

新编 《混凝土结构设计规范》 GB50010-2002 简介

周 氏

河海大学

一、修订过程与原则

§ 1 修订过程

- 新规范修订历时 4 年（1997-2001）
- 召开了全体修订组会议 7 次
 各类专题研讨会 67 次
- 经历了：初稿→征求意见稿（共征求 116 个单位，征得意见 1089 条）→送审稿→试设计→全国审查会（2000 年 11 月）→对审查意见专题讨论→第二次送审稿→反馈意见 426 条→报批稿
- 2002 年 2 月 20 建设部批准发布：新规范 2002

年 4 月 1 日实施，原规范 GBJ10-89 在 2002 年 12 月 31 日废止。

- 新规范共 11 章，454 条，7 个附录。

其中强制性条文 17 条，占 3.7%。

- 主编——中国建筑科学研究院

参编——17 个

修订组成员——27 人，另 5 人列席。

§ 2 背景与修订原则

- 我国现有 5 本混凝土结构设计规范：

建工——GBJ10-89

水工——SL/T191-96

港工——JTJ267-98

铁路桥涵——TB10002 • 3-99

公路桥涵——JTJ023-

面临建筑市场化，打破部门垄断；

面临高校改革，成立大土木工程专业，要求设计规范尽可能统一。

- 加入 WTO，要求规范尽可能与国际接轨。
- 修订原则
 - *国内统一
 - *国际接轨
 - *补充完善
 - *安全高强
- 无粘结预应力混凝土结构由专门规程作出规定。

§ 3 试设计

- 由北京五家大设计院对高层、多层厂房、砖混等八个结构进行了试设计

1. 单按新荷载规范设计

住宅、办公室楼面活载 $1.5\text{kN/m}^2 \rightarrow 2.0\text{kN/m}^2$

厨房、厕所等楼面活载 $2.0\text{kN/m}^2 \rightarrow 2.5\text{kN/m}^2$

风、雪荷载 30 年一遇 $\rightarrow$ 50 年一遇

对永久荷载效应控制的组合, γ_G 由 1.20 $\rightarrow$ 1.35

民用板梁——用钢量+7~8%

工业楼板——用钢量+6%

2. 按新荷载规范及新混凝土规范设计

总用钢量增加 10%；按规范最终文本，增加
10~15%

成本上浮 5%

§ 4 强制性条文

- 2000 年 1 月国务院发布国务院 279 号令：《建设工程质量管理条例》。
- 现行建筑行业强制性规范有 750 本，15 万条。
- 2001 年 3 月编制《工程建设标准强制性条文》（约 1500 条）。
- 新规范的强制性条文共 17 条：

未经技术鉴定或设计许可，不得改变结构用途和环境 (1)

结构安全等级 (1)

材料强度标准值及设计值 (4)

预应力分项系数 (1)

保护层厚度 (1)

最小配筋率 (1)

锚筋、吊环 (2)

抗震 (6)

• 今后趋势—建筑法规；技术性规范；企业标准。

二、基本设计规定

§ 1 一般规定

- 新规范中的“一般规定”条文与原规范基本一致。
- 新规范仍采用以概率理论为基础的极限状态设计法。
- 新增加条文：
 - (1) 未经技术鉴定或设计许可，不得改变结构的用途和使用环境。

(2) 明确设计使用年限由《建筑结构可靠度设计统一标准》GB50068 确定。一般建筑为 50 年。若建设单位提出更高要求，也可按建设单位的要求确定。

(3) 结构应具有整体稳定性，结构的局部破坏不应导致大范围倒塌。

§ 2 极限状态

1. 承载能力极限状态计算规定

有关承载能力的条文与原规范基本相同。

- 明确使用年限为 100 年的结构，其重要性系数 γ_0 不应小于 1.1。
- 原规范中有关屋架、托架及承受恒载为主的轴压、小偏压构件的安全等级应提高一级的规定取消。

- 原规范中有关预制构件施工阶段的安全等级可降低一级的规定取消。

- 承载能力极限状态计算时，荷载效应的基本组合或偶然组合中的荷载应取为设计值。

2 正常使用极限状态验算规定

- 原规范把荷载效应分为：短期效应组合及长期效应组合。新规范改称为：荷载效应的标准组合及准永久组合，其荷载分别取为标准值或准永久值。

- 抗裂验算依据裂缝控制等级分别按荷载效应的标准组合或准永久值组合验算。裂缝宽度及挠度验算则按标准组合并考虑长期作用影响进行。
- 新规范的挠度限值与原规范全同。
- 新规范的裂缝控制等级仍分为三级，其中二级的控制要求稍有放松。
- 正常使用极限状态验算时，材料强度取为标准值。

§ 3 耐久性要求

1. 耐久性问题的严重性

2. 环境类别

环境类别	条 件
一	室内正常环境
二 a	室内潮湿环境； 露天的、与无侵蚀性水土接触的环境（非寒冷地区）
二 b	露天的、与无侵蚀性水土接触的环境（寒冷地区）
三	使用除冰盐的环境； 寒冷地区水位变动区； 滨海室外环境
四	海水环境
五	侵蚀性物质影响环境

3. 混凝土耐久性基本要求（设计使用年限=50 年）

环境类别	最大水灰比	最小水泥用量（kg/m ³ ）	最低混凝土等级	最大氯离子含量（%）	最大碱含量（kg/m ³ ）
一	0.65	225	C20	1.0	不限制
二 a	0.6	250	C25	0.3	3.0
二 b	0.55	275	C30	0.2	3.0
三	0.50	300	C30	0.1	3.0

- 设计使用年限为 100 年的耐久性要求。
- 三类环境宜用环氧树脂涂层钢筋。
- 四、五类环境，耐久性要求应符合有关标准。
- 临时性建筑不考虑耐久性。

4. 结构设计

- 滴水
- 不积水，潮气散发
- 慎用薄肋型结构
- 保护层厚度
- 表面保护

三、材料与材料强度

§ 1 混凝土

1. 混凝土强度等级 f_{cu}

- 取消 C7.5、C10；增添 C65、C70、C75、C80

2. 强度标准值

(a) 混凝土轴心抗压强度标准值 f_{ck}

- 混凝土强度标准值仍按 95%保证率确定。
- 由试验得知 $\overline{f_c} = \alpha_{c1} \overline{f_{cu}}$

α_{c1} : 当 $\leq C50$ 时, $\alpha_{c1} = 0.76$;

当 $C80$ 时, $\alpha_{c1} = 0.82$ 。

• 新规范对 $C40$ 以上的混凝土, 计入脆性折减系数 α_{c2} 。当 $\leq C40$ 时, $\alpha_{c2} = 1.0$; 当 $C80$ 时, $\alpha_{c2} = 0.87$ 。

• 考虑试件与构件之差异, 取修正系数 0.88 。

• 故
$$\overline{f_c} = 0.88 \alpha_{c1} \alpha_{c2} \overline{f_{cu}}$$

因 $\overline{f_{ck}} = \overline{f_c} (1 - 1.645\delta)$; $f_{cuk} = \overline{f_{cu}} (1 - 1.645\delta)$

所以得:
$$f_{ck} = 0.88 \alpha_{c1} \alpha_{c2} f_{cuk}$$

由引得各强度等级时的 f_{ck} ，见下表。

(b) 混凝土轴心抗拉强度标准值 f_{tk}

• 由试验得知： $\overline{f_t} = 0.395 \overline{f_{cu}}^{0.55}$

• 同样考虑 α_{c2} 及 0.88,

故 $\overline{f_t} = 0.88\alpha_{c2} \times 0.395 \overline{f_{cu}}^{0.55}$

• 代入 $f_{tk} = \overline{f_t} (1 - 1.645\delta)$, $f_{cuk} = \overline{f_{cu}} (1 - 1.645\delta)$

得 $f_{tk} = 0.88\alpha_{c2} \times 0.395 \left(\frac{f_{cuk}}{1 - 1.645\delta} \right)^{0.55} (1 - 1.645\delta)$

$$f_{tk} = 0.88\alpha_{c2} \times 0.395 f_{cuk}^{0.55} (1 - 1.645\delta)^{0.45}$$

由此得 f_{tk} 值，见下表。

	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
f_{ck}	10.0	13.4	16.7	20.1	23.4	26.8	29.6	32.4	35.5	38.5	41.5	44.5	47.4	50.2
f_c	7.2	9.6	11.9	14.3	16.7	19.1	21.1	23.1	25.3	27.5	29.7	31.8	33.8	35.9
f_{tk}	1.27	1.54	1.78	2.10	2.20	2.39	2.51	2.64	2.74	2.85	2.93	2.99	3.05	3.11
f_t	0.91	1.10	1.27	1.57	1.57	1.71	1.80	1.89	1.96	2.04	2.09	2.14	2.18	2.22

2. 强度设计值

$$f_c = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$f_t = \frac{f_{tk}}{\gamma_c}$$

混凝土材料强度材料强度分项系数 γ_c 原规范取为1.35，新规范取为1.40。由此得出 f_c 及 f_t ，见上表。

- 新规范取消了混凝土弯曲抗压强度 f_{cm} 。

3. 混凝土弹性模量 E_c

原规范弹模公式 $E_c = \frac{10^5}{22 + 34.7/f_{cu}}$ ，仍适用于高

强混凝土，故新规范的 E_c 值同原规范。

4. 混凝土疲劳强度设计值

$$f_c^f = \gamma_\rho f_c$$

$$f_t^f = \gamma_\rho f_t$$

- 修正系数 γ_ρ 可根据疲劳应力比值 $\rho_c^f \left(\rho_c^f = \frac{\sigma_{c \min}^f}{\sigma_{c \max}^f} \right)$

由表查出，其值同原规范。

- 疲劳验算时，用到的混凝土疲劳变形模量 E_c^f 也同原规范。

§ 2 钢 筋

1. 过去钢筋品种存在的问题

- (1) 强度偏低
- (2) 规格不全
- (3) 冷轧带肋钢筋质量差
- (4) 冷拉、冷拔钢筋延性低
- (5) III级钢筋推广慢

2. 新规范中的钢筋

(1) 钢筋混凝土用

HRB400 新III级——主导 $d=6\sim 50\text{mm}$

HRB335 II级——辅助 $d=6\sim 50\text{mm}$

HPB235 I级——辅助 $d=8\sim 20\text{mm}$

RRB400 余热处理钢筋 $d=8\sim 50\text{mm}$

强度标准值 f_{yk} 与冶标一致, 分 400、335、235 三档

强度设计值 $f_y = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$ $\gamma_s = 1.10$ (原规范 II 级钢 $\gamma_s = 1.08$)

(2) 预应力混凝土用

钢绞线	1×3	ϕ^S	$d_g = 8.6 \sim 12.9 \text{ mm}$
	1×7		$d_g = 9.5 \sim 15.2 \text{ mm}$
钢丝	光面	ϕ^P	$d = 4 \sim 9 \text{ mm}$
	螺旋肋	ϕ^H	$d = 4 \sim 9 \text{ mm}$
	刻痕	ϕ^I	$d = 5、7 \text{ mm}$
热处理钢筋		ϕ^{HT}	$d = 6、8.2、10 \text{ mm}$

