源开发研究[J]. 山东体育学院学报, 2019, 35 (4): 66-70.
- [12] 陈浩, 任玉勇, 王丽等. 京杭运河生态体育旅游可持续发展研究[J]. 北京体育大学学报, 2015, 34 (4): 26-34.

Research on Path of Deep Integration of Sports Culture and Tourism in the New Era ——Take the Beijing-Hangzhou Grand Canal Cultural Belt as an Example

YAN Shi-liang¹, LIU Jian², MA Hong-xia¹

(1.School of Physical Education of Dezhou university,Dezhou Shandong 253023, China;
2.School of Physical Education of Ludong university,Yantai Shandong 264025, China)

Abstract: In 2014, the Beijing Hangzhou Grand Canal was established as a world cultural heritage, and the protection and development of the Beijing Hangzhou Grand Canal cultural belt has attracted increasing attention. This paper proposes to innovate the system and mechanism of the deep integration of sports culture and tourism, speed up the digital construction of the deep integration of sports culture and tourism, speed up the deep integration of national traditional sports culture and eco-tourism, and speed up the international development of the deep integration of sports culture and tourism, It provides new ideas for promoting the deep integration of sports culture and tourism in the Beijing Hangzhou Grand Canal cultural belt in the new era.

Key words: Beijing-Hangzhou grand canal cultural belt; integration of sports culture and tourism; path to innovation

北京冬奥会推动冰雪旅游核心区发展效应及战略研究

韩志超

(德州学院 体育学院, 山东 德州 253023)

摘要: 冰雪旅游属于特殊的体育旅游产业, 其蕴含了体验经济、体育精神、文化特质和旅游娱乐特性, 受到了新时代市场主体的欢迎与青睐。我国冰雪旅游核心区有着十分重要的发展潜力和发展资源, 现阶段体育旅游和体验经济相适应的市场需求逐步提高, 冰雪旅游产业成为了新社会背景下具有极大上升空间的行业与产业之一。从总体上看, 我国冰雪旅游核心区仍然存在相应的发展困境, 如投入与产出问题、资本集聚问题、利益冲突与产业创新理念问题。北京冬奥会为我国冰雪旅游核心区的进一步发展提供了机遇, 在需求端扩大了需求的规模与结构, 并在供给端提供了相应的创新理念; 在投入端吸引了社会各层次各领域的资本涌入, 并在产出端提供了市场主导设计。基于上述冬奥会推动冰雪旅游相关效应, 我国冰雪旅游核心区应当致力于推进产业链和经济生态圈的可持续发展、推动核心区冰雪旅游公共服务体系的完善、构建核心区新型冰雪旅游产业链与价值链, 以构建冰雪旅游核心区新型发展战略, 促进冰雪旅游产业行业的高质量发展。

关键词: 冰雪旅游; 冬奥会; 冬残奥会; 京津冀; 志愿者

中图分类号: G811.212

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0087-05

1 引言

冰雪旅游从表面上看, 具有普通旅游产业的特点, 但从内容上看, 其包含了体育与旅游的双重意蕴。在新的社会背景下, 人们对于体育旅游尤其是冰雪旅游具有文化特性的项目需求和消费需求增加, 为我国新型冰雪旅游提供了巨大的市场机遇。同时, 我国冰雪旅游核心区也具有相应的产业发展条件, 如京津冀地区、黑龙江和吉林在全国范围内形成了冰雪旅游的三足鼎立态势, 我国东北地区的冰雪旅游产业发展潜力和发展资源尚待进一步开发, 具有市场发展的极高预期。2021年, 我国冰雪旅游规模高达6800亿元。^[1]可见, 我国的冰雪旅游产业正在进入黄金发展期。

但是, 高速发展期并不代表冰雪旅游产业或旅游核心区的成熟期。现阶段, 我国冰雪旅游产业还具有一定的发展阻力和发展规模不足。伴随着市场需求逐步提高, 相应的冰雪旅游资源开发并没有与

之跟进, 冰雪旅游产业存在着供需不对等的状况。一方面, 市场需求无法得到充分满足的原因需要结合理论和实际进行深入探讨, 该问题涉及到体育、旅游、经济等多方面因素, 需要综合性地考虑;^[2]另一方面, 2022年北京冬奥会和冬残奥会期间, 冰雪旅游产业迎来了新的发展机遇, 两大赛事对于我国冰雪旅游核心区的推动效应主要具有哪些方面、如何利用上述推动效应以实现我国冰雪旅游产业的进一步发展, 是冰雪旅游核心区进一步建设和改良的重要研究课题。^[3]基于此, 本文拟从以下三个角度分析北京冬奥会期间和后冬奥会时期我国冰雪旅游核心区发展路径: 其一, 我国冰雪旅游核心区的发展现状及不足, 以及我国冰雪旅游的发展现状与发展规律; 其二, 北京冬奥会和冬残奥会对于我国冰雪旅游产业带来的经济推动效应体现的主要方面, 其内部的机理如何; 其三, 在北京冬奥会期间和后冬奥会时期, 我国冰雪旅游产业应当如何把握机遇, 构建怎样的战略从而将核心区发展理论进

收稿日期: 2021-10-04

基金项目: 教育部人文社会科学基金青年项目“北京冬奥会推动冰雪旅游核心区发展效应及战略研究”(项目编号: 21YJC890008); 2021年度山东省人文社会科学课题基础研究课题“黄河国家文化公园(山东段)体育与旅游融合发展战略及实践路径研究”(项目编号: 2021-JCJY-02)。

作者简介: 韩志超(1989-), 男, 山东德州人, 讲师, 博士, 主要从事体育产业、体育旅游研究。

行现实化落地。

2 我国冰雪旅游核心区发展现状及发展困境

2.1 冰雪旅游的发展现状与发展规律

冰雪旅游源于西方, 又被称为“白色旅游”。从根本上看, 冰雪旅游具有体验经济的特征。所谓体验经济, 是阿尔文·托夫勒提出的新型概念, 也是新社会背景下衍生出的新型经济模式。阿尔文认为, 在经历了农业与工业经济发展模式和生产方式后, 服务业的发展将向着体验式服务的方向转变。体验经济的含义是, 摆脱了传统背景下以规模和竞争为核心的经济发展模式, 而以情景和体验为核心, 带动消费者产生感官体验, 形成内心思维认同。体验经济在新社会背景下的运用场景十分广泛, 最典型的例子为VR体验馆的兴起。这种纯体验式消费在现阶段人们的心中认同程度极高, 正体现了体验经济的需求高度与规模。而冰雪运动则是在体育领域的体验经济典型模式之一, 其在体育领域融入体验经济的生产思维与服务思维, 将传统的旅游、体育、观光等消费行为和相对应的服务行为进行扩充, 使得消费者能够得到生理与心理的双重满足。^[4]

冰雪旅游体验经济模式产生、兴起和融合是具有历史必然性的。在传统农业化背景下, 生产力并不充分, 消费者的产品和服务需求规模较为狭窄, 在工业化背景下, 生产力的提高和生产方式的转变, 提高了生产效率, 人们有了更多的闲暇时间, 以追寻更为新颖的体验与服务。在工业化进一步演变为信息化、数字化的新时代, 人们的娱乐需求达到高峰, 对于物质层面的需求不再占据其需求体系结构中的主要部分, 而是以追求感官反馈和服务质量为主。在此背景下, 体验经济应运而生。加之全民健身理念的兴起与普及、终身运动的观念开始在民众中传递, 体育旅游产业方面的市场需求也开始有所提升。体育旅游、体验经济的双重理念之结合形成了冰雪运动的产业发展, 也提供了新的市场和新的机遇。

同时, 冰雪旅游也体现出历史发展的阶段性。在冰雪活动的最初阶段, 我国一般集中在东北地区的冰雪生活生产方面, 如利用冰雪自然资源以及自然环境进行日常运输、生产、资源储存、打猎、设施建筑等方面的活动。在第二阶段, 人们开始对冰雪资源进行开发, 冰雪艺术、冰雪运动开始出现。

比如滑冰、滑雪、冰雕、冰雪艺术创作、冰罩灯等。冰雪相关产品和服务开始多元化与复杂化, 并将冰雪运动和相应产品服务体系推向多元化阶段。在第三阶段多元化阶段, 冰雪运动进一步演化成为一种现象、一种产业以及一种文化, 如冰雪文化节、冰雪旅游产业等。这种转变与发展带来了诸多的价值, 如经济价值方面, 新的产业带来了新蓝海, 创造了新的市场价值; 在社会价值方面, 其推动了社会娱乐的多元化, 促进了人们的需求创新与精神多元化满足; 在战略与政策价值方面, 其大幅度推动了我国体育与旅游产业发展。

2.2 冰雪旅游产业面临的挑战与困境

虽然冰雪旅游作为新型产业之一, 具有十分强势的产业发展潜力。但是, 作为体验经济典型模式之一的冰雪运动, 在现阶段的发展仍然面临着一系列的困难与矛盾。其主要形态表现为利益冲突、投入产出、产业创新理念不足等方面。

首先, 利益冲突方面, 冰雪运动涉及到了多个产业行业, 也涉及到了多方面部门。比如, 其作为经济创新模式的一种, 必然涉及到市场主体, 如经营主体; 同时, 其还涉及到体育部门、旅游部门等方面的职责权限、经济利润转移支付等, 在利润分配方面由于综合性和跨行业性, 存在着一定的矛盾。这种矛盾会使得冰雪运动的理念创新与产品服务创新受到一定的阻碍, 使得产业发展止步不前, 利润也容易被人为分割。加之现阶段对此产业行业缺少相应的调控与全面的管理治理, 形成了监管的空白之处。正因为如此, 具有极强创新潜力和发展潜力的产业在现阶段仍然没有形成产业核心竞争力, 整体设计也存在一定的问题。^[5]

其次, 投入产出方面, 投入与产出是产业发展和创新重点关注的问题之一, 而冰雪旅游产业在我国存在着投入与产出两端的问题。投入端缺少融资手段, 也缺少相应的吸引力, 资本很难灌输, 形成了供不应求的态势; 产出端存在着产业链开发与利用的效率较低等问题, 投入形成的产出很难满足旅游者和体验者等消费主体的需要。同时, 以体验为主的冰雪旅游产业相关基础设施和配套设施较为缺乏, 综合性工作难以到位, 故在现实中很难形成理论层面那般的高效率与高质量, 产业发展面临阻碍。^[6]

再次, 产业创新理念方面, 现阶段的冰雪旅游开发效率不高, 创新理念没有跟上市场需求主体的需要。与国外成熟产业相比, 景区相应的设施仍然具有一定的差距。在现实中, 冰雪旅游产业缺乏新颖的场景、创新的项目与颠覆性的手段, 在现实中

很难得到消费者较高的评价。比如，现阶段冰雪旅游产业中很多经典设计的外观较为粗糙，运用的仍然是较为古老而传统的美学手段，简单的彩色灯光和场景特效并没有与冰雪旅游的主体、自然环境形成联动，存在着理念层面的差距，并形成了现实观感和体验的差异，需要进一步深度开发与理念创新。

总的来说，现阶段我国冰雪旅游的创新点和创新价值潜力没有充分利用。从整体上看，冰雪旅游尚有较大开发空间，需要一定的驱动力为其提供帮助，包括社会性助力、政策性助力以及经济层面的助力等。2022年北京冬奥会的举办将社会性、政策性、经济性等助力融为一体，为冰雪旅游创新发展提供了契机。

3 北京冬奥会对冰雪旅游核心区的发展效应

如上文所述，针对我国冰雪旅游现阶段面临的挑战和困境，其需要一个关键的契机对冰雪旅游行业进行颠覆性重构与完善改良。北京冬奥会恰是这一契机的主要因素。从总体上看，北京冬奥会针对性地提高了冰雪旅游的独立需求，并在供给侧上能够破除传统冰雪旅游供应质量、供应效率与认同度问题，同时，针对传统冰雪旅游领域投入产出的问题也能产生一定的改良效应。

3.1 北京冬奥会提高了冰雪旅游的吸引力

从冰雪旅游现阶段面临的机遇方面看，北京冬奥会进一步扩大了冰雪旅游的优势。如上文所述，体验经济在现阶段的社会需求正在逐步提高，但这一需求提高的态势只是整体的态势。也就是说，所有体验经济内部的产业都会得到需求提高的红利。但是，如何提高其中某一种经济运行模式的吸引力，是现阶段体验经济面临的主要问题。北京冬奥会的举办，抓住了冰雪旅游体验经济方面的吸引力，将全球的目光吸引到冬奥会赛场，吸引到了冰雪旅游的场景中。比如，北京冬奥会的媒体转播机构跨越各主要国家，包括中国、美国、日本、韩国、英国、法国、德国、意大利、俄罗斯、澳大利亚等，转播力度较大，涉及到全球诸多主要国家。这一吸引力的转移大幅度迎合了体验经济的需求扩张，有针对性地提高了冰雪旅游的独立需求。并且，这种需求的提高不仅带来了国内的冰雪旅游经济效益，甚至可能带来国际服务贸易方面的红利。

