

继电保护实验教学的改进与探索

谢路生 林育兹 黄元庆

摘要 :探讨了自主创新综合实验方案,加强了识图能力和动手能力训练,改进了实验内容、教学方法、成绩构成等继电保护实验教学环节。有利于激发学生的学习激情,充分发挥学生的主观能动性和参与积极性,提高学生的实践创新能力和解决问题的能力,取得了良好的教学效果。

关键词 :继电保护 ;实验教学 ;改进 ;实践创新

作者简介 :谢路生(1977-),男,福建龙岩人,厦门大学机电工程系,工程师;林育兹(1959-),男,福建泉州人,厦门大学机电工程系,高级工程师。(福建 厦门 361005)

基金项目 :本文系厦门大学新世纪高等教育教学改革工程立项项目的研究成果。

中图分类号 :G642.423

文献标识码 :A

文章编号 :1007-0079(2013)29-0093-02

提高学生的实践能力和创新能力,既是经济社会发展对人才素质的要求,也是学生自我发展和增强就业竞争力的现实需要。从总体上看,我国创新教育和实践课程体系还有待提升。“继电保护原理”是实践性很强的课程,既要了解电力系统继电保护的基本原理,又要掌握各种基本继电器的分析和整定原则,传统的实验教学不能充分体现该课程的内涵。^[1-3]因此,需改进“继电保护原理”实践教学的手段和方法,提高继电保护实验的教学效果。

一、目前存在的问题

目前继电保护实验教学主要存在以下问题:^[4,5]一是继电保护课程的实验学时偏少。一般实验学时只有4~8学时,难以完成必要的实验内容。二是传统保护实验内容偏简、偏少,普遍仅开设几个验证实验项目,难以达到教学要求。三是部分硬件条件不足,实验内容与生产实际差距较大。为此,从以下方面对继电保护实验教学进行改进,以提高学生的实践创新能力。

二、改进继电保护实验教学的措施

1.探索学生自主创新实验方案

从先进性和设计性出发,继电保护实验教学内容应以多种继电器特性和保护电路来配合实验。前者是对各种继电器特性的认识,后者则可加深理解器件功能和继电保护的原理与应用。为此,课题组在实验装置中引入了组合型综合性实验设计。在各种常规继电器特性实验的基础上,开设了单辐射式输电线路三段式电流保护实验、过流保护与三相自动重合闸装置(后加速)综合实验、三段距离保护和电力变压器保护等综合保护实验。在教学形式上,一是让学生根据实验方案,自己动手设定保护定值、改变电网运行方式以及调整参数,掌握一般的实验技能;二是让学生自行设计实验方案和动手实验,提高实践能力;三是积极开展开放性实验活动,提高学生的实践创新能力。实践表明,这种方式能够激发学生的学习激情,更好地发挥学生的主观能动性和参与积极性,动手能力得到了锻炼,解决实际问题的能力得到了提高,也有利于学生加深掌握专业内容。^[6]

2.加强理论联系实际,整体优化实验内容

优化实验内容是改进实验教学的重要环节。过去,实验的重点主要放在理论的验证及实验技能的练习上,学生对实验内

容和实验要求理解不透彻,对实验过程也不太理解,影响了学生的实验效果。因此,课题组首先从实验大纲入手,加强理论和实践的联系,在实验过程中把继电器、互感器、调压器等实物与书本符号紧密结合,把解决问题与原理分析相结合,有利于学生更好地理解理论和实验的联系。

根据“继电保护原理”课程的特点,课题组灵活调整了实验课的重心,采取了不同的实验方法,从总体上进行优化,把实验内容分为三类:基础性实验、设计性实验和综合研究实验。在实验内容上由简到难,由浅入深,循序渐进,逐步培养学生的实践能力和综合能力,实现了从“基本实验、加强实验到提升实验”的依次递进,对培养基础扎实、实践能力强、有创新精神的专业合格人才起到了重要作用。

3.加强动手能力和识图能力的训练

根据本课程的改革方案,一方面对常规验证性实验内容进行整合,包括电流继电器实验、时间继电器实验、信号继电器实验、中间继电器实验等;另一方面让学生自行设计综合性实验。如线路过流保护实验、单辐射式输电线路三段式电流保护实验、过流保护与三相自动重合闸装置(后加速)综合实验等。同时,还可以加大实验室的开放力度,让有兴趣的学生进行开发研究。通过实验教学改革与实验室开放,增强了学生的实际操作能力,也锻炼了学生独立分析问题和解决问题的能力。

