

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2015.02.027

# 土木工程专业毕业设计内容调整 ——以2012版《建筑结构荷载规范》为基础

齐麟<sup>1</sup>,张杨<sup>2</sup>,孟庆铂<sup>3</sup>

(1. 中国民航大学 机场学院,天津 300300;2. 天津师范大学 招生管理中心,天津 300387; 3. 天津理工大学 中环信息学院,天津 300380)

**摘要:**土木工程专业毕业设计以实际工程为背景,根据设计条件按照专业规范进行建筑结构的设计,其中各种荷载与作用的输入与组合均需根据《建筑结构荷载规范》确定。随着2012版GB 50009—2012《建筑结构荷载规范》的颁布,土木工程专业毕业设计也应进行相应的调整。文章介绍了新版荷载规范的修订背景,对新规范修订章节中涉及土木工程专业毕业设计的主要内容进行了总结。基于新版荷载规范,从条文适用条件、工程结构形式、设计资料准备等方面提出毕业设计相应的调整工作,确保指导教师与学生能在毕业设计中准确把握与贯彻2012版《建筑结构荷载规范》的修订内容。

**关键词:**建筑结构荷载规范;土木工程;毕业设计

**中图分类号:**G642.477

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2015)02-0112-04

《建筑结构荷载规范》<sup>[1]</sup>是建筑结构设计规范体系中最重要规范之一,直接决定了建筑结构外力输入的可靠性。土木工程专业毕业设计是对大学四年所学基础知识与专业知识的综合运用,是所学与所用的一次全面结合,是走向工作岗位前对专业技术工作的一次演练<sup>[2]</sup>。土木工程专业毕业设计以实际工程为背景,基于生产需求拟定题目,根据设计条件按照专业规范进行建筑结构的设计,其中各种荷载与作用的输入与组合均需根据《建筑结构荷载规范》确定。

随着世界政治经济与社会文化活动的不断变化,全球的自然环境、经济环境及社会环境发生了显著变化。极端气候及灾害性天气频发导致自然灾害对建筑结构造成破坏的风险加大,恐怖袭击造成的爆炸、撞击等对结构的安全造成了潜在威胁,现代建筑中的燃气、电梯等设备的普及也使建筑结构面临的安全隐患增加。以上所有可能对建筑结构安全造成影响的因素均需在设计时通过荷载与荷载组合进行考虑<sup>[3]</sup>。专业教师指导土木工程专业毕业设计,应对《建筑结构荷载规范》开展全面准确的讲解,使学生理解规范各条文的制定背景、原则、过程、依据与适用条件。最新版GB 50009—2012《建筑结构荷载规范》已于2012年10月1日开始施行,高等学校土木工程专业的毕业设计指导工作应同步跟进,采用新的荷载规范指导学生的毕业设计内容。文章对新旧荷载规范的关键修改部分进行了对比,阐述其修订背景,列举由荷载规范修改造成的土木工程专业毕业设计指导工作的调整内容,对教师准确应用新规范开展教学

收稿日期:2014-11-24

基金项目:中国民航机场工程科研基地开放基金(10400307);中国民航大学科研启动基金(10400719)

作者简介:齐麟(1982-),男,中国民航大学机场学院土木工程系高级工程师,博士,主要从事结构工程研究,(E-mail)qilin1208@163.com。

工作具有一定的指导意义。

### 一、2012版《建筑结构荷载规范》的修订背景

2012版《建筑结构荷载规范》的修订是在全球气候变化、全球反恐及经济全球化的大背景下开展的。近十几年来,极端天气现象呈现明显上升趋势,如2008年南方大面积的雨雪冰冻灾害引起了大量的房屋与电力设施的破坏,造成了重大的经济损失。当前全球反恐形势严峻,世界各地不断出现的恐怖袭击对建筑结构安全性造成潜在威胁。现代建筑内的燃气、电梯、机电设备等设施加大了结构面临偶然荷载作用的概率,进一步增加了因偶然作用而引起连续倒塌的风险<sup>[3]</sup>。以上情况为《建筑结构荷载规范》修订的主要原因。

