

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2019.06.003

欢迎按以下格式引用:罗素蓉,吴恺云,李旭红.新形势下“大土木”专业课程建设及复合型人才培养模式[J].高等建筑教育,2019,28(6):13-19.

新形势下“大土木”专业课程建设 及复合型人才培养模式

罗素蓉,吴恺云,李旭红

(福州大学 土木工程学院,福建 福州 350116)

摘要:面对“一带一路”倡议下的国际新形势和“双一流”建设对学科发展的要求,现有土木工程专业的教学内容和教学方式,已不能适应土木工程国际竞争力的快速发展,以及新时代“大土木”工程复合型人才培养要求。基于现代土木工程多元化和国际化的发展现状,以及土木工程专业高等教育模式存在的“窄口径”等问题,提出在优化学科结构的基础上,对土木工程专业课程进行深化改革,在课程内容和教学方式的“共性”和“个性”上寻找平衡点,合理整合课程内容,科学构建课程模块,拓展专业学生的国际视野。同时,优化教学方式,推进素质教育,提高教师队伍素质,完善“通专结合”复合型人才培养模式,提高土木工程专业人才的竞争力。

关键词:“大土木”;专业课程;课程建设;复合型人才培养

中图分类号:G642.0;TU

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2019)06-0013-07

随着“一带一路”倡议的推进和实施,中国与沿线国家在工程建设领域的科技交流与合作更加频繁,也更为广泛。跨国合作的工程项目数量逐年增多,对土木工程产业升级,以及“大土木”背景下土木工程学科建设和发展提出了更高要求,对土木工程复合型人才的需求更为迫切,国际化人才培养的必要性日益突出。在此背景下,原有的教学体系、教学内容和人才培养模式已不能适应新时代的需求,应以学科建设为基础,优化学科结构,重视科学的交叉融合。土木工程专业课程建设应打破不同专业间的教学界限,在人才培养模式上,满足日新月异的科学技术对高层次、专业化、复合型人才的要求,培养具有宽厚专业基础的高适应性人才。

一、“一带一路”倡议背景下现代土木工程的发展

在“十三五”规划的指导下,“一带一路”建设的实施和城镇化的快速发展,为土木工程相关行业的发展提供了前所未有的机遇。中国发展研究基金会、中国对外承包工程商会联合发布的《“一带

修回日期:2019-01-16

基金项目:2018年福州大学一流本科教学改革建设项目

作者简介:罗素蓉(1963—),女,福州大学土木工程学院教授,主要从事高性能混凝土结构研究,(E-mail)lsr@fzu.edu.cn。

一路”国际基础设施合作白皮书》，对沿线各国基础设施竞争力进行分析，指出基础设施是“一带一路”国家合作的优先领域，中国的基础设施竞争力在全球居于高竞争力范畴，在交通领域的优势尤为明显。2013—2017年，中国企业在“一带一路”沿线国家新签对外承包工程合同额累计3 629.9亿美元，完成营业额累计2 307.6亿美元^[1-2]。另外，2018年“一带一路”国家基础设施发展指数显示^[3]，“一带一路”国家基础设施发展总指数创出新高，国际基础设施建设规模、增速以及关注度在持续提升，基础设施项目的跨国合作热度有增无减。

因各个国家和地区行业相关法律、规范和标准的不同，以及地理条件、经济水平和文化背景的差异，土木工程存在明显的“个性”。此外，土木工程具有很强的综合性，其中勘察、设计和施工三个建设阶段的实施就涉及测量学、力学、混凝土和钢结构设计、施工技术等不同领域知识的应用，土木工程各专业领域之间相互交叉、渗透。与此同时，现代土木工程正朝着现代化、多元化和科技化的方向发展^[4]。科学技术的快速进步为土木工程的发展提供了更广阔的平台，其不断分化和纵深发展也对土木工程信息化和专业化程度的要求越来越高。现代土木工程追求高质量、高效率、高经济效益和可持续发展，因此，应结合现代土木工程的特点，以及工程项目国际化的形势，紧密联系实际和市场需求，构建新时代背景下的土木工程专业教育模式。

