

文章编号: 2095-1663(2024)05-0001-10

DOI: 10.19834/j.cnki.yjsjy2011.2024.05.01

基于多元聚类分析的一流大学建设投入模式研究

葛少卫

(南京航空航天大学 科学技术研究院, 南京 210016)

摘要: 系统研究建设投入模式是综合考量一流大学建设的重要视角。本研究运用聚类分析方法, 依据构建的大学建设投入水平评价指标体系所反映出的投入特征差异, 将教育部直属的32所世界一流大学建设高校的投入模式划分为投入规模领先型、地方投入支撑型、文科优势投入型、投入特色集中型等四种类型。通过对比近年来不同投入模式下的一流大学建设高校在全球性大学排行榜中的排名表现, 本研究认为, 应当从构建多元支撑的均衡投入体系、注重建设投入的发展性与实效性、构建资源协同供给制度保障体系等方面加强一流大学建设。

关键词: 一流大学建设; 投入模式; 聚类分析

中图分类号: G647

文献标识码: A

2015年, 国务院印发《统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案》, 国家对一流大学发展的指导和建设迈入新时代。总体方案从指导思想、基本原则、总体目标、建设与改革任务、支持措施和组织实施等方面提出了明确意见, 为一流大学建设构建了实践体系。通过首轮“双一流”建设, 国家集中大量建设资源, 针对建设高校进行重点投入, 各项工作有力推进, 改革发展成效明显, 推动高等教育强国建设迈上新的历史起点^[1]。在这样的历史进程中, 对教育事业发展的投入为“双一流”建设提供了有力保障。由此, 有必要对一流大学投入模式进行分析、对其投入效率进行考量。

对高校而言, 教育投入是一个相对宽泛的概念, 既包括资金投入, 也包括人力、物力投入; 既包括增量资源投入, 也包括存量资源投入。在前期研究中, 部分国内学者通过对比不同国家或地区的高校在教育投入模式上的差异, 分析并提出相关建议。陈纯槿等在对世界主要国家教育经费投入总量和结构特征的分析中指出, 我国高等教育存在公共投入比例较低、资本性支出比例过高、经常性支出尤其是人员经费支出比例严重偏低、高校生均研发支出偏低等

方面的问题^[2]。陈丽媛等在对中国大陆、美国、日本及中国台湾地区的四所案例大学的投入模式进行比较分析后发现, 中国大陆在建设世界一流大学的过程中逐渐形成以中央政府主导、重点建设经费支持为特色的投入模式, 存在进一步优化的空间^[3]。王飞等认为, 一流大学建设需要平衡好制度建设和人的建设的“双建设”, “双建设”、负反馈机制、主体定力共同构成一流大学建设的全因模型, 从而建设一流大学品格^[4]。另外, 也有部分学者针对投入效率问题进行考量。其中, 高铭等对政府投入与大学排名的关联性进行分析, 认为两者关联性并不十分紧密, 提出了重视社会投入、提高大学盈利能力的建议^[5]; 任珺楠等基于政府财政投入视角, 分析一流大学在2015—2019年的办学效率及其变动情况, 提出了增强高校办学自主权、合理配置教育资源等方面建议^[6]; 栗玉香等针对2017—2020年高校经费投入效率分析了经费投入的区域差异特征、规模效率和外部影响, 认为应适当控制一流大学建设规模, 优化经费结构^[7]。

从已有研究来看, 针对一流大学建设的投入模式研究不多, 主要是以各校公开的经费数据为依据

收稿日期: 2024-06-24

作者简介: 葛少卫(1981—), 男, 江苏盐城人, 南京航空航天大学科学技术研究院综合处副处长, 副研究员, 管理学博士。

基金项目: 江苏高校哲学社会科学研究重大项目“区域高水平大学建设作用机理与绩效评价研究”(2022SJZD029)

进行支出比例、投入效率的研究,而针对高校人、财、物等投入模式的全面研究较少。随着首轮“双一流”建设的全面完成,亟待系统梳理建设经验和成效,全面系统研究一流大学投入模式,进而指导后续建设。因此,本文将人力、实物、经费等纳入考量范围,构建起多元的大学建设投入水平评价指标体系,对32所教育部直属的世界一流大学建设高校的投入特征进行分类,分析不同投入模式类型间的特征差异;再通过对比不同投入模式下的样本高校在全球性大学排行榜上近年来的排名表现,分析投入模式对一流大学建设成效的影响,从而为一流大学建设投入模式的构建提供若干建议。

一、研究设计

(一)大学建设投入水平评价指标体系

大学建设投入涉及办学工作的各个方面,包括围绕特定的发展目标有针对性地开展人力资源、实物资源、经费资源等的配置以及教学、科研环境的构建等。对投入模式的分析可以从一些侧面反映出大学建设的策略。在一流大学建设中,发展定位、发展方向以及面临的发展机遇的不同,可能会使高校在所采取的建设路径、投入的方式和组织形式方面表现出较大差异。本文根据建立指标体系的全面性、层次性、可操作性、简明性等原则,参考教育部直属高校基本情况统计中的办学情况指标以及相关文件和文献,结合作者其他相关研究的成果与经验,围绕研究目的,最终遴选和整理了包括人力投入(学生)、

