

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.02.005

欢迎按以下格式引用:张静晓,蒲思,李慧,等.高校本科工程管理专业分流发展方向研究——基于社会网络分析[J].高等建筑教育,2020,29(2):29-40.

高校本科工程管理专业分流 发展方向研究 ——基于社会网络分析

张静晓^a,蒲思^a,李慧^b,汪海年^c

(长安大学 a. 经济与管理学院;b. 建筑工程学院;c. 公路学院,陕西 西安 710064)

摘要:在“大类招生、专业分流”的本科培养模式改革背景下,针对工程管理专业分流问题缺乏实际层面的经验数据分析。为准确定位工程管理专业分流发展方向,以全国本科开设工程管理专业的高校为例,使用统计学方法总结工程管理专业所在学院,再利用社会网络分析理论及 Ucinet6.0 软件从中心度分析、多维尺度分析和聚类分析三方面对已有专业分流进行定量研究和可视化展示。结果表明:中心度分析初步发现多数院校将工程管理专业与土木工程专业开设于同一学院,多维尺度分析进一步表明一半以上的高校将工程管理专业开设于工程学科背景下,GN 算法聚类分析明确超过 60% 的高校将工程管理专业分流到工程技术类学院,35% 的高校分流到经济管理类学院。研究结果全面清晰地展示了目前工程管理专业分流情况,为高校本科工程管理专业分流与专业设置提供了依据,也为其他综合性专业分流的定量分析提供了参考。

关键词:工程管理专业;专业分流;发展方向;社会网络分析;Ucinet

中图分类号:G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2020)02-0029-12

北京大学在 20 世纪 80 年代后期提出了“加强基础,淡化专业,因材施教,分流培养”的 16 字教学改革方针,并于 2001 年正式开始实施“元培计划”^[1-2]。随后,一大批本科院校先后实施了按学科大类招生与培养制度^[3]。以厚基础、宽口径、强能力、高素质为目标的“大类招生,分流培养”已经成为我国高等教育教学改革的一种趋势^[4-5]。

修回日期:2018-12-19

基金项目:教育部新工科研究与实践项目“‘一带一路’沿线国家公路交通国际化人才培养模式创新与实践”(No. 1-10-7-长安大学);陕西省高等教育教学改革研究项目重点项目(19BZ016);陕西省土木工程“一流专业”建设项目(300103282803)

作者简介:张静晓(1981—),男,长安大学经济与管理学院教授,博士,主要从事建筑经济与管理、工程项目管理研究,(E-mail) zhangjingxiao964@126.com。

在学科大类招生与专业分流的背景下,作为一个涉及多个领域的综合性学科,工程管理专业面临严重的专业分流问题,即各高校对工程管理专业分流定位不统一。国际上,英美等国将工程管理专业归口土木工程类,并实行行业协会认证制度,使行业需求与高校人才培养模式对接^[6]。而我国工程管理专业起步较晚,于20世纪80年代初期才设立工程管理专业,直至1998年工程管理专业才被写入本科专业目录中,设于管理学门类管理科学与工程一级学科下^[7],目前高等教育与职业资格一体化的人才培养机制还未建立。将工程管理专业分流于经管大类还是工科大类,各高校尚未形成一致意见,这对工程管理专业的未来发展造成了困扰。

目前,关于本科工程管理专业分流的研究不多,且现有研究只进行了定性描述^[8-12],仅讨论了工程管理专业的学科建设或专业定位,缺乏针对实际层面的经验数据支撑,不能有效厘清工程管理专业分流发展方向,因此,有必要对工程管理专业分流进行定量分析,总结工程管理专业分流发展方向。针对此,采用统计学和社会网络分析方法,从中心度分析、多维尺度分析和聚类分析三个方面,对工程管理专业分流问题进行定量研究,并用可视化软件进行展示,以期能更加全面清晰地了解目前工程管理专业分流情况,为高校本科工程管理专业分流与专业设置提供依据,也为其他综合性专业分流的定量分析提供参考。

