

德州学院 学报

双月刊

1985 年创刊
2023 年第 39 卷第 2 期
(总第 188 期)
2023 年 4 月出版



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	许上才
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

天体物理大数据

Be/X射线双星 X0726-260(4U 0728-25)的轨道周期性研究

..... 唐廷柯 盖宁 李怀珍 董富通(1)

数理科学

Sylvester 四元数矩阵方程 Hankel 解的半张量积方法

..... 闫立梅 赵琳琳 崔连香 刘莉 刘耀斌(5)

一类不确定时滞系统的非脆弱 H_∞ 控制 刘婕 张晓雪 徐丽晓(12)

生命·医药科学

疫情防控常态化背景下大学生心理健康状况调查及影响因素分析

——以德州学院为例 孙晨晨 朱超 李艳龙 李士纪(18)

信息科学

基于双目视觉的辅助喂食系统的应用研究 李海军 刘豪睿 王振岭(26)

基于迁移学习的道路积水检测算法 赵丽丽 晁鑫(31)

图书馆智慧服务环境中用户行为数据的隐私保护策略研究 韩洁(36)

生态与资源环境

夏津黄河故道古桑树群一二三产业融合发展途径探索

..... 张晶 唐艳 刘芬(41)

聊城市茌平区园林绿化树种调查与分析 李冬雪 刘丽云 刘丽霞(46)

经济·管理学研究

淮河生态经济带农业绿色发展水平测度及障碍因子分析

——以安徽省阜阳市为例 孙晓宇 邰红艳(51)

基于 COWA-云模型的可持续供应链合作伙伴选择 包菊芳 刘宏程(57)

经济高质量发展背景下德州市推进数字经济的路径探析 ... 吴洁 甄颖(63)

基于员工满意度调查的企业留人机制管理对策

——以三岳化工有限公司为例 王秀娟(69)

体育与运动科学

山东省体育产业与旅游产业耦合协调发展评价研究

..... 韩志超 唐克己(74)

高校体育专业混合式教学的特征、问题与改进策略

..... 刘源 陈翀 王海涛(79)

高校学生工作研究

新时代应用型本科高校大学生精准资助育人模式的构建研究

..... 薛文辉 刘长龙 韩英甲(84)

高校引导新时代大学生基层就业长效机制研究 吕凤玲(89)

高校教学研究

基于 BOPPPS 的混合式单片机接口技术课程教学

——以德州学院为例 董文会 曲培树 张曰云(94)

地方应用型高校化工人才“三位一体”培养模式的探究

——以德州学院化学工程与工艺专业为例 冯传起 张晨韵 辛炳炜(97)

“三维一测”智慧教学互动模式构建与应用

——以《现代教育技术》为例

..... 张晓蕾 王芳 王爱丽 贾春晓 李洪亮(101)

高校思政课教学方法探析 李霞(106)

JOURNAL OF DEZHOU UNIVERSITY

Vol. 39 No. 2

April 2023

MAIN CONTENTS

- Orbital Periods of the Be Star X-ray Transient X0726-260(4U0728-25)
..... TANG Yan-ke,GAI Ning,LI Huai-zhen, et al(1)
- Semi-tensor Product Method for Solving Least Square Hankel Solutions of Sylvester
Quaternion Matrix Equation YAN Li-mei,ZHAO Lin-lin,CUI Lian-xiang, et al(5)
- Nonfragile H_∞ Control for a Class of Uncertain Time-delay Systems
..... LIU Jie,ZHANG Xiao-xue,XU Li-xiao(12)
- Investigation on Mental Health Status and Influencing Actors of College Students in Dezhou
University Under the Background of Normalized Epidemic Prevention and Control
..... SUN Chen-chen,ZHU Chao,LI Yan-long, et al(18)
- Application of Assisted Feeding System Based on Binocular Vision
..... LI Hai-jun,LIU Hao-rui,WANG Zhen-ling(26)
- The Way of Integration and Development of the Three Industries in the Ancient Mulberry Tree
Cluster in Xiajin ZHANG Jing ,TANG Yan ,LIU Fen(41)
- Measurement of Agricultural Green Development Level and Analysis of Obstacle Factors in
Huaihe Ecological Economic Belt—A Case Study of Fuyang City, Anhui Province
..... SUN Xiao-yu,HUAN Hong-yan(51)
- Research on Evaluation of Coupling and Coordinated Development of Sports Industry and
Tourism Industry in Shandong Province HAN Zhi-chao,TANG Ke-ji(74)
- Research on the Construction of the Precise Aid Education Model for Applied Undergraduate
Universities In the New Era XUE Wen-hui,LIU Chang-long HAN Ying-jia(84)
- Hybrid Course Teaching of Single-chip Microcomputer Interface Technology Based on BOPPPS
..... DONG Wen-hui,QU Pei-shu,ZHANG Yue-yun(94)

Be/X 射线双星 X0726-260(4U 0728-25) 的轨道周期性研究

唐延柯¹, 盖宁¹, 李怀珍², 董富通¹

(1. 德州学院 物理与电子信息学院, 山东 德州 253023; 2. 玉溪师范学院 物理与电子工程学院, 云南 玉溪 653100)

摘要: 利用 Rossi X 射线计时探测器(RXTE)近十多年的全天空监视器连续观测数据对 Be 星瞬态 X 射线源 X0726-260(4U 0728-25)进行恒星轨道周期分析。利用功率谱强度估计方法分析了大约 13 年的数据,我们发现 Be 星 X 射线源 X0726-260 的半轨道周期为 34.57 ± 0.12 天。然后,我们将 X 射线观测数据时间划分为三个相等的时间间隔,计算发现三个不同的时间段的半轨道周期分别为 34.68 ± 0.1 天、 34.55 ± 0.1 天和 34.47 ± 0.1 天。研究结果表明轨道周期随着时间的推移而减小。通过周期递减可以推导证明这颗 X 射线双星应该具有一个吸积盘,可以从它的伴星 Be 星获得物质,从而改变这个系统周期。

关键词: Be 星; 中子星; X 射线

中图分类号: P153 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0001-04

1 引言

Be/X 射线双星是由 Be 星和中子星组成的 X 射线源。Negueruela (1998 年)和 Bildsten 等人 (1997 年)认为高能辐射的产生是由于致密天体吸积了与 Be 星相关的物质。“Be 星”是一颗早期类型的非超巨星^[1,2]。一些 Be/X ray 双星是持久的 X 射线源(Rieg&Roche 1999)^[3]。迄今为止,Be/X 射线双星不仅在观测方面,而且在理论方面都是热门课题。有许多吸积盘模型来研究这个系统。在本文中,我们重点分析了 X 射线源 X0726-260 的轨道周期,并为该双星系统的吸积盘模型提供观测支撑。

瞬态 X 射线源 X0726-260 (= 4U 0728-25, 3A 0726-260)具有 Be 星光学对应体,Steiner 等人 (1984)^[4]对其进行了光学鉴定。这颗恒星被 Corbet&Mason(1984)归类为 B0-Ve 型^[5],对应的距离为 4.6 ± 1.3 kpc。然而,Negueruela 等人(1996)得出的该双星为 O8-9 Ve 的光谱类型稍早,且距离确定为 6.1 ± 0.3 kpc (Corbet 1997)^[6,7]。因此,X 射线源

X0726-260(= 4U 0728-25, 3A 0726-260)有许多不确定的问题需要研究。Corbet(1997)使用 Rossi X 射线计时探测器(RXTE)全天空监视观测研究了该源,获得了 34.5 天的周期,并使用 X0726-260 的 5ks 定点观测揭示了 103.2 秒的脉动^[7]。随后,Wen 等人(2006 年)对 Rossi X 射线计时探测器全天监测系统 8.5 年的数据进行了系统搜索,用以寻找周期性证据^[8]。他们利用 1996 年 3 月至 2004 年 8 月的数据得出 X 射线源 X0726-260 的轨道周期为 34.44(4)天。

在本文中,我们介绍了 1996 年至 2008 年累计 13 年由 Rossi X 射线计时探测器(RXTE)上的仪器全天监视器(ASM)获得的 X0726-260 的观测结果。这些观测结果提供了轨道周期的详细信息。第 2 部分我们总结展示了全天区监测光变曲线的观测结果。第 3 部分介绍了功率谱密度估计方法,并利用该方法进行了周期性分析。最后,我们在第 4 部分总结并讨论了我们的结果。

2 全天区监测光变曲线

在这项工作中,我们展示了 1996 年至 2008 年

收稿日期: 2022-12-04

基金项目: 国家自然科学基金项目:基于 LAMOST 对 kepler 天区红团簇星的内部结构与演化状态的星震学研究(U1931106);山东省自然科学基金项目:LAMOST-kepler 天区恒星参量的星震学研究(ZR2019YQ03);山东省青创科技计划项目:基于 LAMOST 观测的恒星物理特性的星震学研究(2019KJJ006)。

作者简介: 唐延柯(1981-),男,山东济宁人,教授,博士,主要从事天体物理研究。

累计 13 年的 Be/X 射线双星 X0726-260 的 X 射线光变曲线,该曲线取自机载 ASM 探测器 Rossi X 射线计时探测器(RXTE)。ASM 中有三个类似的扫描阴影相机,这些相机对 2-12KeV 能带的 X 射线敏感。ASM 的原始数据点表示一个 90 秒停留的拟合源通量。而我们用来进行周期性研究的 Be/X 射线双星 X0720-260 的数据是一天平均数据。从 1996 年到 2008 年,来自多个(通常为 5-10 个)单独 ASM 驻留的拟合源通量的一天平均值覆盖了大约 13 年的观测,光变曲线如图 1 所示。从图 1 中,可以发现 X 射线瞬态源 X0726-260 是 X 射线光变曲线中非常活跃的对象。有趣的是,这些变化似乎表明了周期性现象的存在可能性。

在以下部分中,我们将使用功率谱强度估计方法分析 X0726-260 的 X 射线光变曲线的周期性。

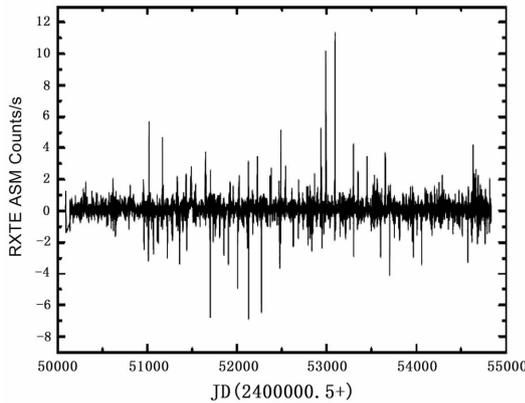


图 1 RXTE ASM 的 X 射线瞬态 X0726-260 的光变曲线

3 周期性分析

功率谱密度估计方法是一种传统的周期分析计算方法,可以应用于不均匀采样数据的周期性分析,该方法由 Lomb(1976)提出^[9],其原理如下:

假设一组数据值 $X_k, k = 0, 1 \dots$, 观测时间间隔为 t_k , 周期图可以用以下过程和方法得到。首先数据的平均值和方差由以下公式计算:

$$\bar{X} \equiv \frac{1}{N} \sum_1^N X_k \quad (1)$$

$$\sigma^2 \equiv \frac{1}{N-1} \sum_1^N (X_k - \bar{X})^2 \quad (2)$$

第二,对于每个角频率 $\omega \equiv 2\pi f > 0$, 时间偏移 τ 由以下公式计算

$$\tan(2\omega\pi) \equiv \frac{\sum_i \sin 2\omega t_i}{\sum_i \cos 2\omega t_i} \quad (3)$$

然后,归一化周期图定义为:

$$P_N(\omega) \equiv \frac{1}{2\sigma^2} \left\{ \frac{[\sum_i (X_i - \bar{X}) \cos \omega(t_i - \tau)]^2}{\sum_i \cos^2 \omega(t_i - \tau)} + \frac{[\sum_i (X_i - \bar{X}) \sin \omega(t_i - \tau)]^2}{\sum_i \sin^2 \omega(t_i - \tau)} \right\} \quad (4)$$

常数 τ 是一种偏移抵消,使得 $P_N(\omega)$ 完全独立于 t_i 乘以任何常数。Lomb(1976)表明偏移量的选择还有另一个更深层次的影响:它使周期图方程(方程 4)与在给定频率 ω 下,估计数据集谐波含量时得到,并通过对模型的线性最小二乘拟合方法获得:

$$X(t) = A \cos \omega t + B \sin \omega t \quad (5)$$

这一事实让我们了解了为什么该方法在不均匀数据上获得了优异的结果:它以“每点”为基础而不是以“每时间间隔”为基础对数据进行加权。

频谱中峰值的置信度 $P_N(\omega)$ 由(Scargle 1982; Press 等人 1994)给出^[10]。

$$P(> z) \approx N e^{-z} \quad (6)$$

其中 P 是峰值的概率, Z 是功率电平。一般来说 $P \geq 0.5$ 估计置信度通常是可以容忍的(Press 等人,1994)。

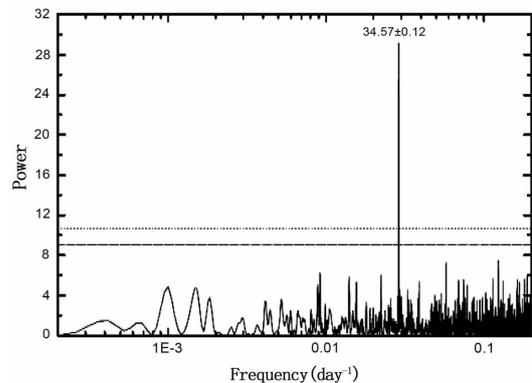


图 2 X0726-260 的功率谱源自 RXTE/ASM 一维平均数据,上下虚线分别表示 90%和 50%的置信水平。

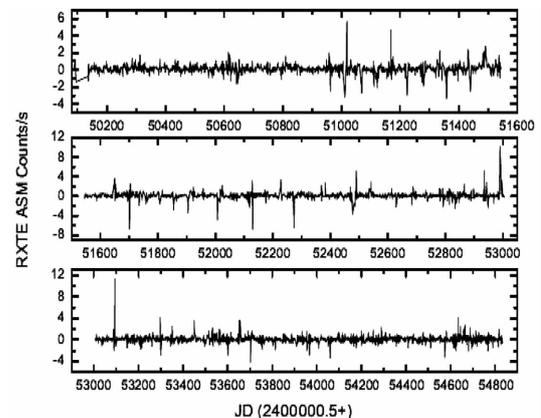


图 3 来自 RXTE ASM 和三个面板的 X 射线瞬态 X0726-260 的光变曲线将 1996-2008 数据库划分为三个大致相等的间隔。

计算周期的程序可以从 Press 等人(1994)研究成果中获得^[11]。图 2 显示了应用该方法的 RXTE/ASM 一维平均数据的分析结果,这在前面的段落中进行了讨论。在图 2 中,我们可以发现频率为 $f = 0.02892$,即 $P = 34.57$ 天,超过 90%的置信水平,以及其他峰值不超过 50%的置信水平。这意味着 $P = X0726-260$ 的 RXTE/ASM 光变曲线中存在 34.57 ± 0.12 天,这与 Corbet 和 Peele(1997)获得的结果一致^[12]。0.12 天的误差由峰值的半峰宽(HWHM)获得。

为了进一步研究 X0726-260 的性质,我们对数据样本进行了平均三等分,光曲线如图 3 所示。我们还使用上述方法分析了三个数据样本,这些结果如图 4 所示。从图 4 中,我们可以发现,根据三个数据样本,三个周期分别为 34.68 ± 0.1 天、 34.55 ± 0.1 天和 34.47 ± 0.1 天。不确定度由标准偏差获得。这些结果表明,周期性随着时间逐步减少。

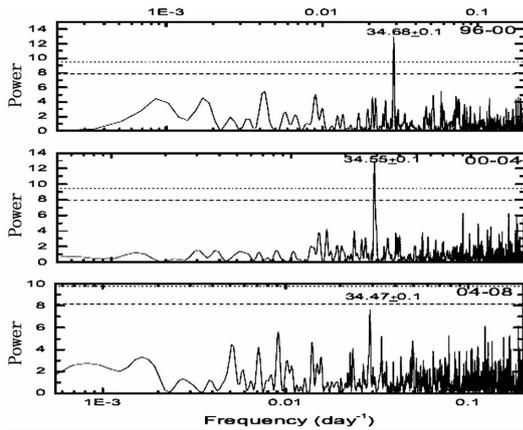


图 4 X0726-260 的功率谱源自 RXTE/ASM 一维平均数据,上下虚线分别表示 90%和 50%的置信水平。三个面板对应于图 3 中的三光变曲线。

4 结论和讨论

我们通过分析全 X 射线通量获得了 X0726-260 的周期。X0726-260 的完整 ASM 光曲线涵盖了 1996 年至 2008 年(MJD50000-MJD54800,其中 $MJD = JD - 2400000.5$),13 年左右的 X 射线通量在功率谱中没有明显的变化(见图 1、图 3)。本文计算出的周期为 $P = 34.57 \pm 0.12$ 天(见图 2)。与 Wen 等人(2006)和 Corbet(1997)的结果分别为 34.44 天和 34.5 天进行比较,我们的结果为 34.57 ± 0.12 天。我们认为,数据越多,得出的结果就越准确。我们将 X 射线光变曲线时间分为三个主要间隔。我

们发现,三个主要时间间隔的三个不同时期,在三个连续时间间隔中的值分别为 34.68 ± 0.1 天、 34.55 ± 0.1 天和 34.47 ± 0.1 天,所以我们发现 X0726-260 的周期在这十三年中略有变化,这表明这个系统可能存在吸积盘,吸积盘可以吸积来自供体恒星的物质。

从周期的微小变化可以看出,系统正在经历 X 射线状态转变。这种转变几乎肯定与平均传质速率的变化直接相关。我们相信这会导致吸积盘的行为发生后续变化,进而调节中子星的有效吸积率。对于典型的低质量 X 射线双星(LMXB),它在短时间内具有很大的周期变化。关于 X0726-260,它的周期在 13 年内变化很小,所以我们估计这个系统是高质量 X 射线双星(HMXBs)。至于它的质量,我们将进一步研究下一步的工作。与其他 Be/中子星系统相比,根据轨道周期和自旋周期之间的相关性,其 103.2s 的脉冲周期出奇的长。因此,Be/中子星系统将是未来研究的热点领域。

参考文献:

- [1] Negueruela I. On the nature of Be/X-ray binaries[J]. Astronomy and astrophysics,1998,338: 505-510.
- [2] Bildsten L,Chakrabarty D,Chiu J,et al. Observations of accreting pulsars[J]. The astrophysical journal supplement series,1997,113(2):367-408.
- [3] Reig P, Roche P. Discovery of X-ray pulsations in the Be/X-ray binary LS 992/RX J0812.4-3114[J]. Monthly notices of the royal astronomical society,1999,306(1): 95-99.
- [4] Steiner J E, Ferrara A, Garcia M, et al. Identification of two hard X-ray emitting Be stars using the HEAO 1 scanning modulation collimator[J]. The astrophysical journal,1984,280:688-694.
- [5] Corbet,Robin H D,Mason K O. The optical counterpart of 3A 0726-260 (4U 0728-25)[J]. Astronomy and astrophysics,1984,131:385-389.
- [6] Wen L Q,Levine,Alan M,et al. A systematic search for periodicities in RXTE ASM Data[J]. The astrophysical journal supplement series,2006,163(2):372-392.
- [7] Lomb N R. Least-squares frequency analysis of unequally spaced data[J]. Astrophysics and space science,1976, 39(2):447-462.
- [8] Scargle J D. Studies in astronomical time series analysis. II. statistical aspects of spectral analysis of unevenly spaced data[J]. The astrophysical journal,1982, 263: 835-853.
- [9] Corbet, Robin H D, Peele, et al. XTE observations of

- the Be Star X-Ray transient X0726-260 (4U 0728-25); orbital and pulse periods[J]. The astrophysical journal letter, 1997, 489(1): 83-86.
- [10] Okazaki A T, Negueruela I. A natural explanation for periodic X-ray outbursts in Be/X-ray binaries[J]. Astronomy and astrophysics, 2001, 377: 161-174.
- [11] Press W H, Teukolsky S A, Vetterling W T, et al. Book review; numerical recipes in fortran: the art of scientific computing / cambridge U press[J]. The observatory, 1993, 113(1115): 214.
- [12] Corbet, Robin H D, Peele, et al. The orbital period of the Be/Neutron star binary RX J0812. 4-3114[J]. The astrophysical journal letter, 2000, 530(1): 33-36.

Orbital Periods of the Be Star X-ray Transient X0726-260(4U0728-25)

TANG Yan-ke¹, GAI Ning¹, LI Huai-zhen², DONG Fu-tong¹

(1. School of Physics and Electronic information, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023;
2. School of Physics and Electronic Engineering, Yuxi Normal University, Yuxi Yunnan 653100, China)

Abstract: We use the Rossi X-ray Timing Explorer (RXTE) All-Sky Monitor observations of the transient Be star X-ray source X0726-260 from 1996 to 2008 to analyze the star orbital periods. Using the power spectrum intensity estimating method to analyze about thirteen years data, we find that the semi-orbital period of Be star X-ray X0726-260 is 34.57 ± 0.12 days. Then, we broken down the X-ray time into three equal intervals and find that three different periods, 34.68 ± 0.1 days, 34.55 ± 0.1 days, 34.47 ± 0.1 days separately. It indicates that the orbital period decreases with the time, although the source has a little change in the orbital period. In addition, this can provide the circumstantial evidence to prove that this X-ray star has a accretion disk which can obtain the material from its companion the Be Star, thereby changing this system period.

Key words: individual (X0726-260); neutron star; X-rays

Sylvester 四元数矩阵方程 Hankel 解的半张量积方法

闫立梅, 赵琳琳, 崔连香, 刘莉, 刘耀斌

(德州学院 数学与大数据学院, 山东 德州 253000)

摘要: 本文研究了 Sylvester 四元数矩阵方程 $A_1 X_1 B_1 + A_2 X_2 B_2 = C$ 的最小二乘 Hankel 解的问题。将四元数矩阵的实向量表示方法和矩阵的半张量积方法联合起来, 将所研究的四元数问题转化为实矩阵方程。根据 Hankel 矩阵的结构特征, 提取了矩阵中的有效元素, 构造了新的解向量, 降低了所研究问题的复杂度。得到了方程存在 Hankel 解的条件, 并给出 Hankel 解的一般形式。最后, 给出了求解所讨论问题的算法。

关键词: Sylvester 四元数矩阵方程; 矩阵的半张量积; 最小二乘 Hankel 解

中图分类号: O241.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0005-07

1 引言

中科院数学所程代展教授开创性地提出了矩阵的半张量积理论和方法, 克服了普通矩阵相乘受维数的限制^[1,2], 矩阵的半张量积是矩阵普通乘法的推广和延展。自该理论提出以来, 在诸多工程领域得到了广泛应用。范洪彪等提出了求解模糊关系方程的半张量积方法^[3,4], 研究了如何求解模糊双线性方程的最大解和最小解问题, 给出了模糊关系方程有解的充分必要条件, 找到了模糊关系方程全部的精确解; 李东方等研究了几种不同类型的线性映射的矩阵展开表示, 给出了 Lyapunov 映射、辛映射、伴随映射^[5]; 王金铭等提出了一种可有效降低随机观测矩阵所占存储空间的半张量积压缩感知方法, 利用该方法构建了低维随机观测矩阵^[6]; 冯俊娥等研究了四种矩阵半张量积的代数关系^[7]; 最近, 半张量积被应用在博弈研究领域, 取得了丰硕的成果。李志强等利用矩阵半张量积研究了双合作博弈的 Shapley 值的计算, 通过构造 Shapley 矩阵给出双合作博弈 Shapley 值计算的矩阵公式^[8]。更多的关于半张量积的应用可以参阅^[9-12]。

Hankel 矩阵是一种特殊形式的矩阵, 被广泛应用在很多工程领域。朱希松通过选择 Hankel 矩阵的维度, 利用 AIC 准则进行主成分分析确定了信号模型阶数^[13]; 李尚生等通过 Hankel 矩阵改进了算法对回波数据处理的过程, 提高了在低信噪比情况下对散射中心参数估计的精度^[14]; 祝志文等采用基于协方差块 Hankel 矩阵方法处理节段模型风洞试验的二自由度振动衰减信号, 通过系统识别来提取桥梁断面的颤振导数^[15]; 唐鸣研究了低秩 Hankel 矩阵逼近及其加权逼近的算法^[16]; 郑志东等利用接收协方差矩阵中的元素构造块 Hankel 矩阵, 能有效地估计出相干目标的收发角^[17]。由此可见, Hankel 矩阵在工程应用领域发挥着重要的作用, 是矩阵理论的研究内容之一。

矩阵方程被广泛地应用在力学、光学、量子物理、计算机科学、应用统计学等领域。不同学者对于不同代数结构的矩阵方程进行了研究, 得到了求解矩阵方程的若干方法。Huang 研究了四元数矩阵方程 $\sum_{i=0}^k A^i X B_i = E$ 解存在的充要条件^[18]。利用四元数矩阵的实表示, 袁仕芳研究了四元数矩阵方程 $AXB + CYD = E$ 的最小纯虚数解^[19]。张凤霞和孙庆娟等研究了实数和复数域上矩阵方程 $AXB + CYD = E$ 的 Hankel 解和最小二乘解 Hermitian 解^[20, 21]。利用四元数矩阵的实、复表示, 黄敬频等和 Wang 等分别研究了四元数 Sylvester 矩阵方程的约束解^[22, 23]。王栋等利用矩阵半张量积研究了四元数矩阵方程 $\sum_{i=1}^k A_i X_i B_i = C$ 的最小二乘 Hermitian 解^[24]。本文将使用矩阵的半张量积方法来研究 Sylvester 四元数线性系统的最小

收稿日期: 2022-11-27

作者简介: 闫立梅(1969-), 女, 教授, 硕士, 研究方向为线性系统理论。

二乘 Hankel 型矩阵解。

$$A_1 X_1 B_1 + A_2 X_2 B_2 = C \quad (1)$$

本文即将使用的符号有： R, Q 分别表示实数集合和四元数集合； R^n, Q^n 分别表示 n 维实向量和四元数向量集合； $R^{m \times n}, Q^{m \times n}, HQ^{m \times n}$ 分别表示 $m \times n$ 阶实矩阵集合、四元数矩阵集合、Hankel 四元数矩阵集合； $\otimes, *$ 分别表示矩阵的 Kronecker 积和半张量积(semi-tensor product)运算符； A^+ 表示矩阵 A 的 M-P 逆矩阵； $\|\cdot\|$ 表示矩阵的 Frobenius 范数； I_n 表示 n 阶单位矩阵； δ_n^i 表示 n 阶单位矩阵 I_n 的第 i 列。

2 预备知识

定义 1 设 $X \in Q^{n \times n}$, 称

$$X = \begin{pmatrix} x_{n-1} & x_{n-2} & \cdots & x_1 & x_0 \\ x_{n-2} & x_{n-3} & \cdots & x_0 & x_{-1} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_1 & x_0 & \cdots & \cdots & x_{-n+2} \\ x_0 & x_{-1} & \cdots & x_{-n+2} & x_{-n+1} \end{pmatrix}$$

为 Hankel 矩阵。显然, Hankel 矩阵由它的第一行和最后一列上共 $2n-1$ 个元素决定。

定义 2^[25] 设 $x_1, x_2, x_3, x_4 \in R$, 称

$$x = x_1 + x_2 i + x_3 j + x_4 k$$

为四元数。其中 i, j, k 满足 $i^2 = j^2 = k^2 = ijk = -1, ij = -ji = k, jk = -kj = i, ki = -ik = j$ 。

定义 3^[1,2] 设 $A \in R^{m \times n}, B \in R^{p \times q}, t = \text{lcm}(n, p)$ 是 n 和 p 的最小公倍数, 称

$$A * B = (A \otimes I_{t/n})(B \otimes I_{t/p})$$

为 A 和 B 的矩阵半张量积。

当 $n=p$ 时, 矩阵半张量积就变成了矩阵的普通乘法, 即 $A * B = AB$ 。由于半张量积保持了矩阵普通乘法的所有性质, 在与矩阵有关的理论研究中应用起来非常方便。

矩阵半张量积一般不具有交换性。但可以在换位矩阵的协助下具有一定的交换性, 称之为准交换性。

定义 4^[1,2] 称

$$W_{[m,n]} = [\delta_n^1 * \delta_m^1, \cdots, \delta_n^n * \delta_m^1, \cdots, \delta_n^1 * \delta_m^m, \cdots, \delta_n^n * \delta_m^m]$$

为换位矩阵。其中, $\delta_n^i * \delta_m^j = \delta_{mn}^{(i-1)m+j}$, 显然 $W_{[m,n]} \in R^{mn \times mn}$ 。

故有, $W_{[m,n]} = [\delta_{mn}^1, \cdots, \delta_{mn}^{(n-1)m+1}, \cdots, \delta_{mn}^m, \cdots, \delta_{mn}^{mn}]$, 简记为 $W_{[m,n]} = \delta_{mn}[1, \cdots, (n-1)m+1, \cdots, m, \cdots, mn]$ 。

换位矩阵可以起到交换两个行向量和列向量相乘顺序的作用。

引理 1^[1,2] 设 $x \in R^m, y \in R^n, A \in R^{p \times q}$, 则

$$(1) W_{[m,n]} * x * y = y * x, x^T * y^T * W_{[m,n]} = y^T * x^T;$$

$$(2) x * A = (I_m \otimes A) * x, A * x^T = x^T * (I_m \otimes A).$$

定义 5^[1,2] 设 W_0, W_1, \cdots, W_n 为一组向量空间, $F: W_1 \times W_2 \times \cdots \times W_n \rightarrow W_0$ 为多线性映射, $\dim(W_i) = k_i$, $\{\delta_{k_i}^1, \delta_{k_i}^2, \cdots, \delta_{k_i}^{k_i}\}$ 为 W_i 的标准基, 且

$$F(\delta_{k_1}^{i_1}, \delta_{k_2}^{i_2}, \cdots, \delta_{k_n}^{i_n}) = \sum_{m=1}^{k_0} C_m^{i_1 i_2 \cdots i_n} \delta_{k_0}^m, i_j = 1, 2, \cdots, k_j, j = 1, 2, \cdots, n$$

称 $\{C_m^{i_1 i_2 \cdots i_n} \mid i_j = 1, 2, \cdots, k_j; j = 1, 2, \cdots, n; m = 1, 2, \cdots, k_0\}$ 为线性映射 F 的结构常数。

设

$$M_F = \begin{pmatrix} c_1^{11 \cdots 11} & \cdots & c_1^{11 \cdots 1 k_n} & \cdots & c_1^{k_1 k_2 \cdots k_n} \\ c_2^{11 \cdots 11} & \cdots & c_2^{11 \cdots 1 k_n} & \cdots & c_2^{k_1 k_2 \cdots k_n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ c_{k_0}^{11 \cdots 11} & \cdots & c_{k_0}^{11 \cdots 1 k_n} & \cdots & c_{k_0}^{k_1 k_2 \cdots k_n} \end{pmatrix}$$

称 M_F 为 F 的结构矩阵。

定义 6^[26] 设四元数 $x = x_1 + x_2i + x_3j + x_4k$, 称 $v^R(x) = (x_1, x_2, x_3, x_4)^T$ 为 x 的实排列。

设 $x, y \in \mathbb{Q}$, xy 的实排列 $v^R(xy)$ 可以通过半张量积方法用实向量 $v^R(x), v^R(y)$ 来表示。

引理 2^[1,2] 设 $x, y \in \mathbb{Q}$, 则

$$v^R(xy) = M_Q * v^R(x) * v^R(y)$$

其中,

$$M_Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

为两个四元数乘积的结构矩阵。

丁文旭、李莹等提出了四元数行向量和列向量的实排列以及四元数矩阵的实行排和实列排概念。

定义 7^[26] 设 $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 为四元数行向量, $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T$ 为四元数列向量, 称

$$v^R(x) = \begin{pmatrix} v^R(x_1) \\ v^R(x_2) \\ \vdots \\ v^R(x_n) \end{pmatrix}, v^R(y) = \begin{pmatrix} v^R(y_1) \\ v^R(y_2) \\ \vdots \\ v^R(y_n) \end{pmatrix}$$

分别为四元数向量 x 和 y 的实排列, $v^R(x), v^R(y) \in R^{4n}$ 。

定义 8^[26] 设 $A \in \mathbb{Q}^{m \times n}$, $Row_i(A), Col_j(A), i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ 分别是 A 的第 i 行和第 j 列, 称

$$v_r^R(A) = \begin{pmatrix} v^R(Row_1(A)) \\ v^R(Row_2(A)) \\ \vdots \\ v^R(Row_m(A)) \end{pmatrix}, v_c^R(A) = \begin{pmatrix} v^R(Col_1(A)) \\ v^R(Col_2(A)) \\ \vdots \\ v^R(Col_n(A)) \end{pmatrix}$$

分别为四元数矩阵 A 的实行排和实列排, $v_r^R(A), v_c^R(A) \in R^{4mm}$ 。

四元数向量和四元数矩阵的实向量表示具有下面的性质。

引理 3^[26] 设 $x = (x_1, x_2, \dots, x_n), \tilde{x} = (\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_n), y = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T \in \mathbb{Q}^n, a \in R$, 则

- (1) $v^R(x + \tilde{x}) = v^R(x) + v^R(\tilde{x}), v^R(ax) = av^R(x)$;
- (2) $v^R(xy) = M_Q * \sum_{i=1}^n ((\delta_n^i)^T * (I_{4n} \otimes (\delta_n^i)^T)) * v^R(x) * v^R(y)$ 。

引理 4^[26] 设 $A, \tilde{A} \in \mathbb{Q}^{m \times n}, B \in \mathbb{Q}^{n \times p}, a \in R$, 则

- (1) $v_r^R(A + \tilde{A}) = v_r^R(A) + v_r^R(\tilde{A}), v_c^R(A + \tilde{A}) = v_c^R(A) + v_c^R(\tilde{A})$;
- (2) $v_r^R(aA) = av_r^R(A), v_c^R(aA) = av_c^R(A)$;
- (3) $\|A\| = \|v_r^R(A)\| = \|v_c^R(A)\|$;
- (4) $v_r^R(AB) = G * v_r^R(A) * v_c^R(B)$, 其中,

$$G = \begin{pmatrix} F * (\delta_m^1)^T * (I_{4mn} \otimes (\delta_p^1)^T) \\ \vdots \\ F * (\delta_m^1)^T * (I_{4mn} \otimes (\delta_p^p)^T) \\ \vdots \\ F * (\delta_m^m)^T * (I_{4mn} \otimes (\delta_p^1)^T) \\ \vdots \\ F * (\delta_m^m)^T * (I_{4mn} \otimes (\delta_p^p)^T) \end{pmatrix} \in R^{4mp \times 16mn^2 p}, F = M_Q * \left(\sum_{i=1}^n (\delta_n^i)^T * (I_{4n} \otimes (\delta_n^i)^T) \right) \in R^{4 \times 16n^2}$$

- (5) $v_c^R(AB) = G' * v_r^R(A) * v_c^R(B)$, 其中,

$$G' = \begin{pmatrix} F * (\delta_m^1)^T * (I_{4mn} \otimes (\delta_p^1)^T) \\ \vdots \\ F * (\delta_m^m)^T * (I_{4mn} \otimes (\delta_p^1)^T) \\ \vdots \\ F * (\delta_m^1)^T * (I_{4mn} \otimes (\delta_p^p)^T) \\ \vdots \\ F * (\delta_m^m)^T * (I_{4mn} \otimes (\delta_p^p)^T) \end{pmatrix}$$

引理 5^[27] 设 $A \in R^{m \times n}, b \in R^m$, 则不相容线性方程组 $Ax = b$ 的最小二乘解的通式为

$$x = A^+ b + (I_n - A^+ A)y$$

其中, $y \in R^n$ 是任意的向量。

引理 6^[27] 设 $A \in R^{m \times n}, b \in R^m$, 则线性方程组 $Ax = b$ 有解的充分必要条件是 $AA^+ b = b$, 且其通解为

$$x = A^+ b + (I_n - A^+ A)y$$

其中, $y \in R^n$ 是任意的向量。

3 方程(1)的最小二乘 Hankel 解

问题 1 设 $A_i \in Q^{m \times n}, B_i \in Q^{n \times p}, i = 1, 2, C \in Q^{m \times p}$ 且

$$S_H = \left\{ X \mid X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix}, X_i \in HQ^{n \times n}, i = 1, 2, \|A_1 X_1 B_1 + A_2 X_2 B_2 - C\| = \min \right\},$$

欲求 $X_H \in S_H$, 满足 $\|X_H\| = \min_{X \in S_H} \|X\|$, 称 X_H 为四元数矩阵方程(1)的极小范数最小二乘 Hankel 解。

考虑到 Hankel 矩阵的结构特征, 将其第一行和最后一列的独立元素依次取出, 按其所在列顺序进行实排列, 记为 $v_S^R(X)$, 则 $\dim(v_S^R(X)) = 4(2n - 1)$, 而 $\dim(v_C^R(X)) = 4n^2$, 故大幅度降低了问题的复杂度。下面的定理讨论了 $v_S^R(X)$ 与 $v_C^R(X)$ 之间的关系。

定理 1 设 $X \in HQ^{n \times n}$, 且

$$X = \begin{pmatrix} x_{n-1} & x_{n-2} & \cdots & x_1 & x_0 \\ x_{n-2} & x_{n-3} & \cdots & x_0 & x_{-1} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_1 & x_0 & \cdots & \cdots & x_{-n+2} \\ x_0 & x_{-1} & \cdots & x_{-n+2} & x_{-n+1} \end{pmatrix}$$

记 $v_S^R(X) = ((v^R(x_{n-1}))^T, \cdots, (v^R(x_1))^T, (v^R(x_0))^T, (v^R(x_{-1}))^T, \cdots, (v^R(x_{-n+1}))^T)^T$, 则 $v_C^R(X) = P v_S^R(X)$, 其中

$$P = \begin{pmatrix} P_1 \\ \vdots \\ P_j \\ \vdots \\ P_n \end{pmatrix}, P_j = \begin{pmatrix} P_{1j} \\ \vdots \\ P_{ij} \\ \vdots \\ P_{nj} \end{pmatrix}, P_{ij} = (\delta_{2n-1}^{i+j-1})^T \otimes I_4, i, j = 1, 2, \cdots, n$$

证明 用 α_j 表示 Hankel 矩阵 X 的第 j 列, $j = 1, 2, \cdots, n$, 则 $X = (\alpha_1, \alpha_2, \cdots, \alpha_n)$ 。对于任意 $1 \leq j \leq n$, 都有 $v^R(\alpha_j) = P_j v_S^R(X)$, 则

$$v_C^R(X) = \begin{pmatrix} v^R(\alpha_1) \\ v^R(\alpha_2) \\ \vdots \\ v^R(\alpha_n) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P_1 v_S^R(X) \\ P_2 v_S^R(X) \\ \vdots \\ P_n v_S^R(X) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_n \end{pmatrix} v_S^R(X) = P v_S^R(X)$$

定理 2 设 $X_i \in HQ^{n \times n}, i = 1, 2$, 记

$$X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix}, x(X) = \begin{pmatrix} v_C^R(X_1) \\ v_C^R(X_2) \end{pmatrix}, \tilde{x}(X) = \begin{pmatrix} v_S^R(X_1) \\ v_S^R(X_2) \end{pmatrix}, J = \begin{pmatrix} J_1 \\ J_2 \end{pmatrix}, J_l = \begin{pmatrix} J_{l1} \\ \vdots \\ J_{lj} \\ \vdots \\ J_{ln} \end{pmatrix}, J_{lj} = \begin{pmatrix} J_{l1j} \\ \vdots \\ J_{linj} \end{pmatrix}, l=1,2$$

$$J_{lij} = (\delta_{2(2n-1)}^{(l-1)(2n-1)+i+j-1})^T \otimes I_4, l=1,2; i,j=1,2,\dots,n$$

则 $x(X) = J\tilde{x}(X)$ 。

证明 对于任意 $1 \leq l \leq 2$, 都有 $v_C^R(X_l) = J_l \tilde{x}(X)$, 则

$$x(X) = \begin{pmatrix} v_C^R(X_1) \\ v_C^R(X_2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} J_1 \tilde{x}(X) \\ J_2 \tilde{x}(X) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} J_1 \\ J_2 \end{pmatrix} \tilde{x}(X) = J\tilde{x}(X)$$

定理 3 设 $A_i \in Q^{m \times n}, B_i \in Q^{n \times p}, i=1,2, C \in Q^{m \times p}$, 则四元数矩阵方程(1)的最小二乘 Hankel 解为

$$S_H = \{ \tilde{x}(X) \mid \tilde{x}(X) = H^+ v_C^R(C) + (I_{8(2n-1)} - H^+ H) y, y \in R^{8(2n-1)} \},$$

其极小范数最小二乘 Hankel 解 X_H 满足

$$\tilde{x}(X_H) = H^+ v_C^R(C) \tag{2}$$

其中, $H = (G' * G * v_r^R(A_1) * W_{[4np, 4n^2]} * v_C^R(B_1), G' * G * v_r^R(A_2) * W_{[4np, 4n^2]} * v_C^R(B_2)) * J$, G' 与 G 在引理 4 中已交待(其维数不同), 矩阵 J 如定理 2 中所示。

证明 由引理 3、引理 4 和定理 2 可得,

$$\begin{aligned} \| A_1 X_1 B_1 + A_2 X_2 B_2 - C \| &= \| v_C^R(A_1 X_1 B_1 + A_2 X_2 B_2) - v_C^R(C) \| = \| v_C^R(A_1 X_1 B_1) + v_C^R(A_2 X_2 B_2) - v_C^R(C) \| \\ &= \| (G' * G * v_r^R(A_1) * W_{[4np, 4n^2]} * v_C^R(B_1), G' * G * v_r^R(A_2) * W_{[4np, 4n^2]} * v_C^R(B_2)) * J * \tilde{x}(X) - v_C^R(C) \| \\ &= \| H\tilde{x}(X) - v_C^R(C) \| \end{aligned}$$

则

$$\| A_1 X_1 B_1 + A_2 X_2 B_2 - C \| = \min \Leftrightarrow \| H\tilde{x}(X) - v_C^R(C) \| = \min$$

对于实矩阵方程 $H\tilde{x}(X) = v_C^R(C)$, 由引理 6 可以得到它的最小二乘 Hankel 解 X 满足

$$\tilde{x}(X) = H^+ v_C^R(C) + (I_{8(2n-1)} - H^+ H) y, y \in R^{8(2n-1)}$$

其极小范数最小二乘 Hankel 解 X_H 满足

$$\tilde{x}(X_H) = H^+ v_C^R(C)$$

推论 设 $A_i \in Q^{m \times n}, B_i \in Q^{n \times p}, i=1,2, C \in Q^{m \times p}$, 则四元数矩阵方程(1)有解的充要条件是

$$(HH^+ - I_{4mp}) v_C^R(C) = 0$$

其通解为

$$\tilde{x}(X) = H^+ v_C^R(C) + (I_{8(2n-1)} - H^+ H) y, y \in R^{8(2n-1)}$$

其极小范数 Hankel 解 X_H 满足

$$\tilde{x}(X_H) = H^+ v_C^R(C)$$

证明

$$\| A_1 X_1 B_1 + A_2 X_2 B_2 - C \| = \| H\tilde{x}(X) - v_C^R(C) \| = \| HH^+ H\tilde{x}(X) - v_C^R(C) \| = \| HH^+ v_C^R(C) - v_C^R(C) \| = \| (HH^+ - I_{4mp}) v_C^R(C) \|,$$

因此,

$$\| A_1 X_1 B_1 + A_2 X_2 B_2 - C \| = 0 \Leftrightarrow \| (HH^+ - I_{4mp}) v_C^R(C) \| = 0 \Leftrightarrow (HH^+ - I_{4mp}) v_C^R(C) = 0.$$

对于实矩阵方程 $H\tilde{x}(X) = v_C^R(C)$, 由引理 6 可以得到它的解 X 满足

$$\tilde{x}(X) = H^+ v_C^R(C) + (I_{8(2n-1)} - H^+ H) y, y \in R^{8(2n-1)}.$$

其极小范数 Hankel 解 X_H 满足

$$\tilde{x}(X_H) = H^+ v_C^R(C).$$

4 算法分析

根据定理 3, 构造求解四元数矩阵方程 $A_1 X_1 B_1 + A_2 X_2 B_2 = C$ 的极小范数最小二乘 Hankel 解的算法。

算法

步骤 1: 输入矩阵 $A_i \in \mathbb{Q}^{m \times n}, B_i \in \mathbb{Q}^{n \times p}, i=1, 2, C \in \mathbb{Q}^{m \times p}, G', G, W_{[4np, 4n^2]}, J$;

步骤 2: 计算

$$H = \text{spn}((\text{spn}(G', G, v_r^R(A_1), W_{[4np, 4n^2]}, v_c^R(B_1)), \text{spn}(G', G, v_r^R(A_2), W_{[4np, 4n^2]}, v_c^R(B_2))), J);$$

步骤 3: 输出 $\tilde{x}(X_H) = \text{pinv}(H)v_c^R(C)$ 。

5 结论

将矩阵的半张量积理论和四元数矩阵的实向量表示方法结合起来, 构建了求解 Sylvester 四元数矩阵方程的最小二乘 Hankel 解的半张量积方法。针对 Hankel 解矩阵的特殊结构, 提取有效消息去除重复元素, 降低了计算复杂度, 提高了运算精度和速度。这种方法可以推广使用求解其它的四元数矩阵方程, 是一种求解四元数矩阵方程特殊形式解的有效方法。

参考文献:

- [1] 程代展, 齐洪胜, 贺风华. 有限集上的映射与动态过程-矩阵半张量积方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2016.
- [2] 程代展, 齐洪胜. 矩阵半张量积讲义卷 1 基本理论与多线性运算 [M]. 北京: 科学出版社, 2020.
- [3] Cheng D Z, Feng J E, La H L. Solving fuzzy relational equations via semi-tensor product [J]. IEEE Transactions on fuzzy systems, 2012, 20(2): 390-396.
- [4] 范洪彪, 张智广, 许晶. 通过矩阵的半张量积求解模糊双线性方程的最大解和最小解 [J]. 德州学院学报, 2022, 38(2): 5-13.
- [5] 李东方, 刘会彩, 张锦. 半张量积在线性映射中的应用 [J]. 南昌大学学报(理科版), 2021, 45(4): 336-339.
- [6] 王金铭, 叶时平, 徐振宇, 等. 半张量积低存储压缩感知方法研究 [J]. 电子学报, 2018, 46(4): 797-804.
- [7] 冯俊娥, 李怡靓, 赵建立. 四种半张量积及其代数关系 [J]. 聊城大学学报(自然科学版), 2020, 33(4): 1-7.
- [8] 李志强, 李文鸽, 何秋锦, 等. 基于半张量积的双合作博弈 Shapley 值计算 [J]. 中国科学: 信息科学, 2022, 52(7): 1302-1316.
- [9] Cheng D Z. On finite potential games [J]. Automatica, 2014, 50(7): 1793-1801.
- [10] Mao Y, Wang L Q, Liu Y, et al. Stabilization of evolutionary networked games with length- r information [J]. Applied mathematics and computation, 2018, 337: 442-451.
- [11] Fu S H, Cheng D Z, Feng J E, et al. Matrix expression of finite Boolean-type algebras [J]. Applied Mathematics and Computation, 2021, 395: 1-13.
- [12] Cheng D Z, Feng J E, Zhao J L, et al. On adequate sets of multi-valued logic [J]. Journal of the Franklin Institute, 2021, 358: 6705-6722.
- [13] 朱希松. 状态空间系统辨识算法及其在测频中的应用研究 [D]. 山东大学, 2020.
- [14] 李尚生, 王旭坤, 付哲泉, 等. 基于 Hankel 矩阵改进 TLS-ESPRIT 算法的散射中心参数提取及 RCS 重构 [J]. 系统工程与电子技术, 2021, 43(1): 12-23.
- [15] 祝志文, 顾明, 秦仙蓉. 桥梁断面颤振导数识别的协方差块 Hankel 矩阵法 [J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2007, 35(5): 587-591.
- [16] 唐鸣. 低秩 Hankel 矩阵逼近及其加权逼近的算法 [D]. 南京航空航天大学, 2006.
- [17] 郑志东, 王琰, 张剑云, 等. 基于块 Hankel 矩阵构造的双基地 MIMO 雷达相干多目标定位 [J]. 电子与信息学报, 2012, 34(5): 1082-1087.
- [18] Huang L P. The quaternion matrix equation $\sum_{i=0}^k A^i X B_i = E$ [J]. Acta Mathematica Sinica, New Series, 1998, 14(1): 91-98.
- [19] Yuan S F. Least squares pure imaginary solution and real solution of the quaternion matrix equation $AXB + CYD = E$ with the least norm [J]. Journal of applied mathematics, 2014(1): 857081:1-857081:9.
- [20] Zhang F X, Wei M S, Li Y, et al. The minimal norm least squares Hermitian solution of the complex matrix equation $AXB + CYD = E$ [J]. Journal of the franklin Institute, 2018, 355(3): 1296-1310.
- [21] 孙庆娟, 郭文彬, 王柄中. 矩阵方程 $AXB + CYD = E$ 的 Hankel 矩阵解 [J]. 河南科技大学学报, 2012, 33(3): 93-97.
- [22] 黄敬频, 蓝家新, 毛丽影, 等. 四元数 Sylvester 方程的 Hankel 约束解及其最佳逼近 [J]. 数学杂志, 2019, 39(5): 741-

747.

- [23] Wang Q W, He Z H, Zhang Y. Constrained two-sided coupled Sylvester-type quaternion matrix equations [J]. *Automatica*, 2019, 101: 207-213.
- [24] 王栋, 李莹, 丁文旭. 四元数矩阵方程 $\sum_{i=1}^k A_i X_i B_i = C$ 最小二乘问题的半张量积解法[J]. *聊城大学学报(自然科学版)*, 2022, 35(1): 22-29.
- [25] Wei M S, Li Y, Zhang F X, et al. *Quaternion matrix computations* [M]. New York: Nova Science Publisher, 2018.
- [26] 丁文旭, 李莹, 王栋, 等. 求解四元数矩阵方程的矩阵半张量积方法[J]. *山东大学学报(理学版)*, 2021, 56(6): 103-110.
- [27] 戴华. *矩阵论* [M]. 北京: 科学出版社, 2001.

Semi-tensor Product Method for Solving Least Square Hankel Solutions of Sylvester Quaternion Matrix Equation

YAN Li-mei, ZHAO Lin-lin, CUI Lian-xiang, LIU Li, LIU Yao-bin

(School of Mathematics and Big Data, Dezhou University, Dezhou Shandong 253000, China)

Abstract: Least square Hankel solutions of the Sylvester quaternion matrix equation $A_1 X_1 B_1 + A_2 X_2 B_2 = C$ are studied. By means of real vector representation of quaternion matrix and semi-sensor product theory, the quaternion matrix equation is transformed into its equivalent real matrix equation. Considered the structural characteristics of Hankel matrix, independent elements of the solution matrix are extracted to reconstruct a new solution vector, thus the computational complexity of the problem is reduced. The existing conditions of Hankel solutions of the equation are obtained and the general solutions of the equation are given. Finally, the algorithm finding the solution of the discussed problem is provided.

