

基于直觉模糊 DEMATEL 的产教融合影响因素分析

李清水

(三明学院经济与管理学院, 福建 三明 365004)

摘要: 推进产教融合是深化高校教学改革的重要举措, 对于提升学生专业技能, 减少学用落差意义重大。通过分析产教融合运行机理, 建立影响因素的三级指标体系, 利用直觉模糊 DEMATEL 法确定关键影响因素, 并结合个案实际, 进一步提出改进产教融合效果的建议。

关键词: 直觉模糊偏好; DEMATEL; 产教融合

2017年, 国务院办公厅印发了《关于深化产教融合的若干意见》, 聚焦高校在人才培养模式上的创新, 强调了“推行面向企业真实生产环境的任务式培养模式”等要求。但高校与业界在实际融合中, 囿于各种原因, 双方在权责两方面还没有找到很好的平衡, 互益共赢的局面还未达成, 影响到产教融合的实际效果。

目前, 学者对高校产教融合研究主要有以下几个角度: 一是从宏观层面分析产教融合的现实意义和战略抉择。如袁靖宇通过分析产业与高教的关系演变, 提出了推进产教融合的战略重点; 翁伟斌基于产教融合背景提出建设企业大学的设想和思路。二是通过剖析高校与企业角色定位, 希望从中找出双方融合的均衡点。如庄西真分析了产业系统和教育系统五矛盾后提出了产权保护等五个突破关键点; 刘志敏, 张阔肆认为应该以重建价值链为基础建立产教创新共同体。三是探讨产教融合的策略与模式, 如曹照洁研究提出建立政校企“三位一体”协同育人体系; 戴彬, 张孟迪结合某高校经验提出了创建“三螺旋”跨地域产教融合的新模式; 王云儿则建议以产业学院为载体, 创建共建共享型等“双院制”合作模式。

综合学者的研究成果可以发现, 虽然学者们都充分强调产教融合的重要性, 并提出了许多建设性的建议, 但是很少涉及到产教融合的效果评价研究; 研究以定性为主, 量化研究较少。本文基于前人的研究基础上, 通过对高校产教融合效果建立影响因素评价体系, 再运用直觉模糊 DEMATEL 法探讨各影响因素的因果关系, 找出影响产教融合效果的关键因素, 并通过个案分析, 验证结论的可信度。

一、产教融合的运行机理

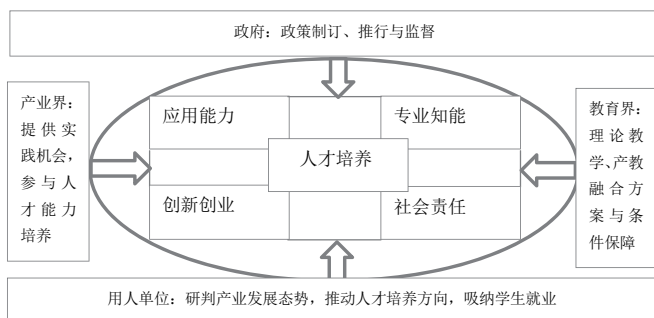


图1 产教融合运行机理

高校的主要功能是人才培养, 是人才的“生产者”, 而产业界作为人才的主要接纳者, 是人才的“消费者”, 产教融合的主要功能就是改变“消费者”的被动接受状态, 而参与到人才的个

性化定制中来, 缩小人才的学用落差。同时, 产教融合也可以更好实现科研成果的对接转化, 产生良好的经济效益和社会效益。产教融合的参与主体是高校和产业界, 但又不仅限于此, 政府和研究机构也是重要的当事方。政府负责制定政策和出台鼓励措施, 搭建产教合作平台, 并监督融合的规范运行; 用人单位吸纳高校优秀人才, 研判科技、产业和市场发展态势, 提供研究设施, 辅助大学人才培养。政产学研构成“四位一体”的人才成长生态系统, 相互促进, 不断完善优化人才培养的效率和效果。(见图1)