一、文献分析

(一) 工程管理专业分流

许多发达国家工程管理或相关高等教育形成了高等教育与职业资格一体化的人才培养机制,高校专业课程实行业务协会认可制度,并且专业分流机制也已成熟。英国皇家特许建造师学会(CIOB)和皇家特许测量师学会(RICS)对高校工程管理专业课程进行评估和认可,保证课程能使學生具备应有的知识结构和能力^[13]。美国工程管理学会(ASEM)负责工程管理知识体系(EMBOK)的编写、修订等工作,并设有包括助理工程经理(AEM)和专业工程经理(PEM)两种基于EMBOK的认证考试,帮助工程管理专业的学生认识该学科实践所需的技能和能力^[14]。同时,美国工程管理相关专业按其侧重点不同分别接受美国建筑教育协会(ACCE)和工程及技术评估委员会(ABET)的评估认证^[15]。而我国高等教育与职业资格一体化的人才培养机制还未建立,工程管理的专业分流问题在我国工程管理教育领域掀起了讨论热潮。针对工程管理本科课程体系缺乏相应能力标准的问题,严玲等^[16]提出了解决能力标准与能力培养模式衔接问题的能力模型。为了实现工程管理专业学校教育及执业能力的对接,曾德珩等^[17]提出了以相关执业资格要求的执业标准为依据的工程管理专业课程体系改革方案。由于工程管理专业具有综合性,乐云等^[8]认为工程管理的一级学科管理科学与工程无法兼顾工程管理的技术与管理的紧密结合的特点,建议成立独立的工程管理一级学科。关于各高校工程管理专业侧重点不同的问题,尹志军等^[9]发现国内五所重点工科大学的工程管理专业形成了工程项目管理和工程技术两类专业特色,强调我国工程管理专业课程设置偏向依赖各院校办学背景和教学资源。此外,财经类院校也就自身缺乏工程技术的学科背景等问题提出了相关建议^[10-12]。

(二) 社会网络分析方法

社会网络分析是一种新的社会科学研究范式,通过研究节点及其关系联合在一起的集合,回答有关社会互动的问题,分析网络模型的结构特点,已被广泛应用于高校学科和专业研究。张维冲等^[18]利用社会网络分析方法研究了当前高校类型划分。陈赛君等^[19]运用社会网络分析方法研究

了近年我国管理科学与工程学科研究领域的交叉特征。钟柏昌^[20]发现社会网络分析方法在教育二级学科中也是一种有益的研究方法。王凤肆等^[21]通过社会网络分析方法研究了系统工程专业本科课程体系。刘成竹等^[22]运用社会网络分析方法评估我国重点学科建设成效。朱凌等^[23]运用社会网络分析法对高校的学科方向进行预测。此外,还有许多学者使用社会网络分析方法定量分析教育教学问题^[24-26]。汪曼^[27]指出高等教育学科和教育理论与教育管理学科是排名靠前的国内社会网络分析研究主题。由此可见,社会网络分析能很好地解决高校学科与专业方面的问题,是一种常用的定量分析方法。

(三) 文献述评

在工程管理专业教育教学与人才培养研究中,学者们聚焦于如何将工程技术与经济管理知识有机结合,主要针对工程管理学科属性与专业分流进行定性研究,以提出课程设置与优化建议。而本科开设工程管理专业的高校类型不尽相同,各院校办学背景不同,教学偏重的方向也有差异,但却难以确定偏工程和偏管理的学校数量,对现有工程管理专业分流情况缺少数据支撑。因此,运用近年来备受重视的社会网络分析方法,定量研究工程管理专业分流问题,探讨工程管理专业分流的发展方向,一方面能获得工程管理专业分流问题的定量研究结果,另一方面能全面直观地将结果可视化,更好地为工程管理学科发展提供参考。

二、研究方法

由于大类招生通常是同一学院的专业合并,之后再行专业分流,因此通过研究工程管理专业所在学院来量化其专业分流数据,根据其所在学院开设专业来定位学院大类,避免了仅根据所在学院名称来定位该学院大类产生的主观判断失误。文中采用统计学和社会网络分析方法,通过对高校本科工程管理专业所在学院及其开设专业进行定量研究及可视化展示,主要分为两步:第一步,使用统计学方法,收集本科开设工程管理专业高校信息,并对其进行数据清洗,最终获得有效的数据;第二步,使用社会网络分析方法,先进行中心度分析,再参考张维冲等^[18]提出的研究方法,进行多维尺度分析和聚类分析,对工程管理专业分流现状进行实际层面的定量分析。

中心度是对网络结构特点进行刻画的度量指标,通过中心性分析,可以得到各个节点在网络中处于什么样的位置,并从中确定哪些节点是网络中的核心^[28-29]。不同的中心度有不同的含义及适用范围^[30],文中采用度数中心度来刻画各专业的中心性。度数中心度是反映网络中一个节点与其他节点之间的直接联系程度的指标,节点的度数中心度越高,说明节点所处地位越为重要^[31-32]。文中具体采用绝对度数中心度来衡量各专业所处地位,其计算公式为:

$$C_{AD}(i) = \sum x_{ij} = \sum x_{ji} \quad (1)$$

其中, i 与 j 直接相邻时, $x_{ij} = 1$;反之, i 与 j 不直接相邻时, $x_{ij} = 0$ 。

多维尺度分析是比较数据的相似性来确定其间关系的一种多元统计分析方法,利用空间和距离来表示关系数据,采用图示方法,得出各个节点在散点图中的分布,判断其类型偏向^[33-34]。选择Ucinet6.0支持的杰卡德系数来比较样本中各个行动者的相似性。杰卡德系数是两个集合交集与其并集的元素数目的比值,用于测量两个集合的相似性,它为0~1之间的小数^[35]。两个节点越相似,杰卡德系数越接近1,差异性越大越接近0。文中杰卡德系数的具体计算公式为:

$$J = \frac{x_{ij}}{x_i + x_j - x_{ij}} \quad (2)$$

其中, x_i 和 x_j 分别表示 i 学校和 j 学校工程管理所在学院开设专业的数量, x_{ij} 表示 i 学校和 j 学

校工程管理所在学院共同开设专业的数量。所构造的相似性矩阵还需进行二值化处理,如果杰卡德系数大于截断值,则重新编码为1,反之则编码为0。可以计算不同的截断值,以便检验所绘图与原数据拟合效果。衡量拟合度的指标是应力系数^[36],原始应力系数公式为:

$$S^* = \sum_{i < j} (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2 \quad (3)$$

