

# 水利水电工程专业应用型人才培养课程体系的构建

钱波

(西昌学院土木与水利工程学院,四川 西昌 615013)

**摘要:**新时期高等工程教育对应用型人才提出了更高的要求。结合水利水电工程专业,通过分析本科教学质量国家标准、工程教育专业认证、工程执业资格和工程能力评价通用规范及对应用型人才课程体系的基本要求,提出了课程体系逆向设计的思路。在广泛开展内部和外部调研基础上,重新审视专业培养目标,构建了科学合理的课程体系模块和模块课程。通过研究以期促进课程体系建设,并为申请工程教育认证奠定基础,对专业建设具有有益的指导和借鉴。

**关键词:**水利水电工程专业;课程体系;应用型人才;本科教学质量;工程教育认证;工程能力

**中图分类号:**G642.3      **文献标志码:**A      **文章编号:**1673-1891(2019)03-0087-05

## Development of a Curriculum System of Hydraulic and Hydropower Engineering Program for Application-oriented Talents Education

QIAN Bo

(School of Civil and Hydraulic Engineering, Xichang University, Xichang, Sichuan 615013, China)

**Abstract:** Higher engineering education in the new era sets down higher requirements for education of application-oriented talents. Based on hydraulic and hydropower engineering program, this paper proposes an idea of reversal design of curriculum system, which is in accordance with basic requirements of National Standards for Undergraduate Education Quality, Professional Certification for Engineering Education, General Specification for Engineering Qualification and Engineering Capability Assessment. On the basis of extensive internal and external surveys, we reviewed the training objectives for the program and developed scientific and reasonable modules and courses, so that our study can promote the development of the curriculum system and provide helpful guidance and reference for program construction.

**Keywords:** hydraulic and hydropower engineering program; curriculum system; application-oriented talent; undergraduate education quality; certification of engineering education; engineering capability

目前高等教育模式已从外延式规模扩张改变为内涵式质量提升。2017年2月以来,教育部提出加快一流学科建设,形成了“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”,成立了高规格的“新工科”研究与实践专家组,产生了积极的社会影响<sup>[1]</sup>。2018年11月,教育部在新一届教指委成立大会上指出,高等教育改革应坚持理念同频共振、标准实质等效、模式和而不同,并提出“保合格、上水平、追卓越”的三级专业认证要求,促进本科教学向本科教育转变和有特色的一流专业建设,全面振兴本科教育<sup>[2]</sup>。2019年2月《国家职业教育改革实施方案》出台并指

出:一大批普通本科学校将向应用型转型,实现“学历证书+若干职业技能等级证书”(即1+X证书)模式,加强应用型、技术技能型和复合型人才培养。可见一流学科和新工科的建设目标,对高等工程教育而言,就是培养紧跟新兴产业需求的应用型人才。

西昌学院积极适应高等教育的发展,致力培养高素质应用型人才。早在2006年就开始探索应用型发展路径,2008年提出“本科学历(学位)+职业能力”应用型人才培养模式,并持续积极推广应用型人才培养创新成果,2015年入选四川省首批唯一公

**收稿日期:**2019-03-16

**基金项目:**2018年(第二批)升拓检测支持教育部产学研合作协同育人项“新工科专业建设”项目《新工科背景下土木工程类专业无损检测人才培养模式创新与探索》(201802308002);四川省2018-2020年高等教育人才培养质量和教学改革项目《水利水电工程专业应用型人才课程体系的构建》(JG2018-795)。

**作者简介:**钱波(1969—),男,湖北大悟人,教授,研究方向:土木工程和水利水电工程专业的教学和科研。

办整体转型试点学校,2017年被列为全国教育现代化工程100所应用型高校项目建设单位。提高高等教育质量,首先是提高人才培养质量,课程体系的设置对教学质量的提高起着基础性的关键作用<sup>[1]</sup>。应用型人才培养,具体体现在学生对专业系统知识和综合能力的获取,毕业前在校的“学”和毕业后在工作中的“用”。“学”是“用”的前提,人才培养方案通过系列教学活动实现“学”。课程体系是人才培养方案的核心载体,同质化、重理论轻实践、缺乏特色,制约应用型人才培养效果,可见进行课程体系改革深入研究,对应用型人才培养具有重要意义。

