

文章编号: 2095-1663(2016)05-0053-07

研究生教育质量评价指标体系模型构建与研究

——基于 PSO-AHP 分析方法的应用与实证

李圣, 李勇, 王海燕

(西北工业大学研究生院, 陕西 西安 710072)

摘要: 从研究生教育质量和评价指标内涵以及影响因素出发, 提出了一个包括生源质量、培养质量、学位质量以及发展质量四个维度组成的培养质量评价具体指标所赖以附着的模型框架。在分析指标权重中使用了新的 PSO 算法, 弥补了传统层次分析法的缺陷, 提高了分析结果的信服力。通过对模型框架应用与实证得知, 该模型科学正规、客观合理, 为教育单位建立健全研究生培养质量内涵建设与评价体系提供参考。

关键词: 研究生教育质量; 评价指标体系; 层次分析法

中图分类号: G643

文献标识码: A

一、研究背景

研究生教育作为国民教育体系的顶端, 是培养高层次人才和释放人才红利的主要途径, 是国家人才竞争和科技竞争的重要支柱。新时期社会对研究生的科研和学术水平提出了新的要求。研究生教育的规模、质量以及与之相伴产生的知识、技术, 成为衡量研究生教育发展程度及科技、经济、文化发展与前景的重要标志。随着近年我国研究生教育规模的持续扩大, 研究生教育问题变得日趋尖锐, 资源的有效性和精英教育的不足问题逐渐暴露出来, 因此有必要在不断扩大研究生招生规模的同时, 加强对研究生教育质量的评价, 确保研究生的教育质量^[1]。评价研究生的教育质量, 评价指标体系的构建是关键问题, 其科学性直接决定和反映培养质量的客观性和现实性。同时, 实行研究生培养质量的量化考核, 克服因定性考核和凭经验管理所造成的弊端, 使

得研究生管理工作规范化、制度化、科学化。

目前, 国内外研究机构提出了不同的质量评价指标体系, 有效地保障了研究生教育的质量, 促进了教育质量的提高, 但是也存在一些不足: (1) 相关指标大多来自日常经验性认识, 很多指标都来源于个人的主观选择; (2) 整体评价指标缺乏普遍适用性; (3) 对评价指标体系很少进行系统的整理和逻辑分析, 也缺乏理性分析的框架。针对当前存在的问题, 从培养质量和评价指标的内涵、影响因素出发, 在指标构建原则的指导下, 提出一套针对我国研究生教育质量的评价指标体系, 并对其实际运用进行了分析。

二、研究生教育质量评价指标体系设计

构建能全面、客观反映研究生教育质量的评价指标体系, 需充分理解和分析教育质量的内涵、形成机理和影响因素, 并于此基础上进行系统性地规划,

收稿日期: 2016-08-07

作者简介: 李圣(1982-), 男, 湖北宜昌人, 西北工业大学研究生院综合办主任。

李勇(1962-), 男, 陕西咸阳人, 西北工业大学研究生院副院长, 教授, 博士。

王海燕(1965-), 男, 山东菏泽人, 西北工业大学研究生院常务副院长, 教授, 博士。

基金项目: 中国学位与研究生教育学会 2015 年学位与研究生教育研究面上课题(项目编号: B2-2015Y0414-038)

以体现该指标体系在宏观层面的高度一致性^[2]。当前对教育质量内涵的认识,学术界存在几种观点:相对质量观、服务质量观、过程质量观、外部质量观、多元质量观^[3]等。这些观点侧重点各自不同,单一、片面,未形成能全面反映当前形势下研究生培养状况的有机整体,本文认为研究生教育质量的内涵是:基于有限环境条件基础上充分利用培养单位的软硬件支持和教育学习,使得研究生获得提高自身发展能力和社会价值实现能力的综合特性。它是一个输入、转化、输出的有机过程。

同样的,美国学者列维(G. Lewis)、史密斯(H. Sminth)也认为,应采用“全面质量改善的开放系统方法”^[4],要在研究生教育投入、培养过程和教育产出三方面开展质量评价,即研究生教育质量的影响因素应伴随着研究生所有培养过程。本文将影响培养质量的因素随时间划分为:生源质量、培养质量、学位质量、发展质量。近年来,国家和学校层面也从这四个因素出发,构建多层次、全方位的内部教育质量评价保证体系,如图1所示。