强度标准值 f_{ptk} 是以抗拉强度 σ_b 为准的，并具有 95% 以上的保证率。冶标有 1470、1570、1670、1720、1770、1860、 N/mm^2 等规格，分别对应于不同的直径。

$$\text{强度设计值 } f_{py} = \frac{\sigma_{p,0.2}}{\gamma_s} = \frac{0.85 \sigma_b}{\gamma_s}$$

（原规范用 $0.80\sigma_b$ ）

钢筋强度分项系数 $\gamma_s = 1.20$ 。

- 新规范未示列入冷加工钢筋。取消了热轧Ⅳ级钢筋。

3. 钢筋弹性模量 E_s

基本同原规范，但钢丝、钢绞线的 E_s 稍有调整。

4. 钢筋的疲劳应力幅限值

- 钢筋疲劳验算，原规范以钢筋应力 $\sigma_s^f \leq f_{py}^f$ 为准的，在此 f_{py}^f 为疲劳强度设计值。新规范根据疲劳理论，以钢筋应力幅 $\Delta\sigma_s^f \leq \Delta f_y^f$ （疲劳应力幅限值）为准的。在此

$$\Delta\sigma_s^f = \sigma_{s\max}^f - \sigma_{s\min}^f$$

应力幅限值 Δf_y^f 是由疲劳应力比值 ρ_s^f ($\rho_s^f = \sigma_{s \max}^f / \sigma_{s \max}^f$) 查表得出，

新规范的 Δf_y^f 是由原规范套算得出的，由于试验资料不全， Δf_y^f 数值有空缺。见新规范表 4.2.5-1。

四、结构分析

§ 1 基本原则

(1) 应根据荷载规范所规定荷载，对结构进行荷载效应分析（内力、应力或变形）。

(2) 在施工及使用期的不同阶段，有不同的结构型式及受力工况时，应分别进行结构分析。

(3) 计算图形、边界条件、材料性能指标、初始应力及变形等，应符合实际情况，并应有相应

的构造措施加以保证。

（4）分析中采用的简化和近似假定，应有理论依据或经实践验证。

（5）结构分析要求完全满足力学平衡条件、在不同程度上符合变形协调条件；并采用合理的本构关系。

（6）结构分析的电算程序应经考核和验证，其计算结果应经判断和校核，方可用于工程设计。

§ 2 结构分析方法

结构分析可根据具体条件选择下列方法：

(1) 线弹性分析方法

(2) 考虑塑性内力重分布方法——弯矩调幅法
(连续梁、刚架)

(3) 塑性极限分析方法——塑性铰线法、条带法 (板)

(4) 非线性分析方法——非线性有限元法 (板、

壳、实体结构)

(5) 试验分析方法 —— (复杂体型结构)

- 不同的结构分析方法适用于不同结构类型和不同工况。
- 线弹性分析方法最为常用，一般偏于安全。但也有可能因实际结构的开裂引起的变形使相邻部位的内力发生不利的变化。
- 直接承受动力荷载的构件以及要求不出现裂缝

或处于侵蚀环境等情况下的结构，不应采用考虑塑性的分析方法。

- 非杆系的二维、三维结构可采用弹性理论分析、弹性有限元等方法确定其弹性应力，可根据主拉应力图形的面积确定所需的配筋量。

- 非线性全过程分析时，材料的性能指标宜取平均值（ $\bar{f}_t$ 、 $\bar{f}_c$ 、 $\bar{f}_y$ 、 E_c 、 E_s ）；材料的本构关系宜通过试验测定，也可用经过验证的数学模型。新

规范给出了混凝土单轴 $\sigma - \varepsilon$ 关系、多轴强度和破坏准则，可供参考。

- 非线性分析验算承载力时，应将荷载效应的基本组合（设计值）作相应的修正：

受拉钢筋控制破坏时——修正系数 1.4

受压混凝土或斜截面控制破坏时——修正系数 1.9

非线性分析验算正常使用极限状态时，可取荷载效应的标准组合，一般不作修正。

§ 3 混凝土的单轴本构关系及多轴强度

为适应非线性分析的需要，新规范首次给出了：

混凝土单轴受压 $\sigma - \varepsilon$ 关系式及受拉 $\sigma - \varepsilon$ 关系式；

混凝土二轴（压一压，拉一压，拉一拉）应力状态下的强度包络图；

混凝土三轴受压、三轴拉一压、三轴受拉应力状态下的强度；

混凝土多轴应力状态下的破坏准则一般表达式；

混凝土的本构关系建议采用非线性弹性的正交异性模型。

五、受弯和受压正截面承载力计算

§ 1 正截面承载力计算的一般规定

1. 计算时的基本假定

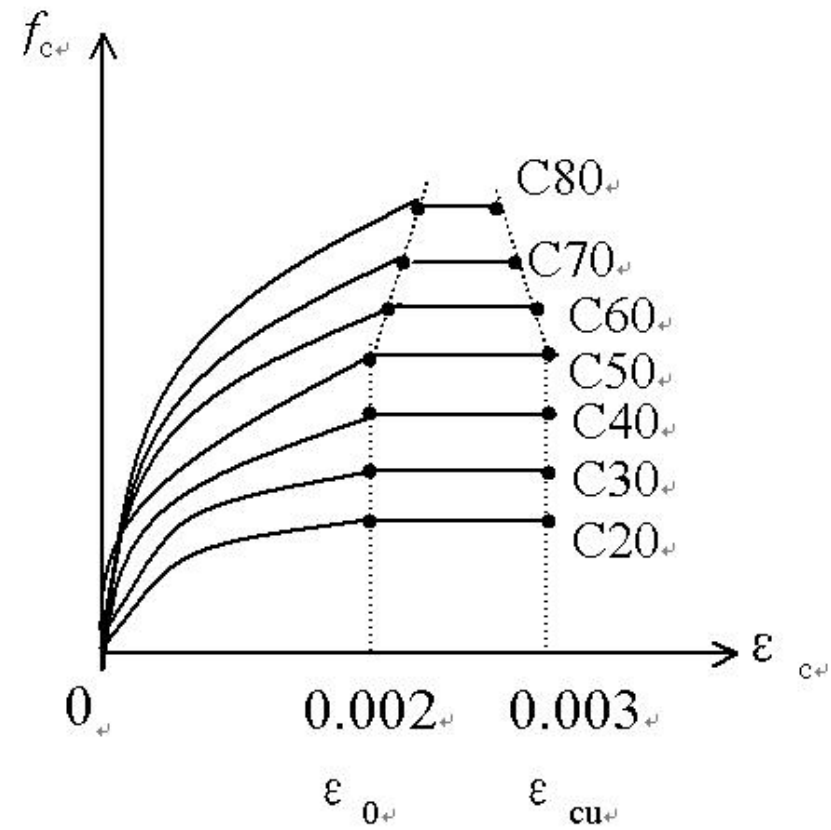
同原规范。但受压区混凝土的 $\sigma - \varepsilon$ 关系改为：

- 当 $\varepsilon_c \leq \varepsilon_o$ 时
$$\sigma_c = f_c \left[1 - \left(1 - \varepsilon_c / \varepsilon_o \right)^n \right]$$
- 当 $\varepsilon_o \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu}$ 时
$$\sigma_c = f_c$$

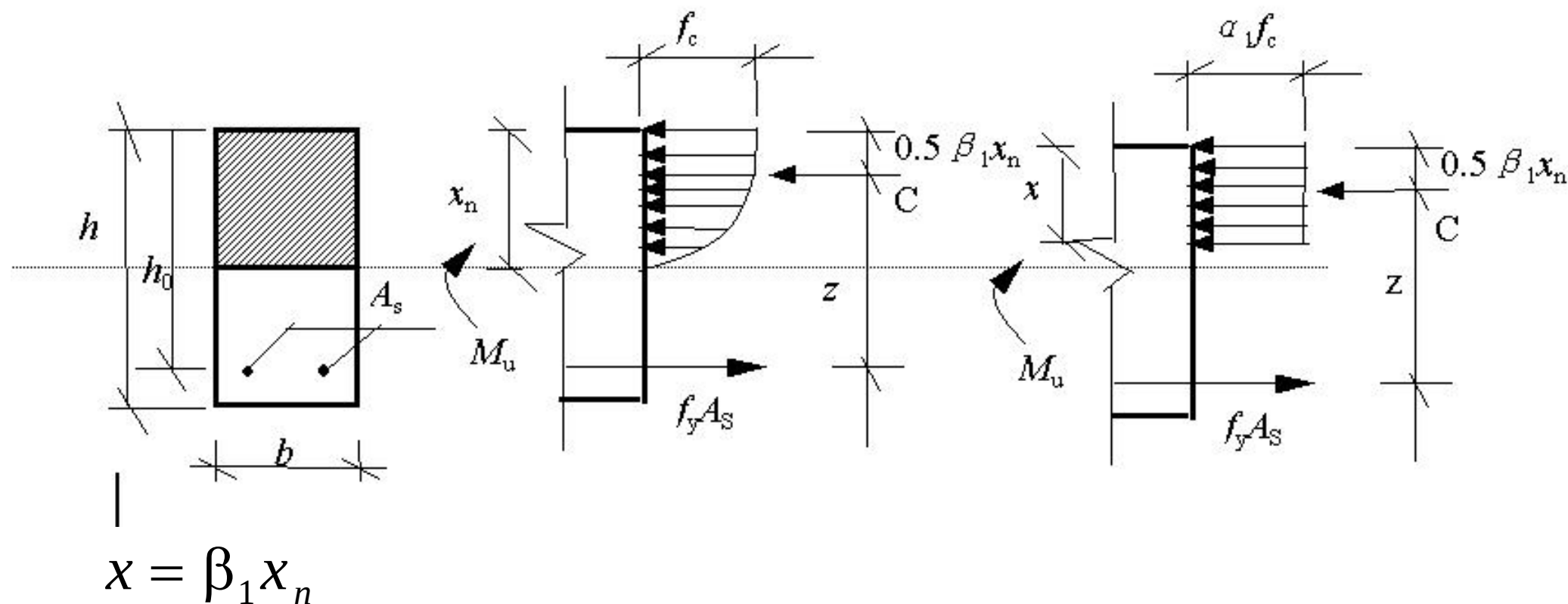
$$n = 2 - \frac{1}{60}(f_{cuk} - 50)$$

$$\varepsilon_0 = 0.002 + 0.5(f_{cuk} - 50) \times 10^{-5}$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.0033 - (f_{cuk} - 50) \times 10^{-5}$$



