

中华人民共和国国家标准

混凝土结构设计规范

GBJ 10—89

条文说明

1989 北京

中华人民共和国国家标准

混凝土结构设计规范

GBJ 10—89

条文说明

中国建筑科学研究院 主编

辽宁科学技术出版社

中华人民共和国国家标准
混 凝 土 结 构 设 计 规 范
GBJ 10—89

条 文 说 明
中国建筑科学研究院 主编

辽宁科学技术出版社出版、发行（沈阳市南京街6段1里2号）
辽宁省机械研究院印刷厂印刷

开本：850×1168 1/32	印张：3 ¹ / ₈	字数：87,000
1990年4月第1版	1990年4月第1次印刷	

责任编辑：周振林	责任校对：刘玉阶
----------	----------

印数：1-50,000
ISBN7-5381-0931-5/TU·62 定价：2.00元
(内部发行)

前 言

根据原国家建委 (81) 建发设字第 546 号文的通知的要求, 由原城乡建设环境保护部负责主编, 具体由中国建筑科学研究院会同有关单位对《钢筋混凝土结构设计规范》TJ 10-74 修订而成。经中华人民共和国建设部一九八九年三月二十五日以(89)建标字第141号文批准发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等有关单位人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定, 《混凝土结构设计规范》编制组根据国家计委关于编制标准、规范条文说明的统一要求, 按《混凝土结构设计规范》的章、节、条顺序, 编制了《混凝土结构设计规范条文说明》, 供国内各有关部门和单位参考。在使用中如发现本条文说明有欠妥之处, 请将意见直接函寄给本规范的管理单位中国建筑科学研究院。

本《条文说明》仅供国内有关部门和单位执行本规范时使用, 不得外传和翻印。

目 录

第一章 总则	1
第1.0.1~1.0.4条 使用范围	1
第二章 材料	2
第一节 混凝土	2
第二节 钢筋	5
第三章 基本设计规定	10
第一节 一般规定	10
第二节 承载能力极限状态计算规定	10
第三节 正常使用极限状态验算规定	12
第四节 预应力混凝土结构构件计算规定	16
第四章 承载能力极限状态计算	20
第一节 正截面承载力计算	20
第二节 斜截面承载力计算	30
第三节 扭曲截面承载力计算	35
第四节 受冲切承载力计算	39
第五节 局部受压承载力计算	39
第六节 疲劳强度验算	40
第五章 正常使用极限状态验算	43
第一节 抗裂验算	43
第二节 裂缝宽度验算	44
第三节 受弯构件挠度验算	47
第六章 构造规定	50
第一节 一般规定	50
第二节 预应力混凝土结构构件的构造规定	57
第七章 结构构件的规定	58
第一节 板	58
第二节 梁	58

第三节	柱	60
第四节	剪力墙	62
第五节	叠合式受弯构件	63
第六节	深梁	71
第七节	牛腿	74
第八节	预埋件	75
第九节	预制构件的接头及吊环	77
第八章	钢筋混凝土结构构件的抗震设计	78
第一节	一般规定	78
第二节	材料	79
第三节	框架梁	80
第四节	柱	82
第五节	框架节点及预埋件	85
第六节	剪力墙	88
附录一	原《钢筋混凝土结构设计规范》TJ 10-74 的混凝土标号与本规范的混凝土强度等级及各项强度指标的换算关系	91
附录二	素混凝土结构构件计算	91
附录三	钢筋混凝土矩形截面受弯构件纵向受拉钢筋截面面积计算方法	91
附录四	混凝土双向受弯构件正截面受弯承载力近似计算方法	92
附录五	对称配筋矩形截面钢筋混凝土双向偏心受压和偏心受拉构件正截面承载力近似计算方法	92
附录六	截面抵抗矩塑性系数	93
附录七	钢筋混凝土构件不需作裂缝宽度验算的最大钢筋直径	94
附录八	钢筋混凝土受弯构件不需作挠度验算的最大跨高比	94
附录九	钢筋的计算截面面积及公称质量	94

第一章 总 则

第1.0.1~1.0.4条 本规范的适用范围扩大到地震区的结构，其它与原规范相同。

当结构受力的情况、材料性能等基本条件与本规范的编制依据有出入时，则需根据具体情况，通过专门试验或分析加以解决。

应当指出，对无粘结预应力混凝土结构，其正截面受弯承载力及裂缝宽度计算等均与有粘结预应力混凝土结构有所不同；对无粘结的材料，也应有专门要求，这些内容本规范尚未包括，现正准备编制一本专门规程。对采用陶粒、浮石、煤干石等为骨料的混凝土结构，应参照有关规程进行设计。