二、土木工程专业高等教育模式现状：忽略专业课程的共性和个性

目前大部分高校土木工程专业人才培养模式具有一定的局限性。自20世纪末以来，受西方发达国家“通才”教育理念的影响，中国高等教育专业划分过细的问题受到关注，国内许多高校陆续改变带有苏联痕迹的“专才”教育模式，将相关专业的课程调整设置为学科基础课和专业方向课两个部分。通过学科基础课夯实基础理论，专业方向课训练专业技能。土木工程专业具有理论性、实践性和应用性强的特点，在“大土木”背景下如何更好地在“通”与“专”之间寻取平衡点，目前仍然是需要思考和解决的问题。

土木工程中工民建、路桥、水利等不同专业分属不同管理部门，存在较为明显的行业分工，以往用人单位更青睐本行业的应用型人才。专业教育长期存在专业划分过细的问题，即使同一学科内不同专业行业的标准和规范以及由此编写的教材均存在一定差异，专业课程一般也由不同专业的教研室各自独立完成教学任务，这种模式不利于复合型人才的培养。应改革培养计划，设立并均衡通识教育课、学科基础课、专业必修课和专业选修课等不同课程模块，土木工程专业教育要向综合性发展，从多角度着手，点面结合，在把握培养计划大方向的同时，着力深化专业课程的改革，真正打破专业界限，培养适应新时代、新形势的土木工程大类复合型人才。

三、不同专业方向的混凝土结构设计原理课程改革

笔者所在的福州大学土木工程学院土木工程专业（建筑工程专业方向、道路与桥梁工程专业方向、轨道与地下工程专业方向）培养方案中，通识教育必修课和选修课、学科基础必修课、专业必修课、专业选修课、实践环节模块的学分，分别占总学分的23.6%、33.0%、12.7%、5.2%、25.5%。其他土木工程类专业的课程模块占比也大致相同，如水利工程专业上述课程模块的比例分别为23.6%、35.5%、10.9%、6.1%、23.9%。总之，土木工程类专业培养目标较为全面，培养方案中各模块的设定也较为合理，主要从知识基础、创新能力、组织协作能力、继续学习能力和国际视野等方面，着力培养

土木工程及相关领域的复合型高级工程技术人才。

大处着眼,小处着手。要从根本上推进教育模式的改革,应着力完善专业课程教材的建设和教学方式的调整。目前专业课程教材大多是根据相关行业规范来编写的,如建筑工程专业方向、道路与桥梁工程专业方向和水利水电工程专业方向,主要根据《混凝土结构设计规范》《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》和《水工混凝土结构设计规范》等来编写教材。表1所示是笔者所在学院建筑工程专业方向、道路与桥梁工程专业方向和水利水电工程专业方向必修课混凝土结构设计原理主要内容和每个章节学时的对比。显而易见,上述三个专业方向对该课程重点章节都安排了较多的学时,并且不同专业方向的重点章节知识要点具有一定的共性,例如关于钢筋与混凝土材料的基本力学性能和共同工作原理是相同的。但在一些细节知识点上也存在一定的差异,例如在实用设计表达式的表达方式上有很大的不同^[5],建筑工程采用的是《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010),水利水电工程采用的是电力系统的《水工混凝土结构设计规范》(DL/T5057-2009)和水利系统的《水工混凝土结构设计规范》(SL191-2008)。水工的DL/T5057-2009标准与建工的GB50010-2010标准,都采用的是以多个分项系数来表达的概率极限状态设计原则,而水工的SL191-2008标准则是在规定材料强度和荷载取值条件下,采用多系数分析基础上以安全系数K来表达设计的。