2. 受压区应力图形的简化



	$\leq C50$	C60	C70	C80
α_1	1.0	0.98	0.96	0.94
β_1	0.8	0.78	0.76	0.74

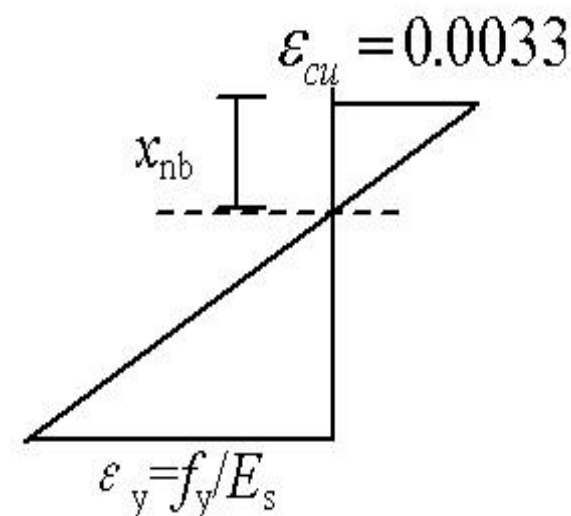
- 原规范最大应力 $f_{cm} \longrightarrow f_c$
- 矩形应力图形应力 $f_{cm} \longrightarrow \alpha_1 f_c$
- 原规范 $x = 0.8x_n \longrightarrow x = \beta_1 x_n$

3. 相对界限受压区高度 ξ_b

原规范:

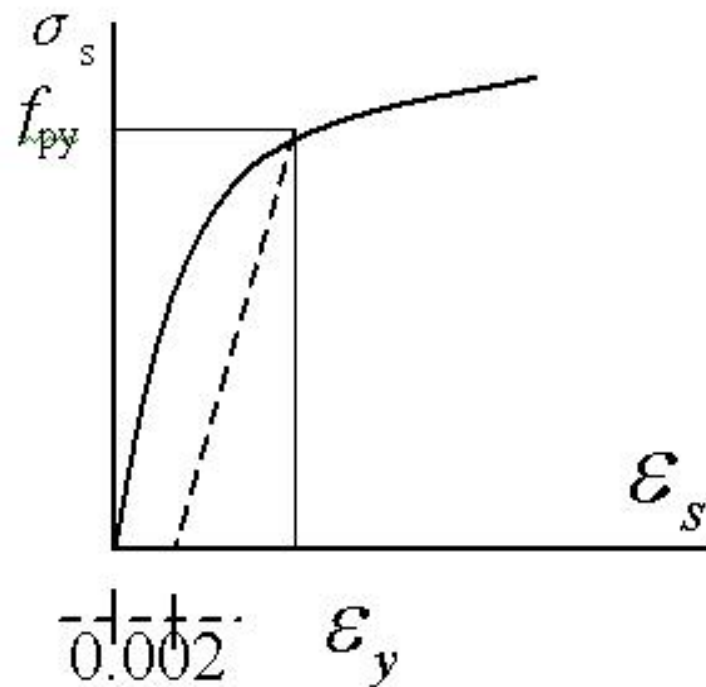
(1) 对有屈服点钢筋

$$\xi_b = \frac{x_b}{h_o} = \frac{0.8}{1 + \frac{f_y}{0.0033 E_s}}$$



(2)对无屈服点钢筋（预应力）

$$\xi_b = \frac{0.8}{1.6 + \frac{f_{py} - \sigma_{po}}{0.0033E_s}}$$



$$\varepsilon_y = 0.002 + \frac{f_{py}}{E_s}$$

新规范:

(1) 钢筋混凝土构件

有屈服点钢筋

$$\xi_b = \frac{\beta_1}{1 + \frac{f_y}{\varepsilon_{cu} E_s}}$$

无屈服点钢筋

$$\xi_b = \frac{\beta_1}{1 + \frac{0.002}{\varepsilon_{cu}} + \frac{f_y}{\varepsilon_{cu} E_s}}$$

(2) 预应力混凝土构件 $\xi_b = \frac{\beta_1}{1 + \frac{0.002}{\varepsilon_{cu}} + \frac{f_{py} - \sigma_{po}}{\varepsilon_{cu} E_s}}$

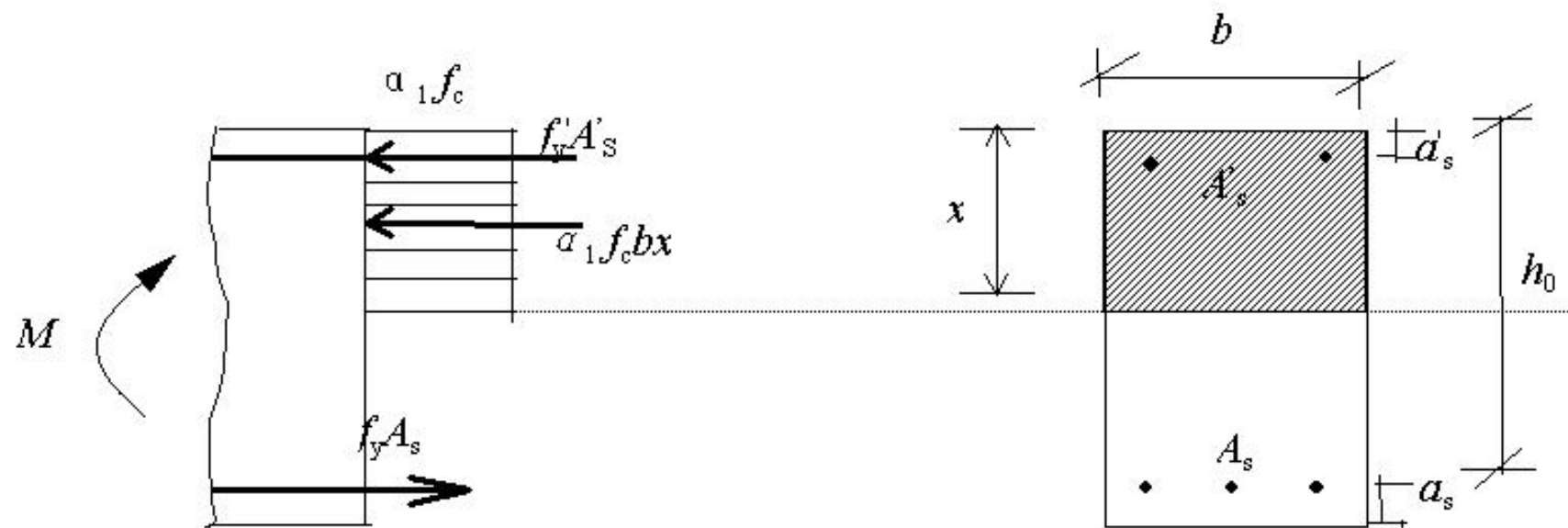
4. 任意位置的纵向钢筋应力 σ_{si}

新规范同样可用近似公式：

$$\sigma_{si} = \frac{\left(\frac{x}{h_{oi}} - \beta_1 \right)}{\xi_b - \beta_1} f_y$$

§ 2 受弯构件正截面受弯承载力计算

1、矩形截面，钢筋混凝土受弯构件



基本公式: $M \leq \alpha_1 f_c b x \left(h_o - \frac{x}{2} \right) + f_y' A_s' (h_o - a_s')$ --- (1)

$$\alpha_1 f_c b x = f_y A_s - f_y' A_s' \quad \text{--- (2)}$$

应用条件:

$$x \leq \xi_b h_o \quad \text{--- (3)}$$

$$x \geq 2a_s' \quad \text{--- (4)}$$

如不满足式 (4), 则承载力可不计 A_s' 的作用或可

用下式计算：

$$M \leq f_y A_s (h_o - a'_s) \quad \text{---(5)}$$

注意：① M 中包含 γ_o 在内。

② 以 $\alpha_1 f_c$ 代替原规范的 f_{cm} ， $\alpha_1 = 1.0 \sim 0.94$ 。

③ 求 ξ_b 的公式，稍有不同。

④ 对混凝土强度等级 $\leq C50$ 时，公式与原规范是一样的。

2.T形、I截面

- ① 仍分为第一类或第二类 T 形截面。
- ② 第一类 T 形截面($x \leq h'_f$)按宽度为 b'_f 的矩形截面计算；第二类 T 形截面($x > h'_f$)应考虑腹板受压作用。
- ③ 翼缘计算宽度 b'_f 取值同原规范。
- ④ 除了受压区混凝土应力改用 $\alpha_1 f_c$ 外，其余公式与原规范全同。

3 轴心受压构件受压承载力计算

1. 钢箍柱
$$N \leq 0.9\Phi(f_c A + f_y' A_S')$$

与原规范不同，仅在于多一个 0.9, 其余全同。

2. 螺旋筋柱
$$N \leq 0.9(f_c A_{cor} + f_y' A_S' + 2\alpha f_y A_{sso})$$

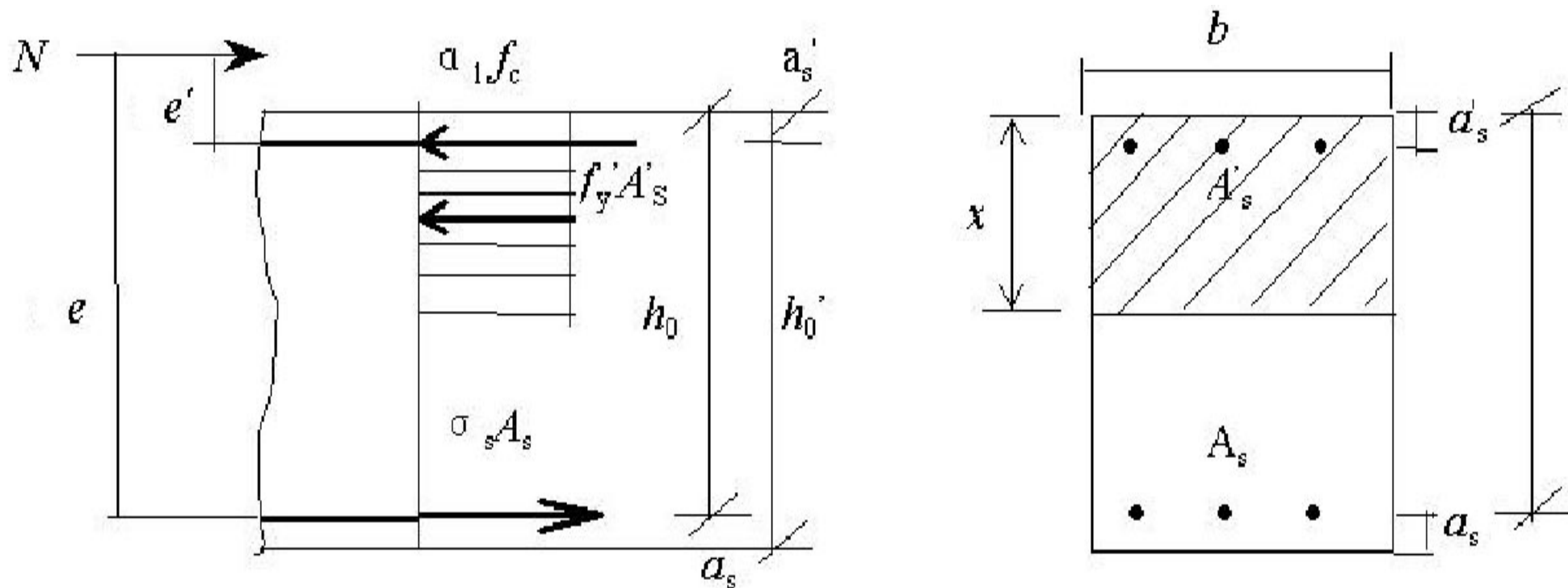
与原规范不同，仅在于多了系数 α ， α — 对混凝土约束的折减系数：

$$\leq C50, \quad \alpha = 1.0$$

$$C80, \quad \alpha = 0.85$$

§ 4 偏心受压构件正截面受压承载力计算

1. 承载力基本公式（矩形截面）



$$N \leq \alpha_1 f_c b x + f_y' A_s' - \sigma_s A_s \quad \text{—— (1)}$$

$$Ne \leq \alpha_1 f_c b x \left(h_o - \frac{x}{2} \right) + f_y' A_s' (h_o - a_s') \quad \text{—— (2)}$$

