

混凝土结构 新的设计方法

黄成若

宇航出版社

混凝土结构新的设计方法

黄 成 若

江苏工业学院图书馆
藏书章

字 號 出 版 社

内 容 简 介

本书系统介绍新修订的《混凝土结构设计规范》(GBJ10-89)的设计方法及其依据。全书内容：以概率理论为基础的极限状态设计方法；裂缝控制等级的划分原则；以平截面假定为基础的正截面承载力（拉、压、弯构件）计算体系；斜截面和扭曲截面承载力计算体系；结构构件的设计规定及构造要求；结构构件的抗震设计等。

混凝土结构新的设计方法

黄成若

责任编辑：林茂燕

宇航出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京三环印刷厂印刷

开本：787×1092毫米1/16 印张：13.75 字数：335千字

1990年1月第一版第一次印刷 印数：8000

ISBN 7-80034-295-6/TU·002 定价：7.00元

前 言

《混凝土结构新的设计方法》一书的作者黄成若同志是新修订的《混凝土结构设计规范》(GBJ 10-89)修订组成员,曾担任修订组资料汇总与搜集工作,还参加过《钢筋混凝土结构设计规范》(TJ 10-74)管理组工作,因此该同志对新规范修订的来龙去脉比较熟悉。为推广新规范的应用,作者曾跟随新规范征求意见一、二稿、送审一、二稿以及报批稿不断对本书进行了修改,并根据作者的学习体会写成这本书,应当说这本书能反映新规范的修订情况以及应用要点。但应当指出,如与新规范内容有不符之处,应以新规范及其说明为准。

李明顺 89.11.25

目 录

第一章《混凝土结构设计规范》修订概况	1
第一节 修订过程	1
第二节 主要修订内容	2
第三节 试设计结果	7
第二章 基本设计规定	9
第一节 符号规则	9
第二节 各国安全度的比较	11
第三节 结构可靠度理论	13
第四节 概率极限状态设计法的概念	19
第五节 承载能力极限状态的计算规定	20
第六节 正常使用极限状态的验算规定	22
第七节 预应力混凝土结构构件的计算规定	26
第三章 材料	33
第一节 钢筋	33
第二节 混凝土	37
第四章 承载能力极限状态计算	45
第一节 正截面承载力计算	45
第二节 斜截面承载力计算	74
第三节 扭曲截面承载力计算	83
第四节 受冲切承载力计算	92
第五节 局部受压承载力计算	95
第六节 疲劳强度验算	98
第五章 正常使用极限状态验算	103
第一节 抗裂验算	103
第二节 裂缝宽度验算	108
第三节 刚度验算	114
第六章 构造规定	118
第一节 伸缩缝、混凝土保护层及最小配筋率	118
第二节 钢筋的锚固设计	121
第七章 结构构件的规定	131
第一节 框架柱的计算长度	131
第二节 钢筋混凝土叠合构件的设计方法	134
第三节 钢筋混凝土深梁的设计方法	144
第四节 钢筋混凝土牛腿的设计方法	151
第五节 预埋件的设计方法	154

第八章 钢筋混凝土结构构件的抗震设计	159
第一节 抗震设计的基本概念	159
第二节 抗震设计的一般规定	160
第三节 框架梁	162
第四节 框架柱	166
第五节 框架节点	170
第六节 剪力墙	172
第七节 铰接排架柱	175
附录	177
附录一 《混凝土结构设计规范》研究专题目录	177
附录二 修订组分工名单	180
参考文献	181

第一章 《混凝土结构设计规范》修订概况

第一节 修订过程

《混凝土结构设计规范》的原名为《钢筋混凝土结构设计规范》TJ10-74。根据原国家建委下达的“1982年至1985年工程建设国家标准规范编制、修订计划”的安排,由中国建筑科学研究院负责,会同机械电子工业部、冶金工业部、航空航天工业部、铁道部、有色冶金总公司等所属设计单位,以及清华大学、同济大学、天津大学、重庆建工学院、哈尔滨建工学院、西南交通大学、东南大学、大连理工大学、西安冶金建筑学院等高等院校共26单位组成修订组,共同完成全部修订任务。

