



引用格式:申永鹏,杨存祥,王延峰.电气控制类硕士研究生应用型创新能力评价体系研究[J].郑州轻工业学院学报(社会科学版),2019,20(4):103-108.

中图分类号:G643.7 文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3729.2019.04.014

文章编号:1009-3729(2019)04-0103-06

# 电气控制类硕士研究生应用型创新能力评价体系研究

Research on evaluation system of applied innovation ability of graduate students majoring in electrical control

申永鹏, 杨存祥, 王延峰

SHEN Yongpeng, YANG Cunxiang, WANG Yanfeng

郑州轻工业大学 电气信息工程学院, 河南 郑州 450002

**摘要:**电气控制类学科具有理论与实践密切联系、学科间深度融合、软件与硬件紧密结合三个重要特征。应用型创新能力结构包括人格素养、能力构成和知识掌握三个层面。培养电气控制类硕士研究生应用型创新能力,有助于结合学科特点,更好地完成对研究生培养目标的具体要求;有助于立足地方需求,更好地促进产学研有效结合;有助于完善创新体系,助力国家中长期人才发展战略有效实施。目前,我国电气控制类硕士研究生应用型创新能力的培养存在的问题主要有:专业基础薄弱,创新基础要素存在短板;实践能力不强,学研用一体化观念淡薄;创新意识不强,缺乏必要的创新素养。从创新素养、创新能力、创新知识三个层面构建涵盖诸多二级考核指标和相应三级考核项的应用型创新能力评价体系,并进行应用检验,结果表明,该体系有助于实现对电气控制类硕士研究生应用型创新能力的定量评估,为提升电气控制类硕士研究生的培养质量提供评价系统的参考。

## 关键词:

电气控制类学科;  
应用型创新能力;  
评价体系

[收稿日期] 2019-07-25

[基金项目] 河南省高等教育教学改革研究与实践项目(2017SJGLX042Y)

[作者简介] 申永鹏(1985—),男,河南省安阳市人,郑州轻工业大学讲师,博士,主要研究方向:电动汽车动力系统控制与优化;杨存祥(1966—),男,河南省濮阳市人,郑州轻工业大学教授,博士,主要研究方向:电机与电器。

[通信作者] 王延峰(1973—),男,河南省南阳市人,郑州轻工业大学教授,电气信息工程学院院长,河南省信息化电器重点实验室主任,主要研究方向:生物信息计算、智能优化计算。

2016年,中共中央、国务院印发了《国家创新驱动发展战略纲要》,对创新驱动发展战略进行了顶层设计和系统谋划,明确了未来几十年创新驱动发展的目标、方向和重点任务,是推进创新工作的纲领性文件<sup>[1]</sup>。中共十九大提出加快建设创新型国家,强调创新是引领发展的第一动力,是建设现代化经济体系的战略支撑<sup>[2]</sup>。

教育是创新活水之源,硕士研究生教育是培养高端创新型人才的重要渠道,硕士研究生是实施创新驱动战略、建设创新型国家的生力军。应用型创新是指在国民经济各行业的产业化升级和更新中能够起到生力军的作用,从而为推动我国社会转型顺利实现做出突破性贡献的科学技术革新。教育部、国家发改委、财政部于2013年联合发布的《关于深化研究生教育改革的意见》,明确提出了以“服务需求,提高质量”为主线,以“分类推进培养模式改革、统筹构建质量保障体系为着力点”的指导思想,确立了研究生教育改革与发展的目标和方向。

评价机制是研究生教育质量保障体系的重要环节,是保障研究生创新能力培养、促进研究生创新能力持续提升、激发研究生在更广范围和更大程度上开展创新实践的助推剂。目前,我国研究生教育领域已经开展了一些关于研究生创新能力评价的研究,提出了有关研究生创新能力评价的相关指标体系,构建了相关评价模型,并有针对性地提出了研究生创新能力提升策略<sup>[3-11]</sup>。已有的研究生创新能力评价研究,通常针对硕士或博士学位授权层次,没有聚焦到某一类学科专业的培养特点,缺乏针对性和实效性。鉴于此,本文拟围绕电气控制类研究生应用型创新能力评价,在分析电气控制类学科特点与应用型创新能力结构内涵的基础之上,深入分析应用型创新能力培养的意义与现状,进而构建电气控制类硕士研究生应用型创新能力评价体系,以期与开设有电气控制类相关专业的硕士研究生培养单位进行交流。