人力投入(教师)、实物投入、经费投入、经费支出、其他投入共计6类33个投入指标(表1)。

从指标内容上,人力投入(学生)和人力投入(教师)两个一级指标之下,包含体现整体规模的总量指标4个(X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_8)、划分人员层级的相对指标3个(X_4 、 X_5 、 X_{12})以及反映人员结构的比率指标5个(X_6 、 X_7 、 X_9 、 X_{10} 、 X_{11})。实物投入一级指标之下,包含固定资产(X_{13})、校舍(X_{14})、科研仪器(X_{15})以及图书资料(X_{16})等4个实物资本总量指标。经费投入一级指标之下,首先包含了6个大学总体收入的主要构成项,包括财政拨款收入(X_{17} 、 X_{18})、教育事业收入(X_{20})、科研收入(X_{19} 、 X_{21})和其他收入(X_{22});其次考虑样本高校的研究型大学属性,补充科研收入相关的总量指标3个(X_{23} 、 X_{24} 、 X_{27})和收入构成比率指标2个(X_{25} 、 X_{26})。经费支出一级指标之下,包含大学在开展教育活动(X_{28})、基本建设(X_{29})、科学研究(X_{30} 、 X_{31} 、 X_{32})三个方面的5个支出总量指标。其他投入一级指标之下仅包含大学在学术交流上的一项无形投入(X_{33})。

从投入方向上,这些指标反映出大学投入的三种流向:一是国家及社会流向大学,如国家、地方政府给予大学的教育经费拨款(X_{17} 、 X_{18}),国家分配给各高校的各类招生指标(X_2 、 X_5)等;二是大学流向自身,如大学在基本建设(X_{29})、科研条件(X_{30} 、 X_{31} 、 X_{32})等方面的经费投入等;三是大学流向社会,如大学培养出的不同教育程度的毕业生(X_3),大学向社会提供的科技服务(X_{23})、成果转化(X_{27})以及合作交流(X_{33})等。

表1 大学建设投入水平评价指标体系

一级指标	二级指标
人力投入(学生)	X_1 —当量在校生数 ^① 、 X_2 —折合招生数 ^② 、 X_3 —折合毕业生数 ^② 、 X_4 —研究生在校生占比、 X_5 —研究生招生占比、 X_6 —博士生与硕士生在校生之比、 X_7 —留学生占比
人力投入(教师)	X_8 —教职工总数、 X_9 —专任教师占比、 X_{10} —博士生导师与硕士生导师数之比、 X_{11} —博士生导师中青年教师占比、 X_{12} —青年教师中副高以上职称占比
实物投入	X_{13} —固定资产总额、 X_{14} —校舍总面积、 X_{15} —科研仪器资产额、 X_{16} —图书册数
经费投入	X_{17} —中央教育经费拨款、 X_{18} —地方教育经费拨款、 X_{19} —科研经费拨款、 X_{20} —教育事业收入、 X_{21} —科研事业收入、 X_{22} —其他收入 ^③ 、 X_{23} —科技经费拨入、 X_{24} —研究与发展课题拨入经费、 X_{25} —基础研究收入占比、 X_{26} —应用研究收入占比、 X_{27} —专利出售总金额
经费支出	X_{28} —事业支出、 X_{29} —基本建设支出、 X_{30} —基础研究支出、 X_{31} —应用研究支出、 X_{32} —科技服务课题支出
其他投入	X_{33} —学术交流人次

注:①“当量在校生数”指全日制高等学校各类在校生折合成本科在校学生的总数,按照中国国家教育委员会规定的博士生3、硕士生2、进修生1.5、本专科生1、函授生0.025、夜大学生0.05进行折算得到。②“折合招生数”指由原各类学生的招生计划数按照当量在校生计算方法折算得到的招生数;“折合毕业生数”的折算方法同上。③“其他收入”包括其他经费拨款、上级补助收入、经营收入以及其他等。

(二)研究对象与数据来源

在教育部直属高校中选取被列入世界一流大学建设高校的 32 所高校作为研究对象。这些高校得到国家长期重点建设,特别是进入“双一流”建设序列后,中央财政以特色发展引导专项资金等对其开展了扶优、扶需、扶特、扶新建设。因此,这些高校对反映我国一流大学建设投入情况具有较强代表性。鉴于 2020 年作为首轮“双一流”建设的最后一年,其数据具有一定的代表性,因此,本研究数据主要取自教育部直属高校工作咨询委员会秘书处编制的《教育部直属高校 2020 年基本情况统计资料汇编》。

(三)研究方法步骤

聚类分析是通过计算指定数据的全部特征而将整体数据表示为不同的类群(簇)的过程。本研究将这一方法应用于大学投入模式的分析,据此探索样本高校实际投入数据的内在结构,以实现对我国一流大学建设投入的特征描述。具体采用的聚类分析方法是 K 均值(K -Means)算法。其中中心思想是在样本空间中找到具有代表性的质心,以子类质心作为聚类中心,将数据对象按照距离聚类中心的远近进行分类^[8]。

具体的算法实现过程如下:

第一步,数据准备。考虑到聚类分析中自变量间的相关性可能对结果产生影响,因此,首先对 32 所样本高校的 33 个投入指标数据进行相关性分析,对相互间高度相关的指标,根据数据的逻辑关系进行选择与剔除;再将筛选得到的指标进行数据无量纲化处理,这里采用标准差(Z -Score)标准化方法,

经过处理的数据符合标准正态分布。

第二步,模型的设定与执行。①指定聚类数 k 。聚类数 k 为预先设定的类群的总个数,需要根据实际业务规则以及聚类效果综合比较后确定。本研究设定初始 k 值为 $[2, 10]$ 范围内的动态值,以步长为 1 递进变化,根据聚类结果评估确定 k 值是否继续增大。②设定停止条件。指定质心变动范围阈值(即“更改容忍度”)为 0.01,达到阈值即停止计算并输出结果。

