

GB 50010-2002

混凝土结构设计规范 实施手册

《混凝土结构设计规范》国家标准管理组
李明顺 徐有邻 主编

知识产权出版社



GB 50010—2002

混凝土结构设计规范实施手册

《混凝土结构设计规范》国家标准管理组

李明顺 徐有邻 主编

知识产权出版社

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构设计规范实施手册/李明顺 徐有邻主编.
北京:知识产权出版社,2005
ISBN 7-80198-293-2

I. 混... II. 李... III. 混凝土结构-结构设计-建筑规范-手册 IV. TU370.4-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 083842 号

本书的所有版权受到保护,未经出版者书面许可,任何人不得以任何方式和方法复制抄袭本书的任何部分,违者皆须承担全部民事责任及刑事责任。

混凝土结构设计规范实施手册

李明顺 徐有邻 主编

责任编辑:刘爽 责任校对:董志英

装帧设计:段维东 责任出版:杨宝林

知识产权出版社出版发行

地址:北京市海淀区马甸南村 1 号

通信地址:北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 邮编:100088

网址:<http://www.cnipr.com> 电子信箱:BJB@cnipr.com

(010)82000893 (010)82000860 转 8101

北京市兴怀印刷厂印刷

新华书店经销

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

开本:850mm×1168mm 1/16 印张:13 字数:383 千字

ISBN 7-80198-293-2/T·175

定 价:29.50 元

如有印装质量问题,本社负责调换。

《混凝土结构设计规范》GB 50010—2002 主要起草人

李明顺 徐有邻
白生翔 白绍良 孙慧中 沙志国 吴学敏 陈 健
胡德炘 程懋堃 王振东 王振华 过镇海 庄崖屏
朱 龙 邹银生 宋玉普 沈聚敏 邸小坛 吴佩刚
周 氏 姜维山 陶学康 康谷贻 蓝宗建 干 城
夏琪俐

原宣贯培训教材主要执笔人

前言	李明顺*
第1章~第4章	胡德炘*
第5章	过镇海
第6章	陶学康*
第7章~第8章	王振东 白生翔* 白绍良 庄崖屏
(按姓氏笔画排列)	沙志国 宋玉普 康谷贻 蓝宗建
第9章	徐有邻* 白绍良 吴学敏
第10章	白绍良 徐有邻*
第11章	孙慧中*
附录C	过镇海

*李明顺、徐有邻、白生翔、胡德炘、孙慧中、陶学康参加本手册的校改工作。

序

《混凝土结构设计规范》GB 50010—2002 于 2002 年 4 月公布实施。为配合新规范的学习和理解，规范修订组部分成员编写了《混凝土结构设计规范宣贯培训教材》作为宣贯教材。该书的特点是依照规范的章、节、条次序，系统地介绍了规范条文内容的技术背景和应用，比较通俗和实用。由于编写时间匆忙，该教材当时未正式出版，仅少量印刷，在宣贯学习班上作为教材使用。

为了使更多的工程人员能了解到培训教材的内容，规范管理组组织部分修订组人员对培训教材的内容重新进行了复核修改，并根据规范两年执行的情况做了局部补充，并以《混凝土结构设计规范实施手册》为名出版。相信本书的出版能够有助于工程技术人员系统地理解规范内容，并有利于解决工程设计中的各种问题。

本书的目的是作为一般设计人员系统理解、应用规范的学习材料，对许多具体的技术问题未作深入分析解释，也未列出参考书目。如需进一步了解修订的科研背景，可参阅《混凝土结构设计》（中国建筑工业出版社，2003 年 10 月）。同样，为了叙述的系统性，除少量举例外，并未对设计问题展开介绍。如需对结构设计问题作更全面的了解，可参阅《混凝土结构设计规范算例》（中国建筑工业出版社，2003 年 10 月）。上述几本书也是规范修订组组织编写的，侧重不同，可作本书的参考。

本书仅作为规范应用的指南，并不代替规范的地位，设计实践中应以规范的条文及条文说明为准。

规范宣贯培训教材及本书的编写是规范编制组成员及其他为规范编制作出贡献的广大专家共同劳动的结果，在此对有关人员表示由衷的感谢。

《混凝土结构设计规范》国家标准管理组

2005 年 7 月

前 言

根据建设部建标 [1997] 108 号文要求,由中国建筑科学研究院会同清华大学、天津大学、重庆建筑大学、湖南大学、东南大学、河海大学、大连理工大学、哈尔滨建筑大学、西安建筑科技大学、中国建筑设计研究院、北京市建筑设计研究院、首都工程有限公司、中国轻工业北京设计院、铁道部专业设计院、交通部水运规划设计院、西北水电勘察设计院、冶金材料行业协会预应力委员会等 17 个单位共 27 位专家组成规范修订组,对原《混凝土结构设计规范》(GBJ 10-89)进行了全面修订。