标准化应力系数公式为:

$$\frac{S^*}{T^*} = \frac{\sum_{i < j} (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2}{\sum_{i < j} d_{ij}^2} \quad (4)$$

应力系数越小拟合越好,小于0.2时说明拟合效果比较理想。

聚类分析利用 Girvan 和 Newman 提出的 GN 算法,确定网络划分出的类型数量,发现各个类型的类别特征^[37]。GN 算法的实质是通过边介数测量边在子群连通中的重要程度和不属于任何子群的程度。其中,边介数是指通过该边的最短路径的条数。直观上,类型之间的边具有较高的边介数,而类型内部的边的边介数相对较小。通过不断移除这些边介数较高的边,整个网络结构就会显现出来。模块度是判断类型划分是否合理的指标^[38],也称模块化度量值,用 Q 表示,具体计算公式为:

$$Q = \sum_i (e_{ii}^2 - a_i^2) \quad (5)$$

其中, e_{ii} 表示*i*子群内部边条数, a_i 表示与*i*子群中任意节点相连边的条数。Q 值的大小主要取决于网络中节点的子群分配,即网络的子群划分情况,可以用来定量衡量网络的子群划分质量,其值在0.3以上时说明存在较强的网络结构,值越大时网络划分出的子群结构的强度越强,划分质量越好。

文中使用社会网络分析软件 Ucinet6.0 进行定量研究及可视化展示,用三种分析方法定量分析现存高校本科工程管理专业分流情况,保证了分析结果的可靠度和置信度,而可视化展示使得分析结果更加清晰和直观。

三、数据分析

(一) 数据来源

研究数据来自中国教育在线高考志愿填报系统权威发布的全国各高校招生专业信息,以及各高校官方网站发布的院系及专业设置信息。进入中国教育在线系统,在“根据专业找大学”一栏检索工程管理专业,“学历层次”一栏选择“普通本科”,再进入各院校的官方网站,查找该专业所在学院及该学院所开设专业。统计各高校名称、该专业所在院系名称及该院系的专业设置信息,将其录入 excel 表格,并对收集到的信息进行数据清洗,如规范专业名称、合并相同专业等。最终共收集到 287 条有效数据,其中有 140 个专业,所获取数据见表 1。数据收集时间为 2018 年 2 月 9 日。

(二) 基于中心度的工程管理所在学院开设专业分析

为了便于观察和分析,根据所收集数据制作学校-专业的 2-模矩阵,利用 Netdraw 绘制二部图,如图 1 所示。从图中可以直观地看出,在这 287 个学校工程管理所在学院开设的 140 个不同的专业中,大多数学校与工程管理专业共同开设的专业是土木工程专业和工程造价专业,其他专业相对来说数量较少,例如:与工程管理专业共同开设冶金工程专业的学校只有一个。

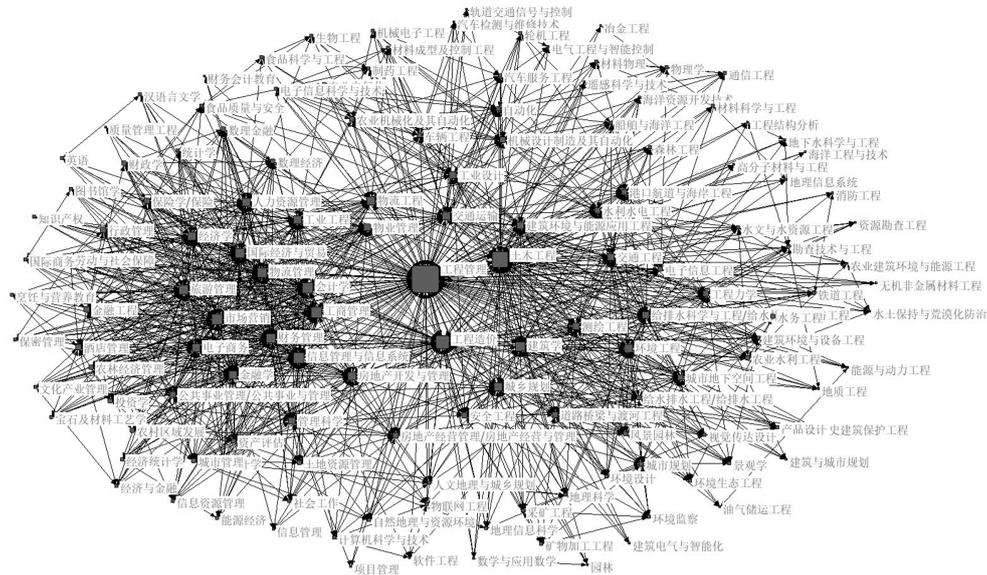


图2 工程管理专业所在学院开设专业度数中心度

表2 工程管理专业所在学院开设专业度数中心度(部分)

