

基于团队设计项目的本科毕业设计模式探索与实践

李东旭, 孟云鹤, 蒋建平, 范才智, 程文科

(国防科学技术大学 航天科学与工程学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 采取“团队设计项目”的模式指导本科毕业设计, 研制出“卫星耦合动力学与控制地面演示实验系统”, 对这一探索实践的过程与成果给予介绍, 并总结其经验与启示, 为改进和提高本科生毕业设计指导工作提供参考。

[关键词] 团队设计项目; 本科毕业设计; 卫星地面演示实验系统

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2013)01-00117-03

Practice and Discussion of the Graduation Projects Based on Group Design Projects

LI Dong-xu, MENG Yun-he, JIANG Jian-ping, Fan Cai-zhi, CHENG Wen-ke

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

Abstract: In 2011-2012 academic year, group design projects (GDP) were selected as a mode for graduation projects by our tutor group, and a satellite simulator system of coupled dynamics and control was developed by the graduate students. The process of the graduation projects was introduced, and the gains were summarized, which may be of some help for education reform of graduation projects in colleges.

Key words: group design projects; graduation projects; satellite simulator system

一、引言

本科毕业设计是本科生培养的重要环节, 相比课程教学侧重于对理论知识的传授, 毕业设计环节则更侧重于对知识的综合运用以及创新能力的培养。然而, 长期以来, 国内高校教学改革与研究的重点与热点一直是课程教学, 对毕业设计环节则关注不足。^[1]目前, 有些院校的毕业设计暴露出模式单调、流于形式、重理论轻实践、命题随意性大、更新滞后、内容单一等问题,^[2]低估了毕业设计环节在人才培养中的重要作用, 不利于对学生综合素质、创新能力及组织协调能力的培养, 不能适应分工日益细密、协作日益突出的社会发展需求。^[3]因此, 应重视毕业设计环节的教学指导工作, 对毕业设计模式的探索实践非常必要。

“团队设计项目”(GDP—Group Design Project)^[4]是一种集成教学方法, 通过多学科间有计划、彼此联系、相互补充的教学活动, 培养学生对知识的掌握、理解运用以及工程协作能力。国外大学注重对 GDP 的应用, 如: 斯坦福大学航空航天系将 GDP 概念引入“空间飞行器设计”(Spacecraft Design), 仅用 5 万美元就制造出了一颗小卫星, 创造了奇迹;^[5]英国克兰菲尔德大学将 GDP 引入到飞行器设计专业的研究生培养环节中, 培养了大批优秀的高级管理及技术型人才;^[6]瑞典 Linköping 大学也非常注重利用

GDP 对学生进行培养, 其学生培养目标中明确强调培养团队协作能力的重要性。国内一些高校也开展了一些应用 GDP 模式开展毕业设计的实践。^[7]2012 年, 中国教育部发布《关于做好本科教学工程国家级大学生创新训练计划实施工作的通知》, 明确了将培养大学生的创新能力、实践能力与团队协作意识作为重点, 并以基金项目形式, 资助大学生开展团队设计。总之, 基于 GDP 模式的本科毕业设计代表了“构建多学科交叉融合的大学生培养环境”的国际共识与发展趋势。

2011-2012 年度, 课题组将 GDP 模式应用于本科毕业设计指导工作中, 研制出“卫星耦合动力学与控制地面演示实验系统”, 富有成效。本文对这一实践探索给予总结分析, 为高校改进和提高本科生毕业设计环节的教学指导工作提供参考。

二、基于 GDP 模式本科毕业设计实践

(一) 选题设计

项目选题来源于科研课题“XX 卫星耦合动力学与控制”, 针对的是“卫星的挠性结构振动与卫星本体姿态运动相互耦合, 并严重影响载荷成像质量”的工程背景, 属于技术前沿, 目的是在地面建立一套模拟演示实验系统, 以开展耦合动力学与控制问题研究。经过研讨, 该项目分解

