

# 基于培养学生能力为目标的实验教学研究与实践 ——以电气传动课程设计为例

张 婷 刘瑞静 吴美杰  
(北京理工大学自动化学院 北京 100081)

**摘 要:** 为了提高学生的创新应用能力,强化学生的实践操作能力,基于培养学生能力的目标为出发点,以工程教育认证为契机,进行实验教学研究,从课程设计的教学目标、教学内容、教学方法和课程考核等方面进行详细阐述,研究与实践如何以学生能力为目标切实有效地改革课程的教学模式。

**关键词:** 实验教学;以学生为中心;教学方法;电气传动

## Research and practice of experimental teaching based on the cultivation of students' ability —A case study of electrical drive course design

Ting Zhang, Ruijing Liu, Meijie Wu  
(School of Automation, Beijing institute of technology, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Based on the target of cultivating students' ability, take the engineering education certification as an opportunity to carry out experimental teaching research, In order to improve the students' ability of innovation and application, and strengthen the students' practice ability. Based on the teaching goals, teaching contents, teaching methods and evaluation of course design, elaborate in details to research and practice that how to effectively reform course teaching mode aiming at students' abilities.

**Key Words:** experimental teaching; student-centered; teaching method; electrical drive

### 引言

实验教学是实现创新人才目标和素质教育的主要教学环节,是实施科学素质教育的重要途径。实验教学是课堂理论教学的延伸、强化与补充,通过实验教学,培养学生的研究能力、实践操作能力、

团队沟通与协作能力、实际项目的管理能力,《电气传动课程设计》是电气工程及其自动化的一门专业课程,是综合性实验。本课程主要内容是设计与调试典型的转速、电流双闭环直流调速系统,合理、科学地开展实验课程的教学,可帮助学生将理论知识在实践环节中加以综合运用并得到进一步巩固和提高。

---

联系人:刘瑞静.第一作者:张婷(1970—),性别:女,学位:博士,职称:高级实验师。本文系“2017年教育部高等学校电气类专业委员会教育教学改革研究课题”成果。

## 1 根据毕业要求指标点构建培养学生能力的课程目标

近年来,中国的高等教育事业得到了长足的发展,为各行业提供了各级各类人才,在人才全球化的今天,各国之间的专业资格互认也显得至关重要。基于此背景,根据《工程教育认证》中的电气工程及其自动化专业本科生培养目标及毕业要求指标点,结合课程的教学目标,学生的学习特点,构建以培养学生能力为中心的实验教学目标,充分调动学生学习的主动性和积极性,该课程设计毕业要求指标点与课程目标对应关系如表 1 所示,课程培养目标如下:

(1) 培养学生设计能力。根据课程设计任务

书,按照工程设计方法设计转速、电流双闭环直流调速系统,实现系统稳态无静差、起动性能良好、具有抗干扰性能。

(2) 培养学生检测与调试能力。掌握双闭环直流调速系统中给定、控制、驱动、检测反馈各环节和整个系统的调试方法。

(3) 总结参数变化对系统性能影响的规律,培养学生实验数据的分析与处理能力,培养分析问题、解决问题的能力。

(4) 培养学生对系统方案设计过程中遇到的特殊问题进行深入交流和探讨的能力。

(5) 通过小组任务分工,培养学生团队协作能力和项目管理能力。

(6) 培养学生撰写专业技术实验报告的能力。

表 1 毕业要求指标点与课程目标对应关系

Table 1 Correspondence between curriculum objectives and graduation requirements

毕业要求指标点	课 程 目 标
1. 能够根据实验目的确定需要的数据,并能够通过合适的手段收集数据。	(1)、(2)
2. 能够理解一个多角色团队中每个角色的作用,并能在团队中做好自己承担的角色。	(4)、(5)
3. 能与团队其它成员有效沟通、听取反馈,综合团队成员的意见,并进行合理决策。	(4)、(5)
4. 促进团队建设,组织团队开展工作。	(1)、(3)、(4)、(5)
5. 能够针对复杂工程问题通过口头或书面方式表达自己的想法。	(4)、(6)
6. 在多学科工程实践中,具有项目管理的基本能力。	(1)、(5)

