土木卓越工程师培养计划研究

李　黎,张仲先,朱宏平
(华中科技大学 土木工程与力学学院,湖北 武汉　430074)

摘要:为贯彻执行教育部关于制定“卓越工程师培养计划”的指示,华中科技大学土木工程与力学学院结合土木工程专业的行业背景和职业导向,就其培养计划中的培养标准、培养方案、实践环节及实施方法进行了较为深入的研究。

关键词:土木工程;卓越工程师;培养计划;职业导向
中图分类号:TU4;C961　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1005-2909(2011)06-0019-06

为贯彻执行教育部关于制定“卓越工程师培养计划”的指示,结合土木工程专业的行业背景和职业导向,为更好地培养学生的前沿意识、开放意识和国际意识,使学生具有良好的人文社会科学知识和管理科学知识,较强的开拓创新能力和自我学习能力,强烈的求知探索精神、很好的奉献精神和团队协作精神,以及较强的组织管理能力、语言文字表达能力、社会交往能力和社会适应能力,华中科技大学主动服务国家战略和社会需求,近两年对土木“卓越工程师”培养计划作了较为深入地研究,培养了一大批经过坚实的工程实践训练,并且能够胜任本专业项目策划、工程设计、施工技术、项目管理与研发等工作的具备优秀基本技能的后备工程师。

一、培养标准

(一)培养目标

土木卓越工程师培养应基于基础理论教育,以实际工程为背景,以工程技术为主线,培养符合社会主义现代化建设需要,面向国家未来建设,适应未来科技发展,德智体美全面发展,具有坚实的自然科学基础、人文社会科学基础,掌握土木工程学科的基本理论和基本知识,具有扎实的专业理论基础、宽厚的专业知识与良好的综合素质,拥有较强的土木工程意识、工程素质与工程实践能力、自我获取知识的能力、创新意识与拼搏精神,良好的社会交往能力与组织管理能力、继续学习能力,以及具有国际视野的土木工程专业高素质人才[1]。

(二)培养要求

培养的学生应具有扎实的自然科学基础,良好的人文社会科学基础和管理基础;掌握土木工程专业扎实的基础理论,具有本专业领域至少两个专业方向的专业知识和技能,熟悉本专业学科前沿和发展趋势,了解相近专业基本知识;获得坚实的工程实践训练,具有从事本专业工程项目策划、工程设计、施工技术、项目管理与研发等工作的基本技能。其知识结构、能力和素质分别要达到如下要求。

收稿日期:2011 - 07 - 12
作者简介:李黎(1956 -),女,华中科技大学土木工程与力学学院教授,主要从事工程抗震和结构控制研究,(E - mail)lili2431@163.com。

(1)知识结构:人文社会科学知识、基本的自然科学知识、工具性知识、专业基础知识、专业知识及专业相关领域知识。

(2)能力要求:具有很好的信息检索能力、文献阅读能力、知识的消化吸收和自我学习能力,以及较强的英语综合运用能力;具有很强的发现、分析问题和解决工程实际问题的能力;具有很好的创新性思维、创新实践的能力,以及很好的系统性思维和组织的能力;具有开拓创新意识和进行产品开发和设计的能力;具有学科内、跨学科、学科交叉的交流与合作能力;具有国际视野和跨文化环境下的交流、合作与竞争的基本能力;具有应对危机与突发事件的基本能力和一定的领导能力[2]。

(3)素质要求:具有良好的人文素质、科学素质和工程素质。

(三)培养标准

1. 知识结构组成

(1)具有广泛的人文社会科学知识。主要包括:哲学、历史、社会学及公共关系学等领域的社会科学知识;政治、经济学、法律法规等方面的公共政策和管理知识;风险管理、环境保护与可持续发展方面的知识。

(2)具备基本的自然科学基础知识。主要包括:掌握高等数学和工程数学;掌握计算机高级编程语言;了解现代物理、化学、信息科学、环境科学的基本知识和一定的经济管理知识;了解当代科学发展的其他主要方面和应用前景。

(3)掌握基本工具性知识。主要包括:熟练掌握英语,具有一定的英文写作和表达能力;了解信息科学基础知识,掌握文献、信息、资料检索的一般方法;掌握土木工程计算机基本理论、高级编程语言和相关软件应用技术。

(4)具有扎实的专业基础知识。主要包括:掌握画法几何、工程测绘的基本原理和方法;掌握土木工程材料的基本性能和适用条件;掌握理论力学、材料力学、结构力学、流体力学的基本原理、分析方法与实验方法;掌握工程地质与土力学的基本原理和实验方法;掌握工程结构构件的力学性能和计算原理;掌握土木工程施工与组织的一般过程,了解项目策划、管理和技术经济分析的基本方法。