二、产教融合效果的影响因素分析

提高高校产教融合的效果, 教育界和产业界需要直面彼此利益关切, 切实做好矛盾化解, 充分解决好双方在产权保护、效率公平、风险分担、成本利益等诸方面冲突, 打造高校与企业的互益组织, 着眼于人才培养的共同目标上来。本文结合前人研究成果, 建立了基于评价产教融合效果的指标体系。(见表1)

表1 产教融合效果的影响因素

一级目标	二级指标	三级指标
输入指标	制度保障	政府产教融合的政策、措施 a_1
		学校产教融合的制度、文件 a_2
	组织保障	高校与企业沟通与协调机制 a_3
		师资队伍(含业界导师) a_4
	条件保障	人均实践实训经费投入占教学投入比 a_5
		实践实训基地数量、质量 a_6
过程指标	产教融合方案	高校产教融合实施方案 a_7
	产教融合实施	产业界配套支持方案 a_8
		工作的实质性推进 a_9
		过程质量管理和时间管理 a_{10}
输出指标	学校层面效果	学生掌握应用技能 a_{11}
		学生提升综合应用能力 a_{12}
	业界层面效果	实习(用人)单位肯定评价 a_{13}
		提供跟岗、顶岗机会 a_{14}
		选拔录用优秀人才 a_{15}
		获得智力支持和政策支持 a_{16}

(一) 输入指标及其内涵

高校产教融合的效果评价输入指标包含三个二级指标, 即制度保障、组织保障和条件保障。首先, 政府科学的、持续的政策措施可起到明显的导向作用, 可引领资源的有效配置; 高校制定相应的产教融合制度和文件也是重要的上层建筑。高校和合作企业能否建立起通畅的沟通和协调机制, 也是影响其效果的重要因素, 同时, 建立一支稳定的实践教学队伍(含业界导师队伍)、足够的经费投入和建设实习实训基地等, 对推动产教融合深入开展也是重要保障。

(二) 过程指标及其内涵

过程指标包含产教融合的方案设计与具体实施过程，高校和业界能否建立起互利共赢的产教融合方案，并持续坚定地推进工作的实质性开展，做好过程的质量管理和时间管理，是影响产教融合效果的重要因素。

(三) 输出指标及其内涵

输出指标主要从两方面来观察，一方面是评价学校层面的效果，，主要包含学生掌握专业应用技能及提升综合应用能力，以及获得用人单位的肯定评价；另一方面是评价业界层面效果，包括通过产教融合创造更多的跟岗、顶岗能力，选拔录用优秀人才及获得高校智力支持和国家相应的政策配套支持等。

三、基于直觉模糊 DEMATEL 的影响因素分析模型

传统的 DEMATEL 法的研究，采用的专家判断都是给出具体的实数，影响值从高到无以 4、3、2、1、0 五级打分，如孙俐丽、赵柳榕基于 DEMATEL 的电子商务数据质量，李辉山、蒋倩倩基于 DEMATEL-ISM 法分析建筑工人不安全行为等，这些研究反映出专家判断时的不确定性。而如果采用直觉模糊 DEMATEL 法就可有效地体现判断时的犹豫度。具体步骤如下：

步骤 1 确定影响因素集合 $A=\{a_i | i=1, 2, \dots, n\}$ ，本研究 $n=16$ 。

步骤 2 绘制关联关系有向图。假设 a_j 影响 a_i ，则标记从 a_j 指向 a_i 的单向箭头，同理完成所有因素间的关系判断。

步骤 3 建立专家直觉模糊偏好决策矩阵。专家用直觉模糊数表达对两因素的偏好程度，并将其判断结果表示为 $r^{(k)}_{ij} = (\mu^{(k)}_{ij}, \nu^{(k)}_{ij}, \pi^{(k)}_{ij})$ 。其中， $\mu^{(k)}_{ij}$ 表示 K 专家在比较 a_i 和 a_j 后对因素 a_i 的偏爱程度， $\nu^{(k)}_{ij}$ 则表示专家偏爱 a_j 的程度， $\pi^{(k)}_{ij}$ 则表示专家的犹豫度或不确定程度。 $\mu^{(k)}_{ij}, \nu^{(k)}_{ij}, \pi^{(k)}_{ij}$ ，满足 $\mu_{ij}, \nu_{ij} \in [0, 1]$ ， $\mu_{ij} + \nu_{ij} < 1$ ， $\mu_{ij} = \nu_{ij}$ ， $\mu_{ij} = \nu_{ij} = 0.5$ ， $\mu_{ij} + \nu_{ij} + \pi_{ij} = 1$ 。此矩阵可展开为：

