

基于真实项目的实践教学体系探索

刘勃 刘玉 钟国辉 张建林

【摘要】 构建实践教学体系是本科人才培养的基础工作,也是当前高等工程教育改革与发展的关键。华中科技大学种子班经过几年的探索,构建了“基于真实项目的实践教学体系”。该体系以真实项目为牵引,以实践教学内容和过程的递进安排为特色,在班队结合的研发环境中和有项目经验的导师督导下,由学生自主组建项目组并协作完成真实项目,较为有效地调动了学生参与实践教学的积极性,较为全面地训练了学生的工程能力,是一种可借鉴推广的实践教学体系。

【关键词】 种子班 真实项目 实践教学

【收稿日期】 2011年11月

【作者简介】 刘勃,华中科技大学启明学院种子班导师,电子与信息工程系副教授;刘玉,华中科技大学启明学院副院长,电子与信息工程系教授;钟国辉,华中科技大学启明学院种子班导师,电子与信息工程系讲师;张建林,武汉纺织大学教育研究中心主任、教授、博士,华中科技大学教育科学研究院兼职博士生导师。

实践教学是高等工程教育的重要环节,构建有效的实践教学体系是当前我国高等工程教育改革与发展的关键。目前很多高校的工程教育实践教学体系普遍存在着“假题真做”、体系不够健全等问题。华中科技大学电信系“基于项目的信息类专业教育试点班”(亦称“种子班”)坚持真实项目牵引,经过几年的探索,构建了基于项目的信息类专业教育实践教学体系,并在全国范围内产生了一定的影响。本文拟对此予以介绍和分析,以期对我国高等工程教育实践教学体系建设有所裨益。

一、种子班的实践教学体系及成效

1. 实践教学安排。

种子班的实践教学内容由工程训练(一)、工程训练(二)和项目实践构成(见表1)。

表1 种子班实践教学体系

课程名称	课程性质	开课学期	学时	学分
工程训练(一)	必修	5	80	5
工程训练(二)	必修	6	160	10
项目实践	必修	7	10周	10

工程训练(一)、工程训练(二)也叫项目训练(一)、项目训练(二),主要是安排种子班三年级的学生于第五、六学期在承担真实项目研究任务的高年级学生或研究生的指导下,通过“跟项目”和“做项目”,使学生熟悉工程项目组织及工程实践

的基本过程、原理与方法,即:(1)通过项目的可行性分析,掌握系统分析方法;(2)通过体验总体设计、详细设计,掌握系统设计方法;(3)通过项目实施过程,提高动手能力;(4)通过在项目中解决问题,掌握知识运用的方法;(5)通过在项目中发现自身知识的不足,提高学习的积极性和主动性;(6)通过项目整合测试,掌握系统质量保证和控制环节;(7)通过项目技术支持,体会系统维护过程;(8)通过全程参与项目,理解工程项目的系统与复杂特点,了解工程项目的组织与管理、质量控制以及经营等方面的知识。

“项目实践”是工程训练(一)、工程训练(二)的延伸,是高级阶段的工程训练。进入项目实践环节的学生与处在工程训练(一)、工程训练(二)环节的学生所接触的都是真实科研项目,所不同的是:处在工程训练(一)、工程训练(二)阶段的学生是项目组的“一般成员”,任务是“跟项目”和“做项目”。处在项目实践阶段的学生是项目组的“骨干成员”,必须承担具体的科研任务,并指导低年级的学生完成工程训练(一)、工程训练(二)阶段的实践教学任务,部分骨干成员还要承担项目的组织与领导责任。