## 1 构建思路

“标准实质等效、模式和而不同”,这是课程体系的构建思路。所谓“标准实质等效”,就是要符合国际、国家和行业的专业知识要求和能力评价标准,达到实质性的普遍通用共性;所谓“模式和而不同”,就是要结合校情(办学定位和学科优势)、地情(区域建设和经济需要)、国情(国家产业市场需求导向),具有求同存异的特殊个性。因此,结合国际、国内和行业对水利水电工程专业应用型人才课程培养的共性要求,坚持市场导向,以培养勘测、规划、设计、施工、科研和管理的高级工程技术和管理人员为目标,采用逆向设计的方法构建全周期、全过程的课程体系。逆向设计的思路,不是从设计到产品,而是从产品到设计。根据应用型人才培养目标(产品),分析“产品”应有哪些“部件”组成,各“部件”如何制造,各“部件”达到什么功能。前面几个问题自然是课程体系构建的问题,最后一个“生产产品”的环节,应属于“教和学”的问题。

## 2 水利水电工程专业课程体系的基本要求

### 2.1 本科教学质量国家标准的基本要求

针对具体专业,本科专业类教学质量国家标准<sup>[4]</sup>(以下称为“标准”)是对各本科专业教育强制性的最低要求。从4个专业大类宏观地规定了培养目标要求,同时要求各高校根据宏观培养目标,结合自身办学定位、学科特色、区域经济和行业特点、学生未来发展,多元化地准确定位各高校专业人才培养目标。

标准指出:水利水电工程是水资源的控制、调节、治导、开发、管理和保护的兴利除害的活动,培养从事水利水电工程及相关工程领域的勘测、规划、设计、施工、科研和管理的高级工程技术和管理人员。课程设置能支持培养目标和要求的达成,提

出了组成模块、学分占比最低要求,学生毕业时的具体要求。专业类知识体系包括通识知识(人文社科类、数学和自然科学类,特别是化学、生态类知识)、学科类基础知识(工程类、专业类)、专业知识、主要实践环节(实验、实习、课程设计、毕业设计等,特别是工程技能和科技创新训练)。其中学科基础课程至少包含7门、专业知识课程至少包含5门、核心课程至少包含18门,特别是钢结构。课程设置注重规划、设计、施工的基本理论和工程技术教育的基础上,应加强水利水电工程建设管理、运行管理和工程安全与环境方面的基础知识。

### 2.2 中国工程教育专业认证的基本要求

工程教育认证<sup>[5]</sup>是对工程教育质量最低要求的合格评估,不针对具体专业或专业类进行规定,而是对所有参与本科工程教育专业认证的宏观指导,采用自愿申报的方式。通过工程教育专业认证的专业培养方案具有《华盛顿协议》中各成员国实质国际等效性和本科工程学位国际互认性,对提高工程教育质量、促进工程教育教学改革、提升国际竞争力具有重要意义。我国2006年正式启动工程教育专业认证工作,2013年成为《华盛顿协议》预备会员,2016年6月成为第18个《华盛顿协议》工程教育标准体系的正式会员。2007年水利类专业开始认证,从最初每年1个专业2个试点到现在每年4个专业10余个专业点,发展迅猛。

工程教育专业认证贯彻“以学生为中心,产出为导向,持续改进”的教育教学理念,包括学生、培养目标、毕业要求、持续改进、课程体系、师资队伍和支撑条件7个方面,各方面既有详细具体的独立规定,又有逻辑严密的系统联系性。以培养学生“解决复杂工程问题的能力”为主线,详细规定了工程知识、问题分析、设计/开发解决方案、研究、使用现代工具、工程与社会、环境和可持续发展、职业规范、个人和团队、沟通、项目管理、终身学习等12项毕业的具体要求,课程能否有效支持相应毕业要求的达成是衡量课程体系是否满足认证标准要求的主要判据。

课程体系设计要有企业或行业专家参与,以适应行业实际发展。提出了数学与自然科学类课程、工程基础类课程、专业基础类课程与专业类课程、工程实践与毕业设计(论文)、人文社会科学类通识教育课程的课程模块和学分最低占比要求。

