doi:10.11835/j.issn.1005－2909.2016.03.020

在高层建筑结构设计课程中引入工程哲学思想的探讨

江胜华，李伟清，汪时机，鲍安红
（西南大学 工程技术学院，重庆　400715）

摘要：高层建筑涉及诸多的学科和专业领域，具有复杂、跨专业的体系，并具有显著的社会性特征。土木工程本科专业以培养工程技术人才为主要目标，为培养复合型土木工程人才，有必要将工程哲学思想引入高层建筑结构设计课程。将工程系统观、工程社会观和工程伦理观等思想和理念与高层建筑结构设计课程相结合，培养学生以全局、系统的方式和观点思考高层建筑结构设计方法，并在社会层面上处理高层建筑结构设计中的问题。

关键词：高层建筑结构设计；工程哲学；土木工程；应用型本科；复合型人才
中图分类号：TU972；G642.3　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1005-2909(2016)03-0089-05

土木工程本科专业以培养工程技术人才为主要目标，以工程计算理论和计算分析方法为基础，主要培养学生在实际工程中的应用能力。工程本质上是一种社会实践，是人类社会存在和发展的根本所在，是经济、文化、历史、政治、环境等诸多因素综合作用的社会活动。现代工程是一个涵盖了各种行业、各种学科、各种因素的综合性庞大系统，亟需各类复合型人才，而复合型人才除了必须熟悉本专业或领域的专业技术之外，尚需要掌握工程观和方法论，并将其融合到本专业领域，这就是培养复合型工程师对工程哲学教育的必然需要[1-3]。培养设计、施工、管理、运营等土木工程第一线需要的高等技术复合型人才，是土木工程本科专业教育适应当前社会发展的必然要求。

工程哲学是理论哲学向实践哲学的转向、过渡和延伸，更多针对实践层面的问题[4]。工程哲学的基本思想是模式问题，即模式和真理的联系，实践模式与主体性、价值性等诸多因素之间的关系。现代的土木工程师应具有全局的观念和社会责任意识，并掌握正确的工程观，以社会视角处理工程中的难题[5-6]。

通过向高空发展，高层建筑在有限面积的土地上为人类社会争取到更多的生存空间，大幅度提高了土地的利用率，同时促使城市道路、市政管线等公共设施相对集中。目前，高层建筑将工作和生活设施适当集中，综合了各种配套设施，比如办公、商业、娱乐、展览、餐饮等，将人们不同的活动有机联系[7-8]。高

收稿日期：2015－09－25
基金项目：国家自然科学基金项目(51208078)；重庆市前沿与应用基础研究计划(cstc2015jcyjA30008)；中央高校基本科研业务费专项资金(XDJK 2015B007，SWU114085)
作者简介：江胜华(1982－)，男，西南大学工程技术学院讲师，博士，主要从事结构健康监测、安全评价与加固等方面的研究，(E－mail)jiangsh@whu.edu.cn。

层建筑是现代科学和技术不断发展、进步的结晶,其设计、施工和运营涉及诸多学科、专业和领域。高层建筑的发展涉及土木工程学科中的土木工程测量、土木工程材料、建筑结构、岩土工程、土木工程施工和土木工程机械与设备等众多的二级学科,且有赖于材料工程、机械工程、电气工程、能源与动力工程、电子信息工程、通信与控制技术、计算机科学技术等相关一级学科。

由于涉及多个学科和专业领域,高层建筑具有复杂的体系,并体现显著的社会性特征,如将工程哲学纳入到高层建筑这一工程实践中,有望更科学、经济、有效、合理地指导高层建筑的设计、施工和运营。因此,在高层建筑结构设计课程中,有必要引入工程哲学的思想,将工程系统观、工程社会观和工程伦理观等与高层建筑结构设计相结合,培养学生以全局、系统的观点处理高层建筑结构的设计问题,并在社会层面思考高层建筑结构的设计理念。