实验结束后,根据继电器的动作值、返回值,如果返回系数不符合要求,要求学生掌握返回系数的调整方法。例如调整舌片的起始角和终止角、变更舌片两端的弯曲程度以改变舌片与磁极间的距离、适当调整触点压力等。

在“继电保护原理”实验上,识图能力是实验环节中很重要的内容。学生既要能看懂继电保护原理图,也要能看懂展开图。例如在线路过流保护实验中,让学生对照实物阅读保护二次展开图,分析保护的動作过程,然后通过实验来验证结果。这样可充分锻炼、提高学生的识图能力,为将来参加工作打下良好基础。

图1为10kV线路的过电流保护原理电路图。它主要用于表示继电保护和自动装置的工作原理与构成这套装置所需要的设备,可作为二次回路设计的原始依据。但原理图未画出各元件的

内部接线,直流电源仅标明极性,信号部分也不能表示接线关系。因此需要二次展开图配合才能进行二次回路的施工。

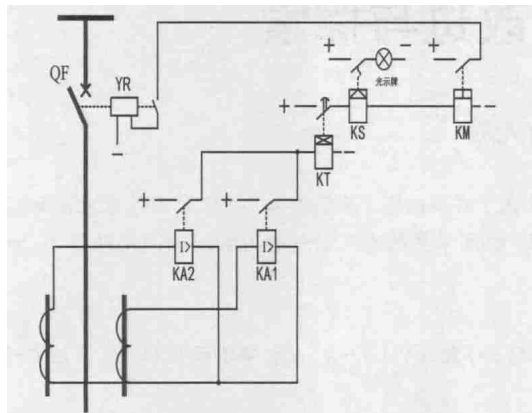


图1 10kV线路的过电流保护原理电路图

图2是根据图1绘制的二次展开接线图。图2左侧是保护回路展开图,右侧是示意图。从图2可以看出,展开接线图由交流电流回路、直流操作回路和信号回路三部分组成。交流电流回路由电流互感器TA的二次绕组供电,电流互感器又装在A、C两相上,其二次绕组各接入一个电流继电器线圈,然后用一根公共线引回构成不完全星形接线。在直流操作回路中,画在两侧的竖线表示正、负电源;横线方向,上面两行是时间继电器启动回路,第三行是信号继电器和中间继电器启动回路,第四行是信号指示回路,第五行是跳闸回路。懂得电气原理图和展开图,是电气实验和设计的基础。

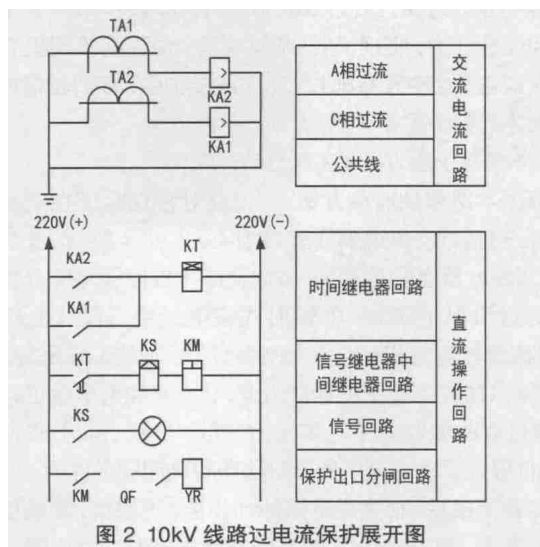


图2 10kV线路过电流保护展开图

4. 尝试模块教学法

尝试借鉴西方的“模块”(MU)教学法。^[7]“模块”教学法是学习任务或工作任务的总称,从教学角度理解即将一门课程的知识点分割成若干单元,每个单元为一个工作任务。学生首先必须掌握这个单元的基本理论和基础知识,然后将其扩展到应用中,完成一项具体任务,这样的单元称为模块。^[8]继保实验“模块”一般过程如下:明确实验工作任务—制定计划—教师指导—自我实验—实验总结。在制定计划中,要求学生自主完成实验方案的制定;在自我实验环节,要求学生要善于思考,培养独立解决问题的能力;在实验总结中,不拘泥于成功的经验,允许分析不成功的原因,不看重实验结果,而是看重实验过程。正