### 2.3 工程执业资格对水利水电工程专业课程体系的基本要求

执业资格是政府对某些责任较大、社会通用性

强、关系公共利益的专业技术工作实行的准入控制,是专业技术人员依法独立从事专业技术工作的技术和能力标准。我国工程类执业资格实行考试合格制,始于1992年,目前水利类的执业资格有注册土木工程师(水利水电工程)、注册结构工程师、造价工程师、建造师、注册水利监理工程师、注册水利工程师等。考试分为基础考试和专业考试。基础考试为闭卷考试,通过工程专业认证的就读学生在毕业当年可报考,未通过工程认证的则须在毕业1~5年后才能报考,主要测试考生是否具备岗位所需的基础学科通识知识和专业理论知识。专业考试为开卷考试,以国家法律与行业规范为依据,主要测评考生是否具备工程设计技术水平以及保证工程安全可靠和经济合理的能力。

可见,基础考试涉及技术、管理、经济、法律等,范围广、知识点多,要有扎实的理论基础知识,必须设置完善和对应的技术类课程群、经济类课程群、管理类课程群、法律类课程群<sup>[6]</sup>。专业考试要求有深厚的工程实践经验,对相关的行业规范、标准、规程非常熟悉,要以解决复杂工程问题为导向,设置工程综合实践课程群,特别是课程设计和毕业设计通过实际工程案例,熟悉规范与法规,强化学生综合分析问题、解决问题的实践应用综合能力<sup>[7]</sup>。

#### 2.4 工程能力评价通用规范的基本要求

工程能力评价通用规范<sup>[8]</sup>是对工程专业本科毕业工作5年后,申请工程能力评价的规范性文件,评价具有实质国际等效性、工程师国际互认性。不针对具体专业或专业类进行规定,而是对所有参与工程能力评价申请者的宏观指导,采用自愿申报的方式。

要求对申请者在素质能力和职业行为准则提出具体要求,素质能力主要包括工程知识与专业能力(分析和解决复杂工程问题)、工程伦理与职业道德(责任感、工程社会自然和谐理念、安全节能环保意识)、团队合作与交流能力(人际交流与交往、国内外交流与合作)、持续发展与终身学习能力(职业

发展规划、跟踪专业新动态)、组织领导与项目管理能力(工程项目决策、组织、实施、评价的能力)等具体要求;职业行为准则主要包括社会利益至上、遵纪守法、责任感、工程社会自然和谐理念、安全节能环保意识、持续学习和提升意识等具体要求。

#### 2.5 内在联系及共性要求

本科专业类教学质量国家标准和工程教育专业认证,是针对在校学生在专业培养目标达成度上的最低要求,以及对该专业毕业生在毕业后5年左右能够达到的职业和专业成就的预期。工程能力评价通用规范和工程执业资格是工程专业本科毕业工作5年后,对本科专业类教学质量国家标准和工程教育专业认证设定预期的检验。严格地讲,只有按照本科专业类教学质量国家标准和工程教育专业认证的要求,进行科学构建专业课程体系,并在教和学的过程中达到毕业要求,学生获得了从事工作的专业知识和应用知识的综合能力,毕业后取得工程执业资格和通过工程能力评价,是理所当然的。因此从本质上讲,具有逻辑上的共性和一脉相承。

上述各方面基本要求(以下称为“基本要求”)的共性,就是面向新型行业需求,如何培养应用型人才(产品)的问题。针对“产品”要求,在课程体系上应该有哪些模块(部件)组成。每一个“部件”具有什么功能,是否达到“产品”的整体功能。

### 3 水利水电工程专业课程体系的构建

#### 3.1 广泛开展内部和外部调研

以教育部2018年对我校审核评估为契机,在分析我国水利水电工程行业的现状和学校实际基础上,根据水利水电工程专业课程体系的基本要求,召开教学管理人员、专业教师、行业专家、毕业生和校友座谈会,深入调研用人单位,利用QQ群、Email、发放问卷,结合近3年水利水电工程学生的就业情况,见表1,进行了广泛的内部和外部调研,掌握了社会外部需求和学校内部实际,为课程体系的完善提供依据。

表1 近三年来水利水电工程专业学生就业情况表

年份	毕业/人		工程施工		勘察设计		监理咨询		管理工作		行政事业		升学读研		非本专业	
	人数	占比/%	人数	占比/%	人数	占比/%	人数	占比/%	人数	占比/%	人数	占比/%	人数	占比/%	人数	占比/%
2016	146	139	66	47.5	12	8.6	25	18.00	12	8.6	8	5.8	10	7.2	6	4.3
2017	138	133	55	41.4	9	6.8	21	15.80	19	14.3	13	9.8	11	8.2	5	3.7
2018	126	121	49	40.5	6	5.0	16	13.20	18	14.9	15	12.4	12	9.9	5	4.1

