

苏 联

混凝土和钢筋混凝土结构

设计规范

(СНиП 2.03.01-84)

本手册中引用的标准、规范仅作“参考资料”使用，如需采用，必须以现行有效版本的标准、规范为准。

院总工程师办公室 1997.10

冶金建筑研究总院 钢筋混凝土结构研究室
技 术 情 报

一九八六年七月

苏 联
混凝土和钢筋混凝土结构
设计规范

(СНП 2.03.01 - 84)

总 校	束继华
审 定	柳春圃
责 任 编 辑	陈 智

冶金建筑研究总院 钢筋混凝土结构研究室
技 术 情 报

一九八六年七月

译编者的话

苏联《混凝土与钢筋混凝土结构设计规范》由苏联国家基本建设委员会批准，已于1986年1月1日起生效，该规范取代了原CH_{иП} I-21-75和CH 511-78两本规范。

该规范采用国际计量单位及国际标准化组织规定的符号，调整了一系列计算公式中的系数；在材料方面以混凝土强度等级取代了原来的标号，增加了自应力混凝土等品种；在一般规定中增加了平面与大体积结构，考虑了钢筋非线性的一系列规定。在新的试验和理论研究的基础上，对抗裂性有新的要求，并规定了某些能降低结构材料用量的计算和构造方法；在计算方面如对短悬臂构件的斜截面计算改用斜压杆模式，进一步提高其承载能力，并对构件的斜裂缝开展计算采用新方法，等等。

该书内容丰富，对从事钢筋混凝土结构设计、研究及教学的科技人员均有很大的参考价值。对编制钢筋混凝土结构设计规范也有很大参考价值。

由于我们水平有限，不妥或错误之处在所难免，诚恳欢迎广大读者批评指正。

译、编者

1986年7月于北京

1986.7.16

目 录

一、总则

基本原则	(2)
基本计算规定	(2)
预应力结构设计的补充规定	(6)
考虑钢筋混凝土非线性性能	
计算平面和块体结构的一般原则	(12)

二、混凝土与钢筋混凝土结构材料

混凝土	(15)
混凝土的标准和计算特征	(18)
钢筋	(27)
钢筋的标准及计算特征	(28)

三、按第一类极限状态计算混凝土及钢筋混凝土构件

混凝土构件的强度计算	(36)
偏心受压构件	(36)
受弯构件	(39)
钢筋混凝土构件的强度计算	(39)
构件的正截面强度计算	(39)
矩形、T形、工形及环形截面的受弯构件	(41)
矩形及环形截面偏心受压构件	(42)
中心受拉构件	(47)
矩形截面偏心受拉构件	(47)
一般计算情况(任意截面、外力及任意配筋)	(48)
构件的斜截面强度计算	(51)
空间截面的强度计算(弯扭构件)	(55)
矩形截面构件	(55)
钢筋混凝土构件在局部荷载作用下的计算	(57)
局部承压计算	(57)
冲切计算	(59)
拔脱计算	(60)
埋设件计算	(60)
钢筋混凝土构件的疲劳计算	(62)

四、按第二类极限状态计算钢筋混凝土构件

钢筋混凝土构件按裂缝形成计算	(64)
按垂直裂缝形成的计算	(64)
按斜裂缝形成的计算	(67)

钢筋混凝土构件按裂缝开展计算	(67)
按垂直裂缝开展计算	(68)
按斜裂缝开展计算	(70)
钢筋混凝土构件按裂缝闭合计算	(70)
按垂直裂缝的闭合计算	(71)
按斜裂缝的闭合计算	(71)
钢筋混凝土结构构件的变形计算	(71)
钢筋混凝土构件受拉区无裂缝区段曲率的确定	(71)
钢筋混凝土构件受拉区有裂缝区段曲率的确定	(73)
挠度计算	(76)
五、构造要求	
构件截面的最小尺寸	(79)
混凝土保护层	(79)
钢筋的最小间距	(81)
非预应力钢筋的锚固	(81)
构件的纵向配筋	(83)
构件的横向配筋	(84)
钢筋的焊接接头和预埋件	(86)
非预应力钢筋的搭接接头 (非焊接)	(87)
装配式结构构件的接头	(88)
个别的构造要求	(89)
预应力钢筋混凝土构件构造的补充规定	(90)
附录1 (法定的) 钢筋的主要种类及其在钢筋混凝土结构中的应用范围	
(与作用荷载特征及计算温度有关)	(91)
附录2 (法定的) 碳素钢在钢筋混凝土及混凝土结构	
预埋件中的应用范围	(93)
附录3 (法定的) 钢筋焊接接头的基本型式	(94)
附录4 (法定的) 钢筋与带钢板焊接接头的基本型式	(97)
附录5 (参考的) 主要符号	(99)

