

# 基于“PRP”的“精密机械设计”课程设计的改革

张 勇, 余晓芬, 刘善林

(合肥工业大学 仪器科学与光电工程学院, 合肥 230009)

**摘 要:**为了适应高校课程体系改革的需要,针对基于产品实现过程的改革思想,文章提出对测控技术与仪器专业“精密机械设计”课程设计的选题内容及设计要点进行改革,使得课程设计能够与工程实际结合得更紧密,从而提高学生的创新能力,有利于高校的人才培养。

**关键词:**精密机械设计;课程设计;机械伺服系统;X-Y工作台

**中图分类号:**G420

**文献标志码:**B

**文章编号:**1008-3634(2007)04-0076-03

## Reformation of the Course Design for Precision Machinery Design on PRP

ZHANG Yong, YU Xiao-fen, LIU Shan-lin

(School of Instrument Science and Optoelectronics Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

**Abstract:** With a view to adapt to reform of curriculum system, content of items of course design and design point of precision machinery design of measurement and control technique and instrument major takes reform according to PRP, which combines course design with engineering tightly, so as to upgrade student creativity ability and profit to academic education.

**Key words:** precision machinery design; course design; the mechanical servo system; X-Y worktable

面向新世纪的高校教学内容与课程体系的改革,根本目的在于培养学生的创新能力,专业课程设计作为一门课程的安排,应该符合教学改革的精神。但在专业课程设计的过程中如何根据专业特点,综合运用所学知识,充分调动学生的主动精神,还是一个亟待解决的问题。

美国(ASME)机械工程师协会曾提出“将产品实现过程汇集到本科教程中去”这一教学指导思想,也就是所谓产品实现过程(Product Realization Process,简称PRP)。“PRP”是改进机械工程设计制造、测控、机电一体化,提高产品竞争力、紧跟工程实际的重要手段,也是工科机械类专业系列课程的深入教改的依据<sup>[1]</sup>。

### 一、课程设计改革思路

普通高等教育机电类专业的“精密机械设计”课程是测控技术及仪器专业精密机械类的必修课程,它涵盖了机械原理、精密机械零件、公差与技术测量、材料与热处理等课程的全部或部分教学内容,通过

收稿日期:2006-07-25

作者简介:张 勇(1965—),男,安徽合肥人,讲师,博士生;

余晓芬(1954—),女,上海人,教授,博士生导师。

该课程的学习,学生可以在精密机械和精密仪器的结构设计能力上打下坚实的基础。另外,该课程设计又是该课程教学的重要环节之一,因此,课程设计选题的合理与否将直接影响学生对该课程基本知识的了解及掌握程度,同时对学生理论联系实际能力、综合分析问题能力、解决问题能力和创新能力的培养,以及工程设计水平的提高都是至关重要的,能够为学生以后的毕业设计乃至实际工程设计打下坚实的基础。

目前,“精密机械设计”的课程设计大多数选择一般用途的精密机械传动装置作为设计对象,虽然本课程涉及四门课程的内容,但多以“精密机械零件”课程的内容为主。合肥工业大学仪器科学与光电工程学院的测控技术及仪器专业在进行“精密机械设计”课程设计时曾尝试进行改革,保留原有的设计课题——齿轮减速器,并且根据专业的特点,增加了精度设计的内容。此外,还尝试了机械伺服系统的设计,这一设计涵盖了“精密机械设计”的大部分内容,使得学生得到了全面的锻炼,取得了较好的效果<sup>[2]</sup>。但随着课程体系的改革和教学内容的更新,为更好地满足教学与生产实际相结合的需要,笔者认为应根据本专业的特点,在基于“PRP”思想的基础上,应增加二维的X-Y工作台的机械伺服系统设计内容,它能够让学生得到更多的锻炼,为以后的毕业设计和从事其他设计工作打下良好的基础。

## 二、X-Y工作台的设计要点

X-Y工作台是实现平面X、Y坐标运动的典型关键部件,它对工作台部件的精度和运行速度也提出了愈来愈高的要求。在精密机械仪器中,它是影响整台仪器的精度和效率的重要部件。近年来,随着工业机器人、数字控制、精密机械的迅速发展,特别是MEMS技术的发展,一维的机械伺服系统已经满足不了实际需要,对二维的X-Y工作台的需求量不断增加,X-Y工作台的应用也越来越广。

X-Y工作台的驱动有多种型式,图1所示的驱动电机与X向(或Y向)工作台上下连成一体,为重叠式结构,也是目前使用最广的型式。除此以外,根据使用要求,还可把工作台的X向和Y向装在同一平面上以减小工作台高度。不同的结构,具有不同的特点,适用于不同的要求。这些结构已经在投影光刻机和电子束曝光机的微动工作台以及在精密和超精密加工的定位技术中得到较好的运用。

X-Y工作台系统基本上是由工作台移动座、直线滚动导轨、传动机构、驱动电机、控制装置和位移检测装置等组成。整个系统的作用是将电机的旋转运动转变为精密的X、Y向直线运动,其中传动系统的设计尤为重要,它对整个X-Y工作台及仪器设备的性能影响最大。