1982年5月正式组成修订组,整个修订过程可分为以下四个阶段:

一、准备阶段(1982~1983)

总结原规范(TJ10-74)自1974年颁布实施以来存在的问题,收集国内外在钢筋混凝土结构领域取得的科研成果,对主要的先进国家同类规范进行比较。在以上工作基础上,制定修订工作大纲,明确主要修订问题及修订目标。1983年12月在南宁召开了全国钢筋混凝土结构标准技术委员会全体会议,认真审议了修订组提出的修订工作大纲,明确与统一了修订指导思想,以及重大修订问题的修订格局。

二、初稿阶段(1984~1985)

按照修订工作大纲,修订组采取统一领导与分工负责相结合的工作方法,在修订组内设置“结构可靠度”、“极限状态计算方法”、“结构与构造”、“构件抗震设计”四个小组,分工负责有关章节。修订组于1984年6月提出了新规范修订本的征求意见稿一稿,分发至全国各省市以及中央各部委主要设计单位和高等院校,广泛征求意见。同时,组织航空航天工业部航空工业规划设计研究院、中国建筑西北设计院等六个设计单位对典型的工业与民用建筑结构进行试算。修订组对征求到的各种意见或建议,特别是试算结果进行认真分析,重新加工,于1985年5月提出新规范修订本征求意见稿第二稿,再次分发至各有关单位征求意见,同时进行第二次试算。

三、送审稿阶段(1985~1986)

经过两次征求意见稿的征求意见,各重大修订问题趋于成熟,于是在1986年1月提出了供全国钢筋混凝土结构标准技术委员会审议的送审稿,并于1986年3月召开了全国钢筋混凝土结构标准技术委员会全体会议,对此送审稿逐章、逐条进行了审议。会议除提出了多处改动意见外,对送审稿给予了积极地肯定,认为“送审稿是在总结原规范颁布实施以来的实际经验,依据三批科研课题的成果,借鉴近年国际先进标准的基础上制定的,与原规范比较,送审稿在内容上有很大的充实、提高和发展,已形成了较完备的计

算体系,具有了我国自己的特色,并必将跻身于国际同类标准的先进行列”。修订组根据全国钢筋混凝土结构标准技术委员会对送审稿的审议意见,经过再一次加工与提高后,于1986年10月提出了本规范的正式送审稿,供建设部审定会审定。

在1986年12月6日由建筑工程标准规范研究中心召开了本规范的部级审查会议,审查会议的审查结论是:“送审稿达到了技术先进、经济合理、安全适用、确保质量的要求”,“送审稿具有国际水平,在某些重要的设计理论和设计方法方面,达到国际先进水平”。

四、报批稿阶段(1987~1989)

在通过部级审查会议审查后,主编单位组成了总校对组,对符号、文字、内容进行全面的总校对,并根据国家计委标准定额局和建设部科技局的指示,对新规范的有关抗震设计内容与《建筑抗震设计规范》进行了全面的协调,经多次反复修改,于1989年上半年提出了报批稿。

第二节 主要修订内容

新规范共有八章十个附录,总共298条。新规范的主要修订内容如下:

一、符号、计量单位和基本术语

按照新批准的国家标准《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》GBJ 83-85,对符号和计量单位作了全面的更新,其中,根据建筑结构方面几本国家标准规范修订组的协调意见,取用非法定计量单位与法定计量单位的近似换算关系为: $1\text{kgf}=10\text{N}$, $1\text{kgf/cm}^2=0.1\text{N/mm}^2$ (MPa)。鉴于上述标准中的术语“混凝土结构”表示为以混凝土为主制作的结构,它包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构等,故本规范的名称由《钢筋混凝土结构设计规范》改为《混凝土结构设计规范》。