## 2 优化实验教学内容,科学组织实施方案

结合人才培养目标与课程教学要求,实验项目要符合基本课程教学要求,同时要能结合知识的实际应用,与工程实践项目接轨,为学生实际工作打好基础。在实验教学内容的选择上以能力培养为目标,注重理论与实践的结合,我院开设的《电气传动课程设计》的设计内容及指标要求为:针对现有平台,设计内环为电流环、外环为转速环的双闭环结构调节器的直流调速系统。受控对象为直流电动机-发电机组,控制系统操作台为 DS-III 型电气控制系统综合实验台。稳态指标为无静差;动态指标要求,在启动时电流超调小于 5%;空载启动到额定转速时的转速超调量小于 10%;并且系统具有良好的抗干扰性能。

在设计开始时,由指导教师向学生下达课程

设计任务,任务规定了设计题目及技术要求,指出要解决的主要问题和应完成的设计任务等。在课程设计期间,指导教师按时到实验室进行指导,主要任务为检查学生每阶段内容完成情况、实验操作讲解、指导答疑并对下一步需要完成的内容进行布置。课程设计实践学时为 16 学时,教学任务分配如表 2 所示。

## 3 实施以培养学生能力为目标的多元化实验教学过程

由于《电气传动课程设计》的理论性和实践性都非常强,课程设计的教学难度较大,学生理解和接受知识困难多,不能很好地掌握和进行实际系统的设计,因此,结合实际教学情况及实验要求,从培养学生能力的角度出发,达到学以致用解决实际问题的目的。在实验课程教学过程中我们主要

表 2 教学任务分配表  
Table2 Teaching task assignment table

学时	实 验 内 容	作 业
3 学时	课程设计总体概述；认识控制系统实验台；掌握课程设计任务书；注意事项；小组分组和任务分工。测试开环机械特性。	估算电机参数，设计测试参数步骤，机械特性仿真，撰写电气传动技术读书笔记。
2 学时	测试系统的总电阻、电枢电阻、平波电抗的电阻和电源电阻；测试电机的飞轮力矩、空载功率、电磁时间常数和机电时间常数；测试电流反馈系数、转速反馈系数和整流放大倍数。	根据测试的参数，运用工程设计法进行转速环和电流环的设计，并在仿真平台上进行仿真调试。
4 学时	测试调节器的比例、积分、限幅等功能；测试转速反馈和电流反馈信号的极性；调试内环电流环，使系统在启动时，电流超调低于 10%；系统在静态时稳定。	根据实际电流环测试的结果，重新进行转速环和电流环的设计。
4 学时	调试双闭环，使系统在启动时，转速超调低于 10%，电流超调低于 5%；系统在静态时稳定；测试系统双闭环机械特性；测试系统抗干扰能力。	根据实际电流环、转速环测试的结果，分析理论计算和仿真结果的误差，并分析原因。
3 学时	实际操作考试；总结实验步骤和注意事项；分析实验结果；小组答辩总结，组间互评分。	撰写总结报告。

采用分组实验、小组讨论、交叉评论、实验测试等方法。下面以双闭环直流调速系统设计—电机参数的测试的实施过程来分析实验教学方法。在本次实验项目中，要求学生通过实验测试电机的相关参数，并根据相关参数利用工程设计法进行转速、电流双闭环直流调速系统的设计，并在仿真平台上进行仿真调试。实验教学过程主要包括以下几个过程：作业演示、任务讲解、分组实验、交叉讨论、效果评估、实验仿真。

