

现代工程训练中心建设及训练模式的探索

惠记庄, 刘海明, 邹亚科

(长安大学 实验室管理处, 陕西 西安 710064)

**摘 要:** 如何建设现代工程训练中心, 以及制定人才培养方案, 充分发挥现代工程训练中心在 21 世纪高级工程人才培养中的作用, 已成为高等工科教育研究的热点问题之一。结合作者在工程训练中心多年的管理心得, 分析了基于大工程、大制造背景下的现代工程训练中心的建设模式以及训练模式。在工程训练中心建设方面, 围绕大工程、大制造工业环境的建立, 教学模式改革, 教师资源配置方案以及相关的人才培养机制, 创新平台的建立, 提出了一整套方案。在训练模式方面, 以现代工程能力培养为目标, 提出了 4 个层次金字塔型结构的工程训练体系。

**关键词:** 工程能力; 训练中心; 建设; 训练; 模式

中图分类号: G642.0      文献标识码: B      文章编号: 1002-4956(2009)03- 0115- 04

Exploration of construction of modern engineering  
training center and training mode

Hui Jizhuang, Liu Haiming, Zou Yake

(Laboratory Management Department, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

**Abstract** How to construct modern engineering training center and establish the scheme for training college students, and use the modern engineering training center to train senior engineer in the 21st century have become the focus of research in higher engineering education. The way of constructing modern engineering training center and training mode based on big project and manufacture background is analyzed. The building industrial environment, reform of teaching, scheme of teacher resource and innovation on how to constructing modern engineering training center should be paid more attention. A four hiberarchy and pyramidal shape training system on how to establish scheme is proposed.

**Key words:** engineering ability; training center; construction; trainings; mode

目前,我国高校的工程训练总体尚处于由传统的实习向现代的工程意识和能力培养的过度阶段,一些高校在原有实习工厂的基础上,改革管理模式,引入高素质人才,加大设备投资力度,建设新的厂房,纷纷成立了现代工程训练中心。训练中心不仅可以满足机械、材料、电工电子学生提高基本的认识和操作训练,还可以实现一定程度上的创造性实验。

随着新技术、新产品、新工艺、营销手段在工程实际中的大量应用,现代工程已成为由研究、开发、设计、制造、管理、营销等多环节构成的系统工程。社会工程实践活动迫切要求工程技术人员不仅具备扎实的理论

知识,同时更要具备相当程度的工程素质:工程实践能力、创新能力。懂业务、善管理,并具有较强的市场意识、质量意识、管理意识、创新意识及法律意识的应用型、复合型的工程人才社会需求广泛,成为促进高等教育教学改革,特别是工程教育实践改革与研究的源动力。如何在现有的工程训练中心基础上,整合有效资源,挖掘潜在力量,实践出一套切实、有效的训练模式,这对我国工程教育实践改革有着深远的意义。

1 现代工程能力的具体要求及内容

现代工程能力训练要以大工程、大制造为背景,充分体现现代设计技术、现代制造技术、现代控制技术的方向,为学生提供一个现代的、完备的、亲身经历的产品设计、制造、控制、管理一体化的工业环境,使学生在典型现场环境或装置上获取过程性知识,同时培养创新意识、创新精神、创新能力。

收稿日期: 2008- 05- 27

作者简介: 惠记庄(1963—),男,陕西省渭南市人,博士,教授,从事实验室管理工作以及实验室建设方面的课题研究

基金项目: 陕西省教育厅支持的重点教学研究项目[ 陕高教(2007) 68020]

现代设计技术包括优化设计、有限单元法、可靠性设计等相对成熟的设计技术和虚拟设计、模糊设计、人工神经网络、绿色设计、并行设计、反求工程技术等现代设计技术的前沿。现代制造技术包括 CAD(计算机辅助设计)、CAPP(计算机辅助工艺设计)、CAM(计算机辅助制造)、ERP(企业资源计划)。现代控制技术包括 PLC 控制与应用技术、计算机过程控制技术、数控电气控制技术、传感器技术、柔性制造技术、现代工程物流技术、机器人控制技术、电梯智能控制技术、液压气动技术等。

## 2 现代工程训练中心的建设模式

基于现代工程能力培养的以上内容,训练中心的建设应当围绕以下几个方面进行。

### 2.1 大工程、大制造背景的建立

国内高校现已成立的工程训练中心,大多数是在原来金工实习教学的基础上发展起来的,由于长期在工程教育理念上没有取得突破性的进展和教育经费投入的不足,多数学校的工程训练局限于制造领域,而且绝大多数采用车、铣、刨、磨、钳、铸、压、热处理和焊的传统设备。这种训练方式,难以满足现代工程教育的需要,难以培养出“基础宽、能力强和素质高”的具有综合工程素质和创造性的人才。

