第 9 卷◆第 1 期◆版本 1.0◆2026 年
文章类型：论文 | 刊号（ISSN）：2630-4686 /（中图刊号）：380GL020

# 机电传动课程项目化教学研究与实践

郑祥 陈宇 朱守琴 廖生温
巢湖学院 机械工程学院
DOI:10.12238/er.v9i1.6725

[摘 要] 基于机电传动课程特点，从应用型本科培养目标出发，以学生发展为中心，构造项目化课程教学体系。通过对教学项目的选取与实施，理论教学与综合实践相结合，建立跨学科知识体系与实践教学平台。学生培养效果得到保障与提升的同时，课程各目标达成度均较往届有所提升，说明新的教学体系符合应用型本科对人才培养的要求。
[关键词] 项目化教学；达成度；教学研究
中图分类号：G642.0 文献标识码：A

## Research and Practice on the Project-based Teaching of Electromechanical Transmission Course

Xiang Zheng, Yu Chen, Shouqin Zhu, Shengwen Liao
School of Mechanical Engineering, Chaohu University

Abstract: Based on the characteristics of the electromechanical transmission course, starting from the training objectives of applied undergraduate programs, with student development as the center, a project-based course teaching system is constructed. By selecting and implementing teaching projects, combining theoretical teaching with comprehensive practice, an interdisciplinary knowledge system and practical teaching platform are established. While ensuring and improving the effectiveness of student training, the achievement of various course objectives has also increased compared to previous years. The new teaching system meets the requirements of applied undergraduate education for talent cultivation.
Keywords: project teaching; achievement level; teaching research

## 引言

《机电传动控制》是机械设计制造及其自动化专业的一门专业必修课[1]。课程内容包括驱动电机、电力拖动、继电器-接触器控制、PLC、电力电子技术、步进电机控制等内容等。通过本课程的学习不仅为学生学习有关专业课程提供必要的基础理论知识，也为从事相关专业技术工作、科学研究工作及管理工作提供重要的理论基础[2]。并使学生具有一定的工程计算和设计能力。自 2014 年开课以来，本课程已开设数十载，为更好地发挥《机电传动控制》的核心地位，适应“地方性应用型”人才培养模式的要求，进行课程的教学改革与实践探索，提升本课程的教学质量和学生的实际应用能力已势在必行。

项目教学法是以项目为导向[3]，师生通过共同实施一个完整的项目工作而进行的教学行动。 学生通过对实际工程项目的认识与了解， 学习并掌握构筑于该项目平台上的相关理论知识，达到理论与实践的结合，其关键是设计和制定项目工作任务。以应用型本科高校应用型人才培养目标及企业实际需求着手，研究我校《机电传动控制》课程教学体系，包括教学内容的组织、教学方法和手段的改良及评价考核方法的完善等方面内容。

## 1 项目选取与实施

### 1.1 项目的选取

该课程内容较多，为使在大纲规定学时的理论教学后能达到预期的教学效果，有必要将教学内容进行整合。传统的教学方式是将理论与实践教学独立开来，课堂教学与课后自主学习。以工程案例为载体，立足学校现有软硬件资源，对教学内容进行重组合并，构造四个教学项目，每个项目 10 个课时。

表 1 教学项目

| 项目 | 项目名称 |
|---|---|
| 1 | 基于工程机械教学项目 |
| 2 | 基于电机测试平台教学项目 |
| 3 | 基于西门子 S7-1200PLC 教学项目 |
| 4 | 基于光机电一体化平台教学项目 |

四个项目从内容上覆盖了课程大纲的教学内容，相互补充，形成了一个知识体系，如表 1 所示。“基于工程机械教学项目”，涉及电机拖动系统的动力学基础，具体包括机电传动系统的运动方程式；负载转矩、转动惯量和飞轮转矩的折算；机电传动系统的负载特性等知识点。硬件设备平台如


Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

图 1 所示。

图 1 工程机械平台

“基于电机测试平台教学项目”主要让学生掌握四种电机（直流、交流、步进、伺服）的工作原理及机械特性，尤其是理解不同电机的启动、调速、制动特性。硬件设备平台如图 2 所示。电机测试平台也可称为最小机电系统。由四套独立不同种类的电机测试系统组合而成。可实现电机启停、换向、调速、加减速、电流电压测量等功能，并绘制相应曲线。该平台具有较强的变换性。可根据实训需要或工作任务的不同进行不同的编排组合，实现学习功能，并达到模拟生产性功能的目的。

图 2 电机测试平台

“基于西门子 S7-1200PLC 教学项目”以 PLC 的基本结构和工作原理、PLC 软件技术及应用为教学重点。S7-1200 控制器使用灵活、功能强大，可用于控制各种各样的设备以满足您的自动化需求。S7-1200 设计紧凑、组态灵活且具有功能强大的指令集，这些特点的组合使它成为控制各种应用的完美解决方案。