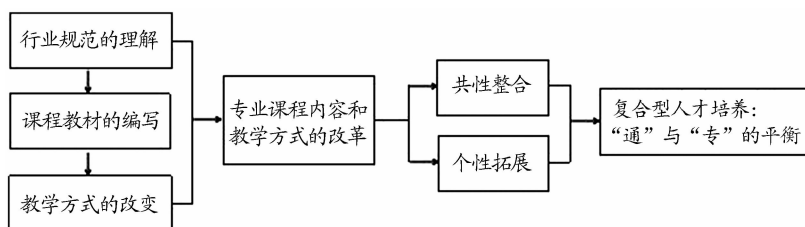
表1 三个专业方向混凝土结构设计原理课程主要内容对比

方向	建筑工程(64学时)	道路与桥梁工程(64学时)	水利水电工程(64学时)
	绪论(2)	绪论(2)	绪论(2)
	钢筋混凝土材料的力学性能(5)	钢筋混凝土材料的力学性能(5)	钢筋和混凝土的物理力学性能和共同工作原理(4)
	钢筋混凝土结构基本设计原则(5)	构件按极限状态设计计算的原则(5)	钢筋混凝土结构基本设计计算原理(4)
主要内容与学时分配	受弯构件正截面承载力计算(10)	受弯构件正截面承载力计算(10)	受弯构件正截面承载力计算(10)
	受弯构件斜截面承载力计算(10)	受弯构件斜截面承载力计算(8)	受弯构件斜截面承载力计算(6)
	受压构件承载力计算(10)	受压构件承载力计算(10)	受压构件承载力计算(8)
	受拉构件承载力计算(1)	受拉构件承载力计算(1)	受拉构件承载力计算(2)
	受扭构件承载力计算(5)	受扭构件承载力计算(4)	受扭构件承载力计算(4)
	构件变形、裂缝及结构的耐久性(8)	构件变形、裂缝及结构的耐久性(7)	钢筋混凝土构件正常使用极限状态验算(5)
	预应力混凝土构件计算(8)	预应力混凝土构件计算(12)	钢筋肋形结构及钢架结构(11) 预应力混凝土结构(8)

目前钢筋混凝土结构市场非常广阔,如上所述的专业界限造成的壁垒可能导致土木工程专业毕业生就业范围受到限制。如水利工程专业学生毕业后不一定从事水工项目的工作,却因所学专业课的局限性,对建筑工程的行业要求不甚了解,难以从事建筑工程项目的工作。因此,在对专业课程全盘综合考虑的同时,应深入研究和探讨具体课程的共性和个性,并进行科学整合,寻求“宽口径”土木工程专业人才培养中“通”与“专”的平衡。近年来,已有个别学者对建筑、路桥和水工不同专业方向之间的规范特点和结构计算的异同进行比较^[6],探讨专业共性知识点的讲解方法^[7],整合编写专业课程教材^[5]。但是由于土木工程涉及范围广的特点,目前对“大土木”工程各个行业规范的共性、个性知识点的研究,以及所对应教材的编写和教学方式的调整,远不能满足新形势下“大土木”专业课程改革和人才培养的需求。

四、专业课程改革推进以及复合型人才培养模式的完善

专业课程改革思路见图1。深入了解不同行业规范所涉及理论知识的异同,重新编写符合“宽口径”人才培养要求的土木工程专业课程教材,并以此为根据调整教学计划和教学方式,推进专业课程改革和人才培养模式的完善。同时,在一系列循序渐进的改革过程中,重视课程内容和教学方式“共性”和“个性”的平衡,夯实“共性”基础,挖掘“个性”潜力,完善“通专结合”复合型人才培养模式。



(一) 对专业课程内容进行科学性研究及全面整合

1. 对不同专业的相似课程进行整合,加强专业间的联系

首先应对“大土木”中的不同专业,以及不同类型工程项目的行业规范进行全面的了解。“大土木”工程中建筑工程、道路与桥梁工程、轨道与地下工程、水利水电工程、交通工程、给水排水工程、工程管理等不同专业或方向,其核心专业课程具有一定的共性。以建筑工程专业和水利水电工程专业混凝土结构设计原理课程为例,如上所述,建筑工程专业教材主要依据的是《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010),而水利水电工程专业教材依据的是《水工混凝土结构设计规范》(DL/T5057-2009)和《水工混凝土结构设计规范》(SL191-2008)。在适用范围方面,建工的GB50010-2010标准主要适用于房屋和一般构筑物的钢筋混凝土、预应力混凝土以及素混凝土结构的设计,而水工的DL/T5057-2009标准和SL191-2008标准适用于水利水电工程中素混凝土、钢筋混凝土和预应力混凝土的结构设计。三个标准虽然适用范围对象有一定差别,但是不同主要构件的基本原理还是具有很大程度的共性。因此,需要从基本原理上深入探讨这三个标准之间的内在联系和异同点,掌握其在表达和构造规定方面的异同点,才能对不同专业相似课程所涉及知识点的“共性”和“个性”有较全面的理解。