在实际工程训练过程中,大多实际操作都停留在练习的层次上,加工的往往都不是真正的产品,而且由于材料成本等原因,学生练习的机会都有所限制。形成这种状况的主要原因是硬件条件不足和经营体制的问题。“十一五”期间,高等教育将把重点放在提高教育质量上,中央财政将投入 25 亿元左右实施“质量工程”。训练中心应当抓住这个机遇,积极申请中央资金的同时多方筹措,加快训练中心现代化加工设备等硬件建设力度,在硬件建设思路向现代化工厂、车间靠拢。训练中心应当改革传统的经营模式,实行“走出去,请进来”的发展理念,要走“自养,自发展”的路子。所谓“走出去”就是要更新理念,将训练中心的功能进行新的定位,积极的与周边大型现代化企业进行合作,尽可能的将中心不能提供,但又是现代工程实际中不可或缺的训练,嫁接到企业车间中进行。所谓“请进来”,就是利用训练中心的加工和实验设备,为企业提供相对廉价的服务,企业可以将部分员工进驻到训练中心,在管理上完全采用企业管理模式,条件成熟时,可以考虑共同出资,筹建产学研意义上的研发中心和孵化中心。所谓“自养,自发展”就是依靠和企业合作,在发展资金方面可以不再受学校资金匮乏的制约,实现相对灵活的运营机制。这种发展理念和经营模式可以有效的利用资源,将现代化的设计、制造、控制、运

营、管理引入到训练中心,创造一个实际的工业环境,体现了大工程、大制造的背景的同时可以使训练中心的发展进入良性循环。

### 2.2 教学模式改革

高等工程教育是以技术科学为主要学科基础、以培养工程师为目标的高等专业教育。它既有高等教育的“专业性”、“高深性”、“创造性”等共性特征,又有工程教育的“应用性”、“技术性”、“实践性”等个性特征。在制定教学计划时,工科专业的课程体系需要处理好专业教育与基础教育、工程教学与工程实践、科学教育与人文教育之间的关系<sup>[1]</sup>。现代工程所具有的科学性、社会性、创新性、复杂性等特征日益突出。为了适应这种需要,在工程教育的培养体系中必须增设综合性课程和跨学科课程,建立多学科交叉课程体系。例如在“机械设计制造及其自动化”专业教学计划中,按照“厚基础、强能力、宽专业”的指导思想,除了把人文科学、社会科学、自然科学的课程溶入之外,也将机械、电子、电气、计算机等课程融合在一起,这将有利于培养学生的解决工程问题能力、创新能力和综合素质。实现多学科交叉融合的第一步工作就是改革现有训练教程,选择典型的案例,结合大工程、大制造背景,紧密围绕设计、制造、控制、运营、管理一体化方向这个主题。这就要求我们改变传统教-学-练的模式,在注重基础训练的同时,指导教师要加强引导,采用启发式、自学式、讨论式等新的教学方法,鼓励学生自行设计作品零件,编制加工工艺并完成制作过程。让学生转被动接受为主动索取,为培养学生兴趣和自主创造能力提供一个良好的环境平台。但要实现以上的教学功能,仅靠工程训练中心来实现是远远不够的。学校应整合院系优质的教学资源,合理分配教学任务,让中心与我校工程机械学院、材料学院、信息学院和电控学院相关的教研室组成联合教学研究室来负责制定学生的训练目标和计划。由教学研究室教师完成实训期间的理论授课,由工程训练中心相关职能部门负责教学计划的组织、安排和实施,最后,由教学班组负责落实教学计划。

### 2.3 教师资源配置方案以及相关的人才机制

现代工程训练是综合的、全发面的素质训练,其质量跟指导教师的理论功底、实践经验以及创造能力密切相关。目前,从实习工厂发展起来的训练中心,其人员大多都是知识水平有限、有实践经验但是缺乏现代工程意识,有技能但是缺乏综合创造能力的技工师傅,这种人员结构很难驾驭大工程、大制造背景下的现代工程训练。训练中心应当积极引进高学历、高层次技术人才,依靠先进的制造、实验设备吸引学校的博士、硕士研究生将研究项目进驻训练中心。这样可以给技

工师傅提供就地学习新技术的平台, 引进的高学历、高层次技术人才可以学习技能的同时, 也加强了实践创造能力, 对教师队伍的整体知识水平和训练能力有着极大的提高, 研究生的项目研究不再只停留在理论水平, 可以将实践教学的触角延伸到更高的层次。