3.1 作业演示

为了增强学生针对复杂工程问题进行口头或书面的表达能力。在教师讲解前，首先由学生分组对上次实验的作业进行演示，包括 PPT 演示电机的机械特性曲线和读书笔记；然后由教师对学生在演示过程中出现的问题进行总结点评，例如：PPT 的色彩搭配问题、表达的语速、如何增强自信心、团队意识等，以利于学生在下次的演示过程中更加完美。

3.2 任务讲解

为了提高学生能够根据实验目的确定需要的数据，并能够通过合适的手段收集数据的能力，同时为了保证测试相关参数的准确性，教师首先提问“利用工程设计法进行双闭环直流调速系统的设计，学生要对哪些参数进行测试，以及如何对这些参数进行估算、测试”，为了提高其项目管理的能力及团队合作能力，要求学生分组讨论，最终根据每组学生的讨论结果进行点评，讨论过程中教

师要注意启发引导学生，解释难点，补充要点，深化概念。这样教师才能很好的把握学生对理论知识的掌握情况，对存在的问题和学生提出的疑问进行及时指导，使学生在一种轻松、自由的环境中学习，充分体现学生学习的自主性。此外，教师还应对学生开展实验室安全教育，防止出现电机飞车等教学事故。

3.3 实验操作

此环节是实验教学的核心，也是学生课堂活动的主体。根据实验要求，小组成员自行学习、设计、验证实验，教师分步骤的检查各小组的完成情况。学生对于实际参数的测试方法的学习的积极性都比较高，对于电机的应用比较感兴趣，教师在教学过程中可根据学生的学习兴趣拓展教学内容，使学生了解双闭环直流调速的具体的应用，以及在实际应用过程中的一些突发情况该如何处理。单纯一个人的力量是完不成很大的工作的，每个任务的完成，都体现了小组中每个成员与团队中其它成员的有效沟通、积极配合，为了一个共同的目标合理决策，努力完成，使学生更深刻的理解团队中每个角色的作用，并努力承担好自己的角色，使每一位学生均能参与所有的学习环节，这样可培养学生的团队意识和合作能力，全面深化他们对学习内容的认识理解，激发创新思维。

3.4 讨论评估

实验完成后，各组选择一名学生对自己小组完成的情况及存在的问题进行总结，并要求各组

之间进行相互点评。让学生充当教师的角色,评估、考核其他组实验完成的情况,在相互的讨论与评估中去发现问题,解决问题;同时,提高自己对实验内容的理解,更好地去改进实验。此方法在教学过程中能充分调动学生的积极性。最后,教师对学生完成情况进行综合性的评估,同时给出此实验项目各学生的考核成绩,并对学生存在的普遍问题,未发现的问题及实际应用作综合性的讲解,以帮助学生全面的掌握实验内容,并对下一步的工作进行布置。课后学生需对相关理论、实验操作进行巩固学习,强化学习效果,并对学生进行实验室的开放等,提高学生的积极性和参与度,让他们在巩固学习中消除疑惑、改正错误,加强他们对知识的消化和吸收。

### 3.5 实验仿真

近年来,随着仿真技术的发展,出现了一些专用电气的或包含电气模块的仿真软件,这些软件既可以用于研发产品、设计产品,也可以用于实验学习,其中比较常用的有 Matlab/Simulink、Saber 及 Psim 等,把现代仿真技术引入《电气传动课程设计》课程,一方面可以通过仿真把抽象的实验操作变成感性认知过程。另一方面也使学生在掌握知识的同时学会一门软件,不断增强学生的学习兴趣以及探索新知识的动力,通过引入仿真技术,除

了对实验原理进行验证外,学生也可以根据自己的兴趣和掌握的知识进行探索性仿真实验,例如:转速、电流、电流变化率三闭环直流调速系统、转速电流双闭环控制的 PWM 直流调速系统设计,这样我们既培养学生兴趣,提高了实验效果,又降低了教学成本和实验风险。