是这种模块教学,在一定程度上打破了传统实验方法的禁锢,促进了学生的思考和创新。

5. 改进成绩构成,重视教学反馈

注重综合评定成绩教学反馈是重要的教学环节。通过该环节,教师不但可以评定学生的平时成绩,而且可以随时掌握学生的学习情况,及时修正教学方案。同时还有助于教师改进教学方法,提升自身专业水平。教学反馈的形式主要有课堂提问、讨论、课下答疑、实验报告等。成绩是学生非常关心的问题,在大力提倡素质教育的今天,大学生的各科成绩不能由一次期终考试来决定。因此,把过去比较单一的成绩评定改为由出勤情况、平时的实验报告和期末考试成绩构成。总成绩=考勤(10%)+实验报告(30%)+期末考试(60%)。随机抽查四个班级共193人的成绩分布统计结果如表1所示。图3是统计结果的柱状图。

表1 成绩分布统计表

分数段	1	2	3
	95分以上	23人	112人
人数	11.92%	58.03%	7.25%
占总数百分比			

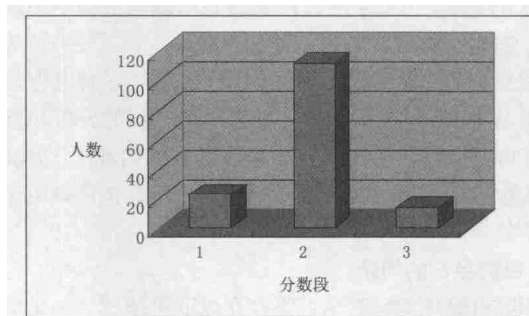


图3 成绩分布柱状图

从表1和图3可以看出,改进后的成绩评定方法符合正态分布规律,基本反映了学生对该课程的综合掌握能力。

三、实验教学效果

经过多年的教学改革实践和探索,“继电保护原理”的实验教学效果明显提升。首先,通过实验教学改进,学生不但掌握了现有的实验项目,而且在此基础上自主创新了实验方案。课题组引导学生认真思考如何将所学的各种继电保护、监控回路、自动重合闸装置等内容进行科学组合。学生通过自主设计构建综合性实验电路进一步提高了实验技能训练,提高了学生理论联系实际的能力。通过综合性设计实验,启迪了学生的创新思维,提高了学生对实验的兴趣,进而提高了继电保护课程的教学质量。其次,改进教学方法在一定程度上打破了传统实验方法的束缚,促进了学生思考和创新,促使学生提高了独立工程实践能力。最后,学生的学习激情得到了激发。学生积极主动参加课题组开设的开放性、创新性实验活动,通过在教学实验台上进行设计和操作,动手能力得到了进一步锻炼,发现问题、分析问题、解决问题的能力得到了进一步提高。

四、结论

通过坚持“重理论,强实践”的教学模式,课题组积极探索研究了新的实验模式,使实验内容更好地适应现代技术发展的要求。同时注重本课程实践教学环节的识图能力、工程实践能力和独立创新能力的锻炼。在今后的教学实践中,还要进一步

(下转第96页)

今后出现遇到问题就束手无策的局面。实践教学中的问题有主观的也有客观的,首先,要杜绝学生不经思考就向教师求援的惰性思想。^[3]指导教师应对实践环节的理论基础进行讲解,这是学生进行故障分析的基础。其次,教师要引导学生思考解决故障的多种思路,明确其利弊,并指导学生动手排故,而不是由教师直接告诉学生故障点所在。有时也可由教师故意设立故障点,让学生去分析,动手排除故障,以提高其今后在岗位中解决实际问题的能力。

而对于实验、实习中损坏的器件、导线、仪器可以收集起来,作为电工电子实习维修训练的材料来源。例如每年的电工电子实践教学都会有大量的导线被拉断、损坏,而这些导线都价值不菲,将其丢弃非常可惜。若将这些导线用于电工电子实习中,让学生作为练习焊接的素材,既节约了实验室的经费开支,让学生在教师的指导下进行一些简单的实验室维护,又让学生练习了焊接技巧,相较于在焊接练习板上练习,这种焊接训练更加符合今后工作的工程实际。