修订组全面总结了原规范发布实施以来的实践经验;借鉴了国外先进标准的经验;采用了规范管理组在此期间组织的第 5 批规范重点科研课题的成果;考虑了建设部建筑设计可靠度会议对结构可靠度进行适当调整、提高一点的要求;多次征求全国有关设计、科研、高校专家的意见;进行了新规范的试设计;并通过了建设部标准定额司组织的会议审查。

新版《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)较原规范增加、更新了一系列重要内容,提高了规范的科学性与先进性。其中新增的主要内容有:

1. 新增加了混凝土结构有关设计使用年限要求;
2. 增加了混凝土结构耐久性设计要求与规定;
3. 调整了结构设计可靠度,增加了强度等级 C60~C80 的混凝土以及高强低松弛钢丝、钢绞线的有关规定;
4. 增加了混凝土结构结构分析的内容,与截面抗力设计相互配合,形成了完整的设计规范;
5. 增加了混凝土多轴强度与本构关系规定,适应现代建筑结构复杂化的要求;
6. 增加了跨高比大于 2 且小于 5 的深受弯构件设计规定,适应现代建筑大型化的需要;
7. 增加了长短边比大于 2.0 时平板冲切承载力计算规定,以及板柱节点计算用等效集中反力设计值的计算规定,适应建筑大空间使用板柱结构体系要求;
8. 增加了双向剪切承载力设计方法,适应结构计算机空间分析的需要。

此外,为适应现代混凝土结构的新发展,对一系列重大技术问题在原规范基础上改进和补充了实质性内容。其中,较重大的改进问题主要有:

1. 明确地提倡采用高强度钢筋。在钢筋混凝土结构中优先选用 HRB400 (Ⅲ) 级带肋钢筋;在预应力混凝土结构中优先选用高强钢绞线、钢丝。将上述钢筋作为主力钢种予以推广。冷加工钢筋不再列入规范。推广高强钢筋不仅为考虑节约材料,而且是适当提高结构设计可靠度的有效措施。

2. 改进了一般梁及深受弯构件抗剪及抗扭设计方法。抗剪承载力设计中由以抗压强度 f_c 为计算参数改用以抗拉强度 f_t 为基本设计参数,同时增加了构件截面高度影响系数及混凝土强度影响系数,更加科学地反映了客观影响规律,适应现代建筑采用大尺寸构件及高强混凝土的要求。

3. 更新了板类混凝土构件抗冲切承载力设计方法,引入了考虑集中力(柱)长短边比值影响以及冲切破坏锥体最不利周长对冲切承载力影响。这些因素主要考虑冲切破坏面上剪应力分布不均匀性的影响。这种情况在以往低矮建筑中一般难以遇见,但在现代建筑,特别是高层建筑中则时有发生。

4. 更新了混凝土受压构件考虑因层间位移和纵向挠曲引起的二阶效应设计方法。原规范按国内两端铰接等偏心受压柱试验结果和当时欧洲国际混凝土委员会 (CEB) 有关文献资料,采用两端铰接等偏心的模型柱为出发点给出考虑柱纵向挠曲影响的曲率设计方法。这种假定和设计方法在不少情况下与实际情况出入较大。