苏联国家建设委员会	建 筑 法 规	СНП 2.03.01-84
	混凝土和钢筋混凝土结构	代替 СНП II -21-75 СН 511-78

本规范适用于经常表面温度不高于50℃和不低于负70℃、具有不同用途的建筑物和构筑物的混凝土和钢筋混凝土结构设计。

规范各项规定适用于设计由重混凝土*、细颗粒混凝土、轻混凝土、多孔和密孔混凝土，以及自应力混凝土制作的混凝土和钢筋混凝土结构。

本规范基本原则符合СТ СЭВ 384-76规定。

本规范的规定不适用于水工构筑物、桥梁、运输隧道、路基下的管道、公路和飞机路面的混凝土和钢筋混凝土结构、钢丝网水泥结构，以及用下列混凝土制作的结 构：平均密度小于500和高于2500kg/m³的混凝土，聚合物浸渍混凝土、聚合物混凝土，以及以石灰、矿渣和混合胶合料(用在多孔混凝土的除外)配制的混凝土，以石膏和特殊胶结料配制的混凝土，以及有特殊填充料和有机填充料的混凝土和大孔混凝土。

对特殊使用条件(地震、对混凝土和钢筋混凝土结构有侵蚀性的介质、高湿度等的作用)下的混凝土和钢筋混凝土结构，设计时应遵守有关规范、标准的补充规定。

混凝土的等级是按СТ СЭВ 1406-78规定的混凝土强度指标采用的。

本规范所采用的基本符号符合СТ СЭВ 1565-79规定，见附录5。

苏联建委钢筋混凝土 研究所提出	苏联国家建设委员会批准 1984年8月20日 NO136	1986年1月1日生效
--------------------	---------------------------------	-------------

*重混凝土相当于我国的普通混凝土，以下均称普通混凝土；轻混凝土相当于我国的轻骨料混凝土—编者。

一、总 则

基 本 原 则

1.1 混凝土和钢筋混凝土结构,按照CT CЭB 1406-78规定,应通过计算、材料选用、尺寸选取和构造,保证对其所有极限状态所要求的可靠度。

1.2 结构选型应从具体建造条件下的技术经济合理使用角度出发,最大限度地降低材料,能源和劳动消耗量,以及建筑造价,实现的方法有:

应用高效能的建筑材料和结构;

减轻结构的重量;

最充分地利用材料的物理力学性能;

利用当地建筑材料;

遵守节约主要建筑材料用量的规定。

1.3 建筑物和构筑物设计采用的结构方案应保证其整体和单体构件在建造和使用的所有阶段中,具有必要的强度、稳定性和空间不变性。

1.4 装配式结构的构件应适合于专业化企业的机械化生产条件。

选用装配式结构构件时,应优先考虑高强混凝土和高强钢筋制作的预应力结构和轻混凝土,以及多孔混凝土制作的结构(在其他规范无限制使用规定时)。

根据安装设备起吊能力及制造和运输条件的许可程度,适当地扩大装配式结构构件。

1.5 现浇结构应采用便于应用工具式模板的标准模数尺寸和大型空间钢筋骨架。

1.6 装配式结构应特别注意构件连接的强度和耐久性。

构件的节点和连接接头应通过各种结构上和工艺上的措施,保证应力的可靠传递、连接处构件的自身强度,以及后浇混凝土与构件的混凝土在连接处的紧密接合。

1.7 混凝土构件可应用于下列情况:

a) 多数用于纵向力偏心距较小,其值不大于3.3条规定的受压结构;

b) 个别情况用于构件破坏时不直接危及人的生命和设备安全(搁置在密实地基上的构件等)的大偏心受压和受弯结构中。

注:在使用阶段仅由混凝土保证强度的结构视作混凝土结构。

1.8 室外冬季计算温度可根据CHиП 2.01.01-82的规定,按建造地区五天最低气温平均值取用。

环境空气湿度可根据CHиП 2.01.01-82按建造地区温度最高月室外相对湿度的平均值或按采暖房屋室内相对湿度确定。

1.9 本规范采用CT CЭB 1565-79 对建筑结构设计规定的基本值符号及其脚标。

基本计算规定

1.10 混凝土和钢筋混凝土结构应满足承载能力(第一类极限状态)和正常使用条件下

(第二类极限状态)的计算要求。

a) 第一类极限状态计算应保证避免:

脆性、粘结或其他性质的破坏(必要时考虑结构破坏前挠度的强度计算);

结构形状丧失稳定(薄壁结构稳定计算等)或位置丧失稳定(挡土墙倾复和滑移计算,深埋或地下贮罐、抽水站等上浮计算);

疲劳破坏(多次重复荷载——移动或脉动荷载作用下吊车梁、轨枕和某些不平衡机器下框架基础和楼板等结构的疲劳计算);

力的因素和环境不利影响(侵蚀介质周期性和经常性作用、冻融交替作用和火灾作用等)共同作用下的破坏。

6) 第二类极限状态计算应保证避免:

裂缝的形成、裂缝的扩展和长期扩展(如不允许使用阶段形成裂缝或裂缝长期扩展);过大位移(挠度、倾角和转角、振幅)。

1.11 结构整体及其单个构件通常应对制作、运输、安装和使用等所有阶段进行极限状态计算,此时,计算简图应与采用的结构形式符合。

钢筋混凝土结构经试验检验或使用经验证明,裂缝宽度不超过允许值和使用阶段刚度足够时,可不进行抗裂和变形验算。

1.12 荷载与作用值、荷载可靠系数、组合系数和恒载与活荷载的分类,应按照CHⅡΠ I -6-74规定采用。

荷载值必须按照苏联建委批准的《结构设计时建筑物和构筑物重要等级划分标准》的规定,乘以可靠度系数。

第二类极限状态(使用阶段)的计算荷载应按照1.16和1.20条规定取用。此时,长期荷载值应为CHⅡΠ I -6-74规定的短期荷载全部值的一部分,而计算中取用的短期荷载应为扣除长期荷载后的值。荷载组合系数和折减系数是对短期荷载全部值而言的。

对阳光辐射未加防护的,且在CHⅡΠ 2.01.01-82规定气候分区ⅣA之内使用的结构,计算时应考虑气温的作用。

对混凝土和钢筋混凝土结构,按照CHⅡΠ I -2-80规定,同样应保证其耐火性。

1.13 计算装配式结构构件在起吊、运输和安装时产生的内力,结构自重应乘以下列动力系数:

运输时 1.60;

起吊和安装时 1.40。

所规定的动力系数,按已有的经验,可取用更低的值,但不得小于1.25。

1.14 装配整体式结构及具有承重钢筋的现浇结构,应按下列两个工作阶段计算其强度,裂缝的形成和开展,以及变形:

a) 在现浇混凝土达到规定强度之前的阶段,荷载取用该混凝土自重和该施工阶段结构的其他荷载;

6) 在现浇混凝土达到规定强度之后的阶段,荷载取用结构在该阶段和使用阶段作用的荷载。

1.15 超静定结构因荷载和强迫位移(由于混凝土温度、湿度的变化和支座移动等)产生的内力,以及静定结构的内力,当按变形图式计算时,一般应考虑混凝土和钢筋的非弹性变形

和裂缝的存在确定之。

对于尚未研究出考虑钢筋混凝土非弹性性能计算方法的结构,以及对于考虑钢筋混凝土非弹性性能的过渡阶段的计算,如超静定钢筋混凝土结构内力,允许按线弹性假定确定。

1.16 对结构(或局部)的抗裂性按其工作条件和钢筋种类,规定如下等级要求:

a) 第一级——不允许裂缝形成;

b) 第二级——允许有限定宽度的短期裂缝开展 a_{crc1} , 并保证其以后能可靠的封闭(覆盖)。

c) 第三级——允许有限定宽度的短期裂缝开展 a_{crc1} 和长期裂缝开展 a_{crc2} 。

短期裂缝开展可视为在恒载、长期和短期荷载共同作用下的裂缝开展; 长期裂缝开展——仅在恒载和长期荷载作用下。

在无侵蚀环境中使用的钢筋混凝土结构的抗裂等级要求和裂缝开展极限允许宽度; 限制结构不透水性时列于表1; 保证钢筋完整性时列于表2。

钢筋混凝土结构按裂缝形成、开展或闭合计算时的使用阶段荷载, 应按表3规定取用。

在抗裂性等级要求属于第二级和第三级的结构或其部分构件中, 如在表3规定的相应荷载下不形成裂缝, 则可不进行结构裂缝短期开展和闭合(第二级)计算, 或裂缝短期和长期开展(第三级)计算。

上述的钢筋混凝土结构抗裂性等级要求系指与构件纵轴线垂直的裂缝和斜向裂缝而言。

为防止纵向裂缝的出现, 必须采取构造措施(配置相应的横向钢筋), 对于预应力构件, 除此以外还应限制预压阶段混凝土的压应力值(见1.29条规定)。

1.17 在恒载、长期和短期荷载作用下, 计算中取荷载可靠度系数 $\gamma_f = 1.0$ 时, 无锚固的预应力构件在其端部应力传递区长度范围(见2.29条规定)内不允许出现裂缝。

此时, 钢筋中预应力沿应力传递区长度的分布可取从零到最大值, 呈线性增长。

沿截面高度从换算截面重心到预加压力引起的截面受拉边所包含的截面部分, 如其中没有配置无锚固的预应力钢筋时, 允许不按上述规定考虑。

1.18 如果预应力构件在使用荷载下的受压区, 按计算, 在制作、运输和施工阶段出现与纵轴垂直的裂缝, 应考虑构件在使用阶段受拉区抗裂性的降低, 以及构件曲率值的增大。对多次反复荷载作用下的构件, 不允许出现这种裂缝。

1.19 对在混凝土受拉区一出现裂缝的同时就丧失承载能力的少筋钢筋混凝土构件(见4.9条), 其纵向受拉钢筋截面面积必须按强度计算所需面积增加不少于15%。

1.20 钢筋混凝土结构构件的挠度不应超过下列要求规定的极限允许值;

a) 工艺要求(吊车、工艺设备、机器等正常工作条件);