一、高层建筑结构设计课程中的工程系统观

高层建筑结构呈现复杂的体系特征,影响因素繁杂,影响范围大,系统规模巨大,结构之间的关系及相应的环境影响错综复杂,并表现出因素及目标的多样性,且人的影响及经济利益性日益明显,因此,高层建筑结构设计具有显著的工程系统观,包括整体性、动态性、目的性及多目标性和人本性。

(一) 整体性

整体性是工程系统最核心、最本质的特点。工程系统一般具有明确的结构、功能相对清晰的边界,并具有相对独立的系统元件或要素,各元件或要素之间相互联系,且可实现能量转换,并根据系统功能的相互依存性、逻辑统一性和技术规范性进行了空间与时间的优化[5]。在一个系统中,即使各元件或要素并非最优,但也可采用一定的集成方式组合、协调成为具有优秀功能的系统;反之,即使各元件或要素均优异,但因集成方式不当而不具备某种合格的功能,也无法称为合格的系统。

高层建筑结构最主要的荷载为水平荷载,为减小水平荷载的不利影响,高层建筑不应采用严重不规则的结构体系,结构的竖向和水平布置宜具有合理的刚度和承载力分布,避免因局部突变和扭转效应而形成薄弱楼层或薄弱部位。结构的水平和竖向布置,均为宏观、整体意义上对高层建筑结构的控制,在全局上协调、综合成为完善的系统。

对于框架结构、剪力墙结构、框架 - 剪力墙结构等高层建筑结构,强柱弱梁、强节点弱构件、强墙肢弱连梁等规定了不同构件之间在刚度和承载力等层面上的协调方式,使梁与柱、节点与构件、墙肢与连梁之间均构成协调的系统,从而形成较完善的内力分配,在荷载增长期间形成合理的内力重分布路径,在破坏时使塑性铰出现的先后顺序符合结构体系的破坏模式。

(二) 动态性

社会的变革与发展,内外环境的变化,以及工程系统自身运行的动态性使工程系统的动态性和不确定性日益突出。在高层建筑结构设计中,亦要考虑结构在荷载变化和使用过程中的动态性发展历程。

随着荷载逐渐增大,直至达到极限荷载而发生破坏,单一构件的破坏方式有延性破坏和脆性破坏。对于脆性破坏或延性破坏而言,单一构件的极限承载能力可能相同,但在构件的整个变形和塑性发展历程中,塑性铰的转动能力不同,构件对地震能量的耗散不同,导致体系的破坏模式完全不同,从系统和动态发展的角度来看,导致结构体系的承载力有所不同。因此,高层建筑结构的构件大多设计为延性破坏的模式,从一定程度上,可使结构体系在全寿命服役过程中,达到一种动态的协调。

以梁柱构件的强剪弱弯和双肢剪力墙的偏心受压为例,对于梁柱构件的强剪弱弯,通过限定不同破坏模式发生的时空特征,在破坏历程中达到结构的动态协调。对于双肢剪力墙,如果有一个墙肢出现小偏心受拉,该墙肢可能会出现水平通缝而失去受剪承载力,则由荷载产生的剪力将全部转移给另外一个墙肢,导致其受剪承载力不足;当双肢剪力墙中有一个墙肢出现大偏心受拉时,墙肢会出现裂缝,使其刚度降低,剪力将在两墙肢中进行再分配,此时另一墙肢承受的弯矩和剪力将增大。显然易见,双肢剪力墙的小偏心受拉和大偏心受拉,在截面设计中均要考虑服役过程中内力的动态性协调。

(三) 目的性及多目标性

工程系统为人造系统,一般具有明确的目的和功能,力求实现系统的创新和发展。现代工程系统的目标通常具有多重属性,来自这些方面的多重目标要求,而其中又不乏相互冲突的目标,需要权衡优化。

高层建筑结构的设计,往往要满足安全性、适用性、耐久性、经济性、施工的便利性等多方面的要求。首先,高层建筑应能承受正常施工和正常使用时可能出现的各种荷载和变形,在地震或爆炸发生时和