[收稿日期] 2012-06-26

[基金项目] 国家自然科学基金(10702078)

[作者简介] 李东旭(1956-), 女, 四川乐山人, 国防科学技术大学航天科学与工程学院教授, 博士生导师。

为总体设计与分析、结构设计、姿控系统设计等六个子项目一个实验系统设计、开发与分析的完整方案。其任务、工作内容与目的如表1所示。由此构建了一

表1 “卫星地面模拟演示实验系统研制”项目分解

子项目	概要	子项目任务	工作内容	目的
1. 总体设计与分析		给出一套悬吊式、单自由度的卫星对地成像演示系统的总体方案,并协助研制演示系统	(1) 卫星演示系统的功能设计;(2) 卫星演示系统的分系统构成;(3) 卫星演示系统的指标分析与设计;	培养理论分析、试验设计、科研协作、动手等全方位能力
2. 模拟星结构设计与分析		设计并实现模拟星结构,分析模拟星结构的动力学特性,协同完成演示系统的构建	(1) 设计要求分析;(2) 结构系统方案设计;(3) 结构分系统工程设计;(4) 结构分系统质量特性分析和动特性分析;(5) 协助完成模拟星加工,参与演示系统的总装集成。	初步掌握飞行器结构设计与分析方法,培养科研能力和团队协作精神
3. 帆板振动控制分系统设计		设计和实现卫星太阳能帆板振动控制分系统,协助完成高分卫星模拟演示系统的构建	(1) 太阳能帆板结构动力学建模与分析;(2) 太阳能帆板振动控制系统设计与分析;(3) 太阳能帆板振动控制硬件系统设计;(4) 太阳能帆板振动控制实验研究。	掌握结构动力学分析和振动控制基本方法,熟悉振动控制实现过程;提高科研实践和团队协作能力。
4. 姿态控制分系统设计		设计卫星模拟演示系统的姿态控制分系统,即完成卫星姿态测量、姿态控制律设计、姿态控制硬件实现。	(1) 姿态控制系统设计与仿真分析;(2) 姿态控制硬件系统选型;(3) 姿态传感器的信号处理和姿态控制执行器的通信与控制;(4) 姿态控制算法实现与姿态控制实验。	掌握姿态传感器数据的采集和信号处理、执行机构的通讯方式和控制方法,理解控制算法在姿态控制中的应用。
5. 主控分系统设计		采集和显示演示系统的各类传感器信息,并与振动控制分系统和姿态控制分系统进行信息交互。	(1) 设计模拟演示系统的电路总体方案;(2) 设计模拟演示系统的信息传输与交互方案;(3) 开发演示系统的人机交互程序。	掌握系统集成设计思想和熟悉常见的传感器、执行机构的软硬件接口协议,提高学员的软件编写能力。
6. 模拟星动力学建模与分析		主要研究卫星结构动力学特性,并通过动力学建模和分析,预测模拟星结构动态特性	(1) 带挠性太阳帆板模拟星的结构简化和耦合模型确定;(2) 有限元方法的数值建模和固有特性分析;(3) 挠性帆板动态响应分析;(4) 悬吊系统设计与分析	将所学知识运用至工程实践中来,并掌握运用相关工程软件,有助于提高学员自身分析问题和动手实践的能力。

(二) 双团队组建

教师团队与学员团队的组建是实现 GDP 模式的关键。其中教师团队是以航天方面的学科带头人为核心,包括结构动力学与设计、振动控制、姿态控制、电子电路等方向一共 5 人组成,该团队模式具有较好的学术交叉特点,也体现出航天工程的系统性与综合性。