## 4 以毕业要求指标点改革考核方式

基于培养学生能力为目标的实验教学,应注重学生的实验过程,学生的参与情况、团体合作情况及学生的项目管理能力,同时也应考虑学生之间的差异性,因此,为了对学生掌握的情况做出合理、科学的评价,课程的考核方式根据毕业要求指标点进行改革,主要包括课堂考勤、实验准备、实验操作过程、实验完成情况、课堂参与情况、课堂提问、作业演示、课程设计总结报告等环节,学生成绩不再是单一由教师决定,而是依照学生在整个学习过程中的表现,按多元评价原则进行评价。对于实验成绩的考核方式与各模块的成绩分配在学生实验前作出相应的说明,做到透明化,成绩采用百分制,各项目成绩的考核分配为:总结报告(40分)+现场调试(30分)+考试(30分),《电气传动课程设计》考核表如表3所示。

表3 《电气传动课程设计》考核表  
Table3 Electrical drive course design evaluation table

毕业要求指标点	考核形式	考核得分点
1. 能够根据实验目的确定需要的数据,并能够通过合适的手段收集数据。	总结报告	参数测试准确(5分)、仿真调试正确(5分)、现场调试正确(5分)、课题调研合理(5分)、设计方案合理(5分)、结论分析准确(5分)。
	考试	作业:参数的估算、计算,利用工程设计法设计调节器。(10分)
	现场调试	电机参数测试方法正确,数据准确,完成实验过程记录。(10分)
2. 能够理解一个多角色团队中每个角色的作用,并能在团队中做好自己承担的角色。	现场调试	开环机械特性曲线测试结果正确,完成实验过程记录。(5分)。
	考试	PPT展示开环机械特性曲线、电气传动发展技术读书笔记。(5分)。
3. 能与团队其它成员有效沟通、听取反馈,综合团队成员的意见,并进行合理决策。	现场调试	完成极性、限幅值的测试和调节、电流环调试、实验过程记录。(5分)。
	考试	PPT展示双闭环调速系统的仿真与调试、实验过程中可能遇到的问题及解决办法。(5分)。
4. 促进团队建设,组织团队开展工作	现场调试	完成电流-转速双闭环调试及抗干扰测试、实验过程记录。(5分)。
	考试	考试记录单、同学之间互评分表、提问问题记录表。(5分)。
5. 能够针对复杂工程问题通过口头或书面方式表达自己的想法。	总结报告	课题目标明确(3分)、图表公式准确(5分)、注意事项(2分)。
	考试	PPT成果展示、师生提问。(5分)。
6. 在多学科工程实践中,具有项目管理的基本能力。	现场调试	现场测试考试(5分)。



以毕业要求指标点进行考核方式的改革充分体现了学生的学习自主性,充分做到了以培养学生能力为目标的实验教学。

## 5 结束语

《电气传动课程设计》的知识量大、应用性强,是综合性实验,以学生能力培养为目标贯穿于整个教学过程中,根据毕业要求指标点构建课程目标,根据课程目标设计教学任务,在科学组织实验的过程中,实施多元化的教学方法充分调动了学生学习的积极性、主动性。通过设计与调试典型的转速、电流双闭环直流调速系统,使学生掌握了各环节和整个系统的调试步骤与方法,掌握了参数变化对系统性能影响的规律以及实验数据分析

与处理的能力,增强了团队合作能力和项目管理能力;培养了灵活运用所学理论解决控制系统中各种实际问题的能力和独立分析问题、解决问题的能力,提高了书面和口头表达能力,以最简单实用的教学方法达到了最优的教学效果。

## References

- [1] 汤海林. 以学生为中心的计算机网络实验教学研究[J]. 实验科学与技术, 2015. 13(4): 3-16.
- [2] 张震宇, 郑玉珍, 王子辉. 以专业认证为导向的课程教学模式改革——以电子技术课程设计为例[J]. 浙江科技学院学报, 2016, 28(3): 244-248
- [3] 李光提, 侯加林, 张业民等. 以学生为中心提高实验教学质量的实践与探索[J]. 实验室科学, 2012, 15(4): 3-16.