$$e = \eta e_i + \frac{h}{2} - a \quad \text{—— (3)}$$

$$e_i = e_0 + e_a \quad \text{—— (4)}$$

与原规范不同在于：

(1) 取消 f_{cm} ，改用 $\alpha_1 f_c$ 。

(2) 原规范 $e_a = 0.12(0.3h_o - e_o)$ ，新规范 e_a 取 20mm 及 $h/30$ 两者中的较大者。

基本公式适用条件： $x \geq 2a'_s$

当不满足上式时，应满足条件：

$$Ne' \leq f_y A_s (h_o - a'_s) \quad \text{—— (5)}$$

2. 大偏心受压

- 当 $\xi \leq \xi_b$ 时为大偏压破坏，基本公式中 $\sigma_s = f_y$ 。
在此 $\xi = x/h_0$ 。
- 截面设计时， ξ 未知，当 $\eta e_i \geq 0.3h_0$ 时，可设计成大偏压构件。
- 计算步骤基本同双筋受弯构件。

3. 小偏心受压

- 当 $\xi > \xi_b$ 时为小偏压破坏，式中 $\sigma_s = \left(\frac{\xi - \beta_1}{\xi_b - \beta_1} \right) f_y$ 。
- 截面设计，当 $\eta e_i < 0.3h_0$ 时，可设计成小偏压构件。
- 小偏压破坏时， A_s 的应力小，故 A_s 一般可按最小配筋率配置。
- 然后，联立解式 (1) (2)，求出 X ，再将 X 代入式 (2)，求出 A'_s 。

- 当 $N > f_c b h$ 时，小偏压构件尚应按下式验算：

$$Ne' \leq f_c b h \left(h_o' - \frac{h}{2} \right) + f_y' A_s (h_o' - a_s) \quad \text{---(6)}$$

$$e' = \frac{h}{2} - a_s' - (e_o - e_a) \quad \text{---(7)}$$

4. 对称配筋 ($A_s f_y = A'_s f'_y$)

(a) 大偏压

式 (1) 中的 $\sigma_s = f_y$, 由此求出 $x = \frac{N}{\alpha_1 f_c b}$

(1) 当 $2a'_s < x < \xi_b h_o$, 确为大偏压, 由式 (2) 可得

$$A_s = A'_s = \frac{Ne - N\left(h_o - \frac{x}{2}\right)}{f_y (h_o - a'_s)}$$

(2) 当 $x < 2a'_s$, 则由式 (5) 求 A_s

$$A'_s = A_s = \frac{Ne'}{f_y(h_o - a'_s)}$$

(3) 当 $x > \xi_b h_o$, 则为小偏压破坏。

(b) 小偏压

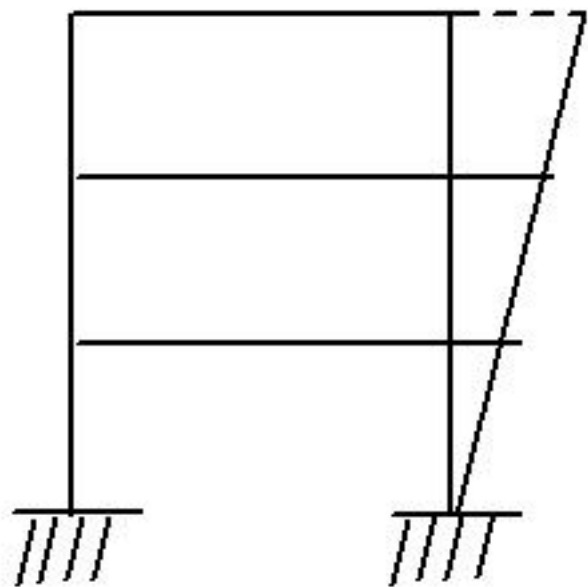
上述 x 是由大偏压公式求出的，现为小偏压，应重新求 X ，规范允许采用近似公式求 X 或 $\xi = x/h_o$ ：

$$\xi = \frac{N - \xi_b \alpha_1 f_c b h_o}{\frac{Ne - 0.43 \alpha_1 f_c b h_o^2}{(\beta_1 - \xi_b)(h_o - a'_s)} + \alpha_1 f_c b h_o} + \xi_b$$

与原规范相应公式之差别仅在于式中系数 0.45 改为 0.43。

5. 二阶效应的考虑

二阶效应是指轴力在杆件产生了侧向位移和杆件挠曲变形的结构中引起的附加内力。



有侧移框架



$$p - \Delta$$

无侧移框架



$$p - \delta$$

二阶效应原属内力分析，但因计算困难，规范只在柱的承载力计算中，采用近似的 $\eta - \ell_0$ 法加以考虑。

$\eta - \ell_0$ 法有许多不足之处。

新规范过渡到可采用两种方法：

- （1）考虑二阶效应的弹性分析法
 - 结构内力仍按弹性体系分析
 - 考虑结构变形的几何非线性

- 杆件的刚度采用折减后的弹性刚度—— $E_c I \times$ 修正系数

- 刚度修正系数采用如下数值：

梁——0.4

柱——0.6

剪力墙——0.45

核心筒壁——0.45

} 不开裂时
用 0.7

- 弹性分析法得出的内力 (M 、 N) 直接用于配筋设计, 不再考虑 η 值, 即前述承载力公式中的

ηe_i 用 $\left(\frac{M}{N} + e_a\right)$ 代替。

(2) $\eta-l_0$ 法

- 即原规范方法

- η 同原规范

$$\eta = 1 + \frac{1}{1400} \frac{e_i / h_o}{\left(\frac{l_0}{h}\right)^2} \zeta_1 \zeta_2$$

- l_o 的取值：对排架柱、栈桥柱及常见框架，同原规范；

- 但当水平荷载产生的 M_h 占总弯矩 75% 以上时， l_o 应取为下列两式中的较小者：

$$l_o = [1 + 0.15(\psi_u + \psi_l)]H$$

$$l_o = (2 + 0.2\psi_{\min})H$$

式中， ψ_u, ψ_l 为柱的上端、下端节点处的柱线刚度与梁线刚度之比，

$$\psi = \frac{\sum E_{cc} I_c / H}{\sum E_{cb} I_b / l_b} ; \psi_{\min} \text{ 为 } \psi_u 、 \psi_l \text{ 两者中的较小值}$$

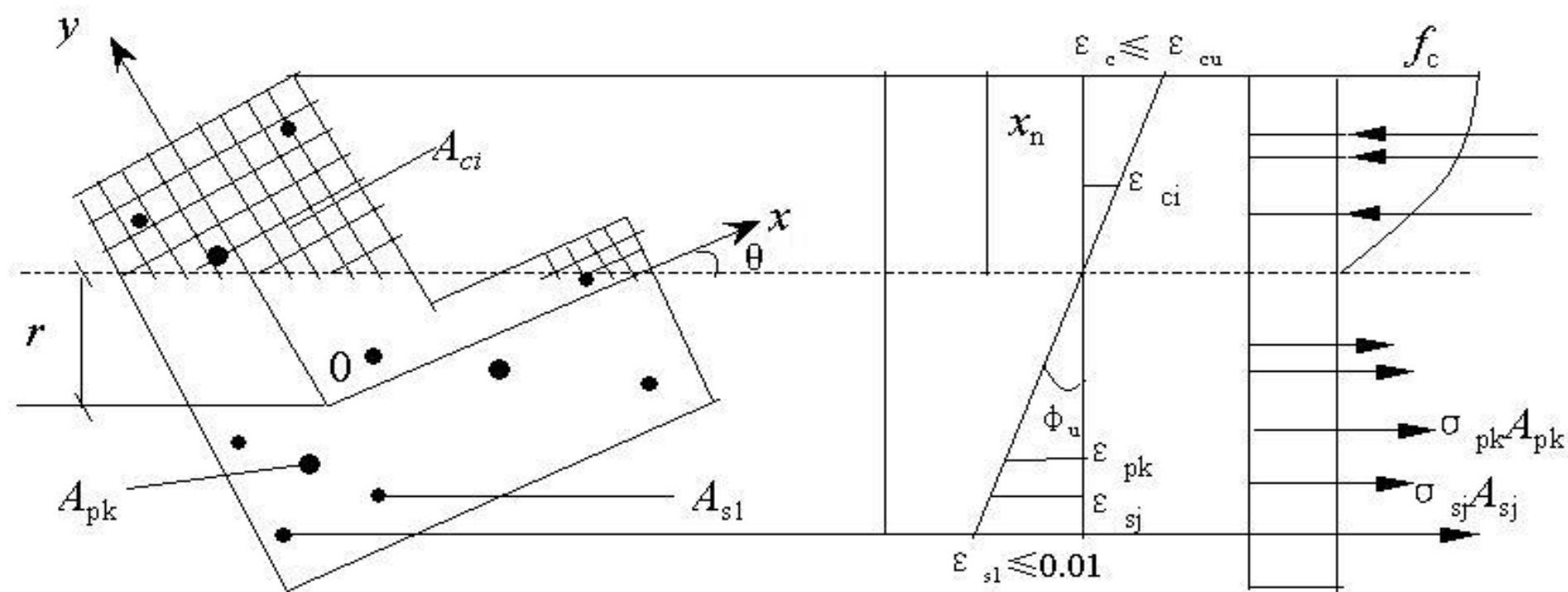
6. 其他问题

其他如 T 形、I 形偏压构件，圆形、环形偏压构件，腹部均匀配筋构件，双向偏压构件等的计算，同原规范。

§ 5 轴心、偏心受拉构件正截面受拉承载力计算

除受压区应力改为 $\alpha_1 f_c$ 外，与原规范全同。

§ 6 任意截面的正截面承载力一般性计算方法



- 将截面划分为混凝土单元 A_{ci} 、普通钢筋单元 A_{sj} 、预应力筋单元 A_{pk} ；

- 各单元的应变按截面应变保持平面的假定求出

$$\varepsilon_{ci} = \phi_u [(x_{ci} \sin \theta + y_{ci} \cos \theta) - r]$$

$$\varepsilon_{sj} = -\phi_u [(x_{sj} \sin \theta + y_{sj} \cos \theta) - r]$$

$$\varepsilon_{pk} = -\phi_u [(x_{pk} \sin \theta + y_{pk} \cos \theta) - r] + \varepsilon_{pok}$$