设计下列结构时，尚应符合专门规范的有关规定：

一、修建在湿陷性黄土、膨胀土地区或地下采掘区等的结构；

二、处于侵蚀环境、结构表面温度高于 100°C 、或有生产热源且结构表面温度经常高于 60°C 的结构；

三、需做振动计算的结构。

第二章 材 料

第一节 混凝土

第2.1.1条 按照国际标准 (ISO 3893) 的规定, 将原规范混凝土标号的名称改为混凝土强度等级, 并作了以下两点重大修改:

一、混凝土试件标准尺寸, 由边长200mm的立方体改为边长150mm的立方体;

二、混凝土强度等级的确定原则, 由原规范规定的强度总体分布的平均值减去一倍标准差 (保证率约85%), 改为强度总体分布的平均值减去1.645倍标准差 (保证率95%)。

为解决从原规范向新规范过渡, 在附录一中列出了混凝土标号与混凝土强度等级的换算关系表。

混凝土强度等级由立方体抗压强度标准值确定, 立方体抗压强度标准值是本规范混凝土各种力学指标的基本代表值。

第2.1.3条 混凝土的强度标准值

一、轴心抗压强度标准值

混凝土棱柱体抗压强度平均值与边长150mm立方体抗压强度平均值的关系式为:

$$\mu_{f_{pri}} = 0.76\mu_{f_{cu,15}}$$

式中 $\mu_{f_{pri}}$ ——棱柱体抗压强度平均值 (N/mm²);

$\mu_{f_{cu,15}}$ ——边长为150mm立方体抗压强度平均值 (N/mm²)。

考虑到结构中混凝土强度与试件强度之间的差异, 根据以往的经验, 并结合试验数据分析, 以及参考其他国家的有关规定, 对试件强度修正系数取为0.88, 则结构中混凝土轴压强度平均值 μ_{f_c} 为:

$$\mu_{f_c} = 0.88 \times 0.76 \mu_{f_{cu, 15}} = 0.67 \mu_{f_{cu, 15}}$$

在假定 $\delta_{f_c} = \delta_{f_{cu}}$ 的条件下 (δ_{f_c} 为混凝土轴心抗压强度的变异系数, $\delta_{f_{cu}}$ 为立方体抗压强度的变异系数), 则轴心抗压强度标准值为:

$$f_{ck} = 0.67 f_{cu, k}$$

式中 $f_{cu, k}$ ——立方体抗压强度标准值, 即混凝土强度等级值 (N/mm^2)。

二、弯曲抗压强度标准值

原规范规定弯曲抗压强度标准值与轴心抗压强度标准值关系为: $f_{cmk} = 1.25 f_{ck}$ ($R_b^0 = 1.25 R_b^1$)。根据近年来构件专题组对偏压构件、受弯构件及其他构件的承载力试验研究成果的综合分析后, 决定取用 $f_{cmk} = 1.1 f_{ck}$ 。

三、轴心抗拉强度标准值

混凝土试件轴心抗拉强度平均值与边长 150 mm 立方体抗压强度平均值关系式为:

$$\mu_{f_t, sp} = 0.56 \mu_{f_{cu, 15}}^{\frac{2}{3}} \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

与轴压强度相同, 取试件强度修正系数为 0.88, 同时将计量单位由 kgf/cm^2 改为 N/mm^2 , 则结构中混凝土轴心抗拉强度平均值为:

$$\mu_{f_t} = 0.88 \times 0.56 \mu_{f_{cu, 15}}^{\frac{2}{3}} \times 0.1^{\frac{1}{3}} \approx 0.23 \mu_{f_{cu, 15}}^{\frac{2}{3}} \quad (\text{N/mm}^2)$$

在假定轴心抗拉强度的变异系数 $\delta_{f_t} = \delta_{f_{cu}}$ 条件下, 则混凝土轴心抗拉强度标准值为:

$$f_{tk} = 0.23 f_{cu, k}^{\frac{2}{3}} (1 - 1.645 \delta_{f_{cu}})^{\frac{1}{3}} \quad (\text{N/mm}^2)$$

基于 1979~1980 年全国十个省、市、自治区的混凝土强度的统计调查结果, 本规范对混凝土立方体强度采用的变异系数如下表:

$f_{cu,k}$	δf_{cu}	$f_{cu,k}$	δf_{cu}
C7.5	—	C35	0.13
C10	0.24	C40	0.12
C15	0.21	C45	0.12
C20	0.18	C50	0.11
C25	0.16	C55	0.11
C30	0.14	C60	0.10

