

产教融合背景下环境工程技术专业学生就业能力数学模型的构建与量化研究

马昭

宁夏建设职业技术学院，宁夏 银川 750021

摘要：为深入研究产教融合对于环境工程技术专业高职学生就业能力的影响，运用层次分析法等建立一个适用于该专业学生就业能力的指标体系，构建数学模型。对2020级至2023级学生进行了调查研究，并对就业能力进行了量化分析。结果指出，随着产教融合的开展，产教融合对于学生就业能力的提升有着非常重要的作用。同时，随着合作的深入，学生的就业能力也在逐级增加。

关键词：就业能力；产教融合

Quantitative Research and Mathematical Model Construction of Employment Ability for Environmental Engineering Technology Students in the Context of Industry-Education Integration

Ma Zhao

Ningxia College of Construction , Yinchuan, Ningxia 750021

Abstract : To deeply investigate the impact of industry–education integration on the employment ability of vocational college students majoring in environmental engineering technology, this study employs the Analytic Hierarchy Process (AHP) and other methods to establish an indicator system tailored to the employment ability of students in this major, thereby constructing a mathematical model. A survey was conducted among students from 2020 to 2023, and a quantitative analysis of their employment ability was performed. The results indicate that with the implementation of industry–education integration, it plays a crucial role in enhancing students' employment ability. Simultaneously, as the cooperation deepens, students' employment ability increases progressively.

Keywords : employment ability; industry–education integration

产教融合是提升当前职业教育水平，加强改革发展的重要趋势，旨在实现教育与产业的深度对接，提高人才培养的适应性和有效性。环境工程技术专业作为一门应用性很强的学科，其学生的就业能力直接关系到专业的可持续发展和对环境产业的人才支撑。然而，目前在高职教育产教融合的大背景下，产教融合和校企合作项目的开展对于环境工程技术专业学生就业能力的提升评估多停留在定性分析阶段，缺乏系统、科学的量化评价方法。因此，构建一个合理的数学模型来量化研究产教融合对于该专业学生的就业能力的影响，具有重要的理论和实践意义。

一、模型建立的意义

党的二十大报告提及要“推进职普融通、产教融合、科教融合”。报告明确了产教融合这一职业教育办学模式的重要作用，为职业教育发展指明了方向。但是，根据2024年10月24日教育部发布的《2023年教育事业发展统计公报》数据显示，2023年高职（专科）招生555.07万人（不含五年制高职转入专科招生60.70万人），比上年增加16.09万人，增长2.99%；毕业生553.29万人，比上年增加58.52万人，增长11.83%^①。从数据上看，高职院校毕业生就业难度依然是逐年增加的。高职学生学习能力较弱，但动手能力相对较强，在工程制造领域，相对于本科学生高职学生还

有着一定的优势。所以，对于环境工程类高职学生，如何通过产教融合来提升自身的就业能力并对其进行量化研究，具有非常重要的研究意义。

二、研究现状

目前国内外在产教融合背景下环境工程技术专业学生就业能力模糊数学模型构建方面的研究相对较少。虽然模糊数学模型在其他领域，如大学生职业综合评价、高校毕业生就业竞争力评价等方面有一定的应用，但在环境工程技术专业产教融合与就业能力相结合的研究中尚未得到充分开展。已有研究在评价学生就业

能力时，大多采用传统的评价方法，这些方法往往难以全面、准确地衡量学生的就业能力，因为环境工程技术专业学生的就业能力受到多种因素的综合影响，且各因素之间的关系复杂。可以利用模糊数学模型的特点，通过模糊变换将多个评价因素对被评价对象的影响进行综合考虑，从而得出较为客观、准确的评价结果。

三、基于模糊数学模型的构建

为了确保构建的评价指标体系能够准确、全面地反映环境工程技术专业学生的就业能力，且便于数据的收集与处理，在构建过程中需要遵循全面性、科学性、可操作性、动态性的原则。

（一）评价指标体系构建

本文基于对环境工程技术专业的特点和就业市场的需求，通过对企业、教师和学生进行调查研究，初步确立专业知识、实践技能、职业素养三个维度进行模型的建立。

专业知识方面，选取课程成绩、专业竞赛获奖情况等作为评价指标。课程成绩能够反映学生对环境工程技术专业基础理论知识的掌握程度，如水处理工程技术、特种废水处理技术、环境监测、固体废物处置与资源化技术等课程的成绩。专业知识竞赛获奖情况则体现了学生在专业知识领域的深入理解和应用能力，例如参加行业及职业学校技能大赛、互联网+等。

实践技能主要以产教融合实践能力的提升以及职业资格证书获取情况为重要的评价指标。产教融合实践包括学生环保企业、污水处理厂、环境检测等企业进行实践并获得相关职业能力的方面。职业资格证书获取情况，如污水处理工证书、环境监测员证书、环评工程师等，表明学生具备从事相关工作的专业技能和能力。