从表1可以看出,从事工程一线工作(工程施工、勘察设计、监理咨询、管理工作)的学生每年均在75%左右,从整体上看符合学校和专业高素质应

用型人才培养定位。

近年来,国家对水利水电工程进行了宏观调控,一线工作的学生有所减少,但从事管理、行政事

业和升学读研的人数呈增加趋势,这正好体现了行业需求对人才培养的调整,也是行业专家座谈时达成的共识。随着我国河湖全面治理,当前我国治水的主要矛盾从人民群众对除水害兴水利的需求与水利工程能力不足的矛盾,转变为人民群众对水资源水生态环境的需求与水利行业监管能力不足的矛盾;水利工作的重心转到水利工程补短板、水利行业强监管上来,重点是补好防洪工程、供水工程、生态修复工程、水利信息化工程等的短板,抓好对江河湖泊、水资源、水利工程、水土保持、水利资金及行政事务工作的监管<sup>[9]</sup>。

水资源生态治理和监督管理,对水利水电专业人才提出了新的要求。这和《本科专业类教学质量国家标准》提出的“应加强水利水电工程建设管理、运行管理和工程安全与环境方面的基础知识”完全一致。因此在课程体系调整时,应加强或增设水文及大坝监测、水资源利用与管理、环境水利、供水及

灌溉等课程。

### 3.2 重新审视专业培养目标

结合学校办学定位和社会经济发展需要,综合上述分析,西昌学院水利水电工程专业人才培养目标:培养政治方向正确、人格健全、身体健康,具有较好的科学、文化素养和高度的社会责任感,富有创新精神,适应服务地方经济发展,能解决水利水电工程及相关工程领域中勘测、规划、设计、施工、科研和管理的复杂工程问题的高素质应用型人才。

### 3.3 课程体系模块

采用“逆向设计”的思路<sup>[10]</sup>,根据人才培养目标和基本要求,进行课程体系的模块设计,见图1。课程体系模块按课程属性分为人文社科类课程群、数学和自然科学类课程群、工程基础与专业基础及专业类课程群、工程实践与毕业设计课程群;按课程功能分为技术类课程群、经济类课程群、管理类课程群、法律类课程群、专业实践课程群。

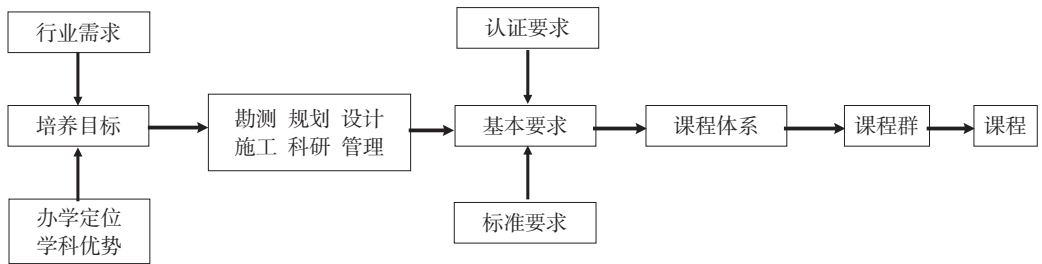


图1 课程体系模块设计过程

### 3.4 模块课程

课程是实现课程体系的基本单元。课程设置要以培养目标和毕业出口要求为导向,应能支持培养目标达成,毕业生应达到基本要求规定的质量标准<sup>[11]</sup>。注重知识结构的完整性,根据课程体系的内在联系和层次性,厘清课程衔接和内容逻辑关系,以水利水电工程建设全过程为主线确定课程体系中的课程设计,注重夯实专业基础,优化课程内容。

#### 3.4.1 人文社科类课程群

该课程群以培养学生社会认知、身心健康与安全、竞争与合作、交流与创新、国际视野等方面的能力,达到评判经济、环境、法律、伦理等对工程设计的影响。课程群除国家规定的形势与政策(2学分)、军事技能训练(2学分)、军事理论教育(2学分)、思想道德修养与法律基础(2学分)、中国近现代史纲要(2学分)、马克思主义基本原理概论(2学分)、毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论(3学分)等两课外,还包括公共体育(6学分)、健康教育(1学分)、安全教育(1学分)、职业生涯规划(1学分)、创新创业就业指导(1.5学分)、假期社会