二、结构可靠度设计体系

1.按照新批准的国家标准《建筑结构设计统一标准》GBJ 68-84,新规范采用了以概率理论为基础的极限状态设计方法。在新规范中给出了以荷载分项系数和材料(钢筋、混凝土)分项系数、荷载标准值和材料强度标准值为基本参数的设计表达式,同时给出材料设计指标,供实用设计应用。结构构件的可靠指标 β 值,对一般延性破坏的构件取 $\beta=3.2\pm0.25$,对脆性破坏的构件,取 $\beta=3.7\pm0.25$ 。

2.根据ISO颁布的《混凝土按抗压强度的分级标准》ISO 3893,新规范将混凝土标号改为“混凝土强度等级”。混凝土试件尺寸改用边长为150mm的立方体;混凝土立方体强度是指按照标准方法制作养护,在28天龄期,用标准试验方法测定的抗压强度。混凝土强度等级用混凝土符号(C)和计量单位为 N/mm^2 (MPa)的混凝土立方体抗压强度标准值一起表示。立方体抗压强度标准值是该混凝土立方体抗压强度总体分布的0.05分位数。为了避免在施工时造成混淆,按级差 5N/mm^2 划分混凝土强度等级。

3.新规范吸取了原规范对裂缝划分控制等级的思路,但改用以构件截面边缘拉应力划分三个等级的裂缝控制方法,代替原规范以抗裂安全系数 K_t 划分控制等级的方法。通俗的说法就是:一级为零应力控制;二级为拉应力控制;三级为裂缝宽度控制,控制的限

值根据结构构件的工作环境条件和钢筋种类进行分类。

三、正截面承载力计算

根据国内近年来的科研成果,并借鉴国际上技术先进国家的规范,新规范采取了在理论体系上力求合理化,适用于拉、压、弯构件,同时在设计计算上力求简化的原则。

- 1.引进了平截面假定,给出了理想化的钢筋和混凝土应力应变曲线;
- 2.对常遇的截面形状(矩形、T形、I形、环形、圆形)和配筋形式(集中的和均匀的)给出了简化的实用计算公式;
- 3.混凝土弯曲抗压强度,将原规范 $R_w=1.25R$ 改为 $f_{cm}=1.1f_c$ 。试验表明,原规范取值偏大;
- 4.给出了按平截面假定的受弯构件超筋界限和大、小偏心受压构件界限条件;
- 5.考虑了高强度钢丝类配筋的受弯构件中钢丝应力进入强化段后对正截面承载力的提高作用;
- 6.引进了因施工安装,材质不均等引起偏压构件的附加偏心距;
- 7.以截面极限曲率为基础,修改了关于长柱偏心距增大系数的计算方法。

四、受剪承载力计算

新规范中对受剪承载力计算方法填补了不少空白,丰富了原规范内容。受剪承载力计算分两类:一类是各种构件(梁、框架柱、拉杆、深梁、叠合梁、剪力墙、牛腿、冲切等)斜截面的受剪;另一类是指定剪切面(叠合构件的叠合面、预埋件、剪力墙水平施工缝等)的受剪。

- 1.调低了截面上限控制条件,调低了受剪承载力影响系数;
- 2.补充了在预应力、轴向压力或轴向拉力作用下的受剪承载力计算;
- 3.对承受以集中荷载为主的梁,其受剪承载力仍考虑剪跨比这个参数,且对反映剪跨比的系数项作了调整;
- 4.补充了深梁的受剪计算,并考虑水平钢筋对受剪的作用;
- 5.叠合梁的受剪计算仍采用一般梁的公式,但要按预制构件和叠合构件两种情况进行验算;
- 6.简化了牛腿的受剪计算,一般只需在控制剪跨比的条件下,满足正截面受弯承载力计算要求即可;
- 7.在受冲切承载力计算中,将可靠度降低了10%左右。补充考虑了配置箍筋或弯起钢筋的受冲切作用;
- 8.对叠合构件的叠合面,提出了受剪承载力计算公式;
- 9.对考虑地震作用组合的剪力墙水平施工缝,新规范给出了在剪力和轴向压力或轴向拉力作用下的受剪承载力验算公式;
- 10.预埋件钢板与混凝土接触面是指定的剪切面,新规范给出了在剪力、弯矩、轴向拉力或压力作用下穿越接触面的直锚筋截面面积的计算方法。