序号	专业	度数中心度	序号	专业	度数中心度
1	工程管理	1 352.000	9	建筑学	306.000
2	土木工程	627.000	10	国际经济与贸易	285.000
3	工商管理	441.000
4	信息管理与信息系统	404.000	136	遥感科学与技术	4.000
5	会计学	386.000	137	海洋工程与技术	3.000
6	市场营销	384.000	138	项目管理	3.000
7	工程造价	360.000	139	财务会计教育	3.000
8	财务管理	308.000	140	冶金工程	3.000

从表2和图2可以看出,土木工程专业度的绝对度数中心度为627,是除了工程管理专业外绝对度数中心度最大的专业,说明绝大部分学校在开设工程管理专业的同时会开设土木工程专业。此外,工商管理、信息管理与信息系统、会计学和市场营销等专业也是大多数学院会开设的专业。而海洋工程与技术、项目管理、财务会计教育和冶金工程等专业绝对度数中心度为3,几乎只有一个学校会在开设工程管理专业的学院同时开设这些专业。

通过中心度分析可以初步发现,目前工程管理专业分流较为统一,其他处于边缘地位的专业比较少。综合类和理工类院校一般将工程管理专业开设在工程类学院下,与土木工程、建筑学等专业在同一学院,财经类院校一般将工程管理专业设在管理类学院下,与工商管理、信息管理与信息系统等专业在同一学院,这样,各院校就能发挥自身办学优势,促进工程管理学科发展和人才培养。

(三) 基于多维尺度的工程管理所在学院类型分析

首先将学校-专业的2-模矩阵转换为学校-学校的1-模矩阵,再根据所在学院之间的共享专业数量制作学校-学校相似性矩阵,使用Ucinet6.0支持的杰卡德系数计算出的相似性矩阵如表3所示。

表3 工程管理专业所在学院相似性矩阵(部分)

学校名称	北京交通大学	北京航空航天大学	北京科技大学	北方工业大学	北京邮电大学	……
北京交通大学	1.000	0.333	0.286	0.067	0.400	……
北京航空航天大学	0.333	1.000	0.400	0.091	0.308	……
北京科技大学	0.286	0.400	1.000	0.111	0.500	……
北方工业大学	0.067	0.091	0.111	1.000	0.083	……
北京邮电大学	0.400	0.308	0.500	0.083	1.000	……
……	……	……	……	……	……	……

其次,对相似性矩阵进行二值化处理,经过多次计算后发现,当截断值为0.12时,标准化应力系数为最小值0.286,此时能得到聚类效果较好的网络结构,学院之间的相似性与差异性被明显地表示出来。标准化应力系数最小值略大于0.2,说明所绘图与原数据拟合效果较好。

最后,在Ucinet6.0中使用MDS形成的二维散点图如图3所示,图中各点的位置和距离反映了它们之间的区别与联系。

对于X轴,正向偏理工型,负向偏管理型;对于Y轴,正向偏综合型,负向偏专业型。多维尺度分析结果表征出明显的高校聚类,一半以上的高校工程管理专业所在学院偏向理工型,表明大多数高校将工程管理专业开设于工程学科背景之下,其余高校多数将工程管理专业开设在经济管理型学院内。同时可以看到,有一些高校单独开设了管理科学与工程学院,下设管理科学与工程类专业和一些管理学门类下的专业。其中,长春建筑学院、河北地质大学、洛阳理工学院、沈阳城市建设学院和安康学院这五所高校工程管理专业所在学院开设专业比较相似,属于管理类学院,偏专业型。此外,还有一些点处于图形边缘,如苏州大学工程管理专业所在学院为轨道交通学院,属于理工类学院,开设专业比较综合,与其他高校开设专业不太相似。

