

工业工程创新型人才培养评价体系探讨

刘鑫鑫¹,黄红选²

(1.清华大学 新闻与传播学院,北京 100084; 2.清华大学 工业工程系,北京 100084)

摘要 基于工业工程创新型人才的素质要求,从层次分析法角度设计三个层次的工业工程创新型人才评价体系。通过调研分析,获得评价体系中各层次评价指标间相对重要性数据,并选择清华大学工业工程系和某个偏重于学术研究的工科系的数据进行对比分析。同时,引入可测指标层、人才矢量以及创新型人才面等概念,说明设计可测量指标以及人才培养激励的原则。

关键词 工业工程;创新型人才;评价体系;层次分析法;人才矢量

中图分类号 G717 文献标识码 A 文章编号 1008-3219(2011)35-0056-05

一、构建工业工程人才评价体系的 意义及基本设计思路

(一)工业工程创新型人才的 内涵

在新形势下,建设创新型国家,促进经济发展模式的转型,实现节能减排目标以及经济与社会的可持续发展,越来越需要培养更多的具有创新意识、掌握创新方法的工业工程人才。为了更好地培养出工业工程专业创新型人才,需要了解这类人才应该具备的基本素质,制定一套完整的工业工程人才培养评价体系,为教育教学改革提供参照目标。

美国在2004年发表的《2020

工程师:新世纪工程愿景》,详细列出了未来工程师必须具备的各项能力,主要包括:较强的分析能力、实践能力、创造力、沟通能力、商务与管理能力、领导力、高道德标准和专业精神、灵活性、适应性、充沛的精力与终身学习能力^[1]。

从工业工程人才培养的宏观角度来看,工业工程人才应是掌握多学科知识和综合性技能,富有开拓精神和创新能力的复合型、应用型人才^[2]。因此,要全面评价一个人的综合素质,不仅要评价属于知识记忆性和技能技巧性的内容,还应包括一定比例的没有现成标准参考、可让学生充分发挥想象、表现学生自己创造能力的内容。工

业工程人才需要具备的严谨、求实等素质,学习态度、学术道德、平时表现、课程设计、创造性学习都应在评价指标中占一定的比例,并对这些指标进行合理配比,以激发学生的创新思路,培养学生求异思维、逆向思维等创新思维能力^[3]。

(二)工业工程人才评价指标 体系的设计框架

借助于定性与定量相结合的方法,通过一系列相对客观的评价指标对一个人的才能多面性和可持续发展的潜在素质进行评估。选择的评价指标兼顾学生的业务能力和非业务素质,将课内表现(第一课堂)与课外表现(第二课堂)相结合,全面衡量一个人的综

收稿日期:2011-11-27

作者简介:刘鑫鑫(1988-),女,湖南常德人,清华大学新闻与传播学院硕士研究生;黄红选(1967-),男,河南南阳人,清华大学工业工程系党委副书记,副教授。

合素质,为工业工程创新型人才的培养提供参考标准。工业工程人才培养评价体系主要是基于层次分析法的基本思想,设计三个层次指标。

其中,一级目标层是一个综合的评价指标集,是对评价指标的宏观分类。一级目标层划分为4个维度,分别是思想、学术与文体素养,科技创新能力,学习、分析与实践能力,沟通与协调能力,从这4个维度对学生进行宏观评价。

二级目标层是对一级目标层的细分和具体化。一级目标层分解为更加细致的9个维度,构成评价体系的二级目标层。二级目标层是通过对学生能力和素养的客观描述,说明社会和学校对工业工程人才培养的要求。

三级指标层是在二级目标层的基础上,结合育人目标对评价指标进一步细化。根据学生在第一课堂和第二课堂中的各项活动来评价学生的综合素质,共分为22个维度。

为了获得更加准确、全面的评价指标,通过专家法对初步确立的评价指标体系进行调整和完善。选择的专家是具有从事人才培养工作经历和实践经验的班(年级)主任及辅导员,或在人才培养方面进行过深入研究的教师。在获得专家许可之后,将访谈内容提前告知专家,使其有足够的时间对访谈内容进行思考,然后采用一对一访谈的方式征询他们对评价指标的意见。在正式访谈时,主要围绕评价指标是否完整、是否需要整合或筛选以及指标是否具有足够