### 二、基于新版荷载规范的毕业设计调整内容

#### (一)可变荷载设计使用年限调整系数

在确定荷载组合效应设计值时2012版《建筑结构荷载规范》参考GB 50153—2008《工程结构可靠性设计统一标准》<sup>[4]</sup>的规定,引入考虑结构设计使用年限的可变荷载调整系数 $\gamma_L$ 。可变荷载考虑结构设计使用年限调整系数是为了解决设计使用年限与设计基准期不同的问题,当设计使用年限与设计基准期不同时应采用调整系数 $\gamma_L$ 对可变荷载的标准值进行调整。设计基准期是为了统一确定荷载与材料的标准值而规定的年限,通常为一个固定值。可变荷载是一个随机变量,其标准值是指在结构设计基准期内可能出现的最大值,由设计基准期最大荷载概率分布的某个分位值来确定。设计使用年限是指设计规定的结构或构件不需要进行大修即可按其预定目标使用的时间,并非一个固定值。设计使用年限的取值与结构的用途与重要性相关,设计时通常从荷载与耐久性两个方面来考虑设计使用年限的影响作用。设计使用年限越长,则作用于结构上的荷载越可能具有较大的数值,所以在设计时应提高荷载的标准值;设计使用年限越短,作用于结构上的荷载具有较大数值的概率越小,此时可适当降低荷载的标准值,以保持结构设计安全性与经济性的统一。

之前的荷载规范并无可变荷载设计使用年限调整系数这一概念,因此指导学生毕业设计时应特别注意学生在计算荷载组合效应代表值时是否考虑了这一系数。材料标准值的基准期通常为50年,因此结构规范中可变荷载标准值的设计基准期统一规定为50年,这样才能与荷载的分项系数、组合值系数

等参数相匹配。结构设计使用年限随结构类别的不同而变化。临时性建筑结构设计使用年限为5年,普通房屋与构造物的设计使用年限为50年,标志性建筑与特别重要建筑的设计使用年限为100年。如果工程项目的设计使用年限为100年,则调整系数 $\gamma_L$ 取1.1;如果毕业设计项目的设计使用年限为50年,则调整系数 $\gamma_L$ 取1.0;如果工程项目的设计使用年限为5年,则调整系数 $\gamma_L$ 可取0.9。指导教师应特别注意规范中表3.2.5中的注释部分:“当设计使用年限不为5年、50年与100年时,调整系数 $\gamma_L$ 可按线性内插确定,荷载标准值可控制的活荷载调整系数 $\gamma_L$ 取1.0。”规范对荷载标准值可控制的活荷载类型进行了解释,即那些不随时间明显变化的荷载,例如:楼面均布活荷载中的书库、储藏室、机房、停车库以及工业楼面均布活荷载等。如果毕业设计工程项目中作用于结构上的荷载包含以上几种,则无论结构设计使用年限取值多少,可变荷载考虑结构设计使用年限调整系数均取1.0。指导教师应提醒学生注意查看规范有关注释与条文说明,全面了解规范适用条件。

#### (二)楼面与屋面活荷载数值调整

随着我国经济实力与生产力的不断发展,2012版荷载规范适当提高了部分楼面与屋面活荷载标准值取值以提高结构的安全性,并增加了部分荷载项目。《建筑结构荷载规范》中教室活荷载标准值由2.0 kN/m<sup>2</sup>提高至2.5 kN/m<sup>2</sup>,浴室、卫生间活荷载标准值由2.0 kN/m<sup>2</sup>提高至2.5 kN/m<sup>2</sup>,教学楼走廊门厅以及高层结构楼梯活荷载标准值均取3.5 kN/m<sup>2</sup>。增加了楼面、地面运动场活荷载以及屋顶运动场活荷载,其标准值分别为4.0 kN/m<sup>2</sup>与3.0 kN/m<sup>2</sup>。规范第5.2.2条中补充规定工业楼面在设备所占区域内可不考虑操作荷载与堆料荷载,补充生产车间参观走廊活荷载可取3.5 kN/m<sup>2</sup>。毕业设计计算楼面与屋面活荷载时应注意规范的调整内容,采用新的活荷载数值进行结构设计。