按照表 1 所示的六个子项目形成课题任务书,并发给学生自主选择,一人一题,由此基于兴趣爱好形成了自然分工的学生团队,他们积极性高,并有相互合作的意识。

教师团队与学员团队的构成结构如图 1 所示。

(三) 项目实施过程

项目研究历时近两个学期,经历了项目准备阶段、项目方案阶段、项目实施阶段与项目总结阶段共四个阶段,其中每个阶段又包含了若干重要的关键节点,如图 2 所示。这样的阶段划分不仅包括了一个系统工程研制的概念、方案、分系统设计与加工、系统组装与调试以及总结的完整实施过程,而且将毕业设计任务书形成、开题报告提交、中期检查、论文撰写、毕业答辩的重要节点也融合其中,实现了实验系统设计开发与毕业论文研究的有机结合。

(四) 项目成效

经过艰苦努力,面向“卫星地面演示实验系统研制”的 GDP 模式本科设计团队构建成了一个较为完整的模拟卫星地面演示实验系统,包含结构分系统、振动控制分系统、姿态控制分系统、悬吊分系统、载荷分系统以及目标模拟分系统、视频监控系统等并具备了振动测量与控制、姿态

测量与控制、载荷工作模拟等初步试验功能,在进一步完善后,可以开展一系列卫星耦合动力学与控制实验,将为所承担课题的完成提供重要的实验设施支持。另外,学生团队撰写毕业设计论文六篇,系统设计研制总结报告一篇,内容翔实饱满,整个毕业设计工作取得了较好效果。

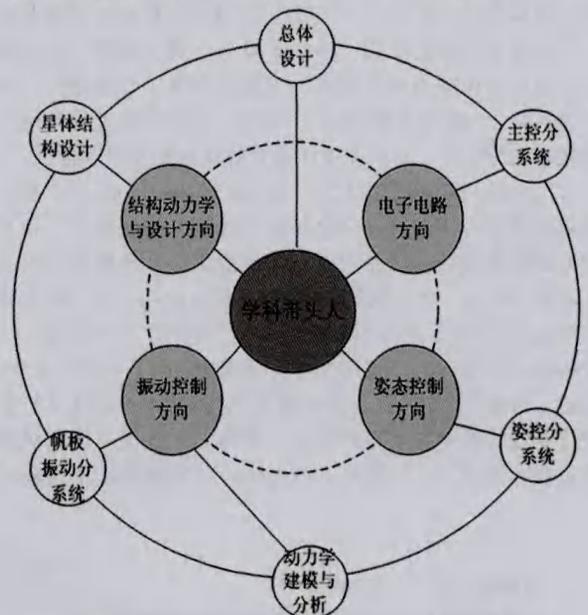


图1 基于团队设计项目的本科毕业设计组成结构示意图

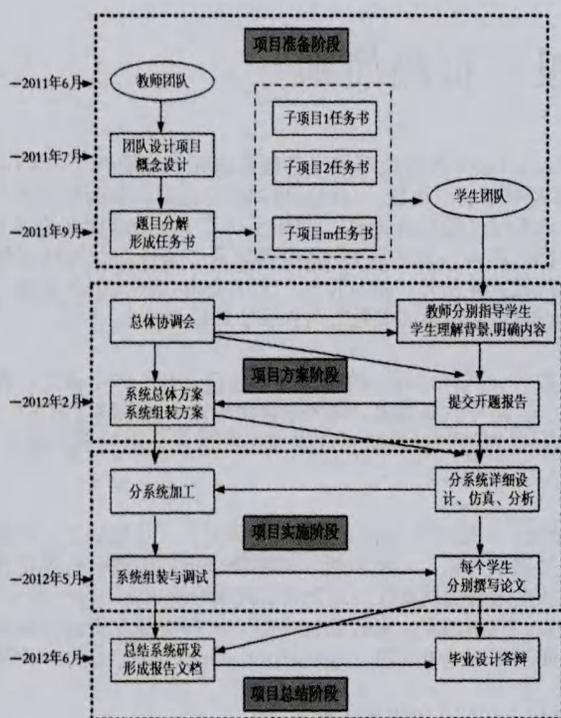


图2 基于团队设计项目的本科毕业设计实施过程

三、总结与启示

(一) 经验总结

总结本次基于GDP模式的本科毕业设计指导实践的成功经验，有以下几点：

(1) 核心要坚强有力，方向正确。在本项目实践中，学科带头人对于该设计项目概念的谋划、设想，对于交叉学科教师团队的组建，对于项目保障制度的制定，对于项目投入的支持，以及在关键时刻的督导，对项目的顺利推进起到了至为关键的作用。