发生后保持必需的整体稳定性不致发生倒塌，一般通过承载力计算实现。其次，高层建筑结构在正常使用过程中应具有良好的工作性能，一般通过水平位移和加速度进行限制。然后，高层建筑结构在正常维护条件下应完好地使用到设计规定年限。另外，高层建筑结构的造价不宜过高，并且方便施工。

（四）人本性

在工程系统和工程活动中，人的因素凸显，人－机－环境关系是最基本的关系。这中间要考虑业主、设计者、施工方、监理方等投资、决策、建设、运营的各方利益，因此，相关利益方的观点及协作方式愈加重要。工程系统中人的要素、管理要素、信息要素等日益重要，系统“软化”趋势较为明显。工程系统应为人类的长远利益和大局利益服务，应该以人为本。

高层建筑结构，归根结底为人住宿、办公、从事各项工业活动等生活环境，理应处处体现以人为本的特征。高层建筑结构的设计，不仅要考虑承载力的要求，还要考虑高层建筑的使用功能要求。在风荷载作用下，高层建筑结构应具有良好的使用条件，需考虑人体的舒适度，不能仅用水平位移来控制，通常结构的风振加速度是衡量人体对风振反应的最好尺度[9]。高层建筑结构在风荷载作用下将产生振动，如振动加速度超过一定的限值，将降低高层建筑内居住者的舒适感，甚至让人无法承受。因此，需要计算顺风向和横风向结构顶点的最大加速度。在地震作用下，通过消能隔震设计，减小楼层内的加速度反应及上部结构的水平力和层间变形，地震时上部结构处于弹性状态，使高层建筑结构中的家具和日常用品不跌落翻倒，电力、上下水和煤气等管道或管线可实现日常功能，专用设备、大型设备等可正常运行，从而实现高层建筑结构在小震或中震等类别的地震作用下可正常使用。

二、高层建筑结构设计课程中的工程社会观

高层建筑结构设计具有显著的工程社会观，包括工程目标的社会性、工程活动的社会性、工程评价的社会性。

（一）工程目标的社会性

工程目标的社会性往往反映在工程的社会效益上。工程的社会效益与经济效益可能一致，也可能相互矛盾。对于成本与效益的关系，目前有相当数量的工程以经济效益为目标，而另外一部分工程以社会效益为主。许多工程，尤其是公共、公益工程，其首要目标并不是经济效益，而是增加社会福利，促进社会公平，改善生态环境等。

在许多城市由政府主导建设的作为经济适用房的高层建筑是为工薪阶层提供住房，国家公共卫生防疫体系的建设，比如医院等高层建筑，是为民众提供公共卫生和健康方面的保障，国家科教组织部门建设的教学楼、城市图书馆、博物馆等是为民众提供教育，传播文化。公共、公益性的高层建筑，旨在经济的长远发展、社会福利和稳定等，而不仅仅局限于追求短时间内的经济效益。在这类高层建筑结构的设计中，不应单纯地考虑工程造价，而应更多地考虑安全性、适用性和耐久性等特征，且在安全性、适用性和耐久性等方面均应高于普通高层建筑。

（二）工程活动的社会性

工程活动是投资者、管理者、工程师、工人等协同参与的，其在工程实践活动中各尽其责，相互配合，每类人员都各有其自身特定的、不可取代的重要作用。在工程活动中，业主进行投资活动，管理者实施管理活动，工程师要进行工程设计、施工组织等技术活动，工人则具体进行施工方面的操作。由此可见，工程活动是各学科、各领域、各类型的人以一定方式组合的社会性活动，不仅包含了繁杂而系统的、物质性的操作活动，且包含了各类人群的协作活动。

高层建筑结构设计的社会性，重点体现在施工工艺、工序上。在基础工程方面，高层建筑基础包括桩基础、筏式基础、箱型基础等，存在着深基坑支护、桩基础施工、大体积混凝土浇筑、深层降水等施工问题，在高层建筑基础的设计阶段，应结合施工工艺和施工流程进行结构设计和施工阶段的力学计算。在模板、钢筋技术、脚手架、砌筑、放水和装修等施工技术方面，同样需要在结构设计阶段预先考虑施工的便利性，并分析施工阶段的力学性能。