总之,种子班的实践教学体系是以真实科研项目为依托,按照“跟项目、做项目、带项目”顺序进行设计和组织实施的。且所有项目均由学生担

任项目组长,实行组长负责制,项目的一切事务包括责权利均赋予项目组。为保证项目的正确实施,我们同时实行导师制和顾问制,以督导项目进程。

2. 实践教学考核。

学生的实践教学成绩分为“平时成绩”和“期末成绩”两个部分,按 40%和 60%的比例计入总成绩。平时成绩每月考核一次,由项目组组长负责评定。期末成绩由种子班教学专家组和项目组成员共同评定,并采取学生陈述和公开答辩的方式进行。为了使 学生获得全面的工程训练,我们着重从以下 10 个方面对学生 进行考核:(1) 理解能力:对项目全局的理解,对单元技术原理的理解;(2) 学习能力:主要是对项目需要的知识的学习能力、学习速度以及掌握程度;(3) 分析能力:包括故障定位、现象分析和改进建议等;(4) 动手能力:项目中的制作、加工、调试、测试、编程等;(5) 资源获得:文献查找和获得能力;(6) 配合沟通:与导师、组员、团队队员以及校内师生的内部沟通,与组员的配合,与合作单位、供应商和加工商等外界沟通,同时也包括谈判能力;(7) 设计能力:模块的设计;(8) 创新能力:项目设计和项目工作中的改进和优化,为促进项目完成而提出且被采纳的新的想法和解决方案等;(9) 工作态度:对待学习和工作的认真度和积极性,对项目的参与度;(10) 表达能力:讨论、讲解和答辩中的表述能力。

3. 实践教学的成效。

兹以 2007 级种子班 2008 年 11 月至 2010 年 11 月参加的真实科研项目为例(见表 2)。

表 3 是截至 2010 年底种子班 2004 级至 2008 级学生通过项目研究所取得的主要成果。

尤其令人欣慰的是,种子班学生完成的一些项目得到了有关企业或研究机构的充分肯定。2005 级种子班学生葛成东、刘熙同和 2006 级种子班学生周飞龙、李剑飞、杨一帆、单俊杰完成的“电动标牌压印机控制系统”项目,武汉嘉铭激光有限公司给出的结题评审结论是:“样机性能和技术指标的测试工作细致、全面,结果真实可靠;测试结果表明,样机的各项性能和技术指标达到技术协议规定的要求,特别是压印速度、压印深度、行间距和字间距的控制精度达到较理想的效果,软件编辑和操作比较方便;72 小时的拷机验证无死机现象和其他故障发生,样机工作正常;项目组

提供的各项报告和技术资料齐全。该项目结题评审予以通过。”2007 级种子班学生蔡玉帅、高亮和 2008 级种子班学生张伟俊完成的语音 Web 二期项目,企业于 2010 年 4 月 13 日在结题验收时指出:“本项目在全体师生的共同努力下,按预期计

表 2 2007 级种子班参加的真实项目一览表

姓名	项目名称	承担工作
蔡玉帅	锐英项目	PC 端客户端
	语音 Web 二期	多媒体管理
	CAPWAP 二期	组播功能模块
徐涛	虚拟现实项目组	三维图像处理
	国际合作项目组	CT 系列
	汤姆逊项目组	数据库备份
	CAPWAP 二期	CAPWAP 配置
董尚文	CAPWAP	隧道保活,报文重传,报文分片
	DHCP 二期	DHCP 协议部分和配置管理
周建兴	虚拟现实项目组	Web 前端
	国际合作项目	CT 系列
	DHCP 二期	DHCPv6 协议
李大伟	视频监控	组员
李文烈	视频监控	组员
汪洋	海外组	c++ 系列项目
	医学图像组	负责该软件的升级和维护
	二维条码组	解码译码
肖爱华	VMS 项目组	MFC 客户端,媒体数据备份
	二维条码组	项目组组长
黄祥洲	SIP Trunk 项目组	呼叫转接模块
	国际合作项目组	Gensym 系列
姜磊	国际合作项目组	组员
刘亘	国际合作项目组	组员
王慧松	WEB 语音一期	语音实体的实现和管理
	SIP Trunk 项目	配置管理
	国际合作项目组	A7 系列,IBMConfig 系列
徐少鹏	国际合作项目组	组员
马悦飞	SIP TRUNK 项目	用户注册
	国际合作项目组	Tenfold, A9000 系列
范欣欣	国际合作项目组	Config 系列
	海外挪威项目组	Forum 系列
丁世远	锐英组	手机端 GPRS 自动开启并向服务器传输文件模块
	海外组	C++ 方向
	医学图像组	负责该软件的升级和维护
	汤姆逊组	负责客户端部分
张岩	无线视频组	上变频板的调试和 COFDM 调制中的内编码和交织部分的代码编写
王征添	无线视频传输	承担编码板、调制板部分工作
高亮	语音 WEB 一期	组员
	SIPTrunk	项目组组长
	语音 WEB 二期	项目组核心骨干
	CAPWAP 二期	小组长

