



基于 AHP 的电气类人才“双创”能力评价机制研究

季利鹏¹ 韦霄² 通讯作者 蒋全¹ 谢明¹ 彭振宇³

(1. 上海理工大学 机械工程学院 上海 200093)

(2. 中南民族大学 公共管理学院 湖北 武汉 430074)

(3. 华东师范大学 上海数字化教育装备工程技术研究中心 上海 200062)

【摘要】电气类专业人才的创新创业能力可以划分为4个维度的一级指标及17条更具体的二级指标，结合层次分析法，可以通过这17条二级指标建立电气类专业人才的“双创”能力评价模型。该评价模型充分考虑电气类专业人才“双创”应该具备的能力，并促进了电气类专业人才“双创”教育的发展。

【关键词】电气类；创新创业；评价；层次分析法

【Abstract】The establishment of innovation and entrepreneurship ability evaluation mechanism for electrical professionals plays an important role in improving the innovation and entrepreneurship education system. In this paper, the innovation and entrepreneurship ability of electrical professionals is divided into four dimensions of the first level indicators and 17 more specific secondary indicators. By using the analytic hierarchy process, combined with the information obtained through the expert questionnaire, the weight coefficients of these 17 secondary indicators are allocated and solved, and the "innovation and entrepreneurship" ability evaluation model of electrical professionals is established. The evaluation model fully considers the ability that electrical professionals should have, and promotes the development of electrical professionals' entrepreneurship and innovation education.

【Key words】Electrical; innovation and entrepreneurship; evaluation; analytic hierarchy process

一、序言

随着时代的发展，培养创新创业型人才已成为提升国家综合实力和竞争力的主要手段，世界各大国也越来越重视创新创业教育的发展，创新创业教育已成为当前世界性的教育改革新趋势^[1]。美国于2009年成立了创新创业咨询委员会(NACIE)，之后又推出了创业美国计划，并提出要打造“创新者国家”^[2]。英国政府于1998年启动了大学生创业项目，之后又先后成立了英国科学创业中心(UK-SKC)和大学生创业委员会，进一步推进和落实创业教育^[3]。日本政府特别强调学生创新创业教育的连贯性，针对中学生和大学生均设有创新创业教育课程，且于2005年将培养创新型人才纳入国家发展的重要战略^[4]。印度科技部也成立了国家科技创业人才开发委员会，并实施了长期的科技创业人才开发计划。^[5]联合国教科文组织(UNESCO)也是积极推动创业教育理论研究与实践创新。^[6]我国也在2015年发布的《关于深化高等学校创新创业教育改革的实施意见》中明确指出，“努力造就大众创业、万众创新的生力军，需要推动高等教育主动适应和积极引领经济发展新常态。”之后，教育部发布的《新工科建设指南》也提出要“完善工科人才‘创意—创新—创业’教育体系，提升工科学生的创新精神、创业意识和创新创业能力”^[7]。

创新创业教育的本质，是要充分挖掘和培养人才的创新创业能力。当前众多学者对人才的培养方案和课程体系进行了深入的研究，并尝试了改革，然而对人才的创新创业能力的指标和评价体系研究则相对较少。尤其是以电气类专业为代表的新工科，其人才创新创业能力的评价体系仍需规范和健全，才能更好的促进创新创业能力的培养和实效性的提升。这种评价机制，对于研究生的培养和发展，尤其重要。

本文拟结合层次分析法，对科学人才观视阈下电气类专业人才创新创业能力的评价机制进行研究。通过对电气类专业人才需要培养的创新创业能力进行深层剖析，给出了电气类专业人才的创新创业能力的内涵意义。之后，又通过层次分析法，通过专家调查问卷的形式，给出了各能力细目的权重系数分配

和求解结果，建立了电气类专业创新创业人才的能力评价模型。该评价模型完善了以电气类专业为代表的工科人才“创意—创新—创业”教育体系的能力评价机制健全，为促进电气类专业人才“双创”能力的培养提供了长足发展。

