

# 工程项目为导向的“液压传动”课程体系构建与实践

杨俊<sup>1</sup>, 曾乐<sup>2</sup>, 何志勇<sup>1</sup>

(1. 湖南师范大学 工程与设计学院, 湖南 长沙 410081; 2. 中南大学 机电工程学院, 湖南 长沙 410083)

**摘要:** 目前液压传动课程体系存在着与工程实践脱节严重、课程内容编排次序与人类认知规律不相符等问题。基于当前课程体系存在的关键问题, 根据人类认知的基本理论规律, 将传统的“流体运动规律→元件结构→基本回路→液压系统设计”知识体系转变成“元件作用与符号→基本回路→元件关键参数与选型→液压系统设计”新体系, 并设计了新体系下的具体教学内容。应用于课程教学的实践说明了该体系有较强的合理性和有效性, 为液压传动课程的教学提供了一种新而有效的解决思路。

**关键词:** 认知规律; 液压传动; 课程改革; 工程实践

**中图分类号:** G642.0

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-5884(2018)06-0089-04

液压传动与控制技术在“中国制造 2025”中具有重要的地位, 但当前的教学内容与工程实际严重脱节, 很多新理论和新技术在教学内容中均未体现, 部分知识还局限于 20 世纪<sup>[1-2]</sup>。此外, 学生普遍感觉课程难度较大, 极大影响了学习的积极性和学习效果。这些问题引起了学者的广泛关注, 相应的改革主要从两个方面进行: 一是对传统知识教学体系的优化, 如删减和增加部分内容, 调整讲授次序或者为突出某方面的能力进行改革, 如基于能力培养、卓越计划和企业需求的课程改革都属于此类<sup>[3-4]</sup>; 二是课程体系改革, 虽然部分文献有构建新教学体系的想法, 但具体的课程内容编排顺序并未表述清楚<sup>[5-6]</sup>。本文首先剖析目前课程体系中存在的主要问题, 结合具体问题, 基于人类认知客观规律, 试图初步构建一种新课程教学体系, 并进行实践验证。

## 1 存在的问题

第一, 部分知识陈旧, 缺乏更新, 与工程实际脱节严重。几十年来, 国内液压传动与控制的教

材在教学内容基本上没有改变, 新理论和技术在教材中并未有足够的体现, 导致所学内容与工程实践脱节比较严重。如比例伺服、数字液压、负载敏感系统和液压系统仿真等理论和技术, 目前工业生产中虽然已经广泛应用, 而在教材和课程内容中并未讲述或者讲述较少。此外, 教学的重点也缺乏更新, 当前教学内容中大量篇幅是对元件结构的描述, 实际上, 若不是专门的液压元件制造项目, 工程人员关注点很少在元件结构上, 而关注重点是元件的特性和关键指标, 如溢流阀, 关注点是其静态与动态特性, 具体实现这种特性的元件结构怎么样, 工程人员关心较少。

第二, 知识重点不突出, 不适合少学时情况。目前的内容编排顺序是“流体运动规律→元件结构→基本回路→液压系统”。学生需要花费大量的时间和精力在流体运动基本理论和元件具体结构方面, 这种课程体系在多学时情况下是合理可行的。但目前机械类专业开设了大量的电气类课程, 这势必压缩了传统的机械类课时。新教学大纲中的计划学时(一般为 42 学时)已经远远低于

收稿日期: 20171221

基金项目: 教育部协同育人项目(201702053044); 湖南省自然科学基金项目(2016JJ3088)

作者简介: 杨俊(1985-), 男, 湖南澧县人, 讲师, 博士, 主要从事机电液系统集成与控制研究。

传统教学大纲学时(75学时),如果按原有教材中知识点讲授,课时肯定不够,并且新知识的讲述也需要花费一定的课时。少学时情况下,目前的知识体系是不合适的,既要增加新内容,又要减少课时,就只能对传统的体系和知识点进行改革。