表3 种子班的主要成就

成果名称	数量
获国家级奖项	2
获省级奖项	3
获校级奖项	44
专利受理数	2
专利授权数	5
在国内外重要期刊及会议发表学术论文篇数	12

划圆满完成,项目质量也完全达到了预期目标,希望有机会再度合作。”2006级种子班学生刘伯特等参与完成的“WB软件MAC协议研究与实现”项目,武汉国家光电实验室通信与智能网络研究部2010年11月10日给出的结题评价为:“已完成UWB的MAC层协议驱动程序开发设计和系统测试工作,并完成了相关协议翻译工作。项目组成员严谨自律的工作作风、团结向上的小组气氛和精益求精的技术追求,给我方留下了很好的印象,希望能够继续开展新项目合作。”

二、种子班实践教学体系的育人价值

我们把上述实践教学体系称之为“基于真实项目牵引的实践教学体系”,构建该体系的关键是要有一定数量的“真实项目”。所谓“真实项目”,即是指由企业付费、委托立项和组织验收,且必须按照合同的约定在规定的时间内加以完成的科研项目。把真实项目引入高等工程教育实践教学体系,并把组织完成真实项目的研究任务作为实践教学的基本要求,具有如下育人价值:

1. 获得真实体验。

以学车为例。新手在驾校的训练场上练习开车,应该也是比较真实的实践训练了。然而,在训练场上开车的新手在感觉、心态上仍然是不完全真实的。因为他知道,这里相对安全,不会撞车,不会撞人。但是,一旦上路,心态立刻就会改变:侥幸心理消失了,注意力十分集中。与之相似,当学生投入真实项目牵引的实践教学过程之中时,他们的心态也会随之而变:全神贯注于项目之中,项目需要学什么就会主动去学,项目需要干什么就会主动去干。我们发现,基于真实项目的实践教学,不仅能够充分激活学生的学习热情,还能够提早让学生进入工作状态。

2. 感受实际责任。

真实项目提供方会分阶段检查和验收项目,特别是在验收过程中,项目提供方的态度是十分严格和极负责任的,行就是行,不行就是不行,没

有任何讲条件的余地。这就不像那些虚拟项目,学生既不知道具体的用途,也没有使用方的监督,因而缺乏相应的压力与责任感。而且,在此过程中,学生还能感受到项目的完成情况与项目提供方的兴衰成败密切相关,因此会多了一份社会责任感。

3. 受到全面训练。

对于普通的实践教学任务,学生取得60分以上的成绩就算是过关了。而基于真实项目的实践教学,只有完成项目研究任务且由提供方验收合格才能交差。因此,参加项目的学生不可能绕过任何工程训练环节,不可能忽略或漏掉任何与完成项目研究任务相关的任何内容。

4. 维持必要压力。

真实项目来自生产第一线,和项目提供方均签订有正式的合同。任何一个项目的提供方均对项目的进度与完成时间有明确的要求,并全程监控项目的进展情况。有正式合同作为约束,外加项目提供方和指导教师的监控检查,参加真实项目的学生必然产生完成项目的紧迫感和多方面的压力。这种状态特别有助于保证实践教学质量。

5. 形成系统的工程观。

很多公司认为,刚从学校毕业的学生只会考虑技术问题,而不考虑非技术问题,缺乏系统的工程观。然而,参与真实项目的学生除了要解决技术层面的所有问题之外,还必须对使用、美观、安装、维护等非技术层面的问题有全面考虑,特别是要考虑如何最大限度地满足用户的要求,进而建立和养成系统的工程观。从事真实项目的研发是一个系统工程,为完成项目,学生还需要组成项目组,了解研发的项目如何达到先进水平和满足市场需求,并从中锻炼组织领导、相互协作等工程能力。