第三步,模型的评估与确立。分别计算聚类数为 k 时的模型输出结果的轮廓系数,作为评估聚类结果的合适度的标准。轮廓系数的值介于 $[-1, 1]$,数值越接近于 1,说明模型聚类效果越好。对前后模型的轮廓系数进行比较,选取轮廓系数更大的 k 值模型保留。

第四步,聚类结果输出。以轮廓系数接近于 1、分类结果更合理的输出结果作为最终模型,输出对应的聚类中心和聚类结果,并对其进行分析。

二、一流大学建设投入聚类分析结果

(一)指标间相关性分析

表 2 列举了与每个指标的相关性居于前五位的指标及其相关系数,经统计,在 33 个指标间的 528 个指标相关性组合中,指标相关性系数绝对值大于 0.8 的合计 20 个,涉及指标 17 个,可以认为这些指标组合间存在强相关关系。

表 2 指标间相关性居前五的情况

指标序号与名称	与其相关系数居前五位的指标与相关系数				
X_1 —当量在校生数	X_2 (0.907)	X_3 (0.896)	X_{16} (0.704)	X_{17} (0.681)	X_{14} (0.659)
X_2 —折合招生数	X_1 (0.907)	X_3 (0.793)	X_{16} (0.482)	X_{14} (0.455)	X_5 (-0.405)
X_3 —折合毕业生数	X_1 (0.896)	X_2 (0.793)	X_{16} (0.679)	X_{17} (0.643)	X_{14} (0.552)
X_4 —研究生在校占比	X_5 (0.960)	X_7 (0.677)	X_{24} (0.618)	X_{15} (0.580)	X_{28} (0.578)
X_5 —研究生招生占比	X_4 (0.960)	X_7 (0.604)	X_{24} (0.567)	X_{15} (0.567)	X_6 (0.562)
X_6 —博士生与硕士生在校之比	X_{10} (0.859)	X_{19} (0.786)	X_{28} (0.771)	X_{15} (0.752)	X_{22} (0.723)
X_7 —留学生占比	X_{28} (0.789)	X_{19} (0.786)	X_{10} (0.713)	X_{21} (0.713)	X_{15} (0.680)
X_8 —教职工总数	X_{18} (0.872)	X_{28} (0.868)	X_{17} (0.859)	X_{13} (0.809)	X_{19} (0.804)
X_9 —专任教师占比	X_{24} (-0.703)	X_{30} (-0.614)	X_7 (-0.559)	X_{31} (-0.546)	X_4 (-0.502)
X_{10} —博士生导师与硕士生导师数之比	X_6 (0.859)	X_{21} (0.788)	X_{19} (0.781)	X_{28} (0.726)	X_{24} (0.722)
X_{11} —博士生导师中青年教师占比	X_{10} (0.340)	X_{26} (0.297)	X_{25} (-0.296)	X_{33} (0.281)	X_{19} (0.266)

续表 2 指标间相关性居前五的情况

指标序号与名称	与其相关系数居前五位的指标与相关系数				
X ₁₂ —青年教师中副高以上职称占比	X ₁₆ (0.267)	X ₂₆ (0.241)	X ₂₇ (-0.205)	X ₂₁ (-0.201)	X ₇ (-0.185)
X ₁₃ —固定资产总额	X ₁₅ (0.881)	X ₂₈ (0.872)	X ₁₉ (0.848)	X ₈ (0.809)	X ₁₄ (0.772)
X ₁₄ —校舍总面积	X ₁₃ (0.772)	X ₈ (0.754)	X ₁₇ (0.741)	X ₂₈ (0.693)	X ₁₅ (0.673)
X ₁₅ —科研仪器资产额	X ₁₉ (0.938)	X ₂₈ (0.924)	X ₁₄ (0.881)	X ₈ (0.872)	X ₁₇ (0.771)
X ₁₆ —图书册数	X ₁₇ (0.748)	X ₁ (0.704)	X ₃ (0.679)	X ₈ (0.668)	X ₁₄ (0.660)
X ₁₇ —中央教育经费拨款	X ₈ (0.859)	X ₁₅ (0.771)	X ₂₈ (0.756)	X ₁₆ (0.748)	X ₁₄ (0.741)
X ₁₈ —地方教育经费拨款	X ₂₉ (0.662)	X ₁₅ (0.545)	X ₂₀ (0.536)	X ₂₈ (0.510)	X ₃₃ (0.468)
X ₁₉ —科研经费拨款	X ₂₈ (0.961)	X ₁₅ (0.938)	X ₂₁ (0.861)	X ₁₃ (0.848)	X ₈ (0.804)
X ₂₀ —教育事业收入	X ₂₈ (0.790)	X ₃₃ (0.773)	X ₁₉ (0.764)	X ₁₅ (0.679)	X ₁₃ (0.648)
X ₂₁ —科研事业收入	X ₁₉ (0.861)	X ₂₈ (0.848)	X ₂₂ (0.823)	X ₁₀ (0.788)	X ₁₅ (0.767)
X ₂₂ —其他收入	X ₂₁ (0.823)	X ₂₈ (0.779)	X ₁₉ (0.723)	X ₆ (0.723)	X ₁₀ (0.696)
X ₂₃ —科技经费拨入	X ₃₂ (0.744)	X ₂₁ (0.354)	X ₁ (0.350)	X ₁₉ (0.330)	X ₁₅ (0.330)
X ₂₄ —研究与发展课题拨入经费	X ₃₁ (0.834)	X ₁₀ (0.722)	X ₉ (-0.703)	X ₃₀ (0.683)	X ₇ (0.666)
X ₂₅ —基础研究收入占比	X ₃₁ (-0.494)	X ₃₀ (0.456)	X ₁₁ (-0.296)	X ₂₇ (-0.259)	X ₁₉ (-0.251)
X ₂₆ —应用研究收入占比	X ₃₁ (0.495)	X ₃₀ (-0.454)	X ₁₁ (0.297)	X ₂₇ (0.259)	X ₁₉ (0.251)
X ₂₇ —专利出售总金额	X ₂₀ (0.629)	X ₁₉ (0.615)	X ₇ (0.564)	X ₂₈ (0.557)	X ₁₅ (0.499)
X ₂₈ —事业支出	X ₁₉ (0.961)	X ₁₅ (0.924)	X ₁₃ (0.872)	X ₈ (0.868)	X ₂₁ (0.848)
X ₂₉ —基本建设支出	X ₁₈ (0.662)	X ₂₈ (0.448)	X ₁₅ (0.398)	X ₂₀ (0.390)	X ₁₃ (0.385)
X ₃₀ —基础研究支出	X ₂₄ (0.683)	X ₉ (-0.614)	X ₇ (0.476)	X ₂₅ (0.456)	X ₂₆ (-0.454)
X ₃₁ —应用研究支出	X ₂₄ (0.834)	X ₁₀ (0.645)	X ₆ (0.615)	X ₈ (0.611)	X ₁₉ (0.593)
X ₃₂ —科技服务课题支出	X ₂₃ (0.744)	X ₂₈ (0.508)	X ₂₂ (0.504)	X ₁₅ (0.498)	X ₂₁ (0.473)
X ₃₃ —学术交流人次	X ₂₀ (0.773)	X ₂₈ (0.500)	X ₁₈ (0.468)	X ₁₉ (0.463)	X ₂₄ (0.434)