由于在验算钢筋混凝土和预应力混凝土构件的抗裂时，采用了混凝土轴心抗拉强度标准值，考虑到高标号混凝土的脆性破坏特征显著和实践经验不足，对 C45、C50、C55和 C60 混凝土按上式计算后再分别乘以 0.975、0.95、0.925 和 0.9 的折减系数。对轴心抗压及弯曲抗压强度也同样考虑了该项折减系数。

第2.1.4条 混凝土强度设计值是采用可靠指标分析及工程经验校准并经综合分析后确定的。

在可靠度分析时，是根据安全等级为二级的一般建筑结构构件，按脆性破坏，要求满足可靠指标 $\beta = 3.7$ ；在工程经验校准时，是根据原规范设计安全系数 $K = 1.55$ 和本规范综合荷载系数取1.27（即活荷载效应及恒载效应分别占总荷载效应的1/3及2/3）的情况。通过对轴心受压构件的正截面承载力中混凝土与钢筋呈一定的比例（混凝土承载力与钢筋承载力之比为8:2）下进行分析而确定混凝土抗压强度设计值。

可靠度分析着重于C15、C20、C30、C40四个混凝土强度等级，因这四个等级具有较充分的统计资料；对C15以下及C40以上的混凝土强度等级，因缺乏足够的统计资料，按工程经验校准确定。

经综合分析后，混凝土抗压强度设计值由混凝土强度标准值除以混凝土材料分项系数 γ 求得；混凝土材料分项系数取1.35。

混凝土抗拉强度设计值是根据原规范 $K = 1.55$ 、经工程经验

校准统一取 $\gamma_0 = 1.35$ 后确定。

混凝土弯曲抗压强度设计值取 $f_{cm} = 1.1f_c$ 。

在附录二中素混凝土结构的混凝土强度设计值，是按原规范的可靠度校准后给出；素混凝土轴心抗压强度设计值取 $f_{cc} = 0.95f_c$ ；素混凝土抗拉强度设计值取 $f_{ct} = 0.6f_t$ 。

第2.1.5条 混凝土的弹性模量

混凝土受压弹性模量，根据原规范采用的关系式，仅考虑了标准试件尺寸和计量单位的改变，本规范采用如下关系式：

$$E_c = \frac{10^2}{2.2 + \frac{34.7}{f_{cu}}} \text{ (kN/mm}^2\text{)}$$

条文中表2.1.5的弹性模量系按上式求得的，式中 f_{cu} 以混凝土强度等级值（按 N/mm^2 计）代入，可求得与立方体抗压强度标准值相对应的弹性模量。

第2.1.6条 混凝土的疲劳强度设计值

本规范对混凝土的疲劳强度设计值未做本质的变更。由于设计表达中将原规范的疲劳强度设计值 $\gamma_0 R_t$ 改为 $\gamma_0 f_t$ ，此处，新规范与原规范的混凝土抗拉强度之间的关系为： $R_t/f_t \approx 1.5$ ；此外，还要考虑现行荷载规范的吊车动力系数比原规范约降低7%这一因素。从工程经验校准法，将上述两个因素综合考虑，对新规范的 γ_0 作了调整，调整中注意到不同 ρ' 挡次的 γ_0 值的级差和取整。

第2.1.8条 混凝土弹性应变的泊松比 ν 及剪变模量 G 。系参照1977年CEB-FIP混凝土结构模式规范及苏联1984年混凝土及钢筋混凝土结构设计规范等有关规定和国内使用经验确定。

第二节 钢筋

第2.2.2条 钢筋强度标准值的确定

一、钢筋的强度标准值仍沿用原规范的规定，即对有明显物理流限的热轧钢筋，采用国家标准规定的屈服点，对无明显物理流限的钢筋，则采用国家标准规定的极限抗拉强度。

对碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线、热处理钢筋及冷拔低碳钢丝等无明显物理流限的钢筋，为与国家标准的出厂检验强度一致起见，在表2.2.2-1和表2.2.2-2中，其标准强度取极限抗拉强度。但应指出，在构件承载力设计时，本规范取用 $0.8\sigma_b$ （ σ_b 为国家标准规定的极限抗拉强度）作为设计上取用的条件屈服点。

表2.2.2-1和表2.2.2-2中的钢筋强度标准值系按下列国家标准(GB)采用。

项次	钢 筋 种 类	标 准 代 号
1	热轧钢筋	GB 1499-84
2	热处理钢筋	GB 4463-84
3	碳素钢丝(矫直回火)	GB 5223-85
4	刻痕钢丝	GB 5223-85
5	钢 绞 线	GB 5224-85