## 一、电气控制类学科特点与其硕士研究生的应用型创新能力结构内涵

### 1. 电气工程和工程控制科学与工程学科特点

电气控制类学科特指电气工程一级学科(学科代码0808)和控制科学与工程一级学科(学科代码0811)。根据国务院学位委员会第六届学科评议组发布的《学位授予和人才培养一级学科简介》,电气工程是研究电磁现象、规律和应用的学科,共设置电机与电器、电力系统及其自动化、高电压与绝缘技术、电力电子与电力传动、电工理论与新技术5个研究方向;控制科学与工程是研究系统与控制的理论、方法、技术及其工程应用的学科,共设置控制理论与控制工程、检测技术与自动化装置、系统工程、模式识别与智能系统、导航制导与控制、生物信息学、建模仿真实理论与技术5个研究方向<sup>[12]</sup>。电气控制类学科的应用涉及工业、农业、交通运输、科技、教育、国防和人类生活的各个领域,对国民经济的发展产生了广泛的影响和巨大的作用。电气控制类学科有以下几个特点。

其一,理论与实践密切联系。一方面,电气控制类学科涉及电磁场理论、电路理论、电磁测量理论、电子理论、数学、自动控制理论、线性系统和非线性系统理论、智能控制理论、分子生物学等基础理论,具有较深的理论背景。另一方面,电气控制类学科自诞生以来一直广泛服务于国民经济的各个行业,同时还推动、引领着国民经济的发展。电气控制类学科的理论背景与应用实践相互作用,共同促进了该学科领域的发展与进步。

其二,学科间深度交叉融合。一方面,电气与控制学科两者密切融合,电气设备、装置的运行通常离不开控制理论与控制方法的支撑,而电气设备、装置往往是控制理论与控制方法的重要作用对象,两者缺一不可。另一方面,电气控制学科与数学、计算机科学与技术、信息与通信工程、仪器科学与技术、系统科学、生物学、交通运输工程等学科相互渗透、交叉,为相关理

论、技术的发展提供了新的视角,开辟了新的研究领域。

其三,软件与硬件紧密结合。一方面,得益于计算机技术的发展,电气控制领域数字化趋势明显,电气及其相关控制系统的实施通常采用软件方式实现,并作用于硬件载体,软件与硬件结合特征明显。另一方面,电气控制学科通常采用软件仿真方式,通过建立作用对象和控制系统的数学模型对相关电气装置、理论算法进行仿真验证,针对所暴露的问题进行修改、调整,而后再开展实验研究,体现了软件与硬件紧密结合的特点。

## 2. 电气控制类硕士研究生应用型创新能力的结构及其内涵

结合电气控制类学科特点,从人格素养、能力构成、知识掌握三个层面,对该学科硕士研究生应用型创新能力的结构及其内涵作如下分析。

从人格素养层面来看,应用型创新人才应具备以下能力:①具有开拓精神、不循规蹈矩,勇于冒险,敢于接受学习中的挑战;②超强的学习毅力,不轻言放弃;③信息获取、交流沟通能力强;④自信心强,保持积极心态;⑤责任心强;⑥好奇心强,善于探索发现;⑦做事有魄力,敢于决断;⑧演绎能力强,善于理论联系实际;⑨具有较强的感染力,善于传播正能量;⑩具有发散思维能力<sup>[13]</sup>。

从能力构成层面来看,应用型创新人才应具备以下能力:①理论与实践相结合的能力,善于将理论知识与工程实践紧密结合,以实践检验理论,以理论提升实践;②信息获取与归纳演绎能力,善于从互联网、图书馆等渠道获取海量信息,并根据需求进行归纳演绎;③逻辑分析能力,善于对事物进行观察、比较、分析、综合、抽象、概括、判断、推理;④敏锐的洞察力与提出问题的能力;⑤人际交往、适应社会、组织协调能力。

从知识掌握层面来看,应用型创新人才应具备以下能力:①熟练运用计算机办公软件、工具的能力;②中外文语言、文字表达能力;③熟

练掌握基础数学、物理、化学知识的能力;④熟练运用一门计算机编程语言的能力;⑤熟练运用一门嵌入式编程语言的能力;⑥熟练运用一种建模工具的能力;⑦电路分析与开发的能力;⑧控制系统开发与调试的能力;⑨撰写学术论文、技术报告的能力;⑩演示文档、学术/技术汇报的能力。

## 二、电气控制类硕士研究生应用型创新能力培养的意义与现状

### 1. 应用型创新能力培养的意义

相对于研究型的原始创新,应用型创新具有以下特征:一是创新成果可直接转化为生产力;二是目标导向明确,投入—产出比高;三是对创新人才基础理论要求较宽。结合应用型创新的上述特征,电气控制类研究生应用型创新能力培养的意义主要体现在以下三个方面。