Key words: Sylvester quaternion matrix equation; semi-tensor product of matrices; least square Hankel solution

一类不确定时滞系统的非脆弱 H_∞ 控制

刘 婕^a, 张晓雪^a, 徐丽晓^b

(德州学院 a. 数学与大数据学院; b. 教务处, 山东 德州 253023)

摘要: 针对一类具有强结构不确定性的时滞系统, 构造了适当的 Lyapunov 函数, 得到了系统内部渐进稳定的判断准则。同时, 借助线性矩阵不等式的可行解设计了系统的非脆弱反馈控制器。最后, 通过数值示例验证了理论结果的有效性。

关键词: 不确定时滞系统; H_∞ 控制; 非脆弱状态反馈; 线性矩阵不等式

中图分类号: O224 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0012-06

1 引言

实际动力系统中经常出现不确定现象和时滞现象。时滞和不确定的存在会导致系统性能下降甚至无法运行。因此, 研究不确定时滞系统的控制问题具有重要意义。

1997 年, Keel 等^[1]首次提出控制器的“非脆弱”这一概念。2004 年, Du 等^[2]研究了不确定系统的非脆弱 H_∞ 控制问题。许多学者对不确定时滞系统的非脆弱控制器设计提供了理论基础^[3-5]。Gao^[6]和张瀛心^[7]等主要研究了鲁棒非脆弱控制的应用。

非脆弱控制器的设计既要考虑系统存在的不确定性也要考虑控制器的不确定性。在此基础上, Dong^[8]运用线性矩阵不等式方法解决了一类具有强结构不确定性的时滞系统的鲁棒控制问题。Gao^[9]给出了不确定时滞系统的记忆状态反馈控制器存在的充分条件及具体设计方法, 其中, 控制器设计问题中的不确定性是凸多面体不确定性。Boren^[10]针对不确定时变时滞随机系统, 假设状态矩阵和非脆弱控制器中的参数不确定性是范数有界的, 设计出了记忆非脆弱状态反馈控制器。付兴建^[11]针对一类不确定时滞系统的跟踪控制问题, 将 CMAC 和鲁棒非脆弱控制结合, 设计出了复合控制器。文献[8]中讨论的强结构不确定性与其他类型的不确定性^[9-11]相比, 更具有一般性且更具有实际意义。考虑将强结构不确定性扩展到时滞系统中去, 设计鲁棒非脆弱反馈控制器, 目前有关这方面的研究文献很少。

基于以上讨论, 本文研究一类具有强结构不确定性时滞系统的非脆弱 H_∞ 控制问题, 将凸组合方法和李雅普诺夫函数方法结合, 利用不等式放缩引理和 Schur 补引理得出满足 H_∞ 控制的充分条件, 并用数值示例仿真验证定理的有效性。

2 系统描述

考虑以下不确定时滞系统

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = (A + \Delta A)x(t) + (B + \Delta B)u(t) + Cx(t - \tau) + D\omega(t) \\ z(t) = Fx(t) \\ x(t) = \varphi(t), t \in [-\tau, 0] \end{cases} \quad (1)$$

式中 $x(t) \in \mathbb{R}^n$ 是系统状态, $\tau > 0$ 为系统的状态时滞, $\omega(t) \in \mathbb{R}^m$ 为干扰输入, $\varphi(t)$ 是系统(1)的初始状态, 且满足 $t \in [-\tau, 0]$ 。 $z(t) \in \mathbb{R}^p$ 为系统输出, A, B, C, D, F 为已知矩阵, ΔA 和 ΔB 为不确定参数, $u(t)$

收稿日期: 2022-12-07

作者简介: 刘 婕(1996-), 女, 山东德州人, 助教, 硕士, 主要从事随机系统稳定性研究。

$\in \mathbb{R}^m$ 为控制输入。

本文所考虑的不确定参数 ΔA 和 ΔB 具有以下形式

$$|\Delta A| < A_1, \quad |\Delta B| < B_1,$$

其中 A_1 和 B_1 是与 $\Delta A, \Delta B$ 具有相同维数的正实数矩阵。

3 预备知识

引理 1^[8] 假设 A, D 是具有相同维数的实矩阵, 则对于任意向量 $a, b \in \mathbb{R}^n$, 任意实数 $\varepsilon > 0$,
 $2a^T D A b \leq \varepsilon^{-1} a^T D D^T a + \varepsilon b^T A^T A b$ 。

引理 2^[8] 若 $m \times n$ 阶矩阵 ΔA 满足 $|\Delta A| < A_1$, 则

$$\Omega(A_1) \geq \Delta A \Delta A^T, \Gamma(A_1) \geq \Delta A^T \Delta A,$$

式中

$$\Omega(A_1) = \begin{cases} \|A_1 A_1^T\| I_{n \times n}, & \|A_1 A_1^T\| I \leq n \cdot \text{diag}(A_1 A_1^T) \\ n \cdot \text{diag}(A_1 A_1^T), & \text{其它} \end{cases}$$

$$\Gamma(A_1) = \begin{cases} \|A_1^T A_1\| I_{m \times m}, & \|A_1^T A_1\| I \leq m \cdot \text{diag}(A_1^T A_1) \\ m \cdot \text{diag}(A_1^T A_1), & \text{其它} \end{cases}$$

其中 $\text{diag}(R) = \text{diag}(r_{11}, r_{22}, \dots, r_{nn})$, $R = (r_{ij})$ 为 n 阶对称阵。

引理 3^[6] (Schur 补引理) 对给定的对称矩阵 $S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix}$, 其中 $S_{11} \in \mathbb{R}^{r \times r}$, $S_{22} \in \mathbb{R}^{l \times l}$, $S_{12} = S_{21}^T$, 则

下面三个不等式相互等价:

- (1) $S < 0$;
- (2) $S_{11} < 0, S_{22} - S_{12}^T S_{11}^{-1} S_{12} < 0$;
- (3) $S_{22} < 0, S_{11} - S_{12} S_{22}^{-1} S_{12}^T < 0$ 。

4 非脆弱反馈控制器设计

针对系统(1), 对给定的常数 $\gamma > 0$, 设计一个非脆弱反馈控制策略

$$u(t) = (K + \Delta K)x(t) \quad (2)$$

使得如下闭环系统是内部渐进稳定的

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = (A + \Delta A + BK + B\Delta K + \Delta BK + \Delta B\Delta K)x(t) + Cx(t - \tau) + D\omega(t) \\ z(t) = Fx(t) \\ x(t) = \varphi(t), t \in [-\tau, 0] \end{cases} \quad (3)$$

且满足 H_∞ 性能指标 γ , 即 $\|z(t)\|_2 < \gamma \|\omega(t)\|_2$ 。其中 ΔK 为控制器的增益摄动, 表示实际系统的不确定项, 也可以看成一种随机扰动。假设

$$|\Delta K| < K_1 \quad (4)$$

其中 K_1 为与 ΔK 具有相同维数的正实数矩阵。

接下来给出闭环系统渐进稳定且具有 H_∞ 性能 γ 的非脆弱 H_∞ 控制器存在的充分条件。

定理 1 若存在矩阵 Y , 正定矩阵 X, V 及标量 $\gamma > 0$ 和 $\varepsilon_i > 0 (i=1, 2, 3, 4)$, 使得下列线性矩阵不等式成立:

$$\begin{bmatrix} \theta_0 & CV & D & XF^T & X(\Gamma(A_1))^{\frac{1}{2}} & Y(\Gamma(B_1))^{\frac{1}{2}} & X(\Gamma(K_1))^{\frac{1}{2}} & X \\ VC^T & -V & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ D^T & 0 & -\gamma^2 I & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ FX & 0 & 0 & -I & 0 & 0 & 0 & 0 \\ (\Gamma(A_1)^{\frac{1}{2}})X & 0 & 0 & 0 & -\epsilon_1 I & 0 & 0 & 0 \\ (\Gamma(B_1)^{\frac{1}{2}})Y & 0 & 0 & 0 & 0 & -\epsilon_2 I & 0 & 0 \\ (\Gamma(K_1)^{\frac{1}{2}})X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & (-\epsilon_3 - \epsilon_4)I & 0 \\ X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -V \end{bmatrix} \leq 0 \quad (5)$$

其中

$$\theta_0 = \text{Sym}(AX + BY)^T + (\epsilon_1 + \epsilon_2)I + \epsilon_3 BB^T + \epsilon_4 \Omega(B_1).$$

则控制器为(2)时系统(1)是内部渐进稳定的,且有 H_∞ 性能指标 γ , 此时 $K = YX^{-1}$ 。

证明: 首先讨论系统(1)的 H_∞ 性能。令 $\varphi(t) = 0$, 构造 Lyapunov 泛函如下:

$$V(x_t) = x^T(t)Px(t) + \int_{t-\tau}^t x^T(\theta)Sx(\theta)d\theta,$$

式中 P, S 均为正定系统。则沿着系统(1)的导数为

$$\begin{aligned} \dot{V}(x_t) &= x^T(t)P\dot{x}(t) + \dot{x}^T(t)Px(t) + x^T(t)Sx(t) - x^T(t-\tau)Sx(t-\tau) \\ &= x^T(t)P(A + \Delta A + BK + B\Delta K + \Delta BK + \Delta B\Delta K)x(t) + x^T(t) \\ &\quad (A + \Delta A + BK + B\Delta K + \Delta BK + \Delta B\Delta K)^T Px(t) + x^T(t)PC \\ &\quad x(t-\tau) + x^T(t-\tau)C^T Px(t) + x^T(t)PD\omega(t) + \omega^T(t)D^T Px(t) \\ &\quad - x^T(t-\tau)Sx(t-\tau) + x^T(t)Sx(t) \end{aligned} \quad (6)$$

由引理 1, 引理 2 和 Schur 补定理可知

$$P\Delta A + \Delta A^T P \leq \epsilon_1 PP + \epsilon_1^{-1} \Delta A^T \Delta A \leq \epsilon_1 PP + \epsilon_1^{-1} \Gamma(A_1) \quad (7)$$

$$P\Delta BK + K^T \Delta B^T P \leq \epsilon_2 PP + \epsilon_2^{-1} K^T \Delta B^T \Delta BK \leq \epsilon_2 PP + \epsilon_2^{-1} K^T \Gamma(B_1)K \quad (8)$$

$$PB\Delta K + \Delta K^T B^T P \leq \epsilon_3 PBB^T P + \epsilon_3^{-1} \Delta K^T \Delta K \leq \epsilon_3 PBB^T P + \epsilon_3^{-1} \Gamma(K_1) \quad (9)$$

$$P\Delta B\Delta K + \Delta K^T \Delta B^T P \leq \epsilon_4 P\Delta B\Delta B^T P + \epsilon_4^{-1} \Delta K^T \Delta K \leq \epsilon_4 P\Omega(B_1)P + \epsilon_4^{-1} \Gamma(K_1) \quad (10)$$

故

$$\dot{V}(x_t) \leq \Sigma^T \begin{bmatrix} \theta & PC & PD \\ C^T P & -S & 0 \\ D^T P & 0 & 0 \end{bmatrix} \Sigma \quad (11)$$

其中

$$\begin{aligned} \Sigma^T &= [\xi^T \quad \xi^T(t-\tau) \quad \omega^T(t)] \\ \theta &= \text{Sym}(P(A + BK)) + (\epsilon_1 + \epsilon_2)PP + \epsilon_3 PBB^T P + \epsilon_4 P\Omega(B_1)P \\ &\quad + \epsilon_1^{-1} \Gamma(A_1) + \epsilon_2^{-1} K^T \Gamma(B_1)K + (\epsilon_3^{-1} + \epsilon_4^{-1}) \Gamma(K_1) + S \end{aligned}$$

则任意 $\forall T > 0$, 鉴于(11), 有

$$\begin{aligned} J_T &= \int_0^T [z^T(t)z(t) - \gamma^2 \omega^T(t)\omega(t)] dt \\ &= \int_0^T \Pi dt - V(x_T) \\ &\leq \int_0^T \Pi dt \end{aligned} \quad (12)$$

其中

$$\Pi = z^T(t)z(t) - \gamma^2 \omega^T(t)\omega(t) + \dot{V}(x_t) \leq \Sigma^T \begin{bmatrix} \theta + F^T F & PC & PD \\ C^T P & -S & 0 \\ D^T P & 0 & -\gamma^2 I \end{bmatrix} \Sigma$$

结合上面两个式子可得

$$J_T \leq \int_0^T \Sigma \begin{bmatrix} \theta + F^T F & PC & PD \\ C^T P & -S & 0 \\ D^T P & 0 & -\gamma^2 I \end{bmatrix} \Sigma dt \quad (13)$$

要使 $J_T < 0$, 只要

$$\begin{bmatrix} \theta + F^T F & PC & PD \\ C^T P & -S & 0 \\ D^T P & 0 & -\gamma^2 I \end{bmatrix} < 0 \quad (14)$$

根据 Schur 补定理(14), 等价于

$$\begin{bmatrix} \theta_1 & PC & PD & F^T & (\Gamma(A_1))^{1/2} & K^T (\Gamma(B_1))^{1/2} & (\Gamma(K_1))^{1/2} \\ C^T P & -S & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ D^T P & 0 & -\gamma^2 I & 0 & 0 & 0 & 0 \\ F & 0 & 0 & -I & 0 & 0 & 0 \\ (\Gamma(A_1))^{1/2} & 0 & 0 & 0 & -\epsilon_1 I & 0 & 0 \\ (\Gamma(B_1))^{1/2} K & 0 & 0 & 0 & 0 & -\epsilon_2 I & 0 \\ (\Gamma(K_1))^{1/2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & (-\epsilon_3 - \epsilon_4) I \end{bmatrix} < 0 \quad (15)$$

其中 $\theta_1 = \text{Sym}(P(A+BK)) + (\epsilon_1 + \epsilon_2)PP + \epsilon_3 PBB^T P + \epsilon_4 P\Omega(B_1)P + S$ 。

以下步骤将非标准线性矩阵不等式(15)转化为标准线性矩阵不等式。将不等式(15)左右的两端同时乘以

$$\begin{bmatrix} X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & V & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & I & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & I \end{bmatrix}$$

可得

$$\begin{bmatrix} \theta_2 & CV & D & XF^T & X (\Gamma(A_1))^{1/2} & Y (\Gamma(B_1))^{1/2} & X (\Gamma(K_1))^{1/2} \\ VC^T & -V & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ D^T & 0 & -\gamma^2 I & 0 & 0 & 0 & 0 \\ FX & 0 & 0 & -I & 0 & 0 & 0 \\ (\Gamma(A_1))^{1/2} X & 0 & 0 & 0 & -\epsilon_1 I & 0 & 0 \\ (\Gamma(B_1))^{1/2} Y & 0 & 0 & 0 & 0 & -\epsilon_2 I & 0 \\ (\Gamma(K_1))^{1/2} X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & (-\epsilon_3 - \epsilon_4) I \end{bmatrix} < 0 \quad (16)$$

其中

$$\theta_2 = \text{Sym}(AX + BY) + (\epsilon_1 + \epsilon_2)I + \epsilon_3 BB^T + \epsilon_4 \Omega(B_1) + XV^{-1}X, \quad X = P^{-1}, \quad V = S^{-1}。$$

由引理 1 可知(16)与(15)两不等式等价。因而闭环系统(3)的 H_∞ 范数小于给定的界 γ 。

接下来研究系统(1)的内部渐进稳定性。令 $\omega(t) = 0$, 则 $V(x_t)$ 沿着系统(3)的导数为

$$\begin{aligned} \dot{V}(x_t) &= x^T(t) P \dot{x}(t) + \dot{x}^T(t) P x(t) + x^T(t) S x(t) - x^T(t-\tau) S x(t-\tau) \\ &< [x^T(t) \quad x^T(t-\tau)] \begin{bmatrix} \theta & PC \\ C^T P & -S \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-\tau) \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (17)$$

为使 $\dot{V}(x_t) < 0$, 只要

$$\begin{bmatrix} \theta_1 & PC & F^T & (\Gamma(A_1))^{1/2} & K^T (\Gamma(B_1))^{1/2} & (\Gamma(K_1))^{1/2} \\ C^T P & -S & 0 & 0 & 0 & 0 \\ F & 0 & -I & 0 & 0 & 0 \\ (\Gamma(A_1))^{1/2} & 0 & 0 & -\epsilon_1 I & 0 & 0 \\ (\Gamma(B_1))^{1/2} K & 0 & 0 & 0 & -\epsilon_2 I & 0 \\ (\Gamma(K_1))^{1/2} & 0 & 0 & 0 & 0 & (-\epsilon_3 - \epsilon_4) I \end{bmatrix} < 0 \quad (18)$$

即可。很显然,(18)是(15)的一个主子式。当线性矩阵不等式(15)成立时,由(5)和(15)等价可推出(18)成立。因此,系统(1)是内部渐进稳定的。当 $K_1 = 0$ 时,以下推论成立。

推论 1 若存在正定矩阵 Y, V 和标量 $\gamma > 0, \epsilon > 0 (i = 1, 2)$, 使得以下线性矩阵不等式成立:

$$\begin{bmatrix} \theta_3 & CV & D & XF^T & X (\Gamma(A_1))^{1/2} & Y (\Gamma(B_1))^{1/2} & X \\ VC^T & -V & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ D^T & 0 & -\gamma^2 I & 0 & 0 & 0 & 0 \\ FX & 0 & 0 & -I & 0 & 0 & 0 \\ (\Gamma(A_1))^{1/2} X & 0 & 0 & 0 & -\epsilon_1 I & 0 & 0 \\ (\Gamma(B_1))^{1/2} Y & 0 & 0 & 0 & 0 & -\epsilon_2 I & 0 \\ X & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -V \end{bmatrix} < 0 \quad (19)$$

其中

$$\theta_3 = \text{sym}(AX + BY) + (\epsilon_1 + \epsilon_3)I$$

则取无记忆状态反馈控制器

$$u(t) = Kx(t) \quad (20)$$

时整个闭环系统是内部渐进稳定的,且 H_∞ 范数小于给定的界 γ 。

5 仿真示例

本小节给出了一个例子来证明理论结果的有效性。不确定时滞系统的具体参数如下:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 5 \\ 3 & 2 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} 5 & 4 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}, D = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$F = \begin{bmatrix} 0.3 & 0 \\ 0 & 0.2 \end{bmatrix}, A_1 = \begin{bmatrix} 5 & 10 \\ 10 & 5 \end{bmatrix}, B_1 = \begin{bmatrix} 0.3 & 25 \\ 30 & 0.2 \end{bmatrix}, K_1 = \begin{bmatrix} 3 & 10 \\ 10 & 5 \end{bmatrix}.$$

选取 $\gamma = 0.1$, 借助 MATLAB 中 LMI 工具箱, 求解线性矩阵不等式(5), 可得

$$u = \begin{bmatrix} -43.7 & -22.6 \\ -19.4 & -83.6 \end{bmatrix} x(t)$$

图 1 和图 2 分别给出系统有无外界干扰两种情况下的状态轨迹。

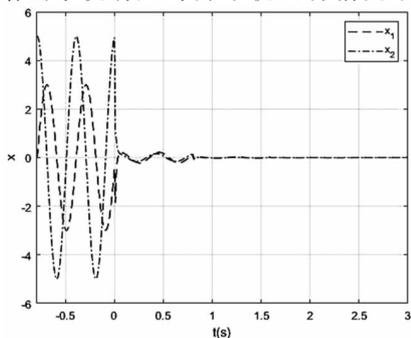


图 1 无外界干扰下系统的状态响应曲线

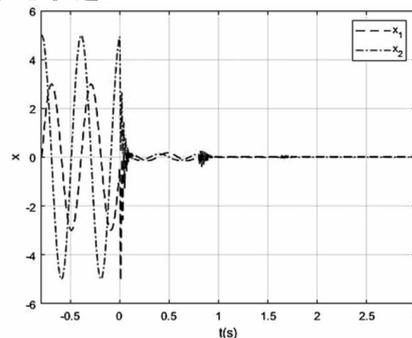


图 2 外界干扰下系统的状态响应曲线

6 结论

本文主要对一类不确定时滞系统的稳定性和控制问题展开讨论。时滞系统存在强结构不确定性,同时,控制器存在的加性摄动也满足强结构不确定性。首先,构造了适当的 Lyapunov 函数,使用凸组合方法,利用不等式放缩引理和 Schur 补引理,得到了系统内部渐进稳定的判断准则。其次,设计了非脆弱反馈控制器使得该系统内部渐进稳定。最后,通过数值例子,借助有无外界扰动状态响应图验证了所做研究的有效性。

参考文献:

- [1] Keel L H, Bhattacharyya S P. Robust, fragile, or optimal? [J]. Automatic control IEEE transactions on, 1997, 42(8): 1098-1105.
- [2] Du H, Lam J, Sze K Y. Non-fragile H_∞ vibration control for uncertain structural systems[J]. Journal of sound and vibration, 2004, 273(4):1031-1045.
- [3] Lin C, Wang Q G, Tong H L. A less conservative robust stability test for linear uncertain time-delay systems[J]. IEEE transactions on automatic control, 2006, 51(1): 87-91.
- [4] Wei Q, Shen C, Sun Y, et al. Novel robust stability criteria for uncertain systems with time-varying delay[J]. Applied mathematics & computation, 2015, 13(6): 1043-1050.
- [5] Bourahala F, Rouamel M, Guelton K. Improved robust H_∞ stability analysis and stabilization of uncertain systems with stochastic input time-varying delays[J]. Optimal control applications and methods, 2021, 42.
- [6] Gao M Z, Chen X Y, Han R, et al. A finite-time H -infinite adaptive fault-tolerant controller considering time delay for flutter suppression of airfoil flutter[J]. Proceedings of the Institution of mechanical engineers, 2020, 234(2): 293-307.
- [7] 张滢心, 张秀华. 不确定时滞时变奇异摄动 Lurie 双线性系统的鲁棒 H_∞ 控制[J]. 科学技术创新, 2022(23):79-82.
- [8] Dong Y, Sun J. Robust stochastic stability and H_∞ performance for a class of uncertain impulsive stochastic systems[J]. Chaos solitons & fractals, 2005, 26(5): 1491-1498.
- [9] Gao W H, Deng F Q. Parameter-dependent state feedback control for stochastic delay-varying systems with polytopic-type uncertainties[J]. Control theory & applications, 2011, 28(2): 235-241.
- [10] Li B. Memory non-fragile robust stabilization of uncertain stochastic systems with nonlinearity[C]// 2019 Chinese control conference (CCC), 2019,1142-1147.
- [11] 付兴建, 郭宏梅. 小脑神经网络用于不确定时滞系统的鲁棒非脆弱控制[J]. 西安科技大学学报, 2020, 40(3):477-483.

Nonfragile H_∞ Control for a Class of Uncertain Time-delay Systems

LIU Jie^a, ZHANG Xiao-xue^a, XU Li-xiao^b

(Dezhou University a. School of Mathematics and Big Data;
b. Office of Academic Affairs, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: For a class of time-delay systems with strong structural uncertainty, an appropriate Lyapunov function is constructed and a criterion for the internal asymptotic stability of the system is obtained. At the same time, a non-fragile feedback controller is designed by means of the feasible solution of LMI. Finally, a numerical example is given to verify the validity of the theoretical results.

Key words: uncertain time-delay system; H_∞ control; non-fragile state feedback; linear matrix inequality

疫情防控常态化背景下 大学生心理健康状况调查及影响因素分析

——以德州学院为例

孙晨晨^a, 朱超^a, 李艳龙^a, 李士纪^b

(德州学院 a. 医药与护理学院; b. 经济管理学院 山东 德州 253023)

摘要: 本研究采取整体抽样法, 选取德州学院 3489 名学生, 通过网络问卷进行抑郁-焦虑-压力自评量表简版的调查, 旨在调查疫情防控常态化背景下大学生心理健康状况, 为高校有效开展心理健康教育、引导大学生积极应对突发公共卫生事件提供科学参考。结果显示, 压力负性情绪和抑郁症状以轻度为主, 焦虑症状以轻度和中度为主。男生、文史类专业、父母之间关系差、与父母的关系差、过去一年成绩不理想、对专业满意度低、参加户外运动频率低的大学生更容易出现压力负性情绪、焦虑症状和抑郁症状, 大二年级学生焦虑症状高于其他年级学生, 独生子女的压力负性情绪和抑郁症状均高于非独生子女等。因此, 疫情防控常态化期间, 大学生存在一定的心理健康问题。高校应根据不同学生特点及心理健康影响因素, 有针对性地对大学生心理健康高危人群给予重点关注和有效干预。

关键词: 心理健康; 大学生; 疫情防控常态化; 封闭式管理; 影响因素

中图分类号: R395.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0018-08

新型冠状病毒肺炎(Coronavirus disease 2019, COVID-19)疫情是世界范围内一次重大突发公共卫生事件, 目前, COVID-19 疫情的防控工作已由应急状态转为常态化^[1-4]。但大学生在面对疫情时, 由于正处于人格发展、价值观形成、行为习惯养成的关键时期, 他们在承担繁重学习任务的同时, 还面临着人际关系、社会责任等压力, 由于大学生生活阅历较少、情绪易波动、心理不稳定等因素, 更易产生强烈的应激反应^[5-7], 需要给予更多的关注和引导。因此, 在疫情防控常态化背景下, 及时关注学生的心理健康状况, 做好心理预防和疏导工作, 使学生保持理性平和、健康向上的身心状态对抗击和防控疫情具有十分重要的意义。

本研究通过问卷形式, 对德州学院大学生在疫情防控常态化背景下的心理健康状况进行调查, 研究不同特征(性别、专业、年级、生源地、亲子关系、学习成绩等)大学生的心理健康状况, 探究影响因素, 有针对性地开展大学生心理健康教育工作, 为提高

大学生心理健康水平, 增强大学生心理防护能力和抗压能力, 正确应对突发公共卫生事件提供科学参考和依据。

1 研究对象和方法

1.1 对象

采取整体抽样的方法, 于 2021 年 12 月, 选取德州学院理工类、文史类、艺术类, 共三类专业 3489 名学生为研究对象。线上问卷共收回 3489 份, 均为有效问卷。被测试大学生年龄为 18-24 岁, 其中男生 1512 名, 女生 1977 名; 大一学生 1203 名, 大二 1088 名, 大三 1198 名; 独生子女 1046 名, 非独生子女 2443 名; 理工类 1148 名, 文史类 1191 名, 艺术类 1150 名; 城市学生 750 名, 县城 623 名, 农村 2116 名。调查前已告知被测试对象, 并征得同意。

1.2 方法

通过问卷星网络平台, 根据本研究调查目的选

收稿日期: 2022-07-06

基金项目: 德州学院教学改革重点项目(dzuzd 21-03), 课程思政融入第二课堂的创新模式研究。

作者简介: 孙晨晨(1988-), 女, 汉族, 山东济南人, 讲师, 硕士, 主要研究方向: 大学生心理健康。

取并设计调查问卷,委托辅导员、班主任将问卷链接通过微信、QQ 等媒介转发给学生,让学生在在规定时间内自愿完成问卷。

调查问卷主要包括以下几方面内容:(1)大学生的基本信息。包括性别、年级、专业、生源地、亲子关系、过去一年的成绩等。(2)可能会对大学生心理健康状况产生影响的其他方面相关信息。包括专业满意度、职业规划、户外运动情况、对心理健康知识了解程度等。(3)抑郁—焦虑—压力自评量表简版(Depression Anxiety and Stress Scale-21, DASS-21)。采用龚栩等^[8-9]修订的 DASS-21 量表,该量表包含 3 个维度,分别是抑郁症状、焦虑症状和压力负性情绪,每个维度对应 7 个题项,总共 21 个题项。题项没有对错之分,主要是对照各题项的描述与自身近一周是否存在情绪或心理不适症状的符合程度做出判断,如“我感到呼吸困难”“我感到很难放松自己”等。每个测试题项采用 0~3(0 代表“不符合”,3 代表“总是符合”)的 4 级计分法,三个症状分别计分,每个症状最终得分为对应量表得分总和 $\times 2$ 。不同分值对应不同症状等级,得分越高,表明症状越严重。该量表具有较好的信度和效度,且具有稳定的心理测量学特性,能较好地反映国内大学生群体的抑郁、焦虑和压力情况。该量表测量评价标准见表 1。

表 1 抑郁—焦虑—压力自评量表测量评价标准

等级	抑郁症状	焦虑症状	压力负性情绪
正常	≤ 9	≤ 7	≤ 14
轻度	10-13	8-9	15-18
中度	14-20	10-14	19-25
重度	21-27	15-19	26-33
极度	≥ 28	≥ 20	≥ 34

1.3 数据统计分析工具

首先使用 Excel2007 对数据进行录入和初步处理,再运用 SPSS 24.0 软件进行数据分析。采用构成比和百分率进行一般描述性分析,采用 Kruskal—wallis 检验对理工类、文史类、艺术类大学生负性情绪进行分级比较,运用 χ^2 检验对不同组别之间的压力负性情绪、焦虑症状、抑郁症状检出率进行比较。采用非条件 Logistic 回归分析对压力负性情绪、焦虑症状、抑郁症状的多因素进行分析,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 理工类、文史类、艺术类专业大学生压力-焦虑-抑郁分级分布

3489 名大学生共检出有压力负性情绪者 157 名(4.50%)、焦虑症状 199 名(5.70%)、抑郁症状 109 名(3.12%)。其中压力负性情绪和抑郁症状以轻度为主,分别为 114 名(3.27%)和 85 名(2.44%),焦虑症状以轻度 108 名(3.18%)和中度 76 名(2.18%)为主。

文史类专业大学生压力负性情绪、焦虑症状、抑郁症状检出率(7.30%,9.40%,5.04%)均高于理工类大学生(3.31%,3.57%,2.00%)和艺术类大学生(2.78%,4.00%,2.26%)(卡方值分别为 33.47,46.22,22.00,P 值均 <0.01),理工类和艺术类大学生差异不明显。压力负性情绪、焦虑症状、抑郁症状不同程度的检出率中,文史类专业大学生的轻度症状(5.79%,6.80%,4.53%)均高于理工类大学生(2.35%,1.13%,1.39%)和艺术类大学生(1.57%,1.22%,1.30%),差异具有统计学意义($P<0.01$),其他程度症状检出率无明显差异。见表 2。

2.2 大学生压力负性情绪、焦虑症状、抑郁症状因素分析

文史类专业大学生压力负性情绪、焦虑症状、抑郁症状检出率均高于理工类和艺术类专业大学生,男生的压力负性情绪、焦虑症状、抑郁症状检出率均高于女生,大二年级学生焦虑症状检出率高于大一、大三年级学生,独生子女压力负性情绪、抑郁症状检出率高于非独生子女,这些差异均有统计学意义($P<0.05$)。父母之间关系越差、学生与父母的关系越差、过去一年的成绩越差,大学生的压力负性情绪、焦虑症状、抑郁症状检出率越高(压力负性情绪: $\chi^2_{趋势}$ 值分别为 320.31,462.97,25.07;焦虑症状: $\chi^2_{趋势}$ 值分别为 409.52,595.88,39.20;抑郁症状: $\chi^2_{趋势}$ 值分别为 351.52,532.71,43.64,P 值均 <0.01)。见表 3。

大学生对自己专业的满意度越低、对理想职业生涯规划概念越模糊、对心理健康知识了解程度越低、参加户外运动频率越低,大学生的压力负性情绪、焦虑症状、抑郁症状检出率均越高(压力负性情绪: $\chi^2_{趋势}$ 值分别为 132.27,19.53,58.93,102.32;焦虑症状: $\chi^2_{趋势}$ 值分别为 118.75,28.98,66.82,109.88;抑郁症状: $\chi^2_{趋势}$ 值分别为 145.19,17.70,55.02,98.08,P 值均 <0.01)。见表 4。

表 2 理工类、文史类、艺术类大学生压力、焦虑和抑郁等级分布比较

变量	专业	人数	正常	轻度	中度	重度	极度	χ^2 值	P 值
压力 症状	理工类	1148	1110(96.69%)	27(2.35%)	8(0.70%)	3(0.26%)	0(0.00%)	33.47	<0.01
	文史类	1191	1104(92.70%)	69(5.79%)	18(1.51%)	0(0.00%)	0(0.00%)		
	艺术类	1150	1118(97.22%)	18(1.57%)	11(0.96%)	3(0.26%)	0(0.00%)		
焦虑 症状	理工类	1148	1107(96.43%)	13(1.13%)	24(2.09%)	1(0.09%)	3(0.26%)	46.22	<0.01
	文史类	1191	1079(90.60%)	81(6.80%)	26(2.18%)	5(0.42%)	0(0.00%)		
	艺术类	1150	1104(96.00%)	14(1.22%)	26(2.26%)	4(0.35%)	2(0.17%)		
抑郁 症状	理工类	1148	1125(98.00%)	16(1.39%)	4(0.35%)	3(0.26%)	0(0.00%)	22.00	<0.01
	文史类	1191	1131(94.96%)	54(4.53%)	6(0.50%)	0(0.00%)	0(0.00%)		
	艺术类	1150	1124(97.74%)	15(1.30%)	8(0.70%)	3(0.26%)	0(0.00%)		

注：1. ()内数字为检出率/%

2. χ^2 值即卡方值,是非参数检验中的一个统计量,是卡方检验中的一个主要测试指标。卡方检验是一种用途很广的计数资料的假设检验方法,主要是比较两个及两个以上样本率(构成比)以及两个分类变量的关联性分析,是统计样本的实际观测值与理论推断值之间的偏离程度,实际观测值与理论推断值之间的偏离程度就决定卡方值的大小。如果卡方值越大,偏差程度越大;反之,偏差越小。若两个值完全相等时,卡方值就为 0,表明理论值完全符合。

表 3 不同特征大学生抑郁、焦虑和压力负性情绪检出率比较

组别	选项	人数	统计值	压力症状	焦虑症状	抑郁症状
性别	男	1512		105(6.94%)	106(7.01%)	65(4.30%)
	女	1977		52(2.63%)	93(4.70%)	44(2.23%)
			χ^2 值	37.11	8.47	12.17
			P 值	<0.01	<0.01	<0.01
年级	大一	1203		48(3.99%)	53(4.41%)	37(3.08%)
	大二	1088		56(5.15%)	74(6.80%)	39(3.58%)
	大三	1198		53(4.42%)	72(6.01%)	33(2.75%)
			χ^2 值	1.80	6.42	1.31
			P 值	0.41	0.04	0.52
是否独生子女	是	1046		60(5.74%)	71(6.79%)	42(4.02%)
	否	02443		97(3.97%)	128(5.24%)	67(2.74%)
			χ^2 值	5.31	3.27	3.92
			P 值	0.02	0.07	0.04
生源地	城市	750		34(4.53%)	43(5.73%)	22(2.93%)
	县镇	623		30(4.82%)	41(6.58%)	25(4.01%)
	农村	2116		93(4.40%)	115(5.43%)	62(2.93%)
			χ^2 值	0.20	1.18	1.98
			P 值	0.91	0.56	0.37
父母的关系	融洽	3036		81(2.67%)	96(3.16%)	45(1.48%)
	一般	384		39(10.16%)	63(16.41%)	33(8.59%)
	不好	69		37(53.62%)	40(57.97%)	31(44.93%)
			χ^2 值	439.75	468.73	463.41
			P 值	<0.01	<0.01	<0.01
与父母的关系	融洽	3096		78(2.52%)	93(3.00%)	43(1.39%)
	一般	341		39(11.44%)	61(17.89%)	029(8.50%)
	不好	52		40(76.92%)	45(86.54%)	37(71.15%)
			χ^2 值	701.13	767.85	858.59
			P 值	<0.01	<0.01	<0.01
过去一年的成绩	中上等	1450		51(3.52%)	55(3.79%)	24(1.66%)
	中等	1569		57(3.63%)	86(5.48%)	45(2.87%)
	中下等	470		49(10.43%)	58(12.34%)	40(8.51%)
			χ^2 值	44.41	48.48	55.74
			P 值	<0.01	<0.01	<0.01

注:()内数字为检出率/%

表4 相关变量对大学生抑郁、焦虑和压力负性情绪检出率比较

组别	选项	人数	统计值	压力症状	焦虑症状	抑郁症状
对自己专业的满意度	十分满意	967		16(1.65%)	27(2.79%)	11(1.14%)
	满意	1213		32(2.64%)	45(3.71%)	15(1.24%)
	基本满意	1117		63(5.64%)	77(6.89%)	41(3.67%)
	基本不满意	135		27(20.00%)	27(20.00%)	22(16.30%)
	十分不满意	57		19(33.33%)	23(40.35%)	20(35.09%)
			χ^2 值	217.13	205.67	297.80
			P值	<0.01	<0.01	<0.01
是否做过理想职业规划	做过长期规划	1279		25(1.95%)	33(2.58%)	16(1.25%)
	做过,但总不能实施	1322		66(4.99%)	80(6.05%)	41(3.10%)
	没有这个概念	258		38(14.73%)	46(17.83%)	34(13.18%)
	想过,但没做过	630		28(4.44%)	40(6.35%)	18(2.86%)
			χ^2 值	82.85	94.52	101.15
			P值	<0.01	<0.01	<0.01
心理健康知识了解程度	非常了解	1283		36(2.81%)	43(3.35%)	25(1.95%)
	比较了解	2020		81(4.01%)	112(5.54%)	50(2.48%)
	基本不了解	186		40(21.51%)	44(23.66%)	34(18.28%)
			χ^2 值	134.86	124.75	149.83
			P值	<0.01	<0.01	<0.01
参加户外运动频率	经常	1230		23(1.87%)	31(2.52%)	18(1.46%)
	有时	1894		72(3.80%)	96(5.07%)	36(1.90%)
	没有或很少	365		62(16.99%)	72(19.73%)	55(15.07%)
			χ^2 值	154.37	158.04	192.63
			P值	<0.01	<0.01	<0.01

注:()内数字为检出率/%

2.3 大学生压力负性情绪、焦虑症状、抑郁症状多因素 Logistic 回归分析

将大学生压力、焦虑、抑郁症状的发生情况设为因变量(是=1,否=0),将性别(男=1,女=2)、年级(大一=1,大二=2,大三=3)、是否独生子女(是=1,否=2)、专业(理工类=1,文史类=2,艺术类=3)、父母之间的关系(融洽=1,一般=2,不好=3)、与父母的关系(融洽=1,一般=2,不好=3)、过去一年的成绩(中上等=1,中等=2,中下等=3)、专业满意度(十分满意=1,满意=2,基本满意=3,基本不满意=4,十分不满意=5)、理想职业规划(做过长期规划=1,做过但总不能实施=2,没有这个概念=3,想过但没做过=4)、心理健康知识了解程度(非常了解=1,比较了解=2,不了解=3)、户外运动频率(经

常=1,有时=2,没有或很少=3)设为自变量,进行 Logistic 回归分析。将 0.05 定为进入和排除的标准。

男生、文史类专业、父母之间关系差、与父母的关系差、过去一年成绩差、对专业满意度低、对心理健康知识了解程度低、参加户外运动频率低的大学生更容易出现压力负性情绪;男生、大二年级、文史类专业、父母之间关系差、与父母的关系差、对专业满意度低、参加户外运动频率低的大学生焦虑症状的产生机率更高;男生、文史类专业、父母之间关系不好、与父母的关系不好、对专业满意度低、对理想职业生涯规划概念模糊、对心理健康知识了解程度低、参加户外运动频率低的大学生更容易出现抑郁症状。见表 5。

表 5 大学生抑郁、焦虑和压力影响因素的 Logistic 回归分析 (n=1343)

因变量	自变量	β 值	标准误差	Wald χ^2 值	P 值	OR 值(OR 值 95%CI)
压力	性别	1.69	0.24	50.95	<0.01	5.41(3.40~8.59)
	专业			45.63	<0.01	
	文史类	1.36	0.26	26.50	<0.01	3.90(2.32~6.55)
	父母关系			18.89	<0.01	
	融洽	-1.79	0.41	18.85	<0.01	0.17(0.08~0.38)
	一般	-1.28	0.41	9.56	<0.01	0.28(0.12~0.63)
	与父母关系			58.45	<0.01	
	融洽	-3.45	0.45	58.43	<0.01	0.03(0.01~0.08)
	一般	-2.71	0.48	31.81	<0.01	0.07(0.03~0.17)
	过去一年的成绩			6.05	0.05	
	中等	-0.56	0.26	4.57	0.03	0.57(0.34~0.95)
	专业满意程度			19.66	<0.01	
	十分满意	-1.61	0.54	8.89	<0.01	0.20(0.07~0.58)
	满意	-0.99	0.50	3.96	0.05	0.37(0.14~0.99)
焦虑	心理健康知识了解程度			6.87	0.03	
	比较了解	-0.75	0.29	6.61	0.01	0.47(0.27~0.84)
	是否经常参加户外运动			22.84	<0.01	
	经常	-1.61	0.35	21.17	<0.01	0.20(0.10~0.40)
	有时	-0.93	0.25	13.50	<0.01	0.40(0.24~0.65)
	性别	0.66	0.21	9.94	<0.01	1.93(1.28~2.90)
	年级			8.53	0.01	
	大二	0.75	0.26	8.39	<0.01	2.13(1.28~3.54)
	专业			51.61	<0.01	
	文史类	1.57	0.27	34.37	<0.01	4.80(2.84~8.11)
	父母关系			22.70	<0.01	
	融洽	-1.86	0.41	21.06	<0.01	0.16(0.07~0.34)
	一般	-1.00	0.39	6.47	0.01	0.37(0.17~0.80)
	抑郁	与父母关系			67.43	<0.01
融洽		-3.92	0.49	64.96	<0.01	0.02(0.01~0.05)
一般		-2.97	0.51	34.16	<0.01	0.05(0.02~0.14)
专业满意程度				18.62	<0.01	
十分满意		-1.60	0.47	11.46	<0.01	0.20(0.08~0.51)
满意		-1.74	0.44	15.38	<0.01	0.18(0.07~0.42)
基本满意		-1.55	0.43	13.26	<0.01	0.21(0.09~0.49)
是否经常参加户外运动				18.41	<0.01	
经常		-1.16	0.30	14.92	<0.01	0.31(0.17~0.56)
有时		-0.82	0.22	13.68	<0.01	0.44(0.29~0.68)
性别		0.62	0.29	4.60	0.03	1.87(1.06~3.30)
专业				27.51	<0.01	
文史类		1.47	0.36	16.80	<0.01	4.34(2.15~8.76)
父母关系				14.61	<0.01	
融洽	-1.73	0.47	13.69	<0.01	0.18(0.07~0.44)	
与父母关系			54.91	<0.01		
融洽	-3.31	0.45	54.29	<0.01	0.04(0.02~0.09)	
一般	-2.64	0.49	29.28	<0.01	0.07(0.03~0.19)	
专业满意程度			27.78	<0.01		
十分满意	-2.33	0.59	15.62	<0.01	0.10(0.03~0.31)	
满意	-2.33	0.55	17.96	<0.01	0.10(0.03~0.29)	
基本满意	-1.72	0.49	12.26	<0.01	0.18(0.07~0.47)	
是否做过职业生涯规划			8.48	0.04		
没有这个概念	0.96	0.41	5.58	0.02	2.61(1.18~5.78)	
心理健康知识了解程度			6.50	0.04		
比较了解	-0.77	0.35	4.75	0.03	0.46(0.23~0.93)	
是否经常参加户外运动			20.57	<0.01		
经常	-1.14	0.40	8.18	<0.01	0.32(0.15~0.70)	
有时	-1.34	0.30	19.95	<0.01	0.26(0.15~0.47)	

3 讨论

新型冠状病毒肺炎疫情深刻影响着人们的身心健康和生活方式。大学生群体面对此次重大突发公共卫生事件的情绪表现更为明显,更易产生焦虑、紧张等负性心理情绪问题^[10-12]。

本研究调查发现,大学生压力负性情绪发生率为4.50%,焦虑症状发生率为5.70%,抑郁症状出现率为3.12%,均低于疫情爆发期^[10-11],表明大部分大学生已经进入疫情防控压力应对的适应期,具备较好的心理应对和情绪调节能力,能积极响应国家、政府的号召,配合学校的工作,优化个人情绪,保持健康向上的身心状态,对党和国家能够合理应对疫情、坚决打赢疫情防控阻击战充满信心。但是我们依然不能忽略疫情防控常态化期间的心理健康教育。吴楠、王继霞等研究学者发现,大学生心理异常问题会受到性别、专业、亲子关系等多种因素的影响^[13-17]。因此,调查疫情防控常态化阶段大学生心理健康状况及影响因素分析,具有十分重要意义。

本研究结果显示,男生、文史类专业、父母之间关系差、与父母的关系差、过去一年成绩不理想的大学生更容易出现压力负性情绪、焦虑症状和抑郁症状;大二年级学生焦虑症状高于其他年级学生;独生子女的压力负性情绪和抑郁症状均高于非独生子女,差异均具有统计学意义($P < 0.05$)。

大学生心理健康存在明显的性别差异,虽然有研究表明女性抑郁的检出率高于男生^[13],但多数研究证实女生的心理适应性、心理健康水平明显高于男生,且抑郁性状比男生轻^[10, 12, 18-19]。本研究结果显示,男生的压力负性情绪、焦虑症状和抑郁症状检出率均高于女生,表明在面对疫情等特殊情况时,男生的心理反应较女生更明显,男生更缺乏特殊时期的安全感。这可能是因为男生相对于女生,在遇到问题时,向父母、朋友倾诉较少,寻求心理援助较少,更倾向于自我调节^[20]。女生受到父母朋友更多的照顾和保护,具有较高的安全感,更善于主动向身边的人倾诉并获得支持。本次调查时间处于校园封闭管理状态,且临近期末考试,男生相对女生来说不太适应封闭管理环境、学习能力不足,这对此次调查结果可能也产生了一定的影响。

文史类专业学生的压力负性情绪、焦虑症状和抑郁症状检出率均高于理工类和艺术类专业学生。这与国内大部分研究结果一致^[21-25]。不同专业的学生因为所学专业的社会影响力、就业前景和在学校

受重视的程度等多种因素的影响,学习积极性受挫,自我效能感降低,由此带来的心理压力,导致了他们不同程度的抑郁和焦虑^[26]。专业不同,大学生心理问题的产生情况不同,这与不同专业大学生的思维方式、学习习惯、生活观念、相关知识储备等诸多影响因素有关。比如,理工科课程普遍存在逻辑性、层次性、技术性等特点,专业内含的严肃性内化着大学生自制、忍耐等性格特点。艺术类大学生的情绪疏解途径较多,可通过表演、舞蹈、唱歌等方式转移负性情绪,而文史类大学生的情感更为丰富、细腻,关注问题更加细致。

家庭是影响一个人心理健康的重要因素之一。亲子关系在个人心理健康和良好人格培养中起着相对重要的作用^[27],良好的家庭氛围与和谐的亲子关系更有助于孩子身心健康发展。本研究发现,父母之间关系越差、与父母关系越差的大学生更容易出现压力负性情绪、焦虑症状和抑郁症状。这与国内大部分研究结果一致^[16, 28-31]。在良好的家庭氛围和亲密的亲子关系中,孩子能更好的感受到来自父母的关心和关爱,会具有更强的安全感和面对困难的勇气和力量。而家庭氛围不和谐环境下的孩子,获得父母的关爱和支持较少,非常缺乏安全感,且心思更加细腻敏感,加之处于新冠肺炎疫情防控的特殊时期,原有的心理问题可能会随之放大,因此需要重点关注。学校应给予此类学生更多的关心和关爱,并打通学生心理倾诉、咨询等渠道。同时,父母应多与孩子沟通交流,及时关注学生在校的发展和成长以及孩子的心理需求和情感依赖,尽力减少特殊时期学生心理健康问题产生的机率。

不同年级的学生表现出不同程度的焦虑症状,其中大二年级学生高于其他年级。这可能是疫情严重时期正是大二学生备战高考复习阶段,面对升学的压力和突发事件的冲击,使他们对未来更加迷茫和无措。进入疫情常态化后,面临着适应大学新环境以及对未来的担忧,可能致使大二年级学生的心理健康状况呈现出更多的问题。而大一新生在高中阶段已经适应疫情常态化环境,进入大学面对新环境,激动、兴奋等积极情绪要高于焦虑、抑郁等负性情绪。

本研究结果显示,对专业满意度低、参加户外运动频率低的大学生更容易出现压力负性情绪、焦虑症状和抑郁症状,对心理健康知识了解程度低的大学生更易出现压力负性情绪和抑郁症状,对理想职业生涯规划概念越模糊越易出现抑郁症状。差异均具有统计学意义($P < 0.01$)。

专业满意度是影响大学生心理健康的一个重要因素。研究表明,对专业满意度越低,压力负性情绪、焦虑症状和抑郁症状检出率均越高。王蜜源等得到了类似的研究结果^[32]。大学生专业满意度是指学生对专业学习的感受或态度,这种感觉或态度表示学习者对学习的喜欢程度或愿望、需求的满足程度。它对学生学习行为和心理健康有着重要的影响^[33]。进入大学后,经过一段时间的学习和了解,当发现所学专业与自己的期望不一致时,便会产生不满的情绪。专业满意度低的大学生,学习主动性和学习动力都较差,导致在日常学习中积极性不高甚至厌学,这会严重影响学习效果,进而产生学业困难、适应性差、心理障碍等一系列问题^[34],容易产生抑郁、焦虑等症状。当前很多高校为学生提供转专业机会,这对提高学生专业满意度、减少心理问题的发生具有积极的意义。同时,高校应注意在新生入学教育时,深入开展专业教育,引导学生对自己所学专业产生兴趣,增强学习动力,明确学习目标,塑造专业自信心,提升专业满意度。

锻炼身体被认为是促进心理健康的重要手段,锻炼身体能够有效降低焦虑水平、调节情绪、改善心境以及提高睡眠质量,从而增进心理健康^[36-37]。本研究发现,参加户外运动频率低的大学生更容易出现压力负性情绪、焦虑症状和抑郁症状。这与国内大部分研究结果一致^[33, 35, 38-42]。大学生适度参加体育锻炼,在促进身体健康的同时,可以提高心理韧性、减轻心理压力、消除不良情绪、改善心理健康水平。学校应多关注参加体育锻炼不积极、锻炼时间少的学生,引导学生树立正确的健身观念,养成良好的锻炼习惯,特别是在疫情防控特殊时期,通过体育锻炼来提升身体素质,不断增强自身抵抗力和免疫力,以更好的身心状态应对疫情。

综上所述,在疫情防控常态化期间,大学生的心理健康状况整体良好,但依然存在一定的心理问题。高校应给予文史类专业、男生、独生子女、亲子关系差、成绩中下游的大学生更多的关注。高校应扎实推进“三全育人”工作,提高思政教育质量,在对学生的日常教育管理工作中,通过开展特色品牌活动、家访、主题班会、谈心谈话等,根据不同群体特点,制定有针对性的心理健康教育方案,做到高危人群的筛查和精准干预。充分发挥第二课堂的立德树人作用,将课程思政全面融入第二课堂,有利于大学生心理健康教育的实施。同时,高校应引导大学生合理规划大学生活,养成良好的作息习惯,增强户外运动频率,保持健康体魄。明确职业生涯规划方向,通过

不同渠道和方式,不断提升学生的专业满意度。在引导大学生客观认识疫情防控形势的基础上,及时传授心理健康相关知识,让大学生正确认识自己的心理健康状况,出现问题及时调整、疏解压力,不断增强疫情防控常态化时期的安全感、责任感、理智性、有序性,始终保持良好的心理健康状态。

参考文献:

- [1] 中国国务院新闻办公室. 抗击新冠肺炎疫情的中国行动[Z]. 2020-06-07.
- [2] 国务院联防联控机制. 关于做好新冠肺炎疫情常态化防控工作的指导意见[Z]. 2020-05-07.
- [3] 武汉大学公共卫生治理研究课题组. 防疫常态化下公共卫生治理的思考与建议[J]. 学习与探索, 2020(6): 1-7.
- [4] 曾建勋. 防疫常态化需要建立学术交流新秩序[J]. 数字图书馆论坛, 2020(4): 1.
- [5] 姚秋艳. 新时期大学生心理健康教育服务体系的构建与实际应用[J]. 中国健康教育, 2019, 35(7): 669-671.
- [6] 匡征凌, 郭凯文, 刘蔚珂, 等. 武汉某高校大学生对新型冠状病毒肺炎防疫知识认知及心理状态的调查[J]. 热带医学杂志, 2020, 20(3): 283-285.
- [7] 朱小林, 刘丹, 闫芳, 等. 新冠肺炎流行期间学生与员工的心理健康状态[J]. 中国心理卫生杂志, 2020, 34(6): 549-554.
- [8] 龚翔, 谢熹瑶, 徐蕊, 等. 抑郁-焦虑-压力量表简体中文版(DASS-21)在中国大学生中的测试报告[J]. 中国临床心理学杂志, 2010, 18(4): 443-446.
- [9] Lee E H, Moon S H, Cho M S, et al. The 21-Item and 12-Item new versions of the depression anxiety stress scales: psychometric evaluation in a Korean population[J]. Asian nursing research, 2019, 13(1): 30-37.
- [10] 金岳龙, 常微微, 常鑫, 等. 大学生新冠肺炎疫情在线学习期间心理健康及影响因素分析[J]. 中国学校卫生, 2021, 42(4): 574-578.
- [11] 边慧冕, 潘婷, 赵孟. 新型冠状病毒肺炎疫情早期大学生情绪分析[J]. 中国学校卫生, 2020, 41(5): 668-670.
- [12] 刘湘玲. 高职大学生新型冠状病毒肺炎与入学时的心理健康状况比较[J]. 中国健康心理学杂志, 2020, 28(10): 1500-1503.
- [13] 吴楠, 张婉君, 笃梦雪, 等. 新冠肺炎疫情期间某高校返校大学生抑郁焦虑现状及影响因素[J]. 中国学校卫生, 2021, 42(4): 602-605.
- [14] 王继霞. 严重脓毒症危重幸存康复患者应激障碍和创伤后应激障碍[J]. 中国健康心理学杂志, 2018, 26(7): 1034-1037.
- [15] Farhood L, Fares S, Hamady C. PTSD and gender: could gender differences in war trauma types, symp-

- tom clusters and risk factors predict gender differences in PTSD prevalence [J]. Arch women ment health, 2018, 21(6): 725-733.
- [16] 郭佩佩,于海燕,高金敏.新冠肺炎疫情下家庭关系对上海高校大学生心理应激反应的影响[J].中国学校卫生,2021,42(3):412-416.
- [17] 汪媛,陈秋红,赵会鹏,等.新型冠状病毒肺炎疫情防控常态化期间武汉地区大学生心理状况[J].中国健康心理学杂志,2021,29(5):680-684.
- [18] 汲新波,王永红,赵春辉.大学生心理适应性和满意度与心理健康教育需求研究[J].中国健康教育,2019,35(1):92-95.
- [19] 宋煜青,邓兆华,郭琦,等.大学生抑郁症状的自然变化及影响因素的 2 年随访研究[J].中国心理卫生杂志,2018,32(1):64-71.
- [20] 万美容,曾兰.90 后女大学生心理特点的实证研究——基于与男大学生的比较[J].中国青年研究,2014(4):67-72.
- [21] 刘永峰,徐凌忠.安徽省某高校大学生心理状况调查[J].中国健康教育,2010,26(2):108-110.
- [22] 李德芳.高校不同专业学生的心理健康状况及教育对策[J].西南交通大学学报,2007,8(2):6-9.
- [23] 中小莹,刘晓瑞,董雪.西安某高校大学生焦虑状况的调查研究[J].中国健康心理学杂志,2006,14(3):311-312.
- [24] 李苏建,吴人钢,徐惠霞.某校理科与文科大学生心理健康状况比较[J].中国学校卫生,2000,21(3):233.
- [25] 原家祥.某高校不同专业大学生心理健康状况调查[J].科技信息,2013(22):441.
- [26] 韩凤娟,董宗旺.不同专业研究生心理健康状况与应对方式调查研究[J].湖北函授大学学报,2009,22(4):49-50.
- [27] Leadbitter K, Macdonald W, Taylor C, et al. Parent perceptions of participation in a parent-mediated communication-focused intervention with their young child with autism spectrum disorder[J]. Autism, 2020, 24(8): 2129-2141.
- [28] 黄紫薇,李雅超,常扩,等.大学生心理健康与父母教养方式的关系:心理资本的中介效应[J].中国健康心理学杂志,2020,28(5):737-742.
- [29] 李文华,王丽萍,苑杰.大学生主观幸福感与家庭亲密度和适应性的关系[J].中国健康心理学杂志,2014,22(7):1067-1069.
- [30] 舒曼玲,廖心仪,秦露露.后疫情时代长沙市在校大学生心理健康状况及影响因素[J].中国健康心理学杂志,2021,29(11):1712-1717.
- [31] 欧胜虎,高云鹏.家庭因素对大学新生心理健康的影响[J].中国健康心理学杂志,2017,25(11):1744-1748.
- [32] 王蜜源,韩芳芳,刘佳,等.大学生抑郁症状检出率及相关因素的 meta 分析[J].中国心理卫生杂志,2020,34(12):1041-1047.
- [33] 戴菲.高校艺术类学生专业满意度调查分析[J].社会心理科学,2013(7):85-87.
- [34] 占颖玉.专业不满意大学生职业生涯规划辅导的思考[J].高校后勤研究,2018(9):74-76.
- [35] 胡启权.不同强度体育锻炼对提升高校学生心理健康和心理韧性的效果评价[J].中国学校卫生,2019,40(1):83-85.
- [36] 蒋钦,袁鸾鸾,王恩界,等.大学生体育锻炼对正、负性情绪体验的影响[J].中国健康心理学杂志,2016,14(1):126-130.
- [37] 杨欣海,马申,严小虎.身体锻炼对心理健康影响的研究进展[J].浙江体育科学,2012,34(6):80-84.
- [38] 蒋钦,屈东玲,王恩界.大学生身体锻炼与自我效能感、心理健康的关系[J].中国健康心理学杂志,2017,25(5):763-766.
- [39] 孙璞,殷恒婵,林小群.运动与非运动群体大学生压力与心理健康关系的研究[J].北京师范大学学报(自然科学版),2007,43(1):104-107.
- [40] 刘玲玲.体育运动与大学生体质健康、心理健康素质的关系研究[D].武汉:华中师范大学,2011.
- [41] 林晓桂,徐建清.新型冠状病毒肺炎疫情影响下体育锻炼对大学生心理健康的影响[J].中国学校卫生,2020,41(11):1682-1687.
- [42] 昌敬惠,袁愈新,王冬.新型冠状病毒肺炎疫情影响下大学生心理健康状况及影响因素分析[J].南方医科大学学报,2020,40(2):171-176.