学校在有关职称评定、奖金分配、评选先进和工资晋升等方面, 要充分考虑到训练中心教师的利益, 尤其是引进的高学历、高层人才的福利和待遇, 保证教师队伍的稳定。

## 2.4 构建实践教学新体系, 拓展实践教学内容, 努力创造科研和生产背景<sup>[5-7]</sup>

为了适应教育教学改革的新形势, 对学生实践能力的培养应该体现到探索有专业特色的实践课程体系, 不断更新实践教学内容, 提高学科之间的渗透, 增强应用型较强的综合性、设计性内容。建立理论与教学有机结合, 以培养学生素质为核心, 涵盖基础型实训、综合设计型实训、研究创新型实训的工程实践教学体系, 在实训的课程和项目设置方面, 注重先进性、开放性、创新性, 形成适应专业特点的完整课程体系, 并结合工程和社会应用实践, 形成具有特色的实践教学体系与模式。整个实践教学体系分为 3 个层次:

(1) 基础工程训练, 通过 5 个教学模块的实训, 强化学生工程实践内容的基础知识, 讲授基本的操作技能及工程专业理念, 逐步建立加工工艺过程的概念。

(2) 综合实践训练, 在学生完成基本教学课程的基础上, 根据不同专业, 参与科研和具有实际生产背景的生产实践, 培养学生的工程意识, 提高学生的综合实践能力。

(3) 研究创新训练, 对学有余力, 具有创新意识的学生, 鼓励他们自选课题, 在教师指导下, 利用创新室和网络系统及先进的仪器设备, 完成科技作品制作和科研创新活动。

在教学内容方面, 将工程训练实践教学内容整合为 5 大模块:

(1) 热加工工程训练, 包括铸造、锻压、焊接、热处理、熔模铸造示范生产。

(2) 机械加工工程基础训练, 包括车工、铣工、刨工、磨工、齿轮加工、钳工。

(3) 先进制造技术与方法训练, 包括数控车削、数控铣削、数控加工中心、数据钱切割、柔性制造系统、数控机床编程、模具设计与制造。

(4) 电工与电子工程训练, 包括电子产品的设计、制作及电工电子产品示范生产。

(5) 创新设计与制作, 包括命题或自选课题和项目等。

以上这些工程训练内容中, 综合性、设计性项目应

到 25% 以上, 在教学内容的编排上, 也应按照层次从简单到复杂、从传统到现代、从学生被动接受到主动创新的认识规律, 形成连续完整的教学过程。这样不仅使学生打下扎实的基础, 同时也让学生了解到新材料、新工艺、新技术的产生和发展, 树立“大工程”意识, 激发学习兴趣。

但是要实现第二层次的工程实践, 就必须要以科研和工业生产实践为载体, 而当今大学工程训练中心要不要搞工业生产活动? 是以科研为主还是以教学为主? 我们认为, 这是个有争议的问题, 也是一个值得探讨的问题。过去的大多数理工科大学的机械厂或电子厂, 一般都有自己的工业生产活动。一方面可以把这种生产活动作为认知教学的有机组成部分, 另一方面可以通过生产创收, 增加自身的生存与竞争能力。现在, 多数工程训练单位, 被列入教学单位。有的大学在由机械厂或电子厂向工程训练中心转型的过程中, 干脆把原有的工业生产项目统统取消, 用于生产的设备一并处理掉。

在这种情况下, 尽管投了很大的资金, 购置了许多比较先进的教学实验设备。但是由于缺乏使用和维护经费, 这些几十万、几百万元的设备除了主要供学生参观以外, 别无更多的用处。若让学校每年拿出大量的资金来维持这些先进设备的运行显然是不现实的。这不能不说是一个极大的浪费。客观地说, 充分发掘工程训练中心的先进设备的生产能力, 主动发挥身处大学在科学研究和技术开发等方面天时、地利人和等得天独厚的优势, 是保证大学生工程训练可持续发展的必由之路<sup>[6]</sup>。因此, 中心应在保证完成面向全校本科生和研究生的教学任务的同时, 充分利用中心的设备、人才和场地优势积极开展科研工作、新产品开发和科研成果转化工作, 面向社会开放, 开展对外服务。

中心应兼有科研和生产功能, 以科研工作的开展带动教学, 以具备一定的生产规模, 形成一定的生产流程, 取得一定的经济效益的合适产品带动教学。这样, 对提高人才的培养质量、提高师资队伍学术水平和工程素质、保持中心的可持续发展具有重要的作用。但中心决不是以盈利为主要目的的企业, 也不是一个以科研为主的科研单位, 它只能是一个教学中心, 那就是工程实践教学中心。这种以教学为主、以科研提升教学、以工业生产促进中心的持续发展的管理体制和建设模式, 有利于营造一种更加贴近社会的现代工程背景, 有利于师资队伍学术水平和工程素质的提高, 有利于教学设施的维护和改善, 也有利于中心的整体水平的提高, 形成自我完善、自我发展的良性循环。