“基于光机电一体化平台教学项目”重点学习机电控制系统的软硬件，包含继电器-接触器控制电路、常用低压电器元件等。涵盖了机电传动控制课程所涉及的 PLC 控制、变频调速、步进调速、传感检测、气动等内容，硬件设备平台如图 3 所示。

图 3 光机电一体化平台

1.2 项目实施

每个项目分为基础理论学习和综合实践活动两个阶段。基础理论学习的内容经过前期调研、设计，打破原有课本知识点的零碎化、离散型的特点，整合成一个小的知识体系，注重课程内部、课程之间的关联性。经过基础理论阶段的学习，再进入综合实践活动的学习锻炼，以硬件平台为基础，充分发挥学生的主观能动性，课堂与课后相结合。两个学习阶段中，都建立学习小组单元，4 人一组。下面以工程机械教学项目为例，阐述一下项目实施的流程。

1.2.1 基础理论学习

工程机械是典型的机电液设备，电机拖动在设备中被广泛应用，无论是吊车提升或者下放重物还是挖机的回转运动，都是典型的动力学模型。学生以小组为单元，在理论力学的基础上，推导建立吊钩、卷扬机的机电传动系统的运动方程式，如图 4 所示。理解电机转矩、负载转矩、运动方向的符号关系。卷扬机拖动系统简化为单轴力学模型，过程中让学生掌握负载转矩、转动惯量和飞轮转矩的折算，转矩折算依据系统传递功率不变的原则，转动惯量和飞轮转矩折算依据系统储存的动能不变的原则。

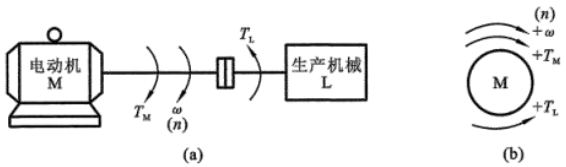


图 4 电机拖动力学模型

以工程机械不同工况为背景，依据电机的特性曲线和生产机械的负载特性曲线，分析机电传动系统稳定运行的条件。总结四种不同类型的负载特性曲线，具体包括恒转矩型负载特性、离心式通风机型负载特性、直线型负载特性和恒功率型负载特性。其中三相异步电机的机械特性方程的推导是教学重难点，以电工学课程中变压器为基础，建立电压平衡方程式，得到电机转矩与转速的函数表达式，利用 MATLAB 软件获得异步电机的特性曲线图，如图 5 所示。利用软件工具分析理想空载点、额定工作点、启动工作点、临界工作点这四个特殊点的理论及实际意义，进一步指导实际应用，比如电机的启动、调速、制动等。上述教学内容，以工程机械为载体，感性认识与理性认识相结合，避免了纯粹的空洞的理论教学，学生更容易接受，了解问题是如何提出的，特别要注意对基本概念、基本工作原理、基本公式的理解和掌握，学会分析问题的思路和方法，注意各部分内容之间的联系，提高了学生对该门课程的兴趣。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文 | 刊号（ISSN）：2630-4686 /（中图刊号）：380GL020

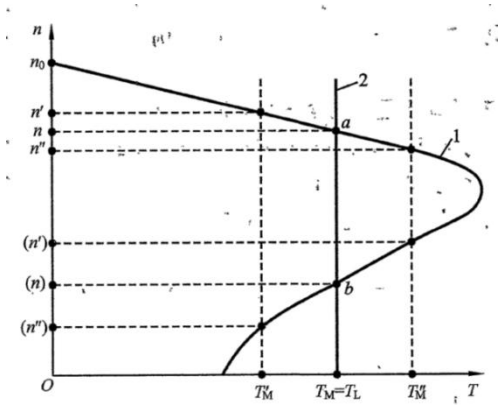


图 5 异步电机特性曲线

1.2.2 综合实践活动

实验是验证和巩固所学理论[4]、训练实践技能、对于本课程尤为重要。工程机械实训平台是以各类型液压工程机械为对象研制开发的一种综合实训实践平台，使学生可以不出教室就能了解工程机械的结构及原理，并可以自己动手操作。实训台不仅配有液压、电气故障而且有多种控制方式，除手动控制、继电器控制外还配有可编程控制、无线控制，不但能够完成基础控制方式，并探索以自动控制、无线控制、无线数据采集为目的的全新操作模式。

工程机械教学项目教学过程中，同学们充分发挥自己的动手能力，以小组形式，对不同类型的工程机械进行机构测绘，推导计算各执行部件的运动特性参数。分析吊车吊重物的提升电机及挖掘机工作台回转电机的多轴机电传动系统，列出系统的运动方程式，将转矩和转动惯量等进行折算。

