

“机械结构设计”课程的教学实践

杨丽红, 甘屹, 徐名聪

(上海理工大学 机械工程学院, 上海 200093)

摘要: “机械结构设计”是机械设计制造及其自动化本科专业的一门专业前沿必修课, 涉及到的专业知识多, 综合性强, 学生掌握起来有较大的难度。在教学过程中采用案例教学、实验和课程设计相结合的模式, 通过学习使学生能够掌握传动系统等部件结构设计原则和步骤, 初步形成机械结构设计思想, 具有一定的独立设计的能力。

关键词: 机械结构设计; 教学实践; 案例教学; 课程设计

中图分类号: G 424 文献标志码: A 文章编号: 1009-895X(2012)02-0165-04

Teaching Practice for “Mechanical Structure Design”

Yang lihong, Gan Yi, Xu Mingcong

(School of Mechanical Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: “Mechanical structure design” is one of the advanced and compulsory courses for Mechanical Design and Manufacture & Automation. As it involves a lot of professional knowledge, it is very difficult for students to learn. In the teaching process, a combination of case teaching, experiments and curriculum design is adopted. Through the study of the course, the students can master structural design principles and steps of drive components, and form initial ideas of the mechanical structure design and thus have a certain ability to design independently.

Key words: mechanical structure design; teaching practice; case teaching; curriculum design

培养具有创新精神和创造力的高素质人才是21世纪中国高等教育的神圣使命。如何从应试教育转化到素质教育, 优化结构, 提高教学质量, 已成为今后的发展重点。对于机械专业本科生, 应该注重技术应用能力与综合素质培养^[1-3]。上海理工大学的机械专业历史悠久, 基础雄厚, 2008年机械设计制造及其自动化本科专业被评为国家教育部特色专业。为了培养学生的机械设计综合能力, 学院开设“机械结构设计”这门课, 教材采用自编书目。

“机械结构设计”是根据设计要求, 确定设计原理后形成工程技术图样的过程, 是与产品设计和方案设计同等重要的机械设计的一个方面。结构设计

内容包括功能设计、质量设计、优化设计和创新设计, 涉及机械制图、力学、材料、机械原理、机械零件、公差与配合、机械制造工艺、数控技术等多门课程知识, 是许多专业知识的综合运用。学生修完这门课程, 要求掌握结构设计的原则和步骤, 能够独立进行机械结构设计, 在达到功能要求和质量要求的基础上, 尽可能理解优化和创新设计的原理和方法^[4]。

一、教学过程中学生存在的问题

(一) 设计基础薄弱

在“机械结构设计”课程讲授之前, 学生仅做

收稿日期: 2011-07-29

基金项目: 上海市高等学校市级教学团队资助项目

作者简介: 杨丽红(1973-), 女, 讲师。研究方向: 先进制造技术。E-mail: lhyang@usst.edu.cn

过“机械设计”课程设计,设计内容是减速箱。该课程设计时间短,大多数学生基本是按照例图进行改进,所以学生只是达到了“知其然,不知其所以然”的程度,没有真正的有“设计者”角色的体会。因此,对机械结构设计的过程、步骤和原则还没有清晰的认识。

(二) 基础技能欠扎实

尽管学生已经学过需要预修的课程,但很多学生是为了应付考试,在学习“机械结构设计”这门课程时,以前所学的专业知识已经忘记大部分。另外,学过的知识在学生的脑海里是零碎的知识点,当时还仅仅停留在理解的阶段,离熟练应用还有不小的差距。主要表现在:看图能力不够强、空间想象能力弱、工程制图表达不清晰、对常用机构和标准件不熟悉、加工和装配工艺不了解等。

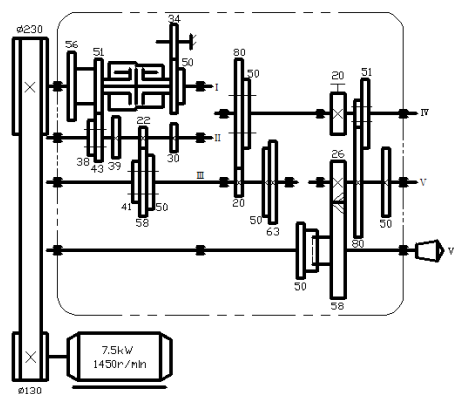
二、采取的措施

针对以上存在的问题,在介绍机械结构设计的内涵、原则、步骤和要求之后,为了使学生对机械结构设计有一个全面的、直观的认识,先以 CA6140 车床作为实例讲解,让学生由浅入深,培养兴趣,对比分析,启发思维。从深入了解车床运动和结构到完成课程设计,锻炼其所学知识应用能力,提高机械设计的综合素质^[5]。