(5)具有扎实的、较为广博的专业知识。主要包括:掌握土木工程项目的勘测、规划、选型、构造等设计计算理论;掌握土木工程结构和土木工程基础的设计方法,了解地基处理的基本方法和 CAD 等专业软件的应用;掌握土木工程现代施工技术、组织过程及项目管理方法;掌握土木工程检测与试验的基本方法;掌握土木工程防灾与减灾的基本原理和一般设计方法;熟悉本专业的有关法规、规范与规程。

(6)具有一定的专业相关领域的知识。主要包括:熟悉土木工程项目评价方法及其与环境保护和可持续发展等方面的方针、政策和法律、法规,能正确认识工程对客观世界和社会的影响;了解与本专业相关的职业和行业的生产、设计、研究相关的法律、法规和规范;了解建筑、房地产、建筑电气设备、施工机械、土木工程与环境的基本知识;了解国际工程承包的基本知识。

2. 能力要求

(1)具有信息获取、自我学习的能力。主要表现为:能综合应用各种手段查询资料,有效吸收人类文明中有用的信息知识,拓展知识领域、继续学习、适应社会发展的能力,并能够以此提高个人和机构的效率。

(2)具有较强的英语综合运用能力。主要表现为:能熟练阅读专业的英文技术文献,并具有一定的英语口语交流能力。

(3)具有发现和分析问题的能力。主要表现为:具有坚实的专业基础知识和灵活应用能力,具有能应用常规测试仪器进行检查、测绘和分析的能力,具有能够根据客观数据或现象运用理论知识和自己积累的概念进行综合分析与判断,从而发现问题的能力。

(4)具有解决工程实际问题的能力。主要表现为:具有本专业必需的计算、设计、制图、测试、调研、查阅文献、实验和工艺操作等基本技能,具有能应用语言、图表和计算机技术等进行工程表达和交流的基本能力,具有进行工程设计、施工、管理的基本能力,具有综合分析和解决工程实际问题的能力。

(5)具有创新性思维和创新实践的能力。主要表现为:能够创造性地提出新的观念,有效地进行新材料、新工艺、新技术的探索,并初步具有把高新技术转化为生产力的能力,具有技术改造与创新的初步能力,具有能够合理利用资源和突破条框的意识与能力。

(6)具有系统性思维和组织的能力。主要表现

为:具有土木工程项目的策划、设计、施工、评价等阶段的组织实施能力和工程项目集成的基本能力。

(7)具有开拓创新意识和产品开发与设计的能力。主要表现为:有较好的开拓创新意识,具有提出研发产品或建设项目的思想,具有对产品或项目进行可行性研究的知识结构和相应能力,具有完成项目实施的能力。

(8)具有交流与合作能力。主要表现为:针对土木工程项目能够很好地与其他相关各专业和不同工种进行交流与合作,在不同专业和工种之间,以及在同一专业内均能很好地沟通和协调,注重集体观念,具有奉献精神,有较好的开拓创新意识,具有提出研发产品或建设项目的思想,具有对产品或项目进行可行性研究的知识结构和相应能力,具有完成项目实施的能力。

(9)具有国际视野和跨文化环境下的交流、合作与竞争的基本能力。主要表现为:具有宽泛知识背景,不仅能够在学科内进行交流与合作,还能进行跨学科和多学科领域的交流与合作,以及跨文化背景的合作;面对挑战,具有较强的竞争意识和竞争能力。

(10)具有应对危机与突发事件的基本能力和一定的领导能力。主要表现为:有较强的社会适应能力,能应对危机与突发事件发生时的心理承受能力,以及对危机或突发事件的处理能力。具有一定的组织能力和领导能力,具有"引领"意识,并为之储备相关的知识和技能。

3. 素质要求

(1)人文素质。树立科学的世界观和正确的人生观,具有面对挑战和挫折的乐观主义精神;具有坚持原则、勇于承担责任、为人诚实、高尚的道德品质;有传统思维意识和为民族振兴服务的意识,具有社会责任感和时代责任感;具有全球视野、良好的心理素质,能应对危机和挑战,具有注重环境保护、生态平衡和可持续发展的社会责任感。

(2)科学素质。具有严谨求实的科学精神和面向未来、开拓进取的创新意识;具有合理的知识结构、扎实的理论基础和过硬的专业技能,具有继续学习的愿望、方法和能力;具有良好的创新意识和创新能力,能跟踪、适应学科发展并具有为推动学科发展而努力的愿望和相应的潜能。