3.2 北京冬奥会深化了冰雪旅游的内涵

如果说北京冬奥会提高冰雪旅游的吸引力是从需求端提高了需求量，而在供给端，北京冬奥会则大大增加了冰雪旅游的内容深度。前文有述，虽然现阶段冰雪旅游的需求量逐步提高，但相应的供给却存在一定的质量问题，如较为传统而落后的供给模式和供给内容，与需求者、消费者预期不相符的冰雪旅游项目和具体冰雪旅游内容。而北京冬奥会则直接与奥运理念接轨，不仅带来了多元化的运动和体验项目，而且提高了其中蕴含的文化意境。一方面，从项目层面看，冬奥会项目如冰壶、冰球、速度滑冰、高山滑雪、钢架雪车、无舵雪橇、跳台滑雪、自由滑雪、短道速滑、花样滑冰、越野滑雪等项目，为现阶段冰雪旅游的项目体系提供了创新启示。另一方面，从文化层面看，北京冬奥会深化了冰雪旅游中内涵的文化意境，也提高了其中蕴含的民族精神。比如，2022年北京冬奥会赛区分布为北京赛区、延庆赛区、张家口赛区等，各冬奥村蕴含了当地的特色、民族习俗，其不仅实现了一定的推广作用，同时还提高了冰雪旅游的内容深度。

^[7]又如2022年北京冬奥会、冬残奥会的相应文化元素，对于冰雪旅游的文化促进作用都十分明显，北京冬奥会、冬残奥会的宣传海报在冰雪旅游、冰雪运动方面融入了中国文化、城市风貌等设计要素；北京冬奥会、冬残奥会的制服设计融入了中国传统“道法自然、天人合一”的思想，也融入了京张赛区山形、长城形态，还选择了沉稳的墨色和跃动的霞光红等色彩，凸显了客观公正、实干热情、青春活力等精神。除此之外，还有北京冬奥会火炬接力主题曲《Flame of Hope》、主体口号推广歌曲《一起向未来》等，其不仅是对于冬奥文化的推广，同时也是对于我国冰雪运动、冰雪旅游的文化发扬，提高了冰雪旅游的文化内涵，深化了其文化底蕴。^[8]

3.3 北京冬奥会实现了冰雪旅游社会资本扩张

从投入的角度看，投入不足依然是现阶段冰雪旅游发展面临的首要问题，虽然市场上存在着冰雪旅游相关需求，但冰雪旅游产业的新特征和市场的稳定性使其很难得到足够的资金投入。北京冬奥会作为一项国际赛事，政府及其相关部门、社会各层次与各领域力量的整合使得冰雪旅游产业发展的资金投入得到保障。在冬奥会前后，社会各类资本都会意识到冰雪旅游的蓝海特质以及投资潜力，并在赛事开展过程中逐步消除传统背景下投入不够、资本不足的情形与弊端。^[9]但从反面看，北京冬奥会的投入与资本效应，事实上是国际赛事带来的资

本吸引效果,其在形式上具有短期效应。而要将该短期效应进行可持续性、长期性的转型,则需要相应战略的创新和相应的制度支持才能实现。

3.4 北京冬奥会奠定了冰雪旅游产出端的基础

我国传统冰雪旅游领域存在的产出效率问题将随着北京冬奥会的开展得到一定程度的解决。原因在于:其一,在国家积极介入和政府的宏观调控下,冰雪旅游的相应投入产出比例将得到较大程度的控制与保障。其二,在北京冬奥会期间和后冬奥会时期,冰雪旅游投入产出服务的渠道十分宽泛且具有稳定性,产出渠道得到了保障。其三,北京冬奥会为冰雪旅游的投入产出提供了市场主导性设计。所谓主导性设计,指的是市场等方面需求带来的设计导向,亦即需求端的问题意识。北京冬奥会的相关项目和内容即为奥运精神、奥运战略中蕴含的冰雪旅游主要导向,其提供了投入产出的方向指引。总的来说,北京冬奥会对于我国冰雪旅游领域的推动效应是全面而深入的。其不仅在需求和供给两端提供了保障和促进,同时还在投入和产出两端消除了许多传统冰雪旅游领域所存在的问题。

4 北京冬奥会期间和后冬奥会时期我国冰雪旅游核心区发展战略

4.1 推进经济生态圈的可持续发展

可持续发展的目标在于发展的过程中保障自然资源和生态环境的健康与稳定。在传统背景下,冰雪旅游等服务项目、服务体系往往仅关注发展维度而忽略生态环境保护维度。而在生态文明发展观作为主要发展理念的当代,冰雪旅游也应当充分展现相应的可持续发展思想,其有利于在社会层面树立生态保护意识,回应国家生态文明建设要求,以及推动体育事业与旅游事业健康发展。^[10]同时根据国家“十三五”全国旅游公共服务发展规划,我国应当充分而可持续地利用生态冰雪旅游资源,并在生态环境保护的基础上进行科学的顶层设计,以法治为基础推动冰雪旅游相应产权制度、流通制度、配套制度等的建设与发展。^[11]北京冬奥会的理念之一便是“绿色办奥”。比如,为实现北京冬奥会的碳中和目标,张北柔性直流电网工程将张北地区的风能、太阳能等生产的绿色电力输入北京,赛事期间北京冬奥会所有场馆将实现绿电供应。故我国冰雪旅游方面的产业发展和经济生态圈建设,也应当顺应冬奥会可持续发展理念和绿色观念,推进冰雪旅

游产业生态可持续发展。^[12]在操作层面,首先应当挖掘绿色产业资源,如低碳冰雪旅游景区、生态冰雪旅游产品和绿色冰雪旅游服务等;其次应当发展冰雪旅游生态建设制度,包括生态环境资源保护等方面的公众参与制度、政府购买制度等;再次应当在社会层面加强生态保护与生态文明相关的宣传和教育,如借助冬奥会的IP打造相应的公益广告等,建设冰雪生态环境保护监测机制,如生态环境破坏预警机制、生态环境保护风险预防与控制机制、生态环境保护应急管理机制等。总的来说,北京冬奥会的理念与具体措施为我国冰雪旅游的生态文明建设奠定了理念基础与操作指引。

4.2 构建核心区冰雪旅游公共服务体系

体育、旅游等方面的因素始终与公共服务相联系。在北京冬奥会期间和后冬奥会时期,我国应当充分利用冬奥会推动冰雪旅游的多方面效应,推进冰雪旅游相关公共服务体系创建与完善,以有效满足公民基本冰雪旅游相应需求。应当构建政府、市场、社会三方面供给体系,因为如上文所述,2022年冬奥会能够有效地在冰雪旅游领域推动多元化资本的吸引与整合,实现冰雪旅游的投入产出效应。

首先,冰雪旅游公共服务的国家与政府供给。公共服务、公共事业、公共基础设施的供给,最本质的责任主体则为国家与政府。在传统的公共服务领域与理论体系中,公共服务应当与国家财政、政府政策等相关联,冰雪旅游公共服务也不例外。即使在多元化资本整合的情形下,政府与国家也应当肩负起主要的供给责任。在冬奥会期间和后冬奥会时期,我国政府应当利用冬奥会相关冰雪运动与冰雪旅游管理体制,对冰雪旅游资源进行多元化开发和深度利用,完善现有监管制度,确定我国冰雪公共服务的具体责任要点与供给范畴。但是,政府的干预与介入也应当有所限度,而不能忽略市场和社会资本的功能与价值。

其次,市场供给。应当在政府冰雪旅游公共服务供给体系中加入市场化的元素,因为市场化的供给要素能够实现冰雪旅游大众化、个性化和差异化的公共服务供给能力提高,操作层面上应当实现公私合作以及公私合营,将某些冰雪旅游公共服务项目交予私人管理、市场主体管理。将部分冰雪旅游公共服务项目转移至市场有助于推动公共服务资源的市场化配置,并提高其适应环境的能力、提高相应服务效率。

再次,社会化供给。政府部门的相应服务目的是为了保障公民的基本权利和基本需求,市场化

的服务目的是为了获取经济利润。但社会化供给的模式则兼具上述两者目标与价值取向。社会化供给被称为“社会第三部门”，其包括志愿者、行业协会、基金会等公益组织等。在冬奥会期间和后冬奥会时期，志愿者和公益组织等体现出的功能和价值是不可忽视的。在推动冰雪旅游公共服务的过程中，应当借助冬奥会相关组织的能力，将非营利组织纳入到冰雪旅游公共服务供给体系中来。^[13]此举不仅可以完善和充实政府、市场主体的公共服务体系，而且可以推动个人奉献社会、利他主义等理念的扩散与传播，在冬奥会、冰雪旅游之外推动文化的良性互动。

4.3 构建核心区新型冰雪旅游产业链与价值链

我国冰雪旅游产业尚未形成成熟的产业链模式与价值链模式，需要进行相应的完善与整合，并形成有效的产业发展闭环。成熟和完善的产业层级结构与资金流动模式，能够推进我国冰雪旅游产业的长期发展。冬奥会期间和后冬奥会时期，旅游业与体育业相关的经济模式都可以在冰雪旅游产业中进行借鉴与模仿，总的来说，我国冰雪旅游应当形成以下产业价值链结构：

首先是赛事层级。赛事层级通过对国内外核心赛事、大众冰雪赛事、职业联赛等的烘托与把握，实现产业链的核心内容。在这一层级中，大型冰雪赛事属于整体产业价值结构的上游阶段，冰雪旅游产业能够通过赛事门票收入、赛事分红、社会化赞助与广告等推广收入进行价值和资金的第一层次流转，并为后期的进一步提高冰雪旅游产品服务层级奠定基础。其次是媒体层级。应当结合新媒体媒介，大力推动冰雪旅游与冬奥会相关宣传推广，以冬奥会为契机，推动举办城市乃至全国冰雪旅游IP构建，将赛事层级的相应吸引力进行升华，在互联网空间、数据空间占据市场份额，实现需求粘性的提高，获取经济利润。再次是生产与服务层级。应当利用新型技术，提高市场需求感知能力，在法律允许的范围内，在冬奥会期间和后冬奥会时期大规模收集需求信息，分析需求结构与层次，研究需求增长极，有针对性地创建冰雪旅游新产品与服务，尽可能地满足市场需求。

5 结语

体育旅游是新时代产业融合发展的重要结果。体育旅游内部，冰雪旅游又属于较新的、较为重要的组成部分。具体来说，冰雪旅游属于体验经济的

新型模式之一，无论是需求的内涵还是运行的方式，其都具有新型的特征。在新的社会背景下，冰雪旅游已经成为了我国新的经济增长极之一，并且具有现实的资源开发利用空间。但是，我国的冰雪旅游核心区和运营主体并没有完全释放相应资源和市场机遇的价值和功能，无论是从投入端和产出端来看，还是从需求端和供给端来看，都没有形成有效的平衡。社会资本、创新产品和服务理念等都没有得到充分的发挥。在北京冬奥会期间，全国乃至国际社会的目光都聚集我国，为冰雪旅游产业带来了新的发展机遇。冬奥会的成功举办，为我国的冰雪旅游产业带来了新的经济效应，现阶段，应当充分把握契机，加快冰雪旅游核心区建设，从可持续发展、公共服务、价值链重构等角度入手，提高我国冰雪旅游核心区的市场份额、发展稳定性，提升我国冰雪旅游产业在国际体育旅游环境中的地位和话语权，充分推动我国体育事业、旅游事业乃至整体经济发展的步伐。

参考文献：

- [1] 中商产业研究院. 2018-2023年中国冰雪旅游产业市场前景及投融资报告[R]. 2018.
- [2] 吴玲敏, 任保国, 和立新, 等. 北京冬奥会推动京津冀冰雪旅游发展效应及协同推进策略研究[J]. 北京体育大学学报, 2019, 42(1): 50-59.
- [3] 臧梦璐. 冬奥会带热冰雪运动[J]. 光彩, 2021(12): 18-21.
- [4] 郭金丰. 北京冬奥会背景下推动我国冰雪产业发展的对策[J]. 经济纵横, 2018(8): 114-120.
- [5] 张婷, 李祥虎, 肖玲, 等. 北京冬奥会背景下我国冰雪运动可持续发展路径研究[J]. 体育文化导刊, 2018(7): 17-21, 31.
- [6] 单琛蕾, 张伟, 郝鹏飞. 北京冬奥会对我国冰雪运动的影响[J]. 南京体育学院学报, 2018, 1(1): 40-44.
- [7] 杨国庆, 王凯, 叶强, 等. 北京冬奥会背景下我国冰雪运动推广与发展研究进展—基于2008—2017年的文献分析[J]. 北京体育大学学报, 2017, 40(12): 95-100.
- [8] 顾久贤. 2022年冬奥会的举办对区域消费需求与行为影响的研究—以河北冰雪体育旅游为分析个案[J]. 体育与科学, 2016, 37(3): 114-120.
- [9] 王晓军, 王浩, 宋之杰. 2022年冬奥会对张家口冰雪旅游产业的影响及对策研究[J]. 冰雪运动, 2016, 38(3): 65-69.
- [10] 何于苗, 陈元欣, 滕苗苗, 等. 我国冰雪产业发展与市场开发研究[J]. 河北体育学院学报, 2017, 31(1): 23-27.
- [11] 王忠明, 李勇, 王诚民, 等. 北京冬奥会背景下黑龙江省冰雪体育旅游产业创新发展研究[J]. 冰雪运动, 2017, 39(6): 80-83, 88.
- [12] 殷亮, 石晶. 北京冬奥会对我国冰雪文化发展的影响[J]. 冰雪运动, 2017, 39(4): 6-8.
- [13] 陈文静. 2022年冬奥会对黑龙江省冰雪体育产业发展影响研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨体育学院, 2017.