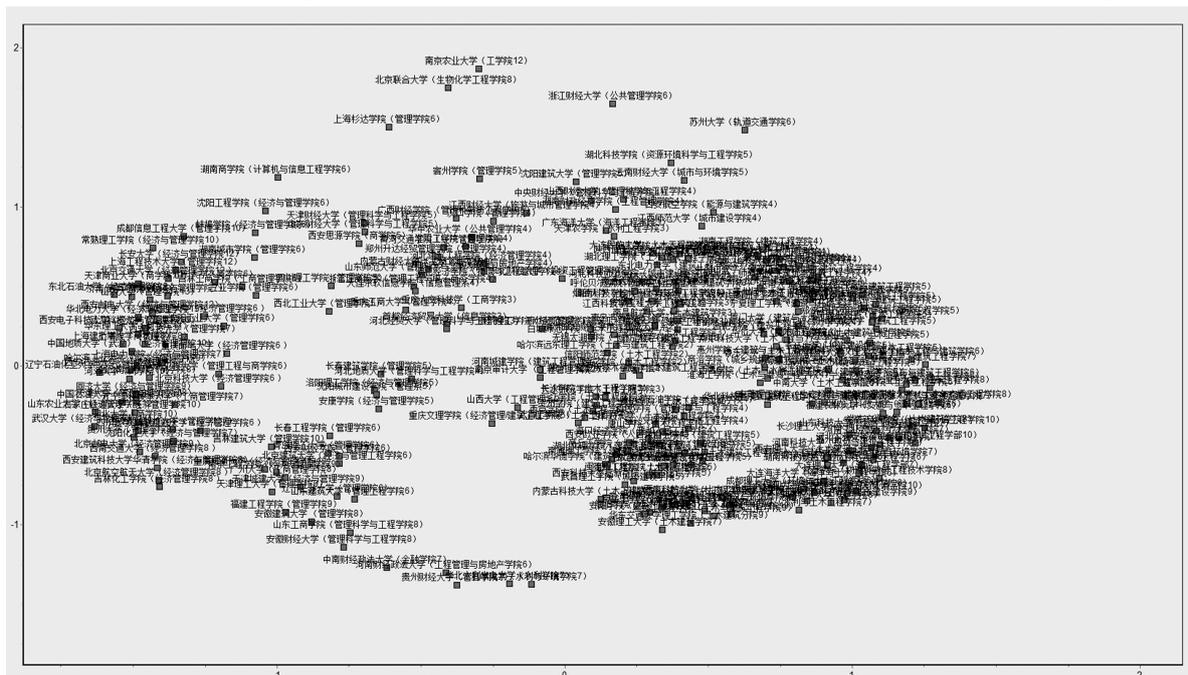


图3 工程管理专业所在学院二维散点图

(四) 基于 GN 算法的工程管理所在学院聚类分析

在进行 GN 算法聚类分析之前,需要对相似性矩阵进行二值化处理。经过多次计算后得出,当二值化截断值为 0.4 时,数据结构比较完备。文中设置聚类节点数最小值为 2,最大值为 10,图 4 是经 Ucinet6.0 运行 GN 算法得到的 Q 值随聚类数的变化曲线。

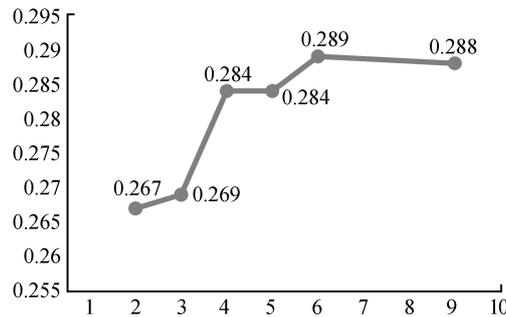


图 4 工程管理专业 Q 值随聚类数变化曲线

当聚类数为 6 时,Q 值最高为 0.289,与 0.3 非常接近,此时的网络结构较强。当聚类数为 6 时,高校被明显凝聚到 6 个不同的子群中,使用 Netdraw 软件将二值化后的矩阵进行可视化处理,由此得到整个网络结构以及子群聚类,如图 5 所示。