$$R^{(k)} = \begin{bmatrix} \mu_{11}^{(k)}, \nu_{11}^{(k)}, \pi_{11}^{(k)} & \dots & \mu_{1n}^{(k)}, \nu_{1n}^{(k)}, \pi_{1n}^{(k)} \\ \mu_{21}^{(k)}, \nu_{21}^{(k)}, \pi_{21}^{(k)} & \dots & \mu_{2n}^{(k)}, \nu_{2n}^{(k)}, \pi_{2n}^{(k)} \\ \vdots & & \vdots \\ \mu_{n1}^{(k)}, \nu_{n1}^{(k)}, \pi_{n1}^{(k)} & \dots & \mu_{nn}^{(k)}, \nu_{nn}^{(k)}, \pi_{nn}^{(k)} \end{bmatrix} \quad (1)$$

步骤 4 集成直觉模糊偏好决策矩阵。赋予不同专家相应权重 λ ，假设有 m 位专家，权重集合为 $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$ 集成后矩阵为：

$$R = \sum_{k=1}^m \lambda_k R^k = (r_{ij})_{18 \times 18} \quad \text{即：}$$

$$v_{ij} = \sum_{k=1}^m \lambda_k \nu_{ij}^{(k)}, \pi_{ij} = \sum_{k=1}^m \lambda_k \pi_{ij}^{(k)}, i, j = 1, 2, \dots, 16. \quad (2)$$

步骤 5 直觉模糊偏好决策矩阵规范化。引入风险偏好系数 β ，将直觉模糊矩阵转化为实数矩阵。 β 越大表示专家决策越偏好于风险， $\beta = 0.5$ 时为中性。规范化后的实数矩阵为

$$\bar{R} = (\bar{r}_{ij})_{16 \times 16} \quad (3)$$

$$\bar{r}_{ij} = \mu_{ij} - v_{ij} + (2\beta - 1)\pi_{ij}, \beta \in [0, 1] \quad (4)$$

步骤 6 计算综合影响矩阵 T 。 $T = B(I - B)^{-1}$ ，其中， I 为单位矩阵， B 为规范化直接影响矩阵， $B = [b_{ij}]_{16 \times 16}$ ， $b_{ij} = r_{ij} / \max \sum \{r_{ij} | 1 \leq i \leq 16\}$ 。

步骤 7 计算中心度与原因度。矩阵 T 中各元素按行相加得到相应元素的影响度 $f_i = \sum_{j=1}^{18} t_{ij}$ ，按列相加得到被影响度 $e_i = \sum_{j=1}^{18} t_{ji}$ ，

$r_i = f_i + e_i$ 为中心度， $s_i = f_i - e_i$ 为原因度。

步骤 8 确定关键影响因素。对中心度 r_i 进行排序，找出关键影响因素，并根据原因度 s_i 对加强关键因素管理提出建议。

四、个案分析

为进一步探讨 DEMATEL 法的应用，本文结合 S 大学实际加以分析。邀请 4 位专家（包括教学主管、系主任、实验室主任、业界专家）对产教融合效果的影响因素进行关联性判断，并建构直觉模糊偏好决策矩阵。在此基础上，按照 Step4，根据各决策专家研讨确定决策专家的相应决策权重 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_4$ ，分别为 0.27、0.24、0.23、0.26，由此形成集成直觉模糊矩阵；经讨论沟通，将专家风险偏好 β 赋值为 0.5，即风险好为中性，按照 DEMATEL 法的计算步骤，逐步计算各影响因素的中心度和原因度（见表 2），最后根据表 2 绘制出产教融合效果的影响因素分析图（见图 2）