第三,与人类客观认知规律不符合。从人类认知方面进行考虑,目前的液压传动课程的教学模式是一种从细节到整体的模式,这种模式的好处按照知识层次顺序从前到后,逻辑清晰,前面内容为后面做铺垫,课程内容极少存在着讲不清楚的问题。但该教学模式的明显缺陷是:缺乏对课程的整体认知,课程开始时就会陷入细节中,如目前内容首先进行流体运动的规律分析,讲述各个液压元器件具体结构,而不知道其作用与目的,而实际液压系统设计时,首先是设计液压原理图,然后是选型,最后是安装调试。那么,最好的教学方式是把原理图放在前面部分讲述。从液压符号和原理图识别开始,对液压系统的整体有初步认识后,进而讲述具体结构,然后学习系统的设计、安装调试与维护手段。

## 2 新的教学知识结构

### 2.1 人类学习与认知规律

人类学习理论和认知科学认为由感官刺激而得的直接经验是人类学习和认知过程的最初阶段,在典型环境下的直接经验知识是认知事物和获得技能的重要途径之一<sup>[11]</sup>。基于此理论,现代教育教学理论认为:1)用直观的形式向学习者展示学科内容结构,应该让学习者了解教学内容中涉及的各类知识之间的相互关系;2)学习材料的展示应适合学习者认知发展水平,按照由简到繁的原则来组织教学内容,即教学过程应该由简到繁、由整体到局部。该规律实质包含了两个层面的意思,分别是知识传授的相关性和获取知识层次顺序,具体是注重各知识之间的联系,知识的获取应该从简单到复杂,从整体到局部开始学习。

### 2.2 教学思路

根据人类的认知规律和工程实际,将传统的“流体运动规律→元件结构→基本回路→液压系统”教学体系改革成“元件作用与符号→基本回路→元件关键参数与选型→液压系统”的教学体系,以符合人类的学习规律。在教学过程中将内容重组、将元件与回路紧密结合,首先了解元件的

作用及符号,然后学习基本回路和液压系统,继而学习该元件的结构和关键技术指标及在回路和系统中的作用,这样不仅掌握了液压传动的基本知识,而且理解了元件在液压系统中的作用和关键指标;并结合工程实践,进行教学内容删减和补充,对课程中过繁过深的理论推导、分析和计算内容进行压缩,省去相关公式的推导,只介绍公式的含义及应用。增加新的内容,如新技术和新的设计方法;为了使体系更加完善,加入安装、保养和维护部分,若课时不够,可以作为课外自学部分。