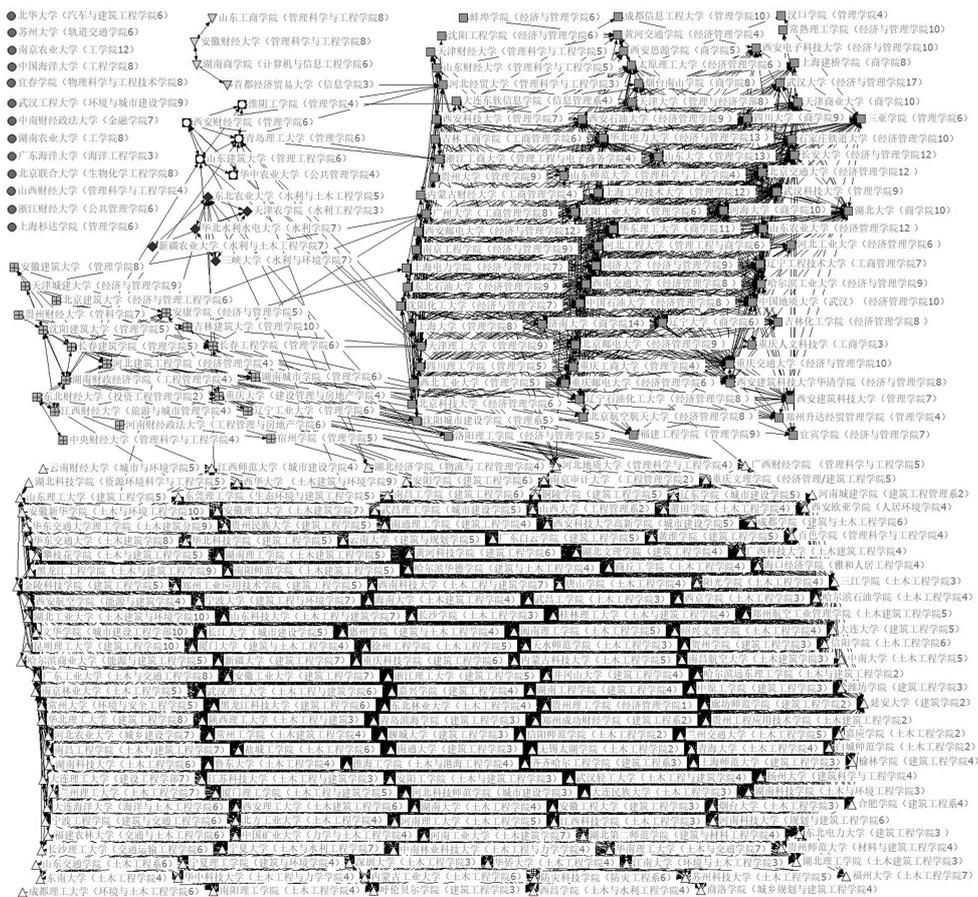


图 5 工程管理专业 GN 算法子群聚类

正三角形的子群以工学为背景,主要为开设土木类和建筑类专业的学院,如东南大学、湖南大

学、华中科技大学、大连理工大学、昆明理工大学、华侨大学、福州大学、江南大学等 166 所院校。

方形的子群以管理学和经济学为背景,主要为开设管理科学与工程类、工商管理类和经济与贸易类专业的学院,如华北电力大学、同济大学、哈尔滨工业大学、长安大学、湖北大学、武汉科技大学、河海大学、华东理工大学等 75 所院校。

田字形的子群以管理学为背景,主要为开设管理科学与工程类和工商管理类专业的学院,如重庆大学、河北建筑工程学院、长春建筑学院、长春工程学院、湖南财政经济学院、沈阳建筑大学等 19 所院校。

空心方形的子群以管理学为背景,主要为开设管理科学与工程类专业的学院,有淮阴工学院、西安财经大学、青岛理工大学、山东建筑大学和华中农业大学 5 所院校。

菱形的子群以工学和管理学为背景,主要为开设水利类、农业工程类和管理科学与工程类专业的学院,有东北农业大学、新疆农业大学、华北水利水电大学、天津农学院和三峡大学 5 所院校。

倒三角形的子群以管理学和工学为背景,主要为开设管理科学与工程类和计算机类专业的学院,有山东工商学院、安徽财经大学、湖南商学院和首都经济贸易大学 4 所院校。

而图中圆形的子群所代表的院校与其他院校工程管理专业所在学院开设专业的相似性较小,这一点从各院校工程管理专业所在学院的名称也可以看出,如苏州大学、山西财经大学、南京农业大学、中国海洋大学等 13 所院校。该子群的成员数量占总数的比例很小,可见各高校对工程管理专业的学科属性在一定程度上已经很明确。

四、结果与讨论

研究发现,中心度分析初步得出多数院校将其与工学门类的土木工程专业设于同一个学院,多维尺度分析进一步表明一半以上的高校将工程管理专业设于工程学科背景之下,其余高校多将工程管理专业设在经济管理型学院内。GN 算法聚类分析明确了超过 60% 的高校将工程管理专业分流到工程技术类学院,35% 的高校分流到经济管理类学院。从研究结果可以看出,工程管理专业分流大趋势是将其设于以工程技术为背景的理工类学院,而以经济管理为背景的管理类次之。这种现象的出现可能有两方面原因:其一,工程管理专业虽然属于管理学门类,由于其学科的交叉性和综合性,兼具工程技术与经济管理知识背景,造成了各高校专业分流不统一的问题;其二,本科开设工程管理专业的高校类型包括理工类、综合类、财经类、农林类、师范类和民族类等,由于各院校办学背景不同,对工程管理专业分流存在差异。

国际上如英美等多数国家将工程管理专业分流于土木工程类,而我国将其设于管理学门类的管理科学与工程学科下,突出与土木工程专业的区别,以适应社会的不同需求。值得注意的是,已有一些高校单独开设了管理科学与工程学院,为下设的学科交叉型专业提供了良好的学科背景和教学基础。比如:重庆大学的建设管理与房地产学院,河南财经政法大学的工程管理与房地产学院,南京审计大学的工程管理学院等。作为综合多个领域的交叉型学科,工程管理专业旨在培养能够胜任工程建设及其管理的复合型人才,因此,工程管理专业分流的未来发展方向是将其设置于以土木工程专业为背景、综合开设管理学相关课程的交叉型的管理科学与工程类学院之中。同时,各高校应该结合各自办学背景和办学特色,根据各高校自身师资力量与教学资源,充分发挥自身优势。比如:综合类高校同时具备工程技术和经济管理背景,可以将工程管理专业分流于学科交叉型

