

# 光电类课程综合设计的教学研究与实践

江文杰, 谢文科, 施建华, 马浩统

(国防科学技术大学 光电工程科学与工程学院, 湖南 长沙 410073)

**【摘要】** 根据光电类课程综合设计教学的指导思想, 分析了该类课程教学中设计选题的基本原则, 提出了相适应的教学措施, 对实践教学中遇到的问题提出了解决对策。实践表明, 论文探索的综合设计选题原则和教学措施, 能极大地调动学习的积极性和主动性, 进一步加深对理论课程基础知识的理解, 并初步培养综合运用课程知识解决光电工程应用问题的能力。

**【关键词】** 光电技术; 综合设计; 课程设计; 实践教学

**【中图分类号】** G643 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1672-8874 (2014) 02-0105-05

## The Study and Practice of Opto - Electronic Integrated Design Curriculum' s Teaching

JIANG Wen - jie , XIE Wen - ke , SHI Jian - hua , MA Hao - tong

( College of Optoelectronic Science and Engineering , National University  
of Defense Technology , Changsha 410073 , China)

**Abstract:** Directed by the teaching idea of opto - electronic integrated design curriculum , the basic principle of design topic ' s selection is analyzed , the corresponding method of teaching is brought forward , the solutions of the problems appear in the teaching process are given. The practical result shows that the principle of design topic ' s selection and the teaching model brought forward in this paper can greatly inspire the students ' enthusiasm and positivity , deepen understanding of the knowledge learned from the academic course , train the students ' ability to solve practical engineering problem by synthetically using the knowledge learned from the course.

**Key words:** opto - electronic technology; integrated design; course ' s design; practical teaching

光电技术是随信息技术发展起来的综合性技术学科。目前, 国内已有众多高校设置了光电类专业<sup>[1]</sup>, 并将光电类(光电技术或光电检测技术、光电探测与信号处理、光电子技术、……等)课程作为该专业的主干课程。光电类课程以光电子学为基础, 综合利用光学技术、激光技术和模拟数字电路及计算机技术解决各种应用课题, 研究光电系统中光电信号的形成、传输、采集、变换及处理方法<sup>[2]</sup>。这类课程有别于其他专业课程, 在于它本具有很强的工程应用背景, 又涉及到多门技术学科

的综合应用, 其教学层次一般为: 理论教学—课程实验—课程综合设计。其中, 课程综合设计(也称为课程设计)是专业课程教学中最后的重要教学环节。我校于 2009 年在修订光电类专业本科教学计划时, 增加了课程实验和课程综合设计等实践教学课时的比例, 于第三学年专业课程结束后, 独立设置了 2 周的“课程综合设计”实践教学。本文以我校已开设五年的“光电技术综合设计”为例, 探讨光电类课程综合设计教改模式, 并期与同行交流。

**【收稿日期】** 2013-12-17

**【基金项目】** 国防科学技术大学光电科学与工程学院教育教学改革研究课题(2013JG002、2013JG004)

**【作者简介】** 江文杰(1960-), 男, 湖南长沙人, 国防科学技术大学光电科学与工程学院副教授, 硕士。

## 一、课程综合设计的指导思想及选题原则

根据光电类课程的特点,该课程综合设计实践教学指导思想应是通过光电工程项目设计进一步深化对课程理论基础知识理解,并初步培养综合运用本课程知识以及多门课程知识解决光电工程应用问题的能力。而其中设计项目的选题是关系到该实践教学环节成败的第一步,应从如下几个方面考虑选题。

### (一) 选题应充分体现课程的“综合”特点

设计项目的选题应体现光电技术课程“综合”运用知识的特点。设计项目不仅要突出课程内部的

纵向“综合”,即设计项目涵盖了“光源”、“探测器”和“光电信号处理”等光电技术课程的主要知识模块,以及包括“光学信号变换”、“光电信号变换”和“电学信号处理”等光电系统的所有信号处理模块<sup>[3]</sup>。除此之外,还要考虑课程外部(课程与课程之间)的横向“综合”,即“综合”运用光学、电子和计算机等多门课程知识解决光电工程实际问题。