图1 多层次、全方位的内部教育质量评价保证体系

生源质量:研究生生源质量直接关系到后期的培养质量,是提高研究生整体质量的前提,选择优秀生源是保证研究生质量的关键。

培养质量:教育教学环节是进行研究生教育的基础保障,良好的软硬件设施,强大的师资队伍,一流的创新实践教学环境等等,都是影响研究生质量的重要因素。

学位质量:研究生质量高低,体现在学术和科研成果的产出。这是研究生教育成果在学术方面的展示,其质量的高低对研究生培养质量的影响很关键。

发展质量:研究生质量的高低,另一部分体现在毕业之后是否可以很好的服务于社会,是否对社会产生积极的影响,其对社会地影响程度决定着研究生质量的好坏。

三、研究生教育质量评价指标体系设计框架及优化

所有指标体系的建立都应有科学的基础,必须

先有一个具体计量指标所赖以附着的原则框架,框架还要包括设计原则与依据、指标体系层级与数理、一级指标层的项目与关系等解释与表达。基于对研究生培养质量和评价指标内涵的了解,根据前人的研究和与专家咨询交流,借鉴国内外已有的研究成果,遵循评价指标体系设计的原则,根据指标体系设计的影响因素和依据,以研究生教育质量一级指标为基础,构建出研究生培养质量评价指标体系,并基于 PSO-AHP 模型对框架构建算法进行优化。

(一) PSO-AHP 分析方法原理和思想

层次分析法(AHP)^[5]是一种定性定量相结合的多目标决策分析方法,运用多因素分级处理来确定因素权重的方法;它将人的主观判断为主的定性分析定量化,将评价者对复杂系统的评价思维过程数学化,帮助人们在对复杂系统的思维过程中保持一致性。

粒子群优化算法(PSO)^[6]是一种全局优化算法,该算法源于对鸟群捕食行为的研究,与遗传算法

类似,PSO 也是一种基于迭代的算法,它的基本思路是随机初始化一个群体(粒子群),然后通过迭代过程对群体中各个个体(粒子)的速度和位置进行修正,直到算法结束。

AHP 法中确定权重时,判断矩阵一旦确定,判断矩阵一致性与权重也确定,两者都没有办法改善。为了最大限度地保持决策者的原始信息,且在判断矩阵确定时,使得判断矩阵具有较好的一致性,改善权重值,本文将粒子群优化算法(PSO)应用于层次分析法中,构建 PSO-AHP 模型。PSO-AHP 模型的建立过程有以下几个步骤:建立评价系统的层次结构模型;构造判断矩阵;建立权重优化模型;PSO

求解权重优化模型并进行一致性检验。

(二)基于 PSO-AHP 模型的研究生教育质量评价指标体系框架构建

使用 AHP 法分析研究生培养质量的主要影响因素(也称为元素),需要将影响该问题的多个因素先按照属性进行分层,形成以下三层:目标层、准则层、措施层。上层对下层元素具有支配作用,而同一层次上的元素之间是平行关系。基于上述理论模型,本文结合研究生培养实际,通过问卷调查征询确定了可全面反映研究生培养质量本质特征的质量指标体系影响因素,听取专家建议最终形成了一个新的有机的研究生培养质量评价指标体系,如表 1。

表 1 研究生教育质量评价指标体系

目标层(O)	一级准则层(F)	二级准则层(S)	三级准则层(T)	权重系数	小计
研究生培养质量评价体系 O	生源质量 (F1)	思想品德(S1)	政治课统考成绩(T1)	0.001605982	0.1235
			获奖情况(T2)	0.004816821	
			违纪情况(T3)	0.004816821	
		知识结构(S2)	入学统考成绩(T4)	0.024057639	
			复试综合成绩(T5)	0.024057639	
			生源院校性质(T6)	0.008021084	
		技能素质(S3)	科技发明及获奖情况(T7)	0.03367845	
			社会活动情况(T8)	0.0224523	
	教学质量 (F2)	教学科研(S4)	教学科研设备数量等级(T9)	0.019918495	0.2304
			重点学科和实验室建设情况(等级数量)(T10)	0.034801275	
			研究教育创新基地建设情况(T11)	0.00760343	
		师资队伍(S5)	师资队伍建设情况(T12)	0.01461094	
			研究生师生比(T13)	0.026557217	
			导师科研及指导学生能力水平(T14)	0.048250082	
		学习环境(S6)	生活条件及配套设施情况(T15)	0.002669198	
			学术创新和社会实践活动开展情况(T16)	0.00881456	
			"三助"的开展情况(T17)	0.004851602	
		培养与教学管理(S7)	培养方案的科学性和有效性(T18)	0.017275991	
			精品课程和教材的建设情况(T19)	0.005945633	
			任课教师队伍建设情况(T20)	0.009977944	
			质量监督机制的建设情况(T21)	0.029123631	