二、电气类人才“双创”能力的界定

创新创业(“双创”)教育，是我国经济发展进入新常态阶段、实现中华民族伟大复兴的中国梦的时代背景下提出的。关于创新创业能力的界定，众多学者从不同的研究视角进行了阐述。邱文伟从“双创”的综合素质体现出发，将大学生创新创业能力体系概括为逻辑思维能力、收集和处理信息的能力、获取新知识的能力、自主学习的能力、领导决策的能力、组织协调的能力、经营管理的能力、社会适应的能力等多个方面。^[9]刘振海等从基础能力、专业能力及拓展能力三个维度对电气类专业人才的“双创”能力进行了剖析，指出电气类人才应该具备电气新能源系统设计和应用的能力、电力电子和电力传动系统设计和应用的能力、电气新能源产品设计的能力等。^[10]刘伟指出创新创业能力的培养应该不仅仅局限于技术创新，也涉及社会意识创新、思想观念创新。^[11]陈源波指出大学生创新创业核心能力包括以思考、判断、分析、解读为主的基础能力、以接受、动手、社交、管理为主的提升能力和以想象、洞察、科研、创造为主的创新能力三个层面的核心能力。^[12]“双创”能力的界定涉及到品质、知识、技能、实践等诸多方面，是人才的综合素质体现及能力的集合。

鉴于本文研究主体是电气类专业人才，考虑到时代背景和实际国情，借鉴马克思主义科学人才观中“德、智、体、美、劳”的综合培养和全面发展观，本文尝试将电气类专业大学生尤其是研究生的创新创业能力进行四个维度的划分，分别是：目标追求的意志力、学习与分析电气知识的能力、综合实践和运用电气知识的能力、社会性的能力。这四个维度的电气类“双创”能力划分，存在着相互融合、相互渗透的关系，各维度之间潜藏着有机联系。

具体来讲，第一个维度——目标追求的意志力，主要包括

对电气人职业目标的追求力、勇于探索和锲而不舍的电气知识追求能力、心理素质能力，以及品德行为和责任担当为主的4个方面。目标追求的意志力这个维度主要是表征电气类专业人才精神层面的能力，在四个维度中占据至关重要的位置。电气类专业人才的“双创”能力，首先应该且必须包含具备坚定的理想信念和人生目标。而坚定的理想信念和人生目标，勇于探索和锲而不舍的知识追求，优良的道德品质及诚信守法的行为品质、健康良好的心理素质也是能够完成“创新”思想迸发，实践“创业”的基础和源泉。目标追求的意志力也是马克思主义科学人才观中的“德、智、体、美、劳”综合培养、全面发展的人才观和能力观的体现。

第二个和第三个维度主要表征的是电气类专业人才对知识的学习、掌握以及运用等方面的能力。第二个维度是学习与分析电气知识的能力，具体而言又包括电气逻辑思维能力、电气理论分析能力、电气知识的收集和处理信息能力、获取新知识的途径及质疑能力等；第三个维度综合实践和运用电气知识的能力包括电气专业的实习实训能力、电气知识的运用能力、电气操作技能、突发问题的处理能力等方面。这两个维度是新时代背景下新工科发展提出的需求。具备良好的电气类专业知识，才能够更好的从事电气类的创新创业项目，克服实践过程中碰到的困难和障碍，这对于电气类专业研究人才的培养占据重要作用。

第四个维度是社会性的能力，具体来说又包括健康的体魄、社会融入和人际交往能力、组织领导的能力、团队合作的能力、风险的应对能力。这个维度是“双创”能力的拓展，将直接影响创新及创业能否取得成功。任何创新创业的成功实践，尤其是创业项目的成功，绝不仅仅是一项闭门造车的成果，而是与当前社会环境跟意识形态密不可分的。

综上，本文通过四个维度的电气类专业人才创新创业能力的界定，符合马克思主义科学人才观，且符合新时代背景下新工科的发展需求。

三、层次分析法

层次分析法（Analytic Hierarchy Process, AHP）是美国运筹学家萨蒂提出的一种层次权重决策分析方法。AHP方法可以将定量分析与定性分析结合起来，实现了将复杂问题的解决从思维转变到简单数学计算，简化了分析并省略了很多复杂数据的处理的过程，是一种系统化、层次化的分析方法^[13]。