职业素养方面，选取职业道德、团队协作能力、创新能力等指标。团队协作能力可通过学生在小组课程项目、实验项目以及实习中的团队合作表现来评价，观察其是否能够与团队成员有效沟通、协作完成任务。创新能力考察学生在实习实训过程中能否举一反三创新成果，或者在遇到一些实际问题中能否创新性的提出解决问题的办法。职业道德则关注学生在学习和实践过程中是否遵守行业规范、具有责任心和敬业精神。

（二）确定权重

1 专家基本情况

根据调研的实际情况，本文从两个维度选取专家，一类是参与环境工程技术专业教学的高职院校教师和本科院校教师，另外一类是企业中参与人事管理和项目管理的经理和专业技术人员，共计15人，专家基本情况如表1所示。

表1 专家资料 (n=15)

分类		人数	比例 (%)
学历	专科	1	6.67
	本科	4	26.67
	硕士	8	53.33
	博士	2	13.33

分类		人数	比例 (%)
职称	中级（讲师）	7	46.67
	副高级（副教授）	6	40.00
	正高（教授）	2	13.33
专业工作年限	≤ 10年	11	73.33
	10-20年	3	20.00
	≥ 20年	1	6.67

2. 权重的确定

本研究采用层次分析法（AHP）来确定权重向量，具体实施步骤为：

首先，邀请环境工程技术高校教育专家和企业人力资源管理人员组成专家组，对评价指标体系中的各指标进行两两比较，确定它们的相对重要性程度，并构建判断矩阵。然后，运用数学方法计算判断矩阵的最大特征值及其对应的特征向量，对特征向量进行归一化处理后，即可得到各评价指标的权重向量。具体权重结果如表2所示。

通过这种方式确定的权重向量，能够综合多方面专业意见，更加科学、合理地反映各指标在学生就业能力评价中的重要性差异，从而为后续的模糊综合评价提供准确的权重依据，确保评价结果能够客观、准确地反映学生的就业能力水平。

表2 指标及权重系数

目标层	一级指标 (权重)	二级指标 (相对一级指标权重)
就业能力 (R)	专业知识 A (0.2326)	理论课程 A1 (0.3400)
		实训课程 A2 (0.4000)
		技能竞赛 A3 (0.2600)
	实践技能 B (0.4185)	校企合作项目实践 B1 (0.3267)
		实践工作参与 B2 (0.3629)
		技能等级证书 B3 (0.3104)
	职业素养 C (0.1907)	职业道德 C1 (0.4385)
		团队协作 C2 (0.3710)
		创新能力 C3 (0.1905)
	求职能力 D (0.1582)	职业规划 D1 (0.3842)
		信息收集 D2 (0.2057)
		笔试面试 D3 (0.1306)
		求职心态 D4 (0.2795)

（三）确定模糊判别矩阵

通过设计详细的调查问卷，分别面向2023级和2019级环境工程技术专业的学生进行发放，主要收集他们对学生成绩在各个评价指标上表现的评价信息。问卷内容涵盖学生的专业知识技能掌握程度、实践操作能力水平、职业素养高低和求职能力四个方面的具体表现，并设置5个不同的评价等级选项（非常强、较强、中等、较弱、非常弱）。对回收的问卷进行整理和统计，计算出在每个评价指标上，学生被评价为各个等级的人数占总评价人数的比例，这些比例值就构成了模糊关系矩阵^[2]。

本次调查选取的23级学生，发放调查问卷调查学生45人，回收有效问卷43人，对调查表中的每一项针对该年级学生整体情况进行填写评分，最终得到模糊的综合评价结果。利用此评价对这一级学生的就业能力进行模糊综合评价。对2023级毕业生进行调查，评价得分如表3所示。

表3 2023级毕业生调查评价得分表

目标层	评价标准	评语				
		非常强	较强	中等	较弱	非常弱
专业知识	理论课程	18	14	9	2	0
	实训课程	21	10	7	4	1
	技能竞赛	30	7	4	2	0
实践技能	校企合作项目实践	23	18	1	1	0
	实践工作参与	10	15	16	2	0
	技能等级证书	20	13	5	3	2
职业素养	职业道德	35	3	4	0	1
	团队协作	14	16	11	1	1
	创新能力	12	19	9	2	1
求职能力	职业规划	15	14	10	4	0
	信息收集	29	10	3	0	1
	笔试面试	15	10	8	9	1
	求职心态	20	13	6	3	1