(2) 选题应背景明确，综合性强。面向“卫星地面演示实验系统研制”的团队设计题目属于典型的综合交叉创新，作为一个研究“卫星耦合动力学与控制”的地面悬吊式实验系统，单一学术背景的研究团队难以研发，但将其分解为结构设计、姿态控制设计、振动控制设计、电路设计、载荷设计等分系统，利用GDP的分工协作，则实现了化难为简。

(3) 组团应优势互补，人数合理。团队中的学员在理论分析、总体规划、仿真计算、动手实验等方面各有所长，形成了交叉性、互补性；另外，团队人数在满足任务需求的条件下应比较精干。

(4) 方案应总体统筹，明确具体。在该团队设计中，从始至终一直强调方案设计，形成了包括总体方案、分系统方案、安装方案、调试方案、实验方案等众多层面的方案，实践证明：这些方案不仅没有浪费时间，反而保证了项目进度，可谓“磨刀不误砍柴功”。

(5) 保障制度应健全，督导有力。本项目在开展之前就建立了较为规范的制度，如周会制度、实验操作制度、实验室管理制度等，在项目实施过程中有“法”可依；另外，教师团队参与了全过程的检查、监督项目的推进情况，及时做出指导，在关键时参加设计与研制工作；这些措施保证了项目安全有序地推进。

(6) 总结应完整全面，面向发展。在毕业设计完成的同时，设计团队对该项目进行了完整总结，形成了较为全面的文献资料，这对于实验系统的下一步完善提供了必要的文档基础。

(二) 启示

经过这一实践过程，不仅参加毕业设计的学生收获颇多，倍受激励，教员团队也获得了新的认识：在毕业设计中没有不会做的学生，只有不善于组织的老师，本科毕业学员的创造力、动手能力的潜力是很大的，有的甚至比研究生学员更有想象力，需要指导教师提供激发他们创造性的实践条件与环境，并给予引导和帮助；而密切结合科学研究背景，从中提取出创新性强、系统性强的团队设计项目，精心组织好本科毕业学生开展实践，不仅可以为本科人才培养提供重要条件支持，更好地培养他们综合运用知识的能力、创新实践的能力及团队合作意识，而且反过来GDP的成果也将促进课题组科研学术的发展，从而使教学与科研相互协调统一，获得双赢效果。

[参考文献]

- [1] 易金务. 略论课堂教学基本功[J]. 高等教育研究学报, 2011, 34(2): 12-13.
- [2] 章勇高, 高彦丽, 黄江平, 蔡穆英. 工科毕业设计的大项目小课题指导模式研究与探索[J]. 教育与教学研究, 2012, 26(3): 81-84.
- [3] 汪灵, 林金辉, 龙剑平. 理工科大学毕业设计(论文)团队指导法研究与实践[J]. 成都理工大学学报(社会科学版), 2008, 16(4): 88-91.
- [4] Stocking . P. J. The teaching of aerospace vehicle design at cranfield university with particular reference to the group design project[J]. Proc. IMechE, 2007, 221(G): 225-234.
- [5] 李东旭. 对斯坦福大学的课堂教学模式的思考[J]. 高等教育研究学报, 2000, 23(4): 81-82.
- [6] 王正杰. 基于团队设计项目的本科毕业设计模式研究与实践[J]. 北京青年政治学院学报, 2011, 20(4): 105-110.

(责任编辑：卢绍华)