## 2.5 创新平台的建立

高等工程教育对工程技术人员知识、能力、素质

等形成起着主要作用,特别是对创新精神,创新意识与创新能力培养有决定性的影响。训练中心建立一个基于基础训练之上的创新平台,主要围绕以下几个方面进行:

(1) 启发学生的创造思维。为开拓学生的创新思维和创新热情,可以专门开设理论课讲授创新思维和机械创新设计,并通过带领学生参观创新作品,布置学生自己的创新作品展板,举办各种创新讲座来提高学生的创新热情。任何一件创新产品,无不体现出前人与今人的创造发明,体现出人类为提高生产力所进行的精思巧干与艰苦卓绝的努力,学习、参观的过程自然就起到了启发和思考的目的。

(2) 加强学生的创意训练。针对机械,材料,电子电工专业的学科前沿,开发一些创意训练。譬如,对于机械专业的学生,利用机器人模型,让学生亲自动手组装调试,直接接触感性知识,从而实现理论和实践的结合,这不仅对理解、接受多种工程学科的课程内容甚为重要,而且也是培养高层次创造能力不可缺少的重要感性基础。

(3) 有针对性的开展创造性设计。结合研究生的项目课题,将其划分为多个小模块,分组交给学生自己动手解决,或者由研究生带本科生一起完成,这样可以锻炼学生的亲自动手解决问题的能力,解决问题的过程也就是进行尝试性设计的过程,也是培养学生创造性设计能力的过程。

### 3 训练模式的探索

传统的训练模式一般采取阶梯式方案,即在低年级阶段主要是以认知训练和动手操作训练为目标,中年级阶段结合专业课程进行专业化发面的能力训练,高年级阶段主要进行一些结合工程实际需求方面的综合能力训练。

基于大工程,大制造背景下的现代工程训练应当打破传统的训练体系,建立一个开放的、有利于培养现代工程能力和创造性建设的训练体系。最终要达到的目的可诠释为建立4个层次金字塔型结构的工程训练体系,第一层,面向一年级学生,进行大工程概念以及

基本动手操作能力的训练,培养学生对现代工程的认识,激发学习兴趣;第二层,面向二、三年级学生,依靠现代工程训练中心的以现代设计技术、现代制造技术、现代控制技术为背景的工业环境,为学生提供一个现代的、完备的、亲身经历的产品设计、制造、控制、管理一体化的训练过程;第三层,面向四年级学生,与社会需求相结合,向学生招标,选拔创新能力突出的学生提前1~2个学期进入毕业论文(设计)阶段,或者直接参与专业实验室的科研活动,或者参与社会的科研项目,重点在于培养科研意识与综合能力,与社会需求同步;第四层,面向全年级学生,结合前沿学科的技术,开发自主实验,以科研课题(尤其是重大科研与工程项目)为基础,通过形式多样、内容丰富的实际或者虚拟的创新实践活动,加强对学生动手能力与创新能力的个性化培养,对于有发展条件的创新设计,直接引进到产品孵化中心。

### 4 结束语

现代工程训练的建设模式的探索是一个长期的、复杂的过程,需要紧密的结合我国工业发展进程,与时俱进。工程训练模式要围绕工程能力培养和创新能力培养这个主旋律,培养能推动我国现代化工业不断向前发展的工程师。作为现代工程训练中心的管理者和探索者,我们任重而道远。

#### 参考文献(References):

[1] 王金凤,姜金三,王利红. 培养创新能力的工程教育模式[J]. 郑州航空工业管理学院学报: 社会科学版, 2005(10): 80-82.

[2] 娄保东. 建设高水平研究型大学工程训练中心的构想[J]. 实验技术与管理, 2007, 24(8): 96-98.

[3] 曹中一, 刘舜尧. 工程训练中实践能力与创新精神的培养[J]. 现代大学教育, 2003 (3): 81-84.

[4] 陈旭. 构建新的工程训练教学体系[J]. 江苏高教, 2004(2): 79-81.

[5] 吕明, 杨胜强, 白薇. 创新理念下的工学类工程训练中心建设的探索与实践[J]. 中国大学教学, 2007(4): 31-32.

[6] 王建伟. 略论大学工程训练中心创新的几个问题[J]. 实验技术与管理, 2007, 24(10): 15-18.

[7] 胡大超, 程奕鸣, 黄云明, 等. 高校工程训练中心建设的模式与思考[J]. 高等工程教育研究, 2006 (3): 33-36.

· 名词解释 ·

#### “信息技术”与“IT 技术”

在《通信科学技术名词》中,“IT”是个缩写词,其英文全称为“information technology”,其对应的中文名为“信息技术”。这样,“IT 技术”用中文表述实际上就是“信息技术技术”,“技术”重复了。由此可见,不能滥用“IT 技术”这个词。

《实验技术与管理》编辑部 编录