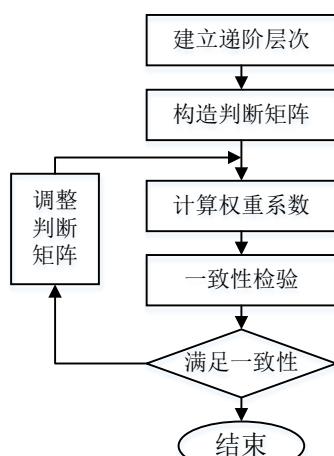


图1 AHP 实现流程

层次分析法是将目标问题分为不同的层次结构和元素，用决策者的经验去判断并衡量各元素之间的相对重要程度，然后利用求解判断矩阵特征向量的办法，求得各层次的每个元素对上一层次某元素的优先权重，再利用判断矩阵计算出不同方案的权重，从而获取得到最优的方案。具体来说，AHP 的计算步骤包括划分目标层次、构造判断矩阵，计算权重系数，一致性检验等。具体的实现流程如图 1 所示：

四、面向电气类专业人才“双创”能力的 AHP 评价建模

结合前文所述，本文将电气类专业人才的“双创”能力主要分界定为目标追求的意志力、学习与分析电气知识的能力、综合实践和运用电气知识的能力、社会性的能力四个维度的能力，这四个维度作为 AHP 评价模型的一级指标。同时，根据前文对“双创”四个维度能力的详细描述，又可以将这四个维度一级指标进一步细化，共得到 17 个二级指标，其具体的二级指标描述如表 1 所示：

表1 电气类专业人才“双创”能力指标层次

序号	一级指标	二级指标
1	目标追求的意志力	对电气人职业目标的追求力
2		勇于探索和锲而不舍的电气知识追求能力
3		心理素质能力
4		品德行为和责任担当
5	学习与分析电气知识的能力	电气逻辑思维能力
6		电气理论分析能力
7		电气知识的收集和处理信息能力
8		获取新知识的途径及质疑能力
9	综合实践和运用电气知识的能力	电气专业的实习实训能力
10		电气知识的运用能力
11		电气操作技能
12		突发问题的处理能力
13		健康的体魄
14	社会性的能力	社会融入和人际交往能力
15		组织领导的能力
16		团队合作的能力
17		风险的应对能力

在完成对电气类专业人才“双创”能力的层次划分之后，还需要通过构造判断矩阵才能够获得 AHP 分析方法的初始变量。本文通过专家调查问卷的形式，对电气类的高校教师（涵盖教授、副教授、高校讲师及电气专业实验室教辅人员），以及电气类专业的本科生和研究生两个层次的学生进行问卷形式，来获取 AHP 的初始判断矩阵。在问卷中，设计了两两比较的等级选择以及校验题目来保障问卷的有效性。专家调查问卷共发放 300 份，其中 241 份为有效问卷。经统计，可获得如下的判断矩阵初始值：

一级指标的初始判断矩阵为：

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/4 & 1 \\ 3 & 1 & 1/2 & 3 \\ 4 & 2 & 1 & 3 \\ 1 & 1/3 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

二级指标的4个初始判断矩阵分别为：

$$B1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 2 & 1/2 \\ 2 & 1 & 2 & 2 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 1/3 \\ 2 & 1/2 & 3 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$B2 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/2 & 2 \\ 2 & 1 & 3 & 3 \\ 2 & 1/3 & 1 & 1 \\ 1/2 & 1/3 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$B3 = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/4 & 2 & 1/4 \\ 3 & 1 & 3 & 4 & 1/2 \\ 4 & 1/3 & 1 & 3 & 1/3 \\ 1/2 & 1/4 & 1/3 & 1 & 1/4 \\ 4 & 2 & 3 & 4 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$B1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 4 & 1/2 \\ 1/3 & 1 & 1/3 & 2 \\ 1/4 & 3 & 1 & 1/4 \\ 2 & 1/2 & 1/4 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