我校在“光电技术综合设计”实践教学过程中,经过多轮论证选择了“飞轮转速、方向和位置光电测量系统设计(以下简称飞轮转速)”和“激光对抗-激光侦察告警与干扰系统设计(以下简称激光对抗)”两个专题,所包含的课程知识点如表1所示。

表1 飞轮转速和激光对抗专题包含课程知识点一览表

项目名称	光源	探测器	光电信号变换与处理			其他课程
			光学信号变换	光电信号变换	电学信号处理	
飞轮转速	发光二极管	光电三极管	机械斩光调制 聚焦光学系统	光源与探测器 光谱响应	波形整形 脉冲计数 相位判别	应用光学 电子学 计算机
激光对抗	激光器 日光	光电二极管 光敏电阻	激光准直 光学系统 脉冲编码调制	光源与探测器 光谱响应	波形整形 弱光信号检测 信号相关处理	应用光学 电子学 计算机

实践教学时,还将设计项目分为若干个模块,如几何光学、激光编码、探测器及检测、功能电路和软件测控等模块,教学重点在于系统级的设计调试训练,而不应拘泥于某门课程知识的细节设计,从而避免将光电类课程综合设计教学演变为“电子实验”或“光学实验”等单科知识的重复教学实践。这样,进一步突出本课程综合运用所学知识解决光电工程应用问题能力培养的特点。

### (二) 选题应使设计平台建设具有较好的可操作性

设计项目的选题应能进一步强化光电工程的“实践”环节。光电专业本科生在大学三年级完成了光电技术课程学习。其理论课程使学生初步具备了光电系统的“光源”、“探测器”、“光电信号处理”等基础知识,这些都只是“纸上谈兵”;“探测器参数测试”和“弱光信号处理”等课程实验虽然从单元知识模块、概念等角度增加了感性认识,但只是局部知识点的实践教学,且限于教学时间和设备台套数,动手能力的培养远远不够,基本没有对于光电信息系统知识的整体综合运用。因此,“光电技术综合设计”实践教学环节,应突出

本课程设计和实践能力的综合训练,初步学会和掌握光电系统的设计调试基本方法,提高和完善专业课程的“从理论到实践、又上升到理论”的整体教学效果。

光电类课程综合设计涉及到光学部件甚至精密的光学部件,单套综合设计成本较高;所使用的专用设备一般都贵重,如光源光谱测试仪、光电探测器参数测试仪等单套价格达几万、十几万。而该课程一般又不是面向全校的公共专业课程,学校投入的经费常常是极其有限的。有些好的光电类设计项目,单套经费上万甚至几十万元,以致单门课程建设经费达几十万元,等同于“空中楼阁”,最终因经费难于到位从而影响课程建设和实施。受实验台套数以及运行经费、场地等限制,设计项目大多在软件仿真或计算机编程上占去较大比例;或者分配到每个设计平台的学生人数过多。这样,学生的综合设计能力虽然得到了一定的锻炼,但对项目的硬件动手操作调试太少,综合设计预期的实践训练效果未能全部实现。因此,设计项目的选题应根据所在学校硬件资源和经费的实际情况所能承受的程度,在确保教学效果的前提下尽量降低费用,使项目建

设具有较好的可行性和可操作性,从而保证能为每个设计项目提供特定的设计实验平台和相关器材。

我校“光电技术综合设计”课程按照“通用设备+专用部件+消耗材料”的原则,建设项目的硬件系统平台(见表2)。所选择的设计项目充分利用光电工程实验室现有的通用设备,建设的经费支出限制在“专用部件+消耗材料”,同时提高专用部件的可重复使用率。例如,前述的“飞轮