6. 激发成就感。

选入种子班并参与真实项目的研发,这本身就是对学生的肯定。当项目顺利完成并得以顺利结题验收,承担项目研究的学生所收获的喜悦与自豪是不言而喻的。特别是当自己研发的产品走向市场,被市场认可,被用户使用,不断获得这样的反馈信息,参与项目研究的学生必然会产生一种成就感。这又反过来会进一步激发他们的学习与研发热情。

种子班学生也这样总结自己参加真实项目研究的体会。2007级种子班学生姜磊谈到:“通过

真实项目的训练,不仅学会了各种技术和各种框架,更重要的是学习了解决问题、分析问题的方法,学会了怎么样去评估一个项目的难度和工作量,学会了怎样合理地安排时间,学会了怎样掌握项目的进度和质量,学会了怎样去向其他人学习和沟通,学会了以最快的速度掌握项目涉及的新技术并最快地应用到项目中去。在做方面,最重要的收获是责任感。为了集体的荣誉,我们每个人必须认真地对待每一个项目。为了这份责任,我们愿意熬夜,愿意牺牲任何休息时间,愿意推掉其他可以推掉的事情。”2007级种子班学生李大伟谈到:“在做项目的过程中,我能感受到自己的进步和提高,从最初的需求阶段到单元测试阶段,从编码到测试,一路走来,对整个软件开发项目的流程和该流程应该注意的一些问题都有了更加深刻的认识。”2006级种子班学生刘伯特谈到:“我做这个项目,从头到尾一共经历了差不多半年的时间,个中种种酸甜苦辣滋味都感受过,是很大的锻炼,对我的各方面都有着极大的影响。”

三、种子班实践教学体系顺利运行的秘诀

建构和推行基于真实项目的实践教学体系,确有很大的难度。很多学校想让本科生直接参加真实项目,但又怕本科生没有能力完成,往往望而却步。如何让没有经验的本科生承接真实项目,又能够保证项目的完成,并使 学生得到较为全面的工程训练,种子班较好地解决了这些问题。种子班实践教学体系得以顺利运行的秘诀,可以概括为“两个递进一个结合”。

1. 从课程实验、课程设计到真实项目的递进安排。

经过多年的探索,目前高校的课程实验和课程设计已经具备较好的基础与条件,从实验设备到实验内容到实验教材都有很完备的体系,是实践课程对理论课程最直接的重要补充。很多与实践有关的课程都安排了课程实验与课程设计,完成课程实验与课程设计就相当于做一个虚拟的小项目。本科生的工程训练从分立的单元技能到系统综合技能的培养过程,是高校一贯沿用的实践教学方法,而系统综合技能的培养一般包括在毕业设计中,但主要以虚拟项目为主。种子班也同样遵循这样一种工程训练路径,对于学生顺利达到参与和完成真实项目的基本条件非常有效。在此基础上,用真实项目取代虚拟项目,则使传统的实践教学跃进到一种新的境界和高度。虽然基于

真实项目提高了实践教学的要求,但学生的积极性与责任感也得到相应提升,应该相信进入状态的学生是能够胜任项目研究任务的。

2. 从跟项目、做项目到带项目的递进安排。

种子班的生源为大学二年级升三年级的学生,这批学生已完成专业基础课的学习任务,有一定的科研基础,但仍然无法在项目中承担主要的研发任务。因此,种子班对新加入学生的定位是“跟项目”,即跟着项目中的高年级学生学习,在学习和摸索中了解项目,并能协作参与项目中较简单部分的研发。到了三年级下学期,这些学生对项目技术、项目流程等有了一定的了解。因此,在此阶段,我们就安排他们开始“做项目”,承包部分模块的研发,并承担部分风险与责任。到了四年级,种子班学生均须成为项目研发的主力,有的学生甚至成为项目组组长,承担“带项目”或“管项目”的角色。在技术上,学生要负责较大模块的设计与开发;项目管理上,要积极考虑项目的各种风险、进度等问题,并为项目组培养新组员,以承接自己的工作。在大部分项目组中,都有经验较为丰富的高年级学生或者研究生,在他们引导和带领下,大部分种子班学生在四年级就能成为项目组的骨干成员甚至是项目组组长。这些成长起来的骨干成员或项目组组长继而又承担起“传帮带”的任务,于是新一轮基于真实项目的实践教学体系也得以顺利运行开来。

