

构建多学科交叉的现代工程训练平台

马鹏举 王 亮 胡殿明

【摘 要】 我国高校的工程训练中心多数是在原金工实习的基础上建立起来的;普遍存在的问题是教学内容陈旧、单一,没有体现在大工程背景下的学科交叉融合和综合性训练,没有系统的教学体系。本文结合现代工程训练的要求,分析了传统金工实习的优势和不足,通过北航工程训练中心“基础工程训练”课程的介绍,对现代工程训练的教学体系和内容进行探讨。

【关键词】 现代工程训练 内涵建设 工程素质 创新能力

【收稿日期】 2009年1月

【作者简介】 马鹏举,北京航空航天大学工程训练中心副主任、副教授、博士;王亮,北京航空航天大学工程训练中心主任、教授、博士生导师、博士;胡殿明,北京航空航天大学工程训练中心书记、常务副主任、高级政工师。

以1997年教育部世界银行工程训练中心贷款项目为起始,在10年的发展过程中,我国高校工程训练中心在硬件设施和环境建设上得到了质的发展。目前的状况是我国高校的工程训练中心多数是在原金工实习的基础上建立起来的(少数还包含了电子工艺实习的内容),其普遍存在的问题是教学内容陈旧、单一,没有系统的教学体系。也就是说在硬件设施上台阶、上水平的同时,工程训练的内涵建设相对滞后,不能很好地满足学生综合素质和创新能力培养的要求,有待进一步的改革和发展。本文将通过北航工程训练中心“基础工程训练”课程的介绍,对现代工程训练的教学体系和内容进行探讨。

一、现代工程训练的要求

自2006年实验示范中心建设以来,截至2008年,在综合性工程训练中心类别中,教育部共批准建设了33个国家级工程训练实验示范中心。建设实验教学示范中心的初衷是希望通过建设示范中心,成为榜样,从而带动、推进全国高校实验室的建设;经过几年的努力,引起高校重视实验室建设和实验教学。实验教学示范中心的建设,应充分体现以培养学生实践能力和创新精神为核心的理念,规划合理、措施得力,具有良好的可持续性发展的运行保障机制。

实验示范中心的建设要求整合相关实验实践教学资源,注重大工程背景下的学科交叉融合和综合性训练,注重实践教学与科研、工业实际相结合,注重工程基础训练与创新能力培养相结合,给学生以具有实际工业生产背景的工程实践训练,形成综合性、开放性的教学训练和实践创新环境。训练内容应涵盖现代工业新技术、新工艺和工程管理等,训练方法与手段注重传统与现代结合,建立相应的工程训练教学体系,满足不同专业、不同层次学生的训练要求,提高学生的综合素质和创新能力。

二、现代工程训练不是传统金工实习的简单强化

随着实验示范中心建设的不断深入,并在其带动下,金工实习的教学内容不论在深度和广度上都发生了深刻的变化,在原来车、铣、刨、磨、钳、铸、锻、焊的传统工艺方法上普遍增加了基于网络技术的数控加工技术实习、特种加工技术实习,有些学校根据自身的特点增加了特色教学项目。

金工实习内容的扩展丰富了教学内容,适应和体现了制造技术的发展成果,对学生的培养在深度和广度上都有进一步的扩展,但其包含的内容仍限于制造技术或者主要体现制造技术的内容,并非现代工程训练的全部内容,与实验示范中

本文得到国家级实验示范中心建设资金、北京市实验示范中心建设资金和北京航空航天大学重点教改项目资金资助。

心的要求还存在差距,因此,有必要加以改革。

1. 新的课程目标决定了必须形成从传统金工实习向现代工程训练的转变。

传统金工实习课程目标是:“学习工艺知识,提高动手能力,转变思想作风”;根据我国工程实践教学发展和创新人才培养的实际,提出了新型课程的教学目标:“学习工艺知识,增强工程实践能力,提高综合素质(包括工程素质),培养创新精神和创新能力”。