五、受扭承载力计算

新规范以国内科研成果和变角空间桁架的概念为基础,并借鉴国外规范的先进经验,

对原规范作了较大的修改和补充。

1. 对纯扭构件的受扭承载力计算, 考虑混凝土、纵横向钢筋和轴向压力或预应力各自承担扭矩的受扭承载力线性公式;

2. 对矩形截面的钢筋混凝土剪扭构件, 在受剪承载力和纯扭承载力公式基础上, 在混凝土项上乘以考虑扭剪比的参数, 以实现剪力和扭矩共同作用。对T形、I形截面, 简化为翼缘只承担扭矩, 而腹板承受全部剪力和部分扭矩;

3. 对弯矩、剪力、扭矩共同作用的钢筋混凝土构件, 采用分别按各自公式计算, 然后将纵向钢筋和箍筋截面面积相叠加的设计方法。

六、受冲切承载力计算、局部受压承载力计算和疲劳验算

1. 补充了配置箍筋或弯起钢筋的板的受冲切承载力计算;

2. 局部受压时的计算底面积, 改为按局压面积短边尺寸同心对称放大的原则确定;

3. 取消原规范局部受压面积和计算底面积应扣除孔道面积的规定, 以克服不安全的影响;

4. 在钢筋混凝土受弯构件疲劳验算方法上, 适度的考虑了混凝土的受剪作用。有条件地允许采用带裂缝的预应力混凝土吊车梁, 给出相应的正截面疲劳验算方法。

七、预应力混凝土结构构件计算要求

1. 高强钢丝类的控制应力提高了5%;

2. 由于混凝土强度等级和标号的概率定义不同, 通过校正, 将 $R' \geq 0.7R$, 改为 $f'_{cu} \geq 0.75f_{cu,k}$;

3. 调整了预应力损失值: 增大了部分锚具的变形值; 调整了钢丝类的松弛损失值; 在计算混凝土收缩、徐变的预应力损失时, 考虑了配筋率的影响。

八、正常使用极限状态验算

1. 抗裂验算

(1) 正截面抗裂验算

按照一级、二级裂缝控制等级, 对预应力混凝土构件和预应力混凝土叠合构件, 给出了具体验算公式, 对截面抵抗矩塑性系数作了调整, 考虑了截面高度的影响;

(2) 斜截面抗裂验算

补充了考虑集中荷载作用下的局部剪应力分布, 使预应力混凝土等高度吊车梁按退轮的方法验算主应力。

2. 裂缝宽度验算

(1) 扩充了应用范围, 即对轴拉、偏拉、受弯、偏压构件以及预应力轴拉、受弯构件和预应力叠合受弯构件均可按公式验算裂缝宽度;

(2) 简化了裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数的表达形式, 引进了按有效受拉混凝土面积计算的纵向钢筋配筋率的概念;

(3) 给出了各类构件在使用状态下受拉钢筋应力的简化计算公式。

3. 受弯构件的刚度

(1) 简化了原规范受弯构件刚度的计算公式;

(2) 补充了允许出现裂缝的预应力混凝土受弯构件和叠合式受弯构件的刚度公式。

九、构造规定

1. 根据工程经验补充规定了剪力墙结构伸缩缝最大间距;
2. 完善受力钢筋混凝土保护层最小厚度规定。从耐久性要求考虑,分两种环境条件规定了保护层最小厚度,部分情况的保护层最小厚度有所提高;

3. 补充和完善了钢筋的锚固规定

(1) 受拉钢筋的锚固长度与混凝土强度等级和钢筋外形(月牙纹、螺纹、光面)有关;

(2) 对受拉区截断的纵向钢筋,根据不需要该钢筋的截面剪力大小,分别规定了其伸出的长度;