- 极限转角 ϕ_u

$$\phi_u = \frac{\varepsilon_{cu}}{x_n}$$

$$\phi_u = \frac{0.01}{h_{o1} - x_n}$$

- 根据材料的 $\sigma - \varepsilon$ 关系，由单元应变求出各单元

的应力 $\sigma_{ci}, \sigma_{sj}, \sigma_{pk}$

- 根据静力平衡, 求出 N 、 M_x 、 M_y 与应力的关系式:

$$N \leq \sum_{i=1}^l \sigma_{ci} A_{ci} - \sum_{j=1}^m \sigma_{sj} A_{sj} - \sum_{k=1}^n \sigma_{pk} A_{pk}$$

$$M_x \leq \sum_{i=1}^l \sigma_{ci} A_{ci} x_{ci} - \sum_{j=1}^m \sigma_{sj} A_{sj} x_{sj} - \sum_{k=1}^n \sigma_{pk} A_{pk} x_{pk}$$

$$M_y \leq \sum_{i=1}^l \sigma_{ci} A_{ci} y_{ci} - \sum_{j=1}^m \sigma_{sj} A_{sj} y_{sj} - \sum_{k=1}^n \sigma_{pk} A_{pk} y_{pk}$$

- 逐次假定中和轴位置 x_n , 迭代计算, 需由电算完成。

六、斜截面受剪承载力计算

§ 1 斜截面的破坏类型及防止斜压、斜拉破坏的条件

1. 斜截面的破坏类型

斜拉破坏

剪压破坏

斜压破坏

2. 截面尺寸控制条件——防止斜压破坏

$$\text{当 } h_w / b \leq 4 \text{ 时,} \quad V \leq 0.25\beta_c f_c b h_o$$

$$\text{当 } h_w / b = 6 \text{ 时,} \quad V \leq 0.2\beta_c f_c b h_o$$

β_c ——混凝土强度影响系数, $\leq C50$ 时, $\beta_c = 1.0$;

C80 时, $\beta_c = 0.8$.

3. 箍筋最小配筋率——防止斜拉破坏

$$\rho_{sv} = \frac{nA_{sv1}}{bs} \geq 0.24 \frac{f_t}{f_{yv}} \quad \left(\text{原规范 } \rho_{sv \min} = 0.02 \frac{f_c}{f_{yv}} \right)$$

§ 2 不配腹筋的板类构件斜截面受剪承载力计算

$$V \leq 0.7 \beta_h f_t b h_o$$

$$\beta_h = \left(\frac{800}{h_o} \right)^{\frac{1}{4}}$$

- 改 f_c 为 f_t ，近似取 $f_t = 0.1 f_c$
- 考虑截面高度的影响， $\beta_h = 1.0 \sim 0.8$
- $h > 2000 \text{ mm}$ 的板的配筋

§ 3 受弯构件受剪承载力计算

1. 仅配箍筋时

(1) 一般受弯构件:

$$V \leq V_{cs} + V_p$$

$$\leq 0.7 f_t b h_o + 1.25 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_o + 0.05 N_{po}$$

(原规范 $V \leq 0.07 f_c b h_o + 1.5 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_o + 0.05 N_{po}$)

(2)受集中力为主的独立梁:

$$V \leq \frac{1.75}{\lambda + 1.0} f_t b h_o + 1.0 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_o + 0.05 N_{po}$$

$\lambda = a / h_o$, $\lambda < 1.5$ 时, 取 $\lambda = 1.5$; $\lambda > 3$ 时, 取 $\lambda = 3$

(原规范
$$V \leq \frac{0.2}{\lambda + 1.5} f_c b h_o + 1.25 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_o + 0.05 N_{po} ,$$

并专指矩形截面独立梁)

2.同时配置箍筋及弯起钢筋时

$$V \leq V_{cs} + V_p + 0.8 f_y A_{sb} \sin \alpha_s + 0.8 f_{yv} A_{pb} \sin \alpha_p$$

§ 4 偏心受压（拉）构件受剪承载力计算

1. 偏心受压构件

$$V \leq \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_o + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_o + 0.07 N$$

λ —— 计算截面剪跨比；对各类结构的框架柱，
取 $\lambda = M / (V h_o)$ ；

对框架结构的框架柱，当反弯点在层高范围内，
可取 $\lambda = H_n / (2 h_o)$ ；

当 $\lambda < 1$ 时，取 $\lambda = 1$ ；当 $\lambda > 3$ 时，取 $\lambda = 3$ ；对

其他偏压构件，

当承受均布荷载时，取 $\lambda = 1.5$ ；承受集中荷载时，取 $\lambda = a/h_0$ ，

当 $\lambda < 1.5$ 时，取 $\lambda = 1.5$ ；当 $\lambda > 3$ 时，取 $\lambda = 3$ 。

2. 圆柱的受剪承载力计算

按矩形截面一样计算，取 $b=1.76r$ ； $h_o=1.6r$ 。

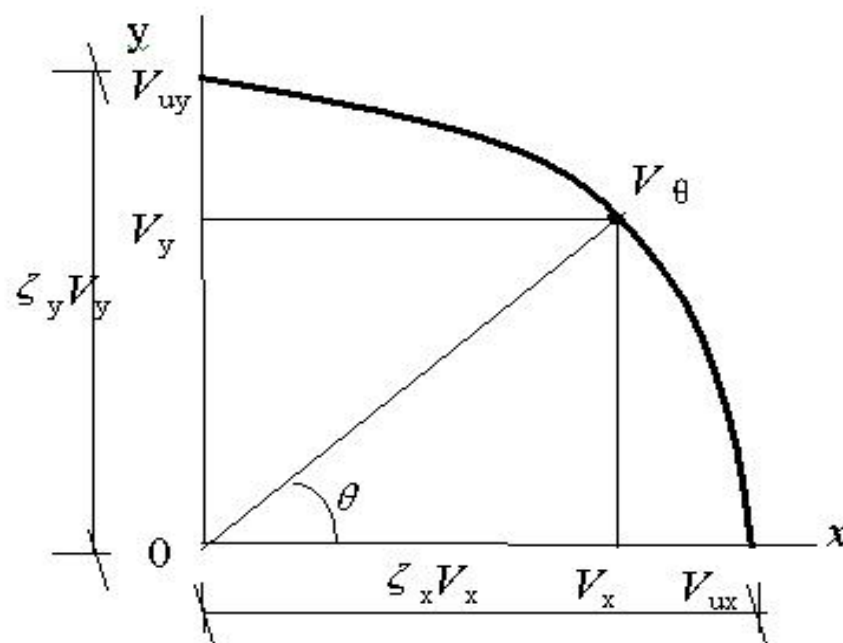
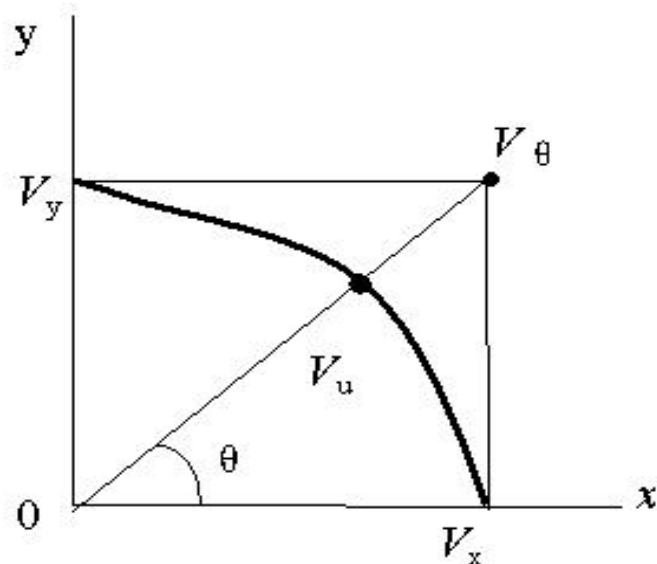
3. 偏心受拉构件

$$V \leq \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_o + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_o - 0.2N$$

§ 5 双向受剪钢筋混凝土框架柱的受剪承载力

研究证明：矩形柱双向受剪时，受剪承载力大致服从椭圆规律：

$$\left(\frac{V_x}{V_{ux}}\right)^2 + \left(\frac{V_y}{V_{uy}}\right)^2 = 1$$



- 用 V_θ 的分力 V_x 、 V_y 分别按正向受剪设计是不安全的。

故需进行超强设计，即在两个正向，剪力分别取为 $\zeta_x V_x$ 及 $\zeta_y V_y$ 设计。

- 取 $V_{ux} = \zeta_x V_x$ ， $V_{uy} = \zeta_y V_y$ 代入上式，可得：

$$\frac{1}{\zeta_x^2} + \frac{1}{\zeta_y^2} = 1$$

- 令 $m = \frac{\zeta_x}{\zeta_y}$, 可得 $\zeta_x = \sqrt{1 + m^2}$, $\zeta_y = \sqrt{1 + \frac{1}{m^2}}$

$$\therefore \zeta_x = \sqrt{1 + \left(\frac{V_{ux} V_y}{V_{uy} V_x} \right)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{V_{ux}}{V_{uy}} \tan \theta \right)^2}$$

$$\zeta_y = \sqrt{1 + \left(\frac{V_{uy} V_x}{V_{ux} V_y} \right)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{V_{uy}}{V_{ux}} \frac{1}{\tan \theta} \right)^2}$$

由此，双向受剪的受剪承载力应符合：

$$V_x \leq \frac{V_{ux}}{\sqrt{1 + \left(\frac{V_{ux}}{V_{uy}} \tan \theta \right)^2}}$$

$$V_y \leq \frac{V_{uy}}{\sqrt{1 + \left(\frac{V_{uy}}{V_{ux}} \frac{1}{\tan \theta} \right)^2}}$$

$$V_{ux} = \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_o + f_{yv} \frac{A_{svx}}{s} h_o + 0.07 N$$

$$V_{uy} = \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t h b_o + f_{yv} \frac{A_{svy}}{s} b_o + 0.07 N$$

- 截面设计时，可近似取

$$\frac{V_{ux}}{V_{uy}} = 1$$

七、扭曲截面承载力计算

§ 1. 防止发生超筋、少筋破坏

1. 截面尺寸控制条件——防止超筋破坏

$$\text{当 } \frac{h_w}{b} \leq 4 \text{ 时} \quad \frac{V}{bh_0} + \frac{T}{0.8W_T} \leq 0.25\beta_c f_c$$

$$\text{当 } \frac{h_w}{b} = 6 \text{ 时} \quad \frac{V}{bh_0} + \frac{T}{0.8W_T} \leq 0.2\beta_c f_c$$