转速”设计项目单套成本仅数百元,“激光对抗”设计项目单套成本也在数千元以内。这样,不仅降低了综合设计的建设经费开支,也减少了综合设计的年运行经费,加快课程建设和实施步伐。此外<sup>[4]</sup>,在教学实施过程中,还强制要求设计实物(设计样机),将设计样机演示和功能及技术指标检测结果列入课程考核范围。从而使综合设计实践教学效果达到了明显的改观。

表2 光电技术综合设计系统平台硬件资源一览表

类别	光电技术综合设计系统平台
通用设备	各式透镜、示波器、通用激光器、信号发生器、直流电源、数字万用表、光功率计和计算机等
专用部件	特殊透镜、分光镜、特殊激光器、时钟模块、显示模块、机电模块、单片机模块等
消耗材料	集中电路及电阻电容等各类电子元件、光电探测器、连接导线、反光材料等

### (三) 选题设计任务的难度要适中

设计项目的难度和工作量应以大多学生能在规定的时间段内基本完成为准。题目太容易,没有一定的训练强度,达不到课程的实践动手培养效果;题目太难,同样效果不好,因为超过学生基础知识和能力或实践时间所能接受的设计项目,学生根本无法完成,不仅降低了训练强度,甚至引起学生的厌学情绪。

对于满足了“综合”和“实践”要求的好课题,同时又是难度较大或工作量较大的课题,可以考虑将设计项目中的某些硬件或软件在课前制作好,作为设计系统的一个部件或模块交给学生,从而适当降低设计难度或缩短设计时间,使之符合课程设计项目的难度和深度的需求。例如,在“飞轮转速”设计项目中,提供了连接结构较为复杂的时间门电路、数字显示等模块以及数码显示的例子程序模块;而“激光对抗”项目提供了若干个难度较大的信号处理电路案例,供学生选择。

当然,要注意设计项目中的“模块化”不能过度,以给学生动手设计留出足够的空间;否则,课程设计教学就会像课程实验教学那样,学生进行简单地连线、调试光路电路、测试数据、验证实验结果,导致缺乏该实践教学环节应有的“设计”训练。

## 二、课程综合设计的教学实施

课程综合设计与课程理论教学实施有较大区别,教学是以实验室为主要课堂,教师以引导为

主、授课为辅<sup>[5]</sup>。应按照“强化实践、以学生为本”的原则,精心组织安排使设计实践教学达到最佳效果。

### (一) 以教师为主组织设计教学资源

根据光电类课程综合设计的指导思想,在确定了合适的设计项目并以此建立了实验系统硬件平台后,综合设计课程准备阶段还应完成如下工作。

#### 1. 组成教学导师组

由多名不同专业或不同研究方向的老师组成导师组,以在选题、方案论证、理论分析、系统设计、实验调试和数据分析等多个环节指导学生,使其得到光电工程全方位的锻炼和提高。

#### 2. 编写设计指导书

光电类课程综合设计没有现成的教材,应根据课程的指导思想和选择的设计项目,自行编写较为详细的设计指导书。主要内容包括:课程目的、设计内容及要求、设计及调试方法、评分标准等,并附有光电器件和主要实验设备介绍等资料,以帮助学生有限的学业内顺利完成设计实践任务。

#### 3. 协调学生设计分组

由指导老师和课代表协调,将学生分为若干小组,每小组有一名成绩好、动手能力强的种子选手担任组长,以保证各个小组的设计进度基本平衡,并在有限的实践教学时间内能完成或基本完成任务。多人一组,较小的项目每组2-3人,较大的项目每组3-5人,小组内成员进行分工协作、各自发挥所长,更好地完成任务以及培养团队协作精神。

#### 4. 制定设计评价标准

设计成绩计算比例: 设计样机 60%, 课程设计报告 20%, 答辩成绩 10%, 团队协作精神 10%。其中, 设计样机又分为基础、提高及创新等三个模块, 按完成的模块依次评定成绩为及格、良好和优秀三个档次。鼓励学员用创新的方法完成设计任务, 实验室提供相应条件, 同时可考虑加分。每组给出实际总分数, 组内由组长根据贡献大小分配每人应得分数, 指导老师认可。