的客观性来征求专家的修改意见。根据专家的修改意见对评价指标体系进行修改和完善,并将修改结果反馈给专家,进行第二轮讨论。经过四轮讨论之后,得到完整的、具有层次结构的评价指标体系,如表1所示。

二、人才培养评价指标相对权重的确定

在确定具有层次结构的人才培养评价体系之后,采取对比分析的方法,对评价指标的相对重要性进行研究。首先,设计分析评价指标相对重要性的调查问卷,在清华大学选择工业工程系和偏重于学术研究的某个工科系(记为MSE)进行调研,收集相关专家关于评价指标之间的相对重要性数据;然后,对调查数据进行分类整理,分析两个系在人才培养方面的相似性与差异性。

(一)评价指标的相对重要性与调查问卷设计

在评价指标体系基础上,针对工业工程系以及参照系(MSE系)

的情况,对评价指标间的相对重要性进行量化分析。评价指标间重要性主要通过调查问卷来获得。相对重要性的评语集包括9个重要性等级,分别为非常不重要、很不重要、不重要、较不重要、同等重要、较重要、重要、很重要、非常重要,分别对应着1~9中的一个数字。在调查问卷设计中,要求调查对象对不同层级指标给出相对重要性的值。根据调查问卷的数据,可以得到相对重要性的判断矩阵。

调查问卷在正式发放给专家之前,首先需要进行预调研。在本研究中,预调研的调研对象选择为有过调查问卷制作经验,并学习过调查问卷设计相关理论知识的工业工程专业学生。预调研采取的是当面调研的方法,调研对象在填写问卷的同时,研究人员向调研对象提出关于问卷设计的问题,并将调研对象的反馈记录在表格中。根据预调研中获得的问题反馈信息,对调查问卷的填写说明、问卷的表格设计以及问卷的整体结构进行调整,确定调查问卷设计的最

表1 工业工程人才培养评价指标体系

总目标层	一级目标层	二级目标层	三级指标层
创新型人才	思想、学术与文体素养	基本素质	学术道德素养;学风与个人素养;参与班级、社团和体育等活动表现
		理想与抱负	集体与社会责任;人生规划和职业生涯规划;实践与志愿服务的意识与行为能力
	科技创新能力	课外科技活动参与情况	参与研究类课程情况;参与创新型比赛活动情况
		创新性成果	研究论文、报告;科技作品
	学习、分析与实践能力	学习能力	专业课程学习能力;人文社科类课程学习能力(文科类、艺术类、计算机类);自然科学基础类课程学习能力(基础课)
		分析能力	获取新知识、应用新知识的能力(是否具有终身学习的潜在能力);现实问题、工程问题的转换能力
		实践能力	实验课与实验环节;生产实习;综合所学知识解决现实问题的能力
	沟通与协调能力	沟通能力	口头表达能力;书面表达能力
		领导能力	组织与团队协调能力;决策与执行能力

终方案,并开展正式的调研工作。

为了多视角考察各项评价指标的相对重要性,正式调研主要选择了三类调研对象:各班(年级)主任与学生工作组组长(下称教师)、学生辅导员、各班级现任班长和支书。这三类群体平时与学生接触较多,对学生工作和学生的成长需求比较熟悉,不仅了解学校层面的人才培养目标和社会需求,而且了解学生层面的具体工作,因此这三类人员具有一定的代表性。为了比较工科系之间在评价指标相对重要性方面的差异性和相似性,分别在清华大学的MSE系和工业工程系(下面分别称为A系、B系)进行调研。根据实际情况,问卷的发放采用纸板直接调查与电子邮件发放两种途径。共发放调查问卷65份,回收有效问卷63份。