表1

结 构 工 作 条 件	钢筋混凝土结构抗裂性等 级要求和保证结构不透水性的 裂缝开展极限允许宽度 a_{crc1} 与 a_{crc2} (mm)
1. 承受液体和气体压力的构件, 当其截面为: 全截面受拉 部分截面受压	第一级* 第三级; $a_{crc1}=0.3$; $a_{crc2}=0.2$
2. 承受松散体压力的构件	第三级; $a_{crc1}=0.3$; $a_{crc2}=0.2$

* 第一级结构应优先应用预应力。在特殊情况下可不采用预应力, 为此, 其抗裂性可归为第三级要求。

表2

结构使用条件	钢筋混凝土结构抗裂性等级要求和保证钢筋完整性时, 裂缝开展极限允许宽度 a_{crcl} 和 a_{crc2} (mm)		
	钢筋级别为A-I, A-II, A-III, A-III _B 和A-IV; 钢丝级别为B-I及Bp-1	钢筋级别为A-V及A-VI; 钢丝级别为B-II, Bp-II, K-7及K-19, 钢丝直径为3.5mm及以上	钢丝级别为B-II, Bp-II及K-7, 钢丝直径为3mm及以下
1. 在封闭的室内	第三级 $a_{crcl}=0.4$ $a_{crc2}=0.3$	第三级 $a_{crcl}=0.3$; $a_{crc2}=0.2$	第三级 $a_{crcl}=0.2$; $a_{crc2}=0.1$
2. 露天, 以及高于或低于地下水位的土中	第三级 $a_{crcl}=0.4$; $a_{crc2}=0.3$	第三级 $a_{crcl}=0.2$; $a_{crc2}=0.1$	第二级 $a_{crcl}=0.2$
3. 在地下水位变化的土中	第三级 $a_{crcl}=0.3$; $a_{crc2}=0.2$	第二级 $a_{crcl}=0.2$	第二级 $a_{crcl}=0.1$

注: 1. 钢筋的级别符号见2.17条;

2. 对钢绞线系指外层的钢丝

表3

钢筋混凝土结构 抗裂性等级要求	计算荷载及其可靠度系数 γ_f			
	按裂缝形成计算	按裂缝开展计算		按裂缝闭合计算
		短 期	长 期	
第一级	恒载、长期与短期荷载 $\gamma_f > 1.0^*$	—	—	—
第二级	恒载、长期与短期荷载 $\gamma_f > 1.0^*$ (已判明必须按长期裂缝开展和闭合进行验算)	恒载、长期与短期荷载 $\gamma_f = 1.0$	—	恒载与长期荷载 $\gamma_f = 1.0$
第三级	恒载、长期与短期荷载 $\gamma_f = 1.0$ (已判明必须按裂缝开展验算)	同 上	恒载与长期荷载 $\gamma_f = 1.0$	—

*系数 γ_f 按强度计算时的数值取用。

注: 1. 长期与短期荷载按1.12条规定取用;

2. 当裂缝存在可能引起严重灾难时(爆炸、火灾等), 考虑特殊荷载计算裂缝形成。

6) 构造要求(有变形限制的相邻构件影响; 保持规定坡度的必要性等);

b) 美感要求(人对结构适用性的感受)。

极限允许挠度值列于表4。

变形计算应按下述情况进行; 当限于工艺上或构造上要求时, 按恒载, 长期与短期荷载作用进行计算; 当限于美感要求时, 按恒载与长期荷载作用进行计算。此时宜取 $\gamma_f = 1.0$ 。

在恒载、长期和短期荷载作用下, 梁或板的挠度对所有情况不应超过跨度的1/150和悬臂长度的1/75。

当工艺或构造要求无限制时, 极限允许挠度值可增加建筑起拱高度。

对与相邻构件无连系的楼板、楼梯踏步、平台等应补充颤动验算：施加短期集中荷载1000 N在最不利作用图式下产生的附加挠度不应大于0.7 mm。

1.21 当混凝土与钢筋混凝土构件在纵向压力作用下进行强度计算时，应注意在计算中没有考虑的因素引起的偶然偏心距 e_a 。偏心距 e_a 的取值在任何情况下均不得小于构件长度，或在无变位固定截面之间距离的1/600，截面高度的1/30。此外，对预制构件组成的结构，应考虑到构件可能出现的相互错位，其大小与结构类型，安装方法等有关。

对超静定结构构件，纵向力相对于换算截面重心的偏心距 e_0 ，可取等于静定结构计算求得的偏心距，但不小于 e_a 。对静定结构构件，偏心距 e_0 取等于结构静力计算求出的偏心距与偶然偏心距之和。