#### (二) 以学生为本组织设计实践教学活

综合设计可采用“课堂传授知识”、“组织学生研讨”、“学生自主设计实践”、“教师启发指导”、“项目验收答辩”等多种形式相结合的教学模式<sup>[5]</sup>。光电类课程除遵循一般综合设计的教学规律外, 为突出设计和实践的教学效果, 可按照课题授课、方案论证、设计调试等阶段组织教学活动, 如表3所示。

表3 光电技术综合设计教学活动阶段组织一览表

阶段	主要内容	时间、场地
课题授课	设计内容, 基本要求, 设计案例	课程开始, 教室或实验室
方案论证	初步方案, 检查修正, 方案审定	设计初期, 教室或图书馆
设计调试	理论设计, 模块制作, 整机调试	设计中期, 实验室或教室或图书馆
检查验收	模块验收, 整机验收, 设计报告初稿	设计后期, 实验室为主
答辩演讲	分组答辩, 小组演讲评比	设计后期, 实验室或教室
成绩评定	按评价标准评定设计成绩	设计后期, 教师办公室

所有阶段教学活动中, 最重要的、耗时最长的是设计调试阶段。这个活动阶段包括理论设计、模块制作、整机调试等主要内容。其中理论设计是指计算机或单片机软件编程、光路电路原理图参数等。组织教学活动时, 模块制作和理论设计可以交叉进行, 学生分组、分批安排在实验室或教室、图书馆, 以解决学生人数多与实验设备少的矛盾, 满足几十甚至上百名学生同时期进行设计实践的要求。学生在实验室之外的其他场合进行设计时, 指导老师应提出明确的任务和要求, 并且在下次回到实验室时检查完成情况; 否则, 学生设计实践效率低, 难于按时完成设计任务。

### 三、课程综合设计教学中的问题及对策

课程综合设计是在本科教学中首先综合运用知识并动手设计的实践训练。因此, 在教学中无论学生还是老师都会遇到很多新问题, 尤其是光电类课程综合设计教学不仅涉及到本课程知识, 还要综合运用光学、电学及计算机等专业知识, 教学中的问题更为突出。

#### (一) 学生存在的问题

首先, 是设计开始阶段的一片茫然。学生刚进

实验室, 领取项目的设备、部件及器材, 看到一大堆分立的光学元件、电子元件, 光秃秃的电路板等, 不知从哪里下手。此时, 指导老师应引导学生按照设计方案, 制定详细的实施计划, 将课题分块、人员分工及设计时间分段, 并明确每块/人/段的初步要求, 从而有条不紊地开始设计实践。特别是, 对待能力较差的学生要耐心辅导, 尽量将复杂的问题简单化, 帮助他们顺利完成设计任务

第二, 是单元模块的调试问题。设计调试单元模块时, 常常会遇到一些与基础知识密切关联的问题, 如发光二极管烧坏、激光束扩束达不到要求, 光电探测器无信号输出, 放大电路工作不正常等。指导老师最好不要就事论事, 直接告诉答案, 而应引导学生自己回到光电技术以及光学、电子学等理论课程, 找到问题的最终答案, 以达到进一步深化对课程理论知识理解的教学目的。

第三, 是课程中后期的组合调试问题。单元电路调好了, 整体电路运行出问题; 单个模块性能指标符合要求, 一旦组合调试成系统, 其指标下降甚至不能正常运行。这些问题的暴露及解决, 正是综合设计给学生训练分析和解决问题能力的好机会。指导老师应更多地给学生提供解决系统整体问题的思路, 如引导学生分清楚是光的还是电的干扰问题, 是硬件问题还是软件问题, 然后确定从光的、