(二)相对重要性数据的判断矩阵一致性

在处理数据之前,需要对判断矩阵的一致性进行检验。在一致性检验中,多数判断矩阵的一致性良好,随机一致性比例(CR)值小于0.1,但是也有部分判断矩阵不满足一致性,需要对这些判断矩阵进行一致性修正,使其满足判断矩阵一致性要求^{[4][5]}。

在实际操作中,使用Matlab程序可以求解矩阵对应的优化问题,获得一致性修正后的判断矩阵。此外,通过Matlab程序可以进一步求得各个判断矩阵对应的权重向量,即指标间的相对重要性。

(三)相对重要性数据的处理及对比分析

对A、B两系在一级目标层上

评价指标的相对重要性数据进行评价分析。本文使用箱线图描述A、B两系的权重数据,并通过双样本的T检验以及单因子的方差分析法对数据进行对比分析。

首先,通过箱线图描述两系给出的相对重要性数据。箱线图不仅可以发现不同集合数据的差异性,同时可以发现数据中的异常点。在排除异常点后,可以得到A系与B系教师、辅导员、班长支书以及系内综合相对重要性的对比箱线图,如图1所示。

在箱线图上,A系与B系大部分数据在均值及分散程度上表现出了差异性,少部分数据的相似性非常明显。为了从统计意义上确定A、B两系数据的差异性,本研究对A、B两系的数据进行了双样本的T检验。在双样本T检验中,原假设设定为:A、B两系获得的相对重要性数据均值相等,备择假设设定为:两系获得的相对重要性数据

均值不相等,T检验的结果如表2所示。由T检验的结果可以看到,A、B两系教师在四个一级指标上都未表现出显著的差异性,说明在教师层面上,A、B两系在人才评价方面具有很高的一致性。在辅导员层面上,A、B两系在“科技创新能力”这一指标的判断方面存在显著的差异性,在其他三个一级目标上未表现出明显的差异性。在班长及支书层面上,A、B两系在“沟通与协调能力”上具有显著的差异性,在其他三个一级目标上未表现出明显的差异性。而综合三个层面发现,A、B两系在“思想、学术与文体素养”与“科技创新能力”表现出了明显的差异性,而在其他两个一级目标上的差异并不明显。

在同一个系内部,对教师、辅导员、班长支书给出的相对重要性数据进行了对比。从图2的箱线图上可以看到,无论A系还是B系,在相对重要性的均值和分散程

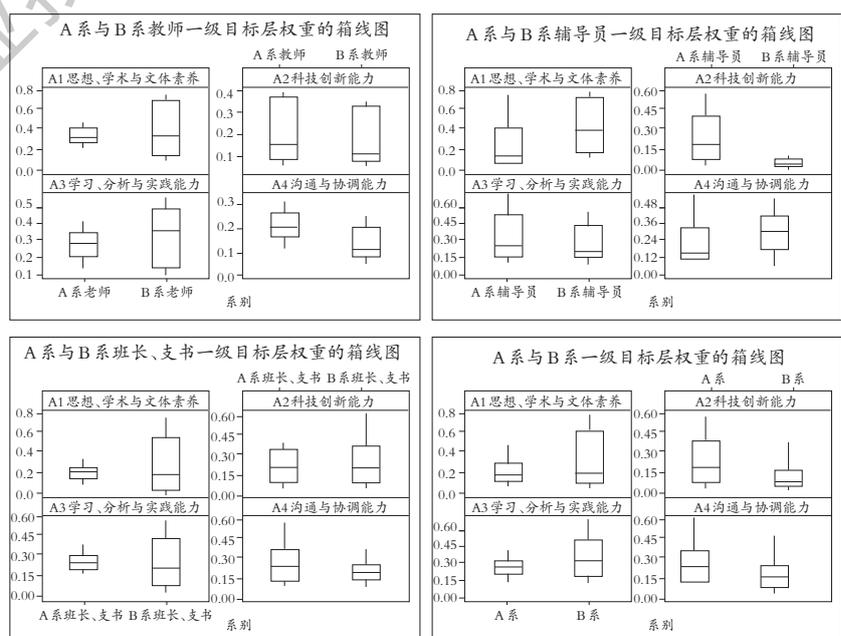


图1 A系与B系一级目标层相对重要性数据对比箱线图

表2 A系与B系一级目标层相对重要性的双样本T检验结果(显著性水平为5%)