在进行聚类分析前,对照表 2 的结果,对存在强相关的指标进行逐步剔除处理(具体过程如表 3 所示),从而减少进入聚类分析模型的变量数,提高聚类的精度。经过权衡取舍,原 33 个投入指标中,剔除 X₁、X₄、X₆、X₈、X₁₅、X₁₉、X₂₁、X₂₈、X₃₁ 共计 9 个指标,最终参与聚类分析的指标数为 24 个。

(二)聚类分布结果

通过比较样本聚类效果(表 4),聚类数从 2 增大到 7,随着分类的增多,各类群样本与聚类中心的平均距离逐渐减小;但轮廓系数在聚类数为 4 时最大,随后有所减小,聚类数为 2、3、5 时的轮廓系数相差不大,继续增大到 6 则下降明显。而比较聚类数为 6 和 7 的分类结果,虽然继续分类样本与聚类中心的平均距离仍有所减小,但实际只是继续分化出一个仅包含一个样本的分类,加之轮廓系数持续降

表 3 指标剔除过程

序号	指标 A	相关性>0.8 的指标 B	与指标 A 强相关的指标数量	剔除指标
1	X ₈	X ₁₃ 、X ₁₇ 、X ₁₈ 、X ₁₉ 、X ₂₈	5	X ₈
2	X ₁₉	X₈ 、X ₁₃ 、X ₁₅ 、X ₂₁ 、X ₂₈	5	X ₁₉
3	X ₂₈	X₈ 、X ₁₃ 、X ₁₅ 、 X₁₉ 、X ₂₁	5	X ₂₈
4	X ₁₃	X₈ 、X ₁₅ 、 X₁₉ 、 X₂₈	4	X ₁₅
5	X₁₅	X₈ 、X ₁₄ 、 X₁₉ 、 X₂₈	4	—
6	X ₂₁	X₁₉ 、X ₂₂ 、 X₂₈	3	X ₂₁
7	X ₁	X ₂ 、X ₃	2	X ₁
8	X ₄	X ₅	1	X ₄
9	X ₆	X ₁₀	1	X ₆
10	X ₁₇	X₈	1	—
11	X ₂₄	X ₃₁	1	X ₃₁

注:从序号“2”开始,用删除线标记的指标为前一步骤已剔除的指标。

低,故不再继续增加聚类数。通过综合对比不同聚类数下样本与聚类中心之间的距离、轮廓系数以及实际分类结果,最终认为轮廓系数较大、平均距离较小的聚类数为4的分类结果更为合理。

表4 不同k值下的聚类效果比较

聚类数 k	最小聚类大小	最大聚类大小	与聚类中心的最大距离	与聚类中心的最小距离	与聚类中心的平均距离	总轮廓系数 S
2	12	20	1.617	0.509	0.987	0.7633
3	7	13	1.617	0.515	0.923	0.7849
4	5	12	1.270	0.485	0.841	0.8845
5	5	9	1.223	0.445	0.816	0.7679
6	2	9	1.223	0.445	0.782	0.4217
7	2	7	1.198	0.435	0.739	0.3709