（三）工程评价的社会性

在工程的社会评价时会遇到两个难题。首先，与经济效益的可精确计量性质相比，工程的社会效益通常是很难衡量的，因此应确立科学的评价标准和评价指标。其次，在当代社会，已呈现多元价值观与利益分化的特点，同样的工程在不同的社会阶层会得到决然不同的评价，这就提出了如何合理确定主体以及评价程序的问题[10]。

高层建筑往往涉及建筑、结构、暖通、给排水、电气等诸多行业，需要大范围、多层次、全方位深入地对高层建筑进行评价，同时，对于高层建筑在运行期间的能源资源消耗、环境保护、人文景观、社会公益等方面进行衡量。因此，对于高层建筑结构设计阶

段的工程评价,应综合考虑不同专业领域,并结合建设和运行、经济和环境等多重效应的相互影响,在社会层面上对高层建筑结构设计进行评价。

三、高层建筑结构设计课程中的工程伦理观

高层建筑结构设计的工程伦理观包括质量与安全、诚信与利益冲突、工程师与雇主的关系等。

(一)质量与安全

质量是工程和技术产品发挥功能、实现其价值的先决条件。世界上的工程规范、规程和标准等均要求将民众的生命安全、身体健康和社会福利置于首要考虑的位置,保证工程质量合格、可靠是实现这一目标的基础。反之,不达标的工程或产品则会给人民的生命安全、身体健康和财产安全带来严重的威胁甚至巨大的破坏,并带来连锁性的次生灾害[10-11]。世界上诸多国家在大地震后调查和研究造成财产损失和人员伤亡的原因时发现,降低建设标准和未按要求进行检测通常是许多建筑物倒塌的两大直接原因,而在其“深层”则存在着伦理观念、伦理责任方面的原因。

安全与风险是存在密切联系的,所有的工程必然涉及风险。日益复杂的技术系统一旦出现问题会产生意想不到、无法估量的后果。某些过去曾经被认为是安全的产品、安全的化学物质、安全的生产流程、工艺等,后来却发现其实并不安全。许多事例告诫人们,现代社会正面对空前巨大、复杂的风险。

在高层建筑结构设计时,要首先保证安全的影响,包括结构的安全、防火、台风、恐怖袭击等多种因素。随着城镇化的发展、城市人口的膨胀、各种高科技工业的产生,将会出现诸多不可预料的事物,将会对高层建筑结构在全寿命过程中的服役性能产生重要的影响,比如,未来地下空间的发展、地下水的抽取对高层建筑结构地基和基础的长期影响,地铁长期震动对高层建筑结构地基的影响,空气污染、酸雨作用对高层建筑结构腐蚀性、耐久性的影响,恐怖袭击、突发事件对高层建筑结构安全的影响(911 恐怖袭击事件导致纽约世贸中心双子塔倒塌),通风、采光、环境等对高层建筑结构设计的影响。因此,面对未来诸多不可预料的发展前景,应前瞻性地思考问题,预测设计可能带来的不利后果,宜以长远的眼光和超前的设计思想保证高层建筑结构的安全性、适用性和耐久性。

(二)诚信与利益冲突

美国工程师伦理规章要求工程师必须诚实地参与任何工程,诚信为工程伦理的最基本要求[12-13]。工程活动是一种通过客观规律,采用物质、能量、信息改造客观世界的过程,实事求是的态度是其必然要求,诚信是对工程活动的一个基本伦理要求。

高层建筑往往涉及千百万人的生命和财产安全,在高层建筑结构设计过程中,往往与投资、施工等多方面相关,其工程活动是在社会的多种合力驱动下进行的,并涉及多方利益,因而也经常处于利益冲突的境况中,利益冲突的影响对工程师个人、群体、单位、社会往往都会产生不利的影响,工程师应诚实并公正地进行设计,且应通过回避、公开、制定有关规则,审查和教育等方式保持基本的职业诚信。