(下转第 30 页)

基于双目视觉的辅助喂食系统的应用研究

李海军, 刘豪睿, 王振岭

(德州学院 计算机与信息学院, 山东 德州 253023)

摘要: 随着老龄化社会的到来, 养老院利用机械臂为行动不便的人提供必要帮助已成为必然。在复杂场景下, 机械臂自动识别身体部位进行精确定位具有一定的局限性。本文设计基于深度学习的坐标回归算法进行人脸检测, 根据检测到的人脸关键点的拓扑结构确定人脸区域, 然后根据嘴巴在人脸中的大致区域和鼻子关键点的特殊性确定嘴巴位置的辅助喂食系统。采用 Visual studio2017+OpenCV3.7+Python3.7 搭建的实验平台, 利用双目视觉技术获取的真实场景下的物体进行三维重建。结合 SGBM 算法进行深度图的创建, 计算出人体部位的世界坐标, 并实时将三维坐标值传给机器人或机械臂, 实现机械臂对人体部位的接触与交互。

关键词: 双目视觉; 坐标回归算法; 机械臂; 三维重建

中图分类号: TP391 TP241 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0026-05

1 引言

人工智能时代, 多元化的视觉识别技术带来了更多的人机交互新场景。双目视觉系统通过对人体部位进行特征提取, 针对人的姿态和行为打造 AI 时代下的新体验。计算机视觉是使用计算机及相关设备对生物视觉的一种模拟, 是人工智能领域的一个重要部分, 也是人工智能最初要解决的问题, 它的研究目标是使计算机具有通过二维图像认知三维环境信息的能力。根据民政部门和医疗康复部门当前的一些需求, 本文提出了利用双目视觉结合机械臂对行动不便者进行喂食的研究。利用立体匹配算法计算出人体部位的空间三维坐标, 并将三维坐标值传给机械臂, 实现机械臂对人体部位的接触与交互。

2 双目摄像头的标定

计算机视觉的研究目标是利用双摄像头拍摄二维图像, 并从二维图像中获取三维环境信息, 重建和识别物体。真实的 3D 场景信息与摄像头拍摄的 2D 图像信息有一种映射关系, 这种关系是由摄像机的几何模型及内外参数决定的, 求解这些参数的过程就是摄像机标定^[1]。双目摄像

头模型如图 1 所示。

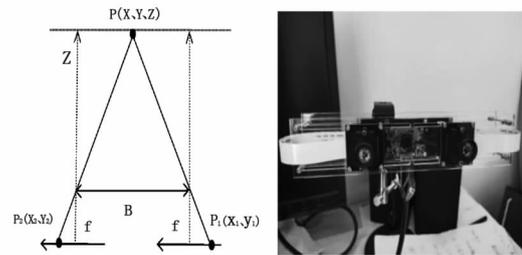


图 1 双目视觉模型

在图 1 中, 设两个摄像机分别移动到世界坐标系的原点, 可分别得到各自独立的 P 点对于像平面点的坐标式:

$$\begin{cases} X_1 = \frac{x_1}{f}(f-z_1), Y_1 = \frac{y_1}{f}(f-z_1) \\ X_2 = \frac{x_2}{f}(f-z_2), Y_2 = \frac{y_2}{f}(f-z_2) \end{cases} \quad (1)$$

根据上述公式可求出 Z 值:

$$Z = f \frac{fB}{x_2 - x_1} \quad (2)$$

标定方法是使用 MATLAB 工具箱进行双目摄像头的标定。标定流程为利用摄像机拍摄程序对标定图板棋盘格拍摄左、右目图片各 20 张, 采用工具箱标定程序分别对左右摄像头进行标定, 然后进行立体标定。标定参数如图 2 所示。

Stereo calibration parameters after optimization:
 Intrinsic parameters of left camera:
 Focal Length: fc_left=[929.02163 929.05792] and [2.41104 2.24318]
 Principal point: cc_left=[663.81626 339.91413] and [5.25515 3.41081]
 Skew: alpha_c_left=[0.00000] [0.00000]=>angle of pixel axes=90.00000 and 0.00000 degrees
 Distortion: kc_left=[0.06638 -0.00128 -0.00543 0.00000] and [0.01170 0.02549 0.00135 0.00240 0.00000]
 Intrinsic parameters of right camera:
 Focal Length: fc_right=[927.84728 927.93391] and [2.43485 2.30139]
 Principal point: cc_right=[621.25530 335.43944] and [5.31301 3.63109]
 Skew: alpha_c_right=[0.00000] [0.00000]=>angle of pixel axes=90.00000 and 0.00000 degrees
 Distortion: kc_right=[0.06916 -0.11192 -0.00391 0.00000] and [0.01641 0.06381 0.00162 0.00230 0.00000]
 Extrinsic parameters (position of right camera wrt left camera):
 Rotation vector: om=[0.00347 -0.00137 -0.00982] and [0.00493 0.00753 0.00048]
 Translation vector: T=[-82.83096 0.05410 0.00668] and [0.33039 0.30884 1.27981]

图 2 双目摄像头标定参数

3 身体部位检测与定位

在辅助喂食系统中,机械臂将食物送到病人嘴边,首先要实时地在自然环境中识别出人脸区域,进而确定嘴巴的三维位置。人脸的检测需要将双目摄像头获取的图像进行灰度化、直方图均衡、特征点提取,根据分类器进行人脸检测。

在人脸检测中,关键点是一个重要特征,关键点检测的目的是通过计算机从图像中找出这些点的坐标,确定这些点在图像当中的位置与关系,进而确定是否为人脸区域。^[2]在本文中,通过实验对两种关键点检测方法进行了对比:(1)Harr 特征;(2)坐标回归方式。

3.1 Harr 特征

Harr 特征是一类非常简单的特征,使用黑色部分覆盖的像素之和减去白色部分覆盖的像素之和为 Harr 特征。

Harr 特征值的计算公式(窗口大小 $N * N$):

$$T = \sum_{1 \leq i \leq N} \sum_{1 \leq j \leq N} I(i, j) (\text{White}) - \sum_{1 \leq i \leq N} \sum_{1 \leq j \leq N} I(i, j) (\text{Black}) \quad (3)$$

给定的一个窗口和一个 Harr 特征模式,如果每一个特征值的计算过程中都对一个模式中的黑色部分和白色部分进行和的计算,那么效率就太低。

3.2 基于坐标回归的人脸检测

通过深度神经网络直接学习输入人脸图像到人脸关键点坐标向量的非线性映射,即直接从输入的人脸图像中回归出人脸关键点坐标,这种方法被称为坐标回归法。坐标回归法输出的即为人脸的关键点,坐标向量 $Z = [x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3, \dots, x_N, y_N]^T$,适用于坐标回归的网络结构,一般是以全连接层结尾,设置神经元的个数为 $2N$,分别对应预测值 $x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3, \dots, x_N, y_N$ 的绝对值或者人脸图像归一化之后的数值。

坐标回归方法常用的损失函数主要有:均方误差损失函数和 L1 损失函数。一般来说,对于基于坐标回归的人脸关键点检测算法,L1 损失函数的表现要好一些,因为均方误差损失函数的梯度值和误差值成正比,在训练时,均方误差损失函数倾向于关注大的误差,忽略小的误差,而 L1 损失函数的梯度值始终为 1,不受误差的影响^[3]。

对于训练中的某一副人脸图片 M ,设定人脸关键点的坐标向量标签为:

$$Z = [x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3, \dots, x_N, y_N]^T$$

坐标回归网络输出为:

$$\Phi(I) = Z' = [x'_1, y'_1, x'_2, y'_2, x'_3, y'_3, \dots, x'_N, y'_N]$$

则单个样本的损失函数计算公式:

$$\text{loss}(\Phi(I), Z) = \text{loss}(Z', Z) = \sum_{i=1}^N (|x'_i - x_i| + |y'_i - y_i|) \quad (4)$$

根据图 3,基于 Harr 特征的人脸检测的效果来看,左图中当人脸转向侧面时,无法检测到人脸;右图中可以检测到人脸,检测效果并没有把人脸的整个区域检测到,比如右图中的嘴部下巴部分没有检测完整,误差较大。根据图 4,利用基于深度学习的坐标回归算法进行人脸检测的效果来看,能够准确检测到左图中的侧面人脸和右图中脸部的整个区域。



图 3 利用 harr 特征提取的人脸检测图



图 4 利用深度学习的坐标回归人脸检测图

3.3 嘴巴的 2D 位置坐标计算

实现机械臂辅助喂食,必须在检测到人脸后,根据嘴巴在脸部的几何位置准确检测到嘴巴位置。在实验中,运用的方法是根据双目摄像头获取的图像,运用坐标回归算法计算出人脸的 2D 位置,然后再检测嘴巴的 2D 位置,这样就缩小了搜索范围。为

为了避免嘴巴 2D 坐标不准导致机械臂跟踪出错的情况下误伤到人,检测到的嘴巴位置必须在脸部的下半部区域,几何位置保证在鼻子位置的下方,要连续检测三次,只要三次检测的 2D 位置在规定的阈值内,方可认定是嘴巴的 2D 位置^[4]。

在检测嘴巴位置时,采用 OpenCv3.7 自带的分类器 haarcascade_mcs_nose.xml 检测鼻子的位置,haarcascade_mcs_mouth.xml 检测嘴巴位置,然后根据嘴巴和鼻子的几何关系判断位置的准确性,对于目标的定位都达到了较好的效果(如图 5)。

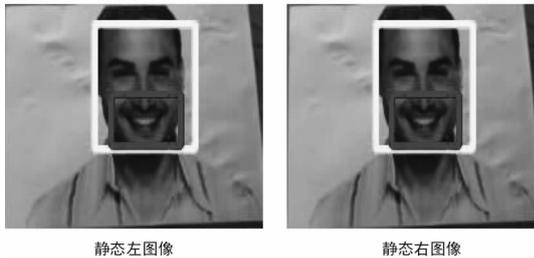


图 5 嘴巴检测效果图

4 三维坐标

立体匹配是双目视觉三维重建过程中的关键环节,立体匹配的好坏直接影响到嘴巴的三维坐标的准确性。在相同环境下,匹配算法的选择决定了双目视觉中匹配结果和视差云图的精确度。根据以往经验,对 BM 与 SGBM 立体匹配算法进行了比较^[5-6]。

4.1 BM 算法

BM (Block Matching Stereo Correspondence Algorithm) 算法是在 OpenCV 开源视觉库中实现的一个立体匹配算法,该算法属于基于区域的立体匹配算法,它使用绝对误差累计 $||(\text{SAD})||$ 的小窗口实现区域中的块匹配。

4.2 SGBM 算法

SGBM (Semi-Global Block Matching Stereo Correspondence Algorithm) 算法使用互信息的像素匹配,近似于全局二维平滑度约束。算法核心步骤有:匹配成本计算、成本合计、视差计算、多基线匹配和视差优化。

通过图 6 的效果图进行比较分析,SGBM 匹配算法对噪声的干扰有更好的适应性,而 BM 立体匹配算法抗噪性能不佳,在有噪声污染的情况下得到的视差图不理想。

SGBM 算法大部分区域的视差都可以计算出来,匹配效果要优于 BM 算法,但是其缺陷是处理速

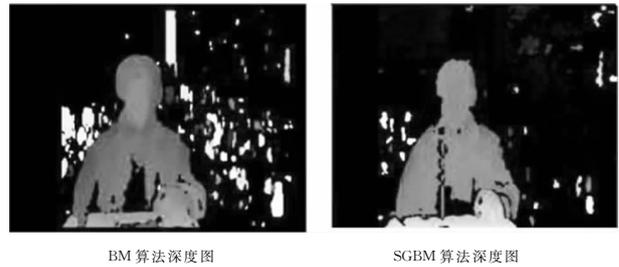


图 6 BM 与 SGBM 算法深度图

度远低于 BM 算法。本实验中,对硬件进行了升级,速度基本上不影响实时跟踪效果,选用 SGBM 匹配算法。根据跟踪的嘴巴中心在左右图像中的 2D 坐标,通过立体匹配计算得到三维坐标^[7],实时跟踪的嘴巴三维坐标值如图 7 所示。

```
683, 372]in world coordinate is: [71.1552, 38.7599, 160000]
outh[1563, 375]
outh[672, 368]
672, 368]in world coordinate is: [29.4395, 18.0853, 972.889]
outh[1966, 363]
672, 368]in world coordinate is: [28.0468, 17.2298, 926.867]
outh[732, 339]
outh[1921, 372]
732, 339]in world coordinate is: [82.6601, -10.6495, 882.222]
outh[1917, 346]
outh[733, 339]
733, 339]in world coordinate is: [160.95, -20.5046, 160000]
outh[731, 340]
731, 340]in world coordinate is: [81.813, -9.72695, 883.147]
outh[732, 338]
outh[1918, 346]
732, 338]in world coordinate is: [81.298, -11.3914, 867.685]
outh[1917, 347]
outh[731, 339]
731, 339]in world coordinate is: [79.0776, -10.3042, 853.619]
731, 339]in world coordinate is: [85.207, -11.1029, 919.784]
outh[715, 340]
outh[1908, 373]
715, 340]in world coordinate is: [66.8736, -9.72695, 883.147]
outh[1903, 349]
outh[716, 339]
716, 339]in world coordinate is: [67.9498, -10.6831, 885.002]
716, 339]in world coordinate is: [70.6975, -11.1151, 920.789]
716, 339]in world coordinate is: [71.0859, -11.1761, 925.849]
```

图 7 实时获取嘴巴中心的世界坐标值

5 机械臂定位跟踪

通过双目相机成像模型实现坐标系之间的转换,利用计算机视觉识别及三维匹配方法,达到对目标物体定位的目的,从而确定机械臂末端执行器的期望位置。

基于图像分析的计算机视觉技术在机械臂应用中的主要作用是精确获取目标物的坐标位置和角度,并将图像坐标转换为机械臂能识别的世界坐标。因此,手眼标定和定位引导是机器视觉在机械臂引导中应用的核心。所谓手眼标定,即将手(机械手)和眼(摄像机)的坐标系统统一起来,如图 8,解决相机与机械手之间的坐标转换关系,让机械手能精确抓取到摄像机定位的目标^[8-9]。

从一个坐标系 xoy 到另一个坐标系 $x'o'y'$,可以看作是 xoy 经过平移、旋转、缩放等效到另一个坐标系 $x'o'y'$ 。

转换关系如下:

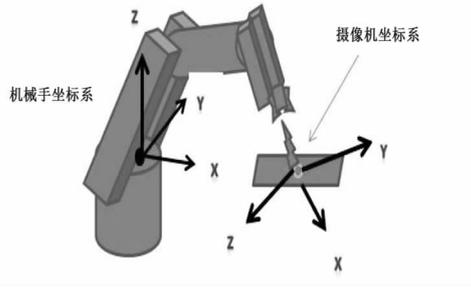


图 8 手眼标定原理图

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} fx \cos \theta & -fy \sin \theta & px \\ fx \sin \theta & fy \cos \theta & py \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

上述矩阵准确描述了两个坐标系之间的关系,其中 fx , fy 分别是 x 方向和 y 方向的缩放尺度, px , py 是 x 方向和 y 方向的平移量, θ 是坐标系的旋转角度。

自动喂食系统由双目视觉系统、机械臂控制系统、机械臂本体及装配平台组成。采用莱娜机器视觉公司的 HNY-CV-002 作为双目视觉传感器,通过双目相机成像模型实现坐标系之间的转换,利用双目视觉识别及三维立体匹配,达到目标定位的目的,从而控制机械臂到达的目标部位(嘴巴)。

系统开启后,双目摄像头采集视频信号将图像信息传至上位机,上位机对采集的图像信号进行分析,利用已经训练好的模型实现目标的识别,通过双目视觉系统得到所需的目標物体的位置信息,上位机得到目标的位置信息后,根据控制算法实时计算控制器的输出数据。上位机发出控制指令,驱动机械臂控制系统,各关节转动相应的角度,驱动机械臂准确跟踪目标。

6 结论

本文研究一种在复杂场景下进行人体部位实时

跟踪的方法,该方法是利用深度学习的坐标回归算法进行人脸关键点的检测,从而确定脸部区域。根据人脸面部各部位的拓扑关系进而检测嘴巴的位置,从而提高了嘴巴检测与定位的准确性。在实验过程中,利用 Matlab 和 OpenCV 进行了双目立体三维平台搭建,完成了图像采集、相机标定、立体匹配、深度图的创建。实验效果证明该算法提升了鲁棒性,能够实时检测到身体的部位并计算出身体部位中心的世界坐标,为以后研究机器人或者机械臂的 6D 位姿提供了技术支持。

参考文献:

- [1] 刘发根. 基于双目视觉的水下目标检测技术研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2017:31-35.
- [2] 刘禹欣,朱勇,孙结冰,等. Haar_like 特征双阈值 Ada-boost 人脸检测[J]. 中国图像图形学报,2020,25(8):1618-1626.
- [3] 崔家礼,曹衡,张亚明,等. 一种复杂场景下的人眼检测算法[J]. 北京航空航天大学学报,2020(5):1-10.
- [4] 罗召洋. 基于双目的人体运动分析与识别[D]. 深圳:深圳研究生院,2012:30-36.
- [5] 李先祥,陈思琪,肖红军,等. 基于 SGBM 算法与 BM 算法的三维重建分析[J]. 自动化与信息工程,2019,40(5):6-12.
- [6] 马伟革,李文新,孙晋川,等. 基于粗-精立体匹配的双目视觉目标定位方法[J]. 计算机应用,2020,40(1):227-232.
- [7] 姚启才,汪地,廖茂生. 基于机器视觉的机械臂智能抓取系统设计[J]. 计量与测试技术,2020,47(10):28-33.
- [8] 高智伟,谭晓东,刘 客. 基于双目视觉的物体识别定位与抓取[J]. 科学技术与工程,2020,20(20):8285-8291.
- [9] 房国栋,高军伟,朱晨曦,等. 基于机器视觉的机械臂智能分拣系统[J]. 仪表技术与传感器,2020(12):72-81.

Application of Assisted Feeding System Based on Binocular Vision

LI Hai-jun, LIU Hao-rui, WANG Zhen-ling

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

Abstract: With the coming of the aging society, it is an inevitable trend for nursing homes and families to use robotic arm to help disabled people. In complex scenes, robotic arm automatic identification and pre-

cise location of body parts have lots of difficulties. This paper presents assisted feeding system. The face detection is carried out by using the coordinate regression algorithm based on deep learning. The face area is determined according to the topological structure of the detected face key points, and then the position of the mouth is determined according to the approximate area of the mouth in the face and the particularity of the nose key points. The experimental platform is built by visual studio 2017 + opencv3.7 + Python 3.7, it uses binocular vision technology to three-dimensional reconstruction in the real scene. Combined with SGBM algorithm, the depth cloud is created, the world coordinates of human body parts are calculated, and the three-dimensional coordinate values are transmitted to the robot or manipulator in real time, so as to realize the contact and interaction between the robot arm and human body parts.

Key words: binocular vision; coordinate regression algorithm; robot arm; three-dimensional reconstruction

(上接第 25 页)

Investigation on Mental Health Status and Influencing Actors of College Students in Dezhou University under the Background of Normalized Epidemic Prevention and Control

SUN Chen-chen^a, ZHU Chao^a, LI Yan-long^a, LI Shi-ji^b

(a. School of Medicine & Nursing; b. School of Economics and Management, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: This study adopts the overall sampling method, selects 3489 students from Dezhou University, and carries out a survey of the simple version of the Depression Anxiety Stress Self-Assessment Scale through the online questionnaire. The purpose is to investigate the mental health status of college students under the background of normalization of epidemic prevention and control, and to provide scientific reference for colleges and universities to effectively carry out mental health education and guide college students to actively respond to public health emergencies. The results showed that the symptoms of negative stress and depression were mainly mild, while the symptoms of anxiety were mainly mild and moderate. Male students, students majoring in literature and history, poor relationship between parents, poor relationship with parents, poor performance in the past year, low professional satisfaction, and low frequency of outdoor sports are more likely to have negative stress emotions, anxiety symptoms and depression symptoms, sophomore students have higher anxiety symptoms than other students, and only children have higher negative stress emotions and depression symptoms than non-only children. Therefore, during the normalization of epidemic prevention and control, college students have certain mental health problems. Colleges and universities should focus on and effectively intervene the high-risk groups of college students' mental health according to the characteristics of different students and the factors affecting their mental health.

Keywords: mental health; college students; normalized epidemic prevention and control; closed management; influencing factors

基于迁移学习的道路积水检测算法

赵丽丽, 晁鑫

(德州学院 计算机与信息学院, 山东 德州 253023)

摘要: 城市排水系统老化和路面垃圾堆积等原因会引起道路积水, 一旦城市进入雨季, 路面积水会影响市民出行, 甚至引发严重交通事故。借助人工智能技术对道路积水进行实时检测可有效降低事故发生, 这也是智慧城市建设至关重要的一步。因此, 文章提出了一种基于迁移学习的道路积水检测算法, 将迁移学习和计算机视觉算法结合, 实现对积水图像和积水视频的分类。通过多项对比实验, 结果表明 EfficientNet-B0 在两个数据集上的 F1-score 得分分别为 0.95 和 0.98, 可以有效对积水路面进行检测。

关键词: 道路积水检测; 迁移学习; 计算机视觉; 图像分类

中图分类号: TP18 TP3914 TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0031-05

1 引言

随着社会不断发展, 陆路交通更加便利, 纵横交错的柏油马路已遍布城市各个角落, 构成城市地面交通脉络^[1]。道路交通迅速发展的同时, 造成安全隐患的因素也在增加。当城市进入雨季, 路面积水甚至内涝灾害现象时有发生^[2]。据研究显示, 车流量的提升和人口密度增大会影响城市雨水排放系统的能力^[3], 排水不及时会产生大量路面积水, 而道路积水是导致交通拥堵和交通事故的主要因素。因此, 道路积水区的实时监测在减少交通事故和促进智能城市建设方面发挥着关键作用^[4], 避免道路积水而产生的城市内涝和交通事故也成为政府时刻关注的重大民生问题^[5]。

目前, 道路积水检测主要借助人工作业以及水位检测仪器等方法来实现。虽然人工检测准确度高, 但是耗费时间长, 人力消耗量大, 尤其大型城市人力难以覆盖每条积水街道^[6]。水位检测仪器通过放置在不同的道路区域以检测积水, 这些设备的检测机制基于超声波水位计或电子水位计, 将积水情况转换成电信号, 然后, 上层计算机对信号进行分析实现数字显示和报警。此类检测方法由人工方式转变为自动化, 检测效率得到提升, 但是仪器安放对水位测量至关重要, 对于设备员的技术水平要求高, 并且设备成本高, 机器故障不可避免, 积水检测缺乏实

时性^[7]。

最近, 随着通信技术和人工智能技术的发展, 传统的检测仪器被智能化实时道路积水检测系统所取代。Wang 等^[8]以城市暴雨内涝智能预警为重点, 利用 BP 神经网络在大量历史数据上建立了城市内涝预警系统模型, 获得了 78% 的预测精度。Zhang 等^[9]采用深度神经网络 (Deep Neural Networks, DNN), 计算积水量并提取内涝点附近道路的兴趣点来评估积水点的风险。以上检测方法结合了机器学习算法, 检测成本低, 但模型对于历史数据的依赖性强, 检测准确度不高。Chen 等^[10]利用 MobileNetV2 网络建立了隧道积水识别模型, 基于预测结果设计并开发了隧道内涝识别与预警平台, 实现隧道积水的主动识别和预警。Cui 等^[11]利用长短时记忆网络 (Long Short-Term Memory, LSTM), 对降水观测数据和水位信息进行建模实现降水预测, 为预防和减轻城市内涝灾害提供参考。以上方法实验结果有所提升, 但是限制应用场景, 计算量大, 且不能对积水视频数据直接进行实时分类。

基于此, 本文提出了一种基于迁移学习的道路积水自动识别和实时检测方法。该方法基于迁移学习和计算机视觉分类算法, 通过交通摄像装置进行道路视频流获取, 实现对积水图像和积水视频的精准分类, 可以进行道路积水实时检测, 为道路积水预警提供了可靠保障。该方法致力于自动积水检测, 模型精度高、计算量小, 只需依靠摄像头和后台服务

收稿日期: 2022-09-14

作者简介: 赵丽丽 (1996-), 女, 山东德州, 助教, 硕士, 研究方向为图像处理、深度学习、人工智能。

器,检测成本低,具有更快的响应速度和更好的检测性能。

2 模型设计与方法

本文的模型设计架构如图 1 所示。首先,从道路监控中提取路面状态视频流,对视频数据进行数据解析和图片预处理,包括数据增强等,以提高实验准确度,减少误差率;其次,结合迁移学习方法,将部分预训练权重迁移至分类模型;再次,将初步处理的积水图片分别输入至 EfficientNet 网络和 ResNet 网络模型进行正式训练,获取正式训练权重;最后,保存最佳模型,分别进行积水图片和积水视频检测。本节会对模型设计进行详细介绍。



图 1 模型设计架构图

2.1 计算机视觉分类算法

1) ResNet 网络

随着人工智能的发展,神经网络产生了突破性的成功,特别是在图像分类和目标检测方向。然而,由于反向传播的不稳定性,神经网络很难训练。2015 年,He 等^[12]提出了残差网络(ResNet)学习框架,此框架可以简化深层网络的训练,获得了当年 ImageNet 大规模视觉识别竞赛中图像分类和目标检测组的最高得分。

ResNet 网络主要由卷积层、池化层和多个残差结构组成,可以实现 1000 层深度的网络结构,其中以 ResNet_34 和 ResNet_50 应用最为广泛。ResNet_34 和 ResNet_50 分别代表包含 34 层和 50 层网络深度的 ResNet 结构,本文以 ResNet_34 和 ResNet_50 为训练模型对积水数据进行分类,数据输入分辨率均设置为 224×224 。积水数据由输入层输入至网络,经过网络架构的运算最终由全连接层得到二分类输出。其中,多个堆叠的残差结构是整个模型的关键,它可以直接学习输入的积水图像与输出的积水图像之间的残差,而略过中间的无关信息,从而实现超深层网络架构的快速学习,以此方式重新定义了深度网络的学习模式。现在,ResNet 网络一直被作为图像分类问题的基准模型。

2) EfficientNet 网络

EfficientNet 网络^[13]是谷歌团队在 2019 年提出的网络模型,它是基于神经结构搜索(Neural Ar-

chitecture Search, NAS)开发的一个全新基线网络。在相应的研究成果中,基于 NAS 对输入图片分辨率、网络深度以及通道宽度进行研究,最终组合优化三个因素得到 EfficientNet-B0~EfficientNet-B7 一系列扩展模型,下标越大,模型参数越复杂,不同深度的模型可以适用不同的应用场景。其中,EfficientNet-B7 在最大的图像分类数据集 ImageNet^[14]中表现优异,成为当年很有竞争力的模型。EfficientNet 网络不仅在 ImageNet 中表现良好,在其他领域也表现出卓越的能力。例如,在医学领域,用于从 CXR 图像诊断 COVID-19^[15]。

与图像分类领域的其他最新模型相比,EfficientNet 网络使用更少的参数实现了当前更先进的性能,但目前在积水检测任务中应用并不广泛。本文主要基于 EfficientNet-B0、EfficientNet-B4 和 EfficientNet-B7 三个模型对积水数据进行训练,同时结合迁移学习实现积水检测。为了提升实验性能,EfficientNet-B0 网络的输入分辨率设置为 224×224 ,EfficientNet-B4 网络的输入分辨率设置为 300×300 ,EfficientNet-B7 网络的输入分辨率设置为 300×300 。

2.2 迁移学习

随着深度学习的发展,神经网络模型被广泛用于提取图像的像素特征。但此类网络由于结构较复杂、参数量大等特点需要大量数据进行训练,否则收敛和过度拟合可能会对模型产生不利影响。为了解决这个问题,神经网络模型可以被重新训练,并通过微调来保存初始权重和迁移学习结果^[16]。对于分类问题来说,这种方法可以从预训练的特征提取层引入学习参数,然后连接到分类层,继续新的实验训练,这个过程称为迁移学习。迁移学习通过结合相关模型在分类问题中的学习权重,避免模型从零开始学习,使模型获得更好的初始化权重参数^[17]。

为了实现道路积水实时检测,积水数据大多来源于道路监控,而此类设备属于交通管理部门管理,保密性强,不易获取。因此本文将迁移学习与上节提到的两种计算机视觉分类算法结合,以此弥补数据量缺失而带来的模型泛化能力差等问题。具体的工作过程分为两个阶段:第一阶段为预训练阶段,ImageNet 数据集提供了现已知大部分深度神经网络的预训练权重,本文的预训练阶段基于 ImageNet 数据集进行,将预训练权重分别迁移至 ResNet 网络和 EfficientNet 网络;第二阶段为再训练阶段,由于 ImageNet 是对 1000 类物体进行图像分类,首先将

适应 1000 分类的 softmax 层替换为适用于积水检测数据集的 2 分类 softmax 层,最后在预训练的基础上对积水数据进行继续训练,获得最优的权重组合。

3 实验结果与分析

3.1 实验数据

本实验所需数据主要收集自中国山东省德州市交通部门。该道路积水数据库由 300 多个道路监控视频流组成,每个视频时长为 5 秒至 22 秒不等。其中包含多个不同的道路交通场景,比如白天场景和夜间场景、晴天场景和雨天场景以及城市道路和郊外道路。

由于道路监控数据一般以视频流的方式保存,为了实现积水的实时检测,需要对短时积水视频进行直接分类,所以本研究所构造数据集分为两类。第一类用于静态积水图像测试,第二类用于动态积水视频测试,其中模型训练集和验证集为通用数据集。首先,对监控视频流进行解析得到积水图像和无积水图像共 5890 张,积水图像为正样本,无积水图像为负样本,图 2 为部分原始图像和灰度化展示。其中积水与无积水图像的比例接近 1:1,同一段视频最多产生 4-5 张图像;其次,对图像数据库按照 7:2:1 比例进行划分,4182 张图像用作模型训练集,1039 张图像用作模型验证集,669 张图像用作静态积水图像测试数据集;最后,另外选取 99 个积水视频作为动态积水视频测试集,每个视频时长为 20 秒,其中正样本为 46 个,负样本为 53 个。

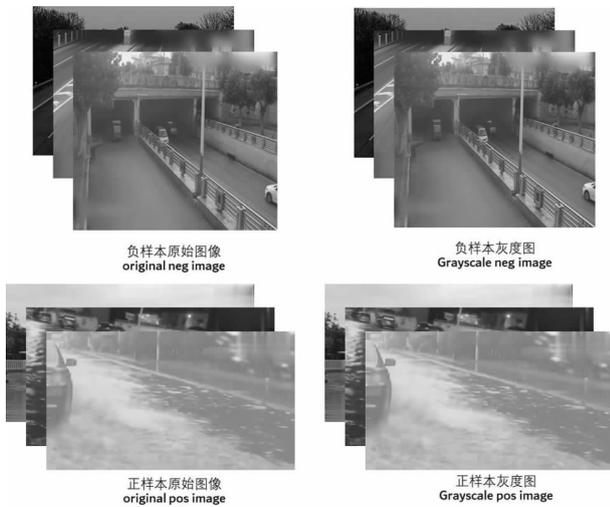


图 2 原始图像和灰度化示例图

3.2 评价指标

precision、recall、accuracy 以及 F1-score 是量化分类模型的几项重要指标,在本文所有实验中

采用以上四项指标作为评价标准。

1) precision

precision 又称为精确度和查准率,代表模型检测到正样本的准确度,在此实验中指分类模型测试正确的积水样本占有所有测试为积水的样本比例,具体公式如下所示:

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (1)$$

其中,TP 代表本身为积水样本且模型分类结果也为积水样本的数目,FP 代表本身为无积水样本但模型分类结果却为积水样本的数目。

2) recall

recall 是评估分类模型的常用指标之一,指模型检测到正样本的数目比例,在此实验中指分类模型测试正确的积水样本占测试数据集所有积水样本的比例,具体公式如下所示:

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

其中, FN 代表本身为积水样本但模型分类结果却为无积水样本的数目。

3) accuracy

accuracy 意为准确率,主要指模型分类正确的次数占有所有分类次数的比例,具体公式如下所示:

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (3)$$

其中, TN 代表本身为无积水样本且模型分类结果也为无积水样本的数目,其他同上。

4) F1-score

由于 precision 和 recall 是互相矛盾的,因此通常使用 F1-score 平衡 precision 和 recall 的结果, F1-score 又叫做调和平均数,是评价二分类模型的一个综合性指标,具体公式如下所示:

$$F1-score = \frac{2 \times precision \times recall}{precision + recall} \quad (4)$$

3.3 实验内容

本文的实验环境为 GPU cuda-10.2,包括深度学习模型库 torch=1.7.0+cu102 和计算机视觉库 torchvision=0.8.1+cu102,所有实验基于 PyTorch 深度学习框架在服务器上运行。

在训练过程中,采用 AdamW 算法进行模型优化,不同于梯度下降算法,AdamW 算法通过训练数据自适应的更新网络权重参数,在神经网络优化算法中表现优异,且与 Adam 算法相比,AdamW 算法增加权重衰减,提高了反向传播过程中的计算效率。本文设置 AdamW 优化器的初始学习率为 0.0001,采用余弦退火算法(Cosine Annealing)进行学习率

调整,采用交叉熵损失(Cross Entropy Loss)作为积水检测实验的损失函数。

本文的训练模型包括多个,本部分以 EfficientNet-B0 为例对训练过程进行说明。EfficientNet-B0 的训练过程如图 3 和图 4 所示,训练轮次为 100,在 epoch=25 左右,曲线趋于平稳,参数训练至最佳,模型得到有效收敛。

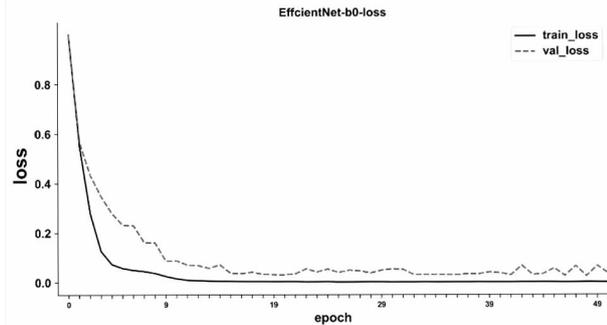


图 3 EfficientNet-B0 训练 loss 曲线图

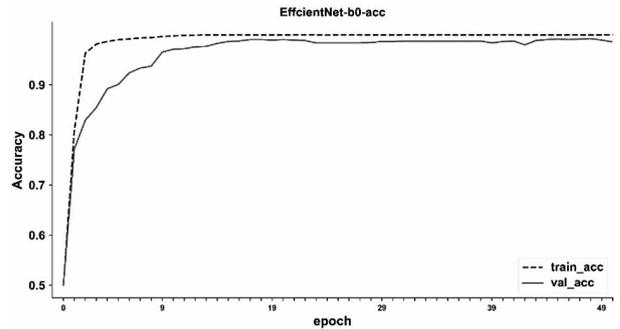


图 4 EfficientNet-B0 训练准确率曲线图

3.4 实验结果

本文对比实验设置包括 EfficientNet-B0、EfficientNet-B4、EfficientNet-B7、ResNet_34 和 ResNet_50 五个模型,基于相同的数据集进行训练,包括迁移学习训练和无迁移学习训练两种情况,分别对积水图像和积水视频进行测试,对实验结果进行详细分析。

1) 积水图像测试结果

表 1 积水图像测试结果对比

模型	迁移学习				无迁移学习			
	precision	recall	F1-score	accuracy	precision	recall	F1_score	accuracy
EfficientNet-B0	0.93	0.97	0.95	0.95	0.65	0.84	0.73	0.70
EfficientNet-B4	0.89	0.99	0.94	0.93	0.74	0.81	0.77	0.76
EfficientNet-B7	0.90	0.98	0.94	0.93	0.71	0.87	0.78	0.75
ResNet_34	0.91	0.98	0.94	0.94	0.77	0.85	0.81	0.80
ResNet_50	0.91	0.96	0.93	0.93	0.76	0.89	0.82	0.81

如表 1 所示,与未进行迁移学习的训练模型相比,进行迁移学习的训练模型结果均有一定提高,证明进行预训练权重迁移可以有效提高积水分类的精度。其中,进行迁移学习的 EfficientNet-B0 在 F1-score 和 accuracy 指标中均取得了最高的得分,有效体现了 EfficientNet-B0 和迁移学习结合的优势。同时,在迁移学习训练下,随着 EfficientNet 和 ResNet 模型架构的加深,F1-score 和 accuracy 指标结果均有所下降,实验证明,模型深度的选择要参考数据量和数据类型的差异,网络加深的同时需要更多的数据进行参数训练,否则结果会适得其反。

2) 积水视频测试结果

视频预测和图片预测判定标准不同,首先将每个测试视频平等划分为 12 段,每段视频随机抽取一帧图像;最后,对 12 帧图像进行分类测试,若一半以上可分类为积水图像,则判定该视频为积水视频,否则为无积水视频。积水视频的迁移学习实验结果如下所示:

表 2 积水视频测试结果对比

模型	迁移学习			
	precision	recall	F1-score	accuracy
EfficientNet-B0	0.96	0.99	0.98	0.98
EfficientNet-B4	0.93	0.91	0.92	0.93
EfficientNet-B7	0.88	0.98	0.94	0.93
ReNet_34	0.82	0.99	0.90	0.90
ResNet_50	0.80	0.96	0.87	0.87

如表 2 所示,不同于积水图像数据集,本文将积水视频数据集仅用于迁移学习模型的测试。其中, EfficientNet-B0 网络的 F1-score 和 accuracy 结果均为 0.98,在五个模型中得分最高,此结果更有力的证实了基于迁移学习的 EfficientNet-B0 模型对积水数据分类的有效性。

4 结束语

本文提出了一种基于迁移学习的道路积水检测方法,通过道路监控提取路面状态视频流,实现了道路积水的实时监测。结合迁移学习方法对预训练权重进行迁移,避免模型从零开始学习,有效缩短了模型训练时间,提升了训练效率。同时,利用两种不同深度的计算机视觉算法进行实验,与一般的机器学习方法相比,分类精度有效提升,在 F1-score 上得分最高为 0.98。本文的算法不仅可以测试积水图像,还可以实现对积水视频的直接检测,增加了检测方法的多样性。未来会进一步丰富积水视频类型,增加数据集多样性,同时结合 Java 框架进行积水检测平台搭建,完整的实现道路积水系统的实时检测。

参考文献:

- [1] Janoš V, Křiz M. Smart urban transport[C]// Proceedings of the smart city symposium prague, 2018: 1-5.
- [2] 吴俊毅,秦华鹏. 基于一二维耦合内涝模型的城市道路积水来源量化分析[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2021,57(4):716-722.
- [3] 张聘尧. 城市雨污分流排水管道改造技术情况探讨[J]. 大众标准化,2021(14):163-165.
- [4] Xia J A, Cao H X, Yang Y W, et al. Detection of waterlogging stress based on hyperspectral images of oil-seed rape leaves (*Brassica napus* L.) [J]. Computers and electronics in agriculture, 2019, 159: 59-68.
- [5] 国务院办公厅关于加强城市内涝治理的实施意见[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2021(13): 9-13.
- [6] 白岗岗,侯精明,韩浩,等. 基于深度学习的道路积水智能监测方法[J]. 水资源保护, 2021, 37(5): 75-80.
- [7] Zhao Z, Zhang H. A localization method for stagnant water in city road traffic image [J]. Multimedia tools and applications, 2022, 81(2): 2453-2466.
- [8] Wang Y, Li J, Zhang H. Study on city rainstorm waterlogging warning system based on historical data [C]//Proceedings of the 13th international computer conference on wavelet active media technology and information processing, 2016: 171-174.
- [9] Zhang Z, Li D, Zeng F, et al. A dynamic risk assessment method of waterlogging points by coupling hydrology model with deep neural network [C]//Proceedings of the 26th international conference on geoinformatics, 2018: 1-6.
- [10] Chen Y, Wang Y, Li K. Recognition and application of tunnel water accumulation based on computer vision [J]. Journal of physics: conference series, 2021, 2010 (1): 012043.
- [11] Zhi X, Cui B, Ji Y, et al. Prediction of water level in urban waterlogging area based on deep learning approach [C]//Proceedings of the 3rd IEEE international conference on advances in electrical engineering and computer applications, 2022: 548-551.
- [12] He K, Zhang X, Ren S, et al. Deep residual learning for image recognition [C]//Proceedings of the 29th IEEE conference on computer vision and pattern recognition, 2016: 770-778.
- [13] Tan M, Le Q. Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks [C]//Proceedings of the 36th international conference on machine learning, 2019: 6105-6114.
- [14] Deng J, Dong W, Socher R, et al. Imagenet: A large-scale hierarchical image database [C]//Proceedings of the 22th IEEE conference on computer vision and pattern recognition, 2009: 248-255.
- [15] Muftuoglu Z, Kizrak M A, Yildirim T. Differential privacy practice on diagnosis of COVID-19 radiology imaging using efficientNet [C]//Proceedings of the international conference on innovations in intelligent systems and applications, 2020: 1-6.
- [16] Alejandrino J D, Concepcion II R S, Sybingco E, et al. fMaize: A seamless image filtering and deep transfer efficientNet-b0 model for sub-classifying fungi species infecting zea mays leaves [J]. Journal of advanced computational intelligence and intelligent informatics, 2022, 26(6): 914-921.
- [17] 陈智超,焦海宁,杨杰,等. 基于改进 MobileNet v2 的垃圾图像分类算法 [J]. 浙江大学学报(工学版), 2021, 55 (8): 1490-1499.

(下转第 50 页)

图书馆智慧服务环境中用户 行为数据的隐私保护策略研究

韩洁

(德州学院 图书馆, 山东 德州 253023)

摘要: 大数据技术在图书馆广泛应用,图书馆加强对用户信息的挖掘和分析,用户隐私数据泄露的风险加大。文章模拟了用户在图书馆智慧服务中的信息行为,分析了隐私数据的泄露途径和原因,从完善法律法规、制定图书馆信息安全规范、应用先进技术和加强关联人员安全教育四个方面提出了用户行为数据的隐私保护策略。

关键词: 智慧服务; 用户行为数据; 隐私信息安全

中图分类号: G250.7 G203 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0036-05

随着大数据、云计算等新技术的不断应用,图书馆领域进入智慧发展阶段,智慧服务逐渐渗透进图书馆服务的方方面面,成为图书馆服务的重要方式之一。快捷便利的智慧服务要依靠新技术新设备的应用,更重要的是对用户行为数据的获取、处理和分析,通过对用户行为数据的挖掘从而分析用户的行为和需求倾向,图书馆才能主动对接,提供智慧服务。在智慧服务过程中,对用户行为数据进行收集是其中的重要环节,用户行为数据收集是否全面、有代表性,关系着图书馆服务预测的准确性,也关系着智慧服务的高效和精准。但是在采集用户行为数据和挖掘分析的过程中,用户隐私被泄露的风险逐渐增加,图书馆智慧服务的安全隐患逐渐暴露,影响和制约着图书馆智慧服务质量和水平的提升,成为了智慧图书馆研究中急需解决的问题。近年来,用户隐私泄露的事件时有发生,严重影响了用户在接受服务时的体验度,相应地在索取留存个人信息时用户也会出现犹豫和厌烦情绪,甚至会提交虚假的个人信息,这些行为会消极地影响服务精准度,出现用户与图书馆互动中的恶性循环。当前用户隐私权保护已获得国家重视和法律框架的保障,2019年12月,《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》2.0版本正式实施,增加了对云计算、移动互联、物联网、工业控制和大数据等新技术新应用安全保护的全覆

盖,2021年,《数据安全法》《个人信息保护法》相继于9月和11月落地施行。但是就目前案例来看,用户隐私信息保护工作及成效仍有较大提升空间。

本文通过模拟图书馆智慧服务中的用户行为,归纳汇总可能涉及用户隐私的各种场景,分析可能造成用户隐私泄露的原因,提出对策和建议,进一步推动图书馆智慧服务良性运转。

1 用户隐私信息的定义及泄露分析

1.1 用户隐私信息的定义及特点

隐私信息是指涉及个人自身的信息和行为中不愿向社会公众公开或被社会公众知悉的内容,隐私信息只关联个人本身,与社会利益和其他人无关,隐私权是公民的基本权利之一,图书馆用户的隐私权理应受到尊重和保护^[1]。根据用户在图书馆的行为范畴,其产生的信息是用户不愿意为他人或系统知晓或分析,且与公共利益无关的,都属于隐私信息的范畴,主要分为用户的静态隐私信息和用户的动态隐私信息两部分。静态隐私信息是用户不需要行动而产生的隐私信息,如用户的年龄、籍贯、学历、工作单位、工资收入、家庭住址等基本信息;动态隐私信息是用户在图书馆活动中与图书馆交换的信息,如到馆时间、到馆频率、借书情况、电子文献下载内容

收稿日期: 2023-02-05

基金项目: 2022年度德州市哲学社会科学研究课题(2022DZZS041):智慧服务环境下图书馆用户信息安全保护研究。

作者简介: 韩洁(1982-),女,副研究馆员,硕士,德州学院图书馆资源建设部主任。研究方向:图书馆学理论、智慧图书馆管理。

等被系统记录的信息,更进一步来讲,利用大数据技术对用户的行为数据进行挖掘和预判,分析产生的用户使用偏好、科研能力和水平等信息也属于用户隐私信息的范畴。如果用户认为自己产生的行为信息可以被公开或分析,则该信息属于非隐私信息的范畴,本文不做过多论证。在大数据环境下,图书馆对采集到的用户数据进行收集和挖掘,虽然可以提供更好的智慧服务,但是也给用户的隐私泄露带来风险,其风险点有二:其一,图书馆用户的隐私数据随时被监视和挖掘。从用户进馆开始,用户的静态隐私数据和动态隐私数据就时刻处于被监视之中,毫无隐私可言,图书馆通过用户注册系统、馆藏登陆系统、校外远程访问系统、移动图书馆系统以及智慧图书馆系统等共同收集用户隐私数据;用户在使用图书馆硬件设施和电子资源的时候,系统会记录下用户登陆的个人数据、登陆地点、检索关键词、检索偏好等隐私数据。图书馆利用信息技术或第三方对这些数据进行分析,就会造成用户个人数据的泄露。其二,图书馆和用户在隐私数据保护方面的话语权式微。信息技术和大数据技术的飞速发展,使用户行为可以得到精准预测,用户的个性化需求能够得到极大满足,但是也提高了用户隐私泄露的概率。尤其在现阶段的图书馆,对用户隐私安全的相关规章制度、各级管理人员的职责划分都有不明确的问题,相关规范和流程也没有完全建立,用户数据极易被其他人利用。面对这样的情况,图书馆和用户很难采取有效的措施弥补和保护,最终造成用户隐私泄露。

1.2 智慧服务中用户行为数据分析

随着新技术在图书馆的应用,智慧服务融入了图书馆服务的方方面面,主要分为线上服务和线下服务两部分:线上服务是指读者利用图书馆的数据库资源、移动设备、线上讲座、服务推送等利用互联网远程开展的所有服务;线下服务是指读者到图书馆接受入馆门禁、借还服务、咨询服务、阅读推广服务等所有在图书馆场馆内开展的服务内容。

1) 硬件服务

图书馆在物理空间为用户设置各种实体设施,利用无线射频识别技术(RFID)、物联网、互联网等网络工具,结合用户的多元化需求,提供高效便捷的场景服务,供用户使用。用户在实体图书馆的行为体现在对各种智能设备的使用及体验过程,主要包括门禁系统及设备、自助借还系统、局域网络系统、自助查询系统、监控系统、座位预约系统等。用户到馆后使用硬件系统,其行为数据都将被系统记录。^[2]

2) 资源服务

图书馆资源分为纸质资源和电子资源。图书馆向用户提供资源实现服务内容,纸质资源是传统的资源类型,用户通过阅览、外借、查询、馆际互借等行为利用资源;电子资源逐渐成为用户使用的主要资源,用户通过资源检索、系统登录、资源浏览和下载等行为利用资源。系统登录就是用户通过个人实名信息登录图书馆各项服务系统,获得使用图书馆资源的权限,在登录过程中,用户的个人信息、登陆时间、登录IP都将被系统收集存储;资源检索就是用户通过分解自身检索需求,得到所需检索词和检索系统的范围,以此为导引在图书馆电子资源中进行登录和查询,用户根据需求确定资源类型,在视频库、文本库、图片库、综合库中选择合适的电子资源,通过布尔逻辑算符组合检索词,使检索词最大限度接近检索目标,在检索过程中需根据检索结果多次调整检索词范围,系统会根据用户指令反馈检索结果;资源浏览是用户得到所需检索结果页面后,对其内容进行简要阅读,筛选最符合检索需求的内容条目,同时根据得到的检索结果修正用户的检索盲区,完善检索词和检索范围,多次反复后获得精确的检索结果;资源下载是用户为了获得更好地本地使用效果,根据电子资源库的下载条件对确定的检索结果进行下载使用,下载后的资源根据电子资源库默认的阅读格式打开,在此过程用户还需注意下载相应的阅读器配套使用。在资源利用中,用户利用的时间偏好、频次、内容偏好、检索、浏览、下载的内容都会被图书馆系统记录和分析。

3) 个性化服务

个性化服务是图书馆智慧服务的主要内容,主要包括参考咨询服务、智慧机器人问答、VR模拟场景服务等。在个性化服务中,用户行为主要包括利用互联网向图书馆进行咨询、通过与智慧机器人互动了解图书馆服务内容和模式、以VR模拟场景导航图书馆服务路径。

1.3 智慧服务中用户隐私信息泄露路径分析

图书馆智慧服务是以采集、处理和分析用户行为数据为基础的,因此用户接受智慧服务,在图书馆的多个场景中会输出个人行为数据,而图书馆在接收、存储、使用这些用户行为数据时有可能泄露用户隐私信息^[3]。

1) 用户行为数据的迁移

用户在接受智慧服务过程中会持续不断与图书馆进行数据交换,将行为数据迁移至图书馆系统,图书馆在采集、存储、传递这些数据的过程中存在隐私

信息泄露的风险。在数据采集阶段,图书馆为了能对用户行为进行全面分析,对用户各种敏感数据全方位采集并不加清洗地使用,造成隐私信息泄露风险加大;在用户数据的存储过程不能做到分级存储,而是统一以云端或硬盘保管,这样的存储方式也存在用户隐私信息泄露的可能;在用户数据分析过程中,没有挑选有用数据,清洗无用数据,造成了大量用户数据闲置,增加了泄露的风险^[4]。

2) 图书馆系统更新换代造成用户隐私信息泄露

为了给用户提供更先进的智慧服务,图书馆会定期更换硬件设备和管理系统,而随着新技术的不断应用,更换的速度也逐渐加快。这些设备和系统是收集、存储和分析用户行为数据的主要力量,而随着升级和换代,新旧系统、系统与系统之间都需要匹配端口和数据迁移,而这一过程中系统死机、网络断线都会增加用户隐私信息泄露的风险。另外,设备商会介入图书馆硬件的更换过程,用户行为数据存在被设备商窃取以开展营利性活动的风险。

3) 部分智慧馆员保护用户隐私信息的意识淡薄

图书馆智慧服务离不开智慧馆员的参与,智慧馆员在与用户互动的过程中,会全面掌握用户信息、学术研究现状、科研趋势;在参与用户课题研究时,以学科馆员身份代查代检文献资料,掌握着用户的科研隐私信息。如果智慧馆员保护用户隐私信息的意识淡薄,自身又缺乏保护用户隐私信息的技术能力,就会加大用户隐私信息泄露的风险。而智慧馆员在一定程度上决定了图书馆的智慧服务的运行效果,如果用户的隐私信息被泄露,用户会对图书馆智慧服务产生反感情绪,严重影响智慧服务的优化和发展。

4) 图书馆智慧系统存在技术漏洞

用户接受图书馆智慧服务,其行为数据首先被智慧系统采集并存储,图书馆会定期将系统内的用户数据迁移进行分析,而在被采集与迁移之间的阶段,用户行为数据直接存储在智慧系统。虽说智慧系统的安全系数越来越高,但它们都仍存在安全漏洞,如果没有被及时发现并修复,就会存在被攻击并泄露用户隐私信息的风险。

2 用户隐私信息泄露原因探析

2.1 有关个人信息保护的法律法规尚不健全

国家和社会越来越重视对公民隐私信息的保护,出台多部法律法规保护公民隐私信息不受侵犯,在“有法可依”的前提下,一些法律条文概括性太强,

实用性明显不足,因此,如何依据法律保护公民隐私信息变得较为困难,如《电信和互联网用户个人信息保护规定》,电信业务经营者、互联网信息服务提供者保管的用户个人信息发生或者可能发生泄露、毁损、丢失的,应当立即采取补救措施,但是如何界定用户个人信息泄露的界限,以及发生泄露时如何采取措施补救,信息发生泄露后责任人要承担何种责任,在法规中都没有具体说明。而在法律法规的基础上,图书馆还应根据工作实际制定相应的规章制度确保法律法规得到贯彻执行,这一点做得也远远不够,影响了对用户隐私信息的保护力度。

2.2 部分图书馆管理人员信息管理水平有待提升

随着用户个性化需求的不断提升,如何更好地提供智慧服务以满足用户需求是图书馆工作的重心,管理人员关注的是如何详尽的收集用户信息,使用何种分析工具预判用户需求,采用何种方式推送智慧服务,如何把智慧服务做出成效,但是对用户隐私信息的保护关注不够,在存储用户行为数据时并未做加密处理,没有设置访问用户数据的更高级别权限,更欠缺对用户隐私信息泄露风险的评估,这些都说明了图书馆管理层在具备“效益优先”思维定式的同时缺失对用户的人文关怀。另外,随着第三方介入图书馆服务领域,图书馆对第三方资质的审核多是服务技术参数,忽视了审核用户信息收集和存储的安全系数,这一导向会让用户隐私信息保护更加举步维艰。

2.3 用户普遍缺乏信息安全素养教育

信息安全素养包括意识和能力两个方面,信息安全意识是用户对个人隐私信息保护重要性和必要性的看法,大多数用户认为,进入图书馆接受服务,图书馆是信息保护的责任主体,自己只是受保护对象,忽略了一旦发生信息泄露,其本身会首当其冲受到的严重影响,因此用户才应是隐私信息保护的第一责任人,个人信息被各类系统采集前应仔细了解其用途和存放方式,需要输入个人隐私信息确保退出时消除登录记录。但是由于缺乏隐私信息保护方面的宣传教育,用户缺乏信息安全意识。

信息安全能力是用户鉴别应用系统的能力、操作应用系统时自我保护的能力、发生信息泄露后弥补和追责的能力,这些能力的培养是用户在日常学习中有侧重的展开学习,最终通过积累而发生质变。

3 保护用户隐私信息的对策

3.1 完善用户隐私信息,保护相关法律与行业规范

1) 提高站位,完善国家法律法规层面内容

随着大数据等新技术不断发展与应用,用户信息的挖掘和分析在各行各业变得普遍,随之带来的用户隐私信息的泄露也不再是个例,这已经引起了社会各界的重视,国家先后出台了《中华人民共和国网络安全法》《电信和互联网用户个人信息保护规定》《中华人民共和国个人信息保护法》等多项法律法规,学者也深度剖析法律法规,提出对策和建议,但是仍未改变用户隐私信息保护欠缺的事实,原因就在于所收集的用户数据已成为大数据分析的原材料,以便功利性地追求评价指标的效果和影响力,而用户的数据并未被人性化处置,因而提高社会对用户数据的重视程度变得尤为重要。社会在认可图书馆服务的同时也提高对用户人文关怀的认可,图书馆在追求服务效果的同时保持以读者为中心的初心,管理和使用用户行为数据,在此良性运转下,用户在享受图书馆高品质智慧服务,满意度、体验感稳步提升的同时,人格和权益也能得到充分尊重。

在现有对用户信息保护的法律法规基础上,应更为清晰的界定用户隐私信息的范围,明确社会各级在保护用户隐私信息中承担的责任和角色,以及在用户隐私信息泄露事件中处罚条例的落实,另外还应通过各种媒介向社会广泛宣传,提高全社会保护用户隐私信息的意识和责任^[5]。

2) 细化管理,落实图书馆行业相关规范

一直以来,图书馆都在保护用户隐私信息方面有所行动,但是成效并不显著,究其原因,除了保护意识薄弱外,缺少切实可行的用户隐私信息保护的图书馆行业规范,也是重要原因之一。国家法律法规对用户隐私信息的保护是纲领性的指南,具有高度概括性,但是实操性不足,仍需各行业制定相应的行业规范使之落地,才能真正发挥对用户隐私信息的保护。因此,图书馆应在国家相应法律法规的指导下,结合社会定位、自身服务方式、技术水平和用户需求,制定用户隐私信息保护的图书馆行业规范。具体内容包括三个方面:第一,制定详尽的图书馆用户行为数据管理流程。明确在现有法律法规的基础上,图书馆用户隐私信息保护的的范围;在用户行为数据的收集过程中明确收集原则、收集范围和收集方式;在用户行为数据的存储过程中对隐私信息的等级划分、分级存储方式和泄露风险进行评估;对使用过程的操作进行规范、对数据进行清理。通过图书馆网站、宣传栏、公众号等多种途径宣传用户隐私信息保护制度,提高认知度,增强用户的信任度和安全度。第二,在图书馆内部完善用户隐私信息操作规

范标准,逐级分解相关工作分工,层层压实责任,制定严肃追责办法,让每一个环节都有标准可循,有标准必循。第三,在合同中明确第三方保护用户隐私信息的要求,评估其相关技术参数,定期复核相关工作,切实落实监管之责。

3.2 应用先进技术手段,保护用户隐私信息

图书馆的智慧服务技术手段主要体现在对物联网、“互联网+”、大数据、云计算、人工智能、RFID等智能技术的综合运用上,这些新技术通过对数据的采集、记录、存储与挖掘分析,输出满足用户需求的个性化、系统性服务规则,提升用户对图书馆使用的感知度与黏度。因此,用户数据保护和循环迭代的技术手段也成了用户密切关注的重要环节,在完善的管理规范下,还需及时更新保护用户隐私的技术手段^[6]。

网络环境下,隐私信息保护需求的不断高涨,促进了相关先进技术的发展 and 更新换代,图书馆应开阔视野,及时关注先进技术研发动向,及时更新保护用户隐私信息的技术版本,提高安全性和隐私性。图书馆技术人员在防火墙保护、木马检测查杀、用户登录管理、病毒入侵等环节,采取分布式存储、数据加密、物理传输等创新保护方法,为用户隐私信息保护提供技术支持。在具体操作中,个人隐私安全平台项目(The Platform for Privacy Preferences Project,简称P3P)标准,能够有效控制第三方收集用户行为数据,切实保护用户隐私信息安全。P3P共包含两个组件,一个可存放于图书馆服务器端,一个存放于用户端,两端共同形成一个代理闭环。当用户在图书馆登陆系统或网站,存放于服务器端的组件会根据系统或网站需采集的信息选项形成用户信息处理策略并传输到客户端(见图1),告知用户采集信息的内容和用处,用户则根据个人实际情况在客户端选择允许被采集哪些信息,用户的选择与用户信息处理策略通过用户代理程序进行匹配,形成最终指令应用于系统或网站,提高了用户对个人隐私信息的知情权和可操控性,也体现了图书馆对用户隐私权的尊重。

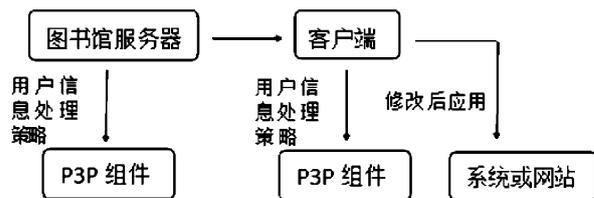


图1 P3P流程图

3.3 加强关联人员安全教育,增强防范意识

隐私信息保护的所有要素中,关联人员的行为

是最重要的,关联人员包括图书馆中直接收集管理用户行为数据的智慧馆员、提供行为数据的用户。针对智慧馆员的教育是长期逐渐渗透的过程,图书馆需加强对馆员安全教育,组织学习和解读相关法律法规和行业规范,提高馆员的思想水平;定期开展多种形式的学术讲座和交流,深化馆员对隐私信息的认知和了解;监督隐私信息操作规范在用户行为数据采集、传输、存储、分析各环节的落实;定期考评智慧馆员对用户的隐私信息保护,考评结果计入馆员诚信档案。除此之外,图书馆还应重视对用户开展信息安全教育,通过网站、宣传栏、公众号加强对相关知识的推送和宣传,使用户重视“隐私权”;公示图书馆在用户隐私信息保护方面制定的政策和操作规范,提高用户对图书馆智慧服务的信任度;开展信息安全素养的宣讲和技能培训,让用户掌握保护隐私信息的基本方法。

4 结语

用户隐私信息保护的要求既是保障用户合法权益,满足用户安全感的需要,也是提升图书馆智慧服

务质量、推动图书馆事业良性发展的必由之路。用户隐私信息得到保护,会以完全信任和放松的姿态体验图书馆智慧服务,其真实的反馈和需求被图书馆抓取,能促进管理者改进服务举措、提升服务质量,图书馆与用户之间就建立了互信、共赢的关系,图书馆智慧服务才能赢得用户和社会的认可,促进图书馆繁荣发展。

参考文献:

- [1] 白美程,阳广元.近五年我国数字图书馆用户隐私保护研究进展[J].图书馆理论与实践,2019(8):79-84.
- [2] 梅振荣,裴丽.智慧图书馆用户行为数据的隐私保护策略[J].中华医学图书情报杂志,2021(4):27-31.
- [3] 赵天昀.数字图书馆个性化信息服务中用户隐私保护研究[J].图书馆理论与实践,2018(2):101-103.
- [4] 王长全,艾雾,姚建文.云计算环境下数字图书馆信息安全策略研究[J].情报杂志,2010(3):184-186.
- [5] 罗力.我国移动互联网用户个人信息安全风险和治理研究[J].图书馆学研究,2016(13):37-41.
- [6] 李慧.智慧服务背景下用户数据挖掘与保护策略研究——以智慧图书馆为例[J].现代信息技术,2021(1):109-112.