### 1. 工作台的总体设计

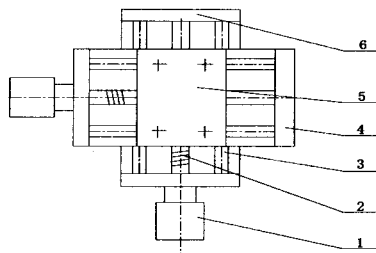
工作台的结构型式多种多样,在常用的重叠式结构中,上下结构相似而且多采用伺服电机直接驱动螺旋杆来进行传动,但为了增加学生对齿轮传动的结构设计(按最小转化转动惯量原则确定传动比以及齿轮的本身结构、消除空回措施连接和支承等)的了解,也可在工作台的下层通过齿轮传动来驱动螺旋。

### 2. 驱动装置的设计

驱动装置主要包括驱动电机、联轴器和驱动螺旋。驱动电机的类型主要是根据运动件的移动速度和精度来选择,在精密机械中多选用控制方便、运动精度高的伺服电机,其功率的大小由负载力矩确定。

联轴器的种类繁多,也是常用的机械零件,学生结合设计的特点,在充分了解各种联轴器特点的基础上,选择适合精密机械特点的套筒联轴器。

螺旋传动的结构型式有滑动和滚动两种,必须使得学生认识它们各自的特点。虽然滑动螺旋传动具有结构简单、传动精度高、工作平稳、能自锁的特点,但磨损快、效率低也是其显见的缺点,同时在传动过



1. 电机, 2. 滚珠丝杠, 3. 滚动导轨,  
4. X向工作台, 5. 移动座, 6. Y向工作台

图1 重叠式X-Y工作台

程中,也会因为磨损而影响传动精度。滚动螺旋传动具有摩擦损失小、传动精度高、传动灵活的特点,在精密设计中被广为采用。另外,在设计中还应考虑影响螺旋传动精度的因素和提高传动精度的措施。

### 3. 支承结构设计

支承部件主要包括轴承和导轨。轴承是机械设计中常用而且非常重要的部件,有必要使学生了解轴承的类型和各自的特点以及如何选择和计算,同时必须掌握轴承配合尺寸的选用。

导轨部件是精密机械中常用的部件,尤其在现代测控系统中,其应用非常广泛。关于此类设计也是其它机械类课程设计所没有的,因此,它在测控专业的“精密机械设计”的课程设计中应用正是“PRP”思想的体现。在现代测控技术中,直线运动导轨性能对仪器和系统的精度有着非常重要的影响,在X-Y工作台则尤为重要。

学生在进行课程设计时,在了解导轨的分类和各自的特点,尤其是比较了滚动和滑动导轨的特点之后,会进一步了解其它一些精密导轨(如气浮导轨、弹性导轨)的特点。学生根据理论分析,了解影响导轨位移分辨率的因素和提高位移分辨率的主要措施,从而学会合理选择导轨的型式、结构和材料,正确布置驱动力的作用点以及必须考虑温度对导轨精度的影响。

## 三、课程设计与其它教学和科研环节的联系

### 1. 课程设计与生产实习和科研实际的联系

要结合测控专业的特点,安排生产实习的实践环节,可以安排学生去企业和实验室参观实物模型和相关的设备(三坐标测量机,生产线上的加工和检测设备)。虽然生产实习安排在课程设计的后面,但通过实践性较强的课程设计,可以增加学生对精密机械设计课程的认识,有助于他们巩固所学的理论知识,增强学习主动性,培养和提高分析问题、解决问题的能力。

### 2. 课程设计与大学生科技创新的联系

为了培养大学生的参与和创新意识,增强大学生的动手实践能力、科研开发能力和创业能力,应开展形式多样的实践活动(例如大学生创业设计大赛等),使学生学会如何把所学的理论知识与工程实际紧密地结合起来。而学生在通过精密机械设计的课程学习和课程设计的实践后,会更加了解其设计方法和过程,这对提高创新意识和创作水平有着非常重要的意义。

总之,“PRP”的改革指导思想是近几年来国内外教学方面的优秀指导思想之一,它体现了对测控技术与仪器专业的大学生机械设计方面知识的培养也必须与工程的应用实际紧密结合的教学指导思想,对学生的教育作用比较明显。以X-Y工作台为主体的精密机械伺服系统课程设计全面地涉及“精密机械设计”课程的内容,符合专业培养的方向,同时,为了与改革的指导思想和新课程设计题目相适应,相关教材、实验、辅导材料、课程设计资料也需要做进一步的调整与提高。与此同时,要注重交叉学科教学的融合,精选教材,加强教学队伍的建设,并通过辅助设计、优化设计,开展多种教学辅助活动来激发学生的创新设计思维<sup>[3]</sup>。教师通过课程设计实践改革和随后的一系列教学和科研实践活动,将从整体上提高学生学习的兴趣和效果。

### 参考文献:

- [1] 李永新.《精密机械设计基础》课程教学体系的整合及其教学思路[J]. 教育与现代化, 2004, (4): 52-55.
- [2] 杨启志. 基于“PRP”的《机械原理及设计(I)》课程设计与探索[J]. 理工高教研究, 2005, (1): 78-82.
- [3] 王春洁, 李晓利. 机械设计与自动化“专业课程设计”的改革与实践[J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版), 2002, (4): 60-62.

(责任编辑 蒋涛涌)