电的或光电结合的方法还是软件角度解决问题。

## (二) 老师面临的问题

专业课程教学中增加综合设计环节后,对教师的综合素质也是一个考验<sup>[6]</sup>。对于光电类课程综合设计来说,首先需要老师具有光电技术、光学、电学及计算机等多门专业知识,以便能完成设计课程的全方位指导。成立多专业的教学导师组是一个较好的应对方法,例如,有光电技术课程教学、模电设计、单片机或计算机程序等老师参与。每个指导老师要根据项目的特征,尽快学习补充其他相关的专业知识,并且要求亲自动手设计调试所选择的项目,熟透项目的全部过程和细节内容。第二,需要老师具有丰富的光电系统设计的实际经验及教学经验,以便能解决学生遇到的随机的、多样的问题,并引导学生去协作研究、完成设计任务。教学导师组成员中,至少应有一名完成或参加光电工程开发方面的科研课题;每个指导老师也应多参与或熟悉科研课题,提高利用光电技术解决工程应用问题的能力。

此外,我校“光电技术综合设计”教学中,曾尝试小老师体制。即选择一批优异学生,例如,参加竞赛动手能力强的学生,模电或程序设计学习优秀的学生,提前培训作为设计课程的小老师,并赋予他们一定的权利和任务。结果表明,这些小老师积极性很高,不仅出色地完成了指定的指导任务,而且他们自己的综合设计成绩普遍高于平均水平。

## (三) 设计成绩评定的问题

按照标准评定成绩,最大的问题是众多设计出现“雷同”。课程设计结束后,学生提交设计样机、设计报告和完成答辩。由于设计选题和设计元素相同或基本,加上学生在设计过程中相互交流讨论,有的小组完成的是“原创”的设计,而有的是学习甚至“照搬”了他人的设计。评定成绩时,只要设计样机能够正常运行且符合要求,即可通过;首批完成的或有独到见解的“原创”设计,可获得优秀;后期完成的或“照搬”的设计,只要设计的各个部分完备、答辩时分析问题透彻,真

正学会了项目设计,仍可给予优秀或良好。

为了防止学生在设计过程中不假思索的抄袭“照搬”现象,教师在设计任务和内容的安排上,可以分配给各个小组不同的设计参数、不同种类的探测器等;在检查样机时可以对有针对性地进行提问,由学生当场解答;也可以设置简单的题目由学生当场完成,如检测光功率减半时系统的性能,换用不同光谱的激光器重新调试系统,按指定处理方式修改并重新运行程序等,以检查学生是否真正掌握设计要点。

## 四、结束语

光电类课程综合设计实践教学,学生综合运用光电技术课程知识,自行设计调试光路、电路和编写程序,设计课题样机,并提交设计报告,极大地调动了学习的积极性和主动性,在相对集中的时间段完成一个完整的光电工程设计课题,达到了预期的培养功效。但是,由于国内光电类课程相对于其他专业课程(自动化、机械、电子等)起步较晚,理论和实践教学经验均不足,加上该类课程的工程应用和综合应用特征,光电类课程综合设计课程建设中存在教师队伍、硬件资源以及管理运行机制等多方面的问题亟待探讨和解决。

### [参考文献]

- [1] 教育部高教司. 普通高等学校本科专业目录和专业介绍[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998.
- [2] 江文杰, 曾学文, 施建华. 光电技术[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 2.
- [3] 江文杰, 曾学文, 施建华. 《光电技术》课程建设的探索与实践[J]. 高等教育研究学报, 2009, 32(4): 43-44
- [4] 杨帅, 薛岚等. 关于开展专业综合设计实践课程开设的探讨与研究. 陕西教育(高教), 2009(1): 57
- [5] 李祖明, 胡仁杰. 综合设计类课程建设的思考与实践[J]. 实验室研究与探索, 2008, 27(12): 110-111
- [6] 雷金辉, 赵晓侠, 田春瑾. 计算机基础课程综合设计的教学研究[J]. 电脑知识与技术, 2011(17): 4121

(责任编辑: 胡志刚)