1.22 温度-伸缩缝的间距，一般应通过计算确定。

表4

构 件 类 型	极限允许挠度	构 件 类 型	极限允许挠度
1. 吊车梁： 手 动 吊 车 电 动 吊 车	$l/500$ $l/600$	4. 农业生产用房屋盖构件， 当跨度(m)为： $l < 6$ $6 \leq l \leq 10$ $l > 10$	$l/150$ 4 cm $l/250$
2. 平面天花板的楼盖及屋盖构件（第4项规定除外）： 当跨度(m)为： $l < 6$ $6 \leq l \leq 7.5$ $l > 7.5$	$l/200$ 3 cm $l/250$	5. 悬挂墙板(平面外计算时)： 当跨度(m)为： $l < 6$ $6 \leq l \leq 7.5$ $l > 7.5$	$l/200$ 3 cm $l/250$
3. 肋形天花板楼盖及楼梯构件， 当跨度(m)为： $l < 5$ $5 \leq l \leq 10$ $l > 10$	$l/200$ 2.5 cm $l/400$		

表4中采用的符号： l —梁或板的跨度；对悬臂构件， l 值取等于2倍悬臂挑出长度。

注：第1和5项中的极限允许挠度取决于工艺及构造要求，第2~4项中取决于美感要求。

预应力结构设计的补充规定

1.23 确定预应力钢筋S及S'中相应的预应力 σ_{sp} 以及 $\sigma_s'p$ ，应考虑预应力值的允许偏差P，对钢筋和钢丝应遵守下列条件：

$$\sigma_{sp} + P \leq R_{s,ser}; \quad \sigma_{sp} - P \geq 0.3 R_{s,ser} \quad (1)$$

当采用机械方法张拉钢筋时，P值取 $0.05\sigma_{sp}$ ，而当采用电热法及电热机械法时，按下列公式确定：

$$P = 30 + \frac{360}{l} \quad (2)$$

式中 P——单位为MPa；

l——预应力钢筋长度（台座外边缘之间的距离），(m)。

当采用自动化方法张拉钢筋时，在公式（2）中的分子360用90代换。

1.24 预应力钢筋 S 与 S' 在台座上张拉结束时，相应的张拉控制应力值 σ_{con1} 和 σ'_{con1} 取等于 σ_{sp} 与 σ'_{sp} （见1.23条），其中不包括锚具变形和钢筋摩擦损失（见1.25条）。

预应力钢筋 S 与 S' 在已硬化的混凝土上张拉时，张拉应力作用处的控制应力值相应地取等于 σ_{con2} 与 σ'_{con2} ，根据计算截面中预应力 σ_{sp} 与 σ'_{sp} 的保证条件按下式确定：

$$\sigma_{con2} = \sigma_{sp} - \alpha \left(\frac{P}{A_{red}} + \frac{Pe_{op}y_{sp}}{I_{red}} \right) \quad (3)$$

$$\sigma'_{con2} = \sigma'_{sp} - \alpha \left(\frac{P}{A_{red}} - \frac{Pe_{op}y'_{sp}}{I_{red}} \right) \quad (4)$$

在公式（3）和（4）中：

σ_{sp} , σ'_{sp} ——计算时不考虑预应力损失；

P , e_{op} ——按（8）和（9）式计算，其中 σ_{sp} 与 σ'_{sp} 值考虑第一批预应力损失；

y_{sp} , y'_{sp} ——与1.28条规定相同；

$\alpha = E_s/E_b$

自应力结构钢筋中的应力根据混凝土中应力（自应力）平衡条件计算。

结构中混凝土的自应力可根据考虑配筋率的自应力 S_p 的混凝土标号、钢筋在混凝土中的位置（单轴向、双轴向及三轴向配筋），以及在必要的情况下，考虑结构在荷载下混凝土的收缩与徐变来确定。

注：由B7.5~B12.5级轻混凝土制作的结构， σ_{con1} 与 σ_{con2} 值分别不应超过400和550MPa。

1.25 预应力构件计算时，应考虑钢筋的预应力损失。

在台座上张拉钢筋时，应考虑下列应力损失：

a) 第一批损失——由锚具变形、钢筋在弯折装置上的摩擦、钢筋应力松弛、温度梯度、模板变形（在模板上张拉钢筋时）和混凝土快流动徐变引起的损失；

b) 第二批损失——由混凝土的收缩和徐变引起的损失。

在混凝土上张拉钢筋时，应考虑下列应力损失：

B) 第一批损失——由锚具变形、钢筋在孔道壁或在结构混凝土表面上的摩擦引起的损失；

r) 第二批损失——由钢筋应力松弛、混凝土的收缩与徐变、变形钢筋对混凝土的挤压、块体间接头变形（对块体拼装结构）引起的损失。

钢筋的预应力损失应按表5确定，此时，结构设计取用的总损失值不应小于100MPa。

在计算自应力构件时，仅考虑与自应力混凝土标号和环境湿度有关的由混凝土收缩与徐变引起的预应力损失。自应力结构在湿度饱和的条件下使用，不考虑收缩引起的损失。

1.26 当按表5中第8和9项确定混凝土收缩与徐变引起的预应力损失时，应遵守下列规定：

a) 当预先知道结构承受载荷的日期时，预应力损失应乘以按下式确定的系数 φ_1 ：

$$\varphi_1 = \frac{4t}{100 + 3t} \quad (5)$$

式中 t ——以昼夜计的时间，当确定徐变损失时，从混凝土预压之日算起，当确定收缩损失时，从混凝土浇灌完毕之日算起。

6) 在空气湿度低于40%地区使用的结构,其预应力损失应增加25%; CHиП 2.01.01-82法规规定的ⅣA气候分区内使用的普通混凝土和细颗粒混凝土结构和对阳光幅射未加防护的结构除外,对这些结构上述损失值应增加50%;