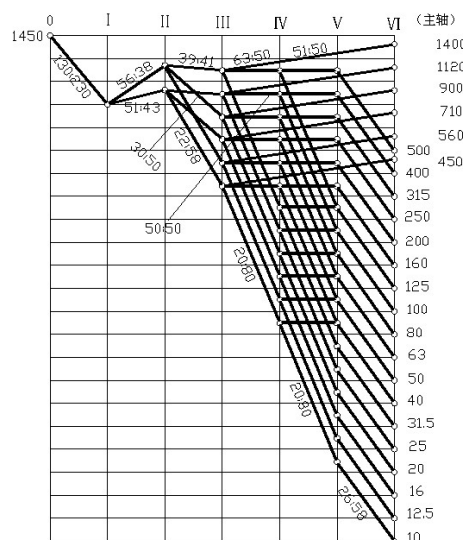
(一) 案例教学

1. 从运动分析到运动设计

在教学过程中,首先和学生一起分析 CA6140 车床的传动系统,包括主传动和进给传动。主运动见图 1。图 1(a)是传动系统简图,(b)为正转传动结构网。主运动理论有 30 级正转和 15 级反转,而实际只有 24 级正转和 12 级反转。分析了转速的特点,CA6140 输出的转速是以 1.26 为公比等比数列(见图 1(b)转速列)。其次引入标准公比、结构式、结构网和转速图的概念,重点讲解级比规律,以及设计出转速既没有重复又没有遗漏的等比多级变速系统的方法,并通过实例和作业使学生掌握此部分内容。由 CA6140 车床的主运动写出结构式,画出结构网,可以看出是由于第三扩大组不符合级比规律才出现了重复转速,由理论的 30 级变为实际 24 级。最后分析了 CA6140 的进给传动系统,介绍了内联系传动链的概念和各种螺纹以及机动进给的传动路线。



(a)



(b)

图 1 CA6140 车床传动系统图

Fig.1 CA6140 lathe drive system

在传动分析过程中,还结合 CA6140 车床,介绍了一些机电产品设计中常用的机械通用部件:离合器、基本变速组、换向装置、制动装置、保险装置和操纵装置等。这些通用装置就好比是机械设计中的积木,在设计过程中可以借鉴和选用。

2. 从结构分析到结构设计

CA6140 车床的结构分析,主要集中在传动箱和进给箱上。

在主轴箱结构分析过程中,首先了解各个轴的空间布局,除了传动轴支承和定位外,重点讲解了输入轴和车床主轴的结构。输入轴上分析了卸荷装置、双向摩擦离合器操纵装置、制动装置。在主轴结构上,按照主轴要求—传动方式—支承方式—轴承选择与配置—主轴的材料和设计这一主线,使学生对精密旋转部件结构有了更深入的了解。在授课过程中,对每个结构都进行详细讲解,收集了大量同类型

的结构进行对比分析,并以往届学生的错误结构为例进行分析并改正。在普通机床主轴常用到的圆锥孔双列向心短圆柱滚子轴承作为径向支承,图2是常用的此轴承的间隙调整结构。图2中所示的4种结构,各有优缺点。(a)结构简单,但调整量难控制;(b)调整方便,但工艺性差;(c)调整方便,但易压偏;(d)调整量能精确控制。对4种结构进行对比分析后,使学生深刻体会到结构和功能密切相关,在以后的设计中,根据使用要求进行结构设计。

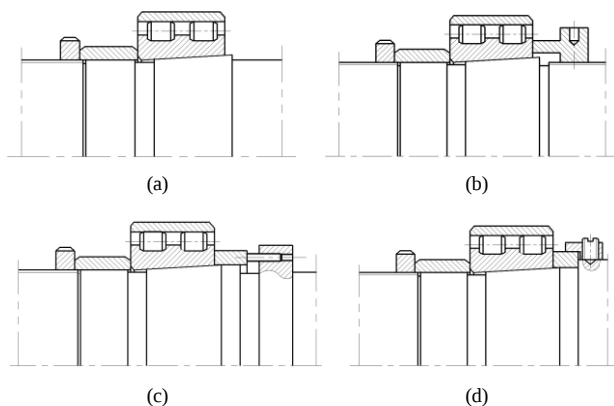


图2 轴承间隙调整结构

Fig.2 The structure for adjusting bearing clearance

在进给箱中,重点介绍了互锁装置和导向装置,有多种运动可以带动刀具进给。为避免机床损坏,所以不仅要实现车螺纹和机动进给运动的互锁,而且要实现纵向进给和横向进给运动的互锁。在CA6140中,实现车螺纹和机动进给互锁是通过开合螺母结构。开合螺母能够闭合的前提是任何一种机动进给运动都未接通,如果接通一种机动进给,则开合螺母机构无法操纵闭合。纵横向进给则通过限制操纵杆在十字槽中移动来实现互锁。通过分析CA6140的互锁结构,引入了平行轴和交叉轴,两种直线运动、两种旋转运动、旋转运动和直线运动之间常用的机械互锁结构。另外,进给箱在进给运动的驱动下刀架沿导轨实现进给;开合螺母的上下螺母在导轨的导向下实现开闭,由此引入导向装置,也就是常用的导轨。接着进一步介绍其分类、特点和数控机床导轨。