(3) 对搭接接头长度的规定作了一些调整,对受力钢筋不宜采用非焊接的搭接接头的直径加严为不大于 22mm ;

(4) 对梁中纵向受力钢筋在框架节点或支座内的锚固长度作了补充规定;

4. 修改和补充了最小配筋率规定

(1) 对原规范规定最小一档的纵向钢筋最小配筋率 0.1% 修改为 0.15% 。对配置钢丝、钢绞线、热处理钢筋的预应力混凝土受弯构件,其正截面的最小配筋率应由抗裂弯矩与承载力之间保持一定级差的原则按计算公式确定;对受扭构件的纵向钢筋最小配筋率也作了补充规定;

(2) 斜截面受剪的最小配筋率比原规范提高 1.33 倍,这与调整了受剪承载力影响系数有关;对剪扭构件,其最小配箍率与扭剪比有关;

(3) 对剪力墙中的水平和竖向分布钢筋的最小配筋率作了新的规定:在加强部位为 0.20% ;在非加强部位为 0.15% 。在深梁中规定:竖向分布钢筋为 $0.15\sim 0.20\%$;水平分布钢筋为 $0.20\sim 0.25\%$ 。在牛腿中则修改为承受竖向力的纵向受拉钢筋的最小配筋率为 0.20% ;

(4) 为防止后张法预应力混凝土构件端部沿孔道产生劈裂和在端部截面的中部产生纵向裂缝,新规范补充了有关配筋的计算和构造要求。

十、结构构件

新规范对原规范中的吊车梁、柱、牛腿、屋架、双肢柱等内容作了调整和删减。同时,补充了近年来广泛采用的一些构件,如:剪力墙、叠合式受弯构件、深梁、预埋件等。现就其调整和补充的内容简述如下:

1. 对板中受冲切的箍筋或弯起钢筋的配置作了具体规定;
2. 取消了原规范限制梁中配置受压钢筋的计算公式,但对梁中受压钢筋数量较多情况,增加了采用封闭式箍筋以及相应的箍筋间距的规定;
3. 对梁柱为刚接的钢筋混凝土框架柱的计算长度作了更为具体的规定;
4. 剪力墙除应计算正截面和斜截面的承载力外,还对墙的尺寸、分布钢筋的布置及其最小直径和最大间距等作了具体规定;
5. 叠合式受弯构件除应对承载力进行计算外,补充了正常使用阶段的验算要求,对施工阶段的不同支承条件提出了不同计算原则,对叠合面提出了施工和构造要求;
6. 对简支和连续深梁,除提出一般的承载力计算要求外,还应验算有关部位的局部

受压承载力。同时，对深梁的尺寸作了一定的限制，对跨中和支座部位的配筋提出了具体要求。

7. 在牛腿设计中，增加了在竖向力和水平拉力组合作用下的正截面承载力计算方法，相应地补充了截面限制条件。取消了原规范的受剪承载力计算公式，补充了配筋构造要求；规定承受水平拉力的水平锚筋应焊在预埋件上等措施；

8. 在预埋件的设计中，列出了剪力、弯矩和拉力或压力组合作用下的锚筋截面面积的计算以及锚筋的钢种及其直径、间距等构造要求。

十一、钢筋混凝土结构构件的抗震设计

根据原国家计委和建设部关于“建筑抗震设计规范……重点应对建筑物的整体抗震要求和各种建筑结构的抗震设计共性问题进行修改和补充。建筑结构设计规范主要对原抗震规范中有关构件抗震设计未加具体规定的内容，……就其中成熟的部份作出补充规定，但不得与建筑抗震设计规范的有关规定相矛盾，并尽量避免重复”的指示，本规范提出了如下的内容：