(3)工程素质。具有良好的工程意识和工程素养,以及对工程项目和团队利益负责的职业精神;具有对新技术的推广或对现有技术进行革新的进取精神;具有针对工程项目宏观的、系统的分析和决策思维以及解决工程项目具体问题的方法和手段;具有良好的市场、质量、安全和危机意识。

二、培养方案

(一)培养模式与措施

1. 实行"4 +2 +3"培养模式

4 年本科阶段:三年在校学习 + 一年企业实习设计,四年后通过考核可进入硕士阶段学习,也可就业。

2 年硕士阶段:一年在校学习 + 一年企业挂职实践与研究,两年后通过考核可进入博士阶段学习,也可就业。

3 年博士阶段:两年在校学习研究 + 一年在企业挂职实践与研究。

学习期间学生根据自身的情况可申请退出该培养模式,本科第一至第四学期间也可根据学生的申请和成绩纳入该培养体系。

2. 改革课程体系,强化工程实践能力

课程体系的设置在强调基础理论和知识结构的同时,以面向工程为手段,以拓宽基础、注重实践、加强应用能力培养为目的,重新制定课程体系和培养计划。

精练课程教学内容,适当增减部分课程和学时,专业基础课程尤其是专业课程教学要结合工程实际、强调案例教学,所有课程根据培养计划重新修订课程教学大纲,争取 50% 以上的专业基础和专业课由具有注册工程师资格的教师或特聘专家担任[3]。

3. 探索校企联合培养机制,建立联合培养体

将素质教育、知识教育、能力教育贯穿于卓越工程师培养的全过程。充分调动社会各界优质资源,充分利用校企合作平台,加强与大型骨干企业签订联合培养协议,聘请具有较高学术水平、丰富工程实践经验和管理能力的工程师,尤其是联合培养单位的专家作为顾问,制定联合培养实施办法,探索一种新的育人模式,让学生在挂职期间,具有学生和企业员工双重身份。

4. 改革指导方式,建立双导师指导模式

对于通过选拔进入卓越工程师培养计划的所有学生,在进校的第一学期就确定校内指导教师并进入导师研究团队。第六学期,学校与企业共同确定

每个学生本科阶段的企业指导教师。第九学期(硕士阶段的第一学期),重新核定并落实硕士阶段的校企指导教师,企业指导教师应具有高级工程师或以上职称。第十四学期(博士阶段的第二学期)再次核定校企指导教师,并确定研究方向。

5. 加强国际交流,拓宽学生国际视野

进一步加强和国外一流大学的国际交流,探索建立中外工程教育联合体,与国际土木工程人才培养标准、注册工程师制度接轨,增强学生的国际竞争力,拓宽学生的国际视野。同时积极配合企业"走出去"战略,在多个语种培养工程师,培养熟悉当地国家文化、法律和标准的国际化工程师[4]。

(二)土木工程专业知识结构构成

土木卓越工程师知识结构如表 1 所示。

表 1 土木卓越工程师知识结构构成

知识结构	知识构成
人文社会科学知识	政治、哲学、历史、法律、军事理论、美学(文学与艺术)、伦理、心理学、社会学、环境科学
自然科学知识	数学、物理、化学、环境科学基础、现代材料学、计算机科学
工具性知识	外国语、中文、信息科学基础、计算机应用
专业基础知识	土木工程概论、力学理论与方法、工程测量学、画法几何与工程制图、工程地质、土力学、结构设计原理、工程经济学
专业知识	房屋建筑学、混凝土结构设计原理、钢结构设计原理、土木工程施工、基础工程设计原理、结构试验、工程安全与防灾减灾
专业相关领域知识	工程经济学、工程项目管理、工程建设建立、相关专业法律法规、相关学术讲座等

(三)实践教学体系

1. 实践领域

实践领域包括实验、实习实践和设计与学位论文 3 个环节,具体见表 2 所示。其中工程实验、工程实践、企业挂职研究、本科毕业设计、硕士和博士论文撰写采用校企联合和双导师制度,在企业完成。

表 2 土木卓越工程师培养实践领域

实践领域	具体环节
实验	基础实验、专业基础实验、专业实验、工程实验
实习实践	基础实习、专业基础实习、工程实践、企业挂职研究
设计与论文	课程设计、本科毕业设计、硕士论文、博士论文