表 2 高校产教融合效果影响因素及指标排序信息

影响因素	影响度	被影响度	中心度	原因度	排序
a1	2.369356571	1.8677782244	4.237134795	0.501578347	6th
a2	-7.235785411	-3.225879632	-10.461665014	-4.009905779	16th
a3	2.125644152	0.862491155	2.988135307	1.263152997	8th
a4	-6.256451211	-3.125555878	-9.382007089	-3.130895333	15th
a5	-1.334588821	-0.003542562	-1.338131383	-1.331046259	9th
a6	7.252228553	2.902118004	10.154346561	4.350110549	1st
a7	5.235694204	2.952554508	8.188248712	2.283139696	3rd
a8	6.323458865	2.001744389	8.325203254	4.321714476	2nd
a9	-1.356698981	-0.225658456	-1.582357437	-1.131040525	10th
a10	-6.012144471	-2.224545871	-8.236690342	-3.787598622	14th
a11	2.066835784	1.003895468	3.070731252	1.062940316	7th
a12	-4.655534726	-2.314447522	-6.969982248	-2.341087204	12th
a13	-3.526481789	-2.145784551	-5.672266324	-1.380697238	11th

a14	4.250843489	3.359710115	7.610553604	0.891133374	5th
a15	6.014297687	2.132502695	8.146800382	3.881794992	4th
a16	-4.855847855	-2.447852147	-7.303700002	-2.407995708	13th

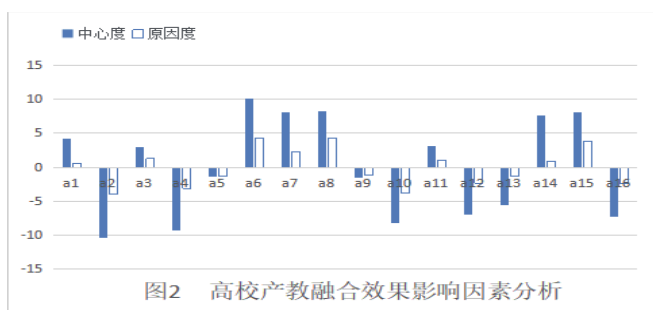


图2 高校产教融合效果影响因素分析

由图2分析可知,影响产教融合效果的原因因素(原因度大于零)的重要程度由大到小依次为:实践实训基地数量、质量 a_6 、产业界配套支持方案 a_8 、选拔录用优秀人才 a_{15} 、高校产教融合实施方案 a_7 、高校与企业沟通与协调机制 a_3 、学生掌握应用技能 a_{11} 、提供跟岗、顶岗机会 a_{14} 、政府产教融合的政策、措施 a_1 。结果因素(原因度小于零)的重要程度由大而小的顺序为:工作的实质性推进 a_9 、人均实践实训经费投入占教学投入比 a_5 、实习(用人单位)肯定评价 a_{13} 、学生提升综合应用能力 a_{12} 、获得智力支持和政策支持 a_{16} 、师资队伍(含业界导师) a_4 、过程质量管理 and 时间管理 a_{10} 、学校产教融合的制度、文件 a_2 。

(一)原因因素分析

从原因因素来看,实践实训基地数量、质量 a_6 排序第一,即专家判断后认为,实践实训基地数量是影响产教融合其他因素的关键,它是产教融合实施的落脚点;而产业界配套支持方案 a_8 也是影响其他因素的重要因素,选拔录用优秀人才 a_{15} 往往是产业界开展产教融合最主要的目标,排序第三,其他的因素可进行类似分析。

(二)结果因素分析

由图2可知,结果因素中工作的实质性推进 a_9 被影响程度最高,其次是人均实践实训经费投入占教学投入比 a_5 。产教融合目前还是存在文件多实施少的现象,实质推进中囿于种种现实困难,进展缓慢;而高校落实在产教融合的经费投入也存在明显不足。而实习(用人单位)肯定评价 a_{13} 、学生提升综合应用能力 a_{12} 影响因素等也都是被影响比较大的因素,这些都会辐射到最后的产教融合的效果上来。