1. 根据结构类型、房屋高度以及地震烈度，划分为一、二、三、四级四个抗震等级进行抗震设计；

2. 根据不同的抗震等级，规定适宜的混凝土强度等级和钢筋种类，同时还规定了钢筋的屈强比和实际屈服强度与强度标准值之比的限值；

3. 对框架结构的抗震设计，贯彻了“强柱弱梁更强节点”的设计原则，对构件贯彻了“强剪弱弯”的设计原则；

4. 对所有的构件，受剪计算均考虑了低周反复对受剪承载力的降低；

5. 对可能出现塑性铰的梁端以及柱端的箍筋，根据不同的抗震等级作了加密的具体规定；对构件的一般区段的箍筋配置，也在静力构件要求的基础上作了适度加严的规定；对箍筋的弯钩及其直线长度也作了具体规定；

6. 规定了不同抗震等级的框架柱轴压比限值；

7. 对考虑地震作用组合的剪力墙，除要求验算正截面和斜截面的承载力外，其结构尺寸，加强部位与非加强部位的配筋和局部构造，均在静力基础上作了适度加严的规定。此外，对两类双肢剪力墙考虑了内力重分布对压肢内力的增大和对拉肢内力的减小作出了具体规定。

十二、附录中的修订内容

1. 由于新老规范对混凝土强度标准值的定义不同，新规范附录一中提出了一个过渡措施，即：原规范（TJ 10-74）的混凝土标号与新规范的混凝土强度等级以及各项强度指标的换算关系，以便对有些工程结构暂时按混凝土标号施工时仍能设计或校核；

2. 将原规范的素混凝土一章移入新规范中的附录二；

3. 扩展了受弯构件正截面承载力计算表；

4. 增加了双向偏心受压和受拉构件正截面承载力的近似计算方法；

5. 增加了不需作裂缝宽度验算的最大钢筋直径表；

6. 给出了非法定计量单位与法定计量单位的换算关系表。

第三节 试设计结果

新规范试设计工作主要由航空航天工业部航空工业规划设计研究院、北京钢铁设计研究总院、华东建筑设计院、湖北工业建筑设计院、中国建筑西北设计院、北京铁路局北京勘察设计院、北京市建筑设计院、电子工业部第十设计院等单位完成。

试设计按下列两种情况进行对比（不包括抗震部分）：

一种是按《工业与民用建筑结构荷载规范》TJ 9-74及《钢筋混凝土结构设计规范》TJ 10-74进行设计；另一种是按新修订的《建筑结构荷载规范》及新修订的《混凝土结构设计规范》进行设计。

一、基本构件

1. 按构件种类分，共12种构件：

民用建筑屋面及楼面空心板；民用建筑屋面梁及楼面梁；工业建筑楼面板；工业建筑楼面次梁；工业建筑楼面主梁；工业建筑大型屋面板；T形檩条；屋面薄腹梁；屋架；排架柱；吊车梁；深梁。

试设计结果：

(1) 以恒载为主的屋面构件，如屋架、屋面薄腹梁、大型屋面板、檩条、屋面空心板、屋面梁等，其活载与恒载的比值一般为0.10~0.25，由于新规范采用恒载系数 $\gamma_0=1.2$ ，活载系数 $\gamma_0=1.4$ ，如采用屋面活载为 0.5kN/m^2 ，则新规范比原规范用钢量降低约4%，这是不适宜的，新荷载规范将屋面活载提高为 0.7kN/m^2 ，用钢量就大致相当，或略有提高。

(2) 一般工业与民用建筑楼面构件，以楼面板及楼面梁为代表，由于新规范将混凝土弯曲抗压强度设计值 f_{cm} 由原规范的 $1.25f_c$ 降低为 $1.1f_c$ ，故用钢量略有增加，一般在5%以内。

(3) 单层厂房排架柱中，无吊车厂房柱由风载控制时，由于新规范风载系数采用1.4，比以往高，且混凝土 f_{cm} 的取值比以往低，故一般边柱的用钢量约增加8%左右。有吊车厂房中柱（下柱部分），当考虑四台吊车组合系数0.8后，用钢量减少25%，不考虑组合系数0.8，用钢量不减少。