#### (三)温度作用

温度对结构而言是间接作用,是引起结构变形的原因之一。原荷载规范<sup>[5]</sup>仅涵盖直接作用,即直接作用在结构上的荷载。2012版荷载规范增加了一章内容对温度作用进行说明与规定。引起温度作用的因素很多,2012版荷载规范仅涉及气温变化及太阳辐射等由气候因素产生的温度作用。考虑结构可

靠性指标以及设计表达式的统一,温度作用的荷载分项系数仍取 1.4,与其他可变荷载的分项系数相同。该数值与美国混凝土设计规范 ACI-318<sup>[6]</sup> 的取值相当。2012 版荷载规范规定的温度作用组合值系数、频遇值系数及准永久值系数主要依据设计经验并参考欧洲规范确定。规范第 9.1.3 条规定温度作用的组合值系数、频遇值系数与准永久值系数分别为 0.6、0.5 与 0.4。

2012 版荷载规范将基本气温定义为 50 年一遇的月平均最高气温与月平均最低气温,分别以全国各基本气象台站最近 30 年最高温度月的月平均最高气温与最低温度月的月平均最低气温为样本,按照极值 I 型分布假定统计得到。

毕业设计中如果工程项目为室内外温差较大且没有保温隔热面层的结构,或者为太阳辐射较强的金属结构,则荷载组合中应考虑温度作用。可采用 2012 版荷载规范规定的均匀温度法来考虑温度作用对结构的影响。均匀温度作用对结构的影响最大,其温差取值与分析方法较为成熟。毕业设计说明书中应提供结构的初始温度或合拢温度,确定荷载组合时应考虑升温与降温两种工况下控制应力与控制位移的不同。2012 版荷载规范规定计算温度作用时温度的单位为摄氏度(°C)。

在毕业设计过程中如果计算出的温度作用效应较大,则应采用有效构造措施来减小或消除温度作用效应,如设置活动支座或节点,设置温度缝,采用隔热保温措施等。

#### (四) 雪荷载调整

2012 版荷载规范在编制过程中补充了全国各基本气象台站自 1995 年至 2008 年的极值雪压数据,对基本雪压进行了重新统计,其中新疆与东北部分地区的基本雪压变化较大。新荷载规范规定对雪荷载敏感结构应采用重现期为 100 年的基本雪压进行设计。对大跨轻质屋盖结构,雪荷载常常为控制荷载。如果毕业设计工程项目为此类结构,应采用荷载规范附录 E 中表 E.5 所列 100 年重现期的基本雪压计算雪荷载。

#### (五) 风荷载调整

风荷载部分为 2012 年荷载规范修订的重点内容,修订内容包括基本风压、风速剖面、风压体型系数及风阵响应等方面。与原规范相比,平均风荷载略有下降,脉动风荷载略有增强,风荷载整体取值有

所提高。2012 版荷载规范以全国 672 个基本气象台站自 1995 年至 2008 年的最大风速资料为基础,经统计换算得到重现期分别为 10 年、50 年与 100 年的基本风压。新规范对风压高度变化系数  $\mu_z$  的取值进行了调整,四种地面粗糙度下风压高度变化系数见荷载规范表 8.2.1。规范表 8.3.1 中列出了 39 项各类结构的体型系数,其中第 31 项“高度超过 45 m 的矩形截面高层建筑需考虑深宽比对背风面体型系数的影响”为新增项目。矩形高层建筑的风力系数由 1.3 增加到 1.4。新荷载规范对阵风系数表达式进行了较大修改,采用了国际通用的表达方式,毕业设计计算风荷载时应首先根据设计条件确定是否需要计算阵风系数,如果需要则应根据新公式进行计算。计算时不再区分幕墙门窗与其他围护结构,统一根据下式计算阵风系数:

$$\beta_{gz} = 1 + 2gI_{10} \left( \frac{z}{10} \right)^{-\alpha},$$

式中:  $\beta_{gz}$  为阵风系数;  $g$  为峰值因子,取 2.5;  $I_{10}$  为 10 m 高名义湍流强度,对应 A、B、C、D 四类地面粗糙度,可分别取 0.12、0.14、0.23 与 0.39;  $z$  为计算高度。