Б) 如水泥品种、混凝土成份,结构制作与使用条件等均为已知时,可根据已有的经验采用更精确的方法确定预应力损失值。

1.27 在计算中所用的钢筋预应力值,应包括钢筋张拉准确系数 γ_{sp} ,其值由下式确定:

$$\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta\gamma_{sp} \quad (6)$$

当对预应力有不利影响时 $\Delta\gamma_{sp}$ 取正号(即在结构工作的确定阶段,或者在构件所考虑的区段内预应力使承载能力降低,促使裂缝形成等);当对预应力有有利影响时取负号。

当采用机械方法张拉钢筋时, $\Delta\gamma_{sp}$ 值取等于0.1;当采用电热方法和电热机械方法张拉时,可按下式确定:

$$\Delta\gamma_{sp} = 0.5 \frac{P}{\sigma_{sp}} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}} \right) \quad (7)$$

但不小于0.1。

式中 P, σ_{sp} ——见1.23条规定;

n_p ——在构件截面内张拉钢筋的根数。

在确定钢筋预应力损失,以及在裂缝开展和变形计算中, $\Delta\gamma_{sp}$ 值可取等于零。

1.28 计算预应力结构所用的混凝土和钢筋的应力,以及混凝土的预压内力,按下列规定确定。

垂直于构件纵轴的截面应力按弹性材料计算规则确定。此时,采用换算截面;其中包括因孔道、凹槽等削弱的混凝土截面,以及需乘以钢筋与混凝土弹性模量比 α 的全部纵向钢筋截面(预应力与非预应力筋)。若混凝土截面部分是由不同级别或种类的混凝土组成,则根据混凝土弹性模量比值换算为同一级别或同一种类的混凝土。

预压力 P 和其相对于换算截面重心处的偏心距 e_{op} (图1)按下式确定:

$$P = \sigma_{sp} A_{sp} + \sigma'_{sp} A'_{sp} - \sigma_s A_s - \sigma'_s A'_s; \quad (8)$$

$$e_{op} = \frac{\sigma_{sp} A_{sp} y_{sp} + \sigma'_{sp} A'_{sp} y'_{sp} - \sigma_s A_s y_s - \sigma'_s A'_s y'_s}{P} \quad (9)$$

式中 σ_s, σ'_s ——由混凝土收缩与徐变引起的非预应力钢筋 S 与 S' 中的应力;

$y_{sp}, y'_{sp}, y_s, y'_s$ ——由换算截面重心至相应于预应力钢筋和非预应力钢筋 S 与 S' 合力作用点的距离(见图1)。

当为弯曲预应力钢筋时, σ_{sp} 和 σ'_{sp} 值乘以相应的 $\cos\theta$ 和 $\cos\theta'$,此处 θ 和 θ' ——钢筋轴线对构件纵轴所考虑截面的倾角。

应力 σ_{sp} 和 σ'_{sp} 采用如下:

а) 在混凝土预压阶段——考虑第一批损失;

б) 在构件使用阶段——考虑第一批和第二批损失。

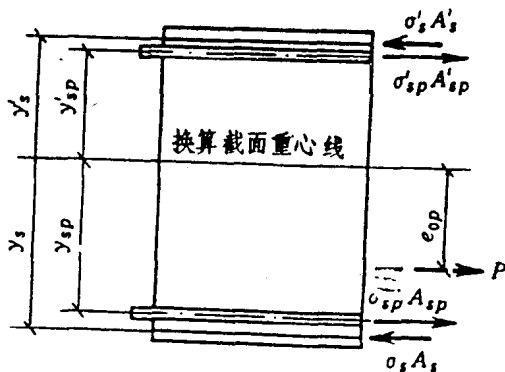


图1 钢筋混凝土构件横截面上钢筋中的预应力简图

应力 σ_s 和 σ'_s 取等于下列数值:

在混凝土预压阶段——按表5第6项快速流动徐变应力损失取用;