最后,介绍了支承件的设计原则,在受力和静刚度概念的基础上,采用实例讲解各类支承件的结构设计。

(二) 实验环节

这门课还安排了8个学时的实验,主要是增加

对CA6140主轴箱、主轴、进给箱等结构的直观认识,配合理论教学。观察实物CA6140型车床外形结构,通过实验达到以下目的:了解主运动传动链的传动路线,观察各轴的空间位置;观察双向多片式摩擦离合器和闸带式制动器的结构,了解它们的调整方法及操纵机构的作用原理;观察六速单手柄操纵机构是怎样用一个手柄同时操纵两个滑移齿轮块,以获得6种不同的传动比;了解主轴前、后轴承间隙调整方法;了解车螺纹用换向机构的结构形式。

(三) 课程设计

1. 设计任务

设计一台车床的主运动系统和其中一个操纵装置,转速范围一定,转速级数一定,最大加工直径和电动机功率给定。在同一个班上,每个学生的题目都不相同,使学生能够独立思考完成。

2. 设计计算

在讲授运动设计之后,课程设计的题目就发到每个学生的手上,这样在课余时间,就将计算部分完成,同时也巩固所学的内容。

3. 工程图绘制

在课程结束后,开始两周时间的课程设计,学生基本都可以进行到画展开图草图程度。草图画完后,按照草图尺寸进行操纵机构的计算和主轴的校核。接着完善展开图,要求清晰表达转动路线和各个转动轴、主轴的详细结构。另外还要画一张剖视图,要求表达各轴的空间位置,以及某个滑移变速齿轮的操纵机构。最后一个环节是答辩,在学生讲述后,老师指出图纸上错误的地方,让学生思考并订正。

三、教学成效

从以上论述可以看出,这门课程整体的教学线路为:介绍实例—引出问题—对比分析—通用的结构和原则—设计实践。通过这门课程的学习,学生们在以下方面能力有所提高。

(1) 空间图形思维方面。在课堂上学习CA6140的结构,都是通过工程图,而在实验过程中,可以把工程图和实物对照起来。通过多次锻炼,提高了空间图形的思维能力。

(2) 结构和功能的结合。机械设计中,不同的设计者对机械系统的功能要求、使用条件以及工艺

条件的理解上的差异造就了各自设计结果的多样性。通过多种类似结构的对比分析,认识到每种多样性的设计都会和特定的功能相对应。

(3) 标准件。标准件是机械设计的基础,用好标准件,可以提高机械设计的效率。通过课程设计,学生们对标准件进一步熟悉。

(4) 实践能力和综合素质。通过实验—授课—课程设计,经历了从实践—认识—再实践的过程。因此,学生对结构的认识进一步深入,在认识的指导下,实践能力也得到了提高;另一方面,在这个过程中,学生把所学过的制图、力学、材料、机械原理、机械零件、工艺等方面的知识加以运用,因此在机械方面的综合素质也得到了提高。

以上可以看出,经过这门课程的学习,学生初步形成了机械结构设计的思维,具有一定的独立设计的能力,为下一个夹具课程设计打下一定的基础。

参考文献:

- [1] 柳丽. 机械专业本科生技术应用能力与综合素质培养[J]. 宁波大学学报(教育科学版), 2009, 31(5): 102-104.
- [2] 熊志卿. 机械制造专业应用型人才培养方案的改革与实践[J]. 南京工程学院学报(社会科学版), 2007, 7(3): 49-53.
- [3] 武文革, 王彪. 机械设计制造及自动化专业应用型人才培养模式的改革与实践[J]. 机械管理开发, 2010, 25(4): 178-180.
- [4] 方键. 机械结构设计[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [5] 李旻, 黄平. 机械优化设计课程案例教学的研究与实践[J]. 机械工程师, 2010(8): 18-20.

(上接第 118 页)

- [21] Klumpp J F A. Rapproachment between dramatism and argument[J]. Argumentation and Advocacy, 1993(29): 148-163.
- [22] 胡曙中. 英汉修辞比较研究[M]. 上海: 上海外语教育出版社, 1993: 123.
- [23] Gross A G. The Rhetoric of Science[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1990: 3-4.
- [24] 陈嘉明. 知识与确证: 当代知识论引论[M]. 上海: 上海人民出版社, 2003: 31.
- [25] Scott R. On viewing rhetoric as epistemic[J]. Central States Speech Journal, 1967(18): 17-25.
- [26] White H, Brose M. Representing Kenneth Burke[M]. Baltimore: the Johns Hopkins University Press, 1982: 13.
- [27] Lucaites J L. Contemporary Rhetorical Theory: A Reader[C]. New York: The Guildford Press, 1999.
- [28] Burke K. The Philosophy of Literary Form: Studies in Symbolic Action[M]. Baton Rouge: Louisiana State University Press, 1941: 110-111.
- [29] Burks D M. Rhetoric, Philosophy, and Literature: An Exploration[M]. West Lafayette: Purdue University Press, 1978: 57-59.
- [30] Foss. Rhetorical Criticism: Exploration & Practice[M]. Long Grove: Waveland Press, 2004: 6.
- [31] Winquist C, Taylor V E. Routledge Encyclopedia of Postmodernism[M]. London: Routledge Publishers, 2001.