Privacy Protection Strategy of User Behavior Data in the Background of Library Intelligent Service

HAN Jie

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

Abstract: Big data technology has been widely used in libraries. The library has been strengthening the mining and analysis of user information, and the risk of user privacy data leakage has increased. This article simulated the information behavior of users in the library's intelligent service, analyzed the ways and reasons of privacy data leakage, and put forward privacy protection strategies for user's behavior data from four aspects: improving laws and regulations, formulating information security specifications of library, applying advanced technology and strengthening the security education of related personnel.

Key words: smart service; user behavior data; privacy information security

夏津黄河故道古桑树群一二三产业融合发展途径探索

张 晶, 唐 艳, 刘 芬

(德州学院 生态与资源环境学院, 山东 德州 253023)

摘 要: 夏津黄河故道古桑树群作为中国十五个全球重要农业文化遗产之一, 不仅需要保护, 还应该让农业文化遗产“活起来”, 将现有资源与现代生产经营管理模式相结合, 实现一二三产业融合发展。本文在系统阐述夏津黄河故道古桑树群农业文化遗产的多功能价值基础上, 分析其一二三次产业现状和各产业发展存在的问题, 探讨产业融合途径, 提出三产融合发展的对策建议。

关键词: 全球重要农业文化遗产; 古桑树群; 三产融合; 夏津

中图分类号: F326.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0041-05

1 引言

山东省德州市“夏津黄河故道古桑树群”为全球重要农业文化遗产(Globally Important Agricultural Heritage Systems, 简称 GIAHS)。GIAHS 是由联合国粮食与农业组织(FAO)联合其他十几家国际组织实施的动态保护项目, 其目的是“建立全球重要农业文化遗产及其有关的景观、生物多样性、知识和文化保护体系”^[1]。项目始于 2002 年, 截止到 2020 年中国共有 15 项入选, 夏津黄河故道古桑树群是山东省唯一的一项。

作为 GIAHS, 夏津黄河故道古桑树群具备以下特征: 第一, 物质基础方面, 古桑树群存在历史长达 1500 多年, 当地农民仍然种植, 桑树群依旧是当地农民生产、生计和发展的物质基础。第二, 生态功能方面, 古桑树群种植生长在夏津县黄河故道沙覆地貌区, 这种沙覆地貌可以追溯到公元前 602 年^[2], 因流经此地的黄河主流和支流泛滥, 河床沉积而成, 由于这种地貌风沙泛滥, 不利粮食、棉花耕种, 当地农民经过长期的探索, 选择根系发达(根系可深达 4 米)、根系网络贮存水分能力强(地下根系可为地上部分树冠投影覆盖地面的 4-8 倍)、生产快速的桑树种植来改善生计(年生长量是当地刺槐和榆树的 5 倍)。实践证明桑树耐贫瘠、盐碱和高温, 保持水土和防护的作用强大, 生态和生产效益显著。因此在当地风沙区形成了以桑治沙、植桑造林的恢复

生态和可持续农业发展模式^[3]。第三, 农业知识技术方面, 历经千年的种植、生产和管理经营, 黄河故道人民在生物、水、土资源综合利用和管理、人地关系协调、农业景观、农业生产和经营等知识和技术方面的积累丰富细致, 本土性强。第四, 文化传承方面, 作为农耕文化历史悠久的华北传统村落, 黄河故道古桑树种植区在社会组织、村落景观、农村文化艺术等方面具有文化传承的价值。第五, 景观方面, 在自然人文长期交互中形成了华北平原区独特的果林景观。

2018 年统计数据显示, 夏津县内古桑树群种植面积约 3340 公顷, 涉及 12 个村庄^[4]。拥有 2 万余株树龄百年以上的古桑, 其中最古老的古桑树树龄已经高达 1000 多年。目前遗留古树仍枝繁叶茂, 形成平原地区极为罕见的规模较大、连片完整的古树群落^[5]。目前所种植桑树为果桑, 夏津因此被誉为“中国北方落叶果树博物馆”和“中国榫果之乡”。

夏津尽管身为全球重要农业文化遗产之一, 在资源和功能优势方面具备独特优势, 但作为传统农区, 单一的桑树种植业处于价值链低端, 生产链条短, 转化能力低, 增值空间小, 对当地农业、农民增产增收和区域发展作用小, 实现保护和可持续发展面临各种压力。

目前国家大力推动农业产业融合工作, 并针对农业文化遗产提出加强发掘和保护工作的要求。2015 年中央一号文件《关于加大改革创新力度加快农业现代化建设的若干意见》提出农村一二三产业

(简称三产)融合发展要求,将三产融合上升到国家政策层面,同年 12 月《关于推进农村一二三产业融合发展的指导意见》明确指出农村“三产”融合是未来乡村振兴的重要产业振兴路径。2016 年国家发展改革委宏观院和农经司课题组明确阐述“农村一二三产业融合发展以农业为基本依托,以新型经营主体为引领,以利益联结为纽带,通过产业链延伸,产业功能拓展和要素集聚,技术渗透及组织制度创新,跨界集约配置资本、技术和资源要素”^[6]。2015 年 7 月《关于加快农业发展方式意见》提出要传承农耕文化,“加强重要农业文化遗产发掘和保护”,2016 年中央一号文件《关于落实发展新理念加快农业现代化实现全面小康目标的若干意见》强调“加强乡村生态环境和文化遗存保护”和“开展农业文化遗产普查与保护”^[7],这些文件为农业三产融合和遗产保护发展提供了方向。

夏津古桑园发展需要探索农业三产融合的方法和模式,充分利用和渗透各种生产要素,将农户、企业和村集体等多种经营主体链入,形成产业化经营体系,探索通过产业融合,将功能价值转变为现实生产优势,将资源与现代生产经营模式相结合、延长价值链增产增收增效的途径,目前已经形成基本融合框架,但各产业的发展和整体经营体系的融通还面临各种问题。本文在实地调研、访谈获取第一手数据基础上,首先阐述身为全球农业文化遗产的夏津黄河故道古桑树群的多种功能,其次分析三次产业发展的现状,揭示各产业发展存在的问题,明确影响其一二三产业发展和融合的主要因素,最后针对现有问题提出疏通、扩展和融合的对策和建议,旨在为打造长价值链、实现一二三产业融合发展,实现古桑树群的保护和乡村振兴提供本底数据和决策依据。

2 三产发展现状

目前黄河故道古桑树群初步形成了集“古桑保护生产、桑产加工、旅游颐养”于一体的生产经营体系,空间布局上一二三产业集聚区基本形成,各产业发展初具规模。

2.1 第一产业发展现状

生产保护方面,夏津县政府及农业主管部门对古桑树进行了资源调查,统一编号,采取对农户发放养护资金补贴,加强对古树的养护和科学管理。在运营机制方面,建立“企业+合作社”的运营机制,依托会盟旅游开发公司,鼓励群众以桑树入股并享受门票分红,将第三产业的利益和农民种养桑树的利

益相结合,提高了农户种植养护桑树的积极性。

夏津县桑树空间布局以黄河故道森林公园为主要种植区,行政单元上有 12 个核心村,外围还有 12 个外延村,多年的养护保障了桑园的生产能力,2017 年椹果产量为 1.4 万吨,其中古树产椹果高达 7500 吨,按照夏津县桑产业种植计划,2020-2022 年桑树种植规模可达 6670 公顷以上^[8]。

2.2 第二产业发展现状

桑树作为药食同源植物,其根、枝、皮、叶和果均可入药,桑葚具有补血、补肾、防癌和抗癌等功效;桑叶则兼具食用和药用功效;桑枝中纤维素及粗蛋白含量高达 57%,可用来培养菌菇^[9]。在加工产业方面,夏津引进了东方紫酒、圣树源等深加工企业,并加大研发力度,与相关高校和科研院所合作进行食品、药品、饮品和保健品的研发,已经开发出椹果、椹果干、椹果酒和椹叶茶等深加工产品,通过拉长加工链条和细化加工环节,不断提高附加值。目前,深加工产品中,椹果年产量为 2 万吨,桑叶为 1000 吨,桑果干 750 吨,桑果酒 1.5 万吨,桑叶茶 50 吨。其它深加工产品约 50 吨,桑产品已成为地方土特产品,通过特产店销售给当地居民和前来观光的游客,并销往省内外大中城市的超市,年销售收入约 2 亿元,桑产业综合开发年产值约 10 亿元^[4,8]。

除了桑果深加工之外,夏津县还积极发展特色品牌和开展各项认证等工作。在品牌培养方面,注册了“夏津椹果”地理标志证明商标(2011 年)、“夏津桑黄”地理标志证明商标(2018 年),荣获山东省知名农产品区域公用品牌(2018 年);在认证工作中,完成“中国椹果之乡”认证(中国经济林协会,2011 年)、“中国重要农业文化遗产”认证(2014 年)、“中国道地药材种植基地(桑叶/桑椹)”认证(中国中药协会中药材种植养殖专业委员会,2014 年),提高了桑产品的声誉和市场竞争能力^[8]。

2.3 第三产业发展现状

第三产业中旅游业为主体。1993 年成立的黄河故道森林公园占地 8533 公顷,经过几十年发展,现在已经是国家 AAAA 级旅游景区。自 2008 年开始在森林公园举办椹果生态文化节,目前“夏津椹果文化节”已经成为旅游品牌,每年 5 月 19 日至 6 月 20 日桑葚成熟期间有大量游客来游黄河故道,采摘椹果,年游客可达 200 多万人次,可为当地创收 16 亿元左右。

夏津黄河故道古桑树群也吸引了相关企业投资入驻,其中德百集团自古桑树群入选全球农业文化遗产后即开始在夏津投资发展德百温泉度假村,旅

游主题包括春天采风踏青、夏秋采摘和冬天温泉,现在的“温泉+”模式不断扩展到“温泉+旅游”“温泉+会议”“温泉+素拓”等形式。其中,德百集团总投资 32 亿元、强化“商、旅、文”融合发展的独特美丽小镇项目,入选全国最美森林小镇和全省乡村旅游示范镇。

在发展文化旅游方面,还有为发挥遗产地的社会教育和服务功能设立的实习基地及桑文化博物馆,但与旅游业相比,其辐射范围有限。

3 三产存在的问题

3.1 第一产业存在的问题

夏津县为农业文化遗产的保护开发实施了各种措施,采取的建立古树档案、挂牌登记、责任到人和发放古树补助等措施,对加强古桑树复壮和病虫害管理起到一定作用。当地企业在发展经济的同时,也在尽力保护古桑树群,但由于处于起步阶段,企业的资金、人才等资源也处于短缺状态,企业在反哺种植业方面的作用、影响力、号召力还很有限。

夏津县桑园的主要经营模式分为四种,分别是家庭农户、大户承包、村集体分户管理+村合作社和公司化集约管理。古桑树群风景区仅半数以上为大户和公司管理(62%),其余将近一半的古树由村集体和农户管理,这些不成规模的古树管理存在投入少,技术落后等问题。新建桑园也仅有 46% 规模比较大,管理模式先进。

总体而言,桑树群的主要具体管理经营者是农户,在自然和经济社会种种因素作用下,黄河故道古桑树逐年减少。留守在当地从事农业劳动的多为老弱妇孺,而留下的年轻人对传统农作缺乏兴趣,缺少传统种植技术的积累,也没有接受现代桑树种植管理的系统培训,种植技术水平低下。同时由于桑树种植区地块分散,面积小,以农户分散管理经营为主,机械化程度低,投工、投资的投入产出效益不高,种植管理桑树的经济效益差。以上种种因素作用下,夏津大多数桑果园处于粗放管理,半栽培状态。有些规模较大的桑树产量虽高,但果树品种没有优势,甚果个头、品质不占优势,难以实现优质优价,销售并不理想。此外,由于桑树树体高大,病虫害防治难度大,容易出现病害,影响生产和加工销售。近年来,虽然开展了对古桑树群的保护措施,但受气候变化和病虫害等的威胁,古桑树群的稳定性遭到破坏,宝贵的桑种资源不断减少。

桑椹为多肉浆果,鲜嫩脆弱,单果上浆成熟时间

短,果实成熟后迅速软化,并且由于成熟后糖分增加,如果采收不及时,极易造成损失。鲜食销售需要小包装,采摘和分装都需要大量劳动力,果实成熟的五月正值华北麦收时期,劳动力相对价高人少。运输环节由于桑果保鲜要求高,不耐长途运输,鲜果销售范围仅限于德州及济南等当地市场,辐射范围小。鲜果市场知名度也不高,如没有订单或当地龙头企业加工消化,农户容易面临卖果难问题,遭受损失,这种不确定性也影响农户的投入和管理积极性。

3.2 第二产业存在的问题

夏津县现有的 20 多家桑企业中,仅有两家外来引进的酒业企业规模较大,其它企业基本属于作坊,其规模化、组织化和产业化程度较低,缺少龙头企业,缺少被广泛认可的主打品牌,产品附加值低,而且企业之间的产品没有形成差异,各自优势和细分市场不明确,从而表现出无序竞争、同质竞争的态势。由于规模体量有限,资金短缺,宣传推广力度不够,产品调研显示,即使当地的消费者也缺乏对桑产品食用价值和功能的认识。桑树的加工产品目前多为桑果干、桑果酒和桑叶茶,主要在土特产品店和部分超市销售,销售年产值 6000 多万元,销售市场集中在山东省,在东北三省及山东相邻省市诸多城市的销售量只占 10% 左右,产品没有进驻电商和大型连锁超市。

3.3 第三产业存在的问题

夏津黄河故道古桑园第三产业有文化节、旅游采摘和特色小镇等旅游活动,但缺少特色,没有挖掘文化遗产的资源优势。GIAHS 的五大基本特征中的本土知识和技术、文化传承等价值还远远没有开发挖掘。目前的旅游模式跟非物质文化遗产的宣传模式严重趋同,缺少独特的吸引力。

目前黄河故道古桑树群的旅游开发主要以果树花期观赏和果期采摘游览为主,在农业生产方式体验、北方农区传统地方饮食文化和北方农业耕作文化等方面挖掘不足,涉及农业文化遗产的活动和宣传覆盖不够,致使文化体验和教育作用未能得到很好体现。农业文化传承、农耕文明载体展示、地方人物历史和北方乡村风土乡俗等没有系统整理,没有体现出山东唯一一个全球农业文化遗产地的特色,缺少品位高的教育文化产品,多样性不足。

4 产业融合发展模式

农村三产融合的核心是通过农业相关产业之间相互渗透交叉,形成新的产业形态和价值增长点,产

业融合的切入点有产品、技术和市场等。其作用是优化农业资源配置,实现农民增收,农业结构升级和农村繁荣^[10]。

目前,夏津黄河故道古桑树群的三产融合处于初步形成阶段,表现为桑产业链有明显延伸和升级,桑种植规模和适度规模经营的数量有所提升,农民就业和增收都有明显提升,黄河故道古桑树核心区的村容村貌、基础设施条件明显改善,旅游等新型业态已经出现并初具规模。但目前夏津黄河故道古桑树群的三产融合在各个环节方面存在各种障碍,还没有实现种植业生产、加工业深化、生态休闲、旅游观光开发、文化传承和教育体验等方面的融通,形成合作共赢的共同体。

目前,夏津黄河故道古桑树群全球文化遗产地在产业融合发展中的主要问题,首先是传统桑树种植的生态系统脆弱,种植业生产规模小,农户参与保护和种植的积极性 and 动力不足,相关扶持政策的针对性不够、带动力薄弱等问题;其次是第二产业不大不强,缺少品牌和带动性,竞争优势不明显,缺少分工协作机制;再次是旅游产业没有特色,对传统农业生产方式、农耕文化、历史地理文化特征等遗产资源挖掘不够;最后是一二三产业之间的融通和利益分享不够清晰顺畅,并且国家和地方层面的政策扶持力度有限,产业发展后劲不足。

因此,基于现实,针对融合发展问题,今后夏津黄河故道古桑群融合发展模式和融合发展途径和方向可从三个方面来实现。

4.1 第一产业+第二产业(种植业+加工业)

具体而言,是指桑产品加工业与种植业的融合,桑产品的品质是加工产品的质量保障,优质的生产管理获得优价采购,而优价采购可以提高种植业的利益和农民的积极性,二者相互依存,利益共享和风险共担的关系应该在利益分配上有明确的体现,这需要市场和政府共同作用,比如价格方面,政府制定明确的产品标准和价格指导,对种植和加工业的长远发展意义重大,也利于区域资源优势转化为生产优势,进一步巩固为区域竞争优势。

4.2 第一产业+第三产业(种植业+旅游业/商业)

具体而言,有两大发展方向。首先是第三产业中的旅游业和商业向桑种植业渗透,旅游业需要充分挖掘农业资源、农业景观和生产活动的旅游价值,开发文旅结合的农业旅游,除现有的采摘、观光之外,还可以举办各类会展活动,如在现有古桑资源开发基础上,开办涉农论坛、博览会等会展活动,扩大知名度,提高旅游业发展水平和效益。其次是商业

向种植业的渗透,利用互联网,开展电商平台,利用好自媒体,进行产品的宣传和销售。

此外,目前较为欠缺的是科技和文化服务业对种植业的渗入,与农业、区域经济、旅游文化等领域能提供专业的高端服务的科研院所的联系不够紧密,顶层设计和指导不够,升级提高受到局限,尚未充分发挥特色文化遗产优势。

4.3 第二产业+第三产业(加工业+服务业)

夏津桑加工业与服务业融合的方式主要是加工业与第三产业中的旅游业、商业和文化产业融合。目前这种融合方式较为欠缺,还没有形成工业旅游业,除桑产品外也没有特有的旅游产品加工业。食宿行游娱购中的“购”空间和潜力尚待开发,桑产品工业生产过程、加工业工厂风貌和加工业产品展示等旅游活动还有待发展。

5 对策建议

全球重要农业文化遗产的一二三产业融合发展与其它农业区的三产融合有所差异,要综合考虑生态保护、绿色发展、文化传承和乡村振兴等的衔接与融合^[11-15],并且要跳出当地的小尺度,宏观考虑地域分工作用,知己知彼,系统开发,建立通畅的组织形式和运行机制,将一二三产业有机结合起来,协同发展。因此,需要顶层设计及合理运筹。

目前,夏津县古桑规划、保护规划和相关政策的生产导向较为明确,主要表现为在生产层面的生产和加工环节的扶持和投入以及加工业和旅游业的招商引资等工作都启动较早,重视增加产品供给,成果也比较明显;但消费引导方面有针对性的规划和投入尚待加强,虽有品牌建设相关的政策和文件,但其市场引导作用还没有很好地凸显,公共服务平台尚未建成,基础设施建设也有不足之处,鲜果所需的仓储和冷链物流设施不能满足需求,农村建设相关信息网络成本较高,电商平台尚未建成,这些表明夏津在按照市场需求引导产业融合发展方面重视不够。如服务业中亟需发展的新兴业态电子商务、乡村旅游和休闲农业等涉及管理部门高达十几个,包括旅游、商务、农业、财政、土地、工商、科技和质检,这对经营主体,尤其是农户来讲,形成种种障碍,这需要政府对管理和服务的重大问题提出改革体制和提高效率的具体方法。

农业三产融合除政府和农业部门参与外,还需要相关部门如生态、文化、旅游和住建等多部门共同协作,制定战略措施,明确产业发展方向和策略,在

“桑产品生产、加工”和“发展旅游”两个中心环节基础上,延伸新产业类型,细化环节,融通产业相接环节,并通过互联网和物联网与外部市场有效联结,充分实现全球农业文化遗产的生产、生态、社会和文化等多种功能的价值。

参考文献:

- [1] 杨伦,马楠,王国萍,等. 农业文化遗产中的传统知识:内涵与基本类型[J]. 自然与文化遗产研究,2019,4(11):48-52.
- [2] 杨伦,王国萍,闵庆文. 从理论到实践:我国重要农业文化遗产保护的主要模式与典型经验[J]. 自然与文化遗产,2020,5(60):10-18.
- [3] 孙雪萍,刘某承,王斌. 山东夏津黄河故道古桑树群生态系统服务功能分析[J]. 世界农业 2015(11):107-113+256.
- [4] 谷凤杰. 夏津县桑产业发展现状与建议[J]. 中国果菜,2021,41(2):52-55.
- [5] 陈列,王斌,刘某承. 山东夏津黄河故道古桑树群的演变及其现实意义[J]. 南京林业大学学报(人文社会科学版),2016,16(2):76-83.
- [6] 国家发展改革委宏观院和农经司课题组. 推进我国农村一二三产业融合发展问题研究[J]. 经济研究参考,2016,4:3-28.
- [7] 张灿强,沈贵银. 农业文化遗产的多功能价值及其产业融合发展途径探讨[J]. 中国农业大学学报(社会科学版),2016(2):127-135.
- [8] 侯洁如. 实现遗产价值与农民收益有机结合:专访山东省夏津县委书记才玉璞[J]. 中国投资(中英文),2019(11):72-74.
- [9] 丁美雯,申洁梅,姜鹏举,等. 扶贫背景下发展果桑产业的探讨—以河南省汝州市焦村镇新村为例[J]. 中国果树,2020(4):88-91+95.
- [10] 张永勋,闵庆文. 农业文化遗产地一二三产业融合模式探索[J]. 自然与文化遗产研究,2019,4(11):61-65.
- [11] 闵庆文. 重要农业文化遗产及其保护研究的优先领域,问题与对策[J]. 中国生态农业学报(中英文),2020,28(9):1285-1293.
- [12] 闵庆文,孙业红. 农业文化遗产的概念,特点与保护要求[J]. 资源科学,2009,31(6):914-918.
- [13] 杨伦,闵庆文,刘某承,等. 韩国农业文化遗产的保护与发展经验[J]. 世界农业,2017(2):4-8,218.
- [14] 孙业红,闵庆文,成升魁,等. 农业文化遗产的旅游资源特征研究[J]. 旅游学刊,2010,25(10):57-62.
- [15] 苏莹莹,孙业红,闵庆文,等. 中国农业文化遗产地村落旅游经营模式探析[J]. 中国农业资源与区划,2019,40(5):195-201.

The Way of Integration and Development of the Three Industries in the Ancient Mulberry Tree Cluster in Xiajin

ZHANG Jing, TANG Yan, LIU Fen

(College of Ecology Resources and Environment, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: The ancient mulberry tree cluster along the ancient path of the Yellow River in Xiajin are among the 15 globally important agricultural heritage systems in China. We should not only protect it, but also let the agricultural cultural heritage “Live”, combine the existing resources with the modern production and management mode, and realize the integrated development of the primary, secondary and tertiary industries. Based on the systematic exposition of the multifunctional value of the ancient mulberry tree cluster in Xiajin, this paper analyzed the current situation of its three industries about the ancient mulberry tree cluster and the problems existing in the development of each industry, explored the ways of integration of the three industries, and put forward countermeasures and suggestions for the development of integration of the three industries.

Key words: globally important agricultural heritage systems; ancient mulberry tree cluster; integration of the three industries; Xiajin

聊城市茌平区园林绿化树种调查与分析

李冬雪^{1,2}, 刘丽云², 刘丽霞^{2,*}

(1. 聊城大学 农学与农业工程学院, 山东 聊城 252000; 2. 德州学院 生态与资源环境学院, 山东 德州 253023)

摘要: 随着城市建设的日益发展, 城市园林建设尤显重要。城市绿化中树种的选择对于改善城市生态系统和建立景观特色具有举足轻重的作用。本文通过对聊城市茌平区主要道路和公园的园林绿化树种应用情况进行实地调查和资料查阅, 对主要绿化树种及其生活型、生长状况和特色等进行统计和分析, 并提出合理的优化建议。

关键词: 茌平区; 园林绿化树种; 调查分析

中图分类号: S731.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0046-05

植物是园林中最有生命力的元素, 有自己的生命周期和年周期, 定制园林植物景观是现代园艺的重要组成部分, 不仅包括人工植物的设计和植物群落景观的营造, 还包括对周边自然植物景观的保护和利用^[1]。城市园林是城市主体和城市文化的重要组成部分, 是衡量城市素质、生存质量的标准, 是城市环境可持续发展、改善居住品质的重要标志, 对于构建城市生态系统尤为重要^[2]。随着经济社会的发展和城市建设水平的提高, 人们对城市生态环境质量的要求越来越高。风景园林是建设城市生态文明的一个非常重要和不可缺少的工具。良好的城市绿化体系是提高城市居民生活质量的重要支撑, 好的城市绿化可以美化城市、保护环境, 促进人与自然和谐相处, 同时, 城市绿化也在改善气候、调节温度、净化空气, 保护了人们的健康^[3]。因此, 要建立一个稳定、可持续、具有美化效果的景观生态系统, 绿化树种的选择尤为重要。绿化树种的选择必须根据土壤性质、气候性质、树种性质及其功能进行科学规划布置, 充分利用其生态功能、景观设计、社会效益等特点, 满足人们对城市景观的需求, 为城市增添生机与活力^[4]。

城市绿地主要有公园绿地、附属绿地、防护绿地、产品绿地等, 不同类型的绿地园林树木配置的方法不同^[5]。园林植物规划选材的质量与城市景观建

设的效果和质量息息相关。植物是景观构图的主要元素, 城市绿化面貌的变化主要体现在多样化的园林植物和周围环境中。在园林设计中, 园林树种的选择首先要遵循因地制宜、适地适树的原则, 既要以人为本, 又要满足绿化、植物、建筑和水土的要求^[6]。城市的植物景观是城市精神风貌的体现, 它既能反映城市的精神文明, 也能反映城市的政治、经济和文化发展的总体水平。自古以来, 人们就非常重视道路的绿化, 特别是在比较发达的地区和城市。在殷周秦汉时期, 就已经有“绿化工程”相关文献记载, 那时候开始种植桑、柏、栗等树木; 秦朝法律文献《田律》也有关于自然环境保护、春季禁止伐木的记载; 从《清明上河图》中可以清楚看到北宋汴京城市规划及绿化情况; 隋炀帝建西苑, 园东与皇城相连, 两侧长松杨柳, 京都长安以槐、榆为主等^[7-8]。现代道路绿化树种优先选用树干直、树冠大、枝叶密、根土固结强、生长旺盛、抗风能力强的树种, 主要绿化树种除了欧美比较流行的欧洲红豆杉、桦树、榆树、椴树和七叶树等, 各地乡土树种也在很多城市道路绿化中独领风骚, 如银杏、白蜡等^[9]。园林绿化中一般选用具有良好景观效应的乡土植物, 因为乡土植物在适地适树、经济适用等方面具有先天优势, 同时乡土植物还具有丰富的本地文化底蕴。

总之, 如何通过种植花草树木, 营造舒适而富有

收稿日期: 2022-11-10

基金项目: 企事业单位委托课题 (HXKT2022184); 作物生物学国家重点实验室开放课题 (2022KF06)。

作者简介: 李冬雪(1999-), 山东聊城人, 硕士研究生; * **通讯作者:** 刘丽霞(1978-), 山东菏泽人, 博士, 副教授, 主要研究方向为植物学。

变化的生态环境,最大化发挥城市绿化的作用,是今天城市园林绿化的重点目标。聊城市茌平区的园林绿化树种目前还没有系统的调研和统计,本文通过实地调查聊城市茌平区园林绿化树种应用情况,对主要道路及园林绿化树种的树木应用特点以及搭配特色进行统计分析,并对茌平区的园林树种选择及搭配提出建议,以期为该地区的园林绿化以及城市建设规划提供依据。

1 茌平区自然环境的基本概况

1.1 茌平区的地理位置

茌平区,位于山东省西部,聊城市东部,介于东经 115°54'-116°24'、北纬 36°22'-36°45'之间。东临德州市齐河县,南连东阿县,西靠东昌府区、临清市,北与高唐县接壤。南北长 43.5 km,东西宽 46.3 km,总面积 1003.4 km²。

1.2 茌平区地形地貌

茌平区为黄河冲积平原,地势较平缓,地面倾斜,方向基本随河流流向自西南向东北微倾,高处标高 35.0 m,低处标高 26.5 m,平均坡降 1/15000。由于黄河冲积,形成岗、坡、洼相间的微地貌形态。主要地貌类型有:缓平坡地、河滩高地、浅平洼地、决口扇型地。

1.3 茌平区气候条件

茌平区处于暖温带季风气候区,属于半干旱半湿润大陆性气候。光照充足,温度适宜,四季分明,春季南风大,降水稀少,空气干燥;夏季温度高,雨量大,雨热同步;秋季温和凉爽,降水减少;冬季寒冷干燥,雨雪稀少,常有寒流侵袭。这种气候属性和水文气象特征形成了“春旱多风,夏热多雨,秋爽多旱,冬季干寒”的气候特点。

1.4 茌平区河流概况

茌平区属海河流域,境内有徒骇河、马颊河、茌中河、冯氏河、西新河等 11 条骨干河道,总长度 216.8 km,均为季节性河流^[10-11]。徒骇河、马颊河为海河水系,其余均属支流。全水系主要承担上游及境内径流排水,年径流量 4 亿 m³^[11]。

2 茌平区园林绿化树种的基本情况

茌平境内有木本植物(温室植物和盆栽花卉除外)共计 43 个科 84 个属 157 个种,其中有裸子植物 4 科 8 属 13 种,被子植物 44 科 76 属 144 种^[7]。

2.1 茌平区园林绿化的主要树种

主要树种是指在该区域内生长旺盛、生命力强及应用频度较高的树种。在茌平区境内固有树种有:杨树(*Populus* L.)、柳树(*Salix babylonica* L.)、刺槐(*Robinia pseudoacacia* L.)、国槐(*Styphnolobium japonicum* (L.) Schott.)、榆树(*Ulmus pumila* L.)、泡桐(*Paulownia fortunei*.)、臭椿(*Ailanthus altissima*.)、香椿(*Toona sinensis* (A. Juss.) Roem.)、枣(*Ziziphus jujuba* Mill.)、苹果(*Malus pumila* Mill.)、桃(*Amygdalus persica* L.)、杏(*Armeniaca vulgaris* Lam.)、葡萄(*Vitis vinifera* L.)、梨(*Pyrus* spp.)、石榴(*Punica granatum* L.)、山楂(*Crataegus pinnatifida* Bunge.)、柿子(*Diospyros kaki* Thunb.)等一些树种。

引进树种:早年和近年引进的城乡绿化树种,如:栾树(*Koelreuteria paniculata*.)、楸树(*Catalpa bungei* C. A. Mey.)、梓树(*Catalpa ovata* G. Don.)、乌桕(*Sapium sebiferum* (L.) Roxb.)、朴树(*Celtis sinensis* Pers.)、火棘(*Pyracantha fortuneana* (Maxim.) Li.)、龙柏(*Sabina chinensis* (L.) Ant. cv. *Kaizuka*.)等,并存有怪柳(*Tamarix chinensis* Lour.)、柘树(*Cudrania tricuspidata* (Carr.) Bur. ex Lavalle.)等。

2.2 茌平区园林树木应用情况统计

1) 园林绿化树种类比例

茌平区的园林绿化树种大多数以被子植物为主,像白蜡(*Fraxinus chinensis* Roxb.)、悬铃木(*Platanus acerifolia*)、女贞(*Ligustrum lucidum* Ait.)等作为行道树在茌平区内大量应用。在一些公园、广场等绿化树种中,海棠(*Malus spectabilis*)、樱花(*Prunus* subg. *Cerasus* sp.)、木槿(*Hibiscus syriacus* L.)、紫叶李(*Prunus cerasifera* f. *atropurpurea*)、凌霄(*Campsis grandiflora* (Thunb.) Schum.)、紫荆(*Cercis chinensis* Bunge)等应用较多。通过对茌平区植物种类进行调查分析,发现在平区的被子植物应用占绝大多数,达 91.72%。在被子植物中,双子叶植物占绝大多数,达 89.81%(见表 1)。

表 1 茌平区园林绿化树种比例情况

类别	科	属	种	种比例
裸子植物	4	8	13	8.28%
被子植物	44	76	144	91.72%
双子叶植物	41	73	141	89.81%
单子叶植物	3	3	3	1.91%
合计	48	84	157	100%

2)主要道路园林绿化植物生活型及其生长状况
通过调查发现茌平区的主要道路园林绿化植物的生活型结构大多以“落叶乔木+常绿灌木+草地”的形式进行规划设计,在结构层次上相对来说较好。

在植物层次搭配上多采用“落叶乔木+常绿灌木+多年生地被+草地”相结合,利用不同植物共生关系、观赏特性及观赏时序进行群落组合,以提高绿地的生态及绿化效果(见表 2)。

表 2 茌平区主要道路园林绿化植物生活型及其生长状况

序号	道路区域	生活型结构	观赏特性	生长情况	观赏时序
1	中心街	乔、灌、草	观叶、观花、观果	良好	春夏秋
2	汇鑫路	乔、灌、草	观叶、观花	良好	春夏秋
3	迎宾路	乔、灌、草	观叶、观花、观果、观形	良好	春夏秋冬
4	枣乡街	乔、灌、草	观叶、观花、观果	良好	春夏
5	民生路	乔、灌、草	观叶、观形	良好	春夏秋冬
6	东外环路	乔、灌	观叶、观果	一般	春夏
7	文化路	乔、灌	观叶、观形	一般	春夏秋
8	文昌街	乔、灌、草	观叶、观花、观果、观形	良好	春夏秋
9	振兴东路	乔、灌	观叶、观形	良好	春夏秋
10	顺河街	乔、灌	观叶	一般	夏秋
11	朝阳街	乔、灌、草	观叶、观花、观果	良好	春夏秋冬

3)主要道路园林绿化树种及生长状况
茌平区主要道路园林绿化树种以适应能力强、生长速度快为优选树种,考虑了道路的视线情况、绿化效果等,但在一些道路绿化配置上也只是在人行道上布置单排树盘式行道树,植物群落结构过于简

单,林下缺乏灌木、花卉及地被植物的多层次搭配,景观效果差。新建道路行道树速生树种多,慢生树种少,配置形式单调,色彩单一,生态效益及观赏功能较低(见表 3)。

表 3 茌平区主要道路园林绿化树种及生长状况

序号	道路区域	主要树种	数量*	生长情况	对环境的作用
1	中心街	女贞	262	长势强、生长快、效果好	女贞:耐寒性好,耐水湿,对大气污染的抗性较强,对二氧化硫、氯气、氟化氢及铅蒸气均有较强抗性,也能忍受较高的粉尘、烟尘污染。
		法桐	354		
2	汇鑫路	法桐	228	长势中等、效果好	法桐:生长迅速,叶大荫浓,树姿优美,净化空气,抗逆性强,不择土壤,萌芽力强,很耐重剪,抗烟尘。
		白蜡	159		
3	迎宾路	女贞	335	长势中等、生长快	白蜡:喜光,稍耐荫,耐寒,喜湿耐涝,耐干旱。抗烟尘,对二氧化硫、氯气、氟化氢有较强抗性。
		法桐	347		
4	枣乡街	法桐	347	长势强、生长快、效果好	毛白杨:喜光,对土壤要求不严,在酸性和碱性土上均能生长。
		法桐	243		
5	民生路	法桐	243	长势中等、生长快	国槐:耐寒,喜阳光,稍耐阴,不耐阴湿而抗旱,在低洼积水处生长不良,较耐瘠薄,耐石灰及轻度盐碱地,抗污染,对 Cl ₂ 、HF、SO ₂ 的抗性均强,具有杀菌作用。
		毛白杨	232		
6	东外环路	白蜡	257	长势中等	
		白蜡	156		
7	文化路	白蜡	156	长势强、效果好	
		国槐	184		
8	文昌街	女贞	124	长势中等	
		法桐	171		
9	振兴东路	法桐	171	长势强、生长快、效果好	
		白蜡	168		
10	顺河街	法桐	106	长势强、生长快、效果好	
		国槐	114		
11	朝阳街	白蜡	259	长势强、生长快	

数量*:误差±3

4)主要公园园林树种及其生长状况
近年来,茌平区立足“绿色城市”发展定位,不断

扩大“绿肺”工程的容量和质量。按照“300 米见绿,500 米见园”的规划要求,大力提升城市绿化水平。

通过调查茌平区主要公园园林树种的种植情况以及生长状况,发现茌平区的园林绿化树种的种植多采

用适地适树、因地制宜原则,每个公园内都有自己的主要树种,并形成了特有的景观特色(表4)。

表4 茌平区主要公园园林树种及其生长状况

序号	公园名称	主要树种	数量*	观赏特性	生长情况	观赏时序
1	天鹅湖	日本樱花、金银木	68	观花	良好	春季、夏季
2	金牛湖风景区	海棠、紫叶李	85	观叶、观花、观果	良好	春季、夏季
3	人民广场	国槐、栾树	57	观花、观果	良好	夏季、秋季

数量*:误差±3

2.3 茌平区园林树木应用现状与存在问题

从调查结果来看,茌平区的主要道路园林绿化树种的增长状况是处于良好状态,对于园林树木的养护,总体还是比较合理的,形成了初步的点、线、面持续发力的绿化网,但也存在着一些问题。

1)在行道树方面,茌平区的行道树大多以同类树种种植为主,形成了集中种植的现象。例如在中心街以法桐为主,在迎宾路大多以女贞为主,形成了“一路一景”的特点,这样的优势便于集中管理和养护。

2)在城镇的主要道路上,绿化树木单一且大块种植,乔木主要是女贞、法桐、槐树等,灌木主要有大叶黄杨、日本小檗、红叶石楠等。例如,在茌平区的迎宾大道这一条主路上,引种的乔木主要是女贞和侧柏,虽然做到了四季有绿,但在夏末、秋后,没有应季花卉的点缀,让这条路看起来尤为单调,缺乏色彩搭配^[5]。

3)在主要的公园里,如金牛湖、天鹅湖等,绿化树木品种多样,色彩斑斓,但大多数的植物也是大块种植在某一固定的景点,植物过于单一,在较偏僻的景点,植物由于管理不当,长势良莠不齐。

4)在绿化树种中,落叶树木偏多,景观季相变化不明显;花卉种类偏少,做不到“三季有花,四季有绿”。

3 关于茌平区的园林绿化树种改善提升建议

综合分析评价茌平区的城市园林树种应用情况,针对茌平区城市园林树种规划存在的问题,提出以下提升建议:

1)植物景观设计应进一步科学化。更加注重形式与生态完美结合,充分发挥社会效益和生态效益,使园林植物的生态作用发挥到最大化。

2)茌平区树种多为本区固定的树种,没有突出本地的乡土树种。在树种选择方面,建议增加乡土

树种,充分彰显本城的特色,展示本城的文化底蕴。

3)增加彩叶树木及观花植物的种植比例,合理地利用各种植物花期的不同,形成多姿多彩的园林景观。

4)合理利用城市“微”“小”土地资源,丰富园林景观层次,使乔木、灌木、草本植物合理共生,形成一个稳定可持续发展的园林环境。

4 结论

本文通过实地调查,综合分析茌平区园林绿化树种的优势与不足,并对园林绿化树种的应用提出提升建议,为构建“和谐宜居”的城市绿化环境,全力打造属于茌平区独有的绿化种植景观提供依据。

参考文献:

- [1] 张京宇. 现代园林植物景观设计探析[J]. 南方农机, 2017, 48(4): 174.
- [2] 杨瑞华, 罗云龙. 城市园林与城市文化建设之关系[J]. 硅谷, 2009(11): 193.
- [3] 牟阳静. 浅谈我国城市生态园林的绿化建设[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2015(17): 3756.
- [4] 郭涛涛. 孝义市园林绿化树种结构调查分析[D]. 晋中: 山西农业大学, 2018.
- [5] 徐琪. 丽水市区园林绿化树种调查与分析[J]. 湖南农机, 2014, 41(2): 133-134.
- [6] 袁辰梅. 阜阳城市绿地植物调查与树种规划[D]. 南京: 南京农业大学, 2013.
- [7] 赵兴华. 我国古代城市绿化[J]. 城乡建设, 1994(8): 40.
- [8] 马军山, 张万荣, 宋钰红. 中国古代城市绿化概况及手法初探[J]. 林业资源管理, 2002(3): 54-56.
- [9] 臧德奎. 园林植物造景[M]. 北京: 中国林业出版社, 2013: 194-211.
- [10] 王刚, 李博, 邢艳霞. 茌平县水土流失防治对策[J]. 山东水利, 2010(10): 32+34.
- [11] 李栋. 关于茌平水利发展情况的调查报告[J]. 广东蚕业, 2016, 50(3): 51-52.

Investigation and Analysis of Landscaping Tree Species in Chiping District, Liaocheng City

LI Dong-xue^{1,2}, LIU Li-yun², LIU Li-xia^{2, *}

- (1. School of Agricultural Science and Engineering, Liaocheng University, Liaocheng Shandong, 252000;
2. School of Ecology, Resources and Environment, Dezhou University, Dezhou Shandong, 253023, China)

Abstract: With the vigorous development of urban construction, urban landscaping is particularly important. Selection and allocation of tree species in urban landscaping plays an important role in improving the establishment of urban ecosystem and landscape characteristics. Based on the field investigation and data review of the application of greening trees in the main roads and parks in Chiping District, Liaocheng City, this paper makes statistics and analysis of the main greening trees, life forms, growth conditions and characteristics, and puts forward reasonable suggestions.

Key words: chiping district; landscaping tree species; investigation and analysis.

(上接第 35 页)

Algorithm for Stagnant Water Detection Based on Transfer Learning

ZHAO Li-li, CHAO Xin

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

Abstract: The aging of urban drainage system and the accumulation of garbage on the road will cause road stagnant water. Once the city enters the rainy season, road stagnant water will affect travel of citizens and even cause serious traffic accidents. Real-time detection of road stagnant water with artificial intelligence technology can reduce the occurrence of accidents effectively, which is also a crucial step in the construction of intelligent cities. Therefore, this paper proposes a algorithm for stagnant water detection based on transfer learning, which combines transfer learning with computer vision algorithm to achieve classification of water image and water video. Through multiple comparative experiments, the results show that the F1-score of EfficientNet-B0 on the two datasets are 0.95 and 0.98 respectively, which can effectively detect waterlogged pavements.

Key words: road stagnant water detection; transfer learning; computer visio; image classification

淮河生态经济带农业绿色发展水平测度及障碍因子分析

——以安徽省阜阳市为例

孙晓宇¹, 郇红艳²

(1. 安徽财经大学 经济学院, 安徽 蚌埠 233030; 2. 阜阳师范大学 经济学院, 安徽 阜阳 236037)

摘要: 推进农业绿色生产是实现乡村振兴战略的必由之路。从资源、生态、产出高效和乡村居民生活水平四个维度 11 个指标构建阜阳市农业绿色发展评价体系, 运用熵值法和障碍度模型综合分析农业绿色发展水平和障碍因素。结果显示: 阜阳市整体农业绿色发展水平逐年提升; 从子系统来看, 产出高效、资源友好和乡村居民生活水平整体呈稳定上升趋势; 生态友好水平则是呈稳步下降, 接着缓慢上升趋势; 从障碍因子看, 产出高效和生态友好水平是影响阜阳市农业绿色发展的主要因素。为进一步提高阜阳市农业绿色水平, 提出加速完善农业基础设施建设、生态保护与农业发展齐头并进以及打造农业绿色品牌产品等建议。

关键词: 淮河生态经济带; 农业绿色发展; 熵值法; 障碍度; 阜阳市

中图分类号: F323 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0051-06

1 引言

农业, 是一切生产生活的产业基础。建国以来, 中国农业经历了从传统到现代化的转变, 粮食产量从 1949 年的 11318.4 万吨提高到 2021 年的 68284.75 万吨, 增长了 503%。从 2014 年开始, 粮食生产总量连续 7 年年产稳定在 1.3 万亿公斤以上。淮河是我国第三大河流, 淮河流域是我国重要的粮食产区。然而资源粗放的投入方式, 尤其是化肥、农药、薄膜等化学投入品大量使用, 使淮河流域的农业发展受到环境和资源的双重约束, 影响了当地农业绿色发展。2018 年 10 月, 《淮河生态经济带发展规划》的正式批复为淮河流域农业绿色发展带来了新机遇, 要求农业发展应转向绿色发展驱动农业高质量发展, 使高产量、高品质的中国农业成为常态, 这也引发了学者们对淮河生态经济带农业绿色发展的思考。

淮河生态经济带规划总面积为 24.3 万平方千

米, 包括江苏、山东、安徽、河南和湖北五个省份。安徽境内途径蚌埠市、淮南市、阜阳市、六安市、亳州市、宿州市、淮北市、滁州市, 其中阜阳市位于中国九大商品粮基地之一的江淮地区, 农业资源丰富, 是安徽省人口最多、农业规模最大的地级市。但阜阳市农业绿色发展过程中存在农业基础设施建设老化, 有效灌溉面积增加速度缓慢, 农业生产方式因农村居民的整体文化水平不高, 对绿色发展的理念没有深入了解, 一味地依赖化肥、农药来增产增值以及农业废弃物利用度低等问题。如何改善这一现象, 提高阜阳市农业绿色发展水平成为学者们重点关注的问题。

国内外学者对农业绿色发展的研究已经有大量丰富的成果, 主要集中在农业绿色发展内涵、概念、评价体系和影响因素等。尹昌斌^[1]和孙炜琳^[2]等认为农业绿色是利用高新农业技术使农业资源、生态系统和生产生活方式等绿色化, 形成现代化的农业生产、流通和营销体系, 来保证农产品的质量安全, 其目标是社会、经济、生态环境的可持续发展。魏琦

收稿日期: 2022-10-23

基金项目: 安徽省哲学社会科学规划项目“淮河生态经济带耕地资源利用效率的时空演进及环境协调性研究”(AHS-KY2020D55); 安徽省教育厅人文社会科学研究重点项目“‘双碳’目标背景下安徽省农村绿色金融体系研究”(2022AH051310); 安徽财经大学研究生科研创新基金项目“以县城为重要载体城镇化的共同富裕效应研究”(ACYC2022421)。

作者简介: 孙晓宇(1998-), 女, 安徽固镇人, 硕士研究生, 研究方向: 城乡融合和区域经济研究。

郇红艳(1978-), 女, 江苏连云港人, 教授, 博士, 研究方向: 城乡融合发展。

等^[3]和郭迷^[4]从经济、环境、生态、农产品质量等维度,构建系统化评价体系,对中国和各省份农业绿色发展水平进行测算。李魁明^[5]和余永琦^[6]分别通过地理探测器和障碍度模型探究黄河流域和江西省农业绿色发展水平差异的影响因素。更有学者从农业补贴^[7]、农业产业集聚^[8]和数字化水平^[9]等方面对农业绿色发展水平的影响进行研究。现有的文献多是研究省域或全国,对于地级市的研究较为薄弱。鉴于此,本文采用熵值法从资源友好水平、生态友好水平、产出高效水平、乡村居民生活水平四个维度,分析 2005-2020 年阜阳市农业绿色发展水平,借助障碍度模型进行障碍因子分析,并提出相应的建议。

2 研究区域、方法和数据来源

2.1 研究区域

本文以阜阳市为研究区域(图 1)。阜阳市,位于安徽省西北部,被誉为“百亿江淮粮仓”。全市现有 4 个全国产粮大县(临泉县、太和县、阜南县和颍上县)和 2 个安徽省水产大县(颍上县和太和县)。全市总面积 1.01 万平方千米,截至 2021 年末,常住人口为 817.1 万人;城镇化率达到 42.74%,农村居民可支配收入为 15874 元。阜阳市农业发展水平较高,2021 年粮食作物种植面积为 972.83 千公顷,粮食产量 529.85 万吨。

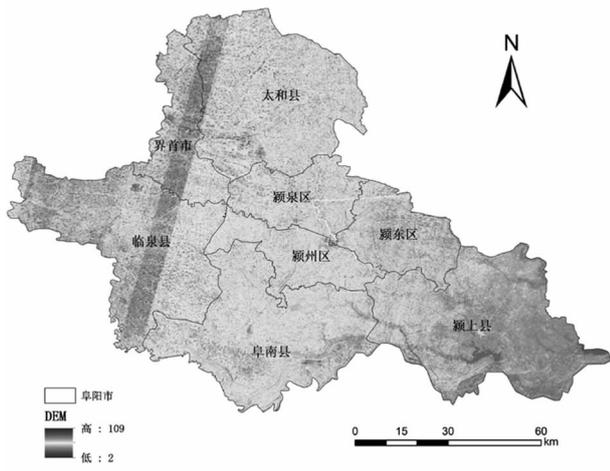


图 1 研究区位

2.2 数据来源

在充分保证数据来源真实有效的情况下,全部数据来自于 2005-2021 年《安徽省统计年鉴》《阜阳市统计年鉴》《阜阳市国民经济和社会发展统计公报》以及阜阳市市长信箱。

2.3 研究方法

1) 熵值法

为避免主观赋值对评价结果的影响,本文采用熵值法对阜阳市农业绿色发展评价体系中的各指标进行赋值。本次研究确定了 4 个一级指标和 11 个二级指标,对阜阳市 2005-2020 年的数据进行分析。

①建立矩阵。假设有 n 个年份, m 个指标, X_{ij} 代表第 i 年第 j 个指标,则原始评价矩阵 X 为

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{i1} & \cdots & X_{ij} \end{bmatrix} \quad (1)$$

②指标标准化。为消除不同指标对评价的影响,对指标采用无量纲的处理方法,其计算公式为针对正向指标

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(x_j)}{\max(X_j) - \min(X_j)} \quad (i = 1, 2 \dots 16, j = 1, 2 \dots 11) \quad (2)$$

针对负向指标

$$X'_{ij} = \frac{\max(X_j) - X_{ij}}{\max(X_j) - \min(X_j)} \quad (i = 1, 2 \dots 16, j = 1, 2 \dots 11) \quad (3)$$

$$\text{矩阵平移} \quad X_{ij} = X'_{ij} + 0.001 \quad (4)$$

③确定各指标的熵值

首先,确定各个指标的 P 值

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}} \quad (5)$$

其次,确定各个指标的熵值

$$e_j = - \frac{1}{\ln(n)} \sum_{i=1}^n P_{ij} \cdot \ln P_{ij} \quad (6)$$

④差异性系数计算

$$G_j = 1 - e_j \quad (7)$$

⑤确定各指标的权重 W_j

$$W_j = \frac{G_j}{\sum_{i=1}^n G_j} \quad (j = 1, 2 \dots 13) \quad (8)$$

⑥计算阜阳市各年份农业绿色发展水平分值

$$H_j = \sum_{j=1}^n (W_j \times X'_{ij}) \quad (9)$$

2)障碍度模型

本文引入障碍度模型来探究阜阳市农业绿色发展过程中的障碍因子。计算公式为

$$P_{ij} = \frac{Y'_{ij} \times W_j}{\sum_{j=1}^n (Y'_{ij} \times W_j)} \times 100\% \quad (10)$$

其中 Y'_{ij} 为指标偏离度, $Y'_{ij} = 1 - X'_{ij}$, X'_{ij} 为标准化的指标值, W_j 为各指标的权重。

2.4 指标体系构建

表 1 阜阳市农业绿色发展评价体系

一级指标	二级指标	计量单位	指标含义	方向	权重
资源友好水平 (0.15)	单位农业产值机械能耗 X_1	万元/千瓦	农林牧渔业总产值/农业机械总动力	负向	0.06
	农业劳动力生产率 X_2	万元/人	农林牧渔业总产值/农林牧渔从业人员	正向	0.09
	有效灌溉系数 X_3	%	(有效灌溉面积/耕地面积)×100%	正向	0.15
生态友好水平 (0.42)	农药使用强度 X_4	t/km ²	农药使用量/耕地面积	负向	0.10
	薄膜使用强度 X_5	t/km ²	薄膜使用量/耕地面积	负向	0.09
	化肥使用强度 X_6	t/km ²	化肥使用量/耕地面积	负向	0.08
产出高效水平 (0.22)	粮食单产 X_7	t/hm ²	粮食产量/粮食作物播种面积	正向	0.05
	单位播种面积农业总产值 X_8	万元/千公顷	农业总产值/农作物总播种面积	正向	0.08
	农林牧渔总产值 X_9	万元	统计数据	正向	0.09
乡村居民生活水平 (0.21)	农村居民可支配收入 X_{10}	元/人	统计数据	正向	0.13
	城镇化率 X_{11}	%	统计数据	正向	0.08

3 评价结果分析

3.1 总体综合指数评价

基于阜阳市农业绿色发展水平测度结果(见表 2),2005 年以来阜阳市农业绿色发展水平已经取得了不错的成效,农业绿色发展指数从 2005 年的 0.273 增长到 2020 年的 0.824。根据 16 年的发展过程来看,大致可以分为两个阶段:第一阶段是 2005-2014 年,这一阶段农业绿色发展指数平稳起伏,波动不大;第二阶段是 2015-2020 年,农业绿色发展水平处于稳步上升阶段,这首先得益于 2015 年习近平总书记在“十三五”规划中提出的新发展理念,其次,阜阳市政府也推出了多项举措,推进农业绿色发展。如开展秸秆直接还田作肥料以及秸秆加工和能源综合利用;发布了《阜阳市到 2020 年化

肥、农药使用量零增长行动方案》,要求农业污染源的源头治理;开展种养结合的循环模式,实施生态循环农业发展示范工程等。最后,随着生活水平的提高,人们对环境和食品安全有了更高的要求,这都促使了农业绿色发展水平的提高。

3.2 分维度指数评价

从四个维度来看,整体呈现出上升趋势。就年增长率来看,产出高效水平增长速度最快,年增幅率为 1.32%;其次是乡村居民生活达到了 1.24%;增长速度最慢的是资源友好水平,年增幅率为 0.18%。按照增长率速度大小,存在“产出高效水平>乡村居民生活水平>生态友好水平>资源友好水平”的基本特点。

1)资源友好水平指标分析

2005-2020 年资源友好水平总体处于持续增长趋势,由 2005 年的 0.061 涨幅至 2020 年的 0.090,

这一阶段农业机械化水平的不断提高,推动农业产值的提升,从而导致资源友好水平上升。

2)生态友好指标水平分析

2005-2020 年生态友好水平整体呈上升趋势,且在 2020 年达到最大值。2005-2014 年,这一时期国家对绿色农业的关注度不高,农民意识薄弱,社会关注度低,导致化肥、农药、薄膜的大量使用,生态友好水平一直在下降。2014 年以后,生态友好水平呈平稳上升,增幅较快。这一时期阜阳市严格执行到 2020 年农药使用量零增长的要求,推进绿色治理,单位耕地农药使用量和化肥使用量分别由 2015 年的 11842.06 t/hm² 和 591244.74 t/hm² 下降到 2020 年的 9660.92 t/hm² 和 523945.26 t/hm²,分别下降了 18.42% 和 11.38%。

3)产出高效水平指标分析

2005-2020 年产出高效水平处于持续增长状态,从 2005 年的 0.001 增长到 2020 年的 0.213。这一阶段粮食单产和单位播种面积农业总产值不断上升,这是因为阜阳粮食产量本身底子好,经过多年的农业生态保护和农业生产能力的提高,农业基础设施的不断完善,推动生产效率和粮食产值的不断

提高。

4)乡村居民生活水平指标分析

农村居民生活水平的增长一直是全社会关注的热点问题,2005-2020 年乡村居民水平整体呈现出上升趋势。其中,农村居民人均可支配收入和农林牧渔业总产值处于节节高升态势。到 2020 年末,两者分别达到了 14256 元/人以及 7854740 万元,较 2005 年增长了 6.84 倍和 3.78 倍,农村居民的收入水平在不断提高。

3.3 农业绿色发展障碍因子分析

根据障碍度模型和公式(10),得到阜阳市农业绿色发展一级指标的障碍度(图 2)。由图 2 可知,2005-2019 年阜阳市农业绿色发展受到的制约因子每年呈差异化变化。2005-2009 年阻碍阜阳市农业绿色发展的主要障碍因子为产出高效水平,产出高效指标障碍度整体呈下降趋势,但在 2007 年达到最大峰值,为 36.55%。2009 年以后生态友好水平成为阻碍阜阳市农业绿色发展水平的主要制约因子,而资源友好和乡村居民生活水平障碍度呈现出递减趋势。

表 2 2005-2020 年阜阳市农业绿色发展水平综合指数

	资源友好水平	生态友好水平	产出高效水平	乡村居民生活水平	综合指数
2005	0.061	0.210	0.001	0.000	0.273
2006	0.062	0.180	0.035	0.009	0.286
2007	0.064	0.148	0.014	0.017	0.243
2008	0.066	0.130	0.067	0.030	0.293
2009	0.069	0.146	0.076	0.042	0.333
2010	0.071	0.107	0.092	0.046	0.318
2011	0.075	0.112	0.111	0.062	0.361
2012	0.079	0.086	0.121	0.078	0.365
2013	0.081	0.092	0.134	0.095	0.402
2014	0.086	0.087	0.151	0.114	0.438
2015	0.087	0.149	0.162	0.128	0.527
2016	0.089	0.186	0.163	0.143	0.581
2017	0.073	0.231	0.173	0.160	0.636
2018	0.083	0.253	0.166	0.178	0.681
2019	0.086	0.299	0.192	0.198	0.775
2020	0.090	0.323	0.213	0.198	0.824

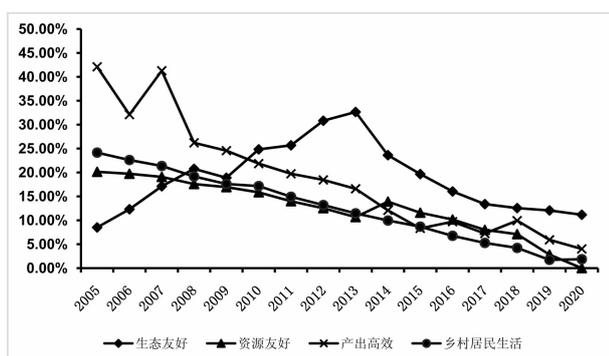


图2 2005-2020年阜阳市农业绿色发展水平一级指标障碍度变化趋势

4 结论与建议

4.1 结论

本文从资源友好水平、生态友好水平、产出高效水平、乡村居民生活水平四个维度选取11个指标来构建农业绿色发展评价指标,通过熵值法赋值对2005-2020年阜阳市农业绿色发展水平进行测度,并通过障碍度模型找出制约其发展的因素,得出以下结论:(1)阜阳市农业绿色发展水平呈增长趋势;资源友好、生态友好、产出高效和乡村居民生活水平整体也呈现出增长趋势,其中乡村居民生活水平和产出高效水平增幅较为明显,资源友好水平增幅相对较低,而生态友好水平先呈下降趋势,后缓慢上升。整体上阜阳市农业绿色发展主要受到产出高效和生态友好水平制约。

4.2 建议

一是加速完善农业基础设施建设,有助于农村农业生产活动效率提升。根据阜阳市农业绿色发展水平和障碍因子分析来看,农村农业生产涉及到的农业机械化水平、有效灌溉系数等都偏低,这严重阻碍农业绿色发展和提升,同时对于引资入村的农业项目也很不友好。必须大力完善农田水利建设,保证农业灌溉设施正常使用。提高农业机械化水平,积极推广和应用现代农业科技。

二是生态保护与农业发展齐头并进,推进农村农业环境建设。由阜阳市农业绿色发展障碍度分析可知,生态友好水平对其有很大的影响。阜阳市要解决环境污染问题,促进农业绿色发展水平提高,必须减少化肥、农药投入量,从根源上使农业产品绿色化,鼓励农民使用有机肥来代替化肥,提高农产品质量和产量,使农民增产增收。合理处理和利用秸秆,大力鼓励农民回收秸秆,同时引进企业加工处理秸

秆,使之成为饲料和有机肥。秸秆也可以粉碎还田,再度为农田利用,增加土地肥沃度。加强家企合作,充分利用畜禽粪污,将其化为沼气,实现畜禽粪污到收益的绿色发展模式。建立起农膜使用、回收、再利用产业体系,从源头减少污染。

三是打造农业绿色品牌产品,建立农业绿色产业体系。鼓励阜阳市结合自身特点,调整农业产业结构,建立特色产业。创建农业示范区,积极推动农业高质量目标的实现,鼓励当地农民多参与。政府针对现有的特色产业进行农产品质量认证,培育具有当地特色的农产品品牌,从而提升其质量和效益。开发农业延伸的产业,如农业+旅游,着力发展乡村旅游。

参考文献:

- [1] 尹昌斌,程磊磊,杨晓梅,等.生态文明型的农业可持续发展路径选择[J].中国农业资源与区划,2015,36(1):15-21.
- [2] 孙炜琳,王瑞波,姜茜,等.农业绿色发展的内涵与评价研究[J].中国农业资源与区划,2019,40(4):14-21.
- [3] 魏琦,张斌,金书泰.中国农业绿色发展指数构建及区域比较研究[J].农业经济问题,2018(11):11-20.
- [4] 郭迷.中国农业绿色发展指标体系构建及评价研究[D].北京:北京林业大学,2011.
- [5] 李魁明,王晓燕,姚罗兰.黄河流域农业绿色发展水平区域差异及影响因素[J].中国沙漠,2022,42(3):85-94.
- [6] 余永琦,王长松,彭柳林,等.基于熵权TOPSIS模型的农业绿色发展水平评价与障碍因素分析——以江西省为例[J].中国农业资源与区划,2022,43(2):187-196.
- [7] 石志恒,慕宏杰,孙艳.农业补贴对农户参与农业绿色发展的影响研究[J].产经评论,2019,10(3):144-154.
- [8] 薛蕾,申云,徐承红.农业产业集聚与农业绿色发展:效率测度及影响效应[J].经济经纬,2020,37(3):45-53.
- [9] 樊胜岳,李耀龙,马晓杰,等.数字化水平对农业绿色发展影响的实证研究——基于中国30个省份的面板数据[J].世界农业,2021(12):4-16.
- [10] 赵会杰,于法稳.基于熵值法的粮食主产区农业绿色发展水平评价[J].改革,2019(11):136-146.
- [11] 高健,葛子豪.江苏省农业绿色发展水平区域差异及趋势分析[J].中国农业资源与区划,2020,41(12):14-22.
- [12] 周瑶,卢东宁,马勇.乡村振兴视阈下陕西农业绿色发展评价体系构建及应用[J].辽宁农业科学,2020(6):12-17.