在构件使用阶段——按表5第6, 8, 9项混凝土收缩与徐变应力损失之和取用。

表5

引起钢筋预应力损失的因素	张拉钢筋时预应力损失值 (MPa)	
	在台座上	在混凝土上
	A 第一批损失	
1. 钢筋松弛: 采用机械方法张拉时:		
a) 钢丝	$(0.22 \frac{\sigma_{sp}}{R_{s,ser}}) \sigma_{sp}$	—
6) 钢筋 采用电热和电热机械方法张拉时:	$0.1 \sigma_{sp} - 20$	—
b) 钢丝	$0.05 \sigma_{sp}$	—
r) 钢筋	$0.03 \sigma_{sp}$	—
	此处 σ_{sp} 按不考虑损失取用 (MPa)。如果算得的损失值为负值时, 应取其等于零。	
2. 温度梯度 (对混凝土加热时, 张拉钢筋在受热区和在承受张拉力设备之间的温度差)	对B15~B40级混凝土为 $1.25 \Delta t$ 对 $\geq B45$ 级混凝土时为 $1.0 \Delta t$ 此处 Δt —加热钢筋与承受张拉力的固定台座(加热区之外)之间的温度差($^{\circ}\text{C}$), 在无准确数据时, 取 $\Delta t = 65^{\circ}\text{C}$ 在处理过程中, 稍稍拧紧张拉钢筋, 以弥补温度差引起的损失时, 该损失取等于零。	— —
3. 靠近张拉设备的锚具变形	$\frac{\Delta l}{l} E_s$, 式中 Δl —垫圈的压缩, 锚头的挤压等, 取等于2mm; 在夹具中钢筋的滑移, 按下式确定 $\Delta l = 1.25 + 0.15d$, 1mm。 d —钢筋直径(mm); l —被张拉钢筋的长度(模板或台座外边缘之间的距离)(mm)。 用电热法张拉时, 在计算中不考虑锚具变形损失, 因为在确定钢筋的全部伸长值时已考虑。	$\frac{\Delta l_1 + \Delta l_2}{l} E_s$, 式中 Δl_1 —在构件混凝土和锚具间设置的垫圈或垫板的压缩, 取等于1mm; Δl_2 —杯式锚具、锚头锚具、带螺帽的锚具和卡具的变形, 取等于1mm; l —张拉钢筋的长度(构件长)(mm)
4. 钢筋的摩擦: a) 沿孔道壁或结构混凝土表面 6) 沿弯起设备	$\sigma_{sp} (1 - \frac{1}{e^{\delta \theta}})$ 式中 e —自然对数底; δ —系数, 取0.25; θ —钢筋轴线转角之和(弧度); σ_{sp} —取不考虑损失值	$\sigma_{sp} (1 - \frac{1}{e^{\omega x + \delta \theta}})$, 式中 e —自然对数底; ω, δ —按表6确定的系数; x —从张拉设备至计算截面区段的长度(m); θ —钢筋轴线转角之和(弧度); σ_{sp} —取不考虑损失值 (属6项)

续表5

5. 制作预应力钢筋混凝土结构时钢模板的变形	$\eta \frac{\Delta l}{l} E_s,$ 式中 η—系数,按下式确定: 用千斤顶张拉时 $\eta = \frac{n-1}{2n}$ 用电热机械法以绕线机张拉时(用荷载建立50%内力) $\eta = \frac{n-1}{4n}$ n—不同时张拉钢筋的组数; Δl—台座沿内力P作用线的缩短,按模板变形计算; l—台座外边缘之间的距离。 当缺少模板制作工艺和结构的资料时,因模板变形损失取等于30MPa。 当采用电热法张拉时,在计算中不考虑由模板变形引起的损失,因为在确定钢筋总伸长时已考虑。	
6. 快流动徐变: a) 自然硬化的混凝土; 6) 加热养护的混凝土	当 $\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} \leq \alpha, 40 \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}};$ 当 $\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} > \alpha, 40\alpha + 85\beta(\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} - \alpha)$ 式中 α和β—系数,取值如下: $\alpha = 0.25 + 0.025 R_{bp}$ 但不大于0.8; $\beta = 5.25 - 0.185 R_{bp}$ 但不大于2.5及不小于1.1; σ_{bp}—纵向钢筋S及S'重心处已按本表第1~5项考虑损失的混凝土应力。 对抗压强度不大于11MPa的轻混凝土,取60代替式中系数40。 按本表第6a项公式计算损失值再乘以系数0.85。	
7. 钢筋松弛: a) 钢丝 6) 钢筋	B、第二批损失 — —	$(0.22 \frac{\sigma_{sp}}{R_{s,ser}} - 0.1) \sigma_{sp}$ $0.1 \sigma_{sp} - 20$ (见本表第1项说明)