的独立学院;理工类高校偏重于工程技术背景,可以将其分流于工程技术类学院,但要注重管理学相关课程的教学;财经类高校偏重于经济管理背景,可以将其分流于经济管理类学院,同时注意与工程实践相结合。

五、结语

随着社会的不断进步及经济的迅速发展,建筑业和现代工程事业不仅加大了对工程管理人才的需求,也对工程管理学科建设提出了更高的要求。文中使用社会网络分析方法从中心度分析、多维尺度分析和聚类分析对当前我国工程管理专业分流现状进行定量研究,并用可视化软件进行展示,更加全面清晰地完成了目前工程管理专业分流,既有利于高校院系设置和学科发展,也有益于工程教育及工程管理人才培养。

笔者在研究中发现,工程管理专业分流的大趋势是将其设于以工程技术为背景的理工类和以经济管理为背景的管理类学院之下,且工程技术类数量居多。而有的高校将工程管理分流于管理科学与工程类的独立学院,这种学科交叉型的独立学院为工程管理专业提供了良好的学科背景和教学基础,成为工程管理专业分流的未来发展方向。

作为综合多个领域的交叉学科,高校应将工程管理专业设于以土木工程专业为背景、综合开设管理学相关课程的学科交叉型的独立学院之中。与此同时,各高校也要结合各自办学背景和办学特色,充分发挥自身优势,合理定位其学科属性,完善教学体系,推进专业建设。建议综合类高校将其分流于学科交叉型的独立学院,理工类高校将其分流于工程技术类学院,财经类高校将其分流于经济管理类学院。

此次研究存在的不足之处:由于各高校实际数据的发布与更新存在一定的滞后性,个别高校的数据不够精确;数据来自于高考招生的原始专业名称,仅合并了名称差异小的专业,而没有将一些类似专业进行合并,导致类似专业相似性系数为0。

参考文献:

- [1]唐苏琼. 高校实施大类招生的利弊分析[J]. 中国高教研究, 2009(1): 88-89.
- [2]李斌, 罗贇虹. 高校大类招生:精英教育的一种推进模式[J]. 大学教育科学, 2012(5): 11-16.
- [3]禹奇才, 蔡忠兵, 苗琰. 推进高校大类招生改革若干问题的探讨[J]. 高教探索, 2014(1): 136-139.
- [4]吴勋, 武月. 高校大类招生专业分流影响因素研究[J]. 教育评论, 2016(9): 42-45.
- [5]袁媛. 本科人才培养过程中的分流机制探索[J]. 江苏高教, 2018(4): 37-39.
- [6]尹贻林, 刘一格. 应用型本科专业能力测评的探索与研究——以工程管理类专业为例[J]. 现代教育技术, 2013, 23(11): 119-123;189.
- [7]郑俊巍, 王孟钧. 中国工程管理的历史演进[J]. 科技管理研究, 2014(23): 245-250.
- [8]乐云, 罗晟, 何清华. 新型工业化进程中的工程管理学科建设[J]. 高等工程教育研究, 2007(4): 78-80.
- [9]尹志军, 陈立文. 河北工业大学工程管理专业定位与特色创新研究[J]. 当代教育理论与实践, 2011(10): 96-98.
- [10]陈小波, 张建新. 建筑信息化环境下财经类高校工程管理专业课程改革研究[J]. 高等建筑教育, 2015, 24(4): 17-21.
- [11]尚宇梅. 财经类院校工程管理专业人才培养模式探索[J]. 理论导刊, 2008(10): 96-97.
- [12]汪涛, 尉方, 李玉龙, 等. 财经类院校工程管理专业课程体系优化研究[J]. 工程管理学报, 2016, 30(6): 149-154.
- [13]Schulte K W. Royal institution of chartered surveyors (RICS) [M]. Frankfurt am Main: Henrich, 2000.
- [14]Shah H, Nowocin W. Yesterday, today and future of the engineering management body of knowledge [J]. Frontiers of