故障诊断能够综合培养学生发现问题，分析问题，解决问题的能力。起重机平台可以设置 9 个故障点。具体包括：卷扬机不能正转（上）故障（原因：中间继电器 K13 线圈前面处断开）；回转台不能右转（原因：中间继电器 K15 线圈前面处断开）；电机只点动不能持续运转（原因：电机接触器自锁处断开）等。学生需通过故障现象判断哪出了故障，用短接线短接故障点和故障排除点上相应的插孔才可排除故障。

综合实践活动可以跨学科进行知识的知识整合和能力培养锻炼，比如有部分同学的毕业设计在此基础上开展的，通过测绘建立工程机械关键部件的三维模型，对不同工况进行分析，基于有限元分析软件获得数值模拟计算的优化结果，实现对工程机械的轻量化设计。学生通过分析液压系统的原理，掌握对机电液传动控制系统分析的一般流程。任何复杂的电气控制电路都是根据生产机械的实际需要和具体控制对象，选择几种基本的控制方法，由一些基本的控制环节按一定的程序相互连锁而构成的。在了解电气控制电路安装接线图和原理图的区别的基础上，重点熟悉绘制原理图的基本规则。按行程原则、时间原则、速度原则和电流原则等实现控制的方法。各种控制方法都有自己的优缺点，选择时要根据生产机械的具体要求及可靠性和经济指标等综合来考虑。通过综合实践活动，培养学生的创新思维和意识，而且增设实践能力拓展环节，增加课程的实践挑战度，为学校培养高素质应用型人才提供平台。每个项目包含多门课程原理、方法和技术，培养学生融会贯通专业课程、应用相关知识。通过自主设计解决实际问题的教学项目，引导学生洞悉、探索学科前沿，不断激发学生创新兴趣的研究探索型实验的兴趣与能力。

1.3 课程考核

为了解决课程考核方式不科学、考核标准偏单一、缺乏相应的激励和引导手段的问题，开展课程考核改革。改革着眼于科学全面评价学生的自学能力、课堂表现、综合素质和实践能力，采用线上考核与线下考核相结合的方式。线上考核利用学习通线上学习平台，主要考核学生的课外学习与课堂出勤情况，以及教学互动的参与度；线下考核以基本理论和知识的综合应用及实践动手能力为主。课程考核体系由过程性评价、创新项目评价、总结性评价三部分组成。过程性评价的对象包括课堂出勤、课堂讨论、翻转课堂效果、线上任务完成情况及章节测验成绩和作业情况等，占课程总成绩的 40%，用于考查学生知识目标的达成度；创新项目评价为小组实践项目考核，依据设计项目方案的合理性和完成情况进行评分，完成情况综合考虑设计的完整性、创新性和项目的拓展性及项目制作完成度，占课程总成绩的 20%，用于考查学生自学能力和实际动手能力目标的达成度；总结性评价以试卷的形式考查学生解决实际问题的综合能力，占课程总成绩的 40%。

## 2 改革成效

2.1 课程目标达成满意度调查

机电传动控制一共有三个课程目标，分别支撑相应的毕业要求指标点，如表 2 所示。2020 级、2021 级机械设计制造及其自动化专业 1、2 班学生以调查问卷形式，了解学生对《机电传动控制》课程目标达成自评情况，收集学生对课堂教学、过程考核、学习成效等的意见和建议。20 级学生人数 91，发放问卷 20，收回有效问卷 20，调查覆盖率为 22%；21 级学生人数 121，发放问卷 50，收回有效问卷 50，调查覆盖率为 41%。具体分析，课程目标 1 学生满意度达 95.6%，表明学生对机电传动系统的运动方程式；熟悉负载转矩、转动惯量和飞轮转矩的折算；掌握机电传动系统稳定运行的条件等基础知识掌握程度自评较好；课程目标 2、3 的学生满意度为 94.4%，说明学生在学习本课程后，学会分析机电传动控制系统的基本方法。


Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

表 2 课程目标对毕业要求指标点的支撑

| 课程目标 | 支撑毕业要求指标点 | 毕业要求 |
|---|---|---|
| 课程目标 1 | 3.1 能够理解用户需求，明确设计目标，提出设计或开发的基本方法和技术步骤。 | 3 设计/开发解决方案 |
| 课程目标 2 | 4.3 能够根据实验方案构建实验系统，安全地开展实验，科学地采集实验数据。 | 4 研究 |
| 课程目标 3 | 4.4 能对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。 | 4 研究 |