5. 补充了框架节点承载力设计方法。原规范仅有中间层节点。新规范依据国内节点试验结果,补充了中间层节点、顶层中节点、端节点的计算与构造。

6. 更新了混凝土结构疲劳设计方法，用应力幅度取代了过去的疲劳应力比值，取消了斜截面设计陈旧落后的线性叠加设计方法。

7. 全面改进了预应力钢筋的混凝土收缩、徐变预应力损失计算公式，并且增加了必要时考虑与时间相关的混凝土收缩、徐变预应力损失值计算方法。

8. 改进了预应力混凝土结构制作阶段设计方法，提高了制作阶段的可靠度。

9. 新增了处于抗震设防区的预应力混凝土结构抗震设计要求。

10. 改进了钢筋锚固长度设计方法，并考虑锚固条件的影响。

11. 新增了为防止或减少混凝土板、墙因混凝土温度变化、收缩引起裂缝在设计方面应采取的系列措施，包括合理设置温度收缩配筋，以及合理设置伸缩缝、控制缝等。

12. 结合工程实际，新增在钢筋同一连接区段内绑扎接头面积百分率要求，给出了采用不同接头百分率时搭接长度修正系数。钢筋连接增补了机械连接这一形式。

13. 加强与改善了混凝土结构构件抗震设计。增加了放宽轴压比的条件；加强了柱端、梁端、剪力墙加强区配筋构造要求；改进剪力墙、筒体结构设计方法；改进了在低周反复荷载作用下构件斜截面承载力折减方法；补充了框架各层节点抗震设计与构造；补充了剪力墙配筋设计；进一步实施强柱弱梁、强剪弱弯设计的原则。

新规范是编制修订组在全国有关专家支持下集体努力的成果，是花了4年多时间反复推敲、反复修改、反复校核、综合择优的结果，是扎实和科学的，并且具有很强的可操作性。为便于设计及其他有关工程技术人员尽快熟悉、掌握新规范，由部分新规范的主要起草人根据修订中的资料和规范条文说明撰写了本手册。由于时间仓促，本手册中的素材和观点未能逐一经原直接起草人校核，错误在所难免，读者应以规范条文及条文说明为准。

真诚欢迎从事混凝土结构设计的专业技术人员随时将发现的问题函告我们，不吝赐教。

《混凝土结构设计规范》编制修订组

李明顺

目 录

第 1 章 总则	1	的收缩和徐变	45
第 2 章 术语、符号	3	第 7 章 承载能力极限状态计算	45
2.1 术语	3	7.1 正截面承载力计算的一般规定	45
2.2 符号	3	基本假定及简化处理/正截面承载力的一般计算方法	51
符号的构成规则/符号的修改	5	7.2 正截面受弯承载力计算	51
第 3 章 基本设计规定	5	7.3 正截面受压承载力计算	52
3.0 概述	5	钢筋混凝土轴心受压构件正截面承载力计算/偏心受压构件正截面承载力计算	59
我国与国外安全度比较/有关规范修订情况/提高我国建筑结构安全度的途径	10	7.4 正截面受拉承载力计算	59
3.1 一般规定	10	7.5 斜截面承载力计算	59
极限状态的分类/设计使用年限/整体稳定性/疲劳	11	概述/无腹筋受弯构件斜截面承载力计算/有腹筋受弯构件斜截面承载力计算/斜截面承载力计算公式的适用范围/偏心受力构件斜截面承载力计算/圆形截面构件斜截面受剪承载力计算/钢筋混凝土矩形截面框架柱双向受剪承载力计算	68
3.2 承载能力极限状态计算规定	11	7.6 扭曲截面承载力计算	75
安全等级的划分/承载能力极限状态的设计表达式	13	7.7 受冲切承载力计算	75
3.3 正常使用极限状态验算规定	13	不配置抗冲切钢筋的混凝土板/配置抗冲切钢筋的混凝土板/矩形截面柱的阶形基础/等效集中荷载反力值 $F_{l,eq}$ 的确定/边柱、角柱部位有悬臂板时的临界截面周长	81
正常使用极限状态的设计表达式/裂缝控制等级的划分/不同环境下的裂缝控制要求	14	7.8 混凝土局部受压承载力计算	81
3.4 耐久性规定	14	局部受压承载力计算公式的调整/适当提高局部受压承载力的可靠度/局部受压承载力计算有关条文应用中需注意的问题	83
环境类别/设计使用年限	17	7.9 疲劳验算	83
第 4 章 材料	17	钢筋混凝土构件疲劳验算/预应力混凝土受弯构件疲劳验算	91
4.1 混凝土	17	第 8 章 正常使用极限状态验算	91
混凝土强度等级/混凝土的强度取值	19	8.1 裂缝控制验算	91
4.2 钢筋	19	概述/裂缝控制验算要求/钢筋混凝土构件的最大裂缝宽度计算/预应力混凝土构件的最大裂缝宽度计算/关于裂缝宽度计算的几点说明/斜截面抗裂验算	101
钢筋种类的选用/钢筋强度等级表示方法与符号说明/普通钢筋的强度取值/预应力钢筋的强度取值/钢筋疲劳强度取值原则	23	8.2 受弯构件挠度验算	109
第 5 章 结构分析	23	挠度验算要求/钢筋混凝土受弯构件的刚度和挠度/预应力混凝土受弯构件的刚度和挠度	109
5.1 基本原则	23	第 9 章 构造规定	109
结构分析的重要性/结构分析的基本要求/结构分析方法的分类和应用	26	9.1 伸缩缝	109
5.2 线弹性分析方法	26		
杆系结构的线弹性分析/双向板的线弹性分析/二维和三维结构的线弹性分析	29		
5.3 其他分析方法	29		
连续梁(板)的弯矩调幅法/双向板的非弹性分析/杆系结构的非线性分析/二维和三维结构的非线性分析/其他分析方法	39		
第 6 章 预应力混凝土结构构件计算要求	39		
6.1 一般规定	39		
概述/预应力混凝土结构计算一般规定新进展	41		
6.2 预应力损失值计算	41		
锚固损失/摩擦系数/预应力钢筋的应力松弛/混凝土			