其一,可结合学科特点,更好地完成研究生对培养目标的具体要求。《中华人民共和国高等教育法》中明确提出,硕士研究生教育应当使学生掌握本学科坚实的基础理论、系统的专业知识,掌握相应的技能、方法和相关知识,具有从事本学科实际工作和科学研究工作的能力<sup>[6]</sup>。应用既是电气控制类学科的落脚点,也是相应学科知识的载体;应用型创新既是检验知识掌握程度的手段,也是促进研究生培养目标实现的有效方法。

其二,是立足地方需求,更好地促进产学研结合的有效手段。服务地方经济建设是研究生培养不可推卸的责任,应用型创新能力具备其研发成果能在较短时间内实现生产力转化的潜质,能够实现科研、教学、生产在功能与资源优势上的协同与集成化,进而以较高效率实现技术创新上、中、下游的有机耦合。提升电气控制类硕士研究生应用型创新能力,能够更有针对性地结合地方产业发展需求,更高质量地服务地方经济建设。

其三,完善创新体系,助力国家中长期人才发展战略的实施。《国家中长期人才发展规划

纲要(2010—2020年)》提出“服务发展、人才优先、以用为本、创新机制、高端引领、整体开发”的人才发展指导方针,应用型创新能力的培养是完善现有创新体系,助力国家中长期人才发展战略实施在研究生教育领域的具体实践。

## 2. 电气控制类硕士研究生应用型创新能力培养现状

其一,专业基础薄弱,创新基础要素存在短板。专业知识是创新的基础要素之一,电气控制类本科生课程难度大、科目多。受限于本科阶段培养水平,相当比例的电气控制类硕士研究生专业基础知识薄弱,缺乏开展创新的基础要素,难以在硕士研究生培养期间开展有效的创新实践。

其二,实践能力不强,学研用一体化观念淡薄。受传统应试教育的影响,相当比例的电气控制类硕士研究生实践操作能力不强,完全依照高中甚至小学阶段的学习思路,寄希望于老师的课堂讲解、消化教材的按部就班,擅长于纸上谈兵,不习惯开展具体的实验操作,难以在实践中检验理论、推动理论发展。

其三,创新意识不强,必要的创新素养缺乏。受家庭、社会多方面的综合影响,受限于硕士研究生的生源质量,研究生在学习热情、责任心、逻辑思维能力方面存在一定欠缺,创新意识不强,拿个文凭、找份好工作的功利意识较为普遍,极大地限制了其创新能力的培养。

## 三、电气控制类硕士研究生应用型创新能力评价体系构建

基于符合专业特征、应用型创新导向、可实现易操作、定性与定量相结合的基本原则,从素养创新、能力创新、知识创新三个层面出发,笔者构建了涵盖23个二级考核指标、43个三级考核项的电气控制类硕士研究生应用型创新能力评价体系,见表1。

如表1所示,创新素养层面采用主观评价方式,由导师评价、课题组内评价、同学互评三个部分构成,每个评价点满分均为100分,多人

参与评价的取其平均分,按相应的权重构成二级指标评分,各二级指标评分根据相应权重构成创新素养评分,即

$$Q_1 = \sum_{i=1}^N \gamma_i \times \sum_{j=1}^T \bar{\varphi}_n \times \lambda_n \quad (1)$$

其中, $\gamma_i$ 为各二级指标权重值, $N$ 为二级指标个数, $\bar{\varphi}_n$ 为各评价主体平均分, $T$ 为评价环节数量,这里 $T=3$ , $\lambda_n$ 为各评价环节权重。

创新能力方面采用主观评价与客观评价相结合的综合评价方式,各评价点、观测点满分均为100分,主观评价实施主体由导师、专家、同学等多方构成,取其平均分作为参评分数;客观评价单纯涉及数量的,以参评数量除以该项最高数量后乘以100%作为实际参评分数,即

$$Q_{2xy} = \frac{q_{2xyz}}{q_{2xyzmax}} \times 100\% \quad (2)$$

其中, $q_{2xyzmax}$ 表示某一具体观测点的最高数量。客观评价涉及级别的,可根据具体情况确定分数值,如国家级100分、省部级80分、市级70分、校级60分。同时涉及不同数量以及不同等级的,由数量乘以等级后再根据总体情况确定最终分数,即

$$Q_{2xy} = \frac{\sum_{i=1}^C \eta_i p_{2xyz}}{\max(\sum_{i=1}^C \eta_i p_{2xyz})} \times 100\% \quad (3)$$