### 2.3 知识结构体系

根据工程项目实际流程和人类认知规律,课程内容具体实现结构如图1所示。

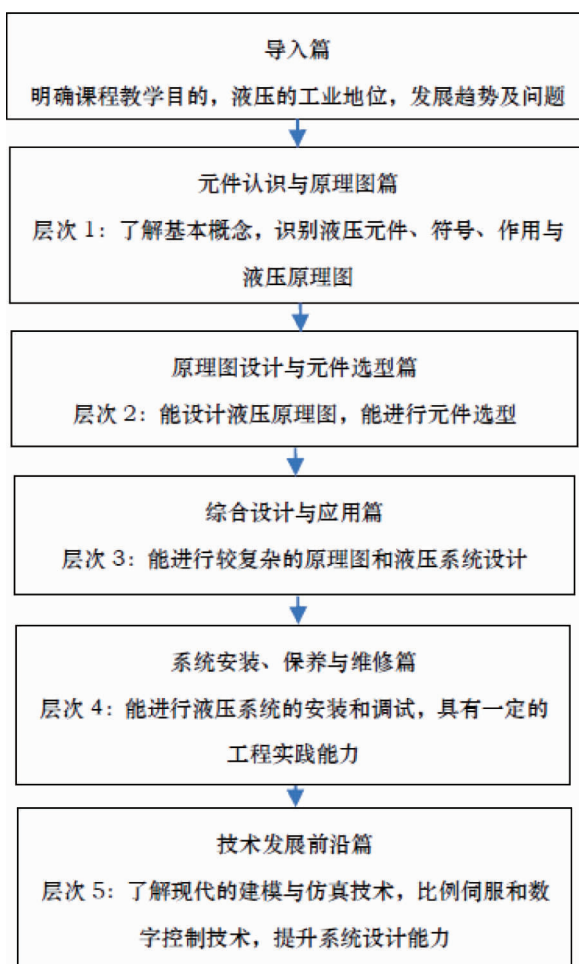


图1 教学知识体系

1) 导入篇。主要阐述研究的对象、目的和意义,发展现状与趋势,存在问题与工业地位。

2) 元件符号与原理图认知篇。包括液压传动的基本概念、液压元件作用及其符号,基本压力回路、方向回路、速度回路的识别,综合回路的识

别与分析。

3)原理图设计与元件选型篇。本篇主要说明原理图的设计方法与步骤、关键参数的计算及元件的选择。包括液压油的特性与选用,液压泵、液压阀、液压缸、马达与液压辅件等的作用、具体结构、特性指标与选型标准。

4)综合设计与应用篇。主要内容为液压系统设计的步骤、注意事项,并以机床动力滑台液压系统、液压挖掘机液压系统和液压压力机液压系统为对象,对前面内容进行综合应用和分析,巩固已学内容并掌握系统设计的方法和步骤。

5)系统安装、调试与维修篇。该部分内容主要为液压系统安装调试和维护奠定理论基础。主要内容包括液压系统调试方法与具体问题分析、液压阀块的设计、液压元件的连接形式、管接头的形式与管道的布置。

6)技术发展前沿篇。主要说明液压系统涉及的新理论、新技术、分析方法,包括比例伺服技术、数字液压技术及液压系统的建模与仿真技术。

根据知识结构体系,按照42课时设计,课程内容的具体章节安排如下:

1)导入篇,共2课时,即第一章绪论,主要讲述液压在工业动力传动中的地位、发展状况、优势与存在问题。

2)元件认识与原理图篇,共16课时,包括第二章、第三章和第四章。第二章讲述液压传动的基础知识,主要包括液压系统的组成、传动的关键物理量和传动的本质、液压元件的作用以及符号、简单回路的表示方法。第三章讲述液压基本回路,包括压力控制回路、速度控制回路、方向控制和多缸动作回路等。第四章讲述典型液压系统,包括动力滑台液压系统、液压机液压系统、汽车起重机液压系统和挖掘机液压系统等回路,只讲述液体的运动路径,不讲具体参数设计。

3)原理图设计与元件选型篇,共10课时,包括第五章、第六章、第七章和第八章。第五章讲述液压原理图设计,包括液压基本参数计算、原理图设计步骤、具体设计实例。第六章讲述液压油的特性、种类和选择标准,流体运动方程及其在液压中的应用。第七章讲述液压泵和执行机构,包括泵的关键指标、工作原理、结构、类型、优缺点及其使用场合。讲述执行装置、直线往复运动执行元件——液压缸的种类、旋转运动执行元件及其结

构。第八章讲述方向阀、压力阀、流量阀的具体结构、工作原理和性能指标。

4)综合设计与应用篇,共2课时,即第九章,主要是对前面知识的综合应用,以典型的液压系统为例,讲述原理图的设计、参数计算、元件选型和性能评估等。

5)系统安装、保养和维护篇,共6课时,包括第十章和第十一章。第十章讲述常用的液压元件的连接形式,包括螺纹连接、法兰连接、板式连接、叠加式连接和插座连接形式及典型实例,阀块的作用与设计方法。第十一章讲述液压系统的调试与维修,内容包括系统调试方法,液压系统常见故障分析、排除和维修。

6)技术发展前沿篇,共6课时。包括第十二章和第十三章。第十二章讲述比例伺服技术及应用、数字液压阀的原理与应用。第十三章讲述液压建模与仿真应用,包括建模的方法与AMESIM介绍、基于AMESIM的液压仿真实例分析。