2. 实验

实验包括基础实验、专业基础实验、专业实验(包括建筑工程、道路与桥梁工程和岩土与地下工程 3 个方向)和工程实验 4 个层面内容,其中工程实验以工程项目为背景,在企业工地进行(表 3)。

表 3 实验环节

实验形式	核心实践环节	拓展实践环节
基础实验	物理实验、化学实验、材料力学实验	—
专业基础实验	土木工程材料实验、土力学实验、工程测量实验、工程软件应用	计算机编程和应用能力的训练、实验技术改进与开发的创新训练
建筑工程方向	建筑结构试验	本科期间一定要申报参与学校大学生科技创新项目,并参与导师的科研项目实验
道路与桥梁工程方向	桥梁结构试验、道路铺面材料实验	
岩土与地下工程方向	岩体力学实验、地下结构工程测试与监测实验	
工程试验	以工程项目为背景,在企业的工地进行	硕士、博士论文研究中涉及的试验内容在工地进行

3. 实习与实践

实习与实践的安排见表 4 所示,其中本科阶段为 17 周,硕士阶段为 28 周,博士阶段为 12 周。

4. 设计与学位论文撰写

设计与学位论文撰写环节包括本科阶段的课程设计、毕业设计和硕士、博士阶段学位论文撰写 3 大部分(表 5)。其中,本科阶段的课程设计共 9 周在校内进行,毕业设计 16 周采取校企联合培养方式,在企业完成。

表 4 实习实践环节安排

实习形式	实习内容	周数
基础实习	认识实习	1
专业基础实习	工程测量实习、工程地质实习	1 + 1
专业实习	工程实践	12
	毕业实习	1
硕士阶段实习	企业挂职研究	20
博士阶段实习	企业挂职研究	20

表 5 设计与学位论文撰写环节安排

形式	专业方向	核心实践环节	周数
课程设计	土木工程	钢结构屋盖、基础工程、土木工程施工	1 + 1 + 1
	建筑工程方向	房屋建筑学、混凝土楼盖、单层厂房结构、建筑钢结构	1 + 1 + 2 + 2
	道桥与桥梁方向	道路勘测、路基路面、桥梁工程、混凝土桥梁结构	1 + 1 + 2 + 2
	岩土工程方向	地下工程、深基坑工程技术、地基处理、地下混凝土结构、高层建筑基础工程	1 + 1 + 1 + 1 + 2
毕业设计	土木工程	本科阶段毕业设计	15
硕士论文撰写	土木工程	参与重大工程相关领域关键技术研究、设计、施工及控制、检测,结合生产实际或科研项目撰写毕业论文	20(学校或企业)
博士论文撰写	土木工程	参与重大工程相关领域关键技术研究、设计、施工及控制、检测,结合生产实际或科研项目撰写毕业论文	40(学校或企业)

三、实践环节及实施方法

(一)本科阶段实验

卓越工程师培养计划的实验教学包括基础实验、专业基础实验、专业实验 3 个层次,各个层次的实验构成见表 3 所示,并均在学校完成。

(二)本科阶段实习与实践

1. 认识实习

认识实习由课程认识实习构成,包括:土木工程材料、房屋建筑学、结构力学、混凝土结构、钢结构设计原理 5 门课程的认识实习,实习随课进行(第二学期至第六学期),时间为 1 周。

2. 专业基础实习

专业基础实习包括工程测量实习、工程地质实习。工程测量实习安排在第三学期,时间为 1 周。工程地质实习安排在第四学期,时间为 1 周。

3. 工程实践

工程实践是培养学生将理论知识与工程实践相结合,灵活运用已学的理论知识解决实际工程问题的重要措施,加强学生工程素养并进一步培养学生发现、分析和解决工程实际问题的能力。培养计划中将工程实践安排在第七学期,时间为 12 周。

4. 毕业实习

毕业实习(1 周)分散穿插在毕业设计(论文)期间进行,其内容应根据毕业设计(论文)的实际需要,有针对性地进行参观、调研及与毕业设计(论文)内容相关的数据采集、工程技术交底、工程阶段及竣工验收及相关工程技术服务,具体由指导教师负责安排。

(三)本科阶段设计

1. 课程设计

土木卓越工程师培养计划将课程设计分为:专业课程设计与学科方向课程设计。其中学科方向课程设计设有:建筑工程、道路与桥梁、岩土工程 3 个学科方向,学生可任选一个方向(表 5)。为期 3 周的专业课程设计和 6 周的学科方向课程设计集中安排在第七学期进行。