注:聚类结果的总轮廓系数 S 为该聚类中所有样本的轮廓系数的平均值,样本 i 的轮廓系数 $s_i = (b_i - a_i) / \max(a_i, b_i)$, 其中 a_i 为样本 i 到同类其他样本平均距离, b_i 为样本 i 到非同类其他样本平均距离的最小值。S 的值介于 $[-1, 1]$, 越趋近于 1 代表聚类效果越好。

表5列出了聚类数为4时四个分类所分别包含的样本高校,第一类包括北京大学等5所高校,第二类由吉林大学等8所高校组成,第三类有中国人民大学等7所高校,第四类为中国农业大学等12所高校。四个分类各占样本高校的15.625%、25.0%、21.875%、37.5%。

表5 聚类分析结果(k=4)

类别	样本高校
第一类	北京大学、清华大学、复旦大学、上海交通大学、浙江大学
第二类	吉林大学、山东大学、武汉大学、华中科技大学、中南大学、中山大学、四川大学、西安交通大学
第三类	中国人民大学、北京师范大学、南开大学、同济大学、华东师范大学、南京大学、厦门大学
第四类	中国农业大学、天津大学、大连理工大学、东北大学、东南大学、中国海洋大学、湖南大学、华南理工大学、重庆大学、电子科技大学、西北农林科技大学、兰州大学

三、一流大学建设投入模式特征分析

(一)投入模式特征分析

为分析一流大学建设高校投入模式的特征差

异,首先需要明确不同类别高校间投入的主要差异性指标。本研究利用 K 均值聚类模型对输入变量相对于分类结果的重要性进行预测,并按照给出的重要性系数进行排序,从而确定决定聚类分布的核心指标项。通过计算比较,影响四个分类的聚类结果的重要指标(重要性系数 ≥ 0.95)有7个,包括博士生导师与硕士生导师数之比(X_{10})、固定资产总额(X_{13})、校舍总面积(X_{14})、图书册数(X_{16})、中央教育经费拨款(X_{17})、教育事业收入(X_{20})、其他收入(X_{22});一般重要指标($0.95 > \text{重要性系数} \geq 0.90$)1个,即地方教育经费拨款(X_{18})。表6对这8个核心聚类指标在四个分类中的取值分布范围以及均值情况进行了比较,用以分析不同分类之间的投入特征差异。其中,“范围与均值”一列中各指标图例左侧从上至下给出了全部样本高校此项指标数值的最大值、整体平均值和最小值,并用虚线表示出整体均值的位置。四个分类的柱状图及其下方对应给出的均值,分别表示该类别中样本高校此项指标的数值分布区间和平均值、中位数。

从核心聚类指标可以看出,不同一流大学建设高校的固定资产额、校舍面积、经费拨款规模、经费来源结构等存在较为明显的差异。通过不同分类之间的比较,总结出投入模式的特征如下:

第一类:投入规模领先型。该类高校在博士生及导师占比、固定资产额、教育事业收入、中央教育经费拨款以及其他收入上都具有在一流大学建设高校中的领先优势。其中,教育事业收入(X_{20})均值分别为第二、三、四类高校的2.31倍、2.61倍和3.71倍;其他收入(X_{22})分别是3.03倍、3.37倍和4.10倍;在博士生导师与硕士生导师之比(X_{10})上同样与第二、三、四类高校拉开2.21倍、1.81倍和2.45倍的差距。

第二类:地方投入支撑型。该类高校的地方教育经费拨款(X_{18})均值为后三类高校中最高的,是均值最低的第四类高校的2.35倍,最高值与第一类高校相比也超出其83.64%。同时,其中央教育经费拨款等的平均值和中位数均在整体样本均值和中位数以上,相较于第三、第四类高校具有明显的优势。尽管该类高校在地方教育经费拨款额度上呈现出一定跨度,但结合其在固定资产额(X_{13})、校舍面积(X_{14})、科研仪器资产额(X_{15})等规模性指标上的突出表现,再延伸比较四类高校的占地面积,发现第二类高校占地面积平均值和中位数是最高的,

表 6 核心聚类指标的不同分类间的比较

指标	重要性 系数	范围与均值				
		第一类		第二类		第三类
X_{10} —博士生导师与 硕士生导师数之比	1.0	3.148				
		1.151				
		0.465				
		平均值 /中位数	2.119 2.123	0.958 0.852	1.169 1.139	0.865 0.807
X_{13} —固定资产额 (万元)	1.0	2 236 552				
		958 687				
		307 314				
		平均值 /中位数	1,662,648 1,651,640	1,058,786 992,452	844,925 804,052	665,000 599,806
X_{14} —校舍总面积 (平方米)	1.0	4 024 095				
		2 058 751				
		335 500				
		平均值 /中位数	2,862,175 2,893,593	2,798,746 2,666,948	1,661,841 1,831,256	1,462,193 1,535,833
X_{16} —图书册数 (万册)	1.0	82 253				
		50 784				
		2 186				
		平均值 /中位数	607.17 570.22	702.64 730.68	477.90 451.52	354.04 363.29
X_{17} —中央教育经费 拨款(万元)	1.0	393 131				
		219 966				
		105 657				
		平均值 /中位数	320,066 323,270	273,667 270,034	181,370 185,392	164,973 168,128
X_{20} —教育事业收入 (万元)	1.0	353 414				
		93 609				
		30 192				
		平均值 /中位数	208,334 176,982	89,995 91,867	79,926 76,088	56,197 50,143
X_{22} —其他收入 (万元)	1.0	663 756				
		102 951				
		24 621				
		平均值 /中位数	260,530 163,430	85,895 82,237	77,329 70,473	63,611 44,619
X_{18} —地方教育经费 拨款(万元)	0.91	358 725				
		63 768				
		11 220				
		平均值 /中位数	123,828 119,579	80.330 34,458	52,766 52,919	34,119 15,974