续表 1

目标层(O)	一级准则层(F)	二级准则层(S)	三级准则层(T)	权重系数	小计
研究生培养质量评价体系○	学位质量(F3)	学位授予(S8)	各学科学位评定标准的科学性和合理性(T22)	0.01008995	0.247
			学位评定标准执行情况(T23)	0.03026985	
		学位论文及成果(S9)	专利或论文数量等级(T24)	0.02665624	
			全国百篇优秀博士论文及提名数(T25)	0.05331248	
			学位论文抽检情况(T26)	0.05331248	
		学位授权点建设(S10)	学位授权点建设情况(T27)	0.0293436	
			学位授权点合格评估情况(T28)	0.0440154	
	发展质量(F4)	毕业生情况(S11)	进入 500 强企业情况(T29)	0.026091712	0.3992
			省级、校级优秀毕业生情况(T30)	0.04742496	
			研究生一次性就业率(T31)	0.086163328	
		社会评价(S12)	研究生创新实践能力(T32)	0.02622744	
			研究生岗位胜任力(T33)	0.07401168	
			研究生在单位整体表现及发展潜力(T34)	0.139304832	

建立逐阶层次结构后,元素间的隶属关系也随之确定,之后便是运用层次分析思想构造正互反判断矩阵对各层次指标进行两两比较,确定影响程度。为增加指标系数的可靠性,减少主观判断所引起的随机误差,本文应用粒子群决策方法,通过电子问卷形式邀请来自“985 高校”、500 强企业的 100 位专家进行比例标度评分,随后根据问卷调查统计结果构造判断矩阵。

利用以上的 PSO-AHP 原理和 MATLAB 计算软件,我们对 91 份问卷的判断矩阵进行了优选和一致性分析,选出了 57 份满足一致性要求的问卷,然后根据 PSO-AHP 原理计算出平均综合排序向量,得到了所有指标及其排序系数即权重系数,见表 1 中第五列。

四、研究生教育质量评价指标体系设计实证:以西北工业大学为例

为评估以上确定的质量评价指标体系的有效性,以西北工业大学的若干学院毕业研究生作为评估对象,对评价体系进行验证。评估具体步骤如下:

第一步,针对上述教育质量评价指标体系(表 1)设计学院研究生教育质量评价表,并随机向研究生院、人事部门、就业中心、科技管理部 and 图书馆等部门发放相应的评价指标电子表格 73 份,并向 200 家对应企业发放共 200 份研究生工作情况调查表,从而获得该 5 个学院研究生培养的具体情况。部门

调查表格回收有效问卷 52 份,企业问卷回收有效问卷 165 份,据此获得了 5 个学院在各指标下的原始数据。

第二步,整理、分析原始数据,根据评价指标评分方案确定各指标下的分值。根据各单项指标类型设计的评分方案如下:①数值性指标。根据 5 个学院在各指标下的原始数据,根据实际情况将其转化为最高分 10 分而最低分不固定的分值;②对名词性指标量纲化。例如本文对质量监督机制的建设情况这一指标,分为:完善、较为完善、不完善三个等级,即采用最普遍的等级原则,给不同的等级分别赋分值,为使评分结果更加精确,应用层次分析法确定其权重系数,最终确定 10 分制的量纲。利用以上第一步和第二步,我们得到了 5 个学院在单一指标下的评分,见表 2。

第三步,计算相应学院的综合评分。将各学院的所有单项指标评分结果用矩阵 R 表示,代入到本文第 2 部分中得到的评价体系中,则 5 个学院的综合评分可由排序向量 $\vec{P}$ 表示,即:

$$\vec{P}^T = R \times \vec{\omega}^T \quad (6)$$

根据式(6)利用 EXCEL 进行计算可得各学院研究生教育质量评分如表 4,可知:

$$\vec{P} = (7.171722, 6.491706, 6.748002, 6.333764, 6.204225)^T$$

表 2 各学院研究生教育质量单项指标得分和综合得分表

评价指标及系数		学院单项指标得分				
单向评价指标	权重系数	学院 A	学院 B	学院 C	学院 D	学院 E
T1	0.001414	6.51	6.23	6.72	5.99	6.47
T2	0.00565	7	5	6	7	5
T3	0.00565	9	9	9	9	9
T4	0.025397	7.67	7.26	7.56	7.44	6.91
T5	0.025397	9	8.5	8.9	9	8.7
T6	0.012699	7	7	7	7	8
T7	0.036464	5	5	5	5	5
T8	0.027029	6	5	7	5	7
T9	0.012636	6	5	5	5	7
T10	0.010788	9	7	5	5	3
T11	0.037901	7	5	3	3	3
T12	0.027901	5	7	5	5	7
T13	0.010312	8	7	7	7	7
T14	0.057328	7	5	7	5	7
T15	0.001854	9	7	7	7	7
T16	0.009845	6	5	5	5	5
T17	0.00523	7	6	6	6	7
T18	0.004942	7	6	7	6	6
T19	0.042654	5	5	5	5	5
T20	0.013538	6	7	6	6	8
T21	0.005182	7	7	5	6	7
T22	0.012945	6	6	6	6	6
T23	0.025895	7	7	7	7	7
T24	0.069896	7	6	7	6	6
T25	0.023299	9.35	9.26	8.97	8.67	8.71
T26	0.077666	7	5	7	5	5
T27	0.023299	7	6	7	5	5
T28	0.038827	6	5	5	5	5
T29	0.04139	8	7	6	7	5
T30	0.022771	9	8	9	9	7
T31	0.075199	7	6	6	6	5
T32	0.02682	7	7	7	7	5
T33	0.057779	8	8	8	8	7
T34	0.124462	8.5	8.5	8.6	8.5	8
学院研究生教育质量评分		7.171722	6.491706	6.748002	6.333764	6.204225

此排序向量 $\vec{p}$ 表示学院A至学院E的综合评分分别为:7.171722, 6.491706, 6.748002, 6.333764, 6.204225。从以上综合评分值可以看出,该5个学院的绩效评估值由高到低排名依次为:学院A、学院C、学院B、学院D、学院E。

将上述研究生教育质量评价体系计算结果分发至人事部门、科技管理处、研究生院管理职工和师生代表的邮箱,后期统计反馈信息,发现我们的结果得到了广泛认同,这充分证明了基于PSO-AHP方法的研究生教育质量评估指标体系的合理性和有效性,同时也证明了该评估方案的可行性。

五、研究生教育质量评价指标体系构建中的思考与启示

(一)评价高校研究生教育质量,最重要的是其发展质量指标。

由表1中的一级准则层权重系数大小可以看出,高校和企业普遍认为评价研究生教育质量的指标排序应该是:发展质量>学位质量>教学质量>生源质量。即使是“985”高校和世界500强企业,他们依然把研究生的发展质量的重要性放在了教育质量评估的第一位,所占比例将近40%,而高校很注重的生源质量仅占14%。从表1可以看出,在发展质量这一指标中,研究生社会评价重要性比值为2:3,可见社会各界更加重视研究生的社会评价效果,且研究生在单位整体表现及发展潜力的分值在所有指标中权重排在第一位。一直以来,广大高校教育管理人员多数认为研究生的生源质量和教学质量最为重要,大量的精力和工作作用在如何提高生源质量和结构优化,不断改善教学条件和环境,本文所得结果颠覆了高校管理人员的这一传统认识,因而对高校教育管理人员科学制订研究生教育质量评价评估体系与激励政策具有深刻的意义。

(二)高校研究生培养要注重学位论文及成果。

从表1中可以看出,学位论文及成果的权重占13.33%,这充分说明社会各界非常认可研究生创新、创造和产出高水平科研成果,同时值得注意的是高校应关注学位论文抽检情况。近年来,国务院学位委员会、教育部印发了《关于加强学位与研究生教育质量保证和监督体系建设的意见》《博士硕士学位论文抽检办法》等文件,将全面构建研究生教育质量保障体系,彻底扭转研究生教育教育质量不高的现实状况。本研究获得的指标权重结果与国家最近政

策取向非常切合,为高校管理教育人员制订论文质量标准 and 进一步加强论文质量评价评估政策研究提供了有价值的参考信息。

(三)高校研究生教学质量提高关键在于软环境建设。

从表1可知,师资队伍(S5)、教学科研(S4)、培养与教学管理(S7)的权重远高于学习环境(S6),导师科研及指导学生能力水平(T14)、质量监督机制的建设情况(T21)和研究生师生比(T13)普遍高于教学质量中的其他二级指标,这说明当前高校要积极转变观念,研究生教育质量的提升除了硬件条件的建设之外,还要大力加强软环境的建设,提升学校的软实力,一方面是导师队伍科研和指导能力的加强,加大对研究生指导力度,另一方面是随着智慧校园建设,建立和完善质量监督体系能大大促进研究生教学质量的提高。