伸缩缝的基本概念/原规范的规定/混凝土技术发展的影响/本规范有关伸缩缝间距的规定/增大伸缩缝间距的各种措施/确定伸缩缝间距时应注意的问题/结构缝的概念	
9.2 混凝土保护层	114
保护层的作用及厚度确定原则/保护层厚度的数值/保护层厚度的调整	
9.3 钢筋的锚固	117
锚固设计的基本概念/受拉钢筋的基本锚固长度/锚固长度的修正/机械锚固及构造措施/受压钢筋的锚固长度	
9.4 钢筋的连接	120
钢筋连接的基本要求/钢筋的搭接连接/钢筋的机械连接/钢筋的焊接	
9.5 纵向受力钢筋的最小配筋率	126
最小配筋率的概念/受拉钢筋的最小配筋率/受压钢筋的最小配筋率/预应力构件的最小配筋率/混凝土厚板的最小配筋率	
9.6 预应力混凝土构件的构造规定	128
预应力构件的构造原则/先张法预应力构件的构造措施/后张法预应力构件的构造措施/加强端部的配筋措施/其他构造措施	
第 10 章 结构构件的基本规定	135
10.1 板	135
概述/板的类型/板的构造要求/板约束边缘的裂缝控制/板的温度收缩钢筋	
10.2 梁	137
梁纵向受力钢筋的规定/弯筋及箍筋的规定/梁的其他构造规定	
10.3 柱	141
概述/纵向受力钢筋/配箍要求/工型柱的构造要求	
10.4 梁柱节点	144
概述/中间层端节点/中间层中间节点/顶层中间节点/顶层端节点	
10.5 墙	146
概述/基本规定/剪力墙计算/剪力墙的构造要求	
10.6 叠合式受弯构件	149
基本概念/施工阶段无支撑的叠合式受弯构件/施工阶段有可靠支撑的叠合式受弯构件/叠合式构件的应用前景	
10.7 深受弯构件	151
概述/关于深受弯构件设计特点的说明	
10.8 牛腿	154
牛腿的受力特征/牛腿的截面尺寸/纵向受力钢筋/柱顶牛腿/水平箍筋及弯筋	
10.9 预埋件及吊环	155
预埋件的受力特征/预埋件的构造要求/锚板的构造要求/吊环的受力特征及设计	
10.10 预制构件的连接	157
预制构件概述/预制构件的设计原则/预制构件的连接/装配式楼盖的连接	
第 11 章 混凝土结构构件抗震设计	163
11.1 一般规定	163
抗震设计原则/房屋适用的最大高度/抗震等级的选定/剪力墙底部加强部位/抗震构造措施要求	
11.2 材料	166
混凝土强度等级的上、下限/钢筋	
11.3 框架梁	167
框架梁考虑地震作用组合的正截面受弯承载力计算/框架梁端斜截面受剪承载力计算/受剪截面限制条件/框架梁截面尺寸要求/框架梁的配筋构造要求	
11.4 框架柱及框支柱	171
框架柱和框支柱考虑地震作用组合的正截面承载力计算/框架柱及框支柱受剪承载力计算/框架柱的截面尺寸/框架柱和框支柱的配筋构造要求/框架柱和框支柱轴压比限值	
11.5 铰接排架柱	176
11.6 框架梁柱节点	177
框架梁柱节点受剪承载力计算	
11.7 剪力墙	180
剪力墙考虑地震作用组合的正截面承载力计算/剪力墙受剪承载力计算/剪力墙洞口连梁的承载力计算及构造/剪力墙的配筋构造要求/剪力墙的轴压比限值的规定/剪力墙两端及洞口两侧边缘构件的设置	
11.8 预应力混凝土结构构件	185
附录 C 混凝土的多轴强度和本构关系	187
C.1 总则	187
单轴力学性能指标的局限性/本构关系的概念	
C.2 单轴应力—应变关系	188
单轴受压/单轴受拉	
C.3 多轴强度	191
二轴强度/三轴强度	
C.4 破坏准则和本构模型	194
破坏包络面及其数学表达/破坏准则/多轴本构关系	
《混凝土结构设计规范》GB 50010—2002	
勘误表	199