Measurement of Agricultural Green Development Level and Analysis of Obstacle Factors in Huaihe Ecological Economic Belt

——A Case Study of Fuyang City, Anhui Province

SUN Xiao-yu¹, HUAN Hong-yan²

(1. School of Economics Anhui University of Finance and Economics, Bengbu Anhui 233030;

2. School of Economics Fuyang Normal University, Fuyang Anhui 236037, China)

Abstract: Promoting green agricultural production is the only way to realize the strategy of rural revitalization. The evaluation system of agricultural green development in Fuyang City was constructed from 11 indicators in four dimensions of resources, ecology, output efficiency and living standards of rural residents, and the entropy value method and obstacle model were used to comprehensively analyze the level of agricultural green development and the obstacles factors. The results show that the overall level of agricultural green development in Fuyang City has improved year by year. From the perspective of subsystems, the overall level of output efficiency, living standards of rural residents and resource friendliness showed a stable upward trend, while ecological-friendly level is steadily declining, and then slowly risin. From the perspective of obstacle factors, output efficiency and eco-friendly levels are the main factors affecting the green development of agriculture in Fuyang City. In order to further improve the green level of agriculture in Fuyang, suggestions are put forward to accelerate the improvement of agricultural infrastructure construction, ecological protection and agricultural development go hand in hand, and build agricultural green brand products.

Key words: Huaihe River ecological economic belt; green development of agriculture; entropy method; obstacle degree; Fuyang City

基于 COWA-云模型的可持续供应链合作伙伴选择

包菊芳, 刘宏程

(安徽工业大学 管理科学与工程学院, 安徽 马鞍山 243032)

摘要: 在全球经济可持续转型的背景下, 企业探究适合自身情况的可持续供应链合作伙伴选择体系势在必行。在前人研究的基础上, 首先引入 ESG 体系, 选取十六个指标, 较为全面地涵盖了公司各个角度的指标信息; 其次利用 COWA 算子客观赋权, 确定各个指标的权重值, 继而与云模型相结合, 计算所对应的等级隶属度; 最后以某企业供应链合作伙伴选择为例, 对五家备选供应商进行排序, 验证模型可靠性。本研究可为各行业可持续供应链合作伙伴选择问题提供一定的参考依据。

关键词: COWA 算子; 云模型; 可持续供应链; ESG

中图分类号: F274 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0057-06

近年来, 环境恶化带来的极端气候、能源供应紧张等不利因素, 给全球供应链带来了巨大的挑战和不确定性。为了在全球市场上保持竞争优势, 可持续发展理念已经融入到越来越多企业的日常管理中, 企业在寻找供应链合作伙伴时, 也更加强调“可持续”的概念, 因而对可持续供应链合作伙伴选择的研究十分有意义。

目前, 国内外众多学者在可持续供应链合作伙伴选择的指标体系与方法上做了大量研究。董海^[1]针对复杂以及标准不确定的可持续供应商选择问题, 采用 R-DEMATEL-MABAC 组合方法, 基于粗糙数的多属性边界估计区域比较法, 得到备选供应商排序, 还利用数值敏感性分析不同参数取值、权重等情况下的结果, 验证该方法的有效性; 牟能治^[2]等依据可持续供应链管理的三重底线原则制定评价指标, 利用 PD-HFLTS 语言集以及群决策理论分三个阶段构建不确定环境下的模型, 进行择优选择, 达到第一阶段的供应商才可以进入第二阶段, 以此类推, 进一步强化不确定信息的优势, 并对群决策中的意见冲突, 提出新的检验与调整方法; Ramakrishnan^[3]在政府法规和客户意识增强的背景下, 在传统评估标准的基础上加入各种可持续指标, 利用 TOPSIS 方法, 解决了汽车行业的可持续供应商选择问题; Fallahpour^[4]等人通过向纺织行业从业人员发放问卷, 制定可持续性标准下的指标体系。再利用模糊 AHP 克服以往求权重方法的不足, 在不

确定的背景下寻找最优供应商, 并对供应链网络下的信息流以及组织间的合作进行探索。

以上文献的指标大多缺乏系统性的可持续角度, 容易造成仅重视评价内容, 而轻视其他因素从而导致评价结果失真等一系列问题。本文在前人研究的基础上, 引入 ESG 评价体系^[5], 即环境 (Environmental)、社会 (Social) 和治理 (Governance) 领域的表现, 将 ESG 的概念定义量化成各项指标, 构建符合企业实际情况的可持续供应链合作伙伴指标体系。本文基于 COWA 算子确定指标权重, 考虑到相较于能得到精确分数的隶属度函数, 实际选择过程往往具有模糊性和随机性, 再利用云模型构造正态隶属分布的期望函数进行评价, 实现定性、定量之间的相互转换, 并展开具体的实例研究。

1 可持续供应链合作伙伴的含义与特点

1987 年联合国世界环境与发展委员会首次发布了“可持续发展”概念, 即: 满足当下的需求却不能牺牲未来代际发展所需要的能力。可持续供应链合作伙伴含义的本质是优化整个产品生命周期的资源分配。这意味着在产品生命周期的每个节点都要实施可持续目标, 系统地分配资源, 开发高效的业务流程并提高效能。以下是可持续供应链合作伙伴的特

收稿日期: 2022-11-14

作者简介: 包菊芳 (1965-), 女, 江苏常州人, 安徽工业大学教授, 主要从事运营管理、物流与供应链管理研究。

点:

1) 突出性。近年来,许多企业将可持续发展提升到战略层面。相较于传统的供应链管理,可持续供应链合作伙伴管理在原有体系中增设可持续要素,如对供应商的商业道德、反腐败能力、碳排放情况等提出更多要求。

2) 传递性。对于企业,良好的可持续管理可以帮助企业更好地进行内外部治理,包括吸纳高水平人才、建立著名商标、扩大市场占有率、应对突发舆情,获得可持续发展的战略合作伙伴关系;对于客户,良好的可持续表现有助于公司与客户建立长期互信的合作关系。可持续评级较高的公司不仅能够做好自身各环节的管理,还能通过构建一系列的上下游准入和监控机制、投资准则,提升并带动整个产业链的可持续表现。

3) 指标差异性。在企业管理实践中,由于企业所处的国家经济发展水平不同,文化、历史底蕴不同,并且不同行业之间的管理要素差异极大。同一行业中的企业处于不同的发展阶段,产品也处于不同的产品生命周期,这就需要有不同的策略安排和战略部署以及不同优先级的资源分配,所以,在快速变化的市场环境下,企业需要根据自身发展的特点制定适合自身企业发展阶段的可持续指标。

2 可持续供应链合作伙伴选择的指标体系构建

生产能力(A1)、产品质量(A2)、产品竞争力(A3)、合作度(A4)都是用来评价供应链合作伙伴中不可或缺的指标,通过这些指标能很好地对合作伙伴竞争实力进行高质量评估。同时,本文引入ESG(A5),对指标内容进行适当的补充,进一步强化业主企业可持续供应链管理的能力。结合具体情况,利用以上五大类构建指标的第一层次;利用策略目标分解法,优选出五大类一级指标的十六个重要因素作为第二层次。五个准则层,十六个具体分析维度如表1所示。以下是具体指标内涵。

生产能力(A1)是指供应商面对生产任务,通过优化自身生产体系,充分利用自身资源,产出的产品数量。有效产能(A11)是能够产生利润的产能。有利于企业提升自身的竞争力,从而提升企业经营能力;现场管理(A12)指用科学的标准和方法对生产现场各生产要素进行管理,使企业日常生产活动处于良好的状态;生产设备水平(A13)指的是供应商

技术先进程度,可以客观真实的反映生产规律。

产品质量(A2)是确认供应商是否建立质量管理体系、具备生产特定产品的能力。产品故障率(A21)是指设备在规定期限内发生故障的概率;产品合格率(A22)是指在收到供应商产品中,没有缺陷货物占总货物的比值;质量管理水平(A23)是产品是否通过ISO质量认证,企业是否设立了严格的质量标准以及产品生命周期的质量控制流程。

产品竞争力(A3)是供应商产品的概况。技术水平与地位(A31),良好的声誉和地位很大程度上可以反映供应商口碑,专家可以从社会认可度以及曾经或者现有的客户对其评价来进行判断;产品售价(A32)为供应商产品规定的单价;年销售增长率(A33)反映产品在市场的增长势头,也可进一步分析产品的竞争能力。

合作度(A4)涉及供应商的售前、售后服务,不仅能反映企业间交易细则,也能够体现出供应链的稳定性。订单交货期(A41)是与供应商约定的具体时间表;交货时间准时率(A42)是指在一定时间内,供应商准时交货时间占其交货总时间的百分比;客户满意度(A43)是客户接受产品或服务后的实际感受与其期望值相比较的实际程度,能衡量客户对产品的满意状况。

ESG指标(A5)是在保证企业基础指标实现的基础上,多角度增强企业可持续竞争优势^[6]。一次能源利用率(A51)是经过回收再利用的废料与总的废料的比值;环境负面事件(A52)是供应商的环境责任状况与环境问题有关的舆情事件等;社会公益(A53)是供应商参与社会慈善公益的件数;发明专利数(A54)是企业作为市场竞争主体和技术创新主体的动能,是加快技术渗透速度、促进成果转化的有效路径。

3 模型构建与算法设计

3.1 COWA 算子赋权

Yage于1988年提出一种有序加权平均算子(OWA)。该算法将数据从大到小进行排列,利用最大与最小算子之间的信息结合,得到加权赋值。近年来,不少学者不断优化,许多类型的OWA算子得以面世。考虑到供应链合作伙伴选择问题有一定的复杂性,本文采用区间组合数有序加权算子(COWA),利用数据的特性进行加权处理,削弱主观因素的干扰,相较于传统的专家打分更加客观。具体步骤如下:

1)专家打分与数据处理

邀请 N 位专家对指标进行打分,采用 10 分制,完成打分后利用专家数据,建立原始数据集 $X(x_1, x_2, x_3, x_4 \dots x_n)$,并依据数据从大到小,重新排序得到新的数据集 Y,即 $y_0 \geq y_1 \geq \dots \geq y_j \geq \dots \geq y_{n-1}$,得到数据 y_j 的加权向量 W_{j+1} ;

$$W_{j+1} = \frac{C_{n-1}^j}{\sum_{j=0}^{n-1} C_{n-1}^j} = \frac{C_{n-1}^j}{2^{n-1}}, j = 0, 1, 2, \dots, n-1 \quad (1)$$

式中 C_{n-1}^j 为从 $n-1$ 个数据中获取的 j 个数据的组合数。

2)权重赋值

运用式(1)对排序后的 y_j 数据进行加权,并通过式(2)将所得权重与初始数据进行计算,得到各个指标的绝对权重值 \bar{W}_i ,

$$\bar{W}_i = \sum_{j=0}^{n-1} W_{j+1} y_j, i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

式中 $W_{j+1} \in [0, 1]$; m 为指标的个数。

3)计算相对权重

对式(2)取得的结果进行归一化处理,根据式(3),得到指标的相对权重值,

$$W_i = \frac{\bar{W}_i}{\sum_{i=1}^m \bar{W}_i}, i = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

表 1 可持续供应链合作伙伴指标体系

一级指标	二级指标	指标性质	指标类型
A1 生产能力	A11 有效产能	定量	效益型
	A12 现场管理	定性	效益型
	A13 生产设备水平	定性	效益型
A2 产品质量	A21 产品故障率	定量	成本型
	A22 产品合格率	定量	效益型
	A23 质量管理水平	定性	效益型
A3 产品竞争力	A31 技术水平与地位	定性	效益型
	A32 产品售价	定量	成本型
A4 合作度	A33 年销售增长率	定量	效益型
	A41 订单交货期	定量	成本型
	A42 交货时间准时率	定量	效益型
A5 ESG 指标	A43 客户满意度	定性	效益型
	A51 一次能源利用率	定量	效益型
	A52 环境负面事件	定量	成本型
	A53 社会公益	定性	效益型
	A54 发明专利数	定量	效益型

3.2 云模型

云模型是由中国工程院院士李德毅^[7]在 1995 年提出的概念,通过正向云与逆向云变换算法进而实现定性概念与定量数值的双向转换。能够有效实现定性概念与定量数值之间的模糊关系,处理不确定信息的表达,降低主观映射带来的低可信度。本文主要利用正向云的相关性质,具体公式如下:

1)云模型定义

假设论域 $M = \{m\}$ 是一个数值集合, Z 是定量论域 M 的定性概念,数值 m 是对于定性概念 Z 的一次随机实现, m 对 Z 的隶属度 $\mu(m) \in [0, 1]$,具有形成稳定随机数的倾向,服从正态分布, $\mu(m)$ 为 m 在 Z 中的隶属度, $(m, \mu(m))$ 被称作云滴,可根据不同情况生成不同数目的云滴。期望 E_x 代表分布状态的中间值,熵 E_n 代表整体取值区间,超熵 H_e 代表离散程度,这三项参数刻画了云模型的具体特征。

2)正向云

(1)产生一个期望值为 E_x 、方差为 E_n 的正态随机数 x_i ;

(2)产生一个期望值为 E_n 、方差为 H_e 的正态随机数 E'_x ;

(3)计算 r ,

$$r = \exp \left[\frac{-(x - E_x)^2}{2 (E'_n)^2} \right] \quad (4)$$

(4)令 (x_i, r) 为一个云滴,云模型的特点之一是可以根据实际需求,生成 N 个云滴,其中 x 为定性概念在论域中这一次对应的数值, r 为实际标准对应的刻度;

(5)重复步骤(1)到步骤(4),直到产生所需云滴的数量 N ;

(6)评价标准等级云,

$$\begin{cases} E_x = (C_{\max} + C_{\min}) / 2 \\ E_n = (C_{\max} - C_{\min}) / 2 \\ H_e = k \end{cases} \quad (5)$$

其中 k 为常数,根据实际情况进行调整;

(7)确定等级后,由式(4)确定各项指标与标准云的隶属度 R ;利用公式(6)计算得综合隶属度矩阵 G ,然后用每一个综合隶属度分量与 g 计算求和, g 代表每个评级的对应分数,如表 2 所示; t_g 为 g 隶属度。

$$G = W_i R \quad (6)$$

$$T = \frac{\sum_{L=1}^4 g t_g}{\sum_{L=1}^4 t_g} \quad (7)$$

表 2 各指标对应分数

指标	基础	可控	优秀	卓越
对应分数 g	0.25	0.5	0.75	1

4 实例研究

为研究可持续供应链合作伙伴选择模型的可操作性与可靠性,以 A 公司的可持续供应链合作伙伴选择为例。A 企业是一家新能源科技公司,为汽车热管理提供整体解决方案,为适应新发展趋势,建立了上下游供应链各环节可持续行为的追踪、分析和监测。目前为完善竞争策略,提高产品竞争力,进一步助力企业实现可持续发展目标,经过前期市场考察和实地走访,符合挑选要求的供应商候选公司有 5 家,即 $X = \{X1, X2, X3, X4, X5\}$ 。考虑到供应商评价的复杂性,定量指标对应的是五家供应商在 2016~2021 年五年间相关数据的平均值;定性指标采用专家问卷形式,确定原始数据。具体情况见表 3。

表 3 五家候选供应商五年指标的平均值

供应商	1	2	3	4	5
A11 有效产能/万吨	7.5	9.5	6.9	7.2	9.8
A12 现场管理/分	8	9	7	9	9
A13 生产设备水平/分	7	8	7	9	8
A21 产品故障率/%	0.11	0.1	0.15	0.13	0.05
A22 产品合格率/%	99	99.1	99.5	98.6	98.9
A23 质量管理水平/分	8	8	6	8	9
A31 技术水平与地位/分	8	9	7	8	9
A32 产品售价/万元	20.6	18.9	24.3	25.6	17.5
A33 年销售增长率/%	15.6	17.8	20.1	16.5	19.3
A41 订单交货期/天	25	23	16	15	20
A42 交货时间准时率/%	98.4	96.8	99.1	97.6	98.8
A43 客户满意度/分	8	7	9	8	7
A51 一次能源利用率/%	37.53	45.23	51.25	48.95	42.56
A52 环境负面事件/件	0	0	0.4	0.2	0
A53 社会公益/分	5.2	4.4	8.2	8.6	6.8
A54 发明专利数/件	2	3	2.4	1	2

4.1 COWA 赋权

根据已构建的绿色供应链合作伙伴评价体系,结合 COWA 算子的计算方法,现邀请 8 位从事该领域的专家学者进行评价决策,即 $Z = (Z1 \sim Z8)$,各位专家通过对评价指标进行打分,代入式(1)~(3)即可得出最终的各指标权重,可得权重 \bar{W}_i, W_i 结果

如表 4 所示。

表 4 专家评分与指标权重

指标	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	\bar{W}_i	W_i
A11 有效产能	8	9	7	8	7	8	8	7	0.059	
A12 现场管理	10	9	9	10	9	9	10	10	0.072	0.192
A13 生产设备水平	9	8	8	9	8	7	9	7	0.062	
A21 产品故障率	10	10	10	10	9	10	9	9	0.074	
A22 产品合格率	10	8	9	8	10	8	9	9	0.067	0.197
A23 质量管理水平	7	7	8	9	7	8	8	7	0.057	
A31 技术水平与地位	9	7	8	9	8	7	8	8	0.060	
A32 产品售价	7	8	8	8	9	7	9	9	0.062	0.186
A33 年销售增长率	8	10	8	9	7	8	10	9	0.065	
A41 订单交货期	10	8	10	9	7	8	9	9	0.067	
A42 交货时间准时率	8	9	8	8	7	6	9	6	0.059	0.182
A43 客户满意度	7	7	8	7	8	8	8	7	0.057	
A51 一次能源利用率	8	8	7	6	9	8	7	8	0.059	
A52 环境负面事件	7	7	8	7	8	6	7	8	0.054	0.243
A53 社会公益	8	8	7	9	8	6	7	8	0.059	
A54 发明专利数	9	9	10	8	9	10	10	10	0.072	

4.2 云模型计算

基于实际情况,本文采用劣化度参数作为指标评分数据。参考^[8]的做法,四个层次的数字如表 5 所示,其中 $\alpha=1/6, \beta=1/2, \gamma=5/6, \delta=1$,并取云滴数 $N=5000, He=0.01$ 等级云图如图 1 所示。

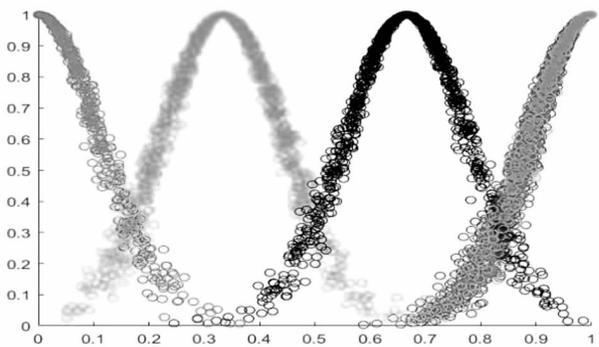


图 1 等级云图

表 5 可持续供应链合作伙伴指标等级划分

评分等级	取值区间	Ex	En	He
基础	$(0, \alpha)$	0	$2\alpha/3$	0.01
可控	$[\alpha, \beta]$	$(\alpha+\beta)/2$	$(\beta-\alpha)/3$	0.01
优秀	$[\beta, \gamma]$	$(\beta+\gamma)/2$	$(\gamma-\beta)/3$	0.01
卓越	$[\gamma, \delta]$	δ	$2(\delta-\gamma)/3$	0.01

对表 3 数据去量纲化处理,可得标准矩阵 U。根据 3.2 节中式(4)~式(7)计算 5 个供应商十六项指标四个等级的隶属度,结果如表 6、表 7 所示。

$$U = \begin{pmatrix} 0.207 & 0.500 & 0.020 & 0.400 & 0.444 & 0.667 & 0.500 & 0.617 & 0.020 & 0.020 & 0.696 & 0.500 & 0.080 & 0.980 & 0.190 & 0.500 \\ 0.897 & 0.980 & 0.500 & 0.500 & 0.556 & 0.667 & 0.980 & 0.827 & 0.489 & 0.200 & 0.020 & 0.020 & 0.561 & 0.980 & 0.020 & 0.980 \\ 0.020 & 0.020 & 0.020 & 0.020 & 0.980 & 0.020 & 0.020 & 0.160 & 0.90 & 0.900 & 0.980 & 0.980 & 0.980 & 0.020 & 0.905 & 0.700 \\ 0.103 & 0.980 & 0.980 & 0.200 & 0.020 & 0.667 & 0.500 & 0.020 & 0.200 & 0.980 & 0.348 & 0.832 & 0.832 & 0.500 & 0.980 & 0.020 \\ 0.980 & 0.020 & 0.020 & 0.980 & 0.333 & 0.980 & 0.980 & 0.980 & 0.822 & 0.500 & 0.870 & 0.367 & 0.367 & 0.980 & 0.571 & 0.500 \end{pmatrix}$$

表 6 供应商 1、供应商 2、供应商 3 指标对应等级隶属度

供应商 1				供应商 2				供应商 3			
1 级	2 级	3 级	4 级	1 级	2 级	3 级	4 级	1 级	2 级	3 级	4 级
0.902	0.947	0.649	0.290	0.207	0.531	0.881	0.957	0.975	0.807	0.437	0.155
0.603	0.925	0.927	0.604	0.154	0.436	0.808	0.975	0.975	0.807	0.437	0.155
0.975	0.807	0.437	0.155	0.603	0.925	0.927	0.603	0.975	0.807	0.437	0.155
0.720	0.968	0.847	0.490	0.603	0.925	0.927	0.603	0.975	0.807	0.437	0.155
0.667	0.953	0.886	0.538	0.542	0.436	0.953	0.668	0.154	0.436	0.808	0.976
0.416	0.788	0.976	0.789	0.417	0.788	0.976	0.789	0.975	0.807	0.437	0.155
0.603	0.925	0.924	0.603	0.154	0.436	0.808	0.976	0.975	0.807	0.437	0.155
0.468	0.837	0.971	0.736	0.264	0.613	0.927	0.922	0.929	0.923	0.598	0.250
0.975	0.807	0.437	0.155	0.616	0.932	0.918	0.591	0.154	0.436	0.808	0.976
0.975	0.807	0.437	0.155	0.906	0.944	0.643	0.283	0.205	0.525	0.880	0.956
0.387	0.758	0.975	0.818	0.975	0.807	0.437	0.155	0.154	0.436	0.808	0.976
0.603	0.925	0.924	0.603	0.975	0.807	0.437	0.155	0.154	0.436	0.808	0.976
0.965	0.861	0.502	0.191	0.531	0.882	0.955	0.677	0.154	0.436	0.808	0.976
0.154	0.436	0.808	0.976	0.154	0.436	0.808	0.976	0.975	0.807	0.437	0.155
0.911	0.939	0.632	0.277	0.975	0.807	0.437	0.155	0.203	0.436	0.875	0.958
0.603	0.925	0.927	0.603	0.154	0.436	0.808	0.976	0.381	0.753	0.974	0.821

表 7 供应商 4、供应商 5 指标对应等级隶属度

供应商 4				供应商 5			
1 级	2 级	3 级	4 级	1 级	2 级	3 级	4 级
0.955	0.881	0.529	0.208	0.154	0.436	0.808	0.976
0.154	0.436	0.808	0.976	0.975	0.807	0.437	0.155
0.154	0.436	0.808	0.976	0.603	0.925	0.927	0.603
0.906	0.944	0.643	0.283	0.154	0.436	0.808	0.976
0.975	0.807	0.437	0.155	0.785	0.975	0.787	0.416
0.417	0.786	0.976	0.787	0.154	0.436	0.808	0.976
0.603	0.925	0.927	0.603	0.154	0.436	0.808	0.976
0.975	0.807	0.437	0.155	0.154	0.436	0.808	0.976
0.906	0.944	0.643	0.283	0.266	0.619	0.931	0.918
0.154	0.436	0.808	0.976	0.603	0.925	0.927	0.603
0.774	0.975	0.803	0.430	0.289	0.560	0.902	0.946
0.603	0.925	0.927	0.603	0.603	0.925	0.927	0.603
0.251	0.604	0.926	0.925	0.751	0.974	0.823	0.453
0.603	0.925	0.927	0.603	0.154	0.436	0.808	0.976
0.154	0.436	0.808	0.976	0.524	0.875	0.958	0.686
0.975	0.807	0.437	0.155	0.603	0.925	0.927	0.603

根据公式(6)、(7)可得综合隶属矩阵 G 以及供应商最终得分,如表 8 所示。

$$G = \begin{pmatrix} 0.688 & 0.856 & 0.767 & 0.494 \\ 0.510 & 0.695 & 0.795 & 0.659 \\ 0.583 & 0.657 & 0.654 & 0.559 \\ 0.603 & 0.751 & 0.731 & 0.562 \\ 0.442 & 0.700 & 0.834 & 0.731 \end{pmatrix}$$

表 8 供应商最终得分

供应商	1	2	3	4	5
评价得分	1.669	1.730	1.524	1.636	1.817

由表 8 可得,五家备选供应商的排序为供应商 5 > 供应商 2 > 供应商 1 > 供应商 4 > 供应商 3, 供应商 5 得分最高。即 A 企业最好的可持续供应链合作伙伴选项是供应商 5。

5 结论

(1) 本文从可持续供应链视角出发,利用 COWA 算子与云模型的结合解决了评价过程中的模糊性和随机性,提高了评价结果的准确性和精确度,实现了全过程的精细化。再通过实际案例分析,确定了影响可持续供应链合作伙伴最终评价结果的一级指标是 ESG 指标(A5),与实际情况相符。再计算不同供应商指标在四个等级中的隶属度,得到最终排序,验证模型的可行性,为可持续供应链合作伙伴选择问题提供了理论支持。

(2) 长期以来,许多企业难以摆脱高投入、高消耗、高排放等粗放的发展模式。随着我国产业体系升级步伐的加快以及可持续价值的兴起,越来越多的公司选择主动释放可持续信号。本文在原有指标的基础上,加入 ESG 指标体系,有效地评估了供应链合作伙伴的可持续价值。并将 ESG 理念融入公司发展战略和经营管理中,通过发挥核心企业作用,打造可持续供应链体系,既可以持续稳固公司可持续发展能力,也可以带动链上企业改进环境绩效,助

力“双碳”目标实现,为我国经济社会发展和美丽中国建设贡献力量。

(3) 从最终结论看,本文所采用的可持续供应链合作伙伴分析,得到了较好的结果。由此可见,可持续供应链合作伙伴的选择,完全可以与业主企业的社会责任相耦合,并进一步推动供应链节点企业提高企业社会责任承担水平,实现工业可持续转型与工业赋能可持续发展之间的相互促进与深度融合。下一步可以通过指标体系的调整,应用本方法到不同企业不同供应商的选择中,对各行业可持续供应链合作伙伴选择问题具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 董海,李福月. 基于 R-DEMATEL-MABAC 法的可持续供应商选择[J]. 浙江工业大学学报, 2022, 50(4): 393-400.
- [2] 牟能冶, 常建鹏, 陈振颂. 基于 PD-HFLTS 与群决策理论的可持续供应商选择[J]. 计算机集成制造系统, 2018, 24(5): 1261-1278.
- [3] Ramanathan U, Mazzola E, Mohan V. How selection of collaborating partners impact on the green performance of global businesses? An empirical study of green sustainability[J]. Production planning & control, 2021, 10(11): 1207-1222.
- [4] Fallahpour A, Udoncy Oluju E, Nurmaya Musa S, et al. A decision support model for sustainable supplier selection in sustainable supply chain management[J]. Computers & industrial engineering, 2017, 105: 391-410.
- [5] 陈骁, 张明. 通过 ESG 投资助推经济结构转型: 国际经验与中国实践[J]. 学术研究, 2022(8): 92-98.
- [6] 王凯, 张志伟. 国内外 ESG 评级现状、比较及展望[J]. 财会月刊, 2022(2): 137-143.
- [7] 王国胤, 李德毅, 姚一豫, 等. 云模型与粒计算[M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [8] 聂帅, 蔡国田, 高丽萍. 基于博弈论-云模型的园区能源系统 3E 评价方法[J]. 新能源进展, 2022, 10(2): 169-177.

(下转第 68 页)

经济高质量发展背景下德州市推进数字经济的路径探析

吴洁, 甄颖

(中共德州市委党校 经济学教研部, 山东 德州 253000)

摘要: 数字经济是继农业经济、工业经济之后的主要经济形态, 加快数字经济的发展成为建设现代化经济体系、推动高质量发展的战略选择。德州市发展数字经济面临前所未有的机遇, 同时也需正视与先进地区的差距, 着力解决好与实体经济融合不充分、要素供给不足等问题, 立足实际推进数字经济与制造业、农业、工业深度融合, 大力发展数字经济新兴产业, 积极培育数字经济重点企业, 促进数字经济快速发展。

关键词: 经济高质量发展; 数字经济; 德州市; 数字经济核心产业

中图分类号: F49 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0063-06

1 经济高质量发展与数字经济的相关研究

2021 年 10 月 18 日中央政治局就我国数字经济健康发展进行第三十四次集体学习, 习近平总书记强调“发挥数字技术对经济发展的放大、叠加、倍增作用”, 数字经济正成为推动经济高质量发展的新动力、新引擎, 业内学者从不同角度展开数字经济与经济高质量发展的研究。张鸿等^[1]发现数字经济在经济结构优化、创新驱动发展等方面助推我国向高质量发展转变。王莉等^[2]对“数字经济”+“高质量发展”的组合文献进行整理, 分析得出数字经济与高质量发展的研究集中在两个方面: 数字经济与高质量发展关系和数字经济促进经济高质量发展的路径。丛海彬^[3]指出数字经济与创新、协调、绿色、开放、共享五大新发展理念相契合, 有助于转变经济增长动力、优化经济结构, 促进我国经济高质量发展。

前期研究多聚焦于全国视角以及不同省市的数字经济与经济高质量发展, 但在经济高质量发展背景下探讨德州市发展数字经济的成果缺乏, 本文结合德州市数字经济发展规划, 探讨此背景下德州市数字经济的推进路径。

2 经济高质量发展背景下德州市推进数字经济的机遇和条件

2021 年德州市数字经济核心产业增加值同比增长 36.5%, 高于全国的 5.3%, 德州市充分利用战略机遇和政策红利, 不断完善数字经济发展环境, 抢抓数字经济发展新机。

2.1 战略机遇前所未有

深度融入京津冀协同发展、黄河流域生态保护和高质量发展、省会经济圈一体化发展, 为德州加快发展提供了重大战略机遇。特别是省政府出台 20 条“硬核”措施全力支持德州融入京津冀, 省政府批复设立德州天衢新区, 蕴含着丰厚的政策红利。跻身全国先进制造业百强、数字经济百强, 入选国家产融合作试点城市, 高新区入选国家绿色产业示范基地等, 成为加快发展数字经济的重要条件^[4]。这些机遇和条件政策含金量高, 叠加效应明显, 德州市发展数字经济适逢其时, 《2021 中国数字经济城市发展百强榜》德州市列全国 72 位、全省第 8 位, 数字经济发展步入全国上游、全省中等水平。

2.2 数字经济核心产业初具规模

近年来, 德州市大力推动数字经济发展, 初步形成了以软件和信息技术服务业为基础, 以电子信息制造业、通信服务业为增长点, 以物联网、云计算、大数据、电子商务带动融合应用的数字经济发展格局。

数字经济核心产业增加值同比增长迅速,2021年德州市该项指标同比增长 36.5%,高于浙江的 13.3%、全国的 5.3%,美国微讯、有研半导体、华芯电子等一批优质企业相继落地,形成了以集成电路、半导体材料、光电子器件为主的电子信息制造产业体系,软件和信息技术服务业、互联网相关服务业同样彰显韧性和潜力,数字经济发展的战略性、引领性作用不断增强。

2.3 数字经济与传统产业融合进一步深化

德州市以智能制造为主攻方向,深入推进工业互联网建设,传统产业与大数据、物联网、智能制造、智能应用等全面对接。积极开展设备换芯、生产换线、机器换人、企业上云、平台打造、园区培育等行动,产业数字化转型步伐加快。在 286 个山东省智能化技术改造财政专项项目中,36 个项目入选,数量位列全省第 2 位。国家统计的 41 个行业大类、201 个行业中类,德州市分别占有 33 个、153 个,扎实的工业基础与齐全的工业门类为数字经济应用提供了有利条件,数字技术赋能实体经济,必将极大拓展数字经济发展空间。

2.4 数字经济发展环境不断完善

德州市出台了《德州市推进智能制造和工业互联网发展三年行动方案(2020-2022)》《德州市“十四五”数字经济发展专项规划》等文件,政策体系不断完善。“十三五”期间,获评第二批“宽带中国”示范城市,截止 2022 年累计上云企业 1000 余家,开通 5G 基站 5085 个,主城区、县城和重点乡镇实现 5G 信号连续覆盖,网络基础设施加速改善。京津冀协同发展产业示范园等 4 家园区入选 2021 年省级数字经济园区,数量列全省第 2 位,数字经济园区和平台建设进档升级。发展环境不断完善,数字经济呈现出速度加快、应用深入、环境趋优的良好局面,2021 年德州市数字经济总量同比增长 11.0%,高于全国 9.7% 的平均水平,数字经济发展的内在动力充分释放。

3 经济高质量发展背景下德州市推进数字经济面临的挑战

德州市数字经济规模较小,2021 年数字经济核心产业增加值占全市 GDP 比重仅为 1.0%,低于全国的 7.3%。开启数字新时代、拥抱数字经济新未来,发挥数字技术对经济发展的引领、赋能、支撑作用,德州市需正视差距,着力解决好以下几个问题:

3.1 政策支持力度不够,数字经济缺乏有力引导

作为转型升级、换道超车的新引擎,数字经济发展总体还处于起步阶段。一是大力发展数字经济的社会共识有待提升。德州市缺乏类似浙江将数字经济作为“一号工程”的顶层设计及相关配套措施^[5],缺乏北京、河北、江苏颁布的《数字经济促进条例》等具有前瞻性、制度性、创新型法律框架。二是尚未建立完善的数字经济统计指标体系。作为新生事物,数字经济统计检测方法、数字经济统计分类目录、数字经济核算体系不明确。三是公布数字经济发展情况的途径单一。数字经济总量、数字经济核心产业增加值等诸多指标尚未纳入《德州市统计年鉴》《德州市统计月报》,公布渠道限于新闻发布会和不定期采访,获取数据渠道较窄。

3.2 内生动力不足,数字经济与实体经济融合不充分

2021 年我国农业、工业、服务业数字经济渗透率分别为 8.9%、21.0%、40.7%,农业、制造业数字化程度偏低是全国性问题,更是德州亟待解决的问题。一是工农业应用场景少,细分行业转型路径不清。工业互联网行业细分明显,个性问题的反馈不能普遍适用于其他所有行业,同时要求既懂信息技术又熟悉本行业的跨界操作,普及难度极大。二是工业设备种类繁多,工业互联网标准尚未统一。源头数据格式不一致、互联协议不统一,导致数据采集共享的成本高、周期长、整合分析难。三是传统企业“不愿转、不会转、不敢转”,数字化转型程度参差不齐。德州市产业发展模式落后,劳动密集型特征明显,处于产业链底端的生产、加工、制造环节,对数字化转型的需求不足;传统企业设备的智能化、自动化水平较低,造成数字化转型的基础差、成本高、步伐慢。

3.3 核心产业总量偏小,数字经济引领作用有待提升

2021 年德州市数字经济核心产业增加值约 34 亿元,占全市 GDP 比重为 1.0%,低于全国的 7.0%、山东的 6.0%、浙江的 11.0%,距“2025 年德州市数字经济核心产业增加值占 GDP 比重 10.0%”的目标存在较大差距。一是数字产业传统化特征较为明显。计算机通信及其它电子设备制造业营业收入占比超 40.0%,而软件开发、互联网信息服务新兴行业营业收入占比不足 3.0%。二是数字经济产业链条短、企业数量少。拥有核心技术的领军企业,富有活力与竞争力的产业生态尚未形成。全市计算机、通信和其他电子设备制造业纳统企业 23 家,互联网及相关服务业仅 3 家,软件和信息服务 32 家。三是领军企业少。德州市仅有威讯联合半导

体、有研半导体等少数企业技术含量高、产业规模大,缺少工业互联网、大数据、云计算等高附加值产业的龙头企业。

3.4 要素供给不足,成为制约数字经济发展的瓶颈

由于社会共识不足,生产要素对数字经济增长的贡献率偏低,科技、人才、资本等投入不足。一是“新基建”投资规模总体偏小。截止 2021 年 10 月德州市明确属于“新基建”的项目仅 20 个,投资规模仅占全部在建投资项目的 1.0%左右,其中民间投资项目占全部“新基建”项目的 40.0%,民间资本参与度较低。二是创新引领作用偏弱。德州市企业多处于工业化中期,七成以上企业没有产品与工艺创新,尚未进入创新需求旺盛的工业化后期;德州市产业多处于投资发展阶段,高新技术产业产值占规模以上工业总产值的比重低于全省 1.66 个百分点,尚未进入创新发展阶段,不利于数字技术进步和数字经济生态构建。三是数字经济人才匮乏。数字经济专业技能人才严重不足,适应数字经济深度融合发展的复合型人才、应用型人才、领军型人才“一将难求”,高端专业人员和跨界复合型人才结构性短缺^[6]。

4 经济高质量发展背景下德州市推进数字经济的有效路径

拥抱数字经济就是拥抱未来,德州市应抢抓机遇,创新模式,立足本地实际学习浙江等地的相关经验,全面促进产业数字化与数字产业化,把发展数字经济作为推进高质量发展的战略选择。德州市推进数字经济应采取的有效路径见图 1。

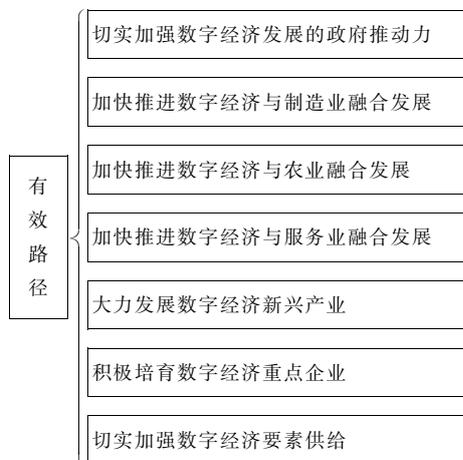


图 1 德州市推进数字经济的有效路径

4.1 切实加强数字经济发展的政府推动力

强力推进实施《德州市“十四五”数字经济发展专项规划》,加快出台配套政策,推动规划落实。

一是将发展数字经济作为德州市“一号工程”大力推进^[7]。经验证明,数字化程度提升 10 个百分点,人均 GDP 增长 0.5 至 0.6 个百分点,要大力增进社会共识,抢抓数字经济发展先机。建立健全跨区域、跨行业、跨部门的协同推进机制,强化政府部门的职能推动作用和社会组织的协调引导作用,统筹协调,整体推进。

二是强化数字经济发展的法治保障。用好地方立法权,借鉴浙江、京津等先进地区的做法、经验,推动数字经济知识产权保护和数字资源确权、开放、流通、交易的地方立法工作,加强涉及数字经济发展的执法、司法工作,运用法治思维、法治方式推动和保障数字经济发展^[8]。

三是完善数字经济统计工作。明确数字经济核算体系,确保统计数据真实反映数字经济发展现状,规范数字经济统计口径,与山东省协同制定数字经济统计分类目录,准确划分产业类别、数字经济产值占比,重点围绕营业收入以及增加值相关指标加强审核。定期发布数字经济发展研究报告,将数字经济核心产业增加值、数字经济总量等重要指标纳入《德州市国民经济和社会发展统计公报》《德州市统计年鉴》《德州市统计月报》,让数据说话,增进发展数字经济的社会共识。

4.2 加快推进数字经济与制造业融合发展

抓住制造业数字化是推动数字经济与实体经济融合发展的重中之重,支持传统制造业向网络化、智能化升级。

一是开展“工赋德州”专项行动,构建“一超多专”的工业互联网平台体系。采用“工赋德州 1+N+X 模式”,沿着打造 1 个城市级工业互联网企业综合服务平台、N 个特定行业特定领域工业互联网平台、X 个工业互联网示范园区的实施路径,打响“工赋德州·智造强市”城市品牌。力争上线工业互联网平台超过 10 家,打造 10 个以上“工赋德州”典型应用场景^[9]。

二是开展“AI 德州赋能”专项行动,推动人工智能加速向制造业全过程渗透。优先在高端装备、食品加工等七大先进制造业推进“机器人+”,应用智能大脑等技术提升制造业智能化水平。聚焦技改大项目加快智能制造单元、智能生产线建设,设立人工智能专项基金推动人工智能场景落地。力争培育市级以上智能工厂 10 家、数字车间 20 个,为 1700 多家规上工业企业和 500 多家小升规企业提供“看得懂、可复制、见效快”的现实标杆。

三是切实加大对制造业数字化转型的支持力

度,政府做好企业数字化转型“引路人”。增加“云服务券”补贴额度,引导和支持中小企业加快“上云”步伐,力争上云数量突破 1500 家,培育 10 个以上工业设备上云标杆。以高端装备制造、绿色化工、纺织服装等行业的细分领域为重点,组织运营商、平台服务商、智能制造方案提供商深入企业开展智能化改造“一对一”入户诊断,解决转型企业至少 1 个数字化痛点,加快“智改数转”进程。

4.3 加快推进数字经济与农业融合发展

推进数字技术在农业领域的深度应用,为“吨半粮”生产能力建设、打造京津冀鲁超级“中央厨房”、巩固和扩展“德州味”市场影响力提供数字化支撑。

一是增设数字农业试验区,示范带动全市优质农产品生产能力提升。围绕节水灌溉、种养殖、农机农具推广等领域,新创建认证 5 个智慧农业基地、1 个智能牧场。充分借鉴齐河美东“放心菜园”的先进理念、宁津“天空地”一体化智慧农业大数据平台的运行经验,紧跟荷兰等世界前沿技术,利用智能控制、物联网嫁接改造传统设施农业,为打造乡村振兴“齐鲁样板”贡献“德州智慧”。

二是谋划实施“互联网+”农产品出村进城重点项目,擦亮“中国椹果之乡”“中国扒鸡之乡”等农业特色地域名片。支持 12 县区开展电商助农,加快“网上农博”县域全覆盖,大力运用手机“新农具”、数据“新农资”、直播“新农活”、网红“新农人”,培育扒鸡、桑葚、小枣等特色农产品线上展示、在线订购等新模式,增强夏津“好郾记”、齐河“黄河味道”地方品牌的影响力。推动全市 15 个全国“一村一品”示范村镇建云上云,促进武城辣椒、乐陵调味品的生产、销售、采购全过程上云,通过从田间到餐桌的智慧营销体系将物美价廉的农副产品带出“田间地头”,把“德州味”区域公用品牌提升到新高度^[10]。

三是利用数字技术发展休闲农业,塑造乡村旅游的“德州模式”。全力配合做好“好客山东·云游齐鲁”智慧文旅工程,开发“德韵乡情”乡村休闲游 APP 平台,及时、精准推介休闲游景点和乡土美食,让消费者轻点“乡村休闲”,游遍乡村美景。同时招引特色农产品、文创产品电商入驻平台,打造线下休闲观光体验、线上特色农产品销售新业态。

4.4 加快推进数字经济与服务业融合发展

2021 年服务业对德州市经济的贡献率为 42.7%,充分认识大数据这一“钻石矿”的价值,深度挖掘传统贸易、文创等重点领域的数字化潜能,增强服务业发展的韧劲。

一是加快传统商贸数字化转型,让“老树发新

芽”。建设具有德州风情和时尚气息的数字金街,打造成为扫脸支付一条街、智慧口碑街、5G 应用示范街、网红直播街、云上夜市,通过举办特色艺术节、多彩活力周等活动增强数字金街的魅力和影响力。运用云计算、人脸识别、移动支付、客如云智慧商家大脑等软硬件技术,多方面对澳德乐、万达等大型商业综合体和步行街开展数字化改造,支持其开展智能售卖、智能安全监控、智能灯光、智能停车等服务,以吃喝玩乐探店、VR 黑科技体验等多平台直播活动带动消费需求,打造“云逛街”“云购物”新体验。

二是推动文化资源数据化,打造具有地标名片的优质文化品牌。对德州市博物馆、黄河博物馆的历史文化遗产及文物进行三维信息采集和加工处理,制作“红色征途”AR 教育读本,绘制“郑家寨镇大宗家突围战”等多媒体地图。大力发展数字文化创意服务,充分挖掘德州市大运河文化、龙山文化内涵,建立黑陶制作、红绿彩、陶瓷印章、剪纸等传统工艺的 VR 体验馆,开发虎头鞋、乐陵农民画、平原核雕的沉浸式体验产品,丰富数字化文化消费新场景。

三是大力发展跨境电商,助力德州市建成对接东盟支点城市。支持 330 家与东盟有进出口业务的企业通过跨境电子商务开发新客户、进行“云对接”,推广玻璃空心砖、土工布等产品的“云展示”。支持大型跨境电商“全球买、东盟卖”,通过抱团出海、合作入股等方式共建海外仓、海外货站、转运中心。

4.5 大力发展数字经济新兴产业

德州市数字产业传统化特征较为明显,聚焦发展数字经济新兴产业,培育在全省乃至全国具有较大影响力和竞争力的领军行业、知名品牌。

一是开展产业链精准招商,着力引进一批发展潜力大、关联程度高、带动能力强的优质企业和补链强链项目。根据德州市产业链图谱、应用领域图谱、区域分布图、集成电路技术路线图建立数字经济目标企业库,围绕招引项目高质量编制项目建议书和可行性研究报告。以德州市“智改数转”市场资源为牵引,通过产业推介会等形式积极引进电子信息制造、通信服务相关企业,重点加强工业软件、嵌入式软件、行业应用软件等企业招引力度,不断提升数字经济产业层次和规模。

二是发展电子信息产业集群,打造数字新兴产业总部经济聚集区和特色小镇。出台支持数字经济总部企业发展的优惠政策,以天衢新区为核心区,依托威讯、有研等重点企业,融入区域集成电路产业分工,实现沿链扩张,打造德州市数字新兴产业总部经济聚集区,建强数字经济集聚发展主阵地。以宁津

工业互联网园区为中心,利用腾讯云、忽米网两个国家级“双跨”平台的聚集优势,面向软件和信息服务业打造数字新兴产业总部经济特色小镇。

三是前瞻布局“元宇宙”相关产业,建成鲁北数字经济先行区。出台《关于加快德州市元宇宙创新引领发展的若干措施》,推出1个元宇宙特色园区,引育10家以上元宇宙生态链企业,落地建成5个以上“元宇宙+”典型应用场景,增强对数字经济发展的战略性、引领性作用。

4.6 积极培育数字经济重点企业

德州市数字经济产业链条短、企业数量少,着力构筑数字经济领域企业矩阵,建立“微成长、小升高、高壮大”的梯次培育发展机制。

一是培育一批规模大技术高、具备较强品牌影响力和市场号召力、对产业链集成能力和带动作用超强的数字经济领航型企业,夯实数字产业发展的根基。引导资源向数字经济头部企业集聚,有关土地、专项资金使用等重大项目对其实行“一企一策”,支持其通过资产重组、收购兼并、股权多元化和海内外上市等方式扩大规模,塑造核心竞争力。筛选产值前5位数字经济企业,坚持“一月一调度、一月一分析、一季度一督导、一季度一通报”,确保数字经济健康平稳运行。

二是推动数字经济中小企业向“专精特新”发展,构建产业链内大中小企业协同发展格局。根据德州市企业梯次培育六库,完善数字经济企业梯次培育“后备队”,实行“育种”“扶苗”“强树”“造林”企业全生命周期管理。组织解决方案供应商对接活动,为中小企业精准匹配数字化转型产品服务资源。创新适合数字经济中小企业发展的信贷产品、信息科技融资担保、知识产权质押融资服务,发挥天使基金、创投基金、产业基金、私募基金的作用,支持种子期、初创期的数字经济企业快速发展。

三是完善创业孵化、创新服务体系,打造数字经济健康发展的良好生态。用好首购、直购等政策,扩大奖补惠及面,支持首版次软件产品推广应用。加速推进“百名首席数字服务员进千企”,定期开展企业需求调研,以1对1、1对N方式为企业提供创新创业、商业策划等点对点、“线上+线下”一站式服务。

4.7 切实强化数字经济要素供给

发展数字经济亟需夯实要素支撑,强力推动“新基建”,最大程度激发科技、人才活力,为数字经济快速发展提供持续动力。

一是紧密结合德州市需求,建立与数字经济发展相适应的“新基建”分布体系。聚焦京津冀协同发

展战略推进“新基建”,积极加入京津冀数字经济联盟,协同京津冀相关地市开展5G网络布局,发挥互补优势推进智能电网等跨区域“新基建”;积极承接北京非首都功能转移,强化对接“新基建”项目的技术研发、产业发展。协调好政府引导和社会参与的关系推进“新基建”,政府重点是提供更好的政务服务、制度保障,不断探索有效的投融资机制、监管方式,破除民营企业参与“新基建”的隐形壁垒;企业重点是发挥创新能力,敏锐把握市场、更好适应市场,尤其是德州市“双50强”和链主企业,应充分发挥领头羊作用。

二是加强数字经济人才引进、培养力度,更好拥抱“数智”浪潮。按照“即来即报、一事一议”的原则,开辟“一站式”大数据人才引进绿色通道,充分利用智能化技改现场会、两化融合深度行、数据赋能山东行等载体,吸引一批在集成电路、软件服务业具有国内外领先水平的网络专家、“周末工程师”。加强数字经济人才培养力度,依托数字产业园区举办高层次人才创新创业大赛,打造企业和创客交流展示、产融对接、项目孵化的平台,鼓励数字科研人员兼职创新,带专利、项目、团队离岗创业,激发双创的内在动力与活力。

三是积极承接长三角、珠三角、京津冀、省会经济圈科技资源外溢。有效吸引京津冀、江浙沪的科技创新资源,共建一批科技创新产业园区,打造一批科技创新联盟,加速推广科技成果转移和科技成果资本化、产业化,强化企业技术创新的主体地位,突破一批关键共性技术,以技术促项目,以项目留人才。

5 结语

推进数字经济是德州市实现高质量发展的重要抓手,德州市积极抢占数字经济“新赛道”,最大程度利用发展机遇,加大建设数字基础设施,着力推动数字产业化、产业数字化,不断优化数字经济发展环境,为提升发展能级、打造新的经济增长动力源贡献“德州模式”。

参考文献:

- [1] 张鸿,刘中,王舒莹.数字经济背景下我国经济高质量发展路径探析[J].商业经济研究,2019(23):183-186.
- [2] 王莉.数字经济驱动经济高质量发展的研究综述[J].对外经贸,2021(12):73-76.
- [3] 丛海彬,邵金玲,邹德玲.数字经济驱动经济高质量发展研究综述[J].郑州轻工业大学学报(社会科学版),

2022,23(4):62—67.

- [4] 德州市“十四五”数字经济发展专项规划. [EB/OL]. (2021-12-16) [2022-01-03]. <http://www.linyixian.gov.cn/n30334494/n38447929/n72331267/n72331320/c72388948/content.html>.
- [5] 浙江省数字经济发展“十四五”规划. [EB/OL]. (2021-06-16) [2022-01-08]. https://zjjcmspublic.oss-cn-hangzhou-zwynet-d01-a.internet.cloud.zj.gov.cn/jcms_files/jcms1/web3096/site/attach/0/6cf01d8d08b7434eaf91e493dcab7b2b.pdf.