3. 种子班与“DIAN 团队”的有机结合。

种子班源于“DIAN 团队”,但又不同于“DIAN 团队”。“DIAN 团队”是一个以本科生为主的科技创新团队,以本科生创新能力的早期培养为首要目标,强调“高尚的道德情操、优秀的工作作风和扎实的专业技能”并重。该团队由导师全程负责,以真实科研项目为牵引,注重从本科低年级开始进行人才长线孵化,让学有余力的本科生直接参与面向学科前沿或生产实际的科研活动,通过“干中学”的方式培养学生的创新能力和综合素质。在我校决定以“DIAN 团队”为基础成立种子班之前,“DIAN 团队”已形成导师制、导生制、顾问制相结合的指导体系,已建立起递进式的工程人才训练路线,初步形成了独具特色的团队文化,并在学校和社会上已产生较大的反响。

实行“班队结合”之后,凭借“DIAN 团队”的早期积累和社会影响,种子班实践教学体系的真实项目来源就有了可靠的保障。现在,种子班为

学生们提供的真实项目可谓种类繁多,包括与H3C公司合作的软件类项目、与武汉嘉铭激光有限公司和岩土所合作的嵌入式项目、与国外软件外包公司合作的海外软件项目、与校内合作的数据库或网站项目、基金牵引的理论研究项目等等。种子班学生可以根据自己的兴趣爱好,选择适合自己的项目,部分学生还可尝试参与多个项目组。此外,“DIAN团队”不仅为种子班提供了早期“带项目”的骨干学生,也为种子班快速建立起基于真实项目的实践教学体系提供了各种可资利用的经验与资源。事实上,构建种子班实践教学体系的指导思想与路径设计就是对“DIAN团队”的仿造。截至目前,种子班的学生与“DIAN团队”的队员也基本上保持一致,进入体制内的“DIAN团队”享受着学校给予的各种优惠政策与资金资源支持,建立在“DIAN团队”基础上的种子班则迅速成长为国内拔尖创新人才培养和实践教学改革的一个典型。

四、种子班实践教学体系改革的经验

1. 正确引导。

由学生来完成真实项目,既有难度,也有风险,关键还是看我们怎么引导。我们的基本做法是:由经验丰富的教师进行督导,采用学生逐步介入的办法,即先跟项目,再做项目,最后是主持项目,通过新老搭配并组建项目组的方式,既达到实践教学的目的,也保证项目得以完成。具体工作过程是:首先是承接项目,由教师选择悟性强的学生先期介入并作为项目组组长进行培养,在导师的指导下负责调研和做方案。在项目方案成熟后,由组长挑选组员,再由组长带领全组成员细化方案,做到对项目都能理解,不留疑问,进而到项目提供单位与其共同论证,通过论证后即开始启动。项目的进程由组长负责协调和控制,导师也负责定期检查项目的进展情况并给出建议。组长每周召开项目组会议,并撰写项目汇报发给导师。遇到重大问题和风险时,由导师出面组织技术攻关会议,并提出对策。项目完全由学生独立控制,一般物品的购置和经费的使用等都由组长做主,导师只起引导和督导作用。

2. 相信学生。

通过真实项目来训练学生的工程素养,也不是新鲜的想法与创举,关键是能否相信学生,敢不敢放手让学生相对独立地处理项目实践中的一切问题。很多学校在实践教学方面止步于虚拟项

目,而不敢跨入真实项目的实践,一个重要原因就是怕学生不能完成,带来不良后果。我们的做法是真正相信学生,让学生真正成为实践教学的主体。由学生自主组建项目团队,由组长与组员共同完成,责权利都交给项目组,项目的方案由学生设计,项目的经费由学生掌握,由学生与项目提供方直接进行联系。项目的QA(Quality Assurance)也是学生,导师组仅起督导作用,基本做到学生自主全程完成项目。这对学生是挑战,但给了学生主人翁的地位,学生的积极性能得到充分的调动。如果由教师或企业全程控制项目实践,学生仅仅当个配角或旁观者,就很难达到实践教学的效果。