(三)工程师与雇主的关系

通常情况下,工程师都服务于一定的组织机构,在古代往往是军队,在现代则大多数是企业,少部分是政府部门。由于近代工程自诞生之日起主要就是与企业联在一起,于是,忠诚于企业在世界上很多国家已成为了工程师职业伦理的一个基本准则。但是,作为专业技术人员,工程师不但必须忠诚于雇主(或委托人),而且要坚持其道德原则和职业底线,即首先对人民和社会负责[12-13]。但是,这两种要求并非完全一致,很多情况下可能发生矛盾。工程的社会价值目标与企业目标或工程的商业目标并不完全一致。工程的社会价值目标通常对商业价值目标中的赢利产生不利影响。这种冲突会直接影响到工程师和企业管理者的复杂关系。因此,工程师应具备双重的忠诚,且对人民和职业的忠诚将置于对雇主的忠诚之上。

由于高层建筑结构涉及千百万人的生命和财产安全,涉及商业、住宅、办公楼等诸多领域,工程师在高层建筑结构的设计、施工、管理等过程中,必须具有“双重的忠诚”,对社会大众和土木工程职业的忠诚应置于首要位置。

四、结语

高层建筑涉及多个学科和专业领域,具有复杂的体系,并体现显著的社会性特征,为培养复合型的土木工程专业人才,提出在高层建筑结构设计课程中引入工程哲学的思想,将工程系统观、工程社会观和工程伦理观等与高层建筑结构设计相结合,培养学生以全局、系统的观点思考高层建筑结构设计方法,并在社会层面处理高层建筑结构设计的问题。

参考文献:

[1]张亚红,韩省亮,刘睫,等. 理论力学课程教学中工程哲学思维能力的培养与实践[J]. 中国大学教学,2013

(10):52－54.
[2]邓波,徐德龙. 从工程哲学反思工程教育及其思想[J]. 自然辩证法研究,2014,30(1):83－89.
[3]王章豹,石芳娟. 从工程哲学视角看未来工程师的素质[J]. 自然辩证法研究,2008,24(7):63－68.
[4]丘东,丘亮辉. 工程哲学应用的思考[J]. 科学技术哲学研究,2014,31(1):72－75.
[5]殷瑞钰,汪应洛,李伯聪. 工程哲学[M]. 北京:高等教育出版社,2013.
[6]Cywinski Z. Current Philosophy of Sustainability in Civil Engineering[J]. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 2001, 127 (1): 12－16.
[7]方鄂华. 高层建筑结构设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2003.
[8]赵志缙,赵帆. 高层建筑施工[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2005.
[9] JGJ3—2010 高层建筑混凝土结构技术规程[S]. 中国建筑工业出版社,中国建筑设计研究院,2011.
[10]李映红. 河流生态治理理念研究——人与河流和谐相处的理论建构[D]. 南京:东南大学,2012.
[11]赵岩. 工程哲学的实践运用问题研究[D]. 新乡:河南师范大学,2009.
[12]Bonasso S G. Engineering, Leadership, and Integral Philosophy[J]. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 2001, 127 (1): 17－25.
[13]Crider S S. Plain Engineering Philosophical and Ethical View[J]. Journal of Professional Issues in Engineering, 1990, 116 (2): 148－155.

Introduction of engineering philosophy into structural design of tall building course

JIANG Shenghua, LI Weiqing, WANG Shiji, BAO Anhong
(*College of Engineering and Technology*, *Southwest University*, *Chongqing 400715*, *P. R. China*)

Abstract: Structural design of tall buildings is related with various subjects and technical fields, and has complex and cross-discipline system, which is characterized as obvious society. Major of civil engineering is the higher education aimed at training engineering talents. In order to cultivate compound talents for civil engineering, it is necessary that the engineering philosophy should be introduced into the curriculum of structural design of tall buildings. The engineering systematic view, engineering social view and engineering ethical view are integrated with the curriculum of structural design of tall buildings, so that the students can use the global and systematic mode of thinking for structural design of tall buildings, and tackle the problems for structural design of tall buildings from social aspect.

Keywords: structural design of tall building; engineering philosophy; civil engineering; application-oriented undergraduate; compound talents

(编辑　周　沫)