- [6] 石勇. 数字经济的发展与未来[J]. 中国科学院院刊, 2022,37(1):78-87.
- [7] 吴福象. 长三角区域数字经济发展经验评析[J]. 人民论坛·学术前沿, 2020(17):58-65.
- [8] 任保平. 数字经济与中国式现代化有机衔接的机制与路径[J]. 人文杂志, 2023(1):2-6.
- [9] 李颖, 贺俊. 数字经济赋能制造业产业创新研究[J]. 经济体制改革, 2022(2):101-106.
- [10] 秦秋霞, 郭红东, 曾亿武. 乡村振兴中的数字赋能及实现途径[J]. 江苏大学学报(社会科学版), 2021(5):22-33.

Analysis and Exploration on Development Path of Digital Economy in Dezhou

WU Jie, ZHEN Ying

(Department of Economics Teaching and Research, Dezhou CPC Municipal
Committee Party School, Dezhou Shandong 253000, China)

Abstract: The development of digital economy is now faced with unprecedented opportunities in Dezhou, Shandong. On this occasion, it is necessary to squarely face the gap with other regions well-developed in digital economy, put more efforts to solve the problems of inadequate integration with physical economy and insufficient factor supply, promote the deep integration of digital economy with manufacturing, agriculture and industry based on reality, vigorously develop emerging industries of digital economy, actively cultivate key enterprises of digital economy and boost the rapid development of digital economy.

Key words: digital economy; Dezhou; digital economy core industry; physical economy

(上接第 62 页)

COWA-Cloud Model Based Partner Slection under Sustainable Supply Chain

BAO Ju-fang, LIU Hong-cheng

(School of Management Science and Engineering,
Anhui University of Technology, Ma'anshan Anhui 243032, China)

Abstract: In the context of sustainable transformation of the global economy, it is imperative for enterprises to explore a sustainable supply chain partner selection system that suits their own situation. On the basis of previous research, the ESG system is introduced and sixteen indicators are selected, which more comprehensively cover the information of indicators from all perspectives of the company. Secondly, the weight value of each index is determined by using the objective weighting of COWA operator, and then combined with the cloud model to calculate the corresponding grade membership; Finally, taking the supply chain partner selection of an enterprise as an example, five alternative suppliers are ranked to verify the reliability of the model. It provides a certain reference basis for the selection of sustainable supply chain partners in various industries.

Key words: COWA operator; cloud model; sustainable supply chain; ESG

基于员工满意度调查的企业留人机制管理对策

——以三岳化工有限公司为例

王秀娟

(德州学院 职业教育学院, 山东 德州 253023)

摘要: 针对化工企业员工流失严重现象,从人才发展机制的作用效果出发,通过对离职员工和在职工工进行满意度调查与分析找出企业内部管理中存在的根本性问题,并通过对主管领导进行访谈得到合理化建议。化工企业要完善薪酬制度、制定合理公平的绩效考核制度、完善员工职业发展与晋升渠道、全方位加强员工激励、提高领导者管理水平,满足员工多样化需求,以达到提升员工满意度的目的。

关键词: 化工企业; 员工满意度; 绩效考核; 员工激励

中图分类号: F272.92 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0069-05

1 引言

近年来,企业员工离职现象频发,企业用人成本增加,技术流失、客户流失等相关问题接踵而至,员工离职问题已成为影响企业市场竞争力的重要因素。^[1]目前很少有学者专门针对化工行业开展员工满意度调查研究,且国内外学者更多关注企业留住员工的具体措施,很少从企业管理角度去搭建整体改进框架。本文以三岳化工有限公司为例,尝试以化工行业基层员工为研究对象进行研究,侧重从企业整体利益出发,经过与主管领导深度访谈全面衡量所提建议的可行性,使化工行业在制定各项制度过程中有据可依。

三岳化工有限公司是一家以环氧丙烷生产与销售为主的民营中型化工企业,成立于 2010 年,截至 2022 年底,在册职工共 826 人。多年来,公司始终坚持以员工为导向的人才理念,吸取国际先进管理经验,不断完善人力资源管理体系,选择其为研究对象具有代表性。

2 员工满意度调查与分析

选取三岳化工有限公司离职员工、在职员工为调查对象,进行满意度调查与分析,找出员工

离职原因与企业自身管理中存在的问题,并对主管领导进行访谈,在员工需求与企业发展之间找到平衡点。

2.1 对离职员工的满意度调查

为了解员工离职具体原因,调取三岳化工有限公司 2018-2021 年间离职员工谈话记录档案共 160 份,涵盖不同性别、不同年龄、不同学历、不同家庭状况、不同岗位职责、不同工作年限员工,剪性强,能够反映出三岳化工有限公司离职员工的基本情况。

根据对离职员工基本情况的数据分析,三岳化工有限公司离职员工主要特点为:a. 岗位分布:技能岗位员工离职人数最多,占总离职人数的 58.13%,技术岗位次之,管理岗位最少;b. 年龄结构:离职员工趋于年轻化,35 岁以下离职员工占离职员工总数的 89.67%;c. 性别比例:男性员工离职人数远大于女性员工,占总离职人数的 65.46%;d. 学历:本科学历员工离职率高,达到 57.60%,专科次之,为 25.24%,中专与技校学历员工离职率最低,为 10.16%。员工主要离职原因集中在:个人职业发展与晋升(139 人),薪资水平(128 人),激励措施(107 人),绩效考核(93 人),企业管理方式(84 人),家庭因素(66 人)及其他原因(42 人)。具体所占比例如图 1 所示。

从图 1 可知,员工离职的主要原因是:个人职业

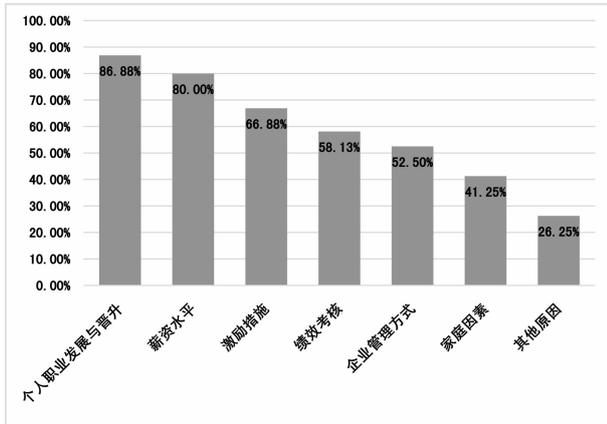


图 1 离职员工访谈记录中主要离职原因占比情况

发展与晋升占比为 86.88%；家庭因素占比较少为 41.25%；其他因素占比最少为 26.25%。

2.2 对在职员工的满意度调查

为更好地了解三岳化工有限公司员工们对于企业各项制度措施的真实看法,对在职工进行满意度问卷调查。通过调查,验证离职员工访谈记录中所得结论是否准确,同时了解公司现有制度措施是否符合员工的期望。

该问卷主要包括五项指标,每项指标细分为若干关键因素,详见表 1。

表 1 员工满意度问卷调查表

调查指标	关键因素
1 岗位满意度	岗位适应度、能力发挥度、工作挑战性 薪酬满意度(基本工资、绩效工资、奖金)、个人职业发展与晋升(个人职业发展、晋升机制、培训学习)
2 回报满意度	激励与认可(激励制度、激励方式、处罚制度)、考核(考核指标、考核监督、考核沟通与反馈)
3 环境满意度	办公环境、考勤制度、信息透明度
4 群体满意度	人际关系(员工关系、上下级关系)、团队协作
5 企业满意度	经营现状、发展前景、内部管理机制(领导者水平、内部沟通与协调机制、员工意见反馈机制)

调查问卷通过里科特尺度(Likert Scale)五级对员工的满意度进行测评,分非常不满意、不满意、一般、比较满意、非常满意五个等级,分别对应分值 1、2、3、4、5。利用问卷调查所得数据,计算员工对于不同调查内容的满意程度。本次问卷调查为匿名填写,共发放 750 份,涵盖公司 18 个工作部门中的各类员工,确保了调查数据的全面性。现场成功回收问卷 719 份,其中,有效问卷为 692 份,占总调查人数的 92%,符合调查问卷成立指标。通过对三岳化工有限公司在职工满意度调查问卷的整理汇总,员工满意程度如图 2 所示。

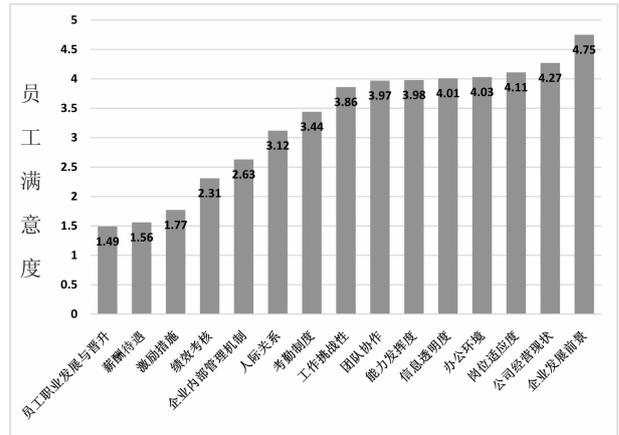


图 2 在职工满意度调查情况

由图 2 可以看出,在员工个人职业发展与晋升、薪酬待遇、激励措施、绩效考核、企业管理方面员工满意度均低于 3,这与离职员工访谈记录的分析结果保持一致。

2.3 主管领导访谈

从公司 18 个业务部门的主管领导中挑选 10 名工作年限长、资历深、业绩棒、威望高的部门领导进行访谈,了解各部门员工基本情况及企业下一步发展规划,确定企业留人机制优化过程中可作出的具体调整幅度。

主管领导认同本次调查离职原因得出的结论,同时从企业管理者角度,对企业留人机制建设给出了改进建议。

3 三岳化工有限公司员工离职原因分析

由图 2 调查统计数据可以看出,三岳化工有限公司员工岗位满意度与群体满意度均值较高,其次为企业满意度与环境满意度,回报满意度最低。对于个人职业发展与晋升、薪酬待遇、激励措施、绩效考核、企业管理这五大关键因素,员工满意度均低于 3,这与离职员工访谈记录分析结果保持一致。由此得出,三岳化工有限公司在这五个方面存在不足,是导致企业员工离职率居高不下的主要原因,也是我们下一步提升员工满意度、优化企业留人机制需要关注的重中之重。

3.1 薪酬待遇方面

三岳化工有限公司员工薪酬由基本工资、绩效工资和奖金三部分组成,其中,绩效工资 80% 取决于员工所在部门整体绩效水平,奖金由各部门自主派发。在职工在薪酬待遇方面整体满意度不高,

仅为 1.56。下分选项中,选择基本工资的员工占 86.45%,选择绩效工资的员工占 63.73%,选择奖金的员工占 37.16%。其中,选择基本工资的员工有 93.76%认为“低于同行业其他公司”;选择绩效工资的员工中有 94.69%认为“部门绩效占比过大”;选择奖金的员工有 91.32%认为“不同部门间奖金差距过大”。

综上,公司薪酬待遇方面的问题主要集中于:基本工资低于同行业其他公司;绩效工资中部门绩效占比过大;不同部门间奖金差距过大。

3.2 绩效考核方面

关于绩效考核方面,在职员工整体满意度为 2.31,81.26%的员工对考核指标不满意,其中 53.12%的员工认为企业考核指标不明确,44.27%的员工认为指标无法量化;14.05%的员工对考核监督不满意,其中有 78.29%的员工认为考核过程缺乏监督;考核沟通与反馈方面,74.69%的员工表示不满意,其中 43.66%的员工认为企业考核过程缺乏有效沟通,39.16%的员工认为考核缺乏后续反馈。因此,公司绩效考核方面的问题主要集中于:考核指标不明确,无法量化;考核过程缺乏监督;缺乏考核沟通与反馈机制。

3.3 员工个人职业发展与晋升方面

个人职业发展与晋升方面,在职员工整体满意度最低,仅为 1.49,很多员工因不满晋升制度产生离职想法。87.96%的员工对个人职业发展不满意,其中 86.72%的员工认为个人职业发展方向不明确,11.13%的员工认为发展路径不明确,6.15%的员工认为发展前景不够明朗;45.35%的员工对晋升机制不满意,其中 32.29%的员工认为晋升机会少,83.14%的员工认为企业过分论资排辈,3.57%的员工认为晋升途径匮乏;对于员工的培训学习,77.98%的员工表示不满意,其中 37.75%的员工认为培训形式单一,39.16%的员工认为培训效果缺乏跟踪反馈,30.55%的员工对培训内容不感兴趣,还有 5.52%的员工认为培训次数少。

总之,公司员工职业发展与晋升过程中存在的问题主要集中于:员工个人职业发展方向不明确,缺乏引导机制;企业选人用人论资排辈现象严重,员工晋升机会少、难度大;企业培训形式单一,没有考虑员工们实际需求,培训内容方面有所欠缺,培训后缺乏跟踪与反馈机制。

3.4 员工激励方面

在职员工激励方面的整体满意度为 1.77,88.75%的员工对激励制度不满意,其中,88.20%的

员工对节假日福利制度不满意,84.31%的员工对奖金发放制度不满意,67.56%的员工对加班费制度不满意,还有 1.12%的员工对全勤奖设置不满意;94.55%的员工对于激励方式不满意,认为激励方式单一的员工占 78.29%,认为激励措施达不到效果的员工占 58.57%;84.86%的员工对处罚制度不满意,其中认为处罚过程中缺乏有效沟通的员工占 97.79%。因此,公司员工激励方面的问题主要集中于:激励方式过于单一,未满足员工心理预期,导致激励效果不显著;激励制度中,存在加班费过少、节假日福利单一、奖金发放滞后等问题;对员工们的处罚缺乏有效沟通。

3.5 企业管理方面

企业管理方面,在职员工的整体满意度为 2.63,41.47%的员工对领导者水平不满意,具体问题集中于领导授权意识差;76.84%的员工对企业内部沟通与协调机制不满意,其中有 83.66%的员工认为企业内部缺乏专门部门负责内部沟通与协调,31.27%的员工认为缺乏沟通机制,32.51%的员工认为缺乏协调机制;还有 9.72%的员工对于意见反馈机制不满意。

从上分析可知公司企业管理方面的问题主要集中于:领导授权意识差;企业内部缺乏专门部门或人员负责员工意见反馈工作,企业无法及时了解员工诉求;企业内部沟通协调机制不够完善。

通过本研究可以看出,三岳化工有限公司在薪酬待遇、绩效考核、员工个人职业发展与晋升、激励措施与企业管理方面存在很大不足。为进一步调查同行业企业职工离职原因,又先后走访山东鲁北企业集团总公司、无棣鑫岳化工集团有限公司、山东华蓝化工有限公司等 54 家化工企业,通过对主管领导进行访谈,发现各企业均存在类似问题,这五大方面是近年来导致化工企业离职率高的主要原因。

4 化工企业留人机制具体对策及分析

在对离职员工访谈记录与在职员工满意度问卷调查结果进行分析后,又通过对 54 家化工企业进行走访调查,针对目前化工企业存在问题,从薪酬待遇、绩效考核、员工个人职业发展与晋升、激励措施、企业管理五大方面对化工企业留人机制建设提出针对性建议。

4.1 完善薪酬制度

1)调研同行业薪酬水平,提供有竞争力的月度薪资

目前,多数化工企业月度薪资中基本工资由员工专业技术职务决定,基数低,涨幅小,各项补贴数额较小且不确定。在对成本进行有效控制的前提下,为保证提供给员工有竞争力薪资,月度薪资水平整改建议如下:基本工资设定参考省内月最低工资标准,在最低工资标准基础上上调5%-9%;调整岗位工资系数,根据每位员工不同工作年限制定可以量化的具体涨幅标准;计算加班费时,把员工全部工资收入作为计算基数;固定各项补贴的基本数额,并根据具体情况适度增补。

2) 调整绩效工资中部门绩效比例

目前,多数化工企业同部门间绩效工资过于平均,部门绩效在整个绩效中比例过大。绩效工资的调整需考虑企业实际盈利能力与支付能力^[2],体现“能者多得,多劳多得”原则,向平时业绩好的员工倾斜,考核结果优秀的员工要在薪资水平上有明显体现。针对绩效工资,整改建议如下:调整绩效工资在员工整体薪资中所占比例,以40%-50%为宜;调整部门绩效在整个绩效工资中的比例为40%以下,突出员工个人工作能力与价值在薪资中的体现。

3) 设置多元奖金发放形式,调整员工间薪酬差距

针对不同部门间的奖金发放情况,在保证同工同酬、多劳多得的前提下,对公司奖金发放形式建议如下:生产部门侧重员工已完成工作指标,采用低底薪高奖金的方式,设业绩奖金与挑战奖金,针对员工完成的不同情况给予应有奖励;生产辅助部门与管理部部门侧重岗位做出的贡献,采取平均底薪+特定奖金方式,设置梯度不同的职级工资;技术部门侧重长远目标,采取高底薪+挑战奖金的形式,鼓励技术型员工不断创新。

4.2 制定合理公平的绩效考核制度

1) 岗位分析,明确目标

第一,制定《员工岗位职责指引》。根据企业未来战略方向与发展目标,细分员工工作重点与工作职责;第二,编制员工工作流程图。对需要对接的工作进行明确标示,对重点风控环节进行特别说明,制定相应风控措施;第三,修订《员工管理办法》。重点修订员工管理规范(考勤监督、加班次数、参会基本管理需求、记录填报等)与管理人员日常要求(监管频率、汇报记录方式及时限等)。

2) 设定科学可量化的考核指标

第一,设置财务考核标准。财务指标考核标准设置特定数值,员工贡献高于上限,财务指标为优良;员工贡献未达到下限,说明业绩方面需要提升;

员工贡献位于两者之间,财务指标为合格。第二,制定内部流程考核标准。对企业内部运营流程进行规范,提升员工工作效率,确保企业正常运营^[3]。第三,建立个人成长维度考核标准。针对员工个人学习与成长维度,考虑员工自身学习能力与合作意识,对员工的学习与成长能力进行测评,制定出合理、可操作的考核指标。

3) 加强考核过程监督,建立健全考核沟通与反馈机制

第一,成立专门考核小组,记录关键性指标。第二,每月公示,及时调整。企业以月为单位对考核关键性指标进行公示,保证考核过程公平、公正。第三,设考核沟通反馈机制。在工作周期期满后进行绩效结果的公示与反馈,设月考核反馈制度,对考核结果进行总结,对考核优秀员工给予表扬与奖励,对考核落后员工进行约谈,并给予指导。

4.3 完善员工职业发展与晋升渠道

1) 完善员工职业规划

第一,针对性招聘。招聘时从应聘者的性格、爱好、能力、家庭、学历等多方面进行考察,为企业选到真正需要的人才。第二,帮助员工明确个人目标。建立员工个人成长档案,由企业设计出与企业愿景共通的员工个人短期、中期和长期目标,实现员工利益与企业利益的紧密结合。

2) 完善晋升机制

第一,构建差异化晋升机制。设置特殊人才晋升渠道,让专业能力强、对企业贡献大的员工可以快速得到晋升,让各种人才充分发挥出自身优势^[4]。第二,拓宽选人用人渠道。通过公司网站、官方微博、微信群等发布相关信息,由专业人员负责宣传与咨询,让每位员工了解公司人才岗位需求,有意向员工可与外部应聘者一起参与竞争,为内部员工提供更多的晋升机会。

3) 完善培训机制

第一,创新培训方式。利用讲座、讨论会、现场演示、网络培训等方式,将培训机制常态化。第二,丰富培训内容。在与员工进行充分沟通的基础上,将员工按岗位、学历、专业划分为不同小组,对每一小组开展不同类型培训。第三,注重培训结果反馈。通过与员工们充分交流,及时了解不足并予以改进,保证员工们学有所得。

4.4 全方位加强员工激励

在对各部门主管进行访谈时,各位主管从自己部门员工不同特点出发,认为企业可以从物质、精神、岗位设置、知识与情感五个方面来保证激励效果覆盖到不同需求层次的员工。在企业留人机制建设

中,关于员工激励方面,应重点做好以下几个方面的工作:第一,物质激励。企业列出菜单式物质奖励,根据员工绩效水平,允许员工自行选择。第二,精神激励。鼓励员工参与到企业管理中来,通过完善职工代表大会制度与民主协商制度^[5],倾听员工心声,制定“优秀员工”“先进个人”具体参评标准,树立优秀员工榜样,加大精神激励力度。第三,岗位激励。工作中关注员工个体差异,安排具有一定挑战性的工作,赋予员工使命感,激发斗志^[6]。第四,知识激励。知识激励的手段有很多,比如:脱产学习、专业培训、优秀企业参观学习、专家讲座等,按市场平均水平给予员工各种注册类资质证书相应资质补贴。第五,情感激励。以欣赏的眼光看待每一位员工,工作过程中及时给予鼓励和肯定。同时,健全奖惩机制,保证其时效性。

4.5 提高领导者管理水平

第一,尊重个体差异,提高领导者管理水平与授权意识。企业根据各部门所需核心技能对领导者进行针对性培训,结合企业制度规范领导者授权行为^[7]。第二,健全内部沟通、协调机制,充分发挥工会职能。加强工会改革力度,专人专岗,明确职能,在劳资双方出现冲突与矛盾时,工会积极进行协调^[8]。

5 结束语

以三岳化工有限公司为例,对离职员工、在职员工满意度进行调查总结,分析管理中存在的问题,并

对其他54家化工企业主管领导进行访谈,提出了化工企业要留住人才必须加强留人机制建设的建议。通过完善薪酬制度、制定合理公平的绩效考核制度、完善员工职业发展与晋升渠道、全方位加强员工激励、提高领导者管理水平,满足员工多样化需求,以达到提升员工满意度的目的。本研究可为化工企业健康、稳定和可持续发展提供参考。

参考文献:

- [1] 李生鹏,李薇.论需求层次理论在人力资源管理实践中的应用[J].河北北方学院学报(社会科学版),2018,34(6):111-114.
- [2] 郝素青.企业人才流失的原因及应对策略[J].中国商论,2018(2):180-181.
- [3] 吴小文,初凤荣.阿里巴巴人力资源管理创新研究[J].商场现代化,2019(7):105-106.
- [4] 谷子栋.DM公司薪酬体系优化研究[D].石家庄:河北经贸大学,2019.
- [5] 华雪.工作搜寻行为对技能型员工求职绩效影响的实证研究[D].南京:南京航空航天大学,2019.
- [6] Caitlin J, Swathi R, Aryn C K. The effects of training satisfaction, employee benefits, and incentives on part-time employees, commitment[J]. International journal of hospitality management,2018,2(9):1-12.
- [7] 范松梅,白宇飞.中国体育产业发展与体育系统人力资源投入关系的实证分析[J].北京体育大学学报,2020(9):34-35.
- [8] 吕书月.企业员工满意度分析[J].中国管理信息化,2020(7):97-98.

Management Countermeasures of Employee Retention Mechanism Based on Employee Satisfaction Survey

—Taking Sanyue Chemical Co., Ltd. as an example

WANG Xiu-juan

(School of Vocational Education, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: In response to the serious phenomenon of employee turnover in chemical enterprises, starting from the effectiveness of the talent development mechanism, the fundamental problems in internal management of the enterprise are identified through satisfaction surveys and analysis of resigned and in-service employees, and reasonable suggestions are obtained through interviews with supervisory leaders. Chemical enterprises need to improve their salary system, establish a reasonable and fair performance evaluation system, improve employee career development and promotion channels, comprehensively strengthen employee motivation, improve leader management level, meet the diverse needs of employees, and achieve the goal of improving employee satisfaction.

Key words: chemical enterprise; employee satisfaction; performance appraisal; employee motivation

山东省体育产业与旅游产业耦合协调发展评价研究

韩志超, 唐克己

(德州学院 体育学院, 山东 德州 253023)

摘要: 体育产业与旅游产业融合发展是当前经济发展中的重要增长极。但是, 体育产业与旅游产业之间的资源整合与协调还存在着亟待解决的现实问题。本文运用熵值法与耦合协调度模型对山东省体育产业与旅游产业(2010-2021年)耦合协调水平发展进行分析。分析结果表明: 山东省体育产业与旅游产业耦合协调度呈现明显的上升趋势。两大产业耦合协调演化历经中度失调至高度协调的时空特性, 以此为基础为进一步提高山东省体育旅游与文化产业耦合协调发展提出针对性建议。本文通过分析多年来体育产业与旅游产业耦合协调的演化状态, 可为体育产业和旅游产业要素的有效配置与深度融合提供参考。

关键词: 山东省; 体育产业; 旅游产业; 融合发展; 耦合协调模型

中图分类号: G812 F592.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0074-05

1 引言

体育产业与旅游产业的融合发展, 作为产业间相互渗透的新领域, 是以体育资源为基础, 以旅游活动形式出现的新型交叉产业。最常见的是体育和旅游相结合的休闲活动。目前, 越来越多的体育和旅游消费者不再满足于体育和旅游的传统消费方式, 而是追求更强的参与性、更有价值的体育和旅游方式。这在一定程度上促进了体育旅游产业的融合发展。这种客观的消费需求为体育与旅游产业的融合发展提供了一定的动力。《国家旅游局体育总局关于大力发展体育旅游的指导意见》(旅发[2016]172号)和《进一步促进体育消费行动计划(2019-2020年)》等国家指导性文件相继出台, 有助于体育产业和旅游产业的整合和协调, 也为体育产业与旅游产业的融合协调发展提供了政策保障。

关于体育产业与旅游产业的相关研究最早可以追溯到 Don Anthony 所著的《体育与旅游》, 其在文中对于旅游行为中的体育项目进行了分析^[1]。随后体育产业与旅游产业的融合研究成为了学术界较为关注的问题之一。Milk Weed 将体育产业与旅游产业的产业融合问题视为一种知识体系, 为产业融合的深层研究提供了基础^[2]。伴随着国内经济水平的

提升, 我国的体育产业与旅游产业相关研究成果也逐渐丰富, 在产业融合、资源开发以及人才培养等方面, 进行了较为深入的研究。价值方面, 鲁志琴等(2021)认为全球产业发展现阶段已经趋向于产业形态与产业架构的重塑, 体育文化旅游产业深度融合不仅是社会发展的大势所趋, 更是产业发展转型的必然及核心逻辑^[3]。田文林(2017)在体育文化旅游产业结合层面, 最初以文旅产业结合为主, 近些年伴随着体育产业繁荣发展形成了体育文化旅游深度融合的新格局, 并且已成为我国社会产业升级转型的关键要素^[4]。尹宏等(2019)分析体育文化旅游产业融合发展困境, 制定破解机制, 对推动国家经济发展以及体育文化旅游产业前进有着积极意义^[5]。困境方面, 王柯(2018)分析部分区域在推行文体旅三大产业结合发展的进程中, 主要存在着思路模糊的问题, 缺乏较强的整合焦点意识, 进而致使产业架构失衡^[6]。黄明智(2019)指出我国各个区域若想摆脱当今体育文化旅游三大产业深度融合发展的不平衡现象, 应充分解放传统思想, 明确体育文化旅游融合理念, 促进区域各产业一体化发展^[7]。目前相关的成果, 关于体育产业与旅游产业关联程度的文献数量较少, 且以定性分析与理论研究为主, 因此本文就以山东省的全域产业为研究区域, 对 2010 年至 2021 年的相关变量数据进行研究, 构建山东省体育产业

收稿日期: 2023-01-05

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”(21YJC890008)。

作者简介: 韩志超(1989-), 男, 山东德州人, 副教授, 博士, 研究方向体育产业、体育旅游。

和旅游产业发展水平与耦合协调系统的模型,以其时空特性为基础探讨山东省体育产业与旅游产业耦合协调的时空演进,从整体角度出发分析体育产业与旅游产业的融合度,并从理论与实践两个层面提出相应的对策建议,促进山东省体育产业与旅游产业的持续健康发展。

2 研究背景、方法及指标构建

2.1 研究区域情况

中国旅游研究院和马蜂窝旅游集团有限公司联合发布的《中国体育旅游消费大数据报告(2021)》,报告分析了体育旅游市场的热点及发展态势,并对体育旅游人群未来消费行为进行了预测。报告指出我国体育旅游市场消费者的特征呈现明显年轻化,90 后成为体育旅游经济中的主力。对于这类人群来说,体育旅游的吸引力相较于传统的体育与旅游活动方式更强,在具体项目上也日趋多样^[8]。数据显示,山东省青岛市跻身全国体育旅游热门城市前三位,山东省的宏观体育旅游市场正在逐步扩大。而随着北京 2022 年冬奥会的成功举办,对于冰雪体育旅游的产业方向机遇较好。山东省有冰雪运动的传统,省内冰雪资源丰富,拥有着开展冰雪体育旅游的先天条件。尤其以胶东五市为代表的冰雪产业发展态势良好,冰雪产业相关的发展指标均大幅提升,结合山东省内的旅游资源,预计在未来山东省体育与旅游产业融合中,冰雪体育旅游将发挥重要作用。近些年青岛市重点发展体育旅游的延伸产品,以海上与水上运动为特色,其中又以帆船运动为核心。在基础设施建设与相关配套服务方面持续加大投资。借助海洋相关运动与文化的特殊魅力,打造着海洋研学体育旅游的目的地^[9]。青岛市旅游主管部门与体育主管部门也签订了一些战略合作协议推动着产业的融合与协作。总体上,山东体育全力打造“时时是体育旅游季节、处处是体育旅游项目”的全域体育旅游格局和目的地。繁荣赛事游、运动休闲游、滨海体育游、乡村体育游、红色体育游等,打造体育综合体,启动节假日精品体育旅游线路评选推介活动,持续提升山东省体育旅游的品牌效应^[10]。

2.2 研究方法

本文研究山东省体育产业与旅游产业的产业融合发展现状,为了保证其结论的科学性与客观性,本文将原始数据通过熵值赋权的方法来确定各指标的具体权重。通过具体指标的变异性以及指标数值的意义确定权重,可以有效地避免人为因素与线性量纲问题的干扰,使各指标具有较高的可信度^[11]。指

标的选取方面参考姚松柏等学者的研究指标^[12-13],具体处理如下:

对于正向型指标

$$Y_{ij} = 0.1 + 0.9 \frac{X_{ij} - \min(X_j)}{\max(X_j) - \min(X_j)}$$

对于负向型指标

$$Y_{ij} = 0.1 + 0.9 \frac{\max(X_j) - X_{ij}}{\max(X_j) - \min(X_j)}$$

式中: X_{ij} 是指标原始数据, $\max(X_j)$ 是第 j 个指标数据的最大值, $\min(X_j)$ 是第 j 个指标数据的最小值, Y_{ij} 是标准化数据值。考虑到各指标间的具体单位不同,且量纲有一定的差异,直接通过标准化的计算处理,无法直接进行对比。因此在指标权重计算前,对各指标进行标准化的处理。结果如下:

表 1 山东省各指标标准化结果

年份	国际旅游外汇收入	旅游景区个数	星级饭店总数	CPI;娱乐教育文化用品及服务(旅游)	体育彩票销售额	地方公共财政支出(文化体育与传媒)	体育产业总产值
2010	0.100	0.100	1.000	0.286	0.100	0.100	0.100
2011	0.383	0.164	0.922	0.454	0.288	0.237	0.214
2012	0.650	0.201	0.758	0.407	0.336	0.414	0.330
2013	0.512	0.241	0.749	0.573	0.411	0.517	0.445
2014	0.225	0.277	0.597	1.000	0.576	0.519	0.555
2015	0.630	0.381	0.431	0.100	0.570	0.593	0.670
2016	0.750	0.441	0.369	0.438	0.637	0.594	0.840
2017	0.829	0.503	0.288	0.473	0.681	0.629	0.870
2018	0.914	0.742	0.194	0.365	1.000	0.722	0.935
2019	1.000	1.000	0.100	0.586	0.769	1.000	1.000
2020	0.517	0.971	0.101	0.571	0.817	0.916	0.976
2021	0.371	0.891	0.127	0.491	0.706	0.904	0.879

2.3 指标体系

本研究所需的体育产业与旅游产业评价指标的原始数据来源于 2010 至 2021 年国家统计局、国家体育总局统计中心,以下对数据进行权重分析。

$$E_j = - \frac{1}{\ln(n)} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}$$

其中, P_{ij} 值计算公式如下:

$$p_{ij} = \frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^n Y_{ij}}$$

n 为评价对象数量, E_j 是第 j 个指标的信息熵值,结果如下:

表 2 山东省各指标信息熵值

指标	国际旅游外汇收入	旅游景区个数	星级饭店总数	CPI;娱乐教育文化用品及服务(旅游)	体育彩票销售额	地方公共财政支出(文化体育与传媒)	体育产业总产值
信息熵值	0.934	0.909	0.927	0.952	0.951	0.953	0.937

$$W_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^n 1 - E_j}, W_1 + W_2 + \dots + W_n = 1$$

W_j 表示第 j 个指标的权重计算各指标权重, 得出以下数据:

表 3 山东省各指标权重值

指标	国际旅游 外汇收入	旅游景 区个数	星级饭 店总数	CPI: 娱 乐教育 文化用 品及服 务(旅游)	体育彩 票销 售额	地方公 共财政 支出(文 化体育 与传媒)	体育产 业总 产值
权重	0.209	0.335	0.267	0.186	0.314	0.295	0.394

3 结果与分析

3.1 山东省体育产业与旅游产业综合发展水平

综合发展指数即综合发展水平的量化值, 指旅游与体育产业的发展水平量化值, 计算公式如下:

$$U_i = \sum_{j=1}^m W_j Y_{ij}$$

U_i 表示第 i 个评价对象的综合发展指数(综合得分); W_j 表示第 j 个指标的权重; Y_{ij} 是标准化数据值。

结果如下:

表 4 旅游和体育产业综合发展指数

年份	旅游	体育
2010	0.376	0.100
2011	0.468	0.244
2012	0.484	0.357
2013	0.497	0.456
2014	0.486	0.551
2015	0.395	0.616
2016	0.487	0.704
2017	0.509	0.739
2018	0.561	0.892
2019	0.682	0.928
2020	0.571	0.929
2021	0.439	0.931

依据熵值法, 采用 Matlab 软件计算出 2010-2021 年山东省体育产业和旅游产业综合发展水平, 按照 2010-2013 年、2013 年、2014-2021 年分成三个阶段进行时序演变对比分析。可以看出, 2013 年以前, 旅游产业的综合发展水平高于体育产业, 2013 年中旬的时序体育产业与旅游产业的综合发展指数基本相当, 而 2014 年以后体育产业的综合发展水平要高于旅游发展水平。以增长趋势来看, 体育综合

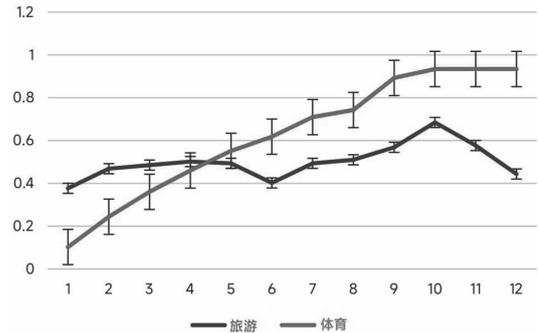


图 1 旅游和体育产业综合发展指数

发展水平的增长趋势较快且保持了持续增长的水平, 而旅游产业的 2010-2013 年的时序演变综合发展水平较为平缓, 2013-2015 年出现了下降。2015 年以后旅游产业的综合发展水平得到了较好的提高, 2020 年后, 直到 2021 年, 由于新冠疫情的整体影响, 旅游产业的综合发展水平受到了严重的打击, 其发展水平受环境影响产生了较大的下滑。

3.2 山东省体育产业与旅游产业耦合协调发展分析

先求耦合度 C :

$$C = 2 \sqrt{\frac{U_1 U_2}{(U_1 + U_2)^2}}$$

U_i 表示第 i 个评价对象的综合发展指数

T 的计算公式如下:

$$T = a U_1 + b U_2$$

取 $a=b=1/2$, 表示将旅游和体育产业视为同等重要

最后, 求耦合协调度

$$D = \sqrt{C \times T}$$

D 为耦合协调度。计算结果如下:

表 5 旅游产业与体育产业耦合协调度

年份	耦合协调度
2010	0.440
2011	0.581
2012	0.645
2013	0.690
2014	0.719
2015	0.702
2016	0.765
2017	0.783
2018	0.841
2019	0.892
2020	0.817
2021	0.816

从体育产业与旅游产业整体的时序空间发展情况来看, 2010-2021 年, 我国体育产业与旅游产业的

耦合协调水平呈现整体上升的趋势,且发展态势较好。具体的耦合协调程度,由2010年的0.44上升到2019年的0.892,达到了高度的协调程度,随后在2020年下降到0.817,但山东省体育产业与旅游产业仍然保持了较高度度的协调性。2021年同样由于新冠疫情的影响,各地旅游产业均遭到了一定的冲击,因此协调程度与2020年基本持平。本文认为这是由于新冠疫情导致的,因此对于两项产业的影响是同步的,这不能证明山东省体育产业与旅游产业的协调程度发生了离散波动,从整体来看山东省体育产业与旅游产业的耦合关系是健康的。

4 结论与建议

4.1 结论

本文从山东省体育产业与旅游产业的融合协调的视角出发,详细构建了山东省体育产业与旅游产业的指标体系,以此为基础对山东省体育产业与旅游产业的耦合协调发展特性进行了实证分析。得出结论:山东省的体育产业发展与旅游产业发展出现了同步上升的趋势,其中又以体育产业发展较为迅猛。以2013年为节点,2013年以前体育产业的发展水平滞后于旅游产业,2013年以后体育产业的发展水平逐渐超过了旅游产业的发展速度。直到2020年,新冠疫情对旅游产业造成了一定的冲击,这使得山东省体育产业与旅游产业的耦合协调性造成了一定的下滑。2021年山东省体育产业与旅游产业的耦合关系,保持了与2020年的相当水平,这是由于新冠疫情的客观环境导致的。2022年以来,山东省体育产业与旅游产业的耦合协调处于耦合发展的高度协调阶段。虽然山东省体育产业与旅游产业的融合关系历经了中度失调、低度协调、中度协调及协调增速的发展时空特性,但总体来看山东省体育产业与旅游产业之间的差距在不断增大,体育产业发展倾向较为显著。

4.2 对策建议

体育旅游参与感较强,受到广泛欢迎,但也存在着一定的体育安全风险,这就需要良好的安全保障。山东省作为体育旅游大省,目前诸多体育旅游项目的安全标准均未制定,相关部门需要完善体育旅游项目的国家标准,推进其标准化进程,同高校一起做好人才培养,尤其是体育旅游项目中的安全与技术指导人才。同时由于疫情常态化的整体影响,也要做好相关的应急预案措施^[16]。

在理论层面,参考圈层结构理论,打造突出核心

的山东省特色体育旅游产业,形成产业环从内到外、从深层次到浅层次推进体育与旅游产业的融合与发展。依据各圈层的向心性与客观性特征,根据山东省内不同区域的特色文化,打造不同的圈层特色体育旅游文化产品,具体以冰雪体育旅游与水上体育旅游为核心内圈层,以区域体育旅游资源为中圈层,以近郊乡村体育旅游为外圈层。依据要素禀赋理论,山东省可以要素的模式铺展开来,通过流动省内生产要素,尤其加速是技术与人才的流动,以此消除体育产业与旅游产业各生产要素的区位分配不均的问题,逐步实现省内资源共享以及体育产业与旅游产业的区域均衡发展。

在实践层面,山东省要发挥各区域的优势,在体育和旅游的发展进程中形成区域特色,借助地缘优势,与相邻的产业构建产业集群,以此消除集群效应薄弱的问题,进一步优化各区域体育与旅游产业的特殊资源。与此同时体育产业与旅游产业在资源层面上的强相关性也使其能够共享资源。因此,体育产业与旅游产业本质上的相关性与省内各地的互补特征,为其深度融合发展带来了可能。总而言之,在实践中要明确体育产业与旅游产业发展面临的主要问题,进一步完善相关的规章制度体系,发挥制度体系的管控能力,健全人才培养体系,有序地推进体育与旅游产业的深度结合,从而规避体育产业与旅游产业融合中存在的问题。

参考文献:

- [1] Peter E. Murphy. Assessing the tourism benefits of an open access sports tournament: The 1989 B. C. Winter games[J]. Journal of travel research, 1991, 29(3): 32-36.
- [2] Milk Weed. Sports tourism research 2000-2004: A systematic review of knowledge and a meta-evaluation of methods[J]. Journal of sport & tourism, 2006, 11(1): 5-30.
- [3] 鲁志琴,陈林祥,沈玲丽.我国“体旅文商农”产业融合发展的内在逻辑、作用机制与优化路径[J].中国体育科技, 2022, 58(6): 81-87.
- [4] 田文林.西部大开发战略背景下我国中西部地区传统体育文化与旅游产业融合发展研究[J].南京体育学院学报(社会科学版), 2017, 31(3): 93-97.
- [5] 尹宏,王莘.文化、体育、旅游产业融合:理论、经验和路径[J].党政研究, 2019(2): 120-128.
- [6] 王柯,刘其龙,黄坚,等.“产业融合”背景下广西民族体育文化产业与旅游产业开发与融合研究[J].体育科技, 2018, 39(4): 82-84.
- [7] 黄明智.海南文昌体育文化旅游产业发展研究[D].海南热带海洋学院, 2019.
- [8] 张永韬,刘波.体育产业政府引导资金:概念、特征与效

- 应[J]. 体育与科学, 2019, 40(2): 68-74.
- [9] 张维珂, 刘国忠. 海洋经济视域下青岛西海岸海洋体育旅游产业发展策略研究[J]. 山东科技大学学报(社会科学版), 2015, 17(6): 78-82.
- [10] 赵轶龙, 戴腾辉. 我国体育产业发展过程中的区域性特征分析——基于现有省际数据[J]. 中国体育科技, 2019, (4): 31-42+80.
- [11] 王会, 郭超艺. 线性无量纲化方法对熵值法指标权重的影响研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(S2): 95-98.
- [12] 姚松伯, 刘颖. 体育产业集聚对区域经济增长影响的实证分析——基于静态和动态面板数据模型[J]. 体育科学, 2017, 37(11): 21-29.
- [13] 周正宏, 李行云, 陈若愚. 区域体育产业集聚与增长的政策效应——基于合成控制法的分析[J]. 财经科学, 2018(7): 121-132.
- [14] 刘晓明. 产业融合视域下我国体育旅游产业的发展研究[J]. 经济地理, 2014, 34(5): 187-192.
- [15] 杨强. 体育旅游产业融合发展的动力与路径机制[J]. 体育学刊, 2016, 23(4): 55-62.
- [16] 方永恒, 周家羽. 体育旅游产业与文化创意产业融合发展模式研究[J]. 体育文化导刊, 2018(2): 93-98.

Research on Evaluation of Coupling and Coordinated Development of Sports Industry and Tourism Industry in Shandong Province

HAN Zhi-chao, TANG Ke-ji

(School of Physical Education, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: The integrated development of sports industry and tourism industry is one of the important growth poles in the current economic development. However, the integration and coordination of resources between sports industry and tourism industry still exist practical problems that need to be solved. In this paper, entropy method and coupling coordination degree model are used to analyze the development of coupling coordination level between sports industry and tourism industry in Shandong Province (2010-2021). By analyzing the evolution of coupling coordination between sports industry and tourism industry over the years, it can provide reference for the effective allocation and deep integration of sports industry and tourism industry elements. The results of analysis show that the coupling coordination degree of sports industry and tourism industry in Shandong province presents an obvious upward trend. The coupling and coordination evolution of the two industries has gone through the spatio-temporal characteristics from moderate maladjustment to highly coordination. Based on this, some specific suggestions are put forward for further improving the coupling and coordination development of sports tourism and cultural industry in Shandong Province.

Key words: Shandong province; sports industry; tourism industry; integrated development; coupled coordination model

高校体育专业混合式教学的特征、问题与改进策略

刘源¹, 陈翀¹, 王海涛²

(1. 聊城大学 体育学院, 山东 聊城 252001; 2. 德州学院 网络与教育技术中心, 山东 德州 253023)

摘要: 混合式教学是近年来高校普遍采用的一种新型教学方式。采用线上与线下相结合的混合教学, 能够有效融合信息技术资源, 推动高校教学模式的优化创新, 提高教学质量。在高校体育专业教学实践中, 将体育课程教学与信息技术有机融合, 可以使学生获得更丰富的体育课程教学资源与学习体验, 促进学生身心全面发展, 进而实现体育教学改革。本文在深入分析混合式教学特征基础上, 剖析了高校体育专业混合式教学实施中存在的问题, 有针对性地提出了改进策略。

关键词: 高校体育; 混合式教学; 改革策略

中图分类号: G807.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0079-05

高校作为培养各类专业人才的重要基地, 为经济社会发展提供了重要的人才支撑。近年来, 随着新一代信息技术的发展与教育应用, 对高校传统教学方式的变革提出了新要求, 建构有效的线上线下相结合的方式以激发学生学习兴趣和自主学习能力的课堂教学范式迫在眉睫。我们结合体育专业混合式教学实践, 对混合式教学的特征、问题、归因及改进策略进行了研究探索。

1 混合式教学的特征与优势

1.1 混合式教学提倡对传统教学模式的“翻转”, 突出学生的主体作用

将计算机技术应用到传统的体育课堂教学之中, 把网络技术和设备与传统的体育课堂教学相结合, 利用计算机技术为学生带来丰富的知识资源, 从而使学生在体育课堂教学活动中的主体性得到极大提高, 增强学习的积极性; 同时, 采用线上和线下相结合的教学方式, 可以使学生根据自身的具体情况随时随地进行线上学习, 达到个性化的学习效果。通过线上线下相结合的方式, 可以训练学生的自主学习能力, 帮助教师提升体育课堂教学效率, 加深对体育基础知识、基本技能的理解, 调动学生参加体育

运动的积极性、主动性, 促进他们增强自身体育素养, 以达到更好的教育效果。在以往的高校体育教学中, 大部分时间是教师向学生们传授相关的体育知识, 然后带领学生进行体育技能训练, 最后有很少的时间让学生自主进行练习。由于教师理论讲授比例过重、占用时间过长, 大部分学生在整个教学过程中则处于一种消极的状态, 教师又由于受线下教学时间的限制, 没有时间和精力对每个学生进行有效的个性化指导, 导致学生学习的主动性受到抑制, 降低了对体育知识和技能理解掌握的效率, 不利于学生体育素养的全面发展, 因此具有很大的局限性。^[1]

1.2 混合式教学为师生创造了更好、更有效的体育课堂教学方案

从教师的角度, 采用混合式教学可以借助信息处理技术对学生的实际学习情况进行更加全面、科学地学情分析, 可以提前把理论教学和技能示范内容通过线上视频方式供学生预习, 为教师合理调整体育课堂教学方式和节奏提供依据, 为实施更具个性化发展的体育教学打下基础。而在学生层面, 混合式教学可以为学生提供不一样的学习体验, 不仅可以满足学生不同的学习需要, 而且学生还可以根据自身的具体情况进行自主学习, 这对于学生的个

收稿日期: 2022-12-12

基金项目: 聊城大学创新创业项目资助 (cxcy2019y184); 聊城大学金课建设资助项目 (B110192); 山东省本科教学改革项目“基于专业认证的《体能训练理论与方法》课程内容设计与实践” (M2020180); 山东省 2020 年研究生教育优质课程《体能评定与方法》 (SDYKC20182)。

作者简介: 刘源(1994-), 男, 山东聊城人, 聊城大学硕士研究生, 研究方向为体育教学、运动训练。

通讯作者: 陈翀(1985-), 男, 山东聊城人, 教授, 博士, 研究方向为体育教学理论与方法。

性化发展起到了很大的作用。这种混合式教学不仅可以确保学生按时完成教师布置的体育训练任务,而且可以借助网络教学资源有针对性地对教师所讲内容加深理解。

1.3 混合式教学为传统体育专业的学习提供教学资源的补充

在体育专业混合式教学中,教师对体育知识技能进行讲解后,假如学生有认知上的错误或有不同理解,仍可以通过线上即时提问、留言提问或者课后自己观看授课视频等方式来进一步加深理解、更正错误认知。例如,现在流行的微课教学,就是一段一段的视频,每一段都有不同的时长,从五分钟到十分钟不等,每一段都有不同的教学内容。当学生完成视频观看学习后,或者是完成了教师的授课之后,对某个体育动作还有疑问,那么他们就可以在课后自行进入学习平台,寻找自己需要的知识。通过回看视频进行复习巩固,学生就可以更加有效地掌握体育教学中的理论知识以及体育技能,将所学的东西变成自己的知识。另外,学生可以通过网络与教师进行个性化交流,让学生在体育课堂上遇到的问题,可以更快地得到解决,从而激发学生的学习热情,提升学习兴趣以及整体素质,确保他们在课程教学中的学习效率。^[2]同时,体育学科开展混合式教学对高校教学管理、教学质量评价提出更高要求和多元化变革需求,虽然各个高校都在积极探索信息化时代高等学校教学管理创新,但仍存在着许多问题。

2 混合式教学实施中出现的主要问题

通过对体育专业混合式教学进行体验式调研分析,我们发现体育学科混合式教学实施中的问题主要集中在学校、教师、学生对混合式教学的适应度以及混合式教学的过程性评价方面。

2.1 学校、教师、学生对混合式教学适应度问题

从学校管理层面看,教学管理是学校根据教学要求,对各类资源进行合理分配,构建保证教学工作正常进行的组织体系、制度体系、运行体系的系统工程。由于混合教学起步较晚,大部分学校缺少专业的教学和管理机制,导致许多学校的教学管理还停留在会议通知等表层形式,难以及时建立起有效的管理制度。如何评估学生的线上学习成效,怎样组织学生去学,缺少科学地引导,导致学生的体育学习存在着盲目性。从学生层面看,在线学习还存在学生学习热情不够、学生的创造性思维激发和自主性效能不足,学校缺少线上线下混合式教学的配套规

范制度等问题。对此,学校要加强对教务工作的领导,建立健全组织机构和管理机制以及科学的、规范的制度,完善复合型教学管理体系,确保教育工作顺利进行。^[3]

从教师教学组织管理层面看,目前我国混合式教学缺乏相应的理论指导,教师对线上教学的有效组织方式、学生学情调研分析方法、学生线上线下相结合学习方法和学习效果评价方式等研究地还不系统深入,导致对混合教学过程中出现的问题无法及时地加以解决。

从学生层面看,由于许多大学尚未构建起符合本校人才培养目标和具有本校学科专业特点的、丰富的、可满足学生个性化学习需要的线上教学资源,而多采用购置或直接使用其他高水平大学课程教学资源的方式。借用这种课程资源有许多优势,如可以借鉴国内外优秀教师的先进思想、共享高质量课程教学资源等。但不同层次的高校,其人才培养目标、学科专业类型、师资水平、学生的学习基础与发展志向存在差异,简单借用效果不理想,因为适合的才是最佳的。这种借用课程教学资源为主的方式,无法适应学生的个性化需求,导致学生的体育学习积极性下降,从而影响了体育课堂教学的质量。此外,线上教学还存在体育课程教学资源建设周期长、知识技能教学内容更新慢与高校体育教学内容更新速度快、大学生通过网络获取体育学科前沿知识的能力强、对体育新知识新技能的吸收能力强的矛盾。除此之外,线上课程教学难以即时获取学生的学习状态信息,学生的体育学习以及训练过程中缺少有效的监管,很难保证体育教学的有效性。^[4]

2.2 教学资源建设和课程实施存在的问题

混合式教学与传统的线下教学相比,其优势之一就在于其丰富的教学资料,能够使学生随时随地获取所需的知识,具备极大的便利性。而当前体育专业在实行混合式教学时,存在教学资源丰富性欠缺的问题。体育专业实施混合式教学必须重视网络教学资源的引进与应用。这不仅是因为文字、图像、视频等线上教学资源能够更为生动直观地演绎技术动作特征、要素、结构等,还在于此类线上教学资源能够较为系统全面地呈现运动项目的全过程,有助于学生更有效地发展体育专业技能。

另外,体育专业的混合式教学在实施过程中需要线上线下教学的衔接。当前,体育专业实施混合式教学时存在教学衔接不畅问题,该问题的主要原因在于线上的理论性教学与线下的实践性运动技能指导匹配度较低,缺乏有效的连接和过渡。^[5]线上教

学通常是以国家级出版社出版的统一规范性教材为教学依据,侧重于运动技术动作原理、比赛规则、学理性特点等理论知识的讲授,而线下实践课多以学生的身体践行为主进行运动技能的学习与练习。教师通常是在一定的理论指导下对学生有针对性教学指导。但是目前运动教材理论知识的更新速度远跟不上技术动作的科学性发展与优化,许多线上教学资源中的理论知识与实践中的运动技术特征已不匹配。在理论与实践无法协同发展、协同更新时,教师在实践教学中只能采用新的技术动作训练原理与新的运动技能发展规律来指导学生进行运动技能学习。线上与线下教学的衔接不畅,将导致学生在课下利用互联网线上学习平台进行自主学练时无法正确理解新旧知识体系之间存在的差异,难以对运动理论知识形成科学先进的认识,也将造成学生在运动技能习得时存在学理性的困惑。^[6]

2.3 混合式教学过程性评价存在的问题

过程性评价应是贯穿于体育教学全过程的评价方式,其内容丰富,形式多样,但应用方法相对复杂,这就要求教师对过程性评价理论、方法、技术有专业化的掌握和较大的精神投入。由于学校管理者对课程教学过程评价的复杂性认识不足,在评价目标、评价内容、评价方法等方面的措施存在偏离课程教学实际的问题,导致评价结果无法真实地反映出学生的实际学习成效,从而造成体育教学过程性评价的效果不理想。

事实上,过程性评价并不只是用来衡量学生的学习效果的手段,也是一种能够反映学生实际学习状况的动态评价,能够及时地反馈学生在不同专业发展阶段的成长特点。通过这些反馈,体育教师可以根据反馈信息来及时制定和调整后续的体育教学方案,使教学活动更加具有针对性。同时,通过对学生进行过程性评价,学生能对自己有更多的了解,了解自己的体育学习进步情况,弥补自身不足,不断完善自我,以提高体育学习的积极性和自信心。然而,在实际教学中,由于许多体育教师对过程性评价的特点和效果重视不足,也没有足够的时间合理完成过程性评价方案的优化,导致教学方案与学生实际需求存在偏差。

过程性评价的一个重要前提条件是学生要学会独立学习。但实际情况是,经过数年的应试教育,许多学生已经失去了体育学习的主动性,对自我学习负责的意识与责任心不足,有些学生为了完成线上学习任务,出现找同学刷视频时长、刷流量以及在完成训练作业的过程中投机取巧等问题。如何提高学

生自我负责、自我管理意识和自主学习能力,还需要学校和教师进一步优化过程性评价机制,提高混合式教学的组织管理水平。

3 混合式教学的改进策略

推进混合式教学变革,需要学校完善管理制度体系、优化管理策略、创新管理机制,需要教师提升混合式教学的组织管理和评价能力,需要学生增强自我管理与自主学习能力。

3.1 学校管理层面

从学校管理视角看,混合式教学的管理有别于过去的教学管理,要深入推进混合式教学改革,首先需要完善混合式教学管理的顶层设计,明确教学管理制度体系和实施程序,确保这个体系能够有效运行,落实到每位教师和学生(教与学的主体)。针对体育学科混合式教学现状,可以将质量标准体系引入到在线课堂教学中,制定体育学科的在线课程质量标准体系,建立保证高标准、高质量教学组织体系和运行的机制;通过指导手册的编制指导教学活动的开展,规范和优化教学流程等;政策层面充分保障混合式教学的开展,确保能够从人力物力以及经费方面促进混合式教学的可持续发展;科学地认定和评判教师线上线下的教学工作量,加强奖惩考核措施的应用。除此之外,还需要建立有效的教学评价体系。混合式教学评价体系应立足于学生的个性化差异,既要兼顾教学目标的实现,又要凸显因材施教的理念。根据评价主体的不同,采用教师评价和学生评价相结合的评价方式;根据学生实际,采用定量评价和定性评价相结合的方法;针对混合式教学的复杂性,采用过程性评价和终结性评价相结合的方法。总之,混合式教学评价体系在学生今后的学业发展过程中要起到指导性意义,既要评价学生的学习成果,也要评价学习的过程,还要评价教师的教学活动。^[7]同时,要加强体育教师的教学规范管理、提升专业教学能力,因此学校应该加强培训力度,使授课教师熟练掌握信息技术,提升教学技能,帮助教师更好地将信息技术与教学深度融合,努力实现课堂教学方式的新变革。另外各高校应该组织教师积极参加信息化教学大赛,进一步推动高校教师间的交流,提升教师的信息化应用水平,同时鼓励教师进行在线课程建设,并将在线课程建设纳入年终考核,多措并举,将各项教学规章制度传导到每位专业教师和学生这两个教与学的主体身上,强化混合式教学管理的检查与评价,及时跟进混合式教学中发现的

问题,有针对性地持续改进教学管理制度和运行机制,改革教学方法,制定合理的评价办法。^[8]

3.2 教学活动组织层面

从教师作为教育活动的管理者与组织者的视角看,混合式教学下教师既要掌握混合式教学的规则,又要更好地学会运用教学信息平台,转变教学角色,解决在线教学中出现的新问题。一是转变思想,提高认识,用发展的眼光看待新的教学模式。对于中老年教师来说,由于对信息技术的学习能力较差,对于需要运用录播或者直播技术进行的动作示范难以达到比较好的观看效果,因此会产生畏难情绪和抵触心理;对于青年教师而言,由于缺乏具体的课堂教学经验,对于线上教学的参与度和积极性也有待加强。所以体育教师要立足实际,积极转变思想,以发展的眼光看待教育信息化的新思想和新理念。二是要加强学习,不断提高线上教学技能。由于体育学科的特殊性,体育课堂更加注重互动和现场演示,通常对线上教学重视不足,因此,需要组织优秀的专业教师对从事线上教学的教师进行管理指导和专业训练,另外也需要指导学生学会掌握课程资源平台的运作程序和操作规范,培养学生的技能、熟悉网络教学的交互功能、积极参加交流讨论的技术。同时教师要掌握混合式教学的规律特征,运用线上与线下结合的灵活性,根据体育专业课程的特点,探索出有体育教学特色、切实有效的混合教学模式。从体育专业教学具有实践技能性的特点看,它更适宜采用线上视频教学、理论指导、模拟训练与线下实操相结合的混合式教学模式,这需要课程主讲教师掌握更多的混合式教学的理论知识,进一步提升教学管理实践能力,加强创新与责任意识。^[9]三是要改变教学设计,重新规划教学内容,以适应混合式教学。混合式教学的本质是以传统的教师的教为中心转化成以学生的学为中心的教学设计理念,要充分突出学生的学,要求教学内容有效呈现、教学过程合理设置、教学方法的优化和选择等。^[10]体育教师之间要加强沟通和交流,共同探讨多元化的教学方法,不断地汲取经验,充分意识到自己在教学中所扮演的重要角色,听取学生对线上教学部分的意见反馈,使其达到最大的正面效应。^[11]

3.3 学生学习效果层面

从提高学生学习效果的视角看,高校应该建立一种有效的引导学生自我管理、自主学习、自我调节的激励机制,让学生养成自主学习、自觉学习的良好习惯。首先,对于混合式教学的开展,教师需要在做好教学设计的同时精准分析学生,通过学情数据精

确掌握学生的知识基础、认知能力和学习特点。^[12]根据学生理性程度的异质性进行分组,将部分学习监控管理权转交给学生,最终在班级中形成组内合作、组间竞争的局面。学生也应拥有更多的专业学习自主权,激发学生的内在学习动机,比如赋予学生更多的转专业、选课、选教师等自主权,让学生可以根据自己的兴趣、志向来选择专业,从而提高他们的学习积极性。其次,要加强学风建设,改善群体学习氛围。调查显示,学校的学风对学生的自主学习意愿有一定程度的影响。学校要致力于改善学风,发挥以文育人、以文化人的积极作用,教师可以根据学科内容,组织开展学风建设主题教育活动,通过完善考试机制、开设第二课堂等方式激发学生的学习热情,努力打造风清气正的群体学习行为。再次,建立线上学习制度和机制。要建立和实施学业警告制度,以警示学生学习中的不佳表现,如不及格、学分不达标、考试作弊等,方式包括批评教育、延长学制、劝退等,给学生一定的学业压力,让他们能化压力为动力,充分认识到学习的重要性。构建群体学习策略,群体学习策略包括共同的学习目标、互助的学习机制、互相监督和互相激励的学习模式等,运用群体学习策略能够充分发挥成员间互助、互督、互促作用以弥补个人在自主学习上的不足。

总之,虽然混合式教学在体育学科教学上有很大的优势,但需要根据不同专业、课程的不同特点进行差异化实施。就体育专业教学而言,要综合考虑学生的综合素质和接受能力、体育专业课程的教学内容和学生学习发展阶段。要注重与传统体育教育方法、教育手段相结合,使学生的学习兴趣最大化,提高他们自主学习的积极性。在实施混合式教学的同时,要及时地进行教育回馈研究,依据学生体育学习成效,建立持续优化改进体育教学模式的机制。混合式教学不是要取代传统的体育教学方式,而是要把两者有机结合起来,进行相应的教学方式改革创新,让每位教师都能找到适合专业、适合课程、适合学生、适合自我的混合式教学方式,形成最优化的混合式教学模式。

参考文献:

- [1] 曹海艳,孙跃东,罗尧成,等. 高校混合式教学改革推进策略研究[J]. 化工高等教育, 2022, 39(2): 12-17.
- [2] 赵现伟. 以培训推进高校混合式教学模式改革的策略分析[J]. 大学, 2021(35): 101-103.
- [3] 王耀东,李昊灿,杨卓,等. 新时代加强体育教师师德建设的价值意蕴、维度指向与对策思考[J]. 天津体育学院

- 学报,2022,37(5):511-517+531.
- [4] 牟音昊,马静婷.混合式教学模式改革中高校美术理论教师的应对策略初探[J].大众文艺,2021(1):184-185.
- [5] 荆雯,李洋,刘元国.“互联网+教育”背景下泛在化新型体育学习模式研究[J].体育学刊,2019,26(1):120-124.
- [6] 郭鸿鹏,常晓铭,崔健.游泳运动专业线上线下混合式教学研究[J].体育科技文献通报,2023,31(1):138-140.
- [7] 季泰,王坤,杨光.如何设计不同热环境下中小学体育课的运动强度?——基于运动中人体热舒适性的视角[J].上海体育学院学报,2022,46(10):65-75.
- [8] 于洪涛,任军.以培训推进高校混合式教学模式改革案例研究—以内蒙古民族大学为例[J].现代教育技术,2017,27(10):74-78.
- [9] 袁路生,周星栋.高校体育课线上线下混合式教学模式研究[M]//Proceedings of 2022 the 6th international conference on scientific and technological innovation and educational development.香港:新世纪文化出版社,2022:678-679.
- [10] 赵富学,李林,丰涛,等.体育课程思政建设的内生素材向优质案例转化研究[J].体育学研究,2022,36(6):78-87.
- [11] 王卫利.基于教学活动设计的学生混合式学习适应性提升策略研究[J].职业技术,2022,21(9):103-108.
- [12] 郭海英,韩志超,黄玉哲.信息化建设下大学体育在线教学困境与路径探析[J].晋中学院学报,2021,38(3):60-63.

