

《机电传动控制》课程实验的问题及改进

张 蕾

上海电机学院, 上海

收稿日期: 2022年11月10日; 录用日期: 2022年12月21日; 发布日期: 2022年12月29日

摘 要

机电传动控制课程是许多高校机械类专业的必修课程, 对于应用型本科院校, 该课程尤为重要。本文总结了前期开发的机电传动控制课程实验平台在近几年使用过程中发现的问题, 并提出了实验内容和实验平台的相应改进措施, 为后期实验内容及平台建设提供了基础。

关键词

机电传动控制, 应用型高校, 实验

The Problems and Improvement of Experiments for *Electromechanical Driving and Control* Course

Lei Zhang

Shanghai Dianji University, Shanghai

Received: Nov. 10th, 2022; accepted: Dec. 21st, 2022; published: Dec. 29th, 2022

Abstract

Electromechanical Driving and Control is a major course for mechanical engineering of many universities, especially for the application-oriented universities. The experimental platform has been developed. During its application for years, problems have been found and concluded. The corresponding improvement measures are proposed, which provide a basis for the later experimental content and platform construction.

Keywords

Electromechanical Driving and Control, Application-Oriented Universities, Experiment

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

机电传动控制课程是许多高校机械类专业的必修课程。课程的重点是使学生掌握直流电机、交流电机、控制电机等的工作原理，特性及应用。针对复杂机电工程中的传动控制问题，能选择与使用恰当的电机类型，能掌握电机控制电路的设计，能够根据特定需求，设计出电机控制单元，并体现出创新意识。该课程的特点是机电结合，理论性和实践性并重，相对一般的课程，实验教学比重较大，学生通过实验，能更好地理解各种电机的工作原理，基本结构，适用场合，并能够理解所选电机的局限性，并且通过动手搭建控制系统，实现各种电机的启停、调速，最终使学生具备简单的控制系统的构造，调试，故障排除等方面的能力。

目前，很多高校都开展了该课程的实验建设并取得了很多成果。华中科技大学谢绍冬研究了一种创新实验教学方法，开发了一整套实验系统，提出了完全由学生自主设计的创新实验教学方案[1]。曹有为等以机电传动控制课程为例，对开放性实验教学体系进行了探索和研究，实现以学生独立设计实验方案、自我训练为主要目的的新型实验教学模式[2]。庞党锋等提出了一种基于 TwinCAT 的机电传动控制实验平台设计，主要包括嵌入式 PC、伺服驱动器、变频器、伺服电机和变频器等，可进行机电控制系统的安装、编程和调试[3]。沈莹将虚拟仿真技术引入实验教学，采用虚实结合的实验方式对课程实验教学进行了创新[4]。

笔者所在课程组在调研各学校课程实验平台的基础上，提出了自己的实验设计思路并对综合实验台进行了开发建设。如今该实验台已经服务了六届学生，在实验过程中也逐渐暴露出了一些问题。因此本文对实验台使用过程中的问题进行了总结，对实验内容及实验台的改进提出了相应的改进措施，为后期实验内容及平台建设提供基础。

2. 机电传动控制课程实验内容的改进

本课程包含的典型实验主要包括三相异步电动机的点动和长动，正反转控制及多点控制，步进电机驱动控制和综合控制实验，实验内容分布在交流电机，控制电机，继电器接触器控制等几个重点的章节内，而且实验内容的设计由易到难、由简到繁，由单个实验到综合实验，起到了串联各个知识点的作用。

但在这几年的实验过程中，我们也逐渐发现了实验内容的一些待改进之处。总结如下：

1) 缺少交流电机调速实验。

交流电机的实验内容有启动和正反转，但没有涉及交流电动机的调速，在实际应用中，电动机基本都会有速度调节的要求。而交流电机的变频调速是目前应用中最广泛的一种调速方式，在已有的交流电机的基础上，只要稍加改造，就可以开展调速实验。为此，课程组购置了变频器等设备，计划在后期的实验中加入交流电动机的变频调速这一实验。