3. 主动实践。

让学生观摩、局部参与、模拟实验的实践教学手段在各高校较为盛行,但收效并不理想。让学生全程、系统和真实地体验项目实践是十分重要的,当他们走上社会后,就会感觉学校的学习实践和社会的实际需求之间差别不是那么大,学生就容易尽早成为企业的技术管理骨干。可以说,真实项目牵引的实践教学对学生的工程素养是最好的锻炼,因为传统实践教学的很多内容是事先安排好的,重复过多次的,都是以教师为中心,给学生自主空间很小。学生在实践中,以被动的角色出现,没有自主的感觉,积极性不高,你怎么说我就怎么做,做不出教师自然会告诉我,依赖心理相当大。以真实项目作为实践教学的内容,学生就必须承担起相应的责任,必须变被动为主动。

4. 全面评价。

基于真实项目的实践教学具有系统训练学生多方面工程能力的特点,但是真正要达到系统训练学生工程能力的目的,就必须全面评价学生在项目实践中的表现和贡献。在实践教学中,我们既通过让学生自主管理项目财务,以促使他们知道到哪里能购买质量好价位低的材料以及如何控制购买量,通过学生自主组建项目组和自主安排项目进度,以促使他们学会沟通,学会处理项目研发过程中涉及的各种问题,进而培养他们多方面的工程实践能力。亦如前述,我们还制定了较为全面的考核标准,通过月评和期末考评相结合,引导和鼓励学生通过项目实践以锻炼全面的工程能力,即理解能力、学习能力、分析能力、动手能力、资源获得、配合沟通、设计能力、创新能力、工作态度、表达能力等。

(下转第126页)

总之,北航学科建设将以建设效益最大化为原则,以追求可持续发展为核心,以提高质量为生命线,以强化特色赢得发展机遇,以突出创新引领未来方向,切实促进学科建设全面、高效、协调发展,实现学校综合实力和办学水平的同步提升,最终实现空天信融合特色的世界一流大学的目标。

参 考 文 献

[1] 顾秉林:《创新:研究型大学的成功之道》,《清华大学教育研

究》2008年第1期。

[2] 杜玉波:《质量立校,特色发展,建设高水平研究型大学》,《北京教育(高教版)》2009年第1期。

[3] 托斯坦·胡森:《论教育质量》,《华东师范大学学报(教育科学版)》1987年第3期。

[4] 刘尧:《大学特色的形成与发展》,《清华大学教育研究》2004年第12期。

[5] 路甬祥:《科学的历史与未来》,《科学中国人》2002年第11期。

Promoting the Sustainable Development of Discipline Construction

Zhang Zhihui, Fan Shangchun

Nowadays, China's higher education is at a very significant transitional stage to construct a lot of world-class universities. How to work well on the discipline construction of higher institutions not only matters the practical work of the discipline construction itself, but also the construction of world-class universities. This paper explores the approach, plan and measures to promote the sustainable development of discipline construction based on the practice of that in Beijing University of Aeronautics and Astronautics so as to promote the sustainable development of Universities in China.

(上接第120页)

参 考 文 献

[1] 查建中:《论“做中学”战略下的CDIO模式》,《高等工程教育研究》2008年第3期。

[2] 顾佩华等:《从CDIO到EIP-CDIO》,《高等工程教育研究》2008年第1期。

[3] 陶勇芳等:《CDIO大纲对高等工科教育创新的启示》,《中国教育研究》2006年第11期。

Exploration into the Practical Teaching System Based on Real Projects

Liu Bo, Liu Yu, Zhong Guohui, Zhang Jianlin

Building practical teaching system is not only the basic work for undergraduate cultivation, but also the key point in the reform and development of higher engineering education. The “seed class” in the department of telecommunications of Huazhong University of Science and Technology has set up the Practical Teaching System Based on Real Project after several years of teaching practice and exploration. This system is led by real projects and characterized by the successive arrangements of practical teaching contents. In the R & D environment composed of class and team and under the supervision of experienced mentors, students formed the own project teams and cooperated to complete a real project, which effectively promoted their initiative and trained their engineering ability in a relatively comprehensive way and provides a reference for higher engineering education in China.