Characteristics, Problems and Improvement Strategies of Blended Teaching in Physical Education in Colleges

LIU Yuan¹, CHEN Chong¹, WANG Hai-tao²

(1. Physical Education School, Liaocheng University, Liaocheng Shandong 252001;
2. Network and Technology Education Center, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: Blended teaching is a new teaching mode that has developed rapidly in recent years. The introduction of online and offline mixed teaching mode into colleges and universities can promote the optimization and innovation of teaching mode and improve the teaching quality of colleges and universities. In the practice of physical education teaching in colleges and universities, it is necessary to combine mixed teaching with information technology, so that students can gain richer teaching experience of physical education courses, promote the all-round development of students' body and mind, and then realize the reform of physical education teaching. Based on this, the article first analyzes the blended teaching mode and the problems existing in the reform of the blended teaching mode of physical education in colleges and universities, and then puts forward several solutions to the problems in order to provide reference for relevant personnel.

Key words: college sports; blended teaching mode; reform strategy

新时代应用型本科高校大学生 精准资助育人模式的构建研究

薛文辉, 刘长龙, 韩英甲

(德州学院 体育学院, 山东 德州 253023)

摘要:党和国家高度重视学生资助工作,提出了“健全学生资助制度”“提高家庭经济困难学生资助水平”的工作要求。高校的学生资助是我国资助事业的重要组成部分之一,落实高校精准资助要求是我国实现教育公平、培养时代新人的迫切需要。应用型高校是我国高等教育的重要组成部分,担负着为区域经济发展和产业转型升级培养应用型人才的历史使命,应树立资助与育人相结合的理念,紧紧围绕立德树人根本任务,创新资助方式,建立以贫困生的精准识别、精准分类、精准认定、精准帮扶和精准反馈为主要内容,以校、院、班三级联动为工作机制,以互联网大数据为工作手段,增强资助育人工作的精度、高度、效度、力度和温度,建立全方位、多维度、立体化的精准资助育人模式,实现党和政府“不让一个学生因家庭经济困难而失学”的庄严承诺。

关键词:精准; 资助; 育人; 模式

中图分类号:G641 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-9444(2023)02-0084-05

党和政府一贯高度重视高校贫困家庭学生的学习和生活问题,将学生资助工作作为社会保障体系 and 高质量教育体系的重要内容,近年来不断完善学生资助政策、扩大学生资助规模、提高资助工作精度,不让一个学生因家庭经济困难而失学。习近平总书记提出要针对特困人员的特点和需求精准施策,按时足额发放各类救助金,强化临时救助,确保兜住底、兜准底、兜好底;2022年10月,在党的二十大报告中也提出要加快建设高质量教育体系,发展素质教育,促进教育公平,这为新时代高等教育的发展指明了方向,也为高校贫困学生的资助工作提供了根本遵循。应用型高校建设是我国近年来高等教育的发展方向,它是以培养高层次、创新型、高素质人才为办学定位,应用型高校的资助工作同科研型、教学型高校的资助育人工作既有相似点,又有着差别。本文是对山东省部分省属应用型高校精准资助育人工作开展状况进行调研的基础上,探索构建科学有效的精准资助育人工作模式,对接贫困大学生的现实需求,帮助大学生完成学业并顺利就业,实现“一人就业,全家脱贫”的目标,进而巩固脱贫攻坚成

果,为构建社会主义和谐社会贡献一份力量。

1 应用型本科高校开展精准资助育人 模式构建的时代价值

1.1 实施精准资助是完善社会保障体系,促进教育公平的重要方式

随着经济的快速发展,我国已经建成了世界上最大的社会保障体系,人民群众的幸福感和获得感有了极大的提升。习近平总书记在党的二十大报告中指出要“健全覆盖全民、统筹城乡、公平统一、安全规范、可持续的多层次社会保障体系”,由此可见党和国家对社会保障的重视。高校的资助工作是社会保障体系的重要组成部分,是一项重要的民生工程,也是一个社会热点问题,受到社会各界广泛关注。高校通过落实多种资助政策,帮助家庭贫困学生顺利享受高等教育权利,并通过教育获取知识,改变命运,实现真正的家庭整体脱贫,进而反哺社会,为社会创造财富。作为应用型高校,它的主要职责是为

收稿日期: 2022-11-21

基金项目: 山东省教育科学“十四五”规划资助专项课题: 山东省高校精准资助模式的构建与实施研究(课题编号: 2021xzyb024); 2023年山东职工与职业教育重点课题(2023-088)。

作者简介: 薛文辉(1976-),山东禹城人,副教授,硕士,研究方向为大学生思想政治教育。

社会经济发展培养各类应用型人才。高素质的应用型人才对我国经济转型发展非常重要,是未来人才市场的主力军。应用型高校通过构建完备的精准资助育人模式,可以保证贫困大学生能够顺利入学接受高等教育,并且有针对性地通过各种资助措施,保障贫困大学生享受高等教育权利,有效地促进教育公平,进而推动社会保障事业高质量发展。

1.2 构建精准资助育人模式,是推动应用型高校思想政治教育工作成效的必然选择

高等教育的发展必须坚持中国特色社会主义教育发展道路,以培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人作为根本任务。思想政治教育工作本质上讲是在做人的工作,所以高校必须围绕学生,将思想政治教育融入教育管理全过程,关心学生、服务学生、指导学生,让教育回归初心,回归本真。学生资助是应用型高校的一项重要工作,资助育人也已经成为应用型高校思想政治教育工作的组成部分。高校通过利用各种信息化手段,整合各方教育资源,建立工作机制,构建系统化的精准资助育人模式,将育人的元素融入到资助全过程,使学生在受到物质帮扶的同时,感受到国家、社会的温暖,激发起感恩社会、感恩国家的情怀,进而树立正确的世界观、人生观和价值观,同时通过人文化的资助育人模式,思政工作人员可以及时发现贫困生普遍存在的因各种原因造成的心理困扰,并且能够通过心理咨询等多种方式进行疏导,帮助学生培养健康向上的心理品质,进而正确认识贫困的真正意义,不断挖掘自身的价值,能够做到德智体美劳全面发展,成为全面发展的应用型人才。

2 应用型高校在开展精准资助育人工作中存在的现实问题

2.1 资助内容和学生实际需求精准对接存在不足

经过国家资助政策的不断更新与完善,目前各应用型高校也已经建立了完备的“奖、助、贷、减、免、勤”等相结合的学生资助体系^[1],每一项资助政策,都有明确的资助意图,如:奖学金可以激励学生奋发向上,助学金可以促进教育公平等。但是在实际的资助工作中,由于受各项工作环境的制约,还存在资助内容和学生需求脱节现象。一是学校对于各项资助政策的宣传还缺乏有效手段,贫困学生对资助政策了解明显不足,对于每一项政策的具体用途和申请条件还不了解,如:在实际工作中存在有部分

没有贫困生资格的学生申请励志奖学金和助学金,也有家庭相对富裕的同学申请助学贷款,很多学生对如何获取符合自身需求的资助方式认识模糊,还无法主动地寻求合适的资助方式完成学业;二是学校虽然认定了贫困生资格,但是对贫困生的真实诉求调研不足,无法对贫困生进行精准分类,对不同类型的贫困生制定不同的精准资助措施;三是受新冠肺炎疫情影响,各高校出现了临时困难学生,这些学生虽然不是建档贫困生,但是确实存在接受经济资助的需求,以此解决暂时的生活困难,目前各高校针对突发状况的应急资助机制不完善;四是经济帮扶仍然是高校资助的侧重点,主要通过奖、助学金、助学贷款等方式^[2],单纯解决学生求学的经济压力,对于学生迫切需求的人文关怀、品德塑造、职业规划、就业指导等发展型需求缺乏有效的措施,发展型精准资助育人的内容缺失。

2.2 高校对贫困资助对象资格的认定还不够清晰

开展学生精准资助育人的基础和重点是家庭贫困学生的资格认定,高校虽然制定了较为详细的贫困生资格认定的工作标准和流程,但是在实际操作过程中,仍然存在工作模式、认定标准和流程的不统一现象^[3]。如:学校对贫困生的精准识别不到位,资助工作人员对贫困的理解存在差异,导致结果不准确,无法有效地评判学生个人申请的真实度,同时也没有足够的时间、精力来核实每一个学生真实的家庭信息,导致评定结果不准确,依然存在“申而不贫”和“有困不申”等现象;贫困生的日常消费状况无法有效地纳入评选依据,贫困生日常的生活状况同贫困生身份不匹配,还存在“应助未助”问题;在贫困生认定中缺乏地区差异化政策,没有将学生生源地经济发展状况、最低生活保障和财力状况等因素列入认定标准,资助名额确定还不科学,通过在校人数来确定受助人数的政策有失公允;贫困生评定结果的认可度不高,贫困生认定等级无法做到标准化,无法具体量化贫困程度等问题。

2.3 保障型资助向发展性资助延伸不够,资助育人功能弱化

目前,各高校的学生资助还是以落实上级有关资助政策为主,重点是在做保障型资助,如办理助学贷款、发放贫困补助、评选奖助学金等,对于精准资助、资助育人的内涵缺乏认知,资助资金的来源相对单一,对吸引优秀校友、爱心企业和社会力量参与学生资助工作缺乏有效的办法。同时,在资助工作中,高校重心还处于对贫困学生的物质帮扶,高校通过一定的流程,将国家和学校的政策性资金发放到学

生手中,将资金发放到位作为资助工作的终点,对于学生的发展型需求,如心理健康素养、就业创业指导、学业发展等缺乏系统的规划,保障型资助和发展型资助无法有效衔接。学生精准资助不是简单的资金和物质帮助,物质的帮扶并不能解决贫困生发展的困难,部分贫困生在校期间虽然享受到多项经济资助,但是他们实际的综合素质和能力还是没有得到大的提高,如道德素养偏低、自卑现象严重、就业创业能力偏弱等,社会适应能力较差,无法满足社会对高素质人才的需求。

2.4 高校精准资助育人的工作制度机制还不健全

目前,高校还缺乏对精准资助工作的整体规划,资助育人在思想政治教育工作体系的作用发挥不足。一是精准资助工作队伍建设不足,目前队伍还是以辅导员、班主任兼职为主,校院两级没有专门的组织、机构、人员来从事这项工作,这严重制约了新时代精准资助工作的开展;二是政府、学校、院系、班级协调一致工作机制建设不足,各层级职责不清晰,在进行贫困生认定、贫困生帮扶等工作中缺乏有效的配合,无法形成工作合力;三是贫困生认定的公平公正性有待进一步提高,如何克服评定过程的主观因素成为资助的现实问题;四是缺乏有效的手段来评价资助的目标是否实现,资助的目标是“立德树人”,所以评价资助工作效果也需要是育人成效。高校缺乏对受助学生持续地跟踪和反馈,无法有效地评估资助的效果,资助育人的效果评价体系还不健全。

3 新时代应用型高校大学生精准资助育人工作模式构建

在新时代的背景下,应用型高校应站在为社会培养创新型、应用型、高素质人才的高度,进一步加强资助育人工作的顶层设计,依托大数据、信息化,制定精准认定依据,规范认定流程,完善对比机制,精准施策,从标准、对象、分配、发放等不同维度实现精准资助,将国家的各项资助政策落实更加精准、到位^[4]。同时,要将育人作为资助的最终目标,构建全方位精准资助育人体系,针对性开展各类资助育人活动,培养受助学生良好的思想道德素质和综合能力,助力学生成才,使高校学生资助工作成为巩固脱贫攻坚成果、促进教育公平的重要内容。

3.1 完善高校贫困生精准认定体系,凝聚资助育人的精度

贫困生的资格认定是开展资助工作的基础,高校应进一步完善贫困资格认定体系,该体系应包含认定的标准、流程两个方面。高校首先要完善认定标准和依据,分层分级进行^[5]。目前,教育部相关部门对贫困生的认定有了统一的标准,各高校如何使用这个标准来衡量学生的真实贫困状况,并依据贫困状况制定相应的帮扶措施。一是应建立大数据精准资助平台。同政府有关资助部门进行对接,了解重点受助群体的家庭状况,如建档立卡贫困户、低保、优抚等;监控所有学生的受助、消费、学业、生活情况的变化,如每月的基本消费、评奖评优等,辅导员、班主任工作前移,主动发现需要受到资助的学生,同时核实已受助学生真实状况,避免“伪贫困”出现。通过数据分析能够更加准确地帮助学生,同时学生通过大数据平台开展网上申报认定,保护学生隐私;二是对贫困生进行精准地分类。从贫困的等级、个人的需求等不同的维度对贫困生进行精准分类,依据每种类别,制定科学合理的帮扶措施,切实提高资助的精确度;三是探索分年级开展个性化精准资助。在新生中重点侧重家庭状况,如可以借鉴学生在高中阶段的资助情况,因为高中阶段的家校调查数据更加真实可靠。在高年级学生中应从“困中选困”到“困中选优”转变,更多地将贫困生的发展成绩作为评定的重要指标,如综合测评成绩、评奖评优成绩,这既是一种激励,也是一种鞭策,鼓励贫困生勤奋学习,奋发有为;四是将资助政策的宣传教育作为基础性工作开展。通过展板、公众号、政策宣讲会、座谈会、主题班会等各种载体,使学生了解每一种资助政策的目的,如助学贷款是解决生活费和学费为主、奖学金是起到激励作用,加强诚信、感恩、励志、爱国等主题教育活动,强化纪律教育,杜绝“申而不贫”现象发生,增强资助育人的精确度。

3.2 建立以学生发展为目的的实践育人体系,提升资助育人的高度

国家的资助政策不单单是一种物质上的资助,更重要的是帮助学生树立正确的价值观念,自强自立,奋发成才,报效祖国。每一名受助学生,学校都应作为重点关注对象,通过建立贫困生帮扶档案,将贫困生的心理、学业、就业等问题作为重点,制定具体的帮扶措施,将扶贫和扶志紧密结合,帮助贫困生全面发展,实现育人目标。一是将社会主义核心价值观教育作为资助育人的核心任务。高校要通过资助育人平台的打造,将社会主义核心价值观融入到精准资助政策宣传和各类实践活动中,帮助学生树立正确的资助观念,培养学生的感恩、奉献意识。二

是要将培养受助学生的创新精神和实践能力作为精准资助的重要内容。高校通过鼓励引导学生参加创新创业大赛、企业行业实习实训、社会状况调研、社区志愿服务等多种方式,使受助学生在实践活动中锻炼本领,增长才干,为将来的职业发展打好基础。三是注重受助学生的思想道德素质培养,发挥资助的道德塑造功能,将贫困生的德育教育放在资助工作的重要位置,创新资助育人的模式,以开展励志、感恩、诚信、爱国教育为载体,发挥各类奖学金的正面导向作用。通过评先树优,先进励志典型报告会等形式,教育引导树立心怀感恩,励志学习,为国奉献。

3.3 完善贫困生精准资助工作的评价反馈体系,强化资助育人的效度

资助的目标是“立德树人”,所以评价资助工作效果也需要是育人成效^[6]。高校应在资助实施后一定的时间内注重考察资助结果是否精准,即贫困生是否真正破除了发展阻碍,个人发展更具自发性和主动性。首先,高校要依托校友会关注受助学生毕业后的发展,通过对比在校和毕业后一段时间的表现,建立相关指标点,如在校主要以学业发展、社会实践和评奖评优作为主要观测点,毕业后将职业发展、薪资水平、社会满意度等作为观测点。高校可通过建立贫困生资助育人效果跟踪台账,定期记录贫困生的发展,评价贫困生受助前和受助后变化;其次,高校应将尝试精准资助效果纳入人才培养考核评价体系,精准资助的效果评价应将过程性评价和结果性评价相结合,过程性考核侧重资助对象的精准认定,资助流程的规范、科学和资助过程的公平、公正,所有同学是否认同奖助学金的评定结果,同时发挥优秀贫困学生的榜样作用,通过榜样评选、事迹报告会等多种形式,对优秀受助学生的事迹进行宣传,增强学生对评定结果的认同感。

3.4 建立校、院、班三级联动资助育人工作机制,加大资助育人的力度

要完成精准资助育人工作,需要高校、二级学院和班级密切配合,建立校—院—班三级精准资助育人体系,明确各层级资助工作职责,建立协调一致的资助育人工作机制。高校通过成立资助管理中心,统筹全校资助工作,制定全校贫困生精准认定、奖助学金评定和资助效果考察政策,强化对专兼职资助工作人员的培训,对二级学院进行资助实效考核等;二级学院也应成立专门机构,落实相关资助文件精神,开展资助政策宣讲,确保每名学生准确认识理解各项资助政策,指导班级开展贫困生精准认定和教

育帮扶工作,做好贫困生的培养教育工作。同时辅导员、班主任要增强工作的主动性,通过谈心谈话、主题班会、深入宿舍等多种方式,了解贫困生信息,主动帮助困难学生对接各项资助政策。班级班委会应设立专门人员从事资助工作,如生活委员或心理委员,他们必须熟悉掌握班级所有学生的基本信息和国家相关的资助政策,熟练掌握贫困生认定的标准和流程,创新认定方式,关注班级学生困难和心理健康问题,及时向辅导员班主任进行反馈。一生一策,制定切实可行的帮扶措施,学生毕业后,也要设立班级校友联系人,持续关注贫困生的后继发展并及时更新校友信息。学院定期邀请受资助的优秀校友返校做报告,激励在校生正确认识临时性的困难,努力学习专业知识,在将来的职场上实现人生价值。

3.5 构建“家、校、社、政、企”协同育人模式,提高资助育人的温度

新时代,国家顺利完成了脱贫攻坚重任,各级政府正在努力巩固脱贫攻坚的成果。作为家庭困难学生的资助工作,不仅仅是高等教育的重要内容,也是各级政府的时代使命,它关系着国家教育政策能否普惠大众。企业作为吸纳高校毕业生的重要载体,它也有义务、有能力参与教育资助工作,为企业的高速发展提前进行人力资源的布局。高校应主动强化同地方政府、企事业单位和学生家庭的沟通交流,将人文关怀贯穿到学生资助全过程,为学生求学、就业营造良好的外部环境。在贫困生的认定阶段,地方政府应提供学生真实的家庭信息,为精准认定做好准备,同时政府也可以根据学生情况,给予家庭有针对性地帮扶,解决贫困生求学的后顾之忧;进一步强化校企合作、对接教育链和产业链,支持帮助贫困生进入企业实习实践,在实际工作中提高素质,企业要挖掘自身资源,吸收更多的优秀贫困毕业生进入企业工作,为毕业生的职业发展提供平台。高校也应长期保持同贫困学生家庭的密切联系,真实掌握学生的贫困状况,协助学生获取各类资助,如常态化开展辅导员家访活动,了解学生真实信息和诉求,使资助工作得到家长的支持,增强家校育人合力。

新时代高校的精准资助育人工作是关系贫困大学生能否健康成长的民生工程,应用型高校作为我国高等教育的主力军,必须承担起为党育人、为国育才的重任,必须站在巩固脱贫攻坚成果、建设人力资源强国的高度来认识资助工作,进一步增强责任感和使命感,坚持资助与育人相结合的工作理念,不断完善精准资助工作制度,畅通精准资助运行机制,优化精准资助路径方法,提高资助育人工作的精度、高

度、效度、力度和温度,为培养高素质应用型人才提供助力。

参考文献:

- [1] 赵传春. 内涵式发展视角下高校家庭经济困难学生资助工作困境及对策[J]. 福建教育学院学报, 2021, 22(1): 47-49.
- [2] 甘璐. 河南省民办高校学生资助工作中的思想政治教育研究[J]. 领导科学论坛, 2017(19): 79-80.
- [3] 尹立茜. “三全育人”模式下资助育人精准化路径[J]. 教育评论. 2022(3): 48-52.
- [4] 郑再升. “三全育人”视域下高校资助育人工作创新实践研究[J]. 韶关学院学报, 2021, 42(8): 6-9.
- [5] 肖凤翔, 俸晓玲. 高校贫困生精准资助的宗旨、原则和策略[J]. 现代教育管理, 2020(3): 117-122.
- [6] 胡邦宁, 张晓宇, 付轲, 等. 构建高校精准资助耦合性育人机制研究[J]. 文化创新比较研究, 2017, 1(12): 5-7.

Research on the Construction of the Precise Aid Education Model for Applied Undergraduate Universities in the New Era

XUE Wen-hui, LIU Chang-long, HAN Ying-jia

(School of Physical Education, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: The Communist Party of China attach great importance to student financial aid, and have set forth the requirements of “improving the student financial aid system” and “raising the level of financial aid for students from poor families”. Student aid in colleges and universities is one of the important parts of China’s financial aid cause. It is urgent to implement the requirements of precise funding in colleges and universities to realize educational equity and cultivate new students in the era. Applied universities, as an important part of higher education in our country, shoulder the historical mission of training applied talents for regional economic development and industrial transformation and upgrading. We should establish the concept of combining financial aid and education, closely surround the fundamental task of establishing virtues and cultivating talents, and innovate funding methods. Establish the precise identification, classification, identification, assistance and feedback of poor students as the main content, the three-level linkage of school, hospital and class as the working mechanism, and the Internet big data as the working means, to enhance the precision, height, validity, intensity and temperature of the financial assistance and education work, and establish an all-round, multi-dimensional and three-dimensional model of precise financial assistance and education. To fulfill the solemn promise of the Party and the government to “not let a single student drop out of school because of his family’s financial difficulties.”

Key words: accurate; support; educate; mode

高校引导新时代大学生基层就业长效机制研究

吕凤玲

(青岛科技大学 马克思主义学院, 山东 青岛 266100)

摘要: 运用实证调研的方法,采用 SPSS26.0 对数据进行统计分析后发现,高校引导新时代大学生基层就业工作存在基层就业专门机构缺失、基层就业课程建设不完善、基层就业激励机制不健全等问题。为此,高校要坚持就业优先战略,积极引导新时代大学生到基层就业,构建内容完善、标准健全、运行科学、保障有力、成效显著的长效引导机制,为基层社会主义现代化建设提供人才支撑。

关键词: 大学生基层就业; 高校引导; 长效机制

中图分类号: G647.38 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0089-05

1 大学生基层就业的历史考察

“新中国成立以来,我国高校毕业生基层就业政策经过 70 多年的发展与演变,政策内容不断得到调整和完善,已基本形成一个较为完整的政策体系。”^[1]深刻把握大学生基层就业的历史脉络,对高校引导新时代大学生基层就业具有重要意义。

1.1 萌芽和探索时期(1949 年至 1978 年)

“农村是一个广阔的天地,在那里是可以大有作为的”,这句话是 1955 年 9 月,毛泽东在阅看《在一个乡里进行合作化规划的经验》一文后,对其所做的说明。在毛主席的号召下,在国家最艰难的岁月,鼓励知识青年到农村去锻炼,大量的城市知识青年离开城市,到最广大的农村定居并参加劳动,同当地人民一起,用自己的勤劳和智慧,支撑着共和国大厦。这一时期国家鼓励高校引导大学生基层就业主要围绕“知识青年上山下乡运动”开展,显著特点是“统包统分”。总体来讲,活动是有序的、效果是明显的、人民是支持的,对维护社会稳定,消除城乡劳动差别具有重要意义。国家积极引导大学生树立艰苦奋斗和为人民服务的牢固信念,到农村去,到边疆去,到最艰苦的地方去,到党和人民最需要的地方去。一些相关文件《关于 1955 年暑期全国高等学校毕业生统筹分配工作的指示》《关于高等学校 1957 年暑期毕业生分配工作的几项原则规定》《关于 1957 年暑期全国高等学校毕业生统筹分配工作的指示》《关于分

配一批高等文科毕业生到县以下基层单位工作的请示报告》等相继颁布实施。

1.2 形成和发展时期(1978 年至 2012 年)

改革开放以来,国家高校毕业生就业政策开始发生转变,由前期的“统包统分”转变为“自主择业”。1985 年,中共中央颁布《中共中央关于教育体制改革的决定》,高校毕业生就业由“统包统分”改为“双向选择”,即用人单位与大学毕业生之间互相选择。进入 21 世纪,由于高校的扩招,大学生数量不断增加,城市大学生就业达到饱和,基层建设所需的大学生人才相对缺乏。为解决这种就业结构性矛盾,根据社会发展要求,通过国家调控,出台一系列引导大学生面向基层就业的政策。2005 年,中共中央办公厅、国务院办公厅联合发布《关于引导和鼓励高校毕业生面向基层就业的意见》,全面提出了基层就业的项目计划。“大学生志愿服务西部计划”“大学生村官计划”“三支一扶计划”“特岗教师专项计划”“选聘高校毕业生到村任职计划”等相继实施。

1.3 成熟和完善时期(2012 年至今)

习近平总书记高度重视大学生基层就业问题,并对此发表了一系列重要阐述。总书记本人就是通过长期基层锻炼成长起来的党的领袖。十八大以来,中国特色社会主义进入新时代,脱贫攻坚和实现全面建成小康社会的目标任务,迫切需要大学生投身基层建功立业。党的十九大报告指出:“鼓励引导人才向边远贫困地区、边疆民族地区和基层一线流动。”^[2]2017 年,国家颁布了《关于进一步引导和鼓

收稿日期: 2022-09-14

作者简介: 吕凤玲(1991-),女,汉,山东莱芜人,青岛科技大学马克思主义学院团总支书记,研究方向:思想政治教育。

励高校毕业生到基层工作的意见》《高校毕业生基层成长计划》等文件,这些文件与此前短期服务项目相衔接,形成了理论和实践相结合、短期与长期相结合、服务与工作相结合的政策体系,有效推动了大学生基层就业工作的成熟和完善。这一时期主要对基层就业规模、基层就业服务内容与优惠政策范围、基层就业区域进行调整和优化。2022年,教育部高校学生司、教育部学生服务与素质发展中心发布的《普通高校毕业生基层就业政策公告》中,关于鼓励毕业生到基层就业主要优惠政策、学费补偿和助学贷款代偿政策、基层就业户口档案政策、中央基层就业项目优惠政策等内容做出了更为明确的规定。^[3]

2 高校引导新时代大学生基层就业的现状分析

通过对高校引导新时代大学生基层就业现状进行调查,分析其存在的问题,从而进一步完善高校引导新时代大学生基层就业工作。

2.1 实证调查

此次调查出于学校层次、学科类型等特点的考虑,选择了中国海洋大学、青岛科技大学、青岛大学、青岛职业技术学院 4 所青岛市高校开展问卷调查,共计回收问卷 1540 份,删除掉填写时间过短和填写内容错误的问卷,最终获得问卷 1458 份,问卷的有效回收率为 94.68%。本问卷采用 SPSS26.0 对问卷数据进行统计分析,使调查结果更具科学性。在所涉及的调查对象中性别、专业、年级等比例比较平衡,户籍、生源地、政治面貌、学历等信息都有涉及。因此,可以说本次调查问卷具有一定的广泛性。

信度检验就是检验样本信息是否可信,得出的数据是否可靠。运用 SPSS26.0 进行信度检验得知,标准化 Cronbach's α 系数为 0.985。由此可知,高校引导新时代基层就业问卷信度具有较好的信度,如下表 1 所示。

表 1 Cronbach's 信度检验

Cronbach's α 系数	标准化 Cronbach's α 系数	样本数
0.952	0.985	1458

1)关于大学生对高校引导基层就业工作满意度分析

关于大学生对高校引导基层就业工作满意度,调查数据显示(见下表 2),大学生选择“非常不满意”“比较不满意”“一般”总占比为 53.29%,选择“比较满意”“非常满意”总占比 46.71%。这在一定程度上反映出高校引导新时代大学生基层就业工作中存在不足,仍需不断完善。

表 2 满意度分析

名称	选项	频数	百分比(%)
你对学校提供的 基层就业指导服务满意吗?	非常不满意	43	2.95
	比较不满意	54	3.70
	一般	680	46.64
	比较满意	454	31.14
	非常满意	227	15.57
合计		1458	100.00

2)高校引导新时代大学生基层就业分析

有序逻辑回归适用于因变量为等级或者程度差别的有序变量。通过采用该模型,根据分类预测效果评价更好地预测高校引导新时代大学生基层就业状况。

以大学生基层就业意愿为因变量,以设置基层就业专门机构、组织基层就业讲座、开展职业生涯规划、加强基层专业师资队伍建设、制定基层就业文件制度、取得成绩的单位个人给予奖励、先进校友榜样激励为自变量,建立有序逻辑回归模型。调查数据显示(见下表 3),设置基层就业专门机构回归系数值为 0.401($p=0.004^{***}<0.05$)、先进校友榜样激励回归系数值为 0.468($p=0.008^{***}<0.05$)均对因变量具有显著影响,对提升大学生基层就业意愿具有正向影响。其中按显著性强弱依次是设置基层就业专门机构、先进校友榜样激励,也就是说高校设置基层就业专门机构、先进校友榜样激励使得大学生基层就业意愿更为强烈,更有利于促进大学生前往基层就业。因此,高校引导新时代大学生基层就业工作中应该更加注重组织专门专人负责、强化榜样模范作用,更好地提高大学生基层就业意愿,从而做到知行合一。

表 3 有序逻辑回归分析

	回归 系数	标准 误差	Wald	P(显著性)
设置基层就业专门机构	0.401	0.137	8.497	0.004***
经常组织类似基层校友进校园等有关基层就业的讲座	-0.274	0.176	2.428	0.119
开展职业生涯规划,引导树立正确的就业观	-0.022	0.149	0.022	0.882
加强基层专业师资队伍建设	0.213	0.213	1.006	0.316
制定专门的基层就业文件制度	-0.123	0.201	0.374	0.541
对基层就业中取得成绩的单位个人给予奖励	-0.259	0.174	2.223	0.136
鼓励向服务基层的先进校友学习	0.468	0.176	7.094	0.008***

以大学生对高校引导基层就业工作满意度为因变量,以基层实践活动未落实、基层就业相关政策的宣传教育不到位、基层就业指导课程未落实、基层就业课程设置不合理、缺少基层就业实习基地、缺乏基层就业专项经费、基层就业的保障机制不到位、基层就业的激励措施不扎实为自变量,建立有序逻辑回归模型。调查数据显示(见下表4),基层实践活动未落实回归系数值为-0.753($p=0.019^{**}<0.05$)、基层就业相关政策的宣传教育不到位回归系数值为-0.793($p=0.013^{**}<0.05$)、基层就业指导课程未落实回归系数值为-1.808($p=0.000^{***}<0.05$)及基层就业课程设置不合理回归系数值为-0.811($p=0.018^{**}<0.05$)均对因变量具有显著影响,这使得大学生对高校引导基层就业工作满意度产生变

表 4 有序逻辑回归分析

	回归 系数	标准 误差	Wald	P(显著性)
基层实践活动未落实	-0.753	0.320	5.516	0.019**
基层就业相关政策的宣传教育不到位	-0.793	0.318	6.229	0.013**
基层就业指导课程未落实	-1.808	0.277	42.68	0.000***
基层就业课程设置不合理	-0.811	0.343	5.574	0.018**
缺少基层就业实习基地	-0.210	0.342	0.375	0.540
缺乏基层就业专项经费	-0.509	0.322	2.498	0.114
基层就业的激励措施不扎实	-0.495	0.265	3.485	0.062*
基层就业的保障机制不到位	-0.350	0.305	1.319	0.251

化。其中按显著性强弱依次是基层就业指导课程未落实、基层就业相关政策的宣传教育不到位、基层就业课程设置不合理、基层实践活动未落实,也就是说高校在基层就业指导课程未落实、基层就业相关政策的宣传教育不到位、基层就业课程设置不合理、基层实践活动未落实等方面存在欠缺,使得大学生对高校引导基层就业满意度降低。同时反映出高校引导新时代大学生基层就业工作中存在的问题。因此,高校引导新时代大学生基层就业工作中应该更加注重以上问题,从而更好地发挥高校引导的作用。

2.2 存在问题

通过调研发现,当前高校在大学生基层就业工作中引导不够鲜明,在一定程度上对高校引导新时代大学生基层就业工作实效产生了消极影响。主要存在以下几个方面的问题:

1) 基层就业专门机构缺失

在推动大学生基层就业工作方面,高校缺少专门机构负责,严重影响高校基层就业工作成效。一是大学生基层就业工作没有专门部门负责,势必会造成职责不明确,互相扯皮推诿,无法深入开展工作,影响大学生基层就业工作的成效。院(系)在开展基层就业工作过程中遇到问题和困难时,无法与学校具体部门进行有效的沟通与协调,阻碍了大学生基层就业工作的开展。二是缺少专门部门对基层就业相关问题进行解疑答惑,无法做到使基层就业政策相关内容入脑入心,降低了基层就业政策措施在大学生群体中的知晓度。

2) 基层就业课程建设不完善

一是在教师队伍建设上,缺少一支专业的基层就业师资队伍。大学生基层就业教育和引导方面的工作并没有专业的教师进行系统地讲授,从而影响了教育引导的效果。二是在教学方法和手段上,只是对国家基层就业政策理论方面的灌输,缺少基层就业生动鲜活的实例,缺少“动之以情,晓之以理”灵活有效的教学方法。

3) 基层就业激励机制不健全

基层就业激励就是高校设置适当的奖励形式,运用多种激励手段来激发、引导、保持和规范院(系)单位以及大学生的行为,以有效地实现基层就业目标。然而,无论是对院(系)单位还是对大学生个人来说,高校采取的激励措施导向不够鲜明,效果不够明显,缺少多种形式的激励办法及时地强化其行为,就失去了引导更多大学生深入基层就业的良机。

3 构建高校引导新时代大学生基层就业的长效机制

2022年中国高校毕业生数量达到1076万人,大学生整体就业形势依然严峻。“鼓励引导毕业生赴基层就业是解决当前高校毕业生就业结构性矛盾的有效途径。”^[4]因此,通过构建高校引导新时代大学生基层就业的长效机制,积极引导新时代大学生到基层就业,从而更好地服务基层建设发展。

3.1 建立高校引导组织体制

第一,设置基层就业专门机构,做好咨询服务工作。高校党委要高度重视大学生基层就业工作,支持就业指导中心设立专门的基层就业机构,努力做好大学生基层就业的相关咨询服务工作。一些高校办学空间紧张,经常挤用就业指导中心的工作空间,专门的基层就业机构更是无从谈起。高校党委要进一步提高对大学生基层就业工作的重视程度,克服办学空间困难,提供充足的工作空间,科学合理设置基层就业场所。高校要优化空间资源整合,扩充就业指导中心的工作空间,在就业指导中心内部设置专门的基层就业服务机构,这既有利于就业工作的整体推动,又可以为不同就业意向的大学生提供横向比较。设置基层就业专门机构,争取工作活动空间和场所是高校引导组织体制建设重要的前提和基础,有利于为大学生基层就业提供优质的咨询和服务。

第二,选强配齐就业工作人员,切实加大工作力度。只有做好人员配备工作,才能保证大学生基层就业工作的正常进行,实现高校引导大学生积极面向基层就业的目标。人才是重要的生产力资源,配备专门的基层就业服务人员是高校组织体制的核心内容。当前高校就业指导中心的就业工作人员工作压力和工作强度都比较大,选配专门的基层就业人员有一定的困难。即便如此,高校基层就业工作人员配备最低不能少于一人,高校也可以从有经验的毕业班辅导员中抽调或招聘社会上有基层就业经验的人员承担基层就业工作。但这只是一种过渡的形式,后期要选强配齐基层就业工作人员。对工作人员要定期进行培训与考核,使人员素质符合基层就业的发展现状,不断提高工作人员的专业素质,更好地发挥基层就业服务机构的作用。同时,加强完善就业服务机构的管理机制。通过科学的管理,明确职责,做到人负其责;建立奖惩机制,与实际工作业

绩相挂钩,提高基层就业工作效率,更好地保障基层就业工作的深入开展。

3.2 创新高校引导方式方法

第一,科学设置就业指导课程,培养基层创新人才。高校要全面了解基层对人才的需求状况,成立基层就业课程指导工作委员会,科学合理设置指导课程,充分发挥课堂教学在促进大学生基层就业的主渠道、主阵地作用。设立基层就业课程指导工作委员会是科学设置就业指导课程、培养基层创新人才的重要措施。基层就业课程指导工作委员会负责教学大纲的制定与审议,参与教学计划的修订和课程体系结构的优化,为基层就业课程老师提供咨询和服务。聘请校内外专家指导开展课程建设与教材建设、教学研究和教学改革工作,合理设置基层就业课程学时。基层就业课程任课老师要根据课程教学要求,深入钻研课程内容,采取灵活多样的方式达到育人的目的。基层就业课程指导委员会要全面梳理基层就业课程存在的问题,教师要在教育教学活动中不断反馈新时代大学生基层就业的状况,以便及时调整课程教学内容。

第二,积极搭建基层就业平台,开展基层社会实践。高校为大学生基层就业搭建平台、创造机会,开展基层就业实践活动,切实增强基层就业的吸引力。信息化时代,大学生的需求是多样的。搭建多元产业化平台是为了更好地满足新时代大学生基层就业实践的多样化需求。首先,与校友建立联系。高校可以把在基层工作的校友引进校内,充分利用校友资源,发挥校友资源作用,搭建校友与在校沟通平台,为毕业后积极面向基层就业打下良好的基础。其次,与基层政府建立联系。高校以“第一书记”为枢纽,加强与地方政府部门的联络,与一些基层单位合作,通过亲身深入基层实践,不断提升大学生基层实践技能,积极促使大学生加深对基层就业的理解,从而激发大学生面向基层就业的潜力。最后,与属地社区建立联系。高校利用就近的社区资源为大学生提供多样化的基层就业服务岗位,大学生通过社区志愿服务和劳动实践,可以进一步增进对基层的感情和更好地融入基层。

3.3 强化高校引导保障措施

第一,强化制度保障。高校通过出台关于大学生基层就业保障工作的具体举措,进一步补齐制度短板,在发展中引导规范,逐步建立新时代大学生基层就业制度保障体系,从制度层面进一步护航大学生基层就业工作。重视大学生基层就业制度建设,建立健全奖优罚劣的制度。通过建立完善的考核评

价办法,涵盖考核的主要内容、基层就业执行情况、年度评估指标等,考核重点围绕基层就业长远发展的重要指标开展,将考核结果和单位评比、干部选拔任用直接挂钩,从而不断增强基层就业工作的透明度、规范化和制度化。同时,要不断做好制度的更新和修订工作。

第二,强化经费保障。资金是新时代大学生基层就业工作开展的“血液”,没有充足的资金,大学生基层就业工作就无法顺利开展。高校要想方设法加大资金投入,提供基层就业专项业务经费,为大学生面向基层就业提供经费保障。基层就业专项经费是促进大学生基层就业及发展基层就业教育的有力保障,也是解决大学生基层就业存在问题的重要物质基础。基层就业专项经费用于联系接待基层用人单位、举办毕业生基层就业招聘会、职业发展与基层就业指导课建设、基层就业指导队伍建设与培训等专项工作与活动,坚持专款专用的原则,严格按照基层就业规定范围、标准及程序使用,不得用于规定范围以外的项目。通过专项经费的扶持,为大学生基层就业提供更多的优质服务。

3.4 突出高校引导激励效应

第一,突出激励效应,提高院(系)单位工作的有效性。高校可以设立相关的奖项和奖励,对在基层就业工作中取得优异成绩的院(系)给予精神奖励和物质奖励,使激励机制达到平衡,从而更好地提高院(系)及个人落实基层就业工作的实效性。一方面,高校设置基层就业奖励等级为优秀、良好、合格,定期召开毕业生基层就业工作专题会,主要负责人亲自动员、部署并检查落实,毕业生基层就业工作支持有力、措施有效,毕业生初次基层就业率达到一定比例的院(系)单位,按照不同的奖励等级给予奖金奖励。通过物质奖励对其工作表现和成绩及时肯定,从而达到强化行为的效果。另一方面,设置基层就

业工作集体奖。在给予物质奖励的同时,也要重视精神上的鼓励,满足心理层面的需求。同时,将基层就业工作落实情况同步纳入院(系)单位考核。

第二,突出激励效应,提高大学生基层就业的主动性。高校通过建立和完善激励机制,设立大学生基层就业奖励基金,最大限度地调动大学生面向基层就业的主动性。基层就业奖励基金的合理投入,为高校开展基层就业工作提供了较为稳定的资金来源,促进了基层就业教育的发展,为基层就业工作的开展注入了新的活力。高校要积极设立高校毕业生基层就业基金,支持大学生基层就业。高校为进一步鼓励和引导毕业生到基层建功立业,设立大学基层就业奖励基金,给予前往基层就业的大学生一次性基层就业物质奖励。高校在进行物质激励的同时,也要注重精神激励,可以在“优秀毕业生”“优秀学生干部”等表彰荣誉评选中,将基层就业作为评选中的一项重要指标,优先推荐。结合多种激励手段和方式,让大学生深切地感受到选择基层、服务基层、奉献基层的价值意义,最大限度地激发大学生的进取心。

参考文献:

- [1] 钟云华,刘姗. 新中国成立以来高校毕业生基层就业政策变迁逻辑与发展理路—基于1949-2020年政策文本的分析[J]. 高校教育管理,2021(2):114-124.
- [2] 习近平谈治国理政(第3卷)[M]. 北京:外文出版社,2020:50-51.
- [3] 普通高校毕业生基层就业政策公告[EB/OL]. (2022-04-19) [2022-09-01]. <http://www.moe.gov.cn/src-site/A15/s3265/202204/W020220407417290862442>.
- [4] 郑东. 社会认知生涯理论视角下的基层就业引导策略研究—基于上海59所高校的调查[J]. 江苏高教,2022(10):95-99.

(下转第96页)

基于 BOPPPS 的混合式单片机接口技术课程教学

——以德州学院为例

董文会, 曲培树, 张曰云

(德州学院 物理与电子信息学院, 山东 德州 253023)

摘要: 本文探索了 BOPPPS 教学模式与线上线下教学相结合的单片机接口技术课程教学改革。利用教育信息技术手段, 将 BOPPPS 的各环节与线上和线下教学相融合, 既可扩展课程教学时间和空间外延, 实现课内外双向教学, 又能充分调动学生参与的积极性和主动性, 教学效果明显改善。

关键词: BOPPPS 教学模式; 线上线下混合; 单片机接口技术

中图分类号: G642.0 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0094-03

1 引言

单片机接口技术课程^[1-3]是电子信息工程专业的专业核心课, 着重培养学生的工程应用能力和创新能力。由于本课程的理论内容抽象、实践性强, 传统的教学模式无法达到较好的教学效果, 使得学生驱动力不足、创新能力薄弱。

BOPPPS 教学模式是一种基于人的认知规律设计的参与互动式教学方法, 既可以有效地发挥学生的主体能动性又可以加强师生及学生之间的沟通, 具有较好的教学效果。文献[4]深入研究了加拿大 BOPPPS 教学模型及内涵, 对实践过程中的核心问题进行了解析, 总结出对高等教育教学改革的启示。另外, 随着新一代信息技术的发展^[5-7], 线上教学平台大大延伸了课堂教学, 可以便捷地进行教学资源共享、开展教学互动、进行教学活动数据分析等。文献[5]将云班课和 BOPPPS 教学模式进行深入研究并结合应用于实践教学, 改善了教学效果, 激发了学生学习的动力和兴趣。

本课程将科学的教学方法与现代信息技术进行深度融合, 引入基于 BOPPPS 的线上线下混合式教学模式, 构建“以学生为中心”, 注重培养探究式、个性化的培养方式, 使得学生行为从被动学习、“考试型”学习转变为主动学习、“创新型”学习。

2 BOPPPS 教学模式

BOPPPS 教学模式以认知理论和建构主义为理论依据, 注重教学互动和反馈, 是以学生为中心的的教学模式。该教学模式包括课程引入(Bridge in)、目标(Objective)、预测(Pre-assessment)、参与式学习(Participatory Learning)、后测(Post-assessment)和总结(Summary)六大模块。表 1 为 BOPPPS 各模块及相关教学要求。

表 1 BOPPPS 教学模式

环节	要求
引入(B)	能够引起学生的兴趣和注意力
教学目标(O)	明确课程的学习目标, 可达成、可测量
预测(P)	了解学情, 进行教学设计
参与式学习(P)	以学生为主体, 注重互动, 强调让学生主动参与教学过程
后测(P)	对教学效果进行评估、反思
总结(S)	归纳和总结课程内容, 理清课程脉络

3 基于 BOPPPS 的混合式单片机接口技术教学设计

将教学的各环节按照 BOPPPS 教学模式进行分解, 结合雨课堂线上教学平台和线下课堂, 打通课上课下、时间空间, 不仅优化课上教学内容和教学方

收稿日期: 2022-09-29

作者简介: 董文会(1981-), 女, 山东枣庄人, 副教授, 博士, 研究方向为模式识别与智能系统。

式,也为学生课下自主学习和实践活动提供氛围环境。

在具体教学设计中将课程内容划分为 15 个项目,每一个项目都融入线上线下混合的 BOPPPS 教学模式,教学设计结构如图 1 所示。

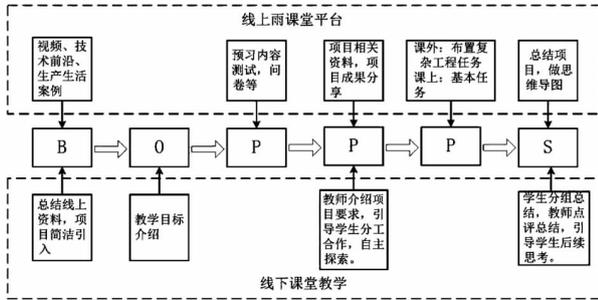


图 1 BOPPPS 混合式教学设计

项目引入:可通过雨课堂在线上发布视频、技术前沿案例、课件等资料,让学生了解项目相关发展背景。在线下讲授中可用简短的语言对线上资料进行回顾,并进行项目介绍。本阶段主要是学生自主学习,教师可通过线上平台与学生进行交流互动。

教学目标:在课堂引入的基础上,直接简明地告知学生本节课的教学目标及预期效果。教师应根据学生的学情分析对教学目标进行恰当合理的设定。

摸底预测:本阶段通过雨课堂发布预习内容,包括预习课件、视频等,并通过问卷、线上测试、线上交流等方式对学生的预习情况进行摸底,进而了解学情,调整教学内容和目标设定。

参与式学习:本环节为核心环节,主要是教师调动学生的主动性,由学习小组共同协作沟通完成项

目任务。教师主要负责介绍项目相关要求、关键知识点的讲解及对学生的引导。线上发布项目相关资料,鼓励学生自主查阅资料。学生也可以将项目成果上传进行分享或比拼。线下引导学生分工合作,解决项目技术重点和难点。教学方法上可以采用讨论法、头脑风暴法、反转课堂等方法。

后测:本阶段分为课上和课下测试,由于课上时间限制,课上测试为围绕主要知识点的基本测试题,题目类型可以包含非标准答案的题型。课下部分发布复杂工程任务,以提高学生解决复杂工程任务的能力。利用雨课堂的数据统计和分析,可以精确地获得学生对知识和技能的掌握情况。

总结:线下授课中教师引导学生分组总结,教师进行补充、总结。通过对学生总结的梳理,整合课程重点,引导学生进行后续思考,为下一堂课埋下伏笔。在课后,学生需要在线上提交本节课的思维导图,梳理知识和技能要点,要对课堂表现进行反思,思考在本项目中的个人优势、短板及后期的改进方法等。

4 教学案例

本部分以“定时计数器”项目为例,展示基于 BOPPPS 混合式单片机接口技术的教学活动、教学设计(如表 2 所示)。从表中可见,本项目的授课环节按 BOPPPS 环节进行划分,六个环节采用线上和线下相互结合,通过雨课堂线上平台扩大了课堂教学的外延,打破了线上线下、课上课下、学习时间和空间等限制。

表 2 “定时计数器”项目教学设计

环节设置	教学形式	教学内容	教师	学生
B	线上线下 (线上时间不限;课上 3 分钟)	项目引入,引起学生的兴趣和积极性。	线上发布有关定时计数器电子产品视频和需要精确计时的科研项目案例。课堂上总结线上资料,引入本项目。	自主学习相关资料
O	线下 (课上 2 分钟)	1. 掌握定时计数器原理及 TMOD 寄存器、初始值设置方法; 2. 具备完成相关项目的能力; 3. 具有团队沟通合作的能力。	通过幻灯片简洁而明确地告知学生本项目的教学目标。	明确目标要求
P	线上 (课外考核限制 30 分钟)	预习 TMODE 寄存器、初始值设置方法。	线上发布预习考核题目	完成线上题目
P	线上线下 (线上不限;课上 60 分钟)	1. 定时计数器原理及 TMOD 寄存器、初始值设置方法知识; 2. 定时计数器 C 语言编程步骤; 3. 项目实践:周期矩形脉冲波形输出项目。	线上发布课件及资料;课堂上讲授知识点;引导学生分组进行项目开发,并进行答疑解惑。	学生参与项目开发实践
P	线上线下 (课上 5 分钟,课下线上限时 1 周时间)	验收项目完成情况,并布置复杂工程项目。	线下对项目进行验收;线上发布考核题目。课外线上发布智能交通灯项目要求。	课上汇报项目完成情况,并提交测试答案;课外完成线上项目任务并提交
S	线上线下 (课上 20 分钟,线上 1 周)	总结项目中的问题及体会。	线下听取学生总结并点评,重点引导学生对工程素养的思考。线上布置本节课项目思维导图。	分组总结问题与体会;完成思维导图

5 教学效果

通过综合分析雨课堂教学平台的学习情况数据可知,学生参与课程的积极性和主动性大大地提升,对知识点和项目开发有了更深刻的认知,课程目标达到的程度显著提升。

6 结论

本文详细讨论了在单片机接口技术课程中采用 BOPPPS 与线上教学平台雨课堂相融合的教学设计。本课程对实践性要求高,注重学生工程素养的培养,将 BOPPPS 各环节在线上和线下融合进行,不仅可以调动学生的主体能动性,还充分扩展了教学过程的外延,取得了较好的教学效果。

参考文献:

- [1] 丁电宽,李立新,李艾华.基于专业认证背景下单片机课程教学改革探索[J].教育教学论坛,2022(19):101-103.
- [2] 葛振,姜国兴,李春晖,等.基于教学工程案例的单片机课程教学改革[J].电脑知识与技术(学术版),2022,18(11):139-141.
- [3] 任小勇.创新单片机教学方法提高学生专业兴趣[J].成才之路,2021(23):76-77.
- [4] 曹丹平,印兴耀.加拿大 BOPPPS 教学模式及其对高等教育改革的启示[J].实验室研究与探索,2016,35(2):196-200+249.
- [5] 付莉,付秀伟,陈玲玲,等.云班课+BOPPPS 教学模式在电子技术实践教学中的应用[J].实验室研究与探索,2020,39(11):167-170.
- [6] 赵玮,崔志强,王睿.单片机应用技术课程中的信息化教学[J].中国培训,2022(1):129-130.
- [7] 刘斌.基于在线课程的混合式教学设计与实践探索[J].中国教育信息化,2016(11):81-84.

Hybrid Course Teaching of Single-chip Microcomputer Interface Technology Based on BOPPPS

DONG Wen-hui, QU Pei-shu, ZHANG Yue-yun

(School of Physics and Electronic Information, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: This paper explores teaching reform of single-chip computer interface technology course, which combines BOPPPS teaching mode with online and offline teaching. All links of BOPPPS are integrated with online and offline teaching based on educational information technology. It not only expands teaching time and space of the course, realizes two-way teaching inside and outside the class, but also fully mobilizes the enthusiasm and initiative of students to participate. The teaching effect is significantly improved.