（与原规范不同：（1）也分薄壁、厚壁；（2）加

系数 0.8; (3) 加 β_c)

2. 最小配筋率——防止少筋破坏

(1) 抗扭时箍筋最小配筋率

$$\rho_{svmin} \geq 0.28 \frac{f_t}{f_{yv}}$$

$$(\text{原规范 } \rho_{svmin} = 0.02\alpha \frac{f_c}{f_{yv}}, \quad \alpha = 1 + 1.75(2\beta_t - 1))$$

(2)抗扭纵筋最小配筋率

$$\rho_{tl} = \frac{A_{stl}}{bh} \geq 0.6 \sqrt{\frac{T}{Vb}} \frac{f_t}{f_y}$$

$T/(Vb) > 2.0$ 时 取为 2.0

(原规范: $\rho_{tl \min} = 0.08(2\beta_t - 1)f_t / f_{yv}$, 并且错误地把受弯纵筋与抗扭纵筋合在一起考虑)

§ 2 纯扭构件受扭承载力计算

1. 矩形截面

$$T \leq 0.35 f_t W_t + 1.2 \sqrt{\zeta} f_{yv} \frac{A_{st1} A_{cor}}{s}$$

$$\zeta = \frac{f_y A_{stl} s}{f_{yv} A_{st1} u_{cor}} \quad (0.6 \leq \zeta \leq 1.7)$$

对预应力混凝土构件，当 $e_{p0} \leq \frac{h}{6}$ ，且 $\zeta \geq 1.7$

时，承载力可增加 $0.05 \frac{N_{P0}}{A_0} W_0$

(原规范: $\zeta = \frac{(f_y A_{st\ell} + f_{Py} A_{Pt\ell})s}{f_{yv} A_{st1} u_{cor}}$)

2. I、T 形截面

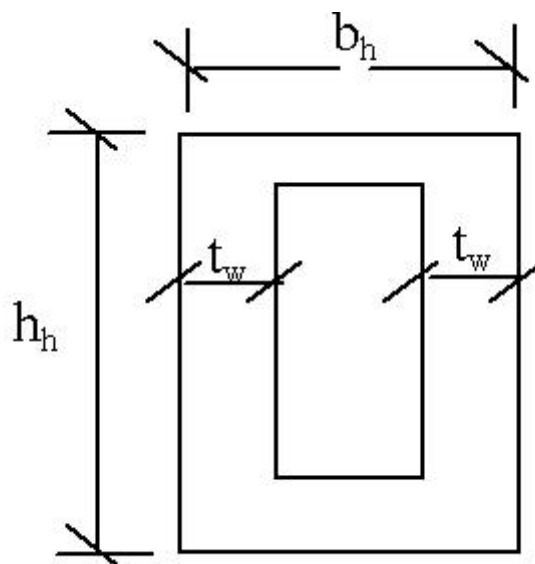
与原规范一样，划分为几个矩形计算

3. 箱形截面

$$T \leq 0.35\alpha_h f_t W_t + 1.2\sqrt{\zeta} f_{yv} \frac{A_{st1} A_{cor}}{S}$$

$$\alpha_h = \frac{2.5t_w}{b_h}, \quad \alpha_h > 1.0 \text{ 时取 } 1.0$$

$$W_t = \frac{b_h^2}{6} (3h_h - b_h) - \frac{(b_h - 2t_w)^2}{6} [3h_w - (b_h - 2t_w)]$$



§ 3 剪扭构件承载力计算

基本同原规范。下面只以一般构件为例：

$$V \leq (1.5 - \beta_t) 0.7 f_t b h_o + 1.25 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_o$$

$$T \leq 0.35 \beta_t f_t W_t + 1.2 \sqrt{\zeta} f_{yv} \frac{A_{st1} A_{cor}}{s}$$

β_t ——混凝土受扭承载力降低系数：

$$\beta_t = \frac{1.5}{1 + 0.5 \frac{V}{T} \frac{W_t}{b h_o}}$$

§ 4 弯剪扭构件承载力计算

近似方法同原规范。

八、冲切、局部承压承载力及疲劳验算

§ 1 受冲切承载力计算

1. 不配置箍筋或弯筋的板

板受冲切，将发生 45° 锥体破坏。

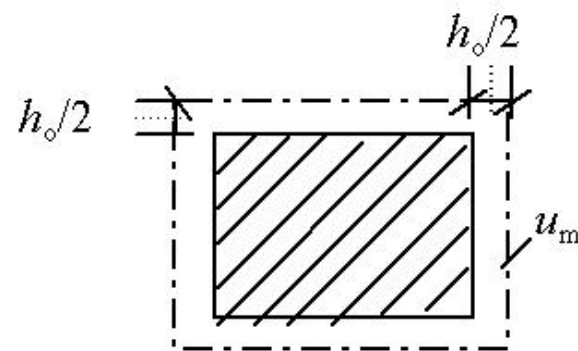
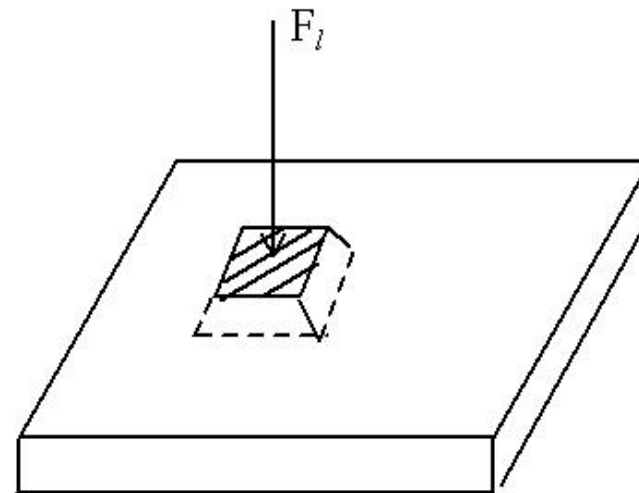
(1) 原规范公式为:

$$F_{\ell} \leq 0.6 f_t u_m h_o$$

(2) 新规范公式:

$$F_{\ell} \leq (0.7 \beta_h f_t + 0.15 \sigma_{pc,m}) \eta u_m h_o$$

η 取 η_1 、 η_2 两者中的较小者:



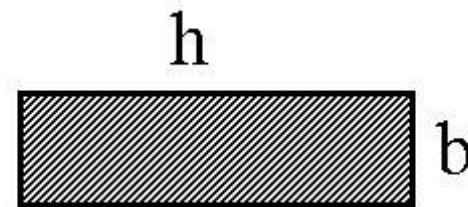
$$\eta_1 = 0.4 + \frac{1.2}{\beta_s}$$

$$\eta_2 = 0.5 + \frac{\alpha_s h_o}{4u_m}$$

- 系数由 0.6 提高为 0.7
- 考虑板厚的影响系数 β_h ， $h \leq 800 \text{ mm}$ 时， $\beta_h = 1.0$ ；
 $h \geq 2000 \text{ mm}$ 时， $\beta_h = 0.9$
- 考虑双向预压应力 σ_{pc} 的影响

- 考虑局部荷载作用面积的形状的影响 η_1 ：

η_1 式中的 $\beta_s = \frac{h}{b}$ ， β_s 不宜大

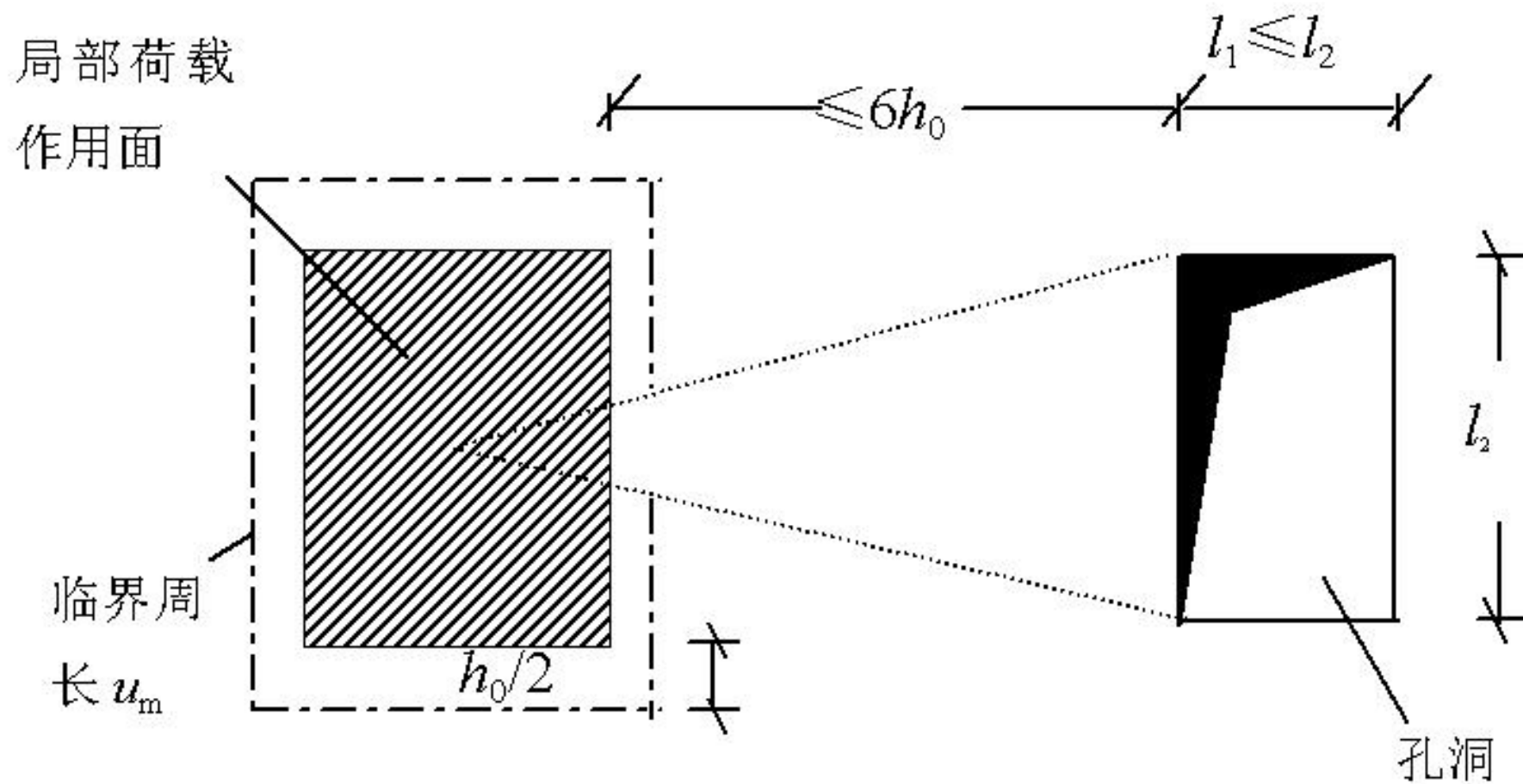


于 4， $\beta_s < 2$ 时取为 2。

- 考虑板柱结构的柱的类型的影响 η_2 ：

η_2 式中的 α_s ：对中柱， $\alpha_s = 40$ ；边柱， $\alpha_s = 30$ ；角柱 $\alpha_s = 20$ 。

- 考虑柱旁开洞对 u_m 的影响:



2. 配置箍筋或弯筋的板

(1) 冲切截面应满足:

$$F_{\ell} \leq 1.05 f_t \eta u_m h_o$$

(2) 配置箍筋时的受冲切承载力

$$F_{\ell} \leq (0.35 f_t + 0.15 \sigma_{pcm}) \eta u_m h_o + 0.8 f_{yv} A_{svu}$$

(3) 配置弯筋时的受冲切承载力

$$F_{\ell} \leq (0.35 f_t + 0.15 \sigma_{pcm}) \eta u_m h_o + 0.8 f_y A_{sbu} \sin \alpha$$

3. 板柱结构节点传递不平衡弯矩

当考虑节点的临界截面上的剪应力传递不平衡弯矩时，计算公式中的 F_ℓ 应取为等效集中反力 $F_{\ell eq}$ 。 $F_{\ell eq}$ 按规范附录 G 的规定计算。

§ 2 局部受压承载力计算

1. 局部受压时截面尺寸控制条件:

$$F_{\ell} \leq 1.35\beta_c\beta_{\ell}f_cA_{\text{ln}}$$

$$\beta_{\ell} = \sqrt{\frac{A_b}{A_{\ell}}}$$

(原规范: $F_{\ell} \leq 1.5\beta_{\ell}f_cA_{\text{ln}}$)

- 为提高安全度, 受压承载力乘以 0.9, 故 1.5 改为 1.35。

- 对高强混凝土，考虑其脆性，故乘以强度影响系数 β_c 。

2. 配置间接钢筋时局部受压承载力公式：

$$F_l \leq 0.9(\beta_c \beta_\ell f_c + 2\alpha \rho_v \beta_{cor} f_y) A_{\ell n}$$

（原规范： $F_l \leq (\beta_\ell f_c + 2\rho_v \beta_{cor} f_y) A_{\ell n}$ ）

新规范中的 A_b 取值、 ρ_v 、 β_{cor} 计算等同原规范。

§ 3 疲劳验算

1. 受弯构件正截面疲劳验算

(1) 受压区混凝土边缘应力

$$\sigma_{c \max}^f = \frac{M_{\max}^f x_o}{I_o^f} \leq f_c^f \quad (\text{原规范为 } f_{cm}^f)$$

x_o 、 I_o^f 同原规范， f_c^f 由规范材料章给出。

(2) 受拉钢筋应力幅

$$\Delta \sigma_{si}^f \leq \Delta f_y^f$$

$\Delta\sigma_{si}^f$ ——钢筋的应力幅:

$$\Delta\sigma_{si}^f = \sigma_{si\max}^f - \sigma_{si\min}^f$$

$$\sigma_{si}^f = \alpha_E^f \frac{M^f (h_{oi} - x_o)}{I_o^f}$$

Δf_y^f ——钢筋的疲劳应力幅限值，由规

范材料章给出。

2. 受弯构件斜截面疲劳验算

(1) 中和轴处混凝土剪应力 $\tau^f \leq 0.6 f_t^f$ 时，箍筋

按构造配置。（在此， $\tau^f = \frac{V_{\max}^f}{bz_o}$ ）

（2）当 $\tau^f > 0.6 f_t^f$ 时，箍筋由计算确定：

$$\Delta\sigma_{sv}^f \leq \Delta f_{yv}^f$$

$$\Delta\sigma_{sv}^f = \frac{\left(\Delta V_{\max}^f - 0.1 \frac{\Delta V_{\max}^f}{V_{\max}^f} f_t^f b h_o \right) s}{A_{sv} z_o}$$

$$\Delta V_{\max}^f = V_{\max}^f - V_{\min}^f$$

新规范不计入弯筋的作用，疲劳剪力全部由箍筋承担。

3. 预应力受弯构件疲劳验算

新规范规定需验算疲劳的吊车梁必须抗裂。

(1) 正截面疲劳验算

$$\sigma_{cc \max}^f \leq f_c^f$$

混凝土：

$$\sigma_{ct \max} \leq f_t^f$$

预应力筋: $\Delta\sigma_p^f \leq \Delta f_{py}^f$

非预应力筋: $\Delta\sigma_s^f \leq \Delta f_y^f$

(2) 斜截面疲劳验算

$$\sigma_{tp}^f \leq f_t^f$$

九、正常极限状态验算

§ 1 裂缝控制等级

(1) 一级——严格要求不出现裂缝的构件

在荷载效应的标准组合下应符合： $\sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq 0$

(2) 二级——一般要求不出现裂缝的构件

在荷载效应的标准组合下应符合： $\sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq f_{tk}$

在荷载效应的准永久组合下宜符合： $\sigma_{cq} - \sigma_{pc} \leq 0$

(3) 三级——允许出现裂缝的构件

按荷载效应标准组合并考虑长期作用影响计算的
的最大裂缝宽度应符合：

$$w_{\max} \leq w_{\lim}$$

§ 2 抗裂验算

1. 正截面混凝土法向应力

$$\sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq 0$$

$$\begin{cases} \sigma_{ck} - \sigma_{pc} \leq f_{tk} \\ \sigma_{cq} - \sigma_{pc} \leq 0 \end{cases}$$

原规范：

$$\sigma_{sc} - \sigma_{pc} \leq 0$$

$$\sigma_{sc} - \sigma_{pc} \leq \alpha_{ct} \gamma f_{tk}$$

$$\sigma_{lc} - \sigma_{pc} \leq 0$$

σ_{ck} 、 σ_{cq} 的计算同原规范。以受弯构件为例：

$$\sigma_{ck} = \frac{M_k}{W_0}$$

$$\sigma_{cq} = \frac{M_q}{W_0}$$

2. 斜截面主应力验算

(1) 主拉应力

一级 $\sigma_{tp} \leq 0.85 f_{tk}$

二级 $\sigma_{tp} \leq 0.95 f_{tk}$

(2)主压应力

$$\sigma_{cp} \leq 0.6 f_{ck}$$

- 全部同原规范。 σ_{tp} 、 σ_{cp} 的计算公式也同原规范。

3.裂缝宽度验算

(1)原规范公式存在的问题

$$w_{\max} = \alpha_{cr} \psi \frac{\sigma_{ss}}{E_s} \left(2.7c + 0.1 \frac{d}{\rho_{te}} \right) \nu$$

- 钢筋表面特征系数 ν 只与粘结力项 $\frac{d}{\rho_{te}}$ 有关，不应与 c 发生关系。
- 公式未包含大保护层的试验资料。
- ν 值只分光面钢筋及变形钢筋两种，不能反映预应力筋的特性。

(2)新规范公式

$$w_{\max} = \alpha_{cr} \psi \frac{\sigma_{sk}}{E_s} \left(1.9c + 0.08 \frac{d_{eq}}{\rho_{te}} \right)$$

$$\psi = 1.1 - 0.65 \frac{f_{tk}}{\rho_{te} \sigma_{sk}}$$

$$d_{eq} = \frac{\sum n_i d_i^2}{\sum n_i v_i d_i}$$

$$\rho_{te} = \frac{A_s + A_p}{A_{te}}$$

- 构件受力特征系数 α_{cr} 同原规范，但增加了预应力构件的 α_{cr} 。
- 相对粘结特性系数 v_i 移入括号内，只与 d_{eq} 项有

关，故括号内系数也随之改变。

- 给出了不同构件、不同钢筋种类的 v_i 。
- σ_{sk} 及 ρ_{te} 的计算同原规范。
- ψ 的计算同原规范，但下限由原规范的 0.4 降至 0.2。

§ 4 受弯构件挠度验算

- 受弯构件挠度 f 应按荷载效应标准组合并考虑荷

载长期作用影响的刚度 B 进行计算。

- $f \leq [f]$, $[f]$ 同原规范。

1.刚度 B 计算公式

$$B = \frac{M_k}{M_q(\theta - 1) + M_k} B_s$$

- 公式同原规范。
- 考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数 θ 同原规范。

2.短期刚度 B_s 的计算

(1)钢筋混凝土受弯构件——同原规范

(2)预应力混凝土受弯构件

• 不出现裂缝 $B_s = 0.85E_c I_0$

• 出现裂缝
$$B_s = \frac{0.85E_c I_0}{\kappa_{cr} + (1 - \kappa_{cr})\omega}$$

$$\kappa_{cr} = \frac{M_{cr}}{M_k}$$

$$\omega = \left(1.0 + \frac{0.21}{\alpha_E \rho} \right) (1 + 0.45 \gamma_f) - 0.7$$

$$M_{cr} = (\sigma_{pc} + \gamma f_{tk}) W_o$$

$$\gamma_f = \frac{(b_f - b)h_f}{bh_o}$$

- 上述公式与原规范形式不同，但其实质与来源是一样的。
- 截面抵抗矩塑性影响系数 γ 与原规范稍有不同。

十、其他问题

§ 1 预应力混凝土结构构件

- 预应力作为荷载效应考虑时，对承载能力极限状态，预应力分项系数，不利时取 1.2；有利时取 1.0。对正常使用极限状态，取 1.0。
- 新规范中不列入冷拉钢筋作预应力筋。
- 基本计算方法与应力公式与原规范全同，

- 后张法钢丝、钢绞线的 σ_{con} 进一步提高了 $0.05 f_{ptk}$ 。
- 对后张法超静定结构，明确应计入预加力产生的次内力，

- 预后力损失 $\sigma_{\ell 1}$ 、 $\sigma_{\ell 2}$ 、 $\sigma_{\ell 4}$ 、 $\sigma_{\ell 5}$ 等有改动。
- 增加了比较精确的时间 t 时的 $\sigma_{\ell 4}$ 、 $\sigma_{\ell 5}$ 计算。
- 预应力筋的传递长度、锚固长度稍有改变。

§ 2 素混凝土结构构件

- 计算方法与原规范全同。
- 仅 f_{cc} 取为 $0.85 f_c$ (原规范为 $0.95 f_c$); $f_{ct} = 0.55 f_t$ (原规范为 $0.6 f_t$)。