2.2 课程目标达成情况评价

通过对比 2020 级、2021 级机自专业学生考核结果，三个达成度均有所提升，如图 6 所示。2021 级机自专业考核情况具体如下：

2.2.1 课程目标 1 达成情况：课程目标 1 达成均值在 0.78，最低的达成度 0.25，最高的达成度 0.94；低于 0.6 的 5 人，0.6-0.8 的 46 人，高于 0.8 的 40 人。分析课程目标 1 的达成情况，说明该班级大部分同学基本掌握好机电传动系统稳定运行的条件等知识点。

2.2.2 课程目标 2 达成情况：课程目标 2 达成均值在 0.75，最低的达成度 0.46，最高的达成度 0.92；低于 0.6 的 6 人，0.6-0.8 的 78 人，高于 0.8 的 37 人。相对于课程目标 1，课程目标 2 达成情况持平，但分布不一样，其中 0.6-0.8 的占大多数，反映较多的学生对各类型电机的基本特性及相关计算掌握不牢。

2.2.3 课程目标 3 达成情况：课程目标 3 达成均值在 0.89，最低的达成度 0.28，最高的达成度 0.98；低于 0.6 的 5 人，0.6-0.8 的 7 人，高于 0.8 的 109 人。相对于课程目标 2，课程目标 3 达成度相对较高，说明大部分同学对于 PLC 程序指令有一定的掌握。

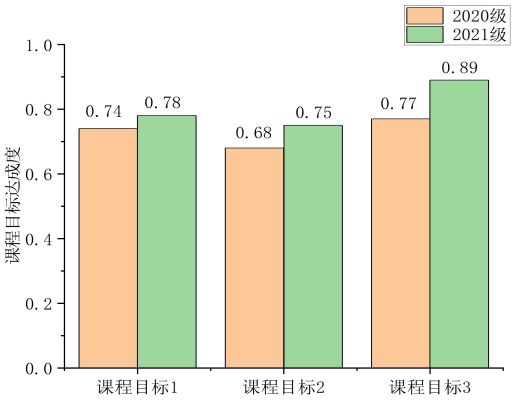


图 6 2020 级、2021 级机自专业课程目标达成情况

除了课程的考核外，学生获批大创项目、学科类竞赛均有一定程度上的提高，研究生入学率达 21%，产出导向的毕业设计选题更加贴近生产实践。依托上述四个项目平台的 2020 级毕业选题共 6 篇，获得优秀论文的篇数达 2 篇。

## 3 结语

随着科学技术的飞速发展，以及应用型本科院校办学定位的确定，利用常规教学方式开展机电传动控制课程教学，已经无法满足培养“高素质、重应用、善创新、强能力”应用型本科人才的要求。笔者在总结近几年机电传动控制课程授课经验，并认真分析存在问题的基础上，对该课程进行了改革与实践。依据机电传动课程自身特点开展教学体系构建。以应用型本科培养目标为导向，将学生发展置于中心位置。精心挑选合适的教学项目，并予以有效实施。把理论教学和综合实践相结合，让学生能将理论知识运用到实践中。构建跨学科知识体系与实践教学平台，拓宽学生知识领域，增强实践能力。学生培养效果得到保障与提升，课程各个目标达成度相比往届有显著提高。这说明新的教学体系对学生学习课程知识、提升能力等方面有积极作用，也符合应用型本科对人才培养的要求。

## [参考文献]

[1]郑祥,王玉勤,陈宇.以电机为主线的机电传动控制课程的教学探讨[J].中国现代教育装备,2019(11):66-68+77.

[2]徐帅,齐歌,辛小南.新工科背景下电机学课程三级混合式教学模式建设[J].中国现代教育装备,2024(17):101-103.

[3]田育丰.“工程制图与识图”课程项目化教学改革探索[J].科技风,2024(28):107-109.

[4]李琳,路铭,贺方圆.基于课程群的嵌入式应用课程项目化教学改革[J].物联网技术,2024,14(8):142-145.

## 基金项目：

巢湖学院校级教研项目“机电传动控制课程项目化教学研究与实践—以巢湖学院为例”（项目编号：x23jyxm22）；巢湖学院校级质量工程项目：基于人工智能的机械设计课程教学研究与实践（x24jyxm29）；2024 年安徽省教育厅高等学校质量工程级项目：机械设计制造及其自动化专业教学创新团队（2024cxtd144）；安徽省教育厅高等学校质量工程级项目“材料成型及控制工程卓越工程师教育培养计划”（项目编号：2022zybj065）；安徽省教育厅高等学校质量工程级项目“控制工程基础”（项目编号：2022kcsz192）；巢湖学院一流专业项目“机械设计制造及其自动化”（项目编号：ch21ylzy02）；安徽省一流专业建设点“机械设计制造及其自动化”（项目编号：2021sylzy02）。

## 作者简介：

郑祥（1989.08-），男，汉族，安徽巢湖人，硕士，讲师，研究方向为先进制造技术系统。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License. 