(三)各因素中心度分析

从各因素的中心度排序来看, a_6 、 a_8 、 a_7 排在前三位(见表2),即影响产教融合效果的关键因素为:

1. 实践实训基地数量。产教融合目前最基础的工作是双方共建实践实训基地,它是人才培养的平台。产教双方依托基地开展教学、实训和研究,实践实训基地建设质量直接影响产教融合的效果。

2. 产业界配套支持方案。专家认为,产业界能否真正在产教融合中角色融入,从人才的“消费者”转变思路,深度参与人才的定制培养,直接决定了产业界如何提供资源配置支持。

3. 高校产教融合实施方案。匹配于产业界配套支持的,是高校产教融合实施方案。高校必须准确定位产教融合中自己的义务,

提供可控制的、可操作的、可评估的实施方案,并一以贯之加以落实。

五、结语

产教融合对于落实国家教育现代化的方略极为重要,它是高校尤其是应用型大学实现办学转型,提高人才培养质量的关键举措。本文分析和建立了影响产教融合效果的因素指标体系,并基于直觉模糊 DEMATEL 法探讨了影响因素间的关联性,分析辨识了原因因素和结果因素,并通过各因素中心度识别出实践实训基地数量、产业界配套支持方案、高校产教融合实施方案等关键影响因素。研究发现,提升产教融合效果还是要落实到双方提供切实可行的合作方案,并推进实践实训平台的建设。

本文的创新点主要有:(1)研究方法创新。从定性分析出发,运用定量的方法进行分析归纳;(2)研究内容创新。针对产教融合影响因素建立了分析指标体系,并结合个案的应用,得到较可靠的研究结论,对其他高校相关专业实践教学建设也有一定的借鉴作用。

参考文献:

- [1] 袁靖宇. 高等教育: 产教融合的历史观照与战略抉择 [J]. 中国高教研究, 2018(4): 55-57.
 - [2] 翁伟斌. 产教深度融合背景下企业大学建设: 诉求·要素·策略 [J]. 吉首大学学报(社会科学版) 2019(4): 87-94
 - [3] 庄西真. 产教融合的内在矛盾与解决策略 [J]. 中国高教研究, 2018(9):
 - [4] 刘志敏, 张阔肆. 构筑创新共同体深化产教融合的核心机制 [J]. 中国高等教育, 2019(10): 16-18
 - [5] 曹照洁. 政校企“三位一体”协同育人模式现状与建构研究 [J]. 四川理工学院学报(社会科学版), 2019(2): 73-83.
 - [6] 戴彬, 张孟迪. 创建“三螺旋”跨地域产教融合模式的探索与实践 [J]. 中国高教科技, 2019(8): 76-78.
 - [7] 王云儿. 产教融合背景下的“双院制”模式 [J]. 高教发展与评估, 2019(3): 82-87
 - [8] 刘建平, 胡心媚, 谢晖. 基于直觉模糊 DEMATEL 的研究型大学创新创业人才培养关键因素分析 [J]. 重庆理工大学学报(社会科学), 2019(4): 80-88.
 - [9] 谢晖, 段万春, 孙永河. 基于直觉模糊偏好信息的群组 DEMATEL 决策方法 [J]. 计算机工程与应用, 2014, 50(11) 33-38.
 - [10] 孙俐丽、赵柳榕. 基于 DEMATEL 的电子商务数据质量影响因素研究 [J]. 现代情报, 2019(7): 115-121.
 - [11] 李辉山, 蒋倩倩. 基于 DEMATEL-ISM 的建筑工人不安全行为影响因素研究 [J]. 工程管理学报, 2019(4): 143-147.
- 基金项目: 福建省教育科学“十三五”规划 2020 年度立项课题《数据智能背景下财经类专业人才培养模式改革》(FJKCG20-279; 三明学院高教研究课题《财务管理一流专业人才培养模式研究》(SHE2007)
- 作者简介: 李清水(1969-), 男, 福建仙游人, 硕士, 副教授, 研究方向为财务管理、决策分析。