获得构造的判断矩阵初始值，初步实现了电气类专业人才“双创”能力从定性到定量的过度。但为了保证权重系数的有效性，还仍需进行一致性检验。再经一致性检验后，本文最终可确定出电气类专业人才“双创”能力的二级指标评价模型系数为：[0.021, 0.043, 0.014, 0.033, 0.059, 0.138, 0.064, 0.044, 0.039, 0.132, 0.081, 0.029, 0.182, 0.054, 0.015, 0.033, 0.019]，并且也可以求得电气类专业人才“双创”能力的一级指标评价模型系数为[0.111, 0.305, 0.463, 0.121]。至此，我们完成了17个二级指标，4个一级指标的电气类专业人才的“双创”能力的权重分析。

从这个结果中，我们可以发现，第三个维度综合实践和运用电气知识的能力对电气类“双创”是否能够成功具有重要作用，而表征知识层面的第二维度和第三维度在整体的“双创”能力评价中，占据76.8%的权重比例，这也进一步说明，影响“双创”能够成功的关键因素还是知识。没有知识的闷头苦干，是难以成功的。

五、结语

长期以来，电气类专业人才尤其是研究型人才的创新创业教育对于当前国家人才培养和发展都具有重要意义。本文从电气类专业人才所应具备的“双创”能力内涵出发，界定了四个维度层面，共涵盖17条的电气类专业人才“双创”能力评价指标。在此基础上，又运用层次分析法，通过专家问卷的形式，对这4大类一级指标及17条二级指标的权重进行了计算，建立了电气类专业人才的“双创”能力评价模型。结果显示，知识层面的维度对于“双创”能力尤为重要。而这个评价模型，不仅可以对于将潜在的“双创”能力显性的描述出来，实现从定性到定量的过度，更可以丰富我国电气类专业人才教育对“双创”能力教育水平的评价机制，促进“双创”能力教育考核机制的发展，为马克思主义科学人才观的电气类新工科发展做好铺垫。

参考文献：

- [1] 雷家骕. 国内外创新创业教育发展分析 [J]. 中国青年科技, 2007 (02): 26-29.
 - [2] 郝杰, 吴爱华, 侯永峰. 美国创新创业教育体系的建设与启示 [J]. 高等工程教育研究, 2016 (02): 7-12.
 - [3] 孙珂. 21世纪英国大学的创业教育 [J]. 比较教育研究, 2010, 32 (10): 67-71.
 - [4] 樊熙梦, 徐俊杰. 美国、英国、日本高校创新创业教育现状 [J]. 吉林医药学院学报, 2019, 40 (06): 434-435.
 - [5] 李娜. 印度高校科技创新创业人才培养策略探析 [J]. 复旦教育论坛, 2013, 11 (04): 75-79.
 - [6] 创新创业教育的愿景和实践: 会议特稿 [J]. 世界教育信息, 2020, 33 (04): 3.
 - [7] 刘振海, 刘允, 黄刚, 顾春雷. 新工科视域下电气类专业人才创新创业能力培养探索 [J]. 实验技术与管理, 2018, 35 (10): 181-184.
 - [8] 林珍. 科学人才观视阈下大学生创新创业能力培养研究 [D]. 北京邮电大学, 2019.
 - [9] 邱文伟. 大学生创新创业能力的培养和提升——基于学科竞赛的功能效应 [J]. 当代经济, 2015 (01): 107-109.
 - [10] 刘振海, 刘允, 黄刚, 顾春雷. 新工科视域下电气类专业人才创新创业能力培养探索 [J]. 实验技术与管理, 2018, 35 (10): 181-184.
 - [11] 刘伟. 高校创新创业教育人才培养体系构建的思考 [J]. 教育科学, 2011, 27 (05): 64-67.
 - [12] 陈源波. 大学生创新创业核心能力培养机制研究 [J]. 福建教育学院学报, 2018, 19 (01): 22-24.
 - [13] 邓雪, 李家铭, 曾浩健, 陈俊羊, 赵俊峰. 层次分析法权重计算方法分析及其应用研究 [J]. 数学的实践与认识, 2012, 42 (07): 93-100.
- 【基金】上海市“科技创新行动计划”人工智能科技支撑专项项目, 20511101600