续表5

8. 混凝土收缩(见1.26条):	自然硬化混凝土	在大气压力下加 热养护的混凝土	与混凝土硬化条件无关
普通混凝土的等级:			
a) B35及以下	40	35	30
б) B40	50	40	35
в) B45及以上	60	50	40
细颗粒混凝土, 组别为:			
г) A	按本表第8a、6项确定的损失乘以系数1.3		40
д) B	按本表第8a项确定的损失乘以系数1.5		50
е) B	按本表第8a项确定损失, 对自然硬化的普通混凝土一样		40
轻混凝土采用的细骨料为:			
ж) 密实	50	45	40
з) 多孔	70	60	50
9. 混凝土徐变(见第1.26条):	$\text{当 } \sigma_{bp}/R_{bp} \leq 0.75; 150\alpha\sigma_{bp}/R_{bp};$ $\text{当 } \sigma_{bp}/R_{bp} > 0.75 300\alpha(\sigma_{bp}/R_{bp} - 0.375)$		
a) 普通混凝土及采用密实细骨料的轻混凝土	式中 σ_{bp} —与本表第6项相同, 但按本表1~6项考虑损失; α —系数, 对自然硬化混凝土取1.00; 对大气压力下加热养护的混凝土取0.85。		
б) 细颗粒混凝土按组别:	按本表第9a项公式计算的损失值乘以系数1.3 按本表第9a项公式计算的损失值乘以系数1.5 当 $\alpha=0.85$ 时按本表第9a项公式计算损失值		
а) 采用多孔细颗粒的、轻混凝土;	按本表第9a项公式计算的损失值乘以系数1.2		
10. 在变形钢筋和环状钢筋下混凝土的压缩(当结构直径在3m以内)	—		$70 - 0.22d_{ext},$ 式中 d_{ext} —结构的外直径(cm)
11. 块体间接头压缩变形(块体拼装结构)	—		$\frac{n\Delta l}{l} E_s,$ 式中 n —沿张拉钢筋长度上结构及装置的接缝数; Δl —接头的压缩: 当以混凝土填缝时, 取0.3mm; 当用于法接头时, 取0.5mm; l —张拉钢筋长度(mm)

注: 1. 预应力钢筋 S' 的损失计算同预应力钢筋 S ;

2. 自应力结构的混凝土收缩与徐变损失根据试验资料确定。

1.29 预压阶段混凝土的压应力 σ_{bp} 不应超过表7中规定的数值(用除以混凝土预压强度 R_{bp} 的比值表示)。

混凝土最外受压纤维应力 σ_{bp} 值按表5第1~6项考虑预应力损失和当钢筋张拉准确系数 γ_{sp} 等于1时确定的。

1.30 对在使用过程中,混凝土预压应力为可调的预应力结构(例如,反应堆,贮液池,电视塔),常采用与混凝土无粘结的张拉钢筋,因而对钢筋必须采取有效防锈措施。对混凝土与钢筋之间无粘结的预应力结构应按第一级抗裂性要求。

表6

孔道或表面	确定钢筋摩擦损失的系数 (见表5第4项)		
	ω	δ 值	
		钢丝束, 钢绞线	规律变形钢筋
1. 孔道			
金属壁	0.0030	0.35	0.40
由刚性孔道模形成的混凝土壁	0	0.55	0.65
由柔性孔道模形成的混凝土壁	0.0015	0.55	0.65
2. 混凝土表面	0	0.55	0.65

表7

截面应力状态		预压阶段混凝土的压应力与混凝土预压强度之比 $\sigma_{b p} / R_{b p}$ 不大于			
		当室外冬季计算温度($^{\circ} \mathrm{C}$)			
		≥-40		<-40	
		当预压作用于			
		中 心	偏 心	中 心	偏 心
1. 在外荷载作用 下应力减少或不变	在台座上	0.85	0.95*	0.70	0.85
	在混凝土上	0.70	0.85	0.60	0.70
2. 在外荷载作用 下应力增加	在台座上	0.65	0.70	0.50	0.60
	在混凝土上	0.60	0.65	0.45	0.50

*对逐级施加预应力的构件,当设有钢支承压垫板和间接钢筋且体积配筋率 $\mu_v \geq 0.5\%$ (见5.15条)时,在不少于应力传递区长度 l_p 范围内(见2.29条),可取 $\sigma_{bp}/R_{bp} = 1.00$ 。

注:1. 对饱和水状态下的混凝土,且计算气温低于 -40°C 时,其取值应比本表 σ_{bp}/R_{bp} 规定值降低0.05;

2. 室外冬季计算气温按照1.8条规定取值;

3. 对B7.5~B12.5级轻混凝土, σ_{bp}/R_{bp} 取值不应大于0.30。

考虑钢筋混凝土非线性性能

计算平面和块体结构的一般原则

1.31 在计算属第一类和第二类极限状态的平面结构(梁-墙、楼板类)和块体结构的应力、变形和位移时,应考虑物理非线性、各向异性,在必要的情况下还应考虑徐变、积伤(在长期过程中)和几何非线性(对薄壁结构)。

注:各向异性——所有各个方向材性(指力学性能)的不同性。正交异性——各向异性的形态之一,有三个相互垂直的材性对称平面。

1.32 在确定应力和应变相互联系的对比关系方面及材料的强度条件和抗裂性条件方面,均应考虑物理非线性、各向异性和徐变。因此,对构件变形应划分两个阶段:裂缝形成