传统金工实习和制造技术实习都未能跳出制造技术的范畴,内容覆盖面小,谈不上学科的交叉。现代工业装备(产品)的最大特点是高复杂、高精度,因此其研发过程也是多种技术和手段的综合,是多学科交叉综合。在上世纪五六十年代,金工实习之所以能成为高校工科专业的重要实践内容,并得以持续发展,其重要的历史背景是当时机械设计和机械制造技术是工业主流和社会主导产业,科学技术和经济社会发展到今天,工业主流技术和社会主导产业已发生深刻变化,以金属切削和机械制造为主的制造技术一枝独秀的格局随着电子、自动化、计算机、信息化等技术的强势崛起而被彻底打破,长期以来以金工实习为主要内容的实践教学环节没有做出本质调整,或者教学内容的变革滞后于技术的发展,没有涵盖如今基本的技术要素,不能满足工程素质和创新能力培养的时代要求。

2. 实践教学有其本身的教育规律

传统“金工实习”过分强调其为理论课服务的功能,没有从素质和能力培养的总目标中定义自己的角色,向来仅仅是一个教学环节,没有形成系统的、独立的、反映工程实践教学自身规律的教学体系。工程训练的本质是工程基本素质和基本能力的培养,素质和能力的培养超越于专业理论教育,与专业理论教育既有机结合和衔接,又相对独立,有其自身的教育目标和符合自身教育规律的教学体系。它承认其所培养人才的大类专业背景,并在符合其大类专业背景的训练平台上实施能力和素质培养,二者相辅相成,相得益彰。

素质和能力培养不同于基础理论和专业知识的传授性教育,其教育特征体现在体验性、实践性和训练性等方面。这种特征决定了工程训练不是短时间内能够“完成”而应是一个终身持续的过程,对年轻学生的培养应该靠训练的体系化保证,体现实施过程对素质和创新能力培养的基础性责

任,应该以工程认识为基础,经过基本技能的培训,最后落实到工程项目的具体实现,逐步深入,强调教学内容的多元性、先进性和系统性。

三、北航“基础工程训练”的实践

1. 结合北航专业特点,确定现代工程训练内容。

基于北航的“航空航天特色和工程技术优势”,通过对北航各类专业所涉及工程技术的高度概括,构建了体现航空航天工程技术基础要素的“机(械技术)、电(子技术)、控(制技术)”综合性工程训练平台。通过将“机、电、控”的不同内容纳入基础工程训练教学体系,建构一个覆盖现代航空航天基本技术要素的现代工程训练体系;通过在这一体系的训练,使学生接受完整的机械技术、电子技术和控制技术的基本技术训练。丰富的多学科工程技术训练背景,大大提高了综合解决实际工程问题的能力。

2. 创建“基础工程训练”课程体系。

北京航空航天大学基于对现代工程训练的内涵的分析判断,确定了适合北航特色的现代工程训练内容,创造性地设计出基于“机、电、控”综合训练平台的“分层次、阶段化、递进式”工程训练教学体系,即“工程认识—基础训练—综合创新训练”三层次三阶段教学体系(如图1左侧所示)。