(四)高校研究生培养要注重师资队伍建设。

当前,很多高校将导师队伍建设放到提升研究生教育质量的重要位置,着重导师队伍的建设,但忽略了导师自身科研和指导研究生能力水平对提升研究生教育质量的重要影响。我们从表1中可见其所占权重比例接近5%,而且在所有34个三级准则层指标中,“导师科研及指导学生能力水平”指标权重排在第六位,这说明高校要进一步树立“立德树人”的教育根本任务,明确导师第一责任人职责,发挥导师对研究生进行学科前沿引导、科研方法和学术规范指导的作用,加强导师对研究生价值塑造、思想品德、行为规范的教育和引导。

(五)研究生教育质量评价指标体系建立需处理好三个关系。

研究生教育质量评价指标体系的建立需处理好通用性与差异性的关系。本文体系的建立的背景是工科院校,但是研究生教育是多学科的,那么在实际设计中需要重视学科、专业甚至是区域的个性化差异。在顶层设计上要注重质量评价体系的一致性和通用性,在具体单项指标选择时充分考虑差异性。

研究生教育质量评价指标体系的建立需处理好主体与对象的关系。不同的评价主体身份关注的重点不同,决定了质量评价指标体系的因素及权重也不同。政府是研究生教育的宏观把控和主要投入者,政府更加注重政策引导与条件控制保障,抓教育质量的短板;高校是研究生教育的直接承担者,高校更加注重教育全过程质量的控制,抓教育质量的具

体环节;社会是研究生教育的需求方和末端,社会更加注重满足需要的程度,抓教育质量的实际效果。因此不同类型的评价指标应该根据不同评价者的目的来科学制定。

研究生教育质量评价指标体系的建立需处理好“硬”与“软”的关系。研究生教育质量评价指标是评价主体对研究生培养工作绩效的“硬”指标,是评价和度量研究生教育质量的有效工具和手段,摆脱“大锅饭”,建立动态的资源配置激励,对提升研究生教育水平起着非要重要的指导作用。我们也知道,就个体而言,研究生教育是个性化和多元化的,要充分考虑“软”空间和“软”环境,给天才留有空间,兼顾造就不一样的个体发展环境。

五、总结

本文通过对研究生教育质量的内涵的理解,提出影响研究生教育质量的要素主要有:生源质量、教学质量、学位质量、发展质量;分析了研究生教育质量评价指标的内涵,提出了基于 AHP-PSO 分析方法的研究生教育质量评价指标体系模型,并以西北工业大学的数据为例对模型进行验证,在用层次分析法根据判断矩阵分析指标权重的过程中,使用了

新的 PSO 算法,优化了分析过程,规避了传统层次分析法的缺点,提高了分析结果的信服力。最后总结了研究生教育质量评价指标体系建立中的问题和启示。为教育部门、高校和社会研究研究生教育质量内涵与评价指标建设提供参考。

参考文献:

- [1] 刘平,顾丽琴,吴旭舟. 研究生培养质量评价指标体系的构建研究[J]. 研究生教育研究, 2011(5):60-64.
- [2] 盛明科,唐检云. 研究生教育质量评价指标体系设计的框架[J]. 学位与研究生教育, 2007(7):13-17.
- [3] 包玉红. 高等教育大众化的多元质量观[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2007(1):1-2.
- [4] Lewis G, Smith H. Total quality in higher education [M]. St. Lucie Press, 1994.
- [5] 王莲芬,许树柏. 层次分析引论[M]. 北京:中国人民大学出版社, 1990.
- [6] 杨维,李歧强. 粒子群优化算法综述[J]. 中国工程科学, 2004, 5(5):87-94.
- [7] 史兹国,郑斌. PSO-AHP 模型在综合评价中的构建及应用[J]. 统计与决策, 2012(1):30-33.
- [8] 唐俊. PSO 算法原理及应用[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(2):213-216.

Study on the Construction of a Model for Postgraduate Education Quality Evaluation Index System —— Application and Case Demonstration of PSO-AHP Methods

LI Sheng, LI Yong, WANG Haiyan

(Graduate of School, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi 710072)

Abstract: Starting from the education quality, evaluation index connotation and impact factors, this paper presents a 4-dimension model framework of education quality evaluation index. Use of new PSO algorithm in the analysis of index weight remedies defects in the traditional AHP analysis and increases credibility of the analysis result. Application and case demonstration displayed the reasonableness and feasibility of the evaluation model.

Keywords: graduate education quality; evaluation index system; analytic hierarchy process (AHP)