那么“专业知识”部分的模糊矩阵为：

$$R_A = \begin{bmatrix} \frac{18}{43} & \frac{14}{43} & \frac{9}{43} & \frac{2}{43} & \frac{0}{43} \\ \frac{21}{43} & \frac{10}{43} & \frac{7}{43} & \frac{4}{43} & \frac{1}{43} \\ \frac{30}{43} & \frac{7}{43} & \frac{4}{43} & \frac{2}{43} & \frac{0}{43} \end{bmatrix}$$

专业知识的指标权重为： $W_A = [0.3400 \ 0.4000 \ 0.2600]$ 。根据矩阵建立方法，我们可以得到实践技能的模糊矩阵 R_B ，指标权重为 W_B ；职业素养的模糊矩阵为 R_C ，指标权重为 W_C ；求职能力的模糊矩阵为 R_D ，指标权重为 W_D 。

(四) 结果计算

(1) 2023级学生就业能力计算

通过计算，2023级同学的“专业知识”评价结果为 $E_A = W_A R_A =$

$$[0.3400 \ 0.4000 \ 0.2600] \begin{bmatrix} \frac{18}{43} & \frac{14}{43} & \frac{9}{43} & \frac{2}{43} & \frac{0}{43} \\ \frac{21}{43} & \frac{10}{43} & \frac{7}{43} & \frac{4}{43} & \frac{1}{43} \\ \frac{30}{43} & \frac{7}{43} & \frac{4}{43} & \frac{2}{43} & \frac{0}{43} \end{bmatrix} = [0.5191 \ 0.2460 \ 0.1605 \ 0.0651 \ 0.0093]$$

按照上述计算方法，计算出其他因素的综合结果。2023级同学的“实践技能”评价结果为：

$$E_B = W_B R_B = [0.4035 \ 0.3572 \ 0.1787 \ 0.0461 \ 0.0144]$$

2023级同学同学的“职业素养”评价结果为：

$$E_C = W_C R_C = [0.5309 \ 0.2528 \ 0.1756 \ 0.0175 \ 0.0233]$$

2023级同学同学的“求职能力”评价结果为：

$$E_D = W_D R_D = [0.4483 \ 0.2878 \ 0.1670 \ 0.0826 \ 0.0143]$$

由以上评价结果可以得到该级同学的模糊判别矩阵为：

$$R = \begin{bmatrix} E_A \\ E_B \\ E_C \\ E_D \end{bmatrix}$$

计算出2023级同学最后的模糊评价结果为：

$$E = WR =$$

$$[0.2326 \ 0.4185 \ 0.1907 \ 0.1582]$$

$$\begin{bmatrix} 0.5191 & 0.2460 & 0.1605 & 0.0651 & 0.0093 \\ 0.4035 & 0.3572 & 0.1787 & 0.0461 & 0.0144 \\ 0.5309 & 0.2528 & 0.1756 & 0.0175 & 0.0233 \\ 0.4483 & 0.2878 & 0.1670 & 0.0826 & 0.0143 \end{bmatrix}$$

$$= [0.4618 \ 0.3004 \ 0.1720 \ 0.0508 \ 0.0149]$$

采用五级评分法，即从“非常强”到“非常弱”分为五个等级，并分别赋予5分至1分的数值，则模糊综合评价得分为：

$$F = 0.4618 \times 5 + 0.3004 \times 4 + 0.1702 \times 3 + 0.0508 \times 2 + 0.0149 \times 1 = 4.1433$$

经过百分制换算后得分为82.87分，就业能力非常强。

(2) 2020级至2022级学生就业能力计算

同样根据上述评分及计算过程，得到2020级学生的就业综合能力百分数为50.27,2021级为77.81,2022级为79.56。根据数据可知，2021年中开始，随着校内校企合作的深入，校企合作项目的开展，学生的综合就业能力有了长足的增长。值得注意的是，2021级的数据相较于2020级增长率达到了54.8%，增长率较高。

四、结论

根据环境工程技术专业学生特点和就业实际，本文建立了相关的就业模型并对其进行量化分析，从数据上来看，2021级至2023级学生的就业能力在持续增长，说明校内产教融合项目对于学生就业能力的提升起到非常重要的提升作用。

同时，模型的建立，对于学生、校方、企业均有比较大的帮助。对于学生自己来说可以对自己的就业能力进行评估，在校期间可以查漏补缺，提升自己综合实力。对于学校就业指导部门来说可以利用数据，对学生在培养过程中进行专项的提升和培训，同时可以在时间的维度上进行数据的对比，发现学生就业能力方面的变化，适时改变产教融合的方式和合作内容，不断提升学生就业方面的能力。对于就业单位来说招聘过程可以更加科学和更加客观化。

参考文献

- [1]2023年全国教育事业发展统计公报 [J].中国地质教育,2024,33(04):128-131.
[2]陈雷.体育教学专业硕士研究生就业能力指标体系构建与个案研究 [D].安徽师范大学,2024.