第 1 章

总 则

《混凝土结构设计规范》GB 50010—2002 的适用范围与《混凝土结构设计规范》GBJ 10—89 相同。

我国各类工程混凝土结构的共性技术问题设计方法的统一，因此规范修订组的组成除房屋建筑混凝土结构的代表外，还有铁路、公路、港口、水利水电工程方面的代表，以求相互沟通，但这种统一是个过程，本次修订仅是向这一目标迈出了第一步。

本规范 1.0.3 条规定，混凝土结构设计尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。这里主要指：荷载应按《建筑结构荷载规范》GB 50009—2001 的规定执行；结构抗震设计尚应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011—2001 的规定。

第2章

术语、符号

2.1 术语

术语是本规范增加的,一般根据《工程结构设计基本术语和通用符号》GBJ 132、《建筑结构设计术语和符号标准》GB/T 50083的规定。可靠度方面术语和荷载方面术语分别根据《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068和《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定。

本规范 2.1.23 条标准组合相当于原规范的荷载短期效应组合,2.1.24 条准永久组合相当于原规范的长期效应组合。新荷载规范对于正常使用极限状态采用标准组合、频遇组合和准永久组合,其中频遇组合本规范因目前条件不具备而未予采用。为了与新荷载规范协调一致,本规范对短期效应组合和长期效应组合在名称上做了修改。

2.2 符号

2.2.1 符号的构成规则

符号由主体符号或主体符号带上、下标构成。上、下标用来进一步阐明主体符号的含义。

2.2.1.1 主体符号

采用下列三种字母:

- (1) 斜体大写拉丁字母 M 、 N 、 T 表达物理量;
- (2) 斜体小写拉丁字母 a 、 h 、 x 表达物理量;
- (3) 斜体小写希腊字母 ρ 、 ξ 、 β 表达无量纲量。

2.2.1.2 上标

采用标记或正体小写拉丁字母,只限 1 个,如: e' 、 M^f 。

2.2.1.3 下标

一般采用正体字母,取有关词的前1、2、3个字母或数字。

- (1) 有关词的前1个字母—— b_f (flange)
- (2) 有关词的前2个字母—— M_{cr} (crack)
- (3) 有关词的前3个字母—— A_{cor} (core)
- (4) 数字—— h_0
- (5) 字母与数字组合—— σ_{l4} (loss, 数字)
- (6) 2个字母组合—— f_{py} (prestress, yield)
- (7) 3个字母组合—— M_{bua} (beam, ultimate, actual)

2.2.2 符号的修改

符号主要根据原规范,有下列几种修改情况:

(1) 因术语修改而做相应修改

原规范 N_s 、 N_l ——按荷载的短期效应组合、长期效应组合计算的轴向力值,本规范将短期效应组合、长期效应组合改称为标准组合 (characteristic combination)、准永久组合 (quasi-permanent combination),因而原规范符号 N_s 、 N_l 相应改为本规范符号 N_k 、 N_q 。

(2) 使含义更为确切

原规范 σ_{sc} 、 σ_{lc} ——荷载的短期效应组合、长期效应组合下抗裂验算边缘的混凝土法向应力,本规范改为 σ_{ck} 、 σ_{cq} ——荷载效应的标准组合、准永久组合下抗裂验算边缘的混凝土法向应力,因为这两个符号首先要表明的是混凝土 (不是钢筋) 的法向应力。

(3) 取消

原规范 f_{cmk} 、 f_{cm} ——混凝土弯曲抗压强度标准值、设计值,本规范将混凝土弯曲抗压强度和轴心抗压强度这两种抗压强度合并为一种抗压强度,保留轴心抗压强度,因而原规范 f_{cmk} 、 f_{cm} 这两个符号取消。