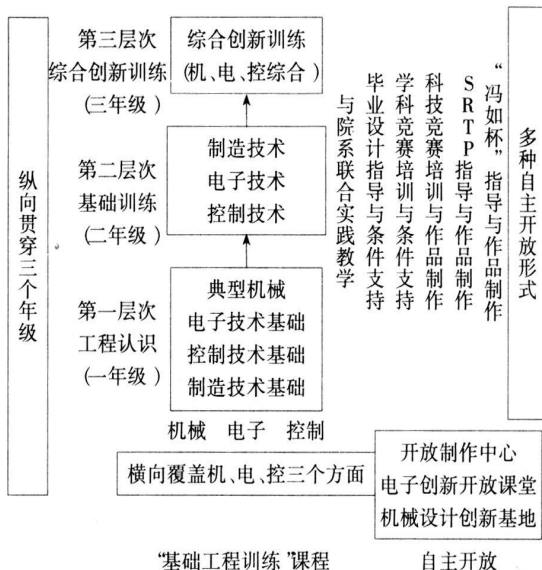


图1 工程训练教学结构图

(1) 三个层次。

三个层次的内容和目标分别是:① 第一层次——面向一年级的“工程认识”,其教学目的是体

验工业生产现场、了解工程状态、认识技术手段、强化理论与实践相结合的学习观念;② 第二层次——面向二年级的“基础训练”,其教学目的是强化实践观念、树立工程意识、培养基础实践能力和基本工程素质;③ 第三层次——面向三年级的“综合创新训练”,其教学目的是启蒙创新意识、体验创新过程、培养创新潜质。

(2) 三个平台。

三个平台分别是:① 制造技术平台——包括传统制造技术实习、数字化设计与制造实习、特种加工技术实习、航模发动机制造、机械创新设计基地;② 电子技术平台——包括电子技术实习(必修)、电子开放课堂(部分学有余力的学生选修)、电子装配、电子竞赛培训基地;③ 控制技术平台——基于电梯模型的顺序控制、基于液位控制的闭环控制、机器人组装。

其中的制造技术平台和电子技术平台是在传统金工实习内容和电子实习内容基础上扩充内容形成的。控制技术平台的建立,在借鉴电子实习的规模化教学组织的基础上,在全国高校首先实现大规模控制实习(每次容纳学生 150 名左右),采用统一控制对象,留有适合单片机、PLC 控制器的多用接口,面向电类、机类、近机类学生,每年有 1000 多名学生受益。

(3) 设置必修课“综合创新训练”。

综合创新训练是基础工程训练的最高一级训练内容,面向大三学生,在整个课程体系中,它是一个总结性的课程,综合考察学生在接受机械技术训练、电子技术训练和控制技术训练后解决实际问题的能力,培养学生的创新意识;在一定程度上它比毕业设计更全面,因为,该课程不但要求学生要将自己的思想转化成图纸,而且还必须制作、调试出来,让学生充分享受成功的喜悦,这对他们的自信心是一次极大的提升。“综合创新训练”课程的运行如图 2 所示。

3. 基础工程训练的特点。

“基础工程训练”课程是工程训练中心基于“机、电、控”综合训练平台的“三层次三阶段”体系化实践教学的统一。其“基础”性一方面体现在教学内容概括了航空航天工程技术的基础要素,另一方面体现在教学内涵定位于学生的基础实践能力和基本工程素质的培养,从而使该课程的教学成为学生终身教育和终身发展之基础。

“基础工程训练”横向覆盖机械技术、电子技

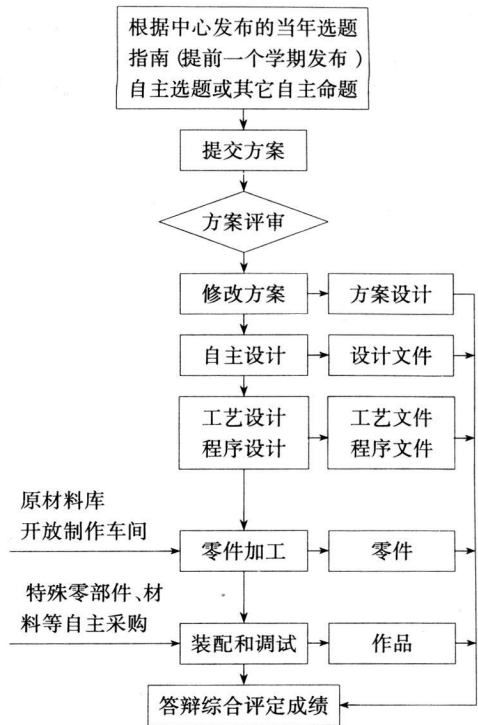


图 2 综合创新训练过程

术、控制技术,体现航空航天工程技术基础要素。它纵向贯穿三个年级,由低到高,由简单到复杂和四年级的毕业设计相贯通,实现学生工程实践教学 4 年不间断;和专业理论教学有机衔接,满足“实践—认识—再实践—再认识”的认识论法则。