均值分别是第一、三、四类高校的 1.2 倍、1.85 倍和 1.76 倍。该类高校多为经历高校合并重组的“巨型”高校,在长期的办学过程中紧密结合区域经济和社会发展,得到地方各类显性和隐性的重点支持。

第三类:文科优势投入型。该类高校在各项指标中的表现都相对居中,基本处于整体样本高校的指标均值以下。其中,研究与发展课题拨入经费(X_{24})相对较高,均值是第二类高校的 1.56 倍、第三类高校的 3.34 倍。通过比较发现,这类高校具有在人文社会科学领域的领先优势,较高的课题研究收入反映出其在该类学科领域科研创新力量上有较大的投入且获得了相应的认可。

第四类:投入特色集中型。该类高校在投入资源获得的规模上较低,8 个核心指标的均值在四类高校中均是最小的,来自中央教育经费拨款(X_{17})以及自身获得的教育事业收入(X_{20})、其他收入

(X_{22})、研究与发展课题拨入经费(X_{24})基本在全体样本高校的均值以下。从高校类型上看,该类样本高校大多数是行业高校。在发展资源基础优势不明显的情况下,这类高校必然集中力量投入特色研究领域和研究方向,通过形成行业或学科优势在一流大学建设中占得一席之地,因此,此类高校基本定位于“特色一流”高校。

(二)投入模式与建设成效的关系

为对比不同投入模式对一流大学建设成效的影响,以样本高校在 2021 年及其三年前(2018 年)和三年后(2024 年)的 QS 世界大学排名(QS World University Rankings)上的位次情况作为建设成效的表征形式之一,进行对比分析(见表 7)。其中“前进(后退)本排名段 10% 以上”一系列的样本高校数量,考察的是该类高校在 2017 年 9 月正式公布成为“双一流”建设高校后至今的排名变化情况。

表 7 四类高校在全球性大学排行榜上的位次分布及变化

投入模式	年份	排名前 50 名	排名 51~100 名	排名 101~500 名	排名 501~1000 名	排名 1001 名以后及未上榜	前进本排名段 10% 以上	后退本排名段 10% 以上
投入规模领先型	2018	3	1	1	0	0	—	—
	2021	4	1	0	0	0	4	0
	2024	4	1	0	0	0	3	1
地方投入支撑型	2018	0	0	5	2	1	—	—
	2021	0	0	6	2	0	4	1
	2024	0	0	7	1	0	5	0
文科优势投入型	2018	0	0	6	1	0	—	—
	2021	0	0	5	2	0	2	1
	2024	0	0	5	2	0	3	1
投入特色集中型	2018	0	0	2	3	7	—	—
	2021	0	0	3	6	3	6	2
	2024	0	0	6	5	1	9	1
合计	2018	3	1	14	6	8	—	—
	2021	4	1	14	10	3	16	4
	2024	4	1	18	8	1	21	3

从样本高校的投入模式与排行榜的位次分布及变化的对应情况,可以看出:

第一类投入规模领先型高校的排名情况是四类高校中最优的,4 所高校进入世界前 50 名,1 所高校进入世界前 51~100 名,有 3 所高校在“双一流”建

设中实现了跨越式发展(排名分别前进 66 位、21 位、10 位)。其中,浙江大学 2024 年位列世界第 44 位。在“双一流”建设中,国家和社会对这五所大学进行了大力投入,这五所大学也收获了可喜的成绩。充足的投入在保障一流大学建设成效上显现出了一定的激

励作用。

第二类地方投入支撑型高校的排名情况在四类高校中居于第二,在2024年榜单中处于世界前101至500名区间的高校占87.5%。这类高校近年来的发展十分迅猛,在QS世界大学排行榜中的位次都得到了较大提升,排名前进100位的有4所(占比50%),前进50位以上的有1所(占比12.5%),基本进入2024年榜单世界前500名。紧密结合区域经济、服务区域社会发展的投入策略,同样能增强一流大学建设的动力和持久力。

第三类文科优势投入型高校在近年来的排名出现分化,3所高校在2024年榜单中的位次相比2018年前进超过50名,进入本排位段的10%。同时也有1所高校位次后退76位。在以信息技术为代表的新一轮科技革命浪潮中,对技术类人才的旺盛需求影响着高等教育的发展方向,给以人文社会科学为主的高校带来了不小的挑战。可见在投入整体规模不具优势的情况下,投入策略需要在继承与创新之间寻求平衡、在学科优势和社会需求之间寻找契合点,才能对建设成效产生有利的影响。

第四类投入特色集中型高校的排名情况是四类高校中最弱的,2018年此类高校中仅有2所(占比16.7%)进入世界排名前500,7所高校(占比58.3%)排名1001以后或未能进入榜单。对比2018年以来的排行榜位次变化,此类高校近年来发展较快,四分之三的高校(9所)排名前进了50以上,其中6所原未上榜高校成功入榜,一半的高校进入了世界前500名。在整体获得的投入相对有限的情况下,坚持特色发展的路径同样是一流大学建设高校的生存之道。