(4) 增加

本规范增加了高强混凝土方面内容,高强混凝土与普通强度混凝土的应力—应变关系曲线有所不同,为反映这种差别对受压区混凝土矩形应力图形的影响,本规范增加 α_1 ——受压区混凝土矩形应力图的应力值与混凝土轴心抗压强度设计值的比值。

第 3 章

基本设计规定

3.0 概 述

本规范没有 3.0 节，为了比较综合概括的介绍混凝土结构可靠度，因而在本手册中增加了这一节，介绍国际与国内安全度比较、本规范对原规范的修改以及我国相关规范的修订情况。

3.0.1 我国与国外安全度比较

从荷载标准值、荷载分项系数、材料强度标准值、材料分项系数及承载力公式中的计算系数等方面进行对比（表 3.0-1~表 3.0-4）。

表 3.0-1 荷载标准值 (kN/m²)

国 别	住 房	办 公 室
中 国	2.0(1.5)	2.0(1.5~2.0)
美 国	1.92	2.4
英 国	1.5~2.0	2.5
欧 洲	2.0	3.0

表 3.0-1 中括号内数值为我国原《建筑结构荷载规范》规定的楼面活荷载标准值，比国外低。新荷载规范将楼面活荷载标准值从 1.5kN/m² 提高到 2.0kN/m²，与国外接近。

表 3.0-2 中，中国、英国、欧洲规范的荷载分项系数对混凝土结构和钢结构是相同的，美国则不同（美国混凝土学会已将 2002 年版 ACI 318 规范中的荷载分项系数取与表中美国钢结构相同）。我国荷载分项系数比国外低。

我国混凝土试块强度标准值的取值标准与国际上是一致的。表中换算系数是以立方体试块为准，是对常用强度等级的混凝土而言的，例如圆柱体 C20 相当于立方体 C25，对高强混凝土的换算系数国际上尚无定论。

表 3.0-2

荷载分项系数

国 别	恒 荷 载	活 荷 载
中 国	1.2	1.4
美国混凝土结构	1.4	1.7
美国钢结构	1.2	1.6
英 国	1.4	1.6
欧 洲	1.35	1.5

表 3.0-3

混凝土试块尺寸及强度标准值的保证率

国 别	形 状	尺 寸(mm)	保 证 率	换算系数
中 国	立 方 体	150×150×150	95%	1.0
美 国	圆 柱 体	φ150×300	—	0.8
英 国	立 方 体	150×150×150	95%	1.0
欧 洲	圆 柱 体	φ150×300	95%	0.8

表 3.0-4

材料分项系数及承载力公式中的系数

国 别	钢 筋	混 凝 土
中 国	$\gamma_s = 1.1 \sim 1.2$	$\gamma_c = 1.4$ $0.9 \times 0.67 f_{\text{cuk}} / 1.4 = 0.43 f_{\text{cuk}}$ $(\gamma_c = 1.35)$ $(0.67 f_{\text{cuk}} / 1.35 = 0.5 f_{\text{cuk}})$
美 国	$\gamma_s = 1/0.9 = 1.1$ (拉) $1/0.7 = 1.43$ (压)	$\gamma_c = 1/0.7 = 1.43$ $0.8 \times 0.7 \times 0.85 \times 0.8 f_{\text{cuk}} = 0.38 f_{\text{cuk}}$
英 国	$\gamma_s = 1.05$ (拉) $1/0.7 \sim 1/0.8 = 1.43 \sim 1.25$ (压)	$\gamma_c = 1.5$ $0.35 \sim 0.4 f_{\text{cuk}}$
欧 洲	$\gamma_s = 1.15$	$\gamma_c = 1.5$ 有附加偏心

表 3.0-4 中括号内数值为我国原混凝土规范规定的轴心受压构件的混凝土的材料分项系数及其强度设计值, 混凝土强度设计值已达到混凝土立方体试块强度标准值 f_{cuk} 的 50%, 明显比国外高。新混凝土规范调低至相当于 $0.43 f_{\text{cuk}}$ (新混凝土规范将原混凝土规范中轴心受压构件承载力设计值乘以系数 0.9, 见新混凝土规范公式 7.3.1, 并将混凝土材料分项系数 γ_c 从 1.35 调高至 1.4)。

从以上几方面对比可见, 原荷载规范和原混凝土规范规定的安全度与国外相比总体偏低, 偏低程度各有不同, 简述如下:

(1) 钢筋混凝土结构与钢结构比较, 钢结构安全度与国外比偏低较少, 钢筋混凝土结构偏低较多。

(2) 混凝土结构中的预应力混凝土结构与钢筋混凝土结构比较, 预应力混凝土结构安全度与国外比较接近, 钢筋混凝土结构偏低较多。这是因为我国预应力钢丝和钢绞线的材料分项系数为 1.47, 比国外高, 普通钢筋的材料分项系数为 1.1, 与国外大致持平。

(3) 钢筋混凝土结构中的受拉构件与受压构件比较, 受拉构件的安全度与国外比偏低较少, 受压构件偏低较多。

综合上述分析比较和我国工程实践, 设计规范在安全度方面主要需做如下调整:

(1) 提高荷载标准值的取值标准;

(2) 提高荷载分项系数取值;

(3) 降低混凝土抗压强度设计值 (是指在混凝土强度等级相同的前提下);

(4) 在实施上述 (1)、(2) 两点的前提下, 降低预应力钢筋的材料分项系数, 提高抗拉强度设

计值。

这一轮《建筑结构可靠度设计统一标准》、《建筑结构荷载规范》、《混凝土结构设计规范》修订工作已经完成,从这 3 本新的标准、规范来看,上述 4 点调整设想的最后落实结果概述如下:

(1) 新荷载规范对提高荷载标准值的取值标准向前迈出一大步;

(2) 新统一标准未能将荷载分项系数取值提高(主要原因是这次已提高荷载标准值,若同时再提高荷载分项系数,一次提高过多,新、原荷载规范变化过大),但增加了永久荷载效应控制的组合,从而使永久荷载效应为主的结构构件的安全度有所提高;

(3) 新混凝土规范对降低混凝土抗压强度设计值取得了实质性进展;

(4) 因荷载标准值提高但荷载分项系数未提高,所以预应力钢筋抗拉强度设计值仅作小幅提高。

3.0.2 有关规范修订情况

3.0.2.1 建筑结构可靠度设计统一标准

《建筑结构设计统一标准》GBJ 68—84 的内容主要是可靠度,因此这次修订名称改为《建筑结构可靠度设计统一标准》。统一标准对建筑结构可靠度和极限状态设计原则作出了统一规定,制定建筑结构荷载规范以及各类材料的建筑结构设计规范均应遵守统一标准的规定。

(1) 设计使用年限

我国对建筑结构设计使用年限一直缺乏明确规定,新统一标准首次正式提出了设计使用年限的概念,这是促进我国建筑结构耐久性设计进步很重要的一步。

设计使用年限的定义为:设计规定的结构或结构构件不需进行大修即可按其预定目的使用的时期。

建筑结构的设计使用年限分为 4 个类别(表 3.0-5)。

表 3.0-5 设计使用年限分类

类 别	设计使用年限(年)	示 例
1	5	临时性建筑
2	25	易于替换的结构构件
3	50	普通房屋和构筑物
4	100	纪念性建筑和特别重要的建筑结构

设计使用年限就是房屋建筑在正常设计、正常施工、正常使用和维护下所应达到的使用年限,如达不到这一年限,则意味着在设计、施工、使用和维护的某一环节上出现了非正常情况,应查找原因。所谓“正常维护”包括必要的检测、防护及维修。

在第 279 号中华人民共和国国务院令《建设工程质量管理条例》(朱镕基总理于 2000 年 1 月 30 日签发)第四十条和第四十二条中,分别规定了房屋建筑主体结构工程的最低保修期限为设计文件规定的该工程的合理使用年限,以及建设工程在超过合理使用年限后需要继续使用的,产权所有人应当委托具有相应资质等级的勘察、设计单位鉴定,并根据鉴定结果采取加固、维修等措施,重新界定使用期。从这里可以看出,合理使用年限的界定,是一件很重要的工作,但在第 279 号国务院令中,并没有具体规定建筑结构的合理使用年限是多少。

《结构可靠性总原则》ISO 2394 中提出了设计工作寿命(Design working life),表 3.0-5 就是根据 ISO 2394 列出的,考虑到 ISO 2394 中的设计工作寿命与第 279 号国务院令中的合理使用年限的含义是相当的,为避免国内工程界误解,因此在新统一标准中用了设计使用年限这一术语,但其英文译名仍用 Design working life,以免在国际学术交流中引起误解。