其中, $\eta_i$ 为数量, $C$ 为参评总类别, $p_{2xyz}$ 为相应的级别分。

创新知识方面采用主观评价方式,评价实施主体为导师,每个评价指标满分100分,分为突出、优秀、良好、中等、差、很差6个级别,每个等级对应定量满分占比,最终得分为各二级指标的加权和,即

$$Q_3 = \sum_{i=1}^N \beta_i \times \gamma_i \quad (4)$$

其中, $N$ 为二级指标数量,这里 $N=8$ , $\beta_i$ 为各二级指标权重, $\gamma_i$ 为实际评价得分。

最终定量得分为各创新层次的加权和,即

$$Q = \sum_{i=1}^3 Q_i \times \alpha_i \quad (5)$$

表1 电气控制类硕士研究生应用型创新能力评价体系

一级指标	二级指标	评价方式、观测点					
1. 创新素养 (40%)	1.1 开拓精神,敢于接受学习科研中的挑战(10%)	导师评价(50%)	课题组内评价(30%)	同学互评(20%)			
	1.2 学习毅力,面对困难问题不轻言放弃(10%)	导师评价(50%)	课题组内评价(30%)	同学互评(20%)			
	1.3 交流沟通,善于沟通、交流、讨论(10%)	导师评价(50%)	课题组内评价(30%)	同学互评(20%)			
	1.4 心态积极,自信而又不自负(10%)	导师评价(50%)	课题组内评价(30%)	同学互评(20%)			
	1.5 责任心,不推诿、不阳奉阴违(10%)	导师评价(50%)	课题组内评价(30%)	同学互评(20%)			
	1.6 探索精神,善于发现问题并解决问题(10%)	导师评价(50%)	课题组内评价(30%)	同学互评(20%)			
	1.7 果敢决断,不优柔寡断、拖泥带水(10%)	导师评价(50%)	课题组内评价(30%)	同学互评(20%)			
	1.8 演绎推理,理论联系实际(10%)	导师评价(50%)	课题组内评价(30%)	同学互评(20%)			
	1.9 感染力,善于传播正能量(10%)	导师评价(50%)	课题组内评价(30%)	同学互评(20%)			
	1.10 发散思维,举一反三(10%)	导师评价(50%)	课题组内评价(30%)	同学互评(20%)			
2. 创新能力 (30%)	2.1 实践创新能力(30%)	2.1.1 创新应用(50%)	创新设备、装置内部评价(50%) 创新设备、装置外部评价(50%)				
		2.1.2 学科竞赛(30%)	参与科技创新竞赛次数(30%) 参与科技创新竞赛级别(20%) 科技创新竞赛获奖情况(50%)				
		2.1.3 社会实践(20%)	参与社会实践次数(30%) 参与社会实践的级别(20%) 社会实践报告的获奖情况(50%)				
	2.2 知识创新能力(20%)	2.2.1 学术论文(60%)	发表论文数(30%) 发表论文所在期刊级别(40%) 作者署名次序(30%)				
		2.2.2 科研项目(40%)	参与项目(课题)数(30%) 参与项目(课题)的级别(40%) 项目(课题)报告贡献排名(30%)				
	2.3 学术交流能力(15%)	2.3.1 学术会议(100%)	参与学术会议次数(30%) 参与学术会议级别(40%) 大会报告/分会报告/张贴(30%)				
	2.4 组织协调能力(15%)	2.4.1 项目管理经验(50%)	项目等级评价(50%) 项目管理角色(50%)				
		2.4.2 主观评价(50%)	导师评价(50%) 课题组评价(50%)				
	2.5 基础创新能力(20%)	2.5.1 资料查阅(20%)	阅读期刊数(50%) 阅读报告(50%)				
		2.5.2 课程成绩(80%)	专业基础课成绩(50%) 专业选修课成绩(50%)				
3. 创新知识 (30%)	3.1 常用办公软件、工具的使用(12.5%)	突出(95%)	优秀(90%)	良好(85%)	中等(70%)	差(60%)	很差(0%)
	3.2 中外文语言、文字表达能力(12.5%)	突出(95%)	优秀(90%)	良好(85%)	中等(70%)	差(60%)	很差(0%)
	3.3 基础物理、数学知识的掌握(12.5%)	突出(95%)	优秀(90%)	良好(85%)	中等(70%)	差(60%)	很差(0%)
	3.4 计算机编程/嵌入式编程能力(12.5%)	突出(95%)	优秀(90%)	良好(85%)	中等(70%)	差(60%)	很差(0%)
	3.5 电路分析与设计能力(12.5%)	突出(95%)	优秀(90%)	良好(85%)	中等(70%)	差(60%)	很差(0%)
	3.6 建模与分析工具的掌握(12.5%)	突出(95%)	优秀(90%)	良好(85%)	中等(70%)	差(60%)	很差(0%)
	3.7 控制系统开发与调试能力(12.5%)	突出(95%)	优秀(90%)	良好(85%)	中等(70%)	差(60%)	很差(0%)
	3.8 撰写学术论文、技术报告、演示文档能力(12.5%)	突出(95%)	优秀(90%)	良好(85%)	中等(70%)	差(60%)	很差(0%)