### 3 实践的效果

将上述课程教学体系应用于湖南师范大学机械设计制造及其自动化和机械工艺技术两个专业,试题采用题库中随机抽取。对比2012~2016年的不及格率和考试分值(如图2和图3所示),发现采用该教学体系后有如下变化:1)不及格率控制在12%以内,远低于采用传统教学方式近23%的不及格率;2)考试成绩得到了较大提高,平均分接近73分,比未采用此课程体系时的成绩提升了大约6~7分;3)从学生反馈信息看,学习积极性得到了极大提高。由于试题库是基于传统教学体系的,所以成绩的提高严格意义上是不能真实反映改革的效果的,若基于现有课程内容编制试题库,两者的差距将更大。

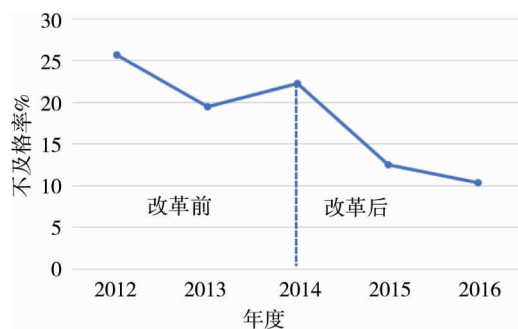


图2 不及格率对比

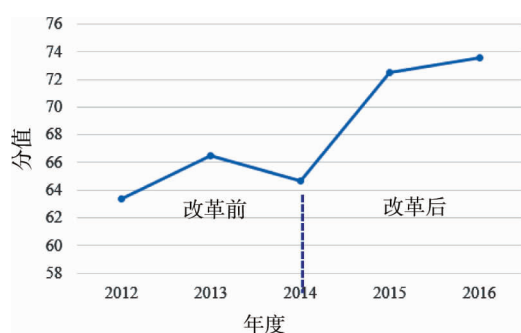


图3 分值对比

#### 4 结论

本文深入剖析了目前液压传动课程中存在的  
关键问题,主要是知识陈旧、缺乏更新,与工程实  
践脱节严重,知识重点不突出,不适合少学时情  
况,与人类认知规律不大相符,学习难度大。并针  
对这些具体问题,基于工程实践的要求和人类认  
知的基本形式与规律,将整个液压课程内容划分  
为5个阶梯式层次,分别为原理图的识别、原理图  
的设计、液压系统的设计、系统的安装调试及先  
进的液压技术。根据5个层次目标和要求,重组和

编制新课程内容,并针对每个层次要求设计了具  
体的教学内容。将该体系应用于本科教学过程  
中,学生学习的兴趣与成绩都有较大幅度的提高,  
实践证明了体系的合理性和正确性,为液压课程  
的改革提供了一种有效的解决方案。

#### 参考文献:

- [1] 中国液压气动密封件工业协会. 流体动力传动与控制技术路线图[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2012.
- [2] 左健民. 液压与气压传动[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [3] 李晶, 王保健, 李小虎, 等. 液压与气动技术实验教学改革与实践[J]. 实验室科学, 2016(1): 92-95.
- [4] 孟庆云. 基于企业生产要求的液压与气动教学改革与实践[J]. 教育教学论坛, 2016(20): 37-45.
- [5] 曹贺, 赵存有, 侯清泉, 等. 卓越计划背景下液压与气压传动课程教学改革研究[J]. 实验室研究与探索, 2015(3): 209-211.
- [6] 唐孝威. 认知科学导论[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2012.

## Construction and Practice of Engineer-driven Hydraulic Transmission Course System

YANG Jun<sup>a</sup>, ZENG Le<sup>b</sup>, HE Zhiyong<sup>a</sup>

(a. School of Engineering and Design, Hunan Normal University, Changsha 410081, China;

b. School of Mechanical and Electrical Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

**Abstract:** The content of hydraulic transmission course is far from engineering at present. And the order of course structure is not fit to human cognition. According to the rule of human cognition and these problems exist in course, traditional teaching system which from fluid flow law, elements structure, basic circuit to system design is transformed to a new teaching system which from elements function and sign, basic circuit, elements parameters and selection to system design. And the teaching content is organized and recombined based on this new system. This teaching system is reasonable and effective in practice teaching process, which provides a new and effective way for hydraulic transmission teaching.

**Key words:** cognitive law, hydraulic transmission, course reform, engineering practice

(责任校对 刘兰霞)