实践(1学分)、应用写作(1学分)、信息检索(1学分)、公益劳动(1学分)、跨文化交际入门(1学分),共计17门课、30.5学分。

#### 3.4.2 数学和自然科学类课程群

该类课程群是专业所需的自然科学知识体系,力求强化计算能力,符合工程设计对知识和能力的要求。主要包括大学英语(9学分)、数学类(高等数学、线性代数、概率论)(10学分)、大学物理(2.5学分)、工程化学(1.5学分)、运筹学(1.5学分),共计7门课、24.5学分。

#### 3.4.3 工程基础与专业基础及专业类课程群

工程基础类课程群要以数学和自然科学类课程群为基础,提供基本概念、基本原理、基本方法及计算分析方法。专业基础类课程群,通过运用数学、自然科学和工程科学原理分析,达到研究专业复杂工程问题的能力培养。专业类课程群能体现系统设计和有效实现复杂工程问题解决方案的能力培养。根据基本要求,合并部分内容重叠的专业课和专业基础课,加强工程建设管理、建筑法规方面的课程,新增运行管理、工程安全、工程环

境和拓展国际视野、国际工程管理等方面的课程。工程执业资格能力培养采用渗入式,即将工程执业资格能力培养分解融入多门课程中<sup>[12]</sup>。该课程群设置见表2。

表2 工程类课程模块课程及学分设置表

序号	工程基础课程群	学分	专业基础课程群	学分	专业课程群	学分
1	职业英语	1	水力学	2.5	水电站	2
2	入学教育	0.5	工程地质及水文地质	2	水利水电工程建设项目管理	1.5
3	大学计算机基础	1.5	水工钢筋混凝土结构学	2.5	水电工程机械	2
4	计算机程序设计	2	工程水文	2	水工建筑物	3
5	工程制图	2.5	水利计算	1.5	水泵与水泵站	2
6	工程测量	2	水利工程概论	1.5	水文及大坝监测	1.5
7	建筑材料	2	土力学	2.5	水利工程施工组织	1.5
8	理论力学	3	钢结构	2	水利工程施工	2.5
9	材料力学	3	环境水利	1.5	水利水电工程建设监理概论	2
10	结构力学	4	水利水电工程经济	2	水利水电工程概预算	2
11	岩体力学	1.5	建设法规	1.5		
合计		23		21.5		20

#### 3.4.4 工程实践与毕业设计课程群

该类课程群单独设课,主要包括课程设计、实习实践、毕业设计等,培养学生的工程意识、协作精神以及综合应用所学知识解决实际问题的能力。删减原来过多的验证性实践教学课程,增强和增加综合性、设计性实践环节,增设工程技能和科技创新训练。课程设计、毕业设计等必须以解决工程实际“复杂工程问题”为导向,具有如下特征<sup>[13]</sup>:(1)必须具备全面的学科知识,依赖多个工程技术原理分析才能解决;(2)需求涉及多方面的技术、工程和其他因素,并可能相互有冲突;(3)需要建立合适的抽象模型才能解决,在建模过程中需要体现出创造性;(4)利用一般的方法和知识不能解决;(5)专业标准和规范中没有包含的知识问题;(6)问题相关的各方利益不完全一致;(7)具有较高的综合性,包含多个相互关联的子问题。毕业设计(论文)的指导和考核有企业或行业专家参与。

工程实践与毕业设计课程群主要包括:大学物理实验(1学分)、工程制图实训(1.5学分)、工程测量实训(1.5学分)、建筑材料实验(1学分)、专业技能训练与竞赛(2学分)、水力学实验(1学分)、材料

力学实验(1学分)、工程地质及水文地质实习(1学分)、土力学实验(1学分)、工程水文实习(0.5学分)、思政实践课(2学分)、水利水电工程概预算实训(0.5学分)、水泵与水泵站实习(0.5学分)、水工钢筋混凝土结构课程设计(1学分)、水工建筑物课程实习及设计(1学分)、科技论文写作初步(0.5学分)、水利工程施工课程实习(1学分)、水利工程施工组织实训(1.5学分)、创新创业活动(5学分)、毕业实习(8学分)、毕业设计(8学分)。共计21类课、40.5学分。