4. 尝试采用“微课”的形式开展电工电子常用仿真软件教学

Multisim、Proteus、Protel等仿真软件一直以来都是电工电子实践教学中的重要一环,其现代化教学手段在电工电子实践中得到了广泛应用。但由于课时不足,尤其是卓越工程师试点专业需要学生有一年到半年的时间进行工程实践,理论课的课时都要适当压缩,所以根本不可能有专门的时间开设这些工具软件的教学,基本要靠学生自学。随着微博、微信、微电影的兴起,触屏手机、平板电脑等移动终端日益普及,让随时随地学习成为可能,微课在这种背景下作为一种新的教学手段,也在逐渐被大众所接受,其时间短、内容精、容量小,非常适合想快速入门这些工具软件的学生。录制微课时,只将软件经常用到的功能、自学难以理解的难点以及几个案例教学等精彩片段录制成10~15分钟,50M左右大小的简短视频,方便学生随时随地通过手机、网络下载或点播,为学生提供碎片化、移动化的学习新体验。本项目以电子工艺实习中要用到的Protel DXP软件为例,以微课的方式让学生通过总时长为2小时左右的课程快速掌握此软件的用法,能够独立设计出小型PCB。

三、实践教学中考核方式的改革

1. 细化实践课成绩的评定方法

对学生的评价往往会出现理论和实践操作方面的两极分化,因此在教学中必须考虑到对学生更多方面、多层次的评价。

应该从理论知识、技能操作、工作态度、创新能力等方面对学生进行评价。理论知识包括电路原理、理论计算和故障分析的书面完成情况;技能操作包括每个项目在规定时间内完成的工艺、是否通电成功和回答问题;工作态度包括学生的出勤、实训中的纪律、是否帮助同学、是否节约材料等;创新能力包括学生是否能独立思考,以及能否向教师提出富有创新的想法。

2. 量化操作指标,注重电工技能考核

严格的电工电子技能考核是保障电工电子实习教学质量的重要环节。每个课题在学生进行完毕后,都要按照电工技能等级的标准进行量化考核,这样学生在近期达标欲望的驱动下,实习的能动性和主动性会显著提高。^[4]学生每做一步都有明确的学习目标,例如接线不牢固、通电短路、烧毁芯片、布线不美观、焊点虚焊等都要根据量化指标不同程度的扣分,经过对学生严格的考核,一方面促使学生的操作技能得到提高,另一方面教师也可以通过考核结果总结出实践教学过程中存在的不足,为进一步改进教学、提高学生的工程实践能力提供有力依据。

四、结论

在广东石油化工学院电工电子实验教学中心的实际教学过程中,对电气专业卓越班学生进行教学改革试点,教学效果表明电类基础课程实践教学环节的一系列改革措施促使学生在学习过程中发挥了主体作用,提高了综合分析能力和创新能力。2012级电气卓越班学生有80%参加了课外创新实践活动,学生学习和主动性有了很大提高,为今后专业课程的学习和工程能力的培养打下了良好基础。因此本教学改革的成果将进一步向广东石油化工学院其他专业推广。

参考文献:

- [1] 林健. 工程师的分类与工程人才培养[J]. 清华大学教育研究, 2010,31(1):51-60.
- [2] 刘建强. 德国应用科学大学模式对实施卓越工程师培养计划的启示[J]. 中国高教研究, 2010,(6):50-52.
- [3] 张生成. 浅谈电工专业的技能实践教学[J]. 科技信息, 2008,(4):242-243.
- [4] 薛毓强, 李少纲. 高校电类专业电工基本操作技能实训方法的思考[J]. 中国电力教育, 2010,(3):141-142.

(责任编辑:孙晴)

(上接第94页)

培养学生严谨的科学态度,使其掌握科学的研究方法和解决工程实际问题的能力。

参考文献:

- [1] 武晓朦. 电力系统继电保护实验教学探析[J]. 高校实验室工作研究, 2007,(3).
- [2] 李佑光, 林东. 电力系统继电保护原理及新技术[M]. 北京: 科技出版社, 2003.
- [3] 陈达银. 创新实验室建设中的几个问题的探讨[J]. 实验技术与管理, 2005,22(1):9-12.

[4] 梁志坚, 王辑祥, 等. 对改进继电保护实验教学环节的思考[J]. 中国电力教育, 2008,(3).

[5] 何瑞文, 陈少华. 关于现代电力系统的继电保护课程教学改革与建设[J]. 电气电子教学学报, 2004,26(3):21-22.

[6] 张慧媛, 李淑英. 电力系统继电保护实验教学改革与实践[J]. 实验室研究与探索, 1998,(4).

[7] 姜大源, 吴全全. 当代德国职业教育主流教学思想研究——理论、实践与创新[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.

[8] 黄淑芳. 浅谈模块教学法在物理实验教学中应用[J]. 大学物理实验, 2002,1(15):78-80.

(责任编辑:孙晴)