四、研究结论

(一)一流大学建设高校在教育资源的供给与需求上达到相对平衡的状态

研究中以高校为观测单元,按照教育资源投入的外部输入、内部配置和向外输出3个流向,遴选了包括人力、实物、经费等共计6类的33个投入指标。在对投入指标的相关性分析结果中,32所高校在一流大学建设投入上形成了具有一定规律性的关联,如:一所高校的教育事业支出(X_{28})与其教职工总数(X_8)、固定资产总额(X_{13})、科研仪器资产额

(X_{15})等规模性指标相适应;高校所获得的科研经费拨款(X_{19})受到整体投入规模(X_{13} 、 X_{15} 、 X_{17} 、 X_{21} 、 X_{28})和科研人力投入(X_8 、 X_{10})的影响;另外,由于中央教育经费拨款(X_{17})主要采取“综合定额加专项补助”的方式,其额度主要取决于高校的办学规模(X_8 、 X_{13} 、 X_{18} 、 X_{19} 、 X_{28})等。可见,各高校在一流大学建设过程中对促进教育资源投入的有效利用、合理配置和可持续发展已形成了一定的默契,并达到了相对平衡的状态。

(二)一流大学建设高校在投入规模和结构上呈现出等级化和差异化

在聚类分析的结果中,32所一流大学建设高校被划分为四个分类——投入规模领先型、地方投入支撑型、文科优势投入型、投入特色集中型。处于不同分类的一流大学建设高校,主要在8个核心聚类指标(博士生导师与硕士生导师数之比、固定资产额、校舍总面积、图书册数、中央教育经费拨款、地方教育经费拨款、教育事业收入、其他收入)的规模和相互间的结构关系上形成了差异。同时,在与这8个核心指标存在强相关关系的其他5个指标(教职工总数、科研经费拨款、科研事业收入、事业支出、科研仪器资产额)上也表现出区别,部分指标在不同类别间的均值呈倍数关系。这一现象与我国“双一流”建设战略部署中经费管理的意见相契合,财政资金依据服务需求、建设成效和学科特色等因素实行差异化支持,在公平竞争中体现扶优、扶强、扶特。从不同高校在不同指标上的表现,也能看出一流大学建设高校在立足自身优势、争取社会资源、寻求特色发展中所做出的努力。如第一类高校获得的财政拨款支持力度最大,但其财政拨款在预算总收入中的占比却不高,基本在12%左右,其他收入(X_{22})的均值是第一、二、三类高校的3倍、3.37倍和4倍。

(三)大学投入模式对一流大学建设成效的影响正逐渐超越投入总量的作用

对比32所一流大学建设高校的投入模式与各自2018年以来在QS世界大学排名上的位次分布及变化,投入规模领先型高校凭借其深厚的办学基础和投入总量规模的绝对优势,排名表现优异,在2018年至2021年间“双一流”建设都得到了跨越式的发展,在全球榜单中的位次上升6位至57位不等,但在2021年至2024年间有2所高校的位次出现倒退。地方投入支撑型高校和文科优势投入型高

校在世界大学排名上的位次分布较为接近,基本处于100名以后、600名之前,但资源投入总量占相对优势的前者在发展势头上的表现更加稳健,有62.5%的高校在本排名段前进10%以上(后者为42.8%)。而整体比较,投入总量最不占优势的第四类高校在本排名段前进10%以上的比例最高,是前三类高校的1.25倍、1.2倍和1.75倍。由此可见,大学投入的规模和结构(方向)对一流大学建设成效发挥重要作用,而随着发展层次的提升,投入结构甚至比总量更重要。

五、对办学工作的建议

(一)构建多元支撑的均衡投入体系

对于四类高校而言,稳定增长的教育资源投入总量仍是促进其发展的核心动力,且对后三类高校更为迫切。因此,政府应继续完善高等教育财政经费投入随经济社会发展稳定增长的长效机制。目前我国教育经费投入的主体仍然是国家或地方政府。从上述聚类分析结果中可以看出,政府经费拨款投入的规模以及其在大学经费结构中的占比,在一定程度上决定了其投入的模式。尽管教育资源投入结构在较高发展层次上开始展现出高于投入总量的重要作用,但对国内整体水平而言,稳定增长的财政拨款仍是现阶段一流大学建设的物质保障。高校应当有效利用区域经济优势,发挥其对一流大学建设的助力作用。一流大学建设高校应着力寻找自身特色与区域经济社会发展的紧密结合点,与区域经济带、城市群、产业链的布局紧密结合,提升服务区域经济社会发展能力。如获得地方教育经费拨款最多的中山大学,在服务粤港澳大湾区建设、打造具有中大特色的全链条孵化载体、构建强调“地区特色”的自贸试验区等方面的创新模式和经验具有借鉴意义。此外,还应拓展其他收入渠道,降低对传统的财政拨款、事业收入的依赖程度。这一点对于其他收入较低的后三类高校更加重要。要转变办学理念,将更多精力用于面向社会开放办学,争取获得更多社会捐赠、校友捐赠以及其他社会资源,尝试积极融入国际高等教育市场,通过拓宽办学资源渠道来提高学校财政的独立性和自主性。