2. 毕业设计

毕业设计(论文)安排在第八学期,时间共 15 周。学生分成若干小组,每组人数不超过 3 人,每组安排 2 名指导教师(校内教师和企业指导教师各 1 名)。毕业设计(论文)题目一人一题,内容应结合企业实际工程项目,参与实际工程设计或研究,在解决关键技术环节的同时,注重系统能力的培养,使学生受到卓越工程师的基本训练。学生完成毕业设计(论文)后回校答辩,答辩教师由校内教师和企业方委派的工程师共同担任。

(四)研究生阶段企业实践

硕士研究生从第二学年起、博士研究生从第一学年起进入企业挂职实践,参与大型工程相关领域的关键技术研究、设计分析、施工与检测等。校企导师共同制定好学生企业学习计划,结合研究生参与的实践项目,选择某一核心部分作为毕业论文的研究内容,在企业和学校完成毕业论文核心内容的理

论研究与试验研究。

(五)企业实习实践计划

实习与实践主要安排在中国建筑第三工程局、武汉市建设集团公司、中南建筑设计院、武汉市建筑设计院、中南电力设计院、武汉市政设计院、中铁大桥设计院等大型施工单位或设计院,具体安排见表 6 所示。

表 6 企业实习实践计划

实习类别	主要内容	实习时间	实习单位	学习内容
认识实习	土木工程材料等 5 门课程	随课进行(1 周)	生产厂家、施工现场	1. 了解工程材料的生产过程 2. 了解钢筋混凝土组成与施工过程 3. 了解钢结构制作与安装过程 4. 熟悉不同结构体系的受力特点与结构特点
专业基础实习	工程测量	第三学期(1 周)	校内室外	综合运用各种测量仪器,对面积大约在 6 000 ~ 10 000 m^2 的指定区域进行测量,并完成该区域 1∶500 地形图的绘制
	工程地质	第四学期(1 周)	野外 施工现场	通过野外实地路线勘察,学会认识各种地质现象,学会根据地质条件布置工程线路的方法 通过建筑基坑的实习,了解工程地质勘察的过程,了解基坑降水支护的方法
工程实践	施工过程	第七学期(12 周)	施工单位、监理单位(施工现场)	1. 施工技术 2. 施工组织管理 3. 施工预算方面的方案、图纸和计算书 4. 新结构、新工艺、新技术和新材料的专题调研报告
本科毕业实习与毕业设计	工程结构设计	第八学期(16 周)	施工与设计单位	1. 结合企业实际工程项目,参与实际工程结构设计或研究 2. 在解决关键技术环节的同时,注重系统能力的培养 3. 熟悉各种国家设计规范及行业规程 4. 熟悉设计院的常规做法和流程、了解设计院正在设计、施工的各大工程情况
硕士学位论文研究	设计、分析、研究	第十一、十二学期(20—30 周)	施工与设计单位	1. 参与大型工程相关领域的关键技术研究 2. 设计分析 3. 施工与检测 4. 在企业完成毕业论文核心内容的理论研究与试验研究 5. 在企业和学校双导师的指导下撰写硕士论文
博士学位论文研究	设计、分析、研究	第十五至十八学期(20—40 周)	施工与设计单位	1. 参与大型工程相关领域的关键技术研究 2. 设计分析 3. 施工与检测 4. 在企业完成毕业论文核心内容的理论研究与试验研究 5. 在企业和学校双导师的指导下撰写博士论文

参考文献:

[1]龙晓鸿,李黎,江宜城. SM - Solver 在土木工程专业教学中的应用[J]. 高等建筑教育,2007,16(5):87 - 90.

[2]江宜城,李黎,龙晓鸿. 在结构力学教学中加强学生综合能力的培养[J]. 高等建筑教育,2006,15(2):55 - 58.

[3]李黎,龙晓鸿,张先进. 土木工程专业学生创新能力培养探讨[J]. 高等建筑教育,2010,19(5):52 - 55.

[4]李黎,熊世树,叶昆. 土木工程试验教学体系与实验项目改革探索[J]. 高等建筑教育,2010,19(6):141 - 143.

Excellent engineer training program of civil engineering specialty

LI Li, ZHANG Zhong-xian, ZHU Hong-ping

(*School of Civil Engineering & Mechanics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, Hubei, P. R. China*)

Abstract: To implement the instructions of "excellent engineer training program" established by the Ministry of Education , school of civil engineering & mechanics in Huazhong University of Science and Technology combined the industry background with career-oriented of civil engineering specialty, researched on training standards, training programs, practice and implementation methods in training program.

Keywords: civil engineering; excellent engineer; training program; career-oriented

(编辑 詹燕平)