十一、基本构造规定

§1 伸缩缝

一、缝的基本概念

1. 不同类型缝的功能：伸缝、缩缝、沉降缝、抗震缝、体型缝、局部缝、施工缝、拼接缝、控制缝、界面缝

2. 缝的做法：全部断开、局部断开、钢筋连接、混凝土接槎、引导性裂缝

3. 缝的设计原则：综合功能、一缝多能、合理布置、构造简单

二、混凝土结构的间接裂缝

1. 约束应力与间接裂缝

2. 裂缝带来的影响--观感、耐久性、应力分布、计算图形的改变

3. 引起混凝土收缩及温度变化的影响因素：材质变化、施工工艺改变

4. 设置缝的目的：避免约束应力和变形积累，引起裂缝及影响应力状态

三、规范中有关伸缩缝间距的规定

伸缩缝最大间距的规定（见新规范表 9.1.1），
基本同原规范

四、宜适当控制间距的情况

装配整体式结构； 框架一剪力墙、框架一核心筒结构； 屋面无保温隔热的结构； 外露的现浇雨罩、挑檐； 低矮排架结构； 干燥地区， 夏季炎热多雨地区的结构； 处于持续高温环境的结构； 滑模施工的剪力墙结构； 材料收缩较大， 室内结

构施工外露时间过长。

五、可适当增大间距的情况

设置后浇带；局部加强配筋；施加预应力；
采用预制构件或叠合结构；解除约束、设置滑移
层；采用膨胀剂补偿收缩；加强保温隔热措施；
屋盖部分设置音叉式变形缝。

§2 混凝土保护层

一、保护层的作用

1. 受力钢筋的粘结锚固作用
2. 保护钢筋免遭锈蚀
3. 对构件受力有效高度的影响

二、保护层的最小厚度

1. 确定原则：握裹层厚度、混凝土质量（强度等级）、环境条件、构件类型

2. 最小厚度：不小于公称直径 d ;
不小于规范表 9.2.1 的最小厚度
(比原规范稍有增大, 尤其柱)

三、保护层厚度的调整

1. 预制构件中钢筋的保护层厚度
2. 基础中钢筋的保护层厚度
3. 分布筋、构造筋、箍筋的保护层厚度
4. 露天环境中悬臂的保护措施

5. 厚保护层中的防裂措施（钢筋网片）

6. 使用工作年限（100 年）的影响

四、特殊条件下的保护层厚度

1. 防火要求

2. 四、五类环境中的保护层厚度

§3 钢筋的锚固

一、钢筋锚固的机理

1. 锚固作用的构成：胶结、摩阻、咬合、机械锚固
2. 锚固强度、刚度（滑移）、延性及综合锚固性能
3. 影响锚固的因素：混凝土强度、钢筋外形、保护层厚度、配箍约束

二、基本锚固长度

1. 锚固设计方法的改进，由查表到计算（遵循国际惯例）

2. 基本锚固长度

$$l_a = \alpha \frac{f_y}{f_t} \cdot d$$

α --钢筋外形系数，见规范表 9.3.1

三、锚固长度的修正

1. 粗直径变形钢筋，修正系数 1.1
2. 环氧树脂涂层变形钢筋，修正系数 1.25
3. 施工扰动的影响，修正系数 1.1
4. 厚保护层 ($>3d$) 且配有箍筋时，修正系数 0.8
5. 应力丰度的影响，修正系数为配筋计算与实配面积比
6. 骤然放张的先张预应力筋，锚固起点内移 $0.25 l_{tr}$
7. 最小锚固长度 $0.7 l_a$ 且 250mm

四、机械锚固

1. 形式：末端 135° 弯钩、焊锚板、贴焊锚筋
2. 锚固长度乘修正系数 0.7
3. 锚固区配箍构造要求

五、受压钢筋的锚固

$$l'_a = 0.7l_a$$

§4 钢筋的连接

一、基本概念

1. 用途：受力钢筋接长，余料利用， 通过连接实现力的传递

2. 要求：强度（承载力）、刚度（变形性能）、延性（断裂形态）、恢复性能、疲劳性能、耐久性

3 原则：间接传力总不如整体钢筋。因此必须限制：接头位置、数量；接头面积百分率；连接区段的构造措施

二、绑扎搭接

1. 传力机理：同钢筋锚固但更不利 应延长长度. 控制裂缝

2. 应用范围：受拉 28mm，受压 32mm；不用于轴心受拉及小偏拉构件

3. 连接区段 ($1.3 l_1$) 及接头面积百分率调整 (对原规范的修正)

梁不宜 $> 25\%$ ，不应 $> 50\%$

板、墙不宜 $> 25\%$ ，柱不宜 $> 50\%$ 。但可适当放宽

4. 搭接长度

$$l_l = \xi l_a \geq 300mm$$

接头面积百分率	$\leq 25\%$	50%	100%
ξ	1.2	1.4	1.6

1. 受压搭接

$$l_l' = 0.7l_l \geq 200mm$$

6. 搭接区域的配箍构造措施

三、机械连接（新增内容）

1. 传力机理：通过套筒及咬合作用间接传力
2. 型式检验及类型等级，按 JGJ107-96 规程确定
3. 连接区段（ $35d$ ）的接头面积百分率限制
4. 保护层厚度及连接件横向间距
5. 预应力钢筋的连接及连接器

四、钢筋的焊接

1. 传力机理：利用熔融金属实现直接传力
2. 连接特点：节省钢筋、成本低、尺寸小、直接传力、但施工质量难保证
3. 连接区段（ $35d$ ）及接头面积百分率限制
4. 疲劳构件的钢筋连接要求

§5 纵向受力钢筋的最小配筋率

一、基本概念

1. 复合材料结构中钢筋的作用——承载及延性
(破坏形态的改善)
2. 最小配筋百分率——与素混凝土结构的界限
3. 我国最小配筋率的历史形成及与国外比较
4. 最小配筋率的适当提高——社会性与政策性

二、受拉筋的最小配筋率

1. 原则：接近“裂而不断”的目标

2. 一侧受拉钢筋最小配筋百分率的双控要求：

$$\rho_{\min} \geq \begin{cases} 0.20 \% \\ 45 \frac{f_t}{f_y} \end{cases}$$

3. 较原规范（0.15%）略有提高，且反映配筋特征值的影响

4. 鼓励采用高强（HRB400 级）钢筋；但高强混凝土因脆性须加大配筋率

三、受压构件最小配筋率

1. 原则：钢筋在抗力中占有一定比例，使混凝土压溃时不致过于脆性，同时考虑混凝土徐变“卸载”的影响

2. 受压构件最小配筋百分率

一侧钢筋 $\rho'_{\min} \geq 0.2\%$

全部钢筋 $\rho'_{\max} \geq 0.6\% \pm 0.1\%$

混凝土强度等级 $\geq C60$ 时因脆性 $+0.1\%$ ，采用 HRB400 级钢筋时 -0.1% 。

3. 全截面配筋率提高 ($0.40\% \rightarrow 0.60\%$) 是综合考虑侧边纵筋的承载围箍作用

四、预应力构件的最小配筋率

1. 原则：截面开裂时，构件不致立即失效（裂而不断）

2. 形式：采取隐函数据的形式表达 $M_u \geq M_{cr}$

五、卧置地基上的混凝土板的最小配筋率

取固定值 0.15%

十二、结构构件基本规定

§1 板

一、板的设计

1. 两对边支承板，或 $l_2/l_1 \geq 3$ 的四边支承板，按单向板计算
2. $l_2/l_1 \leq 2$ 的四边支承板，按双向板计算
3. $l_2/l_1 = 2—3$ 的四边支承板，可按单向板计算，但沿长边方向应布置足够的分布筋

二、板的构造

1. 板的最小厚度，配筋间距
2. 板的配筋：分离式及弯起式
3. 单向板的分布钢筋—不小于受筋的 15%，且配筋率 $>0.15\%$
4. 伸入支座的锚固长度不小于 $5d$

三、约束边缘的裂缝控制

1. 现浇梁板边缘的上部（负弯矩）钢筋不少于 $\Phi 8@200$ ，不小于受力筋的 $1/3$
2. 现浇板与混凝土梁或墙整浇时板的（负弯矩）钢筋
3. 板角两向配筋或斜向配筋，墙、柱阳角的配筋范围
4. 嵌固于砌体墙内板的配筋

四、板的温度—收缩防裂钢筋

1. 板面配筋（消除无筋表面）

2. 上、下表面配筋率不小于 0.1% ； 钢筋间距
150~200mm

3. 受力钢筋的利用（贯通或搭接）

§2 梁

一、纵向受力钢筋

1. 直径与间距

2. 简支支座钢筋的锚固（斜向开裂及斜弯现象）

3. 锚固长度及附加锚固措施

二、切断钢筋的延伸长度

1. 按弯矩图切断钢筋及斜弯作用，筋端撕裂引起的应力延伸

2. 负弯矩钢筋的延伸长度

截面条件	充分利用截面伸出 l_{d1}	不需截面伸出 l_{d2}
$V \leq 0.7bh_0 f_t$	$1.2l_a$	$20d$
$V > 0.7bh_0 f_t$	$1.2l_a + h_0$	$20d$ 且 h_0
同上，断点仍在拉区	$1.2l_a + 1.7h_0$	$20d$ 且 $1.3h_0$

3. 悬臂梁的负弯矩钢筋，角筋端部下弯 $12d$ ，其余分批下弯而不宜切断。

三、弯筋及箍筋

1. 弯筋：不得弯起角筋及采用浮筋，弯角 45° 、 60° ，弯后锚固 $10d$ 、 $20d$

2. 箍筋最小配筋率 $0.24 \frac{f_t}{f_{yv}}$ 及 $0.28 \frac{f_t}{f_{yv}}$ （弯剪扭），配箍形式（封闭箍）及间距

3. 集中荷载作用处的箍筋或吊筋

§3 柱

一、纵向受力钢筋

1. 直径 ($\geq 12\text{mm}$) 及配筋限制 ($\leq 5\%$)
2. 圆柱的配筋要求 ($>6\sim 8$ 根, 均匀布置)
3. 纵向构造配筋, (围箍约束作用及防裂)
4. 最大间距及最小限制 ($50\sim 300\text{mm}$)

二、箍筋

1. 箍筋作用：受剪、围箍约束、防裂
2. 直径（ $d/4$ ，6mm）间距（400mm、 $15d$ 、 b ）
3. 配筋形式（封闭、搭接、 135° 、弯后末端平直段 $>3d_s$ ）
4. 复合箍的作用（柱筋侧向约束，避免压曲）
5. 高配筋柱（ $>3\%$ ）及搭接区域的配箍
6. 间接配筋的约束要求

§4 节点

一、基本概念

1. 柱的部分及梁的支座，承受弯距 (M)、剪力 (V) 轴力 (N)、有时扭距 (T)

2. 主要解决梁端钢筋的锚固问题

二、中层端节点

三、中层中节点

四、顶层中节点及钢筋处理

五、顶层端节点（角节点）

六、节点配筋构件要求：截面、箍筋、弯弧内径

§5 墙

一. 剪力墙计算

1. 正截面（偏压、偏拉）承载力
2. 偏心受压时的斜截面抗剪承载力
3. 偏心受拉时的斜截面抗剪承载力
4. 集中力局部承压承载力