## 4 结语

课程体系的构建,只是专业建设的基础和蓝图,合理的课程体系还要围绕毕业要求开展课程内容、教学方法和考核方式的进一步研究。在完善的支撑条件保障下,该蓝图还需要具备结构合理的专业师资队伍和教学管理队伍才能有效实施,且通过有效的质量监控评价机制,及时反馈问题并持续改进,不断促进培养目标的达成。因此在教学过程中,要不断根据本科教学质量国家标准、工程教育专业认证、工程执业资格和工程能力评价通用规范的要求,完善课程体系的构建。

表3 优化后各课程群分布情况表

	人文社科类课程群	数学和自然科学类课程群	工程基础与专业基础及专业类课程群			工程实践与毕业设计课程群	合计
			工程基础课程群	专业基础课程群	专业类课程群		
学分*	30.5	24.5	23	21.5	20	40.5	160
占总学分比例/%	19.1	15.3	14.4	13.4	12.5	25.3	100
国家标准和认证标准要求/%	≥15%	≥15%		≥30%		≥20%	

注:\*国家标准建议总学分140~180。

(下转第104页)

# 培养创新技能的数据库实验课程教学研究

郝晓红, 李松, 张丽平

(哈尔滨理工大学计算机科学与技术学院, 哈尔滨 150080)

**摘要:**针对数据库系统基础课程传统教学中实验内容和方法的不足,探讨培养创新技能的数据库课程实验内容拓展和实验教学方法。实验内容的拓展主要包括数据库查询优化技术实验拓展和底层索引结构查询实验拓展2个方面。实验教学方法主要包括分层实验教学法、团队分组研讨法和基于翻转课堂的教学法等。教学实践表明:拓展后的实验内容和方法能较大地提升学生的数据库知识技能的专业应用能力和创新能力。

**关键词:**数据库;SQL;查询优化;索引结构

**中图分类号:**TP311.13-4;G642.423 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2019)03-0105-04

## Study on Database Experiment Course Teaching Capable of Developing Innovative Skills

HAO Xiaohong, LI Song, ZHANG Liping

(School of Computer Science and Technology, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China)

**Abstract:** In view of deficiencies in experimental materials and methods in traditional teaching of basic database courses, this paper discusses the extension of experimental materials and teaching methods of database courses that are capable of developing innovative skills. Extension of experimental materials involves two main aspects: extension of database query optimization technology and extension of underlying index structure query; major teaching methods include stratified experimental teaching, group discussion and flipped classroom. Teaching practices demonstrate that the students' database knowledge, professional and innovative skills are improved to a greater degree by extension of experimental materials and methods.

**Keywords:** database; SQL; query optimization; index structure

### 0 引言

作为计算机科学技术的一个重要分支,数据库技术从诞生起即在数据处理、数据管理和软件技术等方面起着重要的作用<sup>[1]</sup>。数据库系统基础课程是许多高校计算机专业的一门重要专业核心课。近些年,在数据库系统基础理论课教学中提出了能力导向教学法<sup>[2]</sup>、项目教学法<sup>[3]</sup>、翻转课堂教学法<sup>[4]</sup>、针对创新人才培养教学法<sup>[5]</sup>等方法。数据库系统基础课程具有理论性和实践性相结合的特性,要求学生既要掌握和理解扎实的理论知识,又要具有较强的数据库的编程和操作能力。数据库系统基础课程实验的内容和效果直接影响到计算机专业学生设计与开发信息系统软件的能力和水平,对学生解决数据库的实际问题具有重要的作用,也对学生从事

数据处理、数据分析、数据挖掘和大数据处理等工作具有技术支撑作用。

计算机专业学生的数据库系统基础课程实验课教学内容一般主要包含数据库管理系统的安装调试、SQL基础语言的实验和嵌入式SQL编程等基本知识。实验问题较为基础简单;实验方法主要是让学生根据一些语法和简单例子上机实现一些简单的数据库查询、更新等任务;实验目标主要是使学生能熟悉SQL语言的基本语法和掌握基本的SQL编程技术。数据库系统基础课程的传统实验内容和方法不能体现创新训练内涵,无法培养学生的创新意识和创新技术应用能力。目前,数据库理论课的教学方法研究成果较为丰富,但数据库实验课的教学方法和模式的研究则相对较为薄弱。

在工程教育认证对解决复杂工程问题提出了