(4) 吊车梁的正截面静力承载力及疲劳强度计算的用钢量基本不变。斜截面受剪承载力计算的箍筋增加12%，受扭箍筋降低36%，总的箍筋用量降低8%。

原规范对吊车梁裂缝宽度的限值未作具体规定，设计单位一般将重级工作制吊车梁的裂缝宽度规定为 $\leq 0.25\text{mm}$ ，新规范为 $\leq 0.2\text{mm}$ ，因此重级工作制吊车梁的主筋有可能因此增加10%左右。

(5) 原规范中没有深梁，若与以往实际经验比，则新规范的用钢量约降低5%。

2. 按受力状态分，共六种构件：

轴心受拉；轴心受压；受弯；受剪；大偏心受压；小偏心受压。

试设计结果：

(1) 轴心受拉构件的用钢量基本不变。

(2)轴心受压构件在中等配筋率时,用钢量基本不变,在高配筋率时,用钢量略有降低,在低配筋率时,用钢量略有增加。

(3)受弯构件由于新规范 f_{cm} 规定为 $1.1f_c$,故用钢量略有增加,一般在5%以内。

(4)斜截面受剪由于计算公式中受剪承载力影响系数改为1.5,总的箍筋用量约增加5%。

(5)大偏心受压构件的用钢量有增有减,一般在10%以内。

(6)小偏心受压构件的用钢量有增有减,一般在15%以内。

二、整体结构

1.双跨有吊车的单层工业厂房

下柱用钢量变化很小,有增有减,上柱用钢量变化较大(幅度为10~30%),有增有减。新荷载规范对吊车制动力规定作用在两边的柱子上,故对排架内力产生了影响。

整个排架各柱总用钢量新规范比原规范增加1%左右。

2.双跨四层的多层工业厂房

框架梁的用钢量基本上没有变动,在这个试设计中,楼面活载为 5kN/m^2 ,按新荷载规范规定 $\gamma_Q=1.3$ 。

边柱用钢量新规范增加16%,中柱用钢量新规范降低13%。

整个框架总用钢量新规范比原规范增加1%。

3.双跨九层的多层民用办公楼

框架梁的用钢量新规范增加3%,柱的用钢量新规范略有减少。

整个框架的总用钢量新规范与原规范基本一致。

总之,通过试设计可以看出,新规范和原规范材料用量变化的原因有三点:

1.我国制定的《建筑结构设计统一标准》采用概率极限状态设计法,具体化为多系数设计表达式,因此得以将原规范中的附加安全系数(除屋架外)全部取消,但从单系数转到多系数设计,材料用量就会有合理的变动。

2.荷载规范的修订,其荷载值有所变化,如屋面活载增加到 0.7kN/m^2 ,规定吊车制动力由左右二边柱共同承担。由此引起材料用量的变化。

3.混凝土结构设计规范本身的改进,如偏压计算公式的改进,受剪箍筋用量的提高,受冲切材料用量的降低等。由此也引起材料用量的变化。

通过试设计,从总的来看,新修订的混凝土结构设计规范可以符合安全和经济两方面的要求,在全国实施新规范后,从宏观上估计,钢筋用量约增加1~2%。

第二章 基本设计规定

第一节 符号规则

新规范符号基本按《建筑结构通用符号、计量单位和基本术语》的规定采用。现将符号规则简单介绍如下：

一、物理量、术语及说明语

物理量是物理现象的可以定性区别和定量确定的一种属性。各种物理量都能以一个数与一个计量单位的乘积来表示，这个数称为物理量的数值。

术语是各学科中采用的专门用语。物理量的名称是术语，但术语所表达的对象并非全是物理量。

说明语是为了表明物理量的涵义而采用的定语。一般用于说明材料、状态、部位、方向、原因、性质等。

二、符号的构成

符号由主体符号或主体符号带上、下标构成。主体符号一般代表物理量，以一个字母表示。上、下标代表物理量或非物理量术语、说明语，可采用一个字母、缩写词、数字或其它标记表示，用来进一步阐明主体符号的涵义。

1. 主体符号

采用下列三种字母：

斜体大写拉丁字母 M 、 N 、 T

斜体小写拉丁字母 a 、 h 、 x

斜体小写希腊字母 ρ 、 ϵ 、 β

应当指出，小写希腊字母只用于无量纲的符号，但 σ 、 τ 例外。

2. 上标

采用标记或正体小写拉丁字母：

e' 、 M^f (fatigue)、 τ^r (right)

上标只用一个

3. 下标

采用正体小写拉丁字母或正体数字：

下标可用多个

(1) 有关词的前三个字母

$A_{c.o.r}$ (core)、 $\sigma_{c.o.n}$ (control)、 $\rho_{m.i.n}$ (minimum)

(2) 有关词的前两个字母

$M_{c.r}$ (crack)、 $f_{c.u}$ (cube)

(3) 有关词的第一个字母

F_l (local)、 b_f (fringe)、 ξ_b (balance)

(4) 数字

M_1 、 h_0 、 n_2

(5)字母与数字组合

N_{p0} (prestress, 数字)、 B_{s1} (short, 数字)、 σ_{l4} (loss, 数字)

(6)两个字母组合

V_{cs} (concrete, steel)、 f_{py} (prestress, yield)、 ρ_{sv} (steel, vertical)

(7)三个字母组合

M_{bue} (beam, ultimate, earthquake)、 A_{stl} (steel, torque, longitudinal)

f_{puk} (prestress, ultimate, characteristic)

三、基本术语及其符号

1. 结构上的作用

作用 (F) action

力矩 (M) moment of force

永久作用或恒载 (G) permanent action

可变作用或活载 (Q) variable action

地震作用 (E) earthquake action

2. 荷载效应

轴向力或轴向力设计值 (N) normal force

剪力或剪力设计值 (V) shear force

弯矩或弯矩设计值 (M) bending moment

扭矩或扭矩设计值 (T) torque

正应力 (σ) normal stress

剪应力 (τ) shear stress

主应力 (σ_{1p} 、 σ_{2p}) principal stress

预应力 (σ_p) prestress

3. 材料性能

抗压强度或混凝土抗压强度设计值 (f_c) compressive strength

抗拉强度或混凝土抗拉强度设计值 (f_t) tensile strength

弯曲抗压强度或混凝土弯曲抗压强度设计值 (f_{cm}) flexural strength

屈服强度或钢筋抗拉强度设计值 (f_y) yield strength

疲劳强度或钢筋疲劳强度设计值 (f_f) fatigue strength

弹性模量 (E) modulus of elasticity

剪变模量 (G) shear modulus

泊松比 (ν) Poisson ratio

4. 几何参数

截面高度 (h) height of section

截面宽度 (b) breadth of section

截面厚度 (t) thickness of section

截面直径 (d) diameter of section

截面周长 (u) perimeter of section
 截面面积 (A) area of section
 截面面积矩 (s) first moment of area
 截面惯性矩 (I) second moment of area
 截面抵抗矩 (W) section modulus
 截面回转半径 (i) radius of gyration
 偏心距 (e) eccentricity
 长度 (l) length
 跨度 (l) span
 长细比 (λ) slenderness ratio
 5. 数学术语
 平均值 (μ, m) mean value
 方差 (σ^2) mean square deviation
 标准差 (σ) standard deviation
 均值系数 (κ) coefficient of mean value
 变异系数 (δ) coefficient of variation

第二节 各国安全度的比较

从荷载标准值、荷载系数、材料强度标准值、材料系数及抗力公式中的计算系数等方面进行对比可以看出(表2-1~表2-4), 荷载标准值取值我国比美、英低, 与苏联接

荷载标准值 (kN/m^2)

表2-1

国 别	住 房	办 公 室
中 国	1.5	1.5(2)
美 国	1.5~2	2.5
英 国	1.5~2	2.5
苏 联	1.5	2.0

近。荷载系数取值我国比美、英、国际组织低, 与苏联接近。材料系数及抗力公式中的计算系数取值美、英与国际组织接近, 我国与苏联接近。

由表中对比可见, 美、英安全度最高, 国际组织次之, 而我国与苏联最低。