“综合创新训练”实现了学生参加各种竞赛和大面积学生受益的统一。面向少数学生的各种竞赛,是整个课程体系中“锦上添花”的内容,但不是课程的主题,这种“亮点工程”没有使大多数学生受益。“综合创新训练”则实现了学生大面积受益和参加各种竞赛的统一。与“基础工程训练”相配套的“开放制作中心”、“电子开放课堂”、“机械设计创新基地”及专门面向学生的“材料库”、“电子元器件库”、“工具库”,不但支持了正常的课内教学,还支持学生的各种课外科技活动,实现开放性教学。

“基础工程训练”课程的特点是:教学定位准确、教学内涵深刻、教学体系完善、教学效果显著。因此,北航 2005 年在规划本科课程体系时,“基础工程训练”被列为六门培养北航学生最应具备基础素质的课程(即校级公共基础核心课程)之一,其它 5 门课程是:“大学语文”、“高等数学”、“数学分析”、“大学物理”和“大学”(下转第 160 页)

[7] 许盛:《高等教育财政支出绩效评价问题初探》,《教育财会研

究》2006 年第 2 期。

Study on the Performance Evaluation of Fiscal Expenditure in Higher Vocational Education

Yang Lin, Xu Ting

Performance evaluation of fiscal expenditure in higher vocational education is an indispensable means of indirect management by the state under market economy system. At the same time, it plays an important role in enhancing the fiscal expenditure efficiency of higher vocational education and ensuring the objectives of the education as well. With a thorough analysis of its characteristics and current situation, the paper establishes a framework for the evaluation index system, and based on it, proposes corresponding countermeasures.

(上接第 129 页)英语”。校级公共基础核心课程的确立,巩固了工程训练教学的地位,拓宽了工程训练教学的发展空间,赢得了学校的教学“立法”支持,取得了政策支持优势,为现代工程训练内涵的建设提供了发挥想象的广阔空间。2008 年北航将工程训练中心纳入“按学院建制管理的教学科研单位”序列,解决了按工程实践教学自身教学规律建设的发展空间问题,为教学队伍建设等一系列问题的解决以及保证工程训练中心可持续发展奠定了基础。

“基础工程训练”突出的教学效果赢得了校内

外专家的一致称赞,在 2008 年被评为北京市精品课,同时也是北航工程训练中心作为北京市实验示范中心和国家级实验示范中心建设单位的主要内容之一,发挥了良好的示范作用。

参 考 文 献

1. FU Shuigen: A Study on Cultivation of the Comprehensive Ability of the Undergraduates. Proceedings at the 8th International Conference on Modern Industrial training, 24-27 October 2006, Hang Kong 1~4.
2. 李运华:《递进式工程实践教学体系的创建与实践》,《高等工程教育研究》2005 年第 5 期。

Establishing a Multi-Disciplinary Engineering Training Platform of Modern Manufacturing, Electronics and Control Science

Ma Pengju, Wang Liang, Hu Dianming

Most of engineering training centers in universities of China are established based on the former metalwork practice workshop, in which there exist several problems. First, the teaching contents are outdated and incomplete; second, it does not manifest the integration of cross disciplines and comprehensive training under the large-engineering background and the last is that there is no systematic teaching system. Based on the above problems, the paper analyzes the advantages and disadvantages of traditional metalwork practice according to the demand of advanced engineering training, and discusses its teaching system and contents by introducing an advanced training curriculum named “Basic Engineering Training”, which is circulating in Engineering Training Center of Beijing University of Aeronautics and Astronautics.