## 四、应用情况与效果

以上述所提出的包含素养、能力、知识三个层面,涵盖23个二级考核指标、43个三级考核项的应用型创新能力评价体系为依托,开发电气控制类硕士研究生应用型创新能力评估系统,并在校电气工程和控制科学与工程两个一级学科多个年级学生中进行了试应用,其效果明显。

其一,有效促进了在读研究生有针对性地开展科研工作。电气控制类硕士研究生应用型创新能力评价体系涵盖了23个二级考核指标、43个三级考核项,各指标清晰、具体,创新导向明确,有效促进了在读研究生有针对性地开展科研工作。

其二,有效促进了电气控制类硕士研究生创新能力的提升。在电气控制类硕士研究生应用型创新能力评价体系的引导下,在读研究生参与科研的积极性明显增强,发表高水平学术论文、在高层次学科竞赛项目中获奖、开发创新设备/装置的数量大幅增加,创新能力得到了有效提升。

其三,为奖助评定提供了定量数据支撑。电气控制类硕士研究生应用型创新能力评价体系从素养、能力、知识三个层面给出了所评价硕士研究生的定量创新得分,为研究生国家奖学金、学业奖学金、创新创业奖学金等奖助项目的评定提供了定量数据支撑,有助于客观、公正地开展奖助评定。

## 五、结论

创新是民族进步的灵魂,是国家走向强大的必由之路。研究生培养是为国家输送高质量创新型人才的重要途径,针对电气控制类硕士研究生应用型创新能力的培养,在分析电气控制类学科特点以及应用型创新能力结构内涵的基础上,从创新素养、创新能力、创新知识三个方面构建的涵盖23个二级考核指标、43个三级考核项的应用型创新能力评价体系,可实现对电气控制类硕士研究生应用型创新能力的定

量评估,为提升电气控制类硕士研究生的培养质量初步确立了有效的指标评价体系。

## 参考文献:

- [1] 中共中央 国务院印发《国家创新驱动发展战略纲要》[EB/OL]. (2016-05-19)[2019-06-21]. [http://www.gov.cn/zhengce/2016-05/19/content\\_5074812.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2016-05/19/content_5074812.htm).
- [2] 习近平在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[EB/OL]. (2017-10-27)[2019-06-21]. [http://www.china.com.cn/19da/2017-10/27/content\\_41805113\\_7.htm](http://www.china.com.cn/19da/2017-10/27/content_41805113_7.htm).
- [3] 魏江,李拓宇,赵雨菡.创新驱动发展的总体格局、现实困境与政策走向[J].中国软科学,2015(5):21.
- [4] 田维波,张远英,张萍.基于研究生创新能力培养的学位评价体系及其改进[J].学位与研究生教育,2009(6):46.
- [5] 申静波,吕洪艳,杜娟,等.基于学生视角的研究生创新能力评价指标体系研究[J].扬州大学学报(高教研究版),2017(3):41.
- [6] 嵇英华.基于科研平台的研究生科研创新能力评价指标研究[J].中国电力教育,2013(22):26.
- [7] 陈新忠,李忠云,胡瑞.研究生创新能力评价的三个基本问题[J].成才之路,2015(32):10.
- [8] 金立,史建君,张晓波,等.理工科研究生科研创新能力评价指标体系的构建及应用[J].浙江理工大学学报(自然科学版),2013(3):419.
- [9] 徐吉洪,郭石明,洪滔,等.多学科视阈下研究生创新能力评价指标体系的构建[J].研究生教育研究,2016(3):67.
- [10] 吕巍.高校硕士研究生创新能力评价研究[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2010.
- [11] 刘雷,詹一虹,黄英辉.基于物元可拓的研究生创新能力评价研究[J].贵州财经大学学报,2018(2):54.
- [12] 国务院学位委员会第六届学科评议组.学位授予和人才培养一级学科简介[M].北京:高等教育出版社,2013:147-149.
- [13] 王瑞飞,陈劲,李飞宇.关于研究生创新素质和能力的调查[J].学位与研究生教育,2001(5):27.