2) 实验内容未考虑和其他课程的融合。

在步进电机的驱动控制实验中，所使用的控制器是比较简易的一款脉冲发生器，该脉冲发生器使用电位器调节脉冲发生的频率，比较容易损坏而且不太灵敏，导致步进电机的调速效果不稳定。解决思路为可以采用 PLC 控制，学生在这个学期也在学习 PLC 控制课程，而且实验的开展是在课程内容基本结束的时候，也就是说这个时候关于 PLC 控制的内容也已经基本学习完毕，具备了进行实验的能力。这样做

一举两得，在一个实验中把两门课的内容串联起来，真正做到融会贯通，学以致用。

3) 没有考虑仿真实验的内容。

近几年由于新冠疫情原因，线下实验有时不能正常开展，线上线下相结合的授课方式成为常态，因此，课程实验也需要考虑虚实结合，在不能操作实物的情况下，可利用仿真实验进行电机模型及控制电路的搭建，模拟实际的运行环境和过程，实时测量各种参数，绘制速度，力矩等波形图。仿真实验可以起到在真正实物操作之前的一种模拟和演练，安全易行。这一部分内容可借助于 MATLAB、PSPICE、MULTISIM 等各类仿真软件，尤其是 MATLAB 中的 Simulink 模块，可以方便地构造出各种电机及调速电路系统的方块图模型，目前各类电机的机械特性分析已有成熟的代码可供参考，而且软件的可视化分析功能特别强大，方便各种参数的曲线绘制。

3. 机电传动控制实验硬件平台的改进

前期建设的实验平台如图 1 所示，实验平台将多个实验器件集成在一块实验平板上，两块实验板采用背靠背搭建的方式，一面进行交流电机的各个实验，另一面进行步进电机和伺服电机的各种实验。该实验台体积和占地面积小，便于实验室的布置，实验平台的优点主要包括实验器件价格不高，经济性好；实验器材的型号选用工业常用类型，与现实生产线匹配度高，实用性好；学生在实验过程中，需自己合理选择器件，进行硬件接线，平台的开放性高，大大提高学生参与实验的积极性，锻炼了学生自主思考和解决问题的能力。



Figure 1. The back to back design style of experimental platform
图 1. 实验平台背靠背搭建方式

在使用过程中，实验平台的问题也慢慢暴露出来，主要问题和解决思路总结如下：

1) 接口端子和导线接头的匹配问题。

由于端子的接口比较小，需要对导线接头进行加工，柱状接头比扁平接头好接入，但带来的问题是当一个端口需要接入多跟导线时，不易操作，而且容易出现螺丝拧不紧，接触不良等问题。这导致学生在接线时比较浪费时间，尤其是接下排端子时比较费时间。由于接触不良导致的故障在排查时也不易发现。

解决思路或方法：解决这一问题的方案是换端口比较大排布较宽的端子，这就要考虑整个实验台的尺寸，布局等。

2) 实验接线混乱，有不安全隐患。

由于平台的开放性，学生是选择好器件后，自己接线，以交流电机正反转控制为例，学生需要用到两个接触器，一个继电器，每个接触器都需要用到常开常闭触点，学生在接线时可以有多种选择，这就导致接线混乱，如图2所示，远远看过去，导线堆成一团，有不安全的隐患。