其次,在深入了解“大土木”不同专业相似课程知识的异同点后,可以参考规范和目前使用教材的知识结构框架,调整原有的较为封闭和独立的教材内容,对相似专业基础课程的基本原理和表达方式的“共性”和“个性”进行归纳和总结^[8],并在教材中采用例题计算等更为具体的方法加以表达。例如,在混凝土结构设计原理课程中,受弯构件在不同的几种工程环境中应采用不同的专业规范,所对应的几种计算表达方法和构造要求也有所不同,若能在教材中提出具体案例,一一列出每一种计算方法,并对其异同点加以说明和验证,就能使学生对不同工程环境下受力构件设计原理和计算有更深刻的认识,也能有效拓宽学生专业理论知识。对于涉及领域甚广、课程较多的“大土木”专业而言,应在深入研究总结、科学统筹的基础上,重新编写不同工程领域的基础课程教材,并随着不同专业规范的更新,及时修订教材。这样才能有效打破“大土木”专业界限,有利于学生较全面和系统地掌握专业基础知识,为构建“大土木”平台和实现“土木工程专业宽口径”人才培养目标打下坚实的基础。

2. 对同一专业不同课程相似知识点进行整合,构建课程模块

通过构建力学系列课程、结构设计系列课程、工程建设系列课程等不同课程模块,对部分有相似点知识的课程进行整合,将课程内容的重合部分有选择地进行删除。对力学相关课程,可以将理

论力学、材料力学、结构力学、土力学、流体力学进行整合;对结构设计相关课程,可以将钢结构、钢筋混凝土结构、砌体结构、结构抗震等课程进行整合;对工程建设相关课程,可以将土木工程施工、土木工程 CAD、建筑信息模型(BIM)、土木工程概预算等课程进行整合^[9]。

每一个课程模块中,将几门系列课程的内容相互联系起来,结合不同课程的重难点,删繁就简。例如,将材料力学课程中超静定部分内容都调整到结构力学课程中作重点讲授,将钢筋混凝土和钢结构课程中的钢材基本性能相关内容统一调整到土木工程材料课程中,促进系列课程之间的相互贯通和相互渗透,也避免了重复讲授。科学有效地整合课程内容,有利于学生构建合理顺畅的知识体系,也节省了有限的课程学时。

此外,目前中国一些工程规范对基本原理、公式、参数的由来缺乏更为详细的说明^[10],因此可以将这部分内容加入课程模块中,让学生对中国规范所涉及的理论基础和工程经验参数有更为清晰的理解,有利于学生更好地掌握系列课程的基础知识,也能够为今后土木工程行业规范的编译和推广奠定基础。

3. 对比研究国内外行业规范和标准,拓展国际视野

将各专业相关领域国际标准和中国标准的异同点,作为专业选修课内容增加到课程模块中。目前中国标准国际化之路从“引进来”到“走出去”,已取得了新的发展和突破,由起初的翻译和学习国际规范,到参考国外先进经验编制中国规范,再到编译英文版的中国规范并将其推广到国际工程领域。例如,福州大学土木工程学院近年来承接了大量的建设工程标准翻译工作,已完成中国多个公路桥梁相关的国家标准和行业标准的编译任务^[11]。

当然,中国规范在国际工程中的推广和应用之路困难重重,机遇与挑战并存^[12]。因此,中国高等教育把“大土木”专业相关标准国际化需求与国际化人才培养相结合,将大大有利于中国建设技术标准“走出去”。例如,在课程内容设置上,可以解读国际标准,还原中国标准编译的过程;结合具体的国际工程,将国内外的规范、标准在设计概念和工程应用上的异同点进行对比学习,拓展学生的国际视野,提升中国土木工程行业以及人才的国际竞争力。