由于公式(1)的计算过程较复杂,2012 版荷载规范中表 8.6.1 以列表方式给出各类地面粗糙度下某些高度处的阵风系数取值,毕业设计时可直接从表中查找。

2012 版荷载规范第 8.4.1 条规定,对于高度大于 30 m 且高宽比大于 1.5 的房屋,以及基本自振周期大于 0.25 s 的各种高耸结构应考虑风压脉动对结构产生顺风向风振的影响。符合第 8.4.3 条规定的结构,可采用风振系数法计算其顺风向风荷载。根据本条规定,如果毕业设计题目中结构高度小于 30 m,或高宽比小于 1.5,或结构基本自振周期小于 0.25 s,则可不计算顺风向风振。第 8.4.2 条为新增内容:风敏感结构应考虑风压脉动对结构产生的风振影响,其风振响应宜根据风洞试验所得脉动风压结果确定,不宜采用风振系数法近似确定。如果毕业设计题目为质量轻刚度小的索膜结构,或跨度大于 36 m 的屋盖结构,则应在毕业设计资料中给出风洞试验报告,使学生能根据荷载规范的要求准确计算风荷载。

### 三、结语

介绍了 2012 版《建筑结构荷载规范》的修订背

景,从可变荷载设计使用年限调整系数、楼面与屋面活荷载数值调整、新增温度作用、雪荷载调整与风荷载调整内容等方面将新荷载规范修订章节中涉及土木工程专业毕业设计的主要内容进行了总结。基于新版荷载规范,从条文适用条件、工程结构形式、设计资料准备等方面提出毕业设计中应相应进行的调整工作,确保指导教师与学生能在毕业设计中准确理解与贯彻2012版《建筑结构荷载规范》的修订内容。

#### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 50009—2012 建筑结构荷载规范[S]. 2012.
- [2] 高笑娟,李跃辉. 土木工程毕业设计质量的全过程控制方法探索[J]. 高等建筑教育,2011,20(1):127-130.
- [3] 金新阳. 建筑结构荷载规范理解与应用[J]. 北京:中国建筑工业出版社,2013.
- [4] 中华人民共和国建设部,国家质量监督检验检疫总局. GB 50068—2001 建筑结构可靠度设计统计标准[S]. 2001.
- [5] 中华人民共和国建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 50009—2001 建筑结构荷载规范[S]. 2006.
- [6] American Concrete Institute. Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-05) and Commentary (ACI 318R-05) [S]. 2005.

## Content adjustment for the graduation design of civil engineering based on the load code for the design of building structures version 2012

QI Lin<sup>1</sup>, ZHANG Yang<sup>2</sup>, MENG Qingbo<sup>3</sup>

(1. Airport College Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, P. R. China;

2. Enrollment Management Center, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, P. R. China;

3. Zhonghuan Information College, Tianjin University of Technology, Tianjin 300380, P. R. China)

**Abstract:** The load input and combination of graduation design of civil engineering should be based on the load code for the design of building structures. Adjustment for the graduation design of civil engineering should be made according to the revised content of load code for the design of building structures version 2012. We introduced the revision background of the new code, and summarized the main revised code contents which had connections with the graduation design. Based on the new load code, we proposed the adjustment of the graduation design from the application conditions, structure types, and design data. It will contribute to the correct interpret of the load code for the design of building structures version 2012 by teachers and student of civil engineering.

**Keywords:** load code for the design of building structures; civil engineering; graduation design

(编辑 周沫)