Key words: BOPPPS teaching mode; online and offline teaching; single-chip computer interface technology

(上接第 93 页)

Research on the Long-term Mechanism of College Students' Grass-roots Employment in the New Era

LV Feng-ling

(School of Marxism Qingdao University of Science and Technology, Qingdao Shandong 266100, China)

Abstract: Using the method of empirical research and SPSS26.0 to analyze the data, it is found that there are some problems in the guidance work of college students' grass-roots employment in the new era, such as the lack of specialized institutions for grass-roots employment, the imperfect construction of grass-roots employment courses, and the imperfect incentive mechanism for grass-roots employment. To this end, colleges and universities should adhere to the strategy of giving priority to employment, actively guide college students in the new era to work at the grass-roots level, and build a long-term guidance mechanism with complete content, sound standards, scientific operation, strong security and significant results, so as to provide talent support for the grass-roots socialist construction.

Key words: college students' grass-roots employment; university guidance; long-term mechanism

地方应用型高校化工人才“三位一体”培养模式的探究

——以德州学院化学工程与工艺专业为例

冯传起¹, 张晨韵², 辛炳炜¹

(1. 德州学院 化学与化工学院, 山东 德州 253023; 2. 无锡科技职业学院 智能制造学院, 江苏 无锡 214028)

摘要: 针对应用型本科高校学生培养体制实践教学欠缺的问题, 以提升教师实践教学能力、科研导师负责制为基础, 加大对生理论与实践有机结合的教学力度, 与企业协同育人, 提升产学研企深度融合。探索应用型高校化工人才“学业指导、科技创新、就业实践”的“三位一体”培养模式, 培养具有良好专业知识的应用型化工人才。

关键词: 应用型人才培养; 三位一体式培养模式; 教研实习一体化

中图分类号: G42 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0097-04

1 引言

目前, 我国高等教育体系中, 一般分为研究型、应用型和职业技能型高校, 对于数量庞大的地方高校而言, 相比较于以研究型为主的国家重点高校, 它们更希望立足自身学校特色, 以应用型办学为宗旨, 摆脱在人才培养中笼统式、趋同式的老旧模式, 探索出一条符合自身实际, 得到社会认可的新时代人才培养新机制^[1-3]。

全国多所本科高校已经根据学校自身的办学特色以及所处地域出台了一系列人才培养政策。如, 广州工商学院十分注重产教融合校企合作, 结合当地实际企业环境, 近年来与京东集团、广州拜尔空港冷链物流中心有限公司等企业建立了校企合作关系, 为应用型人才培养打造了自身培养机制^[4]。山东协和学院在对应用型人才培养过程中。通过搭建“实验实训-科技创新-孵化实战”双创实践教学平台, 培养学生专业基础能力与素质以及创新创业能力^[5]。尽管许多高校都依据各自特色积极探索人才培养模式, 但受限于每个地方区域经济发展水平以及教育环境, 笼统式复制别的高校的经验是不

可取的, 因此地方应用型高校应如何结合自身特点, 基于怎样的教育理念培养何种层次的应用人才, 怎样以“应用”为根本点采取何种有效的培养模式培养应用人才等问题, 是应用型本科高校在立足地方培养卓越应用人才过程中急需思考与解决的问题。

山东省教育厅印发《山东省应用型本科高校建设指导标准》以来, 德州学院作为省属高校首批应用型本科高校建设支持单位, 多措并举, 以立德树人作为根本任务, 结合自身的办学特点与教学经验, 积极探索新时代应用型人才的培养模式。

德州学院化学工程与工艺本科专业设置于 2001 年, 经过多年的建设实践, 目前已成为德州学院的品牌专业之一, 2013 年化学工程与技术专业获批为山东省高等学校卓越工程师教育培养计划试点专业和山东省高等学校特色专业建设点, 2017 年获批为山东省高水平应用型建设专业, 2020 年获批为山东省一流本科建设专业。现建有山东省高校重点实验室——配位化学与功能材料实验室, 特色鲜明的“环境与能源材料创新团队”与“绿色化工团队”, 承担多项国家级科研项目^[6]。拥有国务院特殊津贴专家、山东省有突出贡献的中青年专家、山东省教学名师等高水平教师队伍, 承担多项省级教研课题。

收稿日期: 2021-12-22

基金项目: 山东省教育教学研究课题 (2020JXZ003); 德州学院科学研究基金项目 (2019xjrc302); 江苏省 2022 年度省教育科学规划课题“高职院校线上线下“网联分层”混合式教学模式研究-以《智能网联汽车底层设计》课程为例”(C/2022/01/48)。

作者简介: 冯传起(1988-), 男, 汉族, 山东聊城人, 讲师, 博士, 研究方向: 功能纳米材料与催化。

该专业涵盖化工原理、化工工艺学、化工热力学、化学反应工程、化工分离过程和化工专业基础实验等多门培养化工专业人才的课程。本文以如何培养应用型卓越化工人才,在教学、研究、实践三个方面进行详细的研究与探讨。

2 目前地方普通院校化工本科专业学生培养体制存在的问题

2.1 理论教学与实践教学的有机结合有待进一步加强

教书育人是本科高等院校的根本任务,教学是育人的主要途径。当前,应用型本科高校在理论教学过程中很难有效地将理论教学与实践环节有机结合在一起,化工专业是实践性很强的专业,但在实际教学中,理论教学体系与实践教学体系往往分开设置,不可避免地造成理论教学实践性不强的问题。

2.2 学生解决科学问题的能力欠缺

地方应用型本科高校在培养学生过程中,往往只是注重学生对于基础理论知识的学习,很大程度上忽视了培养学生独立思考问题后设计实验方案以解决实际化工生产中面临的关键问题能力。学生们普遍缺乏利用基于科学原理并采用科学方法对复杂化学工程问题进行研究、分析处理问题的能力,比如如何设计实验、如何分析与解释数据、如何得到合理有效的结论等问题。

2.3 “双师型”教师缺乏以及校企合作培养学生机制不健全

教授化工专业的教师往往需要具备扎实的理论知识基础又拥有丰富的工程实践经验和能力,然而由于历史发展原因,大部分地方应用型普通高等院校中的教师缺乏工程实践经历,在理论教学中,容易与企业实际工艺流程路线脱节。同时,由于企业自身往往忙于生产经营业务,因此企业中具有丰富实践经验的专家往往没有时间作为兼职教师为学生讲授实践教学知识。

以上原因导致目前学生培养过程中理论与实践脱节,学生独立思考问题解决问题的能力不足,而应用型本科高校的目标就是以培养应用型卓越人才为目标,为企业和地方输送兼具理论专业知识和技能实践能力的就业人才。为此,本研究对地方本科院校化工应用型人才培养模式进行了改革,探索了新颖的“三位一体”教学新模式(图 1)。

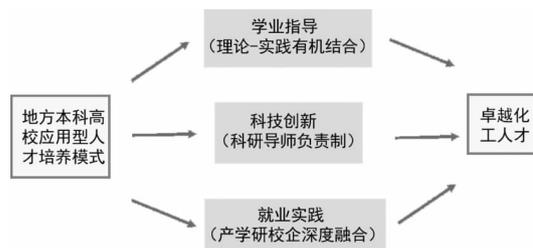


图 1 地方高校“三位一体”式化工卓越人才培养模式

3 提高理论教学团队工程实践能力

提升授课教师本身的工程意识以及实践能力是应用型本科高校培养卓越化工人才的核心内容。为此,本研究制定了多种措施。

3.1 构建实践性教学体系

1)根据化工专业人才培养目标和要求,建立以培养学生具备化工相关行业的工程实践能力和工程师职业素养为核心的课程目标体系。分解笼统式课程目标,以形成具象的课程目标,依据各个章节的课程目标同步设计相对应的理论课程和实践课程,将两者有效结合,以模块化形式形成具体的课程模块。

2)激励教师开发顺应化工产业、行业变化的综合性、创新性实践实验,并让学生积极参与其中,教学手段以学生自主实践为主,教师讲解为辅,让学生在实践实验中掌握利用理论知识解决实际工程问题的能力,培养他们的理论应用水平。

3.2 构建团队合作制模式

改变传统的教师指导学生的模式,改变常规一门化工课程只由一名教师负责的传统,由“一对多”教学模式转变为“多对多”教学模式,由单一教师指导向双师指导、团队指导转变。

1)组织相同学科背景的教师形成指导小组

团队协作将一门课程分解为不同的知识点与课程目标。依据不同教师对不同知识点的把控熟练程度,合理选择授课教师,以提高教学效果。比如理论知识教学能力强的教师与实践工程能力强的教师实现二人互助小组,理论教师指导学生的知识原理掌握,实践实习教师负责将学生所学理论转化为解决实际工程的能力,这将更贴近实际化工人才的培养方式。

2)组织不同学科背景的教师形成讨论小组

掌握一门化工专业核心课程中的知识点,往往需要其他理论课程的支撑,比如在学习“化工分离过程”课程前,需要掌握“化工原理、物理化学、化工热力学”等课程中的知识。德州学院化学化工学院设

有4个本科专业:化学、化学工程与工艺、环境工程和材料化学。利用多学科专业优势,将不同专业教师组织在一起形成教研团队,实现学科交叉,不同学科背景的教师一起开展交流讨论,可有效提升专业教师的教学水平以及加深巩固对专业知识点的掌握,有利于提升教师的实践教学能力,从而为培养卓越化工人才打下坚实的基础。

4 以“科研导师负责制”为导向培养学生理论转化实践能力

对于应用型本科高校的学生而言,如何将学习到的理论知识转化为可以“学以致用”的独立解决问题的能力,对于实现卓越应用型人才的培养是急需解决的问题。实施“科研导师负责制”是一种行之有效的方法,通过双选制办法,教师将自己的研究方向和领域向学生做详细介绍,然后学生根据自己的兴趣选择心仪的导师。“包干到人”,教师对学生的整个教学、科研、实践从头负责到尾。学生从一入学开始,便可以在理论课学习之外,加入到所选导师实验课题组,进行科研训练,整个过程,将教学环节、专业实习实训、毕业实习、毕业论文(设计)各个环节打通,将教学、科研一体化。在此期间,尽量保证科研导师与团队不发生变化,这样指导教师可以逐步培养学生独自发现问题、解决问题的能力,使学生了解、掌握某一化工领域中的技术要点与难点,实现实践教学的延续。

4.1 校内培养学生创新能力

科研导师根据每个学生的特点,给予相应感兴趣的课题与方案,鼓励学生积极参加国家级、省级、校级举办的化工科技竞赛,给予学生最大的自主权,导师只是在大方向上把关,从而训练培养学生综合应用所学课内理论知识开展工程实践的能力,提高学生对于课题、项目中存在问题独立解决的能力。同时导师指导学生提高将课题项目、科技竞赛中的作品转化为成果的能力,教授学生如何写科研论文和发明专利,实现成果的有效转化。目前在导师制牵引下,化学化工学院学生在大学生化学实验大赛、大学生创新创业大赛、“互联网+”大赛、挑战杯大赛等比赛中屡获佳绩。

4.2 校外培养学生实践能力

改变以往学生在企业认识实习、金工实习当中,整个过程由学院统一指派教师督促指导的方式,而是采用上述校内培养学生的方式,以多模块科研团

队为基本单元,实行校外实习实训导师负责制,导师积极与实习企业对接,实现高校教师与企业工程师“双导师”制,以企业实际问题为支点,提前谋划,在实习前培训学生进厂的一系列流程,实施“小组讨论式”方案,即多组学生分环节拆分校外实习所需的知识技能与安全教育,最大程度地发挥学生的积极主动性,培养学生独立思考解决实际化工实践工程领域中棘手问题的能力,导师在整个实践环节中“包干到人”。目前,化学化工学院已与山东有研国晶辉新材料有限公司、山东瑞博龙化工科技股份有限公司等企业签署了相关就业实习协议,为高校教师与企业工程师“双导师”制的实施打下了坚实基础。

5 加强“双师型”师资力量建设,加深产学研深度融合发展

5.1 提升教师队伍的“应用型”

1)加强“双师型”教师队伍的建设。依据建设应用型本科高校的宗旨,破除“五唯”,引进在化工行业中有多年一线经验和行业背景的技术专家作为学校的兼职教师,增加企业兼职教师在学校整体教师队伍中的比例。目前德州学院化学化工学院已经引进山东绿霸化工股份有限公司、山东华鲁恒升化工股份有限公司、山东宇虹颜料有限公司、山东瑞博龙化工科技股份有限公司等企业的一线专家作为兼职教师为学生授课,实现校企同频共振,提升教师教学水平。

2)积极鼓励广大一线教师到当地化工企业进行挂职锻炼。提升教师的实践经验,进而提升自己的教学水平,以便于培养出合格的应用型卓越人才。目前化学化工学院部分教师已深入山东瑞博龙化工科技股份有限公司、山东卓健医疗科技有限公司、山东元禾新材料科技股份有限公司等企业进行挂职锻炼。

3)定期选派实验实践类教师赴知名高校进修学习,以提升他们的专业理论水平。

5.2 加强加深校企合作力度,促进产学研融合发展

产教融合是应用型高校培养卓越人才的关键,加强学校与企业合作育人机制,建立“双主体”育人机制,以企业人才需求为牵引,建设“教学-科研-产业”合作机制。比如鼓励欢迎当地化工企业参与到学校化工人才的培养过程中来,企业在资金、技术等方面给学校提供支持,帮助学校改进实验实践类教学环境,将本行业目前最新发展技术以及企业解决

关键技术的案例带入课程中,校企合作共同改革教学内容、开发教学资源。高校科研团队与企业科研团队合作开展项目研究,解决企业技术瓶颈,实现成果转化。聘任企业专家为学生的创业导师、校外指导导师,创建解决当地化工企业实际技术难题的项目孵化平台,提升学生解决实际问题能力,同时加深校企间的产学研合作研究。

6 结语

德州学院化学化工学院以学业指导为基础,科技创新与就业实践为两翼,多环节融合“三位一体”式教学,使学生系统地认识、了解并掌握化工领域的专业知识以及实践技能,整体提升自身的创新意识与独立解决问题的能力,培养出具备化工工程师职业素养,具有社会责任感和创新精神的与地方需求相契合的卓越应用型人才。这种适合地方普通应用型高校发展的化工人才培养模式不仅对本校其他专业具有一定的借鉴意义,而且有望在同类高校间进

行切磋交流,共同进步,一同为应用型高校培养卓越应用型人才提供新的指导思路。

参考文献:

- [1] 臧冠荣. 地方高校跨学科应用型人才培养探索与实践—以上海立信会计金融学院金融科技专业为例[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2021(9):36-37.
- [2] 杨瑞先,刘萍,宋根娣等. 地方高校生物技术专业应用型创新性人才培养模式改革—以洛阳理工学院生物技术专业为例[J]. 轻工科技, 2021(9):191-192.
- [3] 洪艺敏. 转型发展背景下的应用型本科高校的建设[J]. 中国高等教育, 2020(5):52-54.
- [4] 李敏. 产教融合在校企合作中的应用—以广州工商学院为例[J]. 老字号品牌营销, 2021(6):141-142.
- [5] 王桂云,王明明. 地方本科高校应用型人才培养的逻辑思路与实现路径[J]. 中国高等教育, 2019(7):34-36.
- [6] 辛炳炜,王丽梅,王爱丽. 地方本科院校化工卓越人才螺旋渐进培养模式的探索与实践—以德州学院化学工程与工艺专业为例[J]. 大学化学, 2016(8):22-26.

Exploration of the “Trinity” Cultivation Model of Chemical Engineering Talents in Local Applied Universities

—Taking the Chemical Engineering and Technology Major of Dezhou University as an Example

FENG Chuan-qi¹, ZHANG Chen-yun², XIN Bing-wei¹

(1. School of Chemistry and Chemical Engineering, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023;

2. School of Intelligent Manufacturing, Wuxi Vocational

College of Science and Technology, Wuxi Zhejiang 214028, China)

Abstract: In view of the lack of practical teaching in the training system of application-oriented undergraduate universities, based on improving the practical teaching ability of teachers and the research supervisor responsibility system, the teaching of students' theory and practice should be strengthened, and the cooperation with enterprises should be strengthened to promote the deep integration of industry-university-research. This research will explore the “trinity” training mode of “academic guidance, scientific and technological innovation, and employment practice” for application-oriented college chemical talents, and cultivate application-oriented chemical talents with good professional knowledge.

Key words: applied talents training; trinity teaching mode; production and research integration

“三维一测”智慧教学互动模式构建与应用

——以《现代教育技术》为例

张晓蕾, 王芳, 王爱丽, 贾春晓, 李洪亮

(德州学院 化学化工学院, 山东 德州 253023)

摘要:有效的课堂教学互动行为对增强教学效果和切实提高教学质量具有非常重要的意义。教育信息化进程的推进和高素质人才需求的加大,对课堂教学互动质量提出了新的要求。智慧课堂将信息化手段融入课堂教学,相较传统课堂在教学互动中有着明显优势。本文构建了“三维一测”智慧教学互动模式,在传统教学方式方法中融入现代信息技术,打破时间、空间、互动主体等格局限制,同时构建能力-知识双维度教学互动有效性评价体系实现了评价立体化和全面化。通过将“三维一测”智慧教学互动模式应用于《现代教育技术》课程中,提高了学生的自主学习能力和课堂效率,推动了课堂教学的改革创新。

关键词:教学互动;“三维一测”;智慧课堂;现代教育技术;教学评价

中图分类号:G424 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-9444(2023)02-0101-05

1 引言

利用信息成果改进教学方法,提高教学质量一直是国家教育改革的方向。互联网技术的广泛应用推动了教育的信息化和智能化,富有数据性、开放性、个性化和高效性等多种特点的智慧课堂应运而生。智慧课堂兼具传统课堂与在线课堂优点,打破了传统课堂师生、生生的壁垒,更加凸显师生交互作用。因此,智慧课堂背景下,构建更加自主、开放、高效的教学互动新模式是提升教学效率、改进教学模式的有效路线之一,也是深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的迫切需求。本研究在智慧课堂内涵分析的基础上,针对智慧课堂教学互动模式的构建与应用进行探讨,为智慧课堂教学实践的开展提供参考和依据。

2 智慧课堂教学互动模式研究现状

2.1 智慧课堂的内涵及优势

1) 内涵

关于“智慧课堂”这一概念的解释,目前主要有两大视角,分别从教学角度和信息化角度对智慧课堂进行界定^[1-3]。通过梳理各学者对智慧课堂的概念界定和认识,我们认为智慧课堂中技术论与智慧论相辅相成,智慧的生成承载于知识的学习过程,而知识的学习也离不开智慧的支撑。在“互联网+教育”新型形态不断发展的趋势下,智慧课堂模式的构建与应用探索已成为高校人才培养亟待完成的重要任务。本文中的智慧课堂是指在信息技术的支持下,顺应教育信息化、智慧化趋势,在传统教学方式方法中融入信息技术,打破现有时间、空间、主体格局限制,建立多维立体教学互动有效性评价体系,实

收稿日期:2022-10-24

基金项目:2022年教育部产学合作协同育人项目“应用型高校建设背景下《胶体与表面化学》课程体系改革与实践”(220604903134825);2022年度高等教育科学研究规划课题:工程教育认证下的“三双三融合”实验教学改革研究(22SY0211);2021年山东省本科教学改革研究项目重点项目“应用型高校基于能力本位的“四层八环”课堂教学模式”(M2021360);德州学院教学改革立项重点项目“在线教育背景下“三维一测”立体教学互动新模式探索”(2020)

作者简介:张晓蕾(1992-),女,山东德州人,讲师,博士,研究方向为光谱分析。

现学生智慧培养和知识学习。

2) 优势

深层次有效的教学互动是良好教学效果的前提与保证,智慧课堂将信息化手段融入课堂教学,相较传统课堂在教学互动上具有明显的优势,见图 1。

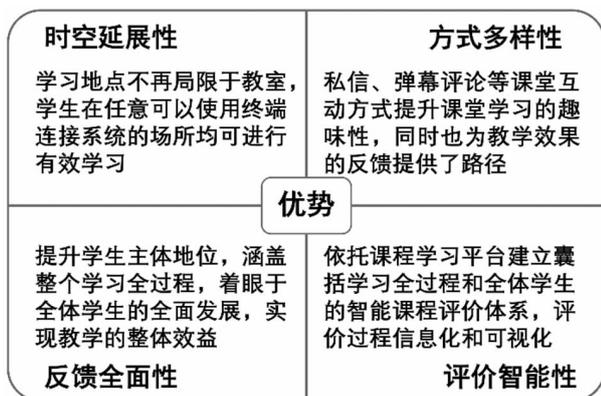


图 1 智慧课堂在教学互动中的优势

2.2 智慧课堂教学互动模式研究现状

随着课程改革进程的不断推进,越来越多的国内学者开始将课堂改革的研究视角转入到智慧课堂。黄晓峰^[4]借助 Hiteach 互动系统探索以生为本、轻负高效的新型教学模式;刘清堂^[5]等人针对大学课堂互动存在的问题,利用课堂互动工具提供的多种课堂互动形式提高课堂互动的完整性,同时通过互动行为数据实时把握学生的学习状态,促进有效教学;王南佳^[6]以“生物膜的流动镶嵌模型”为例,以学生为主体的智慧课堂通过人机多元互动,实现智慧课堂与高中生物学教学深度融合。

总体来看,国内学者对于智慧课堂的研究视角集中分布在理论研究、应用模式研究和教学策略研究,而目前应用模式研究方面关于互动模式的研究成果较少。当前高校智慧课堂使用中教学互动普遍存在三个问题:一是时间上,课堂教学“课前-课中-课后”不系统,课前学情、课中掌握情况、课后反馈无法融合贯穿;二是空间上,“课内-课外”不连贯,教学场所及时分配限制了师生互动,无法形成有效互动体系;三是互动主体,传统课堂学生互动参与度不高,“师-生”作为互动主体任务不明确,无法践行“以学生为中心”的教学理念,课堂效率低。基于以上问题,本文立足于构建智慧课堂立体教学互动模式,在传统教学方法中融入雨课堂、百度云、微信等现代信息技术,打破现有时间、空间、主体格局限制,构建能力-知识双维度智慧课堂教学互动有效性评价体系,并将构建的“三维一测”立体教学互动模式尝试应用于

《现代教育技术》课程中,推动实现课堂教学的改革创新和课堂效率的提高。

3 “三维一测”智慧教学互动模式构建

为解决高校智慧课堂中教学互动存在的问题,构建了“三维一测”智慧课堂教学互动模式(图 2)。“三维”指从时间、空间、互动主体三个维度设计教学互动模式,实现“课前-课中-课后”时间脉络贯通、“课内-课后”虚实空间连贯以及“师-生”互动主体任务明确。“一测”即构建有效的测评机制,评价教学互动的有效性。构建的“三维一测”智慧教学互动模式尝试应用于《现代教育技术》课程中,推动实现课堂教学的改革创新和课堂效率的提高。



图 2 在线教学背景下“三维一测”教学互动模式示意图

3.1 贯穿“课前-课中-课后”,打破时间壁垒

建构主义理论认为,学生是信息意义的主动建构者,教学过程应该注重激发学生原有的知识经验,以其作为知识的生长点来促进学生的知识建构,以促进知识经验的重新组织、转移和改造。这就要求教师教学行为不能仅仅局限于教室,而是应该致力于组织理想连贯的学习活动,引导学生主动建构自己的知识框架。智慧教学以知识点为单位对课堂教学的知识体系进行分解,根据各知识点类型和层次,基于智慧课堂现代化信息手段,确定课前、课后、课中各环节互动元素融入方式(如图 3),将教学互动落实到每一个具体的教学结点,做到“功在课前,效在课中,思在课后”三环节连贯统一,实现课堂在时间维度上的延伸。

3.2 建立“课内-课外”通道,拓展学习空间

建构主义理论强调学习的主动性和资源的重要

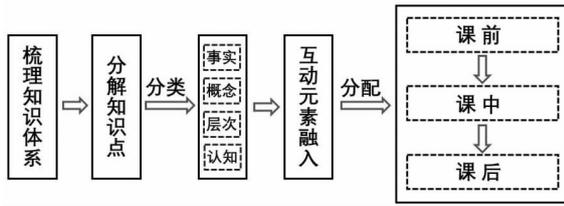


图 3 “课前-课中-课后”教学互动元素融入流程图

性,即学生个人的发展是教学的核心,学习的过程是主动构建的过程,因而资源对于学习的重要性凸显。基于智慧课堂的时空延展性,以资源库形式提供课程资源,引导学生利用数据库资源在人-机交互中充分发挥学习主动性;通过小组划分、组建学习群等方式明确生-生交互通道,在生-生交互中学会合作,建立学习共同体,从而获得更加全面的知识构建;畅通师-生交互通道,如邮件、定点答疑、即时通讯等方式,使课堂外师生沟通顺畅与资源共享无阻,实现高校课堂在空间上的拓展(图 4)。

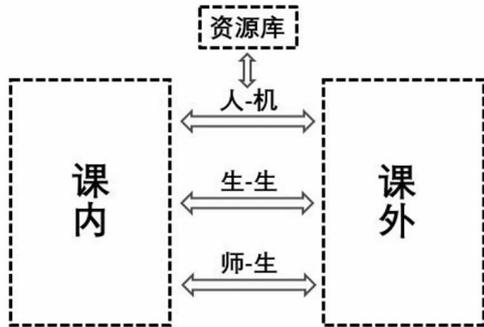


图 4 “课内-课外”互动通道构建模式

3.3 划分角色任务,明确学习主体

传统的教学观以教师为中心,忽略了师-生、生-生的教学互动,因而出现了很多“满堂灌”的教学现

象,课堂教学效果大打折扣。建构主义理论强调的是学生的主动性,强调学生情境的建立以及学习中的相互合作,这要求在教学过程中转变思路——以学生作为学习主体,课堂教学互动模式也需要随之调整。智慧教学充分利用智慧课堂中信息化手段,明确各教学环节互动主体角色任务(图 5),强化学生学习主体地位,发挥教师引导调控作用,激励学生实现个性化学习和自主学习,实现由“师”到“生”的互动主体转换。

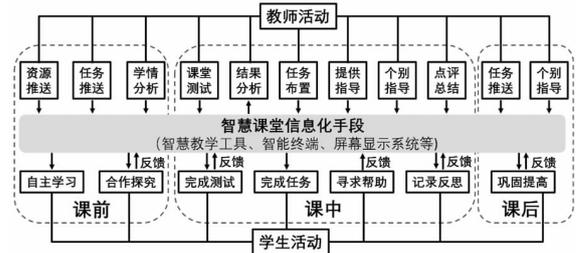


图 5 师生任务分解机制

3.4 建立多维评价标准,引导全面发展

传统课堂评价标准受行为主义的影响,多关注于基本知识的评价,较多地使用了客观题型,而建构主义理论强调知识是学习者自己建构的,强调学习者的高级思维技能、问题解决能力、反思能力、元认知能力和自我控制能力。因此,智慧课堂依托课程学习平台和智能终端,能够提供囊括学习全过程和全体学生的学习反馈信息,实现评价过程的信息化和可视化。因此,构建多维评价标准(表 1),根据学生在知识、思维上产生的结果性、可观测性能力的变化,在能力和知识两个维度上检验课堂教学的有效性,参与学习过程的有效引导。

表 1 多维教学互动有效性评价表

模块及比重	评价指标及权重	评价内容	评价主体	评价渠道
知识 40%	在线测评 10%	随堂测试正确率	教师评价	线上测评
	小组讨论 10%	发言质量、 观点输出	教师评价 学生互评 自我评价	平台信息收集 在线互评
	课堂表现 10%	回答/提问问题 的质量、频率	教师评价 自我评价	平台信息收集
	课程作业 10%	作业正确率	教师评价	教师批改
	开放课题 20%	解决问题能力 信息获取能力	教师评价 自我评价	教师批改
能力 60%	成果展示 20%	线上平台展示 线下课堂展示	教师评价 学生互评 自我评价	线上平台 线下课堂
	课程应用 20%	实际场景中 对知识运用能力	教师评价	课程实践

4 “三维一测”智慧教学互动模式在《现代教育技术》中的应用

4.1 “三维一测”智慧教学互动模式在《现代教育技术》中的实施过程

《现代教育技术》是师范类学生的公共必修课程,主要学习现代教育基本技能如文本处理、图像处理以及课件设计与制作等,旨在培养具备信息素养、能够运用现代信息技术实施教与学的教师工作者。

表 2 “文本处理技术”知识分解表

	知识分解	学情	类型	课前	课中	课后
常用格式	TXT、DOCX、WPS	熟练	概念性	资源推送	测评	
	PDF、CAJ、PDG	生疏	概念性	任务设置	测评、讨论	习题推送
文本获取	键盘、手写、语音	熟练	概念性	资源推送		
	OCR 识别	生疏	层次性	小组任务	讨论	
思维导图	概念、常用软件	生疏	概念性	资源推送	测评	
	基本操作	生疏	层次性	资源推送	开放性任务、展示、评价	开放性习题

2) 构建资源库,拓展“课内-课外”自主学习空间

利用“百度云”和雨课堂构建资源库,根据资源类型不同,引导学生按照课程任务课外自主查阅资源库或进行组内互助;课内对学生统一性问题进行强调和总结,如表 3。

表 3 “文本处理技术”课内-课外资源衔接

	知识分解	类型	课外平台	形式
常用格式	TXT、DOCX、WPS	概念性	雨课堂	文本、链接
	PDF、CAJ、PDG	概念性	雨课堂	文本、链接
文本获取	键盘、手写、语音	概念性	雨课堂	视频
	OCR 识别	层次性	百度云资源库	视频、软件资源
思维导图	概念、常用软件	概念性	雨课堂	文本、链接
	基本操作	层次性	百度云资源库	视频、软件资源

由于本门课程除部分概念性和事实性知识外,以操作性知识为主要内容,为避免往届“沉默学生”出现,在生-生交互中通过雨课堂随机建立 4-7 人学习小组,增强班级交流同时避免出现“惯性依赖队友”现象;本节内容中 word、adobe 等软件功能较复杂,不少学生难以及时掌握,提交的开放性作业存在瑕疵,因此鼓励学生组建课程微信群,以适当积分奖励,鼓励学生公开提出问题和解答问题,有助于学生理解个体差异和明确个人特征,最终达到相融共进的效果。以回复邮件、加入微信群、雨课堂答疑、定点答疑的形式畅通师-生交互通道,使课堂外师生沟通顺畅与资源共享无阻。

我们选择雨课堂作为主要信息化平台,以《现代教育技术》第二章第一节“文本处理技术”为例,进行“三维一测”智慧互动模式实践。

1) 知识点分解,互动元素融入“课前-课中-课后”

以第二章第一节“文本处理技术”为例,分解该节内容,通过分析知识点类型进行互动元素确定,然后按由浅到深的逻辑关系将不同知识分配到课前、课中、课后三环节。本节内容主要包括三部分:常用格式、文本获取、思维导图,其中文本获取和思维导图是重、难点内容。按表 2 方式对其进行分析和互动元素融入,实现“课前-课中-课后”贯穿。

3) 利用信息化手段,引导学生自主学习

在雨课堂软件分配学习小组中,鼓励学生在组内担任组长或副组长角色,明确组长、副组长、组员任务;以合理的积分制度和小组任务驱动学生交流合作完成自主探索。在本节课中,选择学生普遍关心内容作为思维导图开放性任务(图 6),各学习小组经分配任务、分工合作迅速完成任务。以小组合作方式,通过同伴教学,节约了重复摸索实践,软件操作技能掌握更为牢固,同时提高了学生的交流和探索能力,实现了自主学习。

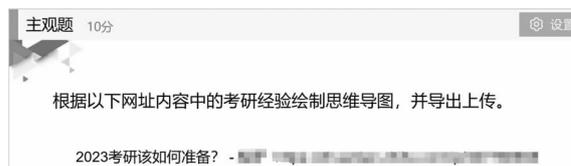


图 6 思维导图操作开放性任务设置

4) 依托信息平台,多维有效测评

根据学生课堂表现以及智慧教学平台数据收集,对本堂课学生表现按照表 4 进行全面评价,引导学生进行组内自评和互评,及时将评价结果反馈给学生,根据测评结果对个别学生进行个性化辅导。

4.2 教学效果

比较往年本课程教学情况,发现“三维一测”智慧立体教学互动模式可以显著提高学生学习效果,主要表现在:充分调动学生自主学习积极性。通过

课前推送资料 and 任务,驱动学生自主探索;小组合作方式既增加了趣味性,也提高了学习积极性;课中雨课堂平台的使用调动了课堂气氛,贴近大学生使用智能终端现状。经雨课堂投票发现,95%的学生认为“三维一测”智慧教学互动模式使课堂教学更有趣,90%的学生认为自主学习能力和团结协作能力

得到了提高。

提高学生专业能力和综合素质。通过在课程实施过程中所做的在线测试和开放性任务,显著提高了学生的信息化手段应用水平,而每堂课的成果展示互动活动更是锻炼了学生的总结表达能力。另外,根据期末测评汇总发现,学生在开放性课题、成

表 4 “文本处理技术”章节评价方式

评价要点	测评内容	测评方式	比例%
TXT、DOCX、WPS、键盘、 手写、语音、思维导图	正确率	雨课堂在线推送+教师批改	10
	发言质量	分组分享+教师评价	5
PDF、CAJ、PDG、OCR 识别	观点输出	雨课堂+小组互评	5
	解决问题	雨课堂接收+教师评价	10
思维导图操作	解决问题	雨课堂+学生互评	10
	表达能力	教师评价	10
思维导图课堂展示	表达能力	雨课堂+自我评价	10
	课堂表现	雨课堂+线下课堂	10
课堂作业-知识性	正确率	雨课堂在线推送+教师批改	10
课堂作业-软件应用	解决问题	雨课堂在线推送+教师批改	20

果展示和课程应用方面的表现明显优于往年(图 7),其中开放课题、成果展示和课程应用得分分别提高了 24%、20%和 15%,综合素质得到明显提升。

教学互动模式尝试应用于《现代教育技术》课程中,在信息化的课堂教学互动与传统教学互动的碰撞,提高了学生的自主学习能力和课堂效率,加速了由传统课堂向高效、智慧课堂转变。

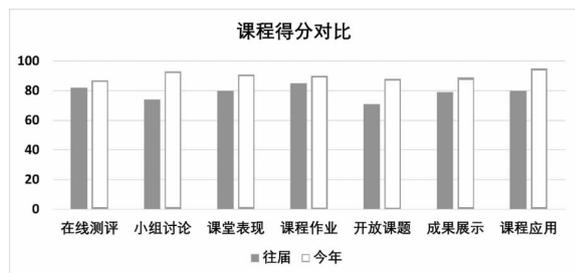


图 7 现/往届多维评价得分对比

5 结论

本文构建了“三维一测”智慧教学互动模式,在传统教学方式方法中融入雨课堂、百度云、微信等现代信息技术,实现了课前-课中-课后时间贯通、课内-课外空间延展、师生任务主体明确,同时构建了能力-知识双维度教学互动有效性评价体系,实现了评价立体化和全面化。通过将构建的“三维一测”智慧

参考文献:

- [1] 祝智庭. 智慧教育新发展:从翻转课堂到智慧课堂及智慧学习空间[J]. 开放教育研究, 2016, 22(1): 18-26.
- [2] 许勇辉, 吴明超. 基于教师实践性智慧发展的智慧课堂实验室设计研究[J]. 现代教育技术, 2013, 23(3): 109-133.
- [3] 唐焯伟, 庞敬文, 钟绍春, 等. 信息技术环境下智慧课堂构建方法及案例研究[J]. 中国电化教育, 2014(11): 23-29.
- [4] 黄晓锋. 论 Hiteach 互动系统在课堂教学中运用[J]. 上海教育科研, 2013(12): 65-66.
- [5] 刘清堂, 冯小妹, 翟慧清, 等. 学习分析支持下的课堂互动工具设计与实现[J]. 现代教育技术, 2018, 28(12): 94-100.
- [6] 王南佳. 基于智慧课堂互动式教学的“生物膜的流动镶嵌模型”教学设计[J]. 生物学教学, 2020, 45(11): 29-31.

(下转第 110 页)

高校思政课教学方法探析

李霞

(德州学院 马克思主义学院, 山东 德州 253023)

摘要: 高校思政课根据不同的教学内容和教学要求采取不同的教学方法,目的是不断提高思政课的“思想性、理论性和亲和力、针对性”,达到思政课的“八个统一”。学理解读是理论说服学生的基本路径,问题引导是把握理论逻辑的有效方法,案例分析体现理论的具体化,讨论探究体现学生的主体性,联结时事体现理论的现实性,网络语言体现理论的时代性。方法是内容服务的,也是为学生服务的,必须注重教学方法的综合运用,才能达到思政课立德树人的教学目的。

关键词: 高校思政课; 教学方法; 教学效果

中图分类号: G410 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-9444(2023)02-0106-05

高校思政课教学方法指的是思政课教学内容和教学设计通过什么方法体现出来。采用不同教学方法的目的是不断提高思政课的“思想性、理论性和亲和力、针对性”,达到思政课的“八个统一”。方法取决于内容,不同的教学内容要求有不同的教学方法,如马克思主义理论注重学理的理解,马克思主义中国化理论成果注重理论的体系化解读,中国近现代史纲要注重对中国近现代问题的回答,思想道德与法治注重对理想信念、价值观以及法治精神的培养。但要达到思政课立德树人的教学实效,必须注重教学方法的综合运用,学理解读、问题引导、案例分析和讨论探究都是这几门思政课通常运用并行之有效的教学方法。

1 学理解读是理论说服学生的基本路径

学理解读解决的是马克思主义理论逻辑论证的问题。2019年,习近平总书记在学校思想政治理论课教师座谈会上强调,推动思想政治理论课改革创新,“要不断增强思政课的思想性、理论性和亲和力、针对性”。^[1]在谈到思政课要坚持的“八个统一”中,第一个统一就是“坚持政治性和学理性的统一”,要“以透彻的学理分析回应学生,以彻底的思想理论说

服学生,用真理的强大力量引导学生”。^[1]“透彻的学理”“彻底的思想”就是要通过学理解读来完成。学理解读是理论教学的基本方法,学习马克思主义理论最重要的就是要树立马克思主义世界观、人生观、价值观。掌握的是理论,树立的是立场,运用的是方法。马克思主义是人类解放的理论,“马克思主义博大精深,归根到底就是一句话,为人类求解放”。^[2]它的根本立场就是人民立场,“人民性是马克思主义的本质属性”。^[3]对于马克思主义的基本立场,要从理论的出发点、理论的归宿、理论的发展历程以及理论的真理性角度理解。马克思主义理论的说理力,就在于马克思主义的真理性。马克思在《〈黑格尔法哲学批判〉导言》中说到:“理论只要说服人,就能掌握群众;而理论只要彻底,就能说服人。所谓彻底,就是抓住事物的根本。而人的根本就是人本身。”^[4]从人类解放这个根本宗旨出发,马克思主义理论本身就是为了解决人类如何解放的问题。人类解放就是人类的自由,自由在于对整个世界的认识,所以,只有对整个世界,包括自然、人类社会本身以及人类思维的规律有科学性的认识,才能遵循规律达到人的自由。对马克思主义理论的学理解读,就是要对马克思主义理论的科学性和逻辑性进行解读,分析马克思主义理论的真理性问题,也就是进行马克思主义理论的学理解读。对于马克思主义中国化理论成果的学理解读,则要从毛泽东思想、邓小平理论、“三

收稿日期: 2022-12-08

基金项目: 山东省社科规划项目“以‘思想性、理论性和亲和力、针对性’为导向的高校思政课教学话语体系创新研究”(21CSZJ10); 山东省学校思政课教学改革项目“基于实效性的高校思政课教学话语体系创新研究”(SDS2020B47)。

作者简介: 李霞(1970-),女,山东禹城人,教授,硕士生导师,哲学博士,研究方向:马克思主义理论研究,生活哲学。

个代表”重要思想、科学发展观以及习近平新时代中国特色社会主义思想所解决的中国问题入手,这些理论的科学性就体现为,其解决了中国革命和社会主义改造以及社会主义现代化建设过程中的实践问题。马克思主义中国化的理论成果是在解决中国问题的实践中创造出来并已经被实践证明的正确的理论。

马克思主义理论和马克思主义中国化理论成果的学理解读关键是说清它们分别在什么背景下解决了什么问题。这就要求对理论产生的背景,发展过程以及理论解决的问题弄清楚。学理解读是高校思政课教学的根本方法,也是其他方法的基础。做好学理解读要求思政课教师有深厚的马克思主义理论修养,有辩证的逻辑思维能力,有运用马克思主义理论分析现实问题的能力。

2 问题引导是把握理论逻辑的有效方法

问题是引导学生进入理论的入门向导。爱因斯坦说过:“提出问题往往比解决问题更重要,因为解决一个问题也许是一个数学上的实验上的技能而已,而提出新的问题、新的可能性,从新的角度去看旧的问题,却需要有创造性的想象力,而且标志着科学的真正进步。”每一门思政课的理论体系中,教材的每一个标题之下都有很多的内容,这些内容包含着很多知识点,而每个知识点单独拿出来往往都是碎片化的,而把这些内容设置为环环相扣的问题,教学内容的逻辑性就会更加清晰,学生也会更容易把握教学的整体内容。问题引导的作用在于,一是可以有效地设计授课内容;二是可以启发学生思考,使学生聚焦授课内容,集中注意力;三是通过问题引发学生的学习兴趣。因此,问题的设计很重要,问题的设计既要带动学生的思考,又要体现学习的重要内容。譬如,在马克思主义基本原理的绪论中,教材列出五个问题,分别是:什么是马克思主义,马克思主义的创立与发展,马克思主义的鲜明特征,马克思主义的当代价值,自觉学习和运用马克思主义。实际上,这部分可以总结为三个问题,什么是马克思主义?为什么要学马克思主义?怎样学马克思主义?三个问题的概括就使绪论内容的逻辑性更清晰。其中最难的第二个问题是为什么要学马克思主义。教材中间的三个部分实际上是解决为什么要学的问题。首先从马克思主义的创立和发展说明马克思主义的创立宗旨以及探索真理的精神,其次从马克思主义的鲜明特征看马克思主义的本质,最后从马克思主义的当代价值看为什么马克思主义值得现在学。

恰当的问题设计,一是需要教师对课程内容有深刻的把握,设计的问题不能是没有关联的随机问题。教师要对教材内容有整体的把握,明确每一章节让学生掌握哪些问题,它的重点难点在哪里,对问题的设计要环环相扣,体现问题之间的逻辑性和内在关联。二是问题的设计要有启发性,能启发学生进行关联思考。三是要分清主次,重点难点内容设计的问题要细致。例如,在“对立统一规律是事物发展的根本规律”这一部分,设计的问题有:什么是矛盾?什么是矛盾的同一体性?什么是矛盾的斗争性?矛盾同一体性和斗争性是什么关系?如何把握矛盾同一体性和斗争性的方法论意义?矛盾同一体性和斗争性在事物发展过程中各起什么样的作用?这一部分内容在教材中所占篇幅不多,但内容比较抽象,也是比较难把握的一部分。因为这一部分比较难,所有的知识点都可以设计成问题,把每一个问题搞懂了,这一部分的内容也就把握了。

3 案例分析体现理论的具体化

案例分析也是思政课教学常用且有效的方法。案例分析就是通过具体案例的讲解使得抽象的理论观点生动具体。案例分析的作用表现在两个方面,一是通过案例的分析将抽象的内容具体化,有助于学生理解理论内容;二是通过案例与理论的联结,可以使学生更加深刻地理解马克思主义理论观点的方法论意义。为什么案例分析会成为马克思主义理论的教学方法呢?这是因为马克思主义理论的产生,有它的时代背景和理论背景,有它解决的时代和人类问题,在它的理论阐述和展开过程中,它达到了理性的具体。但是教材中马克思主义基本原理脱离了产生它的时代背景和理论背景,它就变得抽象了。而要真正地理解这些抽象的理论,必须将其与具体的案例联结,才能将抽象的理论具体化,帮助学生理解理论。“实践的观点、生活的观点是马克思主义认识论的基本观点,实践性是马克思主义理论区别于其他理论的显著特征。”^[2]只有将理论和现实中的案例结合起来,马克思主义的现实性和实践性才能体现出来,而这种现实既包括历史的现实,也包括当代的现实。

举一个授课例子,在讲矛盾的同一体性和斗争性关系时,矛盾双方相互联结、相辅相成的关系表现在两个方面,其中一个方面是没有斗争性就没有同一体性,同一体性通过斗争性来体现。为什么说没有斗争性就没有同一体性呢?这是因为斗争性是同一体性的基础,离开了斗争性这个基础,同一体性就无法保持。这一知识点的基本内容,即同一体性依赖斗争性的学理解释依然是抽象的。怎样才能明白“斗争性是同一体性的基础,离开了斗争性这个基础,同一体性就无法保

持”呢?只有通过联系现实,通过案例分析才能真正地理解斗争性是同一性的基础。为了解释清楚这个问题,我引用了毛泽东主席在《目前抗日统一战线中的策略问题》一文中的原话“以斗争为达到团结一切抗日势力的手段。在抗日统一战线时期中,斗争是团结的手段,团结是斗争的目的。以斗争求团结则团结存,以退让求团结则团结亡”^[5]。这个经验实际上是毛泽东主席对抗日战争时期中国共产党和国内外各派势力关系的总结。中国共产党正是坚持了“以斗争求团结”,才能团结一切可以团结的力量,扩大和巩固了抗日统一战线,为抗日战争的最终胜利奠定了基础。这是同一性离不开斗争性的非常典型的例子,这样的讲解就使得抽象的理论变得具体而生动。所以,案例分析不仅使授课内容丰富生动,也帮助学生更好地理解抽象的理论。

4 讨论探究体现学生的主体性

思政课堂不只是教师的课堂,也是学生的课堂。教学的目的是让学生掌握知识,而学生参与课堂是发挥学生主体作用、强化其独立思考、体现“以学生为中心”教学理念的重要方式。

如何设置讨论探究环节呢?问题的设定必须是开放性的,学生可以根据自己的经验推演。举个例子,关于矛盾同一性的内涵,第一个方面是矛盾双方的相互依存,第二个方面是矛盾双方的相互贯通、相互转化。在讲相互转化时,教师列举了相互转化的一些现象,如失败乃成功之母是失败向成功的转化;修正错误、获得正确认识则是错误向正确的转化。同时指出,转化不是随意的,转化必须具备一定的条件。接着又举了一个案例,表演艺术大家梅兰芳曾犯过一个“美丽的错误”,当年他饰演《断桥》中的白娘子,剧中有一个动作,面对负心的丈夫许仙跪在地上,她五味杂陈,用手指头去戳许仙的脑门儿,不料用力过大,许仙险些倒地,白娘子下意识去扶,但她马上又意识到扶他不合常理,于是随机应变,在扶住他的同时,又轻轻地推了他一下。这样剧情就由原来的一戳变成了一戳、一扶和一推,反而更加淋漓尽致地表达了白娘子对许仙那种爱恨交织的复杂心情。本来是一个失误,梅兰芳却将它转化成了经典之作。这是很明显的一个由失误转化成经典的案例。在这里,教师设置了一个讨论环节,梅兰芳为什么能够实现这种转化呢?由失误转化成经典的条件是什么?通过这一讨论环节,学生参与教学内容,积极思考、联想,对于理论知识的理解更加深刻。

因此,恰当地设置讨论环节,可以最大限度地发挥学生在课堂上的主体作用,让学生感觉到思政课堂是真正能激发学生思考、提高理论修养的殿堂。课堂的这种参与感,参与后的成就感,是激发学生积

极性的重要因素。在思政课堂上,教师可根据教学内容,设置恰当的教学问题,使学生在参与中养成善于思考、积极思考的习惯,在思考中获得收获感。

5 联结时事体现理论的现实性

在思政课堂上,根据教学内容联系现实,对时事、热点问题进行恰当的评价和舆论方向的引导,既是思政课教师的责任,同时也是马克思主义理论的现实功能所在。一方面,高校思政课最主要的教学目标是培养学生马克思主义世界观、人生观和价值观,提高学生马克思主义理论修养,即正确的价值引导是思政课教学的主要目标。社会主义核心价值观则从国家、社会、个人三个层面为民众提供了价值引导。国家层面的价值观是要把中国建成富强、民主、文明、和谐的社会主义现代化强国,社会层面的自由、平等、公正、法治主要是社会制度层面的价值导向,而个人层面的爱国、敬业、诚信、友善则是对个人行为的价值要求。另一方面,马克思主义理论不是书斋里的学问,马克思主义理论必须对现实问题做出分析和回答,不断出现的新事件和趋向需要思政课教师利用马克思主义理论作出解释和回答。

联系时事、联结热点是思政课教学可以采取的有效方式。例如俄乌冲突问题,抗击新冠疫情过程中的热点事件,我们要用马克思主义方法论进行客观辩证的分析。在以上热点问题的分析中,关于什么是事实要解释清楚,部分的事实不是完整的事实,断章取义的事实是不完整的事实,从不完整的事实中得出的结论就不是正确的结论。就像列宁所指出的:“应当从揭示规律的高度去把握事实,在社会现象领域,没有哪种方法比胡乱抽出一些个别事实和玩弄事例更普遍、更站不住脚的了。挑选任何例子是毫不费劲的,但这没有任何意义,或者有纯粹消极的意义,因为问题完全在于,每一个别情况都有其具体的历史环境。如果从事实的整体上、从它们的联系中去掌握事实,那么,事实不仅是‘顽强的东西’,而且是绝对确凿的证据。如果不是从整体上、不是从联系中去掌握事实,如果事实是零碎的和随意挑出来的,那么它们就只能是一种儿戏,或者连儿戏也不如。”^[6]这种用马克思主义理论解释现实的方法是有说服力的,能让学生信服。因此,对于思政课教师来说,利用马克思主义理论分析时事、分析社会热点,用马克思主义立场、观点和方法去联系现实,解释或者批判现实,才能使思政课具有现实活力,才会让学生认识到马克思主义理论不是远离现实生活的,而恰恰就是在现实生活之中的,同时也提高了思政课课堂的亲合力。

6 网络语言体现理论的时代性

网络语言在思政课堂上的呈现是思政课时代性的一种体现。思政课的主要要求是让学生提高马克思主义理论修养,树立马克思主义世界观、人生观、价值观,但是随着时代的发展,网络语言的出现,教师对马克思主义理论的解读也要与时俱进。现在的大学生都是网络社会的原住民,网络伴随着他们的出生、成长。由于网络的自由、及时,网络成为大学生获取信息最重要或者最主要的渠道。同时,无论是生活娱乐,还是自由表达,网络都为学生提供了更广阔的空间,是大学生日常生活的重要领域。网络语言成为了青年尤其是大学生之间独特语言的表达工具。如果思政课教师不懂网络语言,就显示出了与大学生之间的代沟,尤其是在有关网络事件或者网络舆情的交流上就缺少了话语权,在一定程度上会消解教师对学生的话语影响力。

对于网络语言,思政课教师一定要有独立的判断和理解。一方面,思政课教师要对所引用的网络语言的来龙去脉、真实内涵有全面的把握,另一方面,对于网络语言内涵要有辩证的分析 and 判断,对于消极的网络语言或者网络现象要进行批判,对学生要有正确的引导。例如,前几年的“葛优躺”突然成为网络热词,这反映的是一种躺平、摆烂的消极的人生态度,因为其消极又无赖,所以成为所有人嫌弃的一类人。经过网络发酵之后,“葛优躺”忽然又成为被热烈吹捧的一种网络现象。这种网络现象的热捧,会对青年人产生一种不好的诱导。因此,对这种现象要进行辩证的分析,一方面要客观分析这种现象流行的根源,另一方面要对这种现象导致的负面效应进行批判。思政课教师在批判这种消极的人生态度时,一定要从它的来龙去脉、它为什么会作为一种社会现象、它所代表的人生态度等方面进行辩证的分析,让同学们理性地认识这种现象,从而做出正确的判断和选择。不能武断地不加分析就加以否定,更不能对这种现象加以推崇。思政课教师在讲解的时候,一定要辩证地分析躺平心态产生的原因,以及它的不足,不能因为有这种现象的存在就认为它是合理的。对于年轻人来说,偶尔的躺平作为偶尔的生活状态,不失为一种生活节奏的调整,但是如果将躺平作为一种常态,并将其合理化则不是社会所提倡的,对于自己的发展、成长、生活改善都是不好的。因此,对于网络语言,思政课教师要根据教学内容适当地选择,选择就要解释清楚,就要做出正确的价值判断。当然也有很多网络语言是有很强的正能量的,既可激励学生,也可活跃课堂。例如“哪有

什么岁月静好,不过是有人替你负重前行”,很好地诠释了在疫情时期逆行出征英雄的奉献精神与广大民众幸福生活的辩证关系,这样的网络语言可以让同学们珍惜生命,懂得感恩身边的人,激励他们在国家和社会需要的时候要勇于出击和奉献。所以网络语言的恰当引用能更好地拉近和学生的距离,增强课程的吸引力。

学生的注意力和课堂的吸引力,不仅来自学生本身的求知欲,更来自教师课堂内容的丰富生动有趣。单一的理论灌输往往会引起接受者的注意力疲劳,兴奋度降低,从而走神、放空,或者随机地想事情,这个时候,课堂的效率就下降了。思政课堂的理论讲授通常是抽象的,通过课堂中间的兴奋激发可以有效提高学生学习和注意力。网络语言是兴奋激发的一种方式,将学生熟悉、关注的网络语言、网络事件与授课内容的对接,可以提振学生上课的兴奋度。兴奋激发也可以是历史、诗词小故事、诗歌朗诵、一小段歌曲等等。当然这些附加的内容不是游离于授课内容之外,一定是与授课内容相关的,要成为授课内容的有机组成部分。教师在进行教学设计的过程中,可根据学生上课的注意规律,在理论讲授的过程中,穿插进一些小故事或者有趣的小事件,调整上课张弛节奏,张体现的是理论知识的密集度,弛表现的则是学生因小故事或者网络语言等的穿插而获得的短暂心理放松。这种上课节奏的小调整确保了学生上课注意力的持续集中并提高了上课的效率。

总之,高校思政课的教学方法是灵活的。方法的采用一方面要根据内容的需要,内容决定方法的形式,方法是为内容服务的;另一方面也要根据学生的特点和需要,方法的选择是为了激发学生上课的积极性和参与性。同时现代信息技术也为思政课教学方法的使用提供了更多的可能性。无论采取哪种教学方法,目的都是为了使喜欢思政课,提高思政课的教学效果。

参考文献:

- [1] 习近平谈治国理政:第三卷[M].北京:外文出版社,2020:330.
- [2] 习近平:在纪念马克思诞辰200周年大会上的讲话[N].光明日报,2018-5-5(2).
- [3] 中国共产党第二十次全国代表大会文件汇编[M].北京:人民出版社,2022:16.
- [4] 马克思恩格斯选集:第一卷[M].北京:人民出版社,2012:9-10.
- [5] 毛泽东选集:第二卷[M].北京:人民出版社,1991:745.
- [6] 列宁全集:第二十八卷[M].北京:人民出版社,2017:364.

Exploring Ideological and Political Theory Course Teaching Methods in Colleges and Universities

LI Xia

(College of Marxis, Dezhou University, Dezhou Shandong 253023, China)

Abstract: The different teaching methods should be taken in the ideological and political theory courses at universities according to different teaching contents and requirements so that their ideological level, theoretical property, affinity and pertinence can be constantly improved and the aim of “eight unity” can be achieved. The interpretation of theories is the basic way to persuade students, question guidance is an effective means to grasp the logic of theories, case analysis reflects the concretization of theories, and discussion and exploration embodies the subjectivity of students. Linking current events shows the reality of theories, while the usage of network language indicates that the theories keep pace with time. The method serves the teaching content as well as the students. We must pay attention to the comprehensive application of teaching methods, in order to achieve the teaching purpose of ideological and political theory courses.

Key words: ideological and political theory courses; teaching methods; teaching effect

(上接第 105 页)

the Construction and Application of “Three-Dimensional One Test” Intelligent Teaching Interaction Mode

—Take Modern Education Technology as An Example

ZHANG Xiao-lei, WANG Fang, WANG Ai-li, JIA Chun-xiao, LI Hong-liang

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Dezhou University, Dezhou, Shandong 253023, China)

Abstract: Effective classroom teaching interaction behavior is of great significance to enhance teaching effectiveness and effectively improve teaching quality. The advancement of education informatization process and the increasing demand for high-quality talents have put forward new requirements for the quality of classroom teaching interaction. The smart classroom integrates information technology into classroom teaching, which has obvious advantages in teaching interaction compared with traditional classroom. This paper constructs a “three-dimensional one test” intelligent teaching interaction mode, which integrates modern information technology into traditional teaching methods and methods, breaks the restrictions of time, space and interaction subjects, and builds a two-dimensional evaluation system for the effectiveness of teaching interaction of ability and knowledge to realize a three-dimensional and comprehensive evaluation. By applying the “three-dimensional one test” wisdom teaching interaction mode to the “Modern Education Technology” course, it improves students’ independent learning ability and classroom efficiency, and promotes the reform and innovation of classroom teaching.

Key words: teaching interaction; “three-dimensional one test”; smart classroom; modern educational technology; teaching evaluation