(下转第110页)

基于OBE-CDIO理念的应用型创新人才培养 五维一体框架体系研究

——以网络工程专业为例

胡 凯, 张 宾

(德州学院 计算机与信息学院, 山东 德州 253023)

摘 要: 针对我国高校工科专业普遍存在的“专业实验室匮乏、学生实践能力偏弱”的现状,以德州学院“网络工程专业”为例,结合国际先进的OBE理念和CDIO教育模式,设计构建了一套五维一体框架体系,以解决“应用型人才”的创新能力的培养问题。五维一体框架体系包括“一生一师一项目”“专业特色实验室”“科技创新协会”“校企合作协同育人”“教学反馈机制”五部分,通过五者的有机结合,达到培养应用型创新人才的目的。为我国应用型本科高校的高质量发展进行有益的尝试,同时为同类高等院校培养应用型创新人才提供一定的借鉴意义。

关键词: 应用型创新人才; OBE; CDIO; 五维一体框架

中图分类号: G640

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0092-05

1 引言

1.1 应用型创新人才出现的背景

当今时代,新一轮的科技革命和产业变革在不断地加速,第四次工业革命也以迅猛的速度向前推进。面对“后疫情时代”科学技术的飞速发展和世界产业结构的调整优化,如何在下一个十年赢得发展先机,是我国当前所面临的艰巨任务。

应用型创新人才是一个国家经济和社会发展的核心动力,如何加强对当下战略领域应用型创新人才的培养,是实现中国由人力资源大国向人力资源强国迈进的必由之路。高等教育作为人才培养的首要高地,要抓住机遇、乘势而为,主动承担起培育战略领域人才的重要使命,培养出理论基础扎实、实践能力突出、适应当今社会需求的应用型创新人才^[1]。

基于以上背景,国家发改委、教育部在“十三五”期间就开始实施教育现代化推进工程——应用型本科高校建设项目,支持各省推荐的100所应用型高校建设。中央预算内对每所项目高校投入1亿元,用来推动高校将产教融合项目建设

和学校转型深化改革相结合,切实把办学转到服务地方经济社会发展上,转到培养应用型人才、技术技能型人才上。近两年来,一大批普通本科高等学校也逐步开始向应用型高校转型^[2]。

1.2 地方型本科高校采取的对策

面对上述的发展机遇,地方型本科高校应抓住机遇、努力转型,以“工程教育认证”的三大理念为引领,突破传统教育思想的束缚,主动对标《华盛顿协议》,构建“应用型创新人才培养体系”,推动我国工业化进程,担负起科技兴国的历史重任。

2 OBE理念及CDIO模式解析

2.1 工程教育认证与OBE理念

2016年,我国正式加入《华盛顿协议》,成为第十八个成员国,实现“工程教育专业”与国际互认的目标,有力地推动了“以学生为中心,以产出为导向,以持续改进为驱动力”的国际先进教育理念在中国的推广,同时深化了中国工程教育专业的教学改革。该教育理念的核心思想是以“产出为

收稿日期: 2021-01-18

基金项目: 德州学院校级重点教研课题(项目编号: dzuzd20-12)。

作者简介: 胡凯(1976-),男,河南新乡人,副教授,硕士,研究方向:网络安全、计算机教育。

导向”进行各项教育活动, 培养学生的各项目标能力。随着我国 2017 年教育部积极推进“新工科”建设以来, “工程教育认证理念”被很好的应用于人才培养方案制定和教学改革中, 产生了良好的效果^{[3][155]}。

产出导向 (Outcomes-Based Education, 简称 OBE) 作为一种先进的教育理念, 通过高等教育和导向教育理念相结合, 贯穿工程认证的标准^{[3][155]}。OBE 的实施要点, 共有 5 个关键性步骤 (见图 1): 1. 制定预期学习目标; 2. 反向设计课程体系; 3. 确定策略、实施教学; 4. 学习成果的评价; 5. 逐步改进的学习过程^[4]。

产出导向教育与传统教育相比, 具有一定的差异性。传统的教育围绕教学内容展开, 注重知识的传授, 教学方式是以教师和教材为中心, 教学评价倾向于通过单一的方式评定学生的学习成果。产出导向的教学方式以学生为中心, 指导学生始终以学习成果为导向, 评价方式呈现多元化。

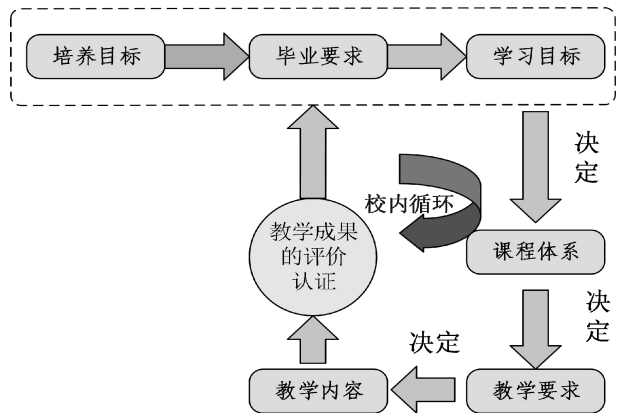


图1 基于OBE理念的持续改进

2.2 CDIO工程教育模式

CDIO教学模式(Conceive、Design、Implement和Operate的简写, 即构思、设计、实现和运作的教学模式)是近年来国际工程教育改革的最新成果 (见图2)。2000 年美国麻省理工学院和瑞典皇家工学院等四所大学组成的跨国研究获得Knut and Alice Wallenberg基金会近 2000 万美元巨额资助, 经过四年的探索研究, 创立了CDIO工程教育理念。它是一种构思、设计、实现、运作的新型教育模式, 其核心是将知识、素质、能力的培养相结合, 引导学生以实际的项目为载体, 通过实践的方式进行学习, 最终将知识和实践创新融为一体。实践教学是CDIO理念下的核心模式, 通过“项目驱动”和“在做中学”的教学方法实现理论知识和实践技能的统一。CDIO理念的教学模式主要培养学

生的实践应用能力和创新设计能力^[5]。

因为OBE与CDIO两大教育理念的紧密关联, 汕头大学提出了创建基于CDIO标准的大纲来实现OBE的具体培养要求。这一方法的提出, 对于促进工程教育者“树立结果导向意识”、实施专业认证以及审核评估, 起到了很好的引领作用。CDIO的重要影响是, 工程教育者在课程计划的设置上, 普遍重视理论教学与工程实践项目的统筹安排, 构建多层次的以项目实践为导向的课程体系, 这也是CDIO教育模式的要求。这种教育模式克服了传统工科教育课程计划先理论、后实践的弊病^[6]。

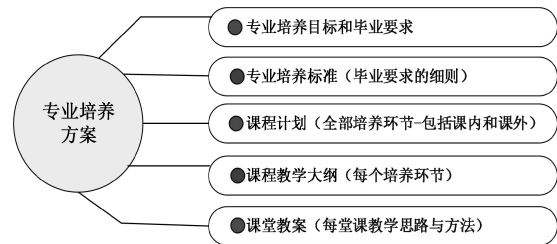


图2 基于CDIO教学模式的培养方案的构成

3 创新应用型人才培养五维一体框架体系研究模式

本文以德州学院“网络工程”专业为研究出发点, 针对其“人才培养方案滞后、专业实验室匮乏、学生实践能力偏弱”的现状, 修订了符合工程教育认证标准的人才培养方案, 并结合OBE概念和CDIO模式, 探索构建五位一体框架体系 (见图3): 通过“教学反馈机制”“专业特色实验室”“校企合作协同育人”“一生一师一项目”五个方面, 达到创新应用型网络技术人才的培养目标。

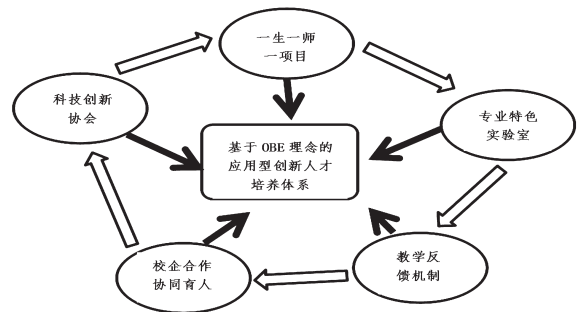


图3 五维一体创新应用型人才培养体系

3.1 符合工程教育认证标准和新工科建设内涵的创新人才培养方案

2017 年 11 月, 中国工程教育专业认证协会在对《工程教育认证标准》的修订中, 明确指出要加

强对学生的创新能力和实践能力的培养，对新工科背景下学生的实践能力提出了更高的要求^[7]。

德州学院的“网络工程”专业是于 2009 年在“计算机科学与技术”专业基础上创建的，近年来未能紧跟网络技术发展趋势来完善课程体系，且实践环节相对滞后，对学生的创新能力和实践技能培养严重不足。因此，迫切需要我们对照新工科教育认证的要求，重塑人才培养体系，紧跟时代潮流，加强学生实践能力、创新能力的培养。

2020 年 3 月份，德州学院计算机与信息学院按照工程教育认证的要求，重新修订了“网络工程”专业的人才培养方案（见图 4），其中着重修订了“专业培养目标”、“毕业要求指标点分解”和“支撑课程”。并准备通过持续改进的方式，针对课程达成度评价和毕业要求达成度评价，对人才培养方案进行反复的完善和修订。并于 2021 年 9 月提交工程教育认证“申报书”。

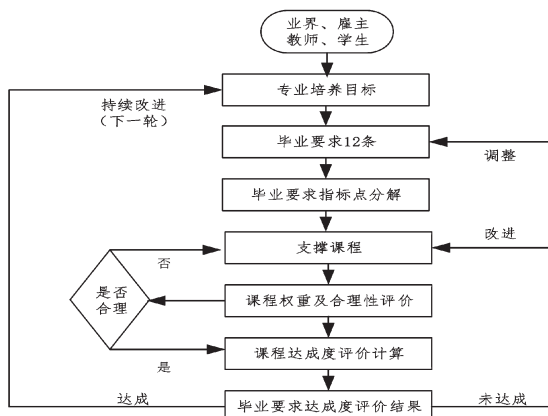


图 4 工程认证背景下的人才培养方案修订框架

3.2 基于OBE理念的“一生一师一项目”计划的研究和实施

“一生一师一项目”这项新制度有两个关键词：一是“指导全过程”，导师制贯穿大学四年，突出导师指导全过程；二是“指导全覆盖”，每名大学生配备一名导师，覆盖所有学生。且通过两级导师制（见图 5），对学生进行分层次培养。一级导师负责对年轻教师及学生科研素养的锻炼和培养；二级导师负责引导学生参加社会实践及动手能力的锻炼和培养。

本计划的重点和难点在于学业导师如何获取项目，这就倒逼老师必须主动学习，开展科学研究，深入党政机关、企事业单位，获取课题资源，明确社会需求。

该计划的实施，一方面解决了学生学习方向不明确，缺少项目实践机会，技术难题长期留存，无

从参加科技创新活动，毕业设计内容模拟化、简单化、重复化、低价值化等问题；另一方面解决了老师科研无助手，想参加大赛无学生，毕业设计因师生临时组合、时间有限而导致质量不高的问题。

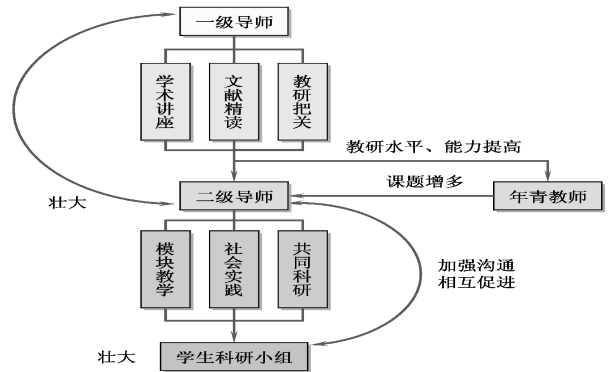


图 5 两级导师制

3.3 专业特色实验室的完善和强化

当前网络技术迅猛发展、新兴技术层出不穷，云计算、物联网、5G 等网络新技术成为研究的热点^[8]。而由于学校资金有限，网络工程的专业实验室建设严重滞后，无法满足学生的实践创新能力的培养需求。为了激发学生的实践创新热情，让学生热衷于实验和实践，必须加强专业实验室的建设和优化。

为此需要多方筹划，利用社会资金，加强专业实验室建设。2020 年，依托于计算机与信息学院的校企合作企业，由企业出资建设了“物联网应用实验室”、“大规模数据存储实验室”。下一步，计划通过和企业联合创办“现代产业学院”的方式，进一步吸引社会资金，建设“网络空间安全实验室”和“网络舆情研判实验室”。

3.4 基于CDIO模式的科技创新协会的建设和实施

科技创新协会的主旨作用是发挥其在大赛管理和学生培训的职能和作用，通过鼓励学生参加科创大赛，来提高学生的实践能力和创新能力。

依据网络工程专业的特色，把 CDIO 模式应用到网络工程专业学生培养中，通过项目驱动的方式，培养学生的动手实践能力，开拓学生项目的应用创新能力，在项目开发的过程中磨炼意志，激发学习的欲望，积累开发经验，提高技术水平，不断获得成就感，提升就业竞争力，为以后的工作打下坚实的基础。目前，计算机与信息学院的“科技创新协会”共设有五个兴趣小组（见图 6），分别是：“Java 安卓开发兴趣小组”、“平面设计兴趣小组”、“3D MAX 开发兴趣小组”、“Python 兴趣小组”、“影视后期制作兴趣小组”。通过分类