(二)注重建设投入的发展性与实效性

一流大学建设高校要将投入重点向具有发展性

的领域倾斜,如科研经费、人才队伍、学科布局等。一是根据《经济合作发展组织教育概览》中给出的国际经验证据,高校的科研经费投入与国家经济发展水平呈正相关关系^[9]。科研经费投入的多少反映出国家、社会、高校对以科技创新的重视程度。我国高校科研经费的主要来源是政府拨款和企业资金,前者资助的项目以解决长期的经济或科学难题为目标,后者则主要关注近期的技术需求与技术的商业化和产业化。一流大学建设高校应以提升自身科研创新能力为目标,加大对科研工作的经费以及人力、物力的投入,以更好地满足国家、企业的需求,从而谋得更好的发展。二是在人才队伍方面,一方面应注重提升学生的学历层次、优化结构,构建以研究生为主体的科研创新性人才培养体系,如第一类高校研究生招生占比基本在62%以上,第四类中则有部分高校低于25%;另一方面关注高水平师资队伍,保证科研能力、教学水平在不同年龄教师之间实现良好的传承,值得注意的是,第四类中的部分高校在博士生导师中的青年教师、副高级青年教师占比较高,而第二类中部分高校青年博士生导师数明显偏低。三是,结合内外需求调整优化学科布局和发展方向,坚持服务国家需求,立足科学技术的尖端领域,以特色发展构筑核心竞争力,这对第三、四类高校而言是中短期内寻求发展突破的必由之路。

(三)构建资源协同供给制度保障体系

聚合、协同、贯通校内外教育资源要素,是四类高校需要共同研究的课题。首先,要重视治理结构建设,通过政策引导,充分发挥治理结构在资源投入与产出之间的调节作用^[10],要积极推进信息化的治理结构变革,促进高校内部组织信息化的协同建设,实现高校内部教育资源的整合和业务流程的再造^[11],进一步提升资源管理能力,着力解决资源配置碎片化和效率不高的问题^[12];要完善沟通协调机制,打破高校内部之间、内部与外部之间的隔阂,逐步清除阻碍资源协同供给的体制机制障碍。其次,建立有效的投入引导机制,包括完善社会组织捐赠激励机制,明确奖励制度、权益保护和隐私保护等;创新财政资金与社会资金配套机制,在教育领域实现政府和社会资本合作模式的拓展;优化教育投资风险防控机制,提升社会资本在教育领域发展的增长潜力和抗风险能力,以制度改革吸引社会资本参

与一流大学建设。再次,建立利益主体多赢的共建机制。健全共建工作的多方协调长效机制,共同协商解决共建高校的发展问题,监督和评估共建工作成果;同时,适当采用市场化运作手段,保障社会投资人的基本利益,为形成各方共同参与和多元投入的新格局提供政策和制度保障。

参考文献:

- [1] 服务创新发展,完善管理机制 推动高层次人才培养与高水平科学研究相互促进:教育部有关负责人就第二轮“双一流”建设有关情况答记者问[EB/OL]. (2022-02-14) [2024-04-07]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s271/202202/t20220214_599080.html.
- [2] 陈纯槿,邹庭瑾.世界主要国家教育经费投入规模与配置结构[J].中国高教研究,2017(11):77-85,105.
- [3] 陈丽媛,祁翔.世界一流大学投入模式研究:基于中国大陆、美国、日本与中国台湾地区的比较[J].高等教育研究,2018,39(09):100-106.
- [4] 王飞,王运来.中国一流大学建设的全景:平衡“双建设”、张扬学术性、强化品格治理[J].研究生教育研究,2020(6):76-81.
- [5] 高铭,刘志民.政府投入与大学排名关联性分析:以“后发型”世界一流大学为例[J].高教发展与评估,2019,35(6):11-19,28,107-108.
- [6] 任珺楠,李瑛.我国一流大学办学效率会更高吗:基于政府财政投入视角[J].高教探索,2023(5):25-34.
- [7] 栗玉香,边忠让,张荣馨.我国世界一流大学建设经费投入效率实证研究:基于34所高校面板数据的三阶段DEA-Tobit分析[J].中央财经大学学报,2022(06):30-43.
- [8] 薛印玺,许鸿文,李羚.基于样本密度的全局优化K均值聚类算法[J].计算机工程与应用,2018,54(14):143-147.
- [9] OECD. Education at a Glance 2016: OECD Indicators [R]. Paris: OECD Publishing, 2016:177,193.
- [10] 李韵婷,张日新.治理结构在资源投入和智库产出中的调节作用研究:基于125家高校智库数据的实证分析[J].高校教育管理,2020,14(01):98-105.
- [11] 何济玲,陈仕品.转型时期高校信息化的治理结构变革研究[J].现代教育技术,2015,25(10):47-53.
- [12] 潘希.科技创新有能力担当第一驱动力[N].中国科学报,2016-03-15(001).

Study on Investment Modes for Building First-class Universities Based on a Multivariate Cluster Analysis

GE Shaowei

(Science and Technology Department, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016)

Abstract: Systemic research on the construction investment modes is an important perspective for the comprehensively evaluation of the construction of first-class universities. By applying cluster analysis method, and based on the differences of investment characteristics reflected by the established index system for evaluating university construction investment, this paper classifies the investment modes of 32 world-class universities directly under the Ministry of Education into four types: those with large-scale investment as the leading factor, those with local investment as the supporting factor, those with investment in advantageous liberal arts, and those with investment focused on characteristic disciplines. After comparing the performances of the universities in the first-class university construction program under different investment types in the global university rankings in recent years, this paper proposes that we should ensure the stable increase of total fund investment, build a balanced investment system with multiple support, focus on the sustainability and effectiveness of construction investment, and establish a guarantee system under the coordinated resource supply system, so as to strengthen the construction of first-class universities in China.

Keywords: first-class university construction; investment model; cluster analysis