- Engineering Management, 2015, 2(1): 60.
- [15] 王雪青, 杨秋波. 中美英工程管理专业本科教育的比较及其启示 [J]. 中国大学教学, 2010(6): 36-39.
- [16] 严玲, 祝丽娟, 邓娇娇. 基于扎根理论的工程管理类本科工作坊能力标准构建研究——以招投标与合同管理工作坊为例 [J]. 现代大学教育, 2014(3): 103-110.
- [17] 曾德珩, 毛超, 陈圆. 面向建设工程全寿命期执业能力的工程管理专业课程体系设计 [J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 144-148.
- [18] 张维冲, 李文绚, 杨冠灿, 等. 基于社会网络分析的高校分类研究——以“211”高校为例 [J]. 情报杂志, 2016(8): 65-70,75.
- [19] 陈赛君, 陈智高. 近年我国管理科学与工程学科研究领域交叉特征 [J]. 系统管理学报, 2013(4): 544-552.
- [20] 钟柏昌, 李艺. 社会网络分析在教育研究领域的应用——基于教育类核心期刊刊文的评述 [J]. 教育研究, 2013, 34(9): 25-32.
- [21] 王凤肆, 王顺, 王春迎, 等. 基于社会网络分析的大学本科课程体系研究——以系统工程专业为例 [J]. 信息系统工程, 2018(5): 165-167,169.
- [22] 刘成竹, 党永杰. 基于 sna 的我国高校学科分布网络分析 [J]. 研究生教育研究, 2015(2): 60-64.
- [23] 朱凌, 薛萍, 梅景瑶. 研究型高校交叉新兴学科发展方向分析——基于社会网络分析和专利数据的学科预测模型 [J]. 教育研究, 2015(6): 46-54.
- [24] 牛奉高, 王菲菲, 邱均平. 中国高等教育评价研究的主题及其演变分析 [J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2013, 19(1): 104-110.
- [25] 陈敏, 熊沂. 我国研究型大学远缘跨学科研究的社会网络分析 [J]. 高等教育研究, 2015(1): 19-23,61.
- [26] 王旻霞, 赵丙军. 跨学科知识交流网络结构特征研究 [J]. 情报科学, 2016, 34(5): 46-50,104.
- [27] 汪曼. 国内社会网络分析应用现状研究 [J]. 情报工程, 2016(5): 75-85.
- [28] Bavelas A. Communication patterns in task - oriented groups [J]. Journal of the Acoustical Society of America, 1950, 22(6): 725-730.
- [29] Freeman L C. Centrality in social networks conceptual clarification [J]. Social Networks, 1978, 1(3): 215-239.
- [30] 刘军. 整体网分析讲义 [M]. 上海: 格致出版社, 2009.
- [31] Bonacich P. Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification [J]. Journal of Mathematical Sociology, 1972, 2(1): 113-120.
- [32] Bonacich P. Power and centrality: A family of measures [J]. American Journal of Sociology, 1987, 92(5): 1170-1182.
- [33] Kuo R J, Ho L M, Hu C M. Integration of self-organizing feature map and k -means algorithm for market segmentation [J]. Computers & Operations Research, 2002, 29(11): 1475-1493.
- [34] Malone S W, Tarazaga P, Trosset M W. Better initial configurations for metric multidimensional scaling [J]. Computational Statistics & Data Analysis, 2002, 41(1): 143-156.
- [35] Ferreira-Santiago A, Yanez-Marquez C, Lopez-Yanez I, et al. Enhancing engineering education through link prediction in social networks [J]. International Journal of Engineering Education, 2016, 32(4): 1566-1578.
- [36] Kruskal J B. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis [J]. Psychometrika, 1964(29):1.
- [37] Girvan M, Newman M E J. Community structure in social and biological networks [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2002(99):7821-7826.
- [38] Newman M E J, Girvan M. Finding and evaluating community structure in networks [J]. Physical Review E Statistical Nonlinear & Soft Matter Physics, 2004, 69(2): 026113.

Research on the development direction of engineering management discipline split-flow for undergraduates in universities: Based on social network analysis

ZHANG Jingxiao^a, PU Si^a, LI Hui^b, WANG Hainian^c

(*a. School of Economic and Management; b. School of Civil Engineering; c. School of Highway, Chang'an University, Xi'an 710064, P. R. China*)

Abstract: Under the background of the reform of undergraduate education mode of classified enrollment and discipline split-flow, there is no empirical data analysis in practical level for the engineering management discipline split-flow. In order to accurately locate the development direction of engineering management discipline split-flow, it takes the university of engineering management major in the whole country as an example. Firstly, the statistical methods were used to summarize schools of engineering management major, and then the social network analysis theory and Ucinet6.0 software were used to quantitatively study and visualize the current situation of discipline split-flow from three aspects: centrality analysis multi-dimensional scale analysis and cluster analysis. The results show that the central analysis initially found that most universities have set up engineering management and civil engineering majors in the same school, and the multi-dimensional scale analysis further shows that more than half of the universities set up engineering management majors in the context of engineering disciplines. The GN algorithm cluster analysis clearly shows that engineering management major is split-flowed to engineering and technical schools in more than 60% universities, and to economic management schools in nearly 35% of universities. The research results show the current engineering management discipline split-flow in a comprehensive and clear way, which provides a basis for the undergraduate engineering management discipline split-flow and major setting and provides reference for the quantitative analysis of other comprehensive discipline split-flow.

Key words: engineering management specialty; discipline split-flow; development direction; social network analysis; Ucinet

(责任编辑 梁远华)