(2) 安全等级与可靠指标

建筑结构设计时,应根据结构破坏可能产生的后果(危及人的生命、造成经济损失、产生社会影

响等)的严重性,采用不同的安全等级,安全等级的划分以及每一安全等级所应达到的承载能力极限状态的最低可靠指标 β ,应符合表 3.0-6 的规定。

表 3.0-6 建筑结构的的安全等级与结构构件的可靠指标

安全等级	破坏后果	建筑物类型	结构构件的可靠指标 β	
			延性破坏	脆性破坏
一级	很严重	重要的房屋	3.7	4.2
二级	严重	一般的房屋	3.2	3.7
三级	不严重	次要的房屋	2.7	3.2

注:延性破坏是指结构构件在破坏前有明显的变形或其他预兆;脆性破坏是指结构构件在破坏前无明显变形或其他预兆。

表 3.0-6 对原统一标准主要做两点修改:

① 原统一标准的可靠指标是对设计基准期而言的(设计基准期不分建筑结构类别,统一取为 50 年),新统一标准的可靠指标是对设计使用年限而言的,因为结构的可靠度与结构的使用年限长短有关;

② 可靠指标从表面上看没有改动,但实际上提高了。因为原统一标准规定,当有充分依据时,可对表中规定值作 0.25 幅度调整,其含义是可比表中规定值降低 0.25,例如安全等级为 2 级的结构构件,延性破坏的可靠指标可以低至 2.95 ($3.2 - 0.25$),新统一标准取消这个规定,意即不可以低至 2.95, β 最低应为 3.2,这实质上是对我国建筑结构的可靠度要求提高了。

统一标准并不要求设计人员按规定的可靠指标 β 进行设计,而是将对可靠指标的要求转化为设计人员熟悉的设计表达式及各种分项系数。

3.0.2.2 建筑结构荷载规范

我国建筑结构安全度与国外相比偏低,从总体来看,荷载标准值的取值标准偏低及荷载分项系数偏低是导致安全度总体偏低的两大原因,新荷载规范对此作出针对性的修订。

(1) 提高楼面活荷载标准值

《建筑结构荷载规范》GBJ 9—87 规定:住宅、宿舍、旅馆、办公楼、医院病房、托儿所、幼儿园的楼面活荷载标准值为 1.5kN/m^2 。新荷载规范一律提高为 2.0kN/m^2 ,并且在规范条文说明中指出,作为办公楼的楼面活荷载还应考虑会议室、档案室和资料室等的不同要求,一般应在 $2.0 \sim 2.5\text{kN/m}^2$ 范围内采用。

对原来不明确的装修荷载,新荷载规范明确需另行计算。

(2) 提高基本风压、基本雪压的取值标准

原荷载规范以“三十年一遇”作为基本风压、基本雪压的取值标准,新荷载规范提高为“五十年一遇”,在取值标准上与国外大部分国家一致。因而基本风压、基本雪压从全国总体来讲提高约 10%,但并不是各地的基本风压、基本雪压全部在原荷载规范基础上提高 10%,而是根据新的全国范围内的统计数据,经全面统计分析后重新确定的。例如基本风压,原荷载规范北京为 0.35kN/m^2 ,上海为 0.55kN/m^2 ,新荷载规范北京为 0.45kN/m^2 ,上海为 0.55kN/m^2 ;基本雪压,原荷载规范北京为 0.30kN/m^2 ,上海为 0.20kN/m^2 ,新荷载规范北京为 0.40kN/m^2 ,上海为 0.20kN/m^2 。

需要指出的是,考虑到我国城市房屋的高度和密度日益增加,大城市中心地区的地面粗糙程度也有提高,原荷载规范在计算风荷载时地面粗糙度分为 A、B、C 三类,已不适应当前的实际情况,也考虑到大多数发达国家,例如美、英等国家的荷载规范,将地面粗糙度划分为四类,因而新荷载规范增设 D 类。D 类指有密集建筑群且房屋较高的城市市区。在 D 类范围内的建筑物,其风压高度变化系数 μ_z 较原荷载规范 C 类的 μ_z 有明显的降低,例如在离地面高度为 10m、100m 处,原荷载规范 C 类的 μ_z 分别为 0.71、1.79,新荷载规范 D 类的 μ_z 分别降为 0.62、1.27。对原荷载规范 C 类范围内的建筑物,因荷载规范修订,作用在建筑物上的风荷载标准值,是增加还是减少,不能一概而论。