		思想、学术与文体素养	科技创新能力	学习、分析与实践能力	沟通与协调能力
教师	A系	0.323	0.195	0.277	0.204
	B系	0.369	0.154	0.336	0.142
	P值	0.649	0.538	0.428	0.171
	显著性	不显著	不显著	不显著	不显著
辅导员	A系	0.256	0.244	0.300	0.201
	B系	0.397	0.088	0.258	0.256
	P值	0.261	0.038	0.657	0.454
	显著性	不显著	显著	不显著	不显著
班长、 支书	A系	0.196	0.215	0.309	0.280
	B系	0.291	0.242	0.298	0.169
	P值	0.200	0.657	0.834	0.034
	显著性	不显著	不显著	不显著	显著
综合	A系	0.241	0.234	0.277	0.248
	B系	0.352	0.159	0.304	0.186
	P值	0.035	0.038	0.455	0.087
	显著性	显著	显著	不显著	不显著

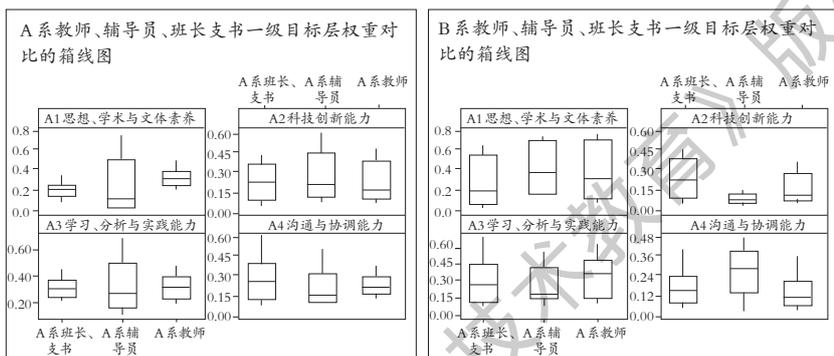


图2 A系与B系内部一级目标层相对重要性数据对比箱线图

表3 A系与B系内部一级目标层相对重要数据的方差分析结果(显著性水平为5%)

		思想、学术与文体素养	科技创新能力	学习、分析与实践能力	沟通与协调能力
A系	教师	0.323	0.195	0.278	0.204
	辅导员	0.256	0.244	0.300	0.201
	班长支书	0.196	0.215	0.309	0.280
	P值	0.188	0.819	0.880	0.370
	显著性	不显著	不显著	不显著	不显著
B系	教师	0.369	0.154	0.336	0.142
	辅导员	0.397	0.088	0.258	0.256
	班长支书	0.291	0.242	0.298	0.169
	P值	0.602	0.037	0.665	0.087
	显著性	不显著	显著	不显著	不显著

度上都表现出了不同程度的相似性。同时,本研究通过单因子方差分析来确定同一个系内部差异性

的显著程度。在方差分析中,影响因子为调查对象的身份,该因子有三个水平,分别为教师、辅导员、班

长支书,方差分析结果见表3。

从表3中的统计数据可以发现,在A系中,教师、辅导员、班长支书给出的一级目标层的相对重要性具有一定的相似性,彼此间的差异性并不显著。在B系中,除了在“科技创新能力”方面表现出明显的差异性之外,其他三个指标的相对重要性差异都不显著。所以,从这一部分的结果中可以看到,A、B两系内部教师、辅导员、班长支书三个群体的观点基本一致,在人才培养方向上具有一定的共识。

总之,从A、B两系的对比分析中可以看出,两系在“思想、学术与文体素养”与“科技创新能力”重要性认知方面存在差异,而在其他两个一级目标上的差异不明显。这反映出两个系在人才培养导向方面还是存在一定的差异,但“学习、分析与实践能力”和“沟通与协调能力”评价指标权重的相似性也反映出,在学生的基本能力培养方面,不同的工科专业之间具有共识。