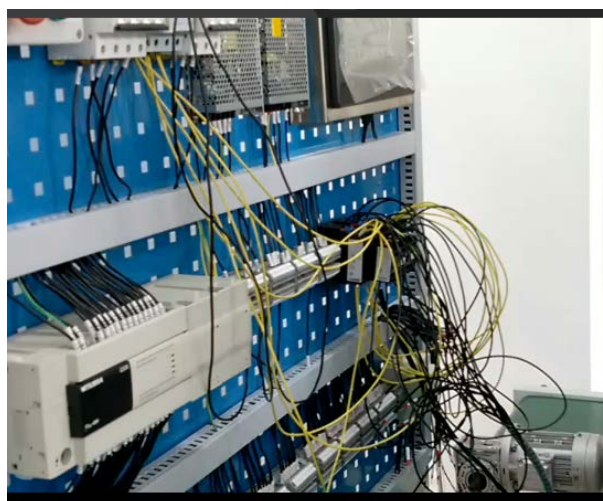


Figure 2. The experimental wiring

图2. 实验接线

解决思路或方法：解决这一问题可以从几个方面入手，一是规定导线的颜色，例如主回路三路采用不同的颜色，这样连接起来不易出错。但要想从根本上解决问题，还需要在实验台上进行规划，在横向或者纵向设置接线的收纳口，使得接线看起来平整，这需要在实验台上进行规划设计，看怎样设置比较合理，即保留平台的开放性又要有接线的美观和安全性。

3) 实验老师检查线路困难。

由于实验的开放性，虽然是同一个电路原理图，但学生实际的接线却是各组都不一样，在某一个电路的起点，学生可能从接线端子上连，也可能从接触器的主触点上连，也可能从熔断器的出线端子上连，这就导致实验老师检查线路困难。

解决思路或方法：解决办法之一是在学生接线时适当提出要求，例如规定两路并联时并联的两点在哪个地方，另一更加可行的方法是在面板上固定几个比较重要的接线端子，要求这几个端子和电路图某个位置必须对应。这样即可以保留学生接线的灵活性，又可以方便检查，也方便学生自己故障排除。

4) 未考虑线上实验的需求。

由于新冠疫情的长期性和常态性，线上线下教学需要相互结合，因此课程需要考虑仿真实验或者远程在线实景实验作为现场操作实验的补充。

解决思路或方法：开发仿真实验或远程实验作为现场操作实验的补充。仿真实验的好处是安全方便，但仿真实验毕竟是“仿真”，不是真正的操作。此外，目前还有一种远程在线实景实验与传统实验相结合的形式。远程在线实景实验是将真实存在于实验室中的仪表设备、元器件等实验装置与在线实验客户端人机交互界面联通，实现学生远程操作实验室中的仪器设备。远程在线实景实验最大的特点在于“真实实验”，并非虚拟仿真实验。学生能够远程操作实验仪器设备，将实验拓展至课堂之外[5]。远程在线实

景实验目前在测控电路、自动控制技术课程中有了初步探索,这种远程实验方式有时间延时,也存在一定的安全问题,其实用性有待进一步研究。但在实验经费的支持下,构造一个可以远程观看实验过程的网络环境,让不能参加实验的同学至少可以观摩实验过程还是比较容易实现的。

4. 结语

总体来说,该实验平台在近几年的应用中,对学生动手能力的培养起了非常重要的作用,学生普遍反映实验操作使得他们受益匪浅,学生对各类电机的控制过程非常有兴趣,经常要求实验室延时开放进行调试。本文总结了这几年平台使用过程中发现的问题并提出了相应的改进措施,部分较易改进的已经在实施过程中,对于因为成本或者技术实现起来有难度的,在以后的教改过程中也会逐步排除困难,进行一定的探索。

参考文献

- [1] 谢绍冬. 机电传动控制实验系统与创新教学研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2015.
- [2] 曹有为, 孙雪, 王福生. 以机电传动控制课程为例对机械专业开放性实验教学体系的探索与研究[J]. 科教文汇, 2017(1): 67-69.
- [3] 庞党锋, 杜慧起, 崔健. 基于 TwinCAT 的机电传动控制实验平台设计[J]. 科技与创新, 2020(18): 130-131.
- [4] 沈颖. 虚拟仿真在机电传动控制课程实验教学中的应用[J]. 化学工程与装备, 2021(1): 293-294.
- [5] 张佰顺, 于亦凡, 吴学英. 自动控制技术课程远程在线实景实验的探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(12): 21-23.