(二) 从教学模式、素质教育和教师队伍等方面,探索复合型人才培养模式

1. 丰富教学模式,加强实践性教学环节

以课程内容的改革为基础,进一步扩大专业口径,对核心的专业基础课程进行综合调整,将上述提及的“共性”知识点整合后,把统一教学的课程设定为专业必修课,把根据不同专业“个性”需求所设置的课程确定为专业选修课。一方面,调整专业必修课和专业选修课的学时比例,打破原有专业界限,使“大土木”背景下不同专业学生所学的基础知识更加宽厚。另一方面结合不同专业的特点,协调同一系列课程模块内不同课程的学时安排,使课程学时安排更加科学合理。此外,合理安排通识教育模块和专业教育模块,丰富通识教育模块内容,将工程行业特色融入通识教育模块中,为更高层次的专业人才培养奠定基础。总之,从多个角度对教学体系进行调整,丰富教学模式,着力培养厚基础、宽口径、通专结合的专业人才。

加强实践性教学环节,采用先进的教学、试验设备,将实验、实习、课程设计与最新科技和最前沿的工程技术相结合,提高实践教学的现代化水平。将建筑信息模型(BIM)和VR虚拟现实技术融入土木工程设计、施工和运维中,引领行业的变革。利用BIM技术的可视化特点,以及VR技术交互性强的特点,将BIM技术和VR技术引入土木工程专业人才培养,已成为必然的发展趋势^[13]。特别是在“大土木”专业背景下,学生可以更直观准确地理解不同工程环境、不同工程阶段的具体专业知识。例如,在混凝土结构设计原理课程中,学生可以通过BIM和VR技术自行设计不同材料性能、不同受力条件下梁、柱、节点等构件,使其表达不同破坏形式,帮助学生更好地理解混

凝土构件的工作原理。在施工组织设计课程中,学生以小组合作方式自主创建 BIM 模型资源,或是在已知 BIM 模型上进行 VR 的场景设计,通过不同施工环节的岗位分工完成相应的虚拟场景工作,从而对施工方案的各个环节有更切身的体验。采用交互性强的教学方式,既能使实践教学更加生动和深入,还能增强学生学习的主动性,培养学生的创新思维、动手能力和组织协调能力。

2. 加强素质教育,增设具有新时代土木工程特色的课程

结合现代土木工程的发展,以及“一带一路”建设对土木工程行业高端人才的需求,开设具有土木工程特色的课程,在土木工程人才培养中融入其他国家的国情、政策、法律等方面的知识,这对培养国际化工程人才十分重要。可以选择在国际工程中与中国交流较为密切的国家,开设与该工程相关的文化、经济和法规课程,并以具体的国际工程为案例,学习国际工程项目管理知识和施工技术,了解国际工程与国内工程的不同之处。

加强校企合作,积极促进高校与企业间的协同创新^[14]。邀请业界实践经验丰富和专业技能强的工程师,从企业对人才需求的角度出发,参与工程建设系列课程中部分内容的教学。例如,施工组织设计课程最后几个学时,可由企业工程师结合最新的 BIM 技术,对近期的施工设计案例进行讲解和操作,并布置相应的实践作业,让学生对最新的前沿技术、最新的工程发展趋势和企业对职业人才的要求有更准确的了解和把握。此外,还可以定期开设相应的专题课程,以及作业可自由选择的选修课,建立校企合作实践基地,在寒暑假期间协同人才培养,帮助学生掌握现代管理理论和技能,培养学生的职业能力和职业素质。

3. 提升教师素质,打造跨专业交叉渗透的教师队伍

重新整合课程内容和教材、跨专业拓展课堂的举措,对教师的综合素质要求也更高了。教师应有意识地打破原有专业界限,跨专业充实自身知识体系,将个人独立教学转变为跨专业紧密合作的团队教学,改变填鸭式教学方式,调整较为封闭和独立的课程内容,以适应“大土木”专业背景下复合型人才培养的教学需求。

另外,还应着力提高师资队伍的国际水平^[15]。除了设立教师公派出国项目之外,应鼓励国内教学团队与国外知名高校联合开展教学研究,丰富教师立体化的知识积累。还可以聘请国外知名教授学者,以访问学者、客座教授或者长期任教的形式,合作交流国际工程应用项目和前沿科研项目,以进一步推动师资队伍的国际水平。

五、结语

在国际人才培养竞争日益激烈的新时代,特别是“一带一路”倡议和“双一流”建设的实施推进,急需对原有封闭、独立的教学内容和单一的教学方式进行改革,培养具有适应“大土木”工程背景的复合型专业人才。通过跨专业整合多专业课程内容,拓展课程教材内容,优化教学方式,完善人才培养体系,建立高素质的教学团队,培养“厚基础、宽口径、强能力”“通专结合”的复合型人才,为基础设施建设国际合作和新型城镇化建设输送高质量的土木工程师。