三、可测指标层、人才矢量与创新型人才面的设定

人才评价指标体系由三个层次构成,虽然三个层次逐层细化,但三级指标仍然难以直接测量。在人才评价体系的实际操作过程中,对于每一个三级指标,需要找到若干个可测量指标对其进行评估,这些可测量指标构成了人才培养评价体系的可测量指标层。

可测量指标层为人才评价体系收集评估对象的可测量数据,可测数据经过后期处理,转化成反映第三级评价指标的定量化数据。

可测数据的处理方法包括定性数据向定量数据的转换、定量数据的无量纲化等。总之,以人才培养评价体系中第三级指标层的22个效用值作为分量,可以构成22维空间中一个点,对于每一位评估对象,在理论上都可以通过可测量指标层及其变换函数,获得其三级指标层各项指标的评估(效用)值,形成一个该评估对象的评价向量,可称之为一个22维人才矢量。所有可能的22维人才矢量在22维空间中形成一个单位超方体,超方体上效用值为1的面表示其对应的评估对象在相应指标方面存在特长,因此,将超方体上某个效用值为1的面称为创新型人才面。根据创新型人才面的含义,本文把人才矢量能够达到或者接近创新型人才面的评估对象视为需要重点培养的拔尖创新型人才。当然,关于创新人才的含义,也可以借助于若干个创新型人才面来界定,这与不同

高校或者不同专业人才的评价机制有紧密的关系。不同专业以及不同高校的办学特点,可以通过所培养学生的人才矢量分布,以及与创新型人才面的关系加以定量化界定。

四、结论

本文提出的关于工业工程人才培养的评价指标可以看成是一个模型,可测量指标涉及到评估对象的课内、课外活动表现数据,将模型与数据分离有助于在实际操作过程中,根据不同的需要将模型拓展到不同的专业和不同的高校,可以针对不同的高校或者专业人才培养可测数据指标,也可以针对不同的高校或者专业人才培养评价指标,获得用于该高校或者专业的创新型人才评价体系。

在后续研究中,可以通过继续调研工业工程系毕业生以及具有代表性的接收工业工程毕业生的

单位,进一步完善工业工程人才培养评价体系的各项评价指标。同时,基于研究中获得的人才培养评价体系,有针对性地设计工业工程人才培养激励体系,引导工业工程学生向创新型人才方向发展。

参考文献:

- [1]李晓强,孔寒冰,王沛民.建立新世纪的工程教育愿景——兼评美国“2020工程师”《愿景报告》[J].高等工程教育研究,2006(2):7-11.
- [2]周梓荣,龚存宇.工业工程专业应用型人才培养体系探讨[J].湖南工程学院学报:自然科学版,2005(15):89-91.
- [3]徐薇薇.改革人才评价体系培养大学生的创新能力[J].广西高教研究,2001(6):58-61.
- [4]吴自库,解本巨.成对比较矩阵一种逼近的新算法[J].青岛化工学院学报:自然科学版,1999(2):186-188.
- [5]蒋正新,魏挹湘.成对比较矩阵的一种逼近[J].计算数学,1990(2):216-220.

Discussion on the Evaluation System for Innovative Talent Cultivation of Industrial Engineering

LIU Xin-xin¹, HUANG Hong-xuan²

(1.Academy of Journalism and Communication, Tsinghua University, Beijing 100084;

2.Academy of Industrial Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract Based on diathesis requirement of innovative talents of industrial engineering, the evaluation system for them should be designed to be three levels from the perspective of analytic hierarchy process. The relatively important data of all levels of evaluation indexes in evaluation system can be obtained by investigating and analyzing. And to compare them with the data of the department of industrial engineering and an engineering department stressing to academic research of Tsinghua university, meanwhile to introduce some concepts including measurable index level, talent vector and innovative talents, so as to illustrate and design measurable indexes and the incentive principles of talents cultivation.

Key words industrial engineering; innovative talents; evaluation system; analytical hierarchy process; talent vector