冷拔低碳钢丝的强度标准值系按现行《钢筋混凝土结构工程施工及验收规范》规定的检验制度进行试验而确定的抗拉强度。

二、钢号修改

1. 5号钢钢筋因产量很少，故不再列入；
2. 原“V级钢筋”改为“热处理钢筋”，并改变了钢种名称；
3. II、IV级钢筋的钢种名称有所更改（见条文）；
4. 国标《预应力混凝土用钢丝》将碳素钢丝分为“冷拉钢丝”、“矫直回火钢丝”及“刻痕钢丝”等三种，本规范所采用的碳素钢丝系指“国标”中的矫直回火钢丝。

根据工程使用经验及“国标”规定，取消原规范中碳素钢丝 $\phi 2.5$ ， $\phi 3$ 的二种规格及刻痕钢丝 $\phi 2.5$ ， $\phi 3$ ， $\phi 4$ 的规格及组别，冷拉钢丝不列入规范。

5. 根据国标《预应力混凝土用钢绞线》的规定，取消了7.5

17 ϕ 2.5)的钢绞线。

三、经与施工验收规范协调，对甲级冷拔低碳钢丝取消了 $\phi 3$ 规格，并限于在中小构件中作预应力筋，对冷拔低碳钢丝的强度设计值仍保持在原规范的历史经验水平上。

四、考虑到原规范对冷拉Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级钢筋的冷拉工艺分为控制应力和控制应变二种方法，本规范修改了原规范将冷拉Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级钢筋分为“双控”与“单控”二种强度设计值的规定，改为采用一种强度设计值，即：冷拉Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级钢筋的强度标准值分别取450(430), 500, 700N/mm²，当采用控制应力方法冷拉钢筋时，冷拉控制应力取强度标准值；当采用控制应变（冷拉率）的方法冷拉钢筋时，冷拉控制应力应取强度标准值加30N/mm²，即480(460), 530, 730N/mm²并据此应力确定相应的冷拉率。

与原规范相比，冷拉Ⅱ级钢筋考虑了钢筋直径对其强度的影响。

第2.2.3条 钢筋强度设计值的确定

采用可靠指标分析及工程经验校准二种方法确定强度设计值。

在可靠度分析时，是根据安全等级为二级的一般建筑结构的构件，延性破坏要求满足可靠指标 $\beta = 3.2$ ；在按工程经验校准时，是根据原规范 $K = 1.4(1.5)$ ，而本规范综合荷载系数取1.27这两个条件进行的。

可靠度分析着重于热轧Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级钢筋，因为这三种钢筋有充分的统计资料；对其他钢筋，因缺乏足够的统计资料，则主要按工程经验校准确定强度设计值。由于各种钢筋材料质量有些差别以及原规范对预应力与非预应力混凝土结构采用了不同的安全系数，所以本规范钢筋的材料分项系数 γ_s 未取用统一的数值。

规范对钢筋强度设计值取整，各类钢筋的材料分项系数 γ_s 的

取值大致采用如下:

1. 热轧Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级钢筋, 冷拉Ⅰ级钢筋—— $\gamma_s \approx 1.1$,
热轧Ⅰ级钢筋—— $\gamma_s \approx 1.15$;

2. 冷拉Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级钢筋用作预应力时—— $\gamma_s \approx 1.2$;

3. 碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线、甲级冷拔低碳钢丝、热处理钢筋—— $\gamma_s \approx 1.5$;

4. 乙级冷拔低碳钢丝

(1) 用于焊接骨架和焊接网时—— $\gamma_s \approx 1.7$

(2) 用于绑扎骨架和绑扎网时—— $\gamma_s \approx 2.2$ 。

对于受压钢筋的强度设计值 f'_s , 仍沿用原规范的规定, 以钢筋应变 $\epsilon'_s = 0.002$ 作为取值条件, 按 $f'_s = \epsilon'_s E_s$ 及 $f'_s \leq f_s$ 两个条件确定。受压冷拉钢筋的强度设计值则按未经冷拉的热轧钢筋取用。

在国家标准中对同一直径的碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线列有几种抗拉强度, 但本规范在表 2.2.2-2 中只给出一种供设计采用的强度值, 在实际工程中, 如碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线的强度标准值与表 2.2.2-2 的规定不符时, 则应对强度设计值另行换算。

第2.2.4条 钢筋的弹性模量

根据国内有关单位的试验研究, 将冷拔低碳钢丝和碳素钢丝的弹性模量 E_s 由 $1.8 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ 提高为 $2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$, 其他钢筋的 E_s 仍采用原规范的数据。