参考文献:

- [1] 闫晗. “一带一路”国际基础设施合作白皮书发布[J]. 今日工程机械, 2018(4): 18-19.
- [2] 秦庚. 2018年度“一带一路”国家基础设施发展指数报告[EB/OL]. (2018-06-13) [2019-01-12] 新华丝路(一带一路国家级信息服务平台): <http://silkroad.news.cn/2018/0613/99626.shtml>
- [3] 萧素芳. 中国新时代 世界新机遇——第九届国际基建论坛在澳门盛大开幕[J]. 城乡建设, 2018(13): 44-45.
- [4] 张佳卉. 现代土木工程的特点与未来土木工程的发展[J]. 科研, 2015(10): 00068.
- [5] 河海大学, 等四院校. 水工钢筋混凝土结构学(第4版)[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009

- [6] 沈磊. 建筑与铁路桥涵混凝土结构受弯构件设计计算比较[J]. 铁道勘测与设计, 2011(6):4-8.
- [7] 张小刚, 林小嵩. 适应大土木要求的荷载与结构设计方法知识点讲解研究[J]. 高等建筑教育, 2006, 15(4):74-78.
- [8] 常鸿飞, 夏军武, 贾福萍, 李富民, 龙帮云, 丁北斗. 大土木专业结构设计原理精品课程教材建设思考[J]. 高等建筑教育, 2016, 25(5):67-70.
- [9] 申向东, 李平. “大土木”工程类主干课程体系整合探索[J]. 内蒙古农业大学学报:社会科学版, 2003, 5(4):85-86
- [10] 丁少凌, 周国玲, 易蓓, 彭元诚. 中欧规范混凝土构件承载力对比[J]. 中外公路, 2017, 37(2):276-280.
- [11] 福州大学科技处. 土木工程学院在我国工程建设标准国际化推广工作中取得可喜成绩[EB/OL]. (2017-06-03) [2019-1-12] 福州大学新闻网. <https://news.fzu.edu.cn/html/fdyw/2017/06/03/e9e7ec35-3600-4ab8-9b1c-1b681813638a.html>
- [12] 肖洋. 西方科技霸权与中国标准国际化——工业革命4.0的视角[J]. 社会科学, 2017(7):57-65.
- [13] 陆海燕, 鲍文博, 宁宝宽, 白泉. BIM与VR技术在土木工程施工教学改革中的探索与实践[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(5):127-131.
- [14] 孙华银, 周维莉, 刘亚丽, 袁士才. 地方高校土木工程专业校企协同“双线”式人才培养探索[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(2):4-8.
- [15] 沈佳君, 黄宏伟. 高等教育国际化趋势下同济大学土木工程学科国际化对策[J]. 高等建筑教育, 2016, 25(6):19-22.

Specialized curriculum construction and the training mode of interdisciplinary talents of wide civil engineering under the new situation

LUO Surong, WU Kaiyun, LI Xuhong

(College of Civil Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350116, P. R. China)

Abstract: Under the new international situation under the One Belt And One Road strategy and the requirements of the Double First-rate construction policy on discipline construction, the existing teaching contents and teaching methods of civil engineering specialty in China cannot adapt to the rapid development of the international competitiveness of civil engineering, and the requirements of the wide civil engineering on the cultivation of interdisciplinary talents in the new era. Based on the development status of diversification and internationalization of modern civil engineering under the new situation, and the existing problems of narrow caliber in the education mode of civil engineering specialty at present, this study puts forward that after the subject structure is optimized, the civil engineering major should carry on the deepening reform to the curriculum construction, its curriculum content and the teaching way need to find the balance between the commonness and the individuality, set up the curriculum content, construct curriculum modules and expand international vision. Meanwhile, enriching teaching methods, developing quality education and improving the quality of teachers can improve the combination of general and specialized compound talent training mode and enhance the competitiveness of civil engineering professionals.

Key words: wide civil engineering; specialized curriculum; curriculum construction; training of interdisciplinary talents

(责任编辑 王 宣)