培养, 挖掘学生的兴趣和潜质, 锻炼学生的实践创新能力。

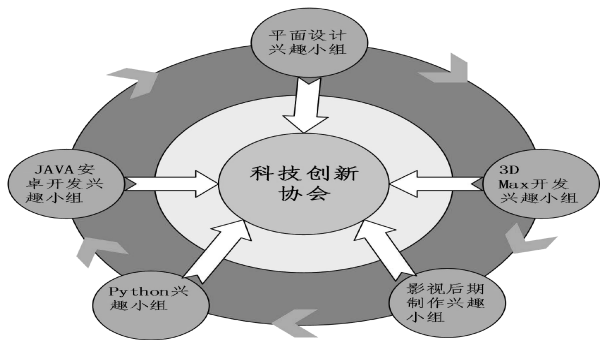


图6 以科技创新协会为依托的兴趣学习小组

3.5 校企合作办学、产教融合的实践教学体系的构建

依据应用型人才在知识、能力等方面的培养需求, 推进教学模式的改革和创新, 与企业共同打造一支由双方专业技术人员组成的实践教学团队(见图7); 通过引入企业的真实案例项目, 共建实践教学资源库, 采用项目驱动的方式, 进行沉浸式授课、项目化教学; 根据应用型人才的成长规律, 与企业共建实习、实训基地, 基于企业的岗位需求和项目背景, 知识技术与应用实践并重, 开展实训教学活动; 推进校企合作模式的深化改革, 使技术企业全方位、全过程参与到学生的教学过程和评价体系中, 实现产业和人才需求的对接, 建立开放的人才培养体系。

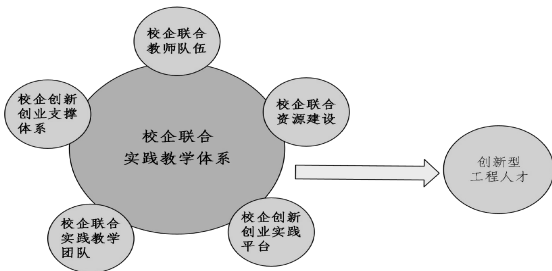


图7 校企合作办学实践教学体系

3.6 建立和完善教学质量体系监控和长效反馈机制

全面落实教学质量的过程监控体系, 完善院、系两级管理的过程控制, 注重实效, 保证人才培养的质量。教学质量的过程监控主要包含: 课程内容审查和教学大纲制定机制、课程教学过程监督检查机制、课程考核方式和审查机制、课程体系设置和评价修订机制、课程教学效果评价机制。

为毕业生提供长效反馈机制(见图8)。建立工程技术人才培养评价机制, 制定毕业要求达成情况评价机制, 对毕业要求达成情况的评价内容、评价过程、评价依据、评价方法、评价对象和评价结果的反馈和适应等做出相关规定。将评价数据和评

价结果作为毕业要求修订依据、课程体系修订依据等, 是改进专业建设和人才培养质量, 持续改进专业教育教学工作的重要参考资料。

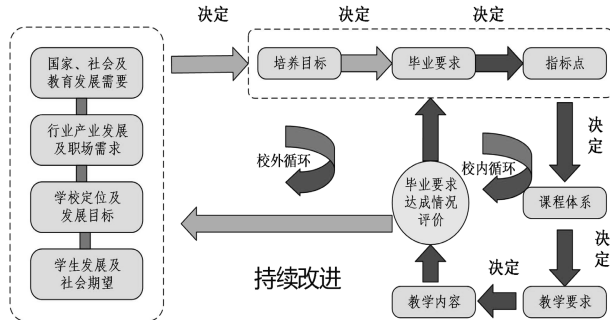


图8 长效教学反馈机制

4 结束语

经过一年来的实施, 网络工程专业的学生素质有了显著的提升, 2021年学生参加各种科创竞赛, 如: 中国“互联网+”大学生创新创业大赛、全国大学生信息安全竞赛(实践类)、中国大学生计算机设计大赛、“蓝桥杯”全国软件和信息技术专业人才大赛等学科竞赛, 共获得国家级二等奖1项, 国家级三等奖3项, 国家级优秀奖3项, 省级一等奖3项, 省级二等奖7项, 省级三等奖12项; 指导学生积极申报大学生创新创业训练计划项目, 2021年共申报8项。共获批4项大学生创新创业训练计划项目(国家级1项, 省级3项)。

综上, 本文基于工程教育认证理念, 重新修订了网络工程专业的人才培养方案; 结合网络工程专业自身的特点和发展现状, 通过项目驱动方式, 培养学生实践创新能力。通过推行“一生一师一项目”计划, 推进学生学习能力的培养; 通过建设“专业特色实验室”和探索“产教融合模式的实践教学体系”, 更好地培养学生创新意识和实践能力。最后, 通过建立和完善教学质量体系监控和长效反馈机制, 实现对整个培养体系的持续改进和不断完善。“网络工程”的专业建设没有“一蹴而就”的捷径, 在后面的实践中, 仍然需要针对新的形势、新的问题, 不断修正和完善。

参考文献:

[1] 卢慧, 李华, 马学彬. 基于创新人才培养的计算机网络原理问题点断式微翻转教学方法设计与应用[J]. 计算机教育, 2020(7): 74-78.

[2] 郝萍萍. 应用型本科高校创新创业人才培养模式的研究与实践—以网络工程实验班为例[J]. 现代信息科技, 2019, 3

- (12): 191-193.
- [3] 席克. 网络工程专业应用型创新人才培养方案探析[J]. 现代职业教育, 2016 (3): 155.
- [4] 袁晓亚. 应用型创新人才培养网络教学平台下的教学模式研究[J]. 教育教学论坛, 2015 (26): 75-76.
- [5] 郭现峰, 罗晴. 网络工程专业应用型创新人才培养方案探析[J]. 中共乐山市委党校学报, 2015, 17 (2): 14-16.
- [6] 袁晓亚. 应用型创新人才培养网络教学平台研究[J]. 济南职业学院学报, 2010 (4): 71-75.
- [7] 毛羽刚, 朱培栋, 徐明. 基于工程教育专业认证理念的网络工程专业建设[J]. 计算机教育, 2014 (20): 12.
- [8] 仇建, 陈宾宾, 胡维华. 工程教育认证背景下的网络专业课程体系建设[J]. 杭州电子科技大学学报 (自然科学版), 2015, 35 (2): 107-110.

Research on Five Dimensional Integrated Framework System of Applied Innovative Talents Training Based on OBE-CDIO Conception ——e.g.Network Engineering Specialty

HU Kai, ZHANG Bin

(School of Computer and Information, Dezhou University ,Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: According the current situation of “lack of professional laboratory and weak practical ability of students” in network engineering specialty of our university, This thesis design and build a Five Dimensional Framework mode,to Solve the problem of cultivating innovative ability of “applied talents”.The framework system include “a student, a teacher, one project” “specialized characteristic laboratory” “Science and Technology Innovation Association” “School enterprise cooperation and collaborative education” “Teaching feedback mechanism”.Through the organic combination of the five,it achieve the purpose of training high-quality applied talents.this thesis make a useful attempt in advance for The Fourteenth Five Year Plan of our university to build a high quality applied undergraduate university,and it also can be used for reference to cultivate applied innovative talents for Similar institutions of colleges and universities.

Keywords:applied innovative talents; OBE; CDIO; five dimensional framework system

(上接第77页)

Strategies for Improving the Ability of Internal Auditors in Colleges and Universities

ZHANG Yan-ling, LIU Yan

(Audit Office, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: The new era puts forward higher requirements for the professional ability of internal auditors. In order to ensure that the internal audit work can adapt to the new development and new requirements, colleges and universities should improve the professional ability of internal auditors through various ways. This paper analyzes the current situation of the competence of internal auditors in Colleges and universities, and puts forward strategies to improve their ability from four aspects: strengthening the ideological and political education of auditors, practicing business diligently, improving the ability of big data audit and strengthening the ability of communication and coordination, so as to help colleges and universities build a high-quality professional audit team with firm faith, refined business, pragmatic style, integrity and honesty, and promote the high-quality development of the school.

Key words: colleges and universities; internal auditing; ability; promote

《面向对象程序设计 (Java)》课程思政探索与实践

谢延红, 张建臣, 戎丽霞, 刘建军

(德州学院 计算机与信息学院, 山东 德州 253023)

摘要: 课程思政是通过充分发挥课堂教学的主渠道作用, 将思政之盐融入课程之汤, 完成价值引领的使命。在《面向对象程序设计 (Java)》课程中实施课程思政具有可行性, 可以探讨在教学知识点、教学模式、教学方法、课程设计、教学评价等方面润物无声地融入思政元素, 实现课程思政在《面向对象程序设计》课程中的落地。

关键词: 课程思政; 面向对象; 教学改革

中图分类号: G642

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0097-05

1 研究背景与现状

2016 年 12 月 7 日, 习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上发表重要讲话, 提出“要用好课堂教学这个主渠道,其他各门课程都要守好一段渠、种好责任田, 使各类课程与思想政治理论课同向同行, 形成协同效应。”^[1]这一重要论断, 打破了高校思政课程独担思政教育大任的单一局面, 为高校专业课进行思政教育提出了要求, 指明了方向。

目前, 很多高校已经明确出台政策与措施, 推进专业思政建设, 让专业思政逐渐走进了高校一线教师的专业教学中, 也促使学者、教师对课程思政进行了一系列研究和探讨。例如, 有些从理论角度对专业课思政的内涵、课程思政的必要性进行了研究。^[2-3]有些以专业、专业群、学科、甚至学校等为依托, 对课程思政的整体方案、实施意义、实施途径进行了宏观探讨。^[4-5]有些针对某课程, 甚至是某节课, 对课程思政实施方法进行了微观实践。^[6-7]其中, 实施思政的课程以医学类课程居多, 而计算机类课程较少, 课程思政元素的融入方式以与“知识点融合”为主, 而探讨如何挖掘教学模式、教学方法、课程设计、教学评价等的思政元素实践案例较少。

本文探讨《面向对象程序设计 (Java)》课程

如何具体在教学实施的全过程中无痕地融入思政元素, 实现润物细无声的专业课程思政建设。以期为一线专业课教师, 尤其是程序设计类专业教师研究“专业课程思政究竟如何落地”提供一点参考。

2 实施课程思政的重要性及可行性

《面向对象程序设计 (Java)》课程是德州学院计算机科学与技术专业在大一第二学期开设的一门专业核心基础课, 共 80 学时。本课程是《Java Web 开发技术》、《软件工程》、毕业设计等专业课程的前驱课程, 是 Java 软件工程师的主要考核内容, 是就业面试时的必考技术之一, 也是就业后赖以生存的技术之一。因此, 学生非常重视, 学习热情高涨。再加上课程开设时间早、涉及学生范围广、授课学时多等先天优势条件, 使课程具备强影响力、吸引力。而计算机科学与技术专业的生源要么是理科生, 要么是在新高考中选择物理的学生, 这些学生在高中时所受的思政教育与熏陶较少。综上所述, 课程具备进行专业课程思政建设的重要性。

《面向对象程序设计 (Java)》课程是一门典型的“教学实践一体化”课程, 包括理论教学、实验教学、课程设计等环节, 不仅仅是在教学内容上, 而且在教学模式、教学方法、课程设计、教

收稿日期: 2020-11-11

基金项目: 2019 年教育部高教司产学合作协同育人项目“新工科背景下应用型本科院校人才培养模式研究与改革实践”(项目编号: 201902188013); 德州学院校级项目““三全育人”视域下程序设计类课程思政元素发掘与实践”。

作者简介: 谢延红 (1975-), 女, 山东聊城人, 副教授, 硕士, 主要从事远程教育、课程改革方面的研究。

学评价等各个方面均蕴藏着极其丰富的课程思政资源,具备进行专业课程思政建设的潜力。

3 实施课程思政的途径

3.1 巧妙结合知识点,力求育人无痕迹

在教学知识点中融入思政元素是最常用的一种方式,但一定注意专业课程最主要的还是学习专业知识,思政内容要自然贴合知识点,最好要为理解、掌握知识点增砖添瓦。切不可占时过多,生拉硬扯,刻意说教,引起学生反感^[8]。

1) 知识点案例导入中融入思政元素。例如在讲解“继承”知识点前,先借助案例引入:一丧偶老人独居,精神日益萎靡,于是执意再婚。婚后温馨惬意,老人精神矍铄。但老人的再婚行为却遭到子女的一致反对,关系降至冰点。此时,和学生探讨子女反对的本质原因,关键就是财产问题。财产具有独占性,再婚老伴和子女都是继承人,财产你有我就会没有。但如果生活在Java的世界里,这个问题就会迎刃而解,因为每个子类都会继承父类所有的财产。

这样的案例导入,能让学生在轻松幽默的语境中,利用现实生活中的“继承”与面向对象中的“继承”的反差,更好地理解、掌握面向对象中“继承”的基本特性。而这时所融入的思政元素不必点破,不用刻意去评价案例中子女的行为,不必明确表达应该如何做人、如何做事,应该具备崇德向善的仁爱之心,学生自然会通过教师的词语表达、情感流露获得情感体验,达到“润物无声”思政目的。

2) 在课程知识点讲解中融入思政元素。在讲解知识点“Java的具体应用领域”时,可以结合一些时政大事,介绍Java的具体应用,剖析本课程、甚至本专业的技术优势,提高认可度,加强学生的学习信心。如在2020年初新冠肺炎爆发时,全国各个行业纷纷为“抗击疫情,我们在行动”作出不同程度的贡献,计算机行业也做出了独特贡献。例如,有程序员编程模拟了疫情传播和爆发过程的小程序,让人们快速、形象、直观地理解为什么不能出门;京东等一些网购软件、手机APP小程序、社区水果蔬菜的团购报单软件、网上远程诊疗系统、电子支付等为最大程度地减少人员密集接触立下汗马功劳;在疫情期间,之所以能够实现“停课不停教,停课不停学”,也是因为已经具备了雨课堂、腾讯会议、课堂派等一系列在线学习平台;疫情稳

定后,实名登记系统、健康码、行程码等为商场、企业、学校逐渐复工、复学提供了保障,为健康出行提供了便捷。

案例中所列举的应用有些是用Java实现的,而这些应用也仅仅是Java应用的冰山一角。学生掌握知识点的同时,激发学生对本课程、甚至本专业的学习热情,增强学生的职业认同感,自豪感。至今为止,还没有一个诞生于中国的、世界流行的编程语言,而Java也有可能像华为芯片、部分高校的MATLAB一样,突然被禁用。所以中国计算机行业的自主研发之路虽任重道远,却意义非凡,这个时代的计算机专业的学生有更光明的就业前景,但更有使命担当的历史责任,激发学生的历史责任感、家国情怀,并增强学生的产权保护意识。

3) 知识点练习中融入思政元素。例如,针对知识点“switch语句”,布置课外练习的作业为“编程实现:输出该年份中国女排的奥运会成绩”。为完成作业,学生会通过网络途径获取历届中国女排的奥运会成绩,引导学生关注中国女排,而勇敢拼搏、团结协作的女排精神会影响学生,民族自豪感、自信心也会油然而生。

面向对象的知识点中还蕴含着大量的思政元素,如讲“继承”时启迪学生要学会利用各种资源继承发展,而不是闭门造车;学习“循环”时,启迪学生看似重复,实则不断地向目标迈进,多次的量变引发质变;学习“静态成员”时完成银行叫号系统,启迪学生一定要具有规则意识、法治意识,有限制的自由才能构建和谐社会等等。

3.2 优化教学模式,突显学生主体地位

一个好的教学模式应该特别突显学生的主体地位,将尽可能多的时间归还给学生,让学生积极行动起来,完成知识的内化及能力的提升。课程采用“线上线下相结合的任务驱动式半翻转课堂教学模式”^[9-10],不仅可以提高学生参与度,而且可以培养学生自主学习、沟通表达、思辨、发现问题、解决问题等能力以及精益求精的精神。

针对《面向对象程序设计(Java)》课程“理论实践一体化”的特点,设计并实践了“线上线下相结合的任务驱动式半翻转课堂教学模式”。该教学模式的核心思想为:将简单语法知识的传授迁移至课前,线上完成。将有一定难度的基础知识讲授和利用任务驱动完成知识内化的过程迁移至课堂,线下为主,线上为辅。课前,教师制作导学文档、微视频等上传至线上网站,学生根据导学文档内容自由选择,利用线上微视频、线下教材或其它慕课

资源初步掌握基本语法知识点。课上,以“学生完成任务、教师个性化辅导”的“任务驱动”活动为主,教师根据教学需要,灵活组织“知识精讲、线上互动、分众教学、小组探讨、案例展示与点评、大家来找茬、经验总结”等辅助活动。需要强调的是,掌握课前基本语法知识是提升课堂实践质量的一个关键因素,考虑到学生自学能力不同、自我控制能力不同,导致完成课前任务质量也不同,因此将具有一定难度的基础知识讲授保留在线下课堂中进行,这样实现了半翻转课堂教学模式。^[10]

该教学模式下,课前活动相对宽松,学习时间、学习节奏自主掌控,有利于于培养和提高学生时间管理、自主学习的能力。课上,将多数课堂时间交还给学生,变被动听讲为主动探索,不仅能达到锻炼、提高学生实践能力的目的,而且能增强学生的主人翁意识,提高学生参与度、学生对课堂的关注度。教师摆脱讲授的束缚,可以在课上与学生加强互动,及时发现学生的学习困境,帮助、鼓励学生建立学习自信心,实现教师价值的最大化。课堂上除“任务驱动”的主活动外,穿插的辅助活动也具有思政融合点。例如“小组探讨”能够培养学生沟通协调、语言表达、思辨等能力;“案例展示与点评”为学生展示案例,教师进行点评,肯定亮点,指出不足;“大家来找茬”为教师展示案例,学生指出不足,提出解决方法,均可以培养学生发现问题、解决问题的能力及精益求精追求卓越的精神。

3.3 灵活运用教学方法,提升学生能力

经实践检验,参与式教学法等几种教学方法较适合《面向对象程序设计(Java)》课程,能够达到提高学生专业技能的目的,能够实现增强学生自信心、培养脚踏实地的学习态度、增强执行落实能力等德育目的。

1) 参与式教学法。《面向对象程序设计(Java)》是一门强实践性课程,理论听懂容易,应用实践难,往往出现眼高手低的现象。因此在讲解实践案例时,可以边编程边讲解,而学生可以跟着边听边实践边验证,实现“被动听讲”向“主动探究”的过渡。这种学生参与其中的教学方式,学生主体意识强,注意力集中,能有效促进知识的内化,增强实践能力。另外,学生见证、参与、完成了案例,经历了“从无到有,从小到大,从满目疮痍到美丽蝶变”的过程,学会了如何将一个大目标分解成若干小目标,并逐步实现小目标,最后完成大目标的方法,有利于培养学生脚踏实地的学习

态度,增强执行落实能力。

2) “授渔式”教学法。矛盾的普遍性说明“矛盾无时、无处不在”,编程实践时遇到错误是一种非常正常的现象,一定要平和对待。而矛盾的特殊性说明“具体问题要具体分析”,具体问题永远列举不完,只有学会方法,才能以不变应万变,具备具体问题具体分析的能力。例如,组织专题:“如何在Eclipse中定位、排除错误”。提前精心设计一些错误,尤其是逻辑错误,为学生演示在Eclipse中如何利用“断点+单步执行+监视窗口”等手段定位、排除错误。一次演示讲解只能起到启蒙作用,真正掌握则需要不断的重复强化。因此,协助学生解决问题时,不是直接指出错误,而是引导学生利用调试定位、分析,最后排除错误,从而增强学生利用调试方法灵活分析、解决各种程序问题的能力。

3) 分众教学法。分众教学法的内涵是“在马克思主义大众化过程中,针对不同群体的特征、思想、行为和要求,采取不同的方法和策略,制定不同的方案和目标”。^[11]此方法在本课程中的应用群体为“相对学习贫困生”。汇总平时作业、平时测验及课堂交互的结果,对学习相对落后的学生实施“精准扶贫”。学习贫困群体往往是自律性较差、学习效率较低或不善于交流的同学。针对此群体,主要采取重新讲解和精神鼓励两种方法。在学生实践或课下休息时将课堂的核心知识重新讲解。这种小群体,甚至是一对一讲解,可以帮助学生快速、高效地巩固基础知识,步入良性循环。重点关注并主动询问这些学生的实践完成情况,肯定学生的努力和价值,帮助学生查缺补漏,促使学生重拾学习的信心。

3.4 加强课程设计,将德育内化于心

《面向对象程序设计(Java)》课程占3学分,而依附于课程的课程设计单独占2学分,可见课程设计的重要性。通过课程设计活动可以锻炼学生统筹规划、沟通表达、团队协作、执行落实、随机应变等能力,提升学生思维的周密性和严谨性,增强事业心、责任感和集体荣誉感。

课程设计的主要任务是以4至6人的小组为单位,利用Java编程实现一个小型作品,提交一篇说明文档,主要包括分组、需求分析、功能设计、编码实现、文档撰写、现场答辩等环节。在课程设计中可以挖掘思政融合点:①小组协作使小组成员形成了一个为完成共同目标而奋斗的利益共同体。小组成员间共同话题多,持续时间长,交流频率高,因

而通过小组成员间的思维碰撞,不仅能够提高专业技能和专业素质,而且能够锻炼小组成员,尤其是组长的统筹规划、沟通协调、团队协作、执行落实等能力,还能够增强成员的事业心、责任感和集体荣誉感。②课程设计作品需要先进行需求分析、功能设计,然后编程实现。这些环节环环相扣,密不可分。例如,需求分析如果不明确、不合理,功能设计无法进行。因此,课程设计采用逐步推进方式,即先进行需求分析,经过多次小组讨论、指导教师点评、修改,确定内容无误后再进行功能设计。这种逐步推进的方式,可以培养学生踏实认真做好每一步的工作态度,培养学生不厌其烦、反复修改、精益求精、追求卓越的精神。功能设计不仅是代码编写的蓝图,而且是需求分析的变形,必须前后保持一致,这种内容之间的强逻辑关系,可以锻炼学生思维的周密性和严谨性。③现场答辩环节,所有成员均提前准备,答辩时随机抽取一名同学对作品进行演示讲解,所有成员均需回答问题。此环节是锻炼学生口头表达能力、应变能力的良机。

很多思政元素的浸入来源于教师的说教,只是起到启迪的作用,而课程设计则是真正通过实践,将诸多能力和精神“内化于心,外化于行”,因此,课程设计是一种可行的、宝贵的专业课程思政落地途径。当然,课程设计实施过程中的一些细节也可以浸入思政元素,例如,引导学生选择主题为“疫情统计”“慈善捐助”“勤工俭学”等学习、生活中的具有积极向上意义的真实案例等。

3.5 重构教学评价体系,注重育人成效

教学评价体系是学生努力方向的风向标,虽然专业课程的考核以专业知识为主,但有效融入思政育人的教学评价体系,也会帮助学生树立自信心、增强责任心,提高执行落实、沟通协调、口头与文字表达能力。

《面向对象程序设计(Java)》的课程和课程设计分开考核。

1) 课程考核。课程考核分为过程性考核(50%)和终结性考核(50%)两部分。终结性考核以专业知识考核为主,而过程性考核则采用灵活多样的考核方式,考核内容既包括知识、也包括实践能力和态度。过程性考核分为上机作业(50%)、主题测验(40%)和态度创新(10%)三部分。

①上机作业。针对教学知识点提前布置上机编程作业,抽取其中的一部分进行现场上机考核。考核时关闭实验室网络、上交手机,但可以查看教材

或开机实验,最终上交纸面程序。这种方式既能避免个别学生课下抄袭作业就可得分的不公平现象,帮助学生端正学习态度,又能弥补期末终结性考核不能考查学生的实践动手、灵活应变能力的缺憾。最终程序落实到纸面,是考查学生的最终执行落实能力,降低学生对编程环境提示功能的依赖性。

②主题测试。为阶段性在线测试。题型包括选择题、填空题、编程题,主要是专业知识测试,目的是对教师的教和学生的学都及时了解,教师及时调整教学策略,帮助学生查缺补漏、调整心态,树立学习信心。

③态度创新。主要考查学生的学习态度和创新能力,考核形式非常灵活,例如正确回答问题者、帮助同学解决问题者、作业或测试进步较大者、程序代码编写规范者、编程实现方式独特者、精益求精不断改进者均可得分。可以给予暂时落后的学生更多回答问题的机会,及时肯定学生的努力与进步,因为他们更需要督促、鼓励与肯定。

2) 课程设计考核。课程设计单独考核,评分标准包括工作量的饱满度、功能设计的实用性、代码的规范高效性、系统的稳定健壮性、设计思路的创新性,课程设计文档的正确性、规范性、逻辑性,到现场演示讲解和回答问题的正确性、条理性、严谨性、流畅性等。通过以上不同内容的考核,不仅能判断学生的综合实践能力,而且能从中判断出学生的工作态度、责任心、沟通协调能力、文字组织能力、口头表达能力、严谨性等等课程设计中需培养、锻炼的各种素质。每位同学还需提交一篇周志,主要记录课程设计过程中个人贡献、历程、感悟和收获等,在一定程度上能反映学生的学习态度、反思总结、文字组织表达能力等。参照此周志,纵观个人分工的工作量、完成工作质量、平时表现、现场答辩情况以及小组成绩,确定个人课程设计成绩。

4 结束语

在高校专业学习中融入思政教育对于高等学校教育工作来讲是一个重要的创新,受到了高校的高度重视,进行了一系列的实践探索活动,取得了一系列的成果。虽然每门专业课程蕴含着丰富的思政元素,但学科特色不同,融入的具体元素、融入的方式方法均不同。即使是同一门课程,甚至同一个知识点,因为教师的教学风格不同,对知识的理解、把控能力不同,也会导致产生不同的思政效

果。因此,笔者所挖掘的思政元素仅供参考,在具体实施时,需根据实际情况,灵活处理,最终目的是将课程思政“润物无声”地落到实处。

参考文献:

- [1] 习近平在全国高校思想政治工作会议上强调:把思想政治工作贯穿教育教学全过程 开创我国高等教育事业发展新局面[N]. 人民日报,2016-12-09(1).
- [2] 何玉海.关于“课程思政”的本质内涵与实施路径的探索[J]. 思想政治研究,2019(10):130-134.
- [3] 王学俭,石岩.新时代课程思政的内涵、特点、难点及应对策略[J]. 新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2020,41(2):1-9.
- [4] 何丽丽.目标贯通与融合:高职专业群“课程思政”改革路径[J]. 中国职业技术教育,2019(29):39-43.
- [5] 于歆杰.理工科核心课中的课程思政-为什么做与怎么做[J]. 中国大学教学,2019(9):56-60.
- [6] 刘永华,杨松.动物免疫学“课程思政”教学改革探索[J]. 中国免疫学杂志,2020,36(16):2020-2022.
- [7] 谢兆辉,焦德杰,李学贵,等.穿石于滴水,润物在无声-生物化学课程思政建设的实践与探索[J]. 生命的化学,2020,40(5):782-788.
- [8] 薄萌萌.高校教师在“课程思政”改革中的元认知过程-质性研究的视角[J]. 教育学术月刊,2020(9):68-74+111.
- [9] 谢延红.任务驱动式翻转课堂教学模式研究—以《面向对象程序设计(C#)》为例[J]. 德州学院学报,2014,30(4):7-12.
- [10] 谢延红,张建臣,王丽丽,等.线上线下相结合的任务驱动式半翻转课堂教学模式[J]. 计算机教育,2022(9):42-45.
- [11] 李亚茹.分众教学法在高职院校思政课教学中的应用探究[J]. 现代教育科学,2019(7):97-101.

The Exploration and Practice on Curriculum Ideological and Political Education of Object Oriented Programming (Java)

XIE Yan-hong, ZHANG Jian-chen, RONG Li-xia, LIU Jian-jun

(School of Computer and Information Engineering, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: Through giving full play to the role of the main channel of classroom teaching, the ideological and political salt is integrated into the soup of the curriculum, and the mission of value guidance is completed. It is feasible to implement ideological and political education in the course of the object-oriented programming (Java). Integrating the ideological and political elements into knowledge points, teaching mode, teaching methods, course design, teaching evaluation, etc can be discussed, and the implementation of ideological and political education in course of the object-oriented programming is realized.

Key words: curriculum ideological and political; object oriented; teaching reform

基于OBE理念的工场化“332”人才培养模式研究

——以机械设计制造及其自动化专业为例

孟俊焕, 孙如军, 王 会

(德州学院 能源与机械学院, 山东 德州 253023)

摘 要: 根据新形势下产业界对应用型人才的需求, 以德州学院机械设计制造及其自动化专业为例, 构建了基于OBE教育理念的工场化“332”专业人才培养模式。从人才培养目标、培养标准、课程体系、人才培养路径等方面进行深入地研究和探索, 该人才培养模式契合了地方高校新工科建设的要求, 推动了高校工科专业的人才培养改革。

关键词: OBE理念; 工场化; “332”; 人才培养模式

中图分类号: G642.0

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0102-04

目前, 教育部持续推进新工科建设, 要求本科人才培养要适应社会经济发展需求。《中国制造2025》提出推进制造业智能化, 在重大装备等先进领域实现制造业由大变强。山东省贯彻落实国家战略, 其中高端装备产业为山东省“十强产业”的重点建设内容。山东省人民政府发布了《教育服务新旧动能转换专业对接产业项目实施意见》, 引导高等学校根据山东省“十强产业”需求, 制定高校专业人才培养目标^[1]。2020年6月, 德州市提出构建“541”产业体系, 打造“智造名城”发展高端装备。德州学院作为地方性应用型高校, 更应该在地方经济发展以及产业结构调整等方面起到重要的作用。机械设计制造及其自动化专业人才培养方案对传统的高等教育理念、人才培养模式、师资队伍建设等都提出了新要求。

1 机械设计制造及其自动化专业现状

目前我国高校专业人才培养模式正在根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》要求进行改革, 机械设计制造及其自动化专业人才培养模式也在趋于开展创新创业教育。在教学内容上, 机械设计制造及其自动化专业人才培养模式更侧重工程应用方面的内容, 课程体系也开始偏重于学生工程能力的培养。但总体来说仍缺乏一定导向性, 人才培养模式还需要进一步完善, 如

适应社会发展需求的分类培养的人才培养体系的建设力度不足, 特别是地方应用型本科院校双师型教师比例及实践条件不能满足教学需要, 学生的实践教学体系不足, 培养体系中偏重理论教学, 学生的工程能力和创新能力达不到社会经济发展的需求。因此, 开展以工程教育专业认证为理论依据的机械设计制造及其自动化专业人才培养模式改革, 坚持学生发展与社会需求有机统一的原则, 以成果导向教育(Outcome based education, 简称OBE)理念落实到人才培养全过程, 对于助力中国制造业转型升级、解决制约发展的人才瓶颈问题尤为必要^[2]。

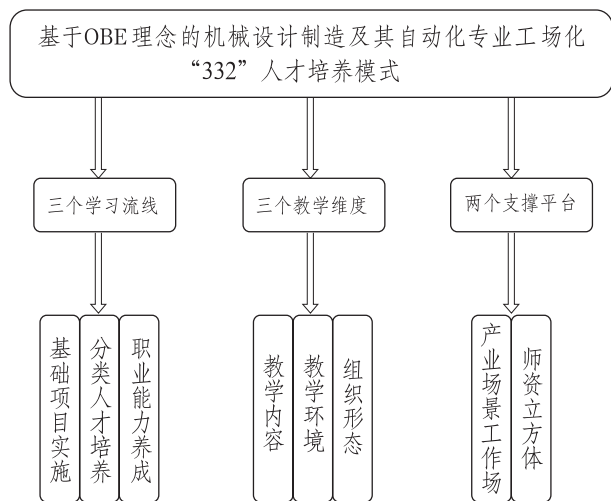
2 基于OBE理念的工场化“332”人才培养模式的构建

针对目前机械设计制造及其自动化专业人才培养模式比较单一、双师型教师匮乏的现状, 需要重新构建基于OBE理念的机械制造及其自动化专业工场化“332”人才培养新模式。把课程体系构建为工场化学习体系, 此体系分为“3”个学习流线: 基础项目实施流线、分类人才培养流线、职业能力养成流线。从教学内容、教学环境、组织形态上重构“3”维度教学关键环节, 搭建产业场景工作坊、师资立方体“2”个平台, 作为分类人才培养的平台支撑。

收稿日期: 2020-11-29

作者简介: 孟俊焕(1968-), 女, 山东德州人, 副教授, 硕士, 研究方向为机械新产品开发。

在教学内容方面,建立基于工程、研究、实践项目导向的人才培养模式。教学环境方面,构建沉浸式教学主场景的“项目工场”。通过在教学活动中设置项目工作场景,使工程项目训练成为学校教学活动中不可或缺的重要组成部分。组织形态方面,通过项目型驻校工程师团队,构建融合、互补、健壮的校企合作组织,推动项目式教学落地。通过反向设计人才培养方案、教育目标、课程体系,使教学设计与教学实施能够促进学生达到工程教育专业认证的要求。人才培养模式如图1所示。



工场化“332”专业人才培养模式完全遵循OBE的教育理念,人才培养方案的设计遵循“培养目标”决定“毕业要求”、“毕业要求”决定“课程体系”、“课程体系”决定“师资队伍”和“支持条件”的逻辑。在“工场化体系”里:“培养目标”映射为学生毕业进入社会后可以承担的“岗位群”;“毕业要求”映射为学生毕业时所应该掌握的“技能群”;“课程体系”映射为学生在校期间所进行训练并完成的“项目群”;“师资队伍”映射为由学校老师和企业工程师共同构成的“师资群”;“支持条件”映射为完成所有教学工作的主环境“工场”,从而形成“岗位群”、“技能群”、“项目群”、“师资群”和“工场”相结合的“四群一场”的人才培养体系。

3 基于OBE理念的工场化“332”人才培养实施方案设计

根据学生的专业发展志愿、机械行业的社会需求,构建多种机械专业人才培养路径,加强“分类培养”课程体系建设,给学生更多的课程支配权;

深化“以学定教”教学改革,给学生更多的学习方式自主权^[3]。从专业课程的授课内容、教学的组织形式、教学方法及手段等方面,着重提升教学质量,拓展机械专业全方位的立体化人才培养体系,构建“平台+项目+团队+实践”的育人体系。充分挖掘企业教育教学资源,拓展教育内容、载体和途径,将因材施教、分类培养真正落实到人才培养体系中。

3.1 基于OBE理念的机械设计制造及其自动化专业“332”人才培养目标定位

德州学院的机械设计制造及其自动化专业适应国家改革发展要求,植根德州,面向山东,融入京津冀,培养具有社会责任、人文精神和职业素养,具备机械设计制造基础知识及研究应用能力、工程实践能力、团队协作能力、创新创业意识,能在机械智能制造领域从事机电系统设计制造、科技开发、应用研究、运行管理等方面工作的创新性应用型人才,优秀者将成为相关技术领域的高级人才。

通过“332”人才培养,本专业学生在毕业后能够具有明显的就业竞争优势,具有较强的分析、解决工程实际问题的能力,能够胜任多个领域与机械设计制造有关的工程技术工作。掌握一定的经济管理及企业管理知识,能够胜任与机械设计制造有关的生产组织及项目管理工作。同时使毕业生能够从学校无缝对接到相应的工作岗位中,不需要过过渡期。

3.2 基于OBE理念的机械设计制造及其自动化专业“332”人才培养标准

OBE理念强调所有学生都能在学习上获得成功,要求机械专业的学生具有解决实际复杂工程问题的能力^[4]。因此,本专业学生毕业时,学生应全部达到机械设计制造及其自动化专业工程认证的12条标准要求。

3.3 基于OBE理念的机械设计制造及其自动化专业“332”课程体系

工程教育理念倡导教学以学生为中心,引导学生以积极主动、创新性和关联性方式来进行学习。根据工程认证的人才培养标准,要求机械专业的毕业生要具备扎实的机械专业的理论知识,具有一定的工程应用能力和团队合作能力,以系统化的课程标准体系来进行教学设计,从而使培养的学生达标,解决机械行业需求与高校人才培养之间的矛盾^[5]。

基于OBE理念的反向设计是以人才培养目标为起点,反向进行课程体系的设计,开展相应的教学

活动。因此，基于OBE理念的机械设计制造及其自动化专业“332”课程体系与现代产业技术紧密结合，注重将应用型人才能力培养落实到课程、实践和拓展环节。对标职业标准，推进专业主干课程、学科与专业特色课程、在线开放课程建设。通过深度推进企校合作，双方教学资源共享，构建紧跟生产过程、岗位能力的课程体系，打造能够体现技术创新、产业发展新需求的新型金课。将新产业、新业态、新技术、新模式融入课程体系，建立基于工程、研究、实践项目导向的工场化“332”人才培养模式下的课程体系。课程体系如图2所示。

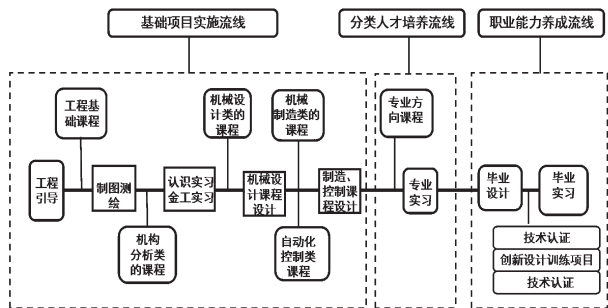


图2 基于OBE理念的工场化课程体系

“工场化课程体系”侧重于通过知识应用解决项目问题，运用高阶思维驱动对知识的理解、记忆等低阶思维，即构建学习主情景的“项目工场”，以完成工程项目作为“学习引擎”、以进阶工程项目作为“学习流线”，构建完全基于项目导向的学习体系。由驻校企业工程师团队升级传统的课程型教学团队，转变为项目型教学团队，对项目的实施进行整体设计。组织学生进行项目实施，并在项目实施过程中进行技能辅导，在项目完成后对学生和项目进行总体评价反馈。

4 基于OBE理念的工场化“332”模块化人才培养实施路径

4.1 分模块设计进阶式人才培养流线

根据学生学习认知规律，通过分模块设计进阶人才培养流线，依托学校教学本体和企业驻校工程师团队在教学环境中营造实际的企业氛围，通过工程项目的实施培养学生知识应用能力和创新能力。

1) 基础项目流线模块

面向所有学生，分年度设计符合学生认知规律的项目群，基础项目要求满足大部分学生学习能力，实现“进得来，学得会”。基础项目实施由学校教师与企业工程师进行协作，统一组织、统一实

施。

2) 分类人才培养流线模块

在基础项目实施的基础上，开展“分类实施、梯度成长”的分类人才培养模式。机械专业的人才分类培养方向分为机械设计方向、机械制造方向、机电一体化、机器人方向等。学生可以根据自己的就业志愿或学习兴趣选择相应的方向进行模块化学习，为以后的顺利就业打下良好的基础。

3) 职业能力养成流线模块

工场化学习体系依据入行、入职、入岗、入任务职业能力成长梯度系统设计职业素质课程和实践环节，以提升个人职业管理能力、解决问题的思维能力。

4.2 搭建产业场景工作场教学平台

校企紧密结合，以完成“工程、研究、实践项目”作为教学的新型驱动引擎，贯穿人才培养全过程。注重学生职业培养，融入职业典型场景，以工程训练项目驱动，设计教学计划，打造工场化课程体系，将创新创业的基本素养通过课程平台贯穿整个培养周期，强化“边学习、边工作”，“学中做、做中学、学做一体”的教育教学组织形式。以《机械制造技术基础》课程搭建产业场景工作场教学平台为例。德州学院机械专业实习基地搭建工作场，以多功能小型机床开发、专用夹具设计、典型零件加工等工程训练项目进行驱动，让学生在项目中进行理论学习和工程实践，将理论和工程实践结合。这样既提高了学生的学习积极性，又培养了学生的创新能力和工程素养，也让学生真正体验了自己以后实际工作岗位的工作情况^[6]。

4.3 创建校企合作教学团队，夯实理论实践一体化教学

聘请企业的工程师组建项目型驻校工程师团队。项目型驻校工程师团队的职能与校方师资完全互补，通过项目设计、项目组织管理、项目辅导、项目评价和反馈等工作实施项目式教学。不同于传统课堂教学中教师“传道、授业、解惑”的角色定位，“工场化学习体系”中项目型驻校工程师团队的角色定位为教练、向导和导演。凭借自己的产业知识和产业实践经验，设计训练项目，引导、督促学生完成训练项目，让学生在项目训练中不断成长。学校老师和企业工程师构成“师资立方体”，两者完全互补，入驻工场，带领学生项目团队完成工程项目，从而提高学生的工程素质。

5 结论

通过构建工场化“332”立体化人才培养体系,充分挖掘了企业教育教学资源,拓展了教育内容、载体和途径,满足了不同类型学生个性成长需求,实现了质量标准要求与个性化发展的有机统一,解决了人才培养模式单一的问题。采取横向教育和纵向教育相结合的方式,使校企充分发挥各自在纵向和横向上的优势,产教融合,纵横融合,提高了机械设计制造及其自动化专业的人才培养质量,实现了培养产业和时代需要的创新性应用型人才的目标。德州学院已与景津环保设备、皇明太阳能等20多家企业建立了稳定的学习实习就业基地,为构建工场化“332”立体化人才培养体系提供了有力的保障。德州学院还成立了体现专业特色的各种学生社团组织,如机械电子协会、科技项目创新创业办公室等,其中机械电子协会先后三次获“山东省优秀大学生科技社团”称号。通过人才培养模式改革,双师双能教师比例逐年提升,机械专业学生的综合素质尤其是实践能力、创新能力十分突出。近三年来,机械专业学生积极参加国家、省级各类科技文化创新竞赛,获得国家级、省级奖项

200多项。机械制造及其自动化专业获批省级一流专业建设点。同时基于工场化“332”人才培养模式符合工程认证的要求,也为高校工科专业的人才培养提供宝贵的经验和借鉴,能够有效地推动高校工科专业的人才培养改革。

参考文献:

- [1] 邱显焱,李光,汤迎红.新工科背景下机械大类人才培养改革实践研究[J].内燃机与配件,2020(21):242-243.
- [2] 刘吉兆,申路民,刘伟.基于OBE理念下的机械设计制造及其自动化专业应用型人才培养模式研究与实践[J].教育现代化,2019(89):6-8.
- [3] 谢志雄,包莉丽,骆晓敬.基于OBE理念的应用型高校技术创新能力培养[J].现代商贸工业,2020(34):51-53.
- [4] 贺闹.基于OBE理念的地方应用型本科高校人才培养的思考—以泰州学院为例[J].河南教育(高教),2019(12):29-31.
- [5] 何南.遵循工程认证理念实现课程教学改革[J].大学教育,2020(10):59-63.
- [6] 郭倩,张凯兵,李云红.工程认证背景下的地方高校应用型人才培养模式的研究[J].高教学刊,2020(7):169-171.

Research on "332" Workshop Talent Training Mode Based on OBE Concept

—Taking the Mechanical Design, Manufacturing and Automation as an Example

MENG Jun-huan, SUN Ru-jun, WANG Hui

(School of Energy and Machinery, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: According to the demand of the industry for Applied Talents in the new situation, taking the mechanical design and manufacturing and automation major of Dezhou University as an example, the "332" professional talent training mode based on OBE education concept is constructed. This paper makes in-depth research and exploration from the aspects of personnel training objectives, training standards, curriculum system and personnel training path. It meets the requirements of new engineering construction in local colleges and universities, and it promotes the personnel training reform of Engineering Specialty in Colleges and universities.

Keywords: OBE concept; workshop; "332"; talent training mode

自制多功能大气污染物处理装置及性能测试

王芳, 刘雪莹, 杨晓冉, 李春辉, 孔春燕

(德州学院 化学化工学院, 山东 德州 253023)

摘要: 多功能大气污染物处理装置的使用是为了提高实验教学水平和人才培养质量, 指导学生自制实验设备并引入本科生实验教学, 从而达到训练学生综合技能、增加实验项目和节省经费的目的。自制多功能大气污染物处理装置可分别进行静电除尘、高级氧化法去除总挥发性有机物(TVOC)、光催化法去除气态污染物和活性炭吸附去除气态污染物四个实验。本文介绍了自制多功能大气污染物处理装置的结构和工作原理, 结合其在本科生实验教学中的具体应用, 对自制装置的性能进行测试, 展示了多功能设备的可行性和优越性。

关键词: 自制设备; 实验教学; 创新教育; 综合技能

中图分类号: TQ016.5

文献标识码: A

文章编号: 1004-9444(2022)04-0106-05

《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020年)》提出, 要“重视科学仪器与设备对科学研究的作用, 加强科学仪器设备与检测技术的自主研究开发”, 将自主创新放在科技工作的突出位置, 加速仪器的自主研发能力^[1]。在实践教学过程中, 经常发现购置的设备很难满足特色化教学的需要, 因此, 许多高校积极鼓励实验室自制实验设备, 满足课程教学实验需要, 自制仪器设备成为促进高校实验教学改革的有效措施^[2-4]。工科专业人才培养以工程应用为导向, 要求学生具有较强的实践动手能力, 而培养学生的动手能力需要通过专业实验来实现^[5-8]。大气污染控制实验装置一般比较贵, 且占地面积大, 对于大部分院校来说, 实验装置数和开设实验个数都不是太多, 有些院校甚至没有开设大气污染控制实验。为了顺应目前空气治理紧迫需求, 尽快开设大气污染控制相关实验, 指导学生查阅资料, 设计处理装置, 并对装置的多功能性进行探讨、优化, 进而实现在同一台设备上实现静电除尘、高级氧化法处理总挥发性有机物(TVOC)、光催化法去除气态污染物和活性炭吸附去除气态污染物四个实验。自制多功能大气污染物处理装置造价低、占地面积小, 可以满足实验教学和部分教师科研需要。通过指导学生自制实验设备, 可以让学

生动脑动手, 对提高学生创新精神以及分析问题解决问题的能力, 激发学生研发热情具有重要意义^[9-10]。将学生自制设备用于本科生教学实验及学生创新训练, 有利于丰富学生实验内容、培养学生综合能力、节省实验仪器购置经费^[11-13]。

1 自制多功能大气污染物处理装置实验原理及装置图

多功能大气污染物处理装置以 $50 \times 50 \times 50$ cm 的有机玻璃板粘结而成, 容积为 125 L。其中装有小型风扇, 以保证装置内气体混合分布均匀, 并且可以将液态污染物迅速挥发成为气态。该装置初步可以实现静电除尘、臭氧氧化降解、污染物吸附和光催化氧化降解 4 个实验。其中, 以镀锌铝板(厚度为 1 mm)作为高压电极正极板, 以负离子碳刷头作为负极, 高压静电产生器(直流 12 V 电压, 额定功率 5 W, 输出电压 2KV, 7KV, 1WV 和 2WV)作为电源, 该部分主要用来完成静电除尘功能; 配有 1g 臭氧发生器, 通过流量计控制进入臭氧发生器气量, 通过电源控制臭氧释放时间, 从而实现舱内臭氧浓度的控制; 该装置配有 2 组紫外 LED 灯, 置

收稿日期: 2021-06-06

基金项目: 山东省本科教改项目“深度融合创新教育的材料化学实验教学新体系的构建与实施”(项目编号: M2018X015); 山东省青年教师教育教学研究课题“基于创新和实践能力培养的实践教学体系构建”(项目编号: 19SDJ025); 德州学院教学改革立项项目“基于创新和实践能力培养的实践教学体系构建”(项目编号: 2018040)

作者简介: 王芳(1980-), 女, 副教授, 博士, 主要从事环境污染治理研究。

入二氧化钛后,可以进行光催化氧化降解实验;该装置中装入活性炭,可以进行污染物吸附实验;该装置配有多功能空气悬浮颗粒物和有机挥发性气体检测器,可以实时监测装置内污染物浓度。实验装置见图1。

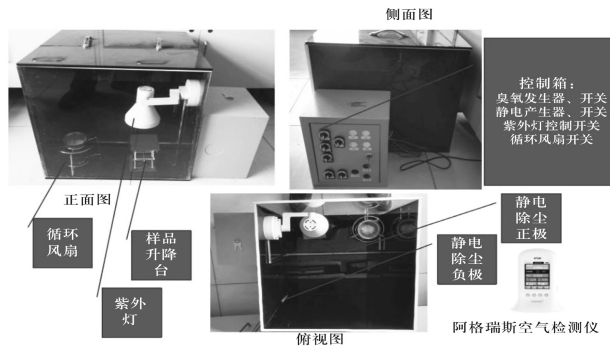


图1 自制多功能大气污染物处理装置图

2 实验步骤

2.1 甲醛的吸附去除

1) 称取活性炭 5.00 g, 置于带盖玻璃皿内, 然后放入多功能大气污染物处理实验装置内。

2) 配制稀释 1 倍的甲醛水溶液, 使用微量进样器移取 1 μ L 甲醛水溶液置于多功能大气污染物处理实验装置内挥发装置的玻璃棉上, 开启循环风扇, 通过观察空气检测仪, 待装置内甲醛浓度稳定。

3) 开启盛有活性炭的带盖器皿, 计时并每隔一定时间记录装置内甲醛浓度。

2.2 邻二甲苯的氧化降解

1) 使用微量进样器, 将 1 μ L 邻二甲苯置于多功能大气污染物处理实验装置内挥发装置的玻璃棉上, 开启循环风扇, 通过观察空气检测仪, 待装置内TVOC (总挥发性有机污染物, 该指标用于间接表征邻二甲苯浓度) 浓度稳定。

2) 开启多功能大气污染物处理实验装置中臭氧发生器, 重复上述步骤, 将臭氧发生器开启时间分别控制为 0.5 min, 1.5 min 和 3 min (目的是测定不同臭氧浓度对邻二甲苯氧化降解速率的影响), 计时并每隔一定时间记录装置内TVOC浓度。

2.3 高压静电除尘

1) 将多功能大气污染物处理实验装置上层盖板侧开, 然后将点燃的香烟放入其中约5秒钟, 将盖板置于原位。

2) 通过观察空气检测仪, 待装置内PM_{2.5}和PM₁₀浓度稳定。

3) 开启多功能大气污染物处理实验装置静电开关, 计时并每隔一定时间记录装置内PM_{2.5}和PM₁₀浓度。重复上述步骤, 将静电发生器分别控制为2 KV, 7 KV, 1 WV和2 WV。

2.4 光催化降解邻二甲苯

1) 称量德国Degussa公司生产的 P25 二氧化钛 0.5 g, 将其置于多功能大气污染物处理实验装置内表面皿上, 盖上盖子。

2) 使用微量进样器, 将 1 μ L 邻二甲苯置于多功能大气污染物处理实验装置内挥发装置的玻璃棉上, 开启循环风扇, 通过观察空气检测仪, 待装置内TVOC (总挥发性有机污染物, 该指标用于间接表征邻二甲苯浓度) 浓度稳定。

3) 开启盛有纳米二氧化钛的带盖玻璃皿。打开多功能大气污染物处理实验装置中紫外灯开关, 紫外灯分为三组, 重复上述步骤, 将紫外灯分别控制为一组、二组和三组 (目的是测定不同紫外光强对甲苯氧化降解速率的影响), 计时并每隔一定时间记录装置内TVOC浓度。

3 自制设备在实验教学中的性能测试

3.1 活性炭吸附甲醛实验分析

根据拟一级反应动力学方程和拟二级反应动力学方程, 分别对实验数据进行线性拟合。由表1可知, 在拟一级反应动力学方程中, 线性相关系数为 0.9559; 拟二级反应动力学方程中, 线性相关系数为 0.0077。显然, 本实验反应更贴近拟一级反应动力学方程, 即活性炭吸附甲醛可视为物理吸附过程, 吸附率可达 88.7%。

表1 活性炭吸附甲醛实验动力学分析

动力学类型	动力学方程	线性相关系数R ²	吸附速率常数K
拟一级反应动力学方程	$\frac{dq_t}{dt} = k_1(q_e - q_t)$	0.9559	0.140
拟二级反应动力学方程	$\frac{dq_t}{dt} = k_2(q_e - q_t)^2$	0.0077	0.026

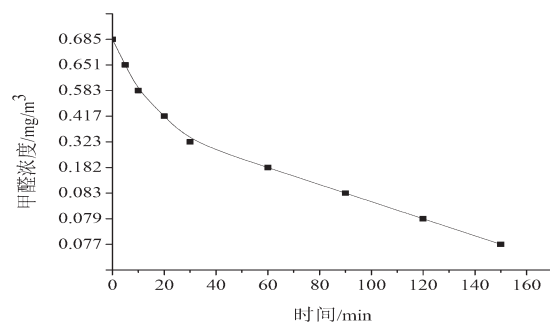


图2 活性炭吸附甲醛实验结果

针对吸附了污染物的活性炭，可通过多种不同的技术对其进行再生处理。活性炭再生的目的是去除吸附质，恢复活性炭的吸附性能，所以，可通过热再生法、生物再生法、湿式氧化再生法、溶剂萃取再生法、电化学再生法、臭氧氧化再生法、光催化再生法等多种方法对活性炭进行再生处理。

3.2 臭氧氧化降解邻二甲苯实验分析

二甲苯依据苯环上取代基（甲基）位置的不同，可分为邻二甲苯、对二甲苯和间二甲苯三种。本文研究臭氧氧化降解邻二甲苯，通过实验，由图3可知，通入0.5 min臭氧，邻二甲苯的降解率为49.5%；通入1.5 min臭氧，邻二甲苯降解率为75.5%；通入3 min臭氧，邻二甲苯降解率为97.4%。由表2、表3 知臭氧氧化降解邻二甲苯实验符合二级反应动力学方程，且邻二甲苯的降解程度随着通入臭氧时间的增多而变大。

臭氧作为一种强氧化剂，可用于消毒、灭菌和空气净化等领域，具有高效性、高洁净性、方便性和经济性等优势。

表2 臭氧氧化降解邻二甲苯实验一级反应动力学分析

降解条件	一级反应动力学	表观速率常数K	线性相关系数R ²	半衰期
0.5min臭氧	$\ln(C_0/C_t) = Kt$	0.0113	0.6705	63
1.5min臭氧	$\ln(C_0/C_t) = Kt$	0.0168	0.6331	41
3min臭氧	$\ln(C_0/C_t) = Kt$	0.0542	0.6356	13

表3 臭氧氧化降解邻二甲苯实验二级反应动力学分析

降解条件	二级反应动力学	表观速率常数K	线性相关系数R ²	半衰期
0.5min臭氧	$\frac{1}{C_t} - \frac{1}{C_0} = Kt$	0.0018	0.8841	385
1.5min臭氧	$\frac{1}{C_t} - \frac{1}{C_0} = Kt$	0.0049	0.9384	141
3min臭氧	$\frac{1}{C_t} - \frac{1}{C_0} = Kt$	0.1309	0.9038	5

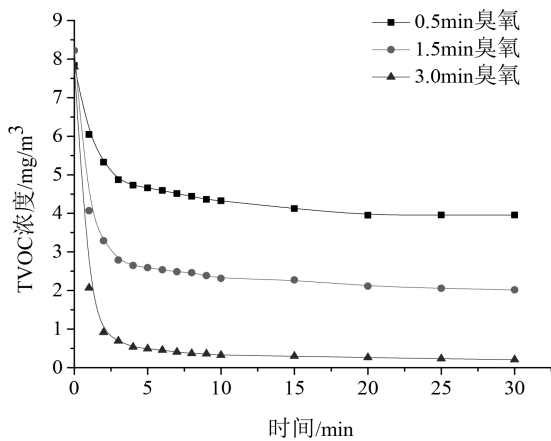


图3 通入不同时间臭氧对TVOC降解的影响

3.3 高压静电除尘实验分析

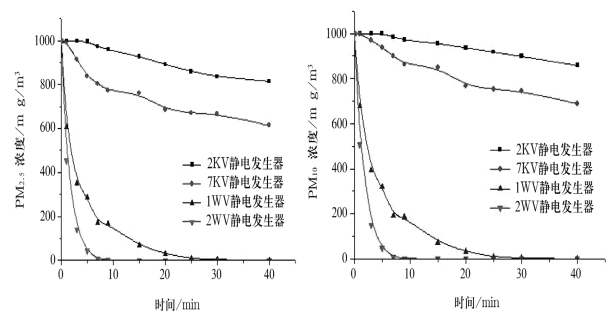
通过实验，由表4和表5可知，随着电压的不断增强，装置内PM_{2.5}和PM₁₀的污染指数下降明显加快，符合一级反应动力学方程。当电压为2 KV时，对PM_{2.5}的去除率为18.5%，对PM₁₀的去除率为14.1%；当电压为7 KV时，对PM_{2.5}的去除率为38.4%，对PM₁₀的去除率为31.3%；当电压为1 WV时，对PM_{2.5}、PM₁₀的去除率在40 min时均可达到100%；当电压为2 WV时，对PM_{2.5}、PM₁₀的去除率在15 min时均可达到100%。由此可知，电压越高，除尘效果越好。静电除尘可以捕集0.01 μm以上的细粒粉尘，净化效率效高，性能稳定，不仅可用于室内除尘，也可用于除去大量的工业粉尘及烟尘。

表4 高压静电除尘(PM_{2.5})实验数据分析

静电电压	一级反应动力学	表观速率常数K	线性相关系数R ²	半衰期
2 KV	$\ln(C_0/C_t) = Kt$	0.0059	0.9801	117
7 KV	$\ln(C_0/C_t) = Kt$	0.0110	0.8755	63
1 WV	$\ln(C_0/C_t) = Kt$	0.1686	0.9899	4
2 WV	$\ln(C_0/C_t) = Kt$	0.6851	0.9951	1

表5 高压静电除尘 (PM₁₀) 实验数据分析

静电电压	一级反应动力学	表观速率常数K	线性相关系数R ²	半衰期
2 KV	$\ln(C_0/C_t) = Kt$	0.0040	0.9918	173
7 KV	$\ln(C_0/C_t) = Kt$	0.0095	0.9492	73
1 WV	$\ln(C_0/C_t) = Kt$	0.1727	0.9885	4
2 WV	$\ln(C_0/C_t) = Kt$	0.7005	0.9936	1



(a) 不同电压对PM_{2.5}的去除效果 (b) 不同电压对PM₁₀的去除效果

图4 不同电压对颗粒物降解的影响

3.4 二氧化钛光催化降解邻二甲苯实验分析

二氧化钛光催化降解实验结果见表 6，在紫外光和二氧化钛联合作用中，计算值 η_{cal} 不等于实验值 η_{exp} ，即二氧化钛和紫外光存在协同促进作用。由表7可知，紫外光与二氧化钛或两者联合对邻二甲苯的降解均符合一级反应动力学方程。

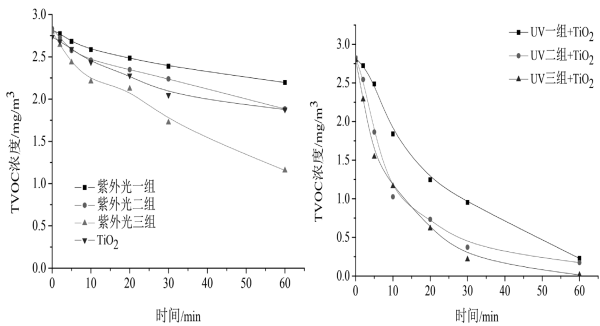
通过对数据计算可得,当紫外灯与二氧化钛单独作用时,紫外灯打开一组、二组、三组对邻二甲苯的降解率分别是 24.9%、33.6%、58.4%,二氧化钛对邻二甲苯的降解率是 31.4%。而当紫外灯的一、二、三组分别与二氧化钛联合作用时,对邻二甲苯的降解率分别可高达 91.9%、93.8%、99.5%。

表6 UV和TiO₂协同作用判断

紫外灯强	η_{cal}	η_{exp}
无(只有TiO ₂)	1.876	1.876
UV一组	0.022	2.759
UV二组	0.226	2.723
UV三组	0.863	2.593

表7 TiO₂光催化降解邻二甲苯实验数据分析

降解条件	一级反应动力学	表观常数K	线性相关系数R ²	半衰期
UV一组		0.0138	0.9868	50
UV二组	$\ln(C_0/C_t) = Kt$	0.0058	0.9770	139
UV三组		0.0038	0.9552	182
TiO ₂	$\ln(C_0/C_t) = Kt$	0.0062	0.9264	112
TiO ₂ +UV一组		0.0422	0.9947	16
TiO ₂ +UV二组	$\ln(C_0/C_t) = Kt$	0.0447	0.9273	15
TiO ₂ +UV三组		0.0869	0.9952	8



(a) 紫外灯和TiO₂单独作用时TVOC的浓度 (b) 紫外灯和TiO₂联合作用时TVOC的浓度

图5 不同条件下TVOC的浓度变化

4 结论

1) 自制设备能满足本科生教学实验要求,通过优化设计,可在同一台设备上完成4个实验,体现了装置的多功能性。经过一年的实验教学实践证明,自制设备运行正常,活性炭吸附甲醛、臭氧氧化降解邻二甲苯、高压静电除尘和二氧化钛光催化

降解邻二甲苯均满足实验的设计要求,圆满完成了教学任务。

2) 自制设备造价便宜,价格在3000元/台,节省了大量设备购置经费。通过自制设备,培养了学生的创新能力和动手能力,自制设备荣获第二届山东省大学生智能控制大赛二等奖,在山东省第四届环境类专业大学生科技竞赛中荣获科技发明类一等奖。

3) 通过此台设备的自制,成功申报了校级实验技术立项1项、自制设备项目1项,校级教研课题1项,获得校级实验技术成果奖1项。

4) 自制实验设备推动了实验教学内容改革,同时开拓了学生的创新思维,提高了学生动手能力,增加了本科生实验项目,使学生对实验内容有了更深入的理解和掌握,激发了学生学习的积极性和主动性,提高了理工科学生的动手能力和工程意识。

参考文献:

- [1] 国务院. 国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020年)[Z]. 2006.
- [2] 鲍艳,李鸿儒,张羽,等.“新工科”背景下以自制教仪服务于实验教学的探讨与实践[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(9): 250-253.
- [3] 徐敏虹,陈海锋,郭玉华,等. 自制实验教学设备促进学生实践创新能力培养[J]. 化学教育(中英文), 2021, 42(20): 58-62.
- [4] 杨照坤,房立存,李昀书,等. 自动化专业实验仪器开发的探索与实践[J]. 中国现代教育装备, 2021(19): 56-57, 63.
- [5] 杨宏,李国辉. 走自制实验设备之路促进实验教学改革[J]. 实验技术与管理, 2013, 30(1): 225-227.
- [6] 张军,张晨旭,刘林. 以提升大学生创新能力为目标的教学设备自制[J]. 中国现代教育装备, 2018(5): 4-5.
- [7] 王革思,高敬鹏,赵宇宁,等. 以创新创业能力培养为导向全方位自制实验教学设备[J]. 实验技术与管理, 2018(6): 23-26.
- [8] 周伟,朱金波,闵凡飞,等. 自制仪器设备在创新型卓越人才培养体系中的应用模式[J]. 教育教学论坛, 2017, 341(51): 273-274.
- [9] 蒋学华,陈佩江. 地方高校面向“新工科”建设的人才培养模式探讨[J]. 临沂大学学报, 2018, 40(6): 113-122.
- [10] 楼建明,傅越千,安鹏,等. 基于能力培养自制实验仪器设备[J]. 实验技术与管理, 2014(9): 81-86.
- [11] 方华,徐德福,张海鸥,等. 环境类专业自制实验教学装置的开发与使用[J]. 中国教育技术装备, 2018(22): 29-31.
- [12] 宋莎,黎亚明,王艳力,等. 自制恒压过滤参数测定实验多功能设备的实践[J]. 实验技术与管理, 2015(6): 94-96.
- [13] 陈永清,傅建钢,徐兵,等. 高校利用自主开发设备创新实验教学的探索[J]. 宁波工程学院学报, 2016(2): 111-113.

Self-made Multi-functional Air Pollutant Treatment Device and Its Performance Test

WANG Fang, LIU Xue-ying, YANG Xiao-ran, LI Chun-hui, KONG Chun-yan

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: In order to improve the level of experimental teaching and the quality of personnel training, experimental equipment was made by students and used to experimental teaching, so as to train students' comprehensive skills, increase experimental projects and save charge. The self-made and multi-functional air pollution treatment device was carried four parts by device which include electrostatic removal, total volatile organic compounds (TVOC) in advanced oxidation process, photocatalysis removal method and activated carbon adsorption experiment by self-made multifunctional air treatment device. The structure and principle of self-made multi-functional air pollution treatment device are introduced. Combined with its application in undergraduate experiment teaching, the performance of self-made device is tested, and the feasibility and superiority of multi-functional equipment are demonstrated.

Key words: self-made equipment; experimental teaching; innovation education; comprehensive skills

(上接第91页)

Research on the Development Effect and Strategy of Beijing Winter Olympic Games to Promote Ice and Snow Tourism Core Area

HAN Zhi-chao

(School of Physical Education, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: Ice and snow tourism is a special sports tourism industry, which contains experience economy, sportsmanship, cultural characteristics and tourism entertainment characteristics, and is welcomed and favored by market subjects in the new era. China's ice and snow tourism core area has very important development potential and resources, combined with the current sports tourism and experience economy to adapt to the improvement of market demand, ice and snow tourism industry has become one of the industries and industries with great room for growth under the new social background. On the whole, China's ice and snow tourism core areas still have corresponding development difficulties and deficiencies, such as the problems of input and output, capital agglomeration, interest conflicts and industrial innovation ideas. The Beijing Winter Olympic Games provides an opportunity for the further development of China's ice and snow tourism core area, enlarges the scale and structure of the demand side, and provides corresponding innovative ideas on the supply side. At the input end, it attracts the influx of capital from all levels and fields of society, and at the output end, it provides market-led design. Based on the winter Olympic Games to promote ice-snow tourism related effect, the ice and snow tourism core should be committed to promoting the sustainable development of the industry chain and economic ecosystem, promote core ice and snow tourism public service system construction, build core new ice-snow tourism industry chain and value chain, to build a new development strategy of ice-snow tourism core, Promote the high-quality development of ice and snow tourism industry.

Key words: ice-snow tourism; olympic winter games; paralympic games; beijing-tianjin-hebei; volunteer