第2.2.5条 钢筋疲劳强度设计值

确定新规范的钢筋疲劳强度设计值时, 考虑了下列两个因素:

1. 热轧Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级钢筋的疲劳强度设计值因吊车动力系数降低而比原规范相应降低约7%。

2. 预应力钢筋因存在预应力的作用, 吊车动力系数的降低对其应力影响很小, 故不考虑此项影响因素。对冷拉Ⅱ级钢筋, 与静力强度相配套, 按 $d \leq 25$ 的疲劳强度降低系数, 给出了 $d =$

28~40的疲劳强度设计值，对刻痕钢丝，因其强度标准值的变更而作了相应的修改。

第三章 基本设计规定

第一节 一般规定

第3.1.1条 原规范采用基本安全系数及附加安全系数进行设计。本规范按现行国家标准《建筑结构设计统一标准》采用荷载分项系数、材料分项系数（为了简便，直接以材料强度设计值表达）、结构重要性系数进行设计。

本规范中荷载分项系数应按国家现行《建筑结构荷载规范》的规定取用，结构重要性系数按国家现行《建筑结构设计统一标准》的规定取用，材料分项系数以及计算公式中某些计算系数的取值，对有足够实测试验统计资料的，均系根据可靠指标的分析并适当结合工程经验而确定的；至于缺乏统计资料的部分则按工程经验确定。

第3.1.2~3.1.6条 对极限状态的分类，系按《建筑结构设计统一标准》的规定给出。

对结构构件的计算和验算要求，与原规范基本相同，但增加了对结构构件的抗震设计。

在梁板中，由非弹性变形所产生的塑性内力重分布，其具体的计算要求将由专门规程给出，故本规范未将原规范的具体内容列入。

第二节 承载能力极限状态计算规定

第3.2.1条 关于表3.2.1建筑结构安全等级选用问题，设计部门可根据工程实际情况和设计传统习惯选用。总的来讲，大多数工业与民用建筑的安全等级均属二级。

第3.2.2~3.2.3条 原规范的基本安全系数分为1.4、1.5、1.55三种，致使大偏心受压构件和受弯构件之间不能衔接，为

此，本规范作了改进。至于原规范中钢筋混凝土与预应力混凝土弯、拉构件安全系数的差别，本规范通过采用不同的钢材分项系数仍予以保留。这是因为考虑到用作预应力钢材的高强钢丝尚不能完全达到预期质量水平，因此保留了以往的工程经验；用作预应力钢材的冷拉钢筋的冷拉工艺亦有改变，原有的冷拉钢筋统计资料已不能作为可靠度分析的依据。

关于原规范的附加安全系数（见原规范表12），由于屋面活荷载有所提高，吊车荷载系数取用1.4，且本规范弯曲抗压强度 f_{cm} （相应于 R_w ）取值有所降低，所以取消了薄腹大梁、直接承受重级工作制吊车的构件附加安全系数1.05；屋架、托架一类构件，因受力比较复杂且比较重要，仍保留附加安全系数，本规范规定，应在结构重要性系数 γ_0 基础上再乘1.1；鉴于本规范风荷载分项系数一般取为1.4，所以承受风载为主的高耸结构无需再保留附加安全系数；由于本规范对变异性较小的恒载分项系数采用 $\gamma_G = 1.2$ ，对变异性较大的活载分项系数采用 $\gamma_Q = 1.4$ ，因此取消了以往根据荷载变异大小分别取用附加安全系数的规定。至于设计缺乏经验的新结构，因情况比较复杂，不能提出统一的规定，应由设计人员根据具体情况采取适当的安全措施。

对承受恒载为主的轴心受压柱、小偏心受压柱，其安全等级的提高与屋架相同。这是指恒载产生的轴向力标准值与按荷载的短期效应组合计算的轴向力值的比值达到70%及以上的构件。

在有些情况下，永久荷载效应与可变荷载效应符号相反，而前者对承载力起有利作用。此时，若按原规范进行设计，则构件的可靠度将严重不足，即使采用 $\gamma_G = 1.2$ 进行设计，可靠度仍然不足。为了保证构件具有必要的可靠度，且考虑经济指标不致波动过大和应用方便，国家现行《建筑结构荷载规范》规定在这种情况下应取 $\gamma_G = 1.0$ 。

多年来，国内某些设计单位在设计上已经考虑反号荷载效应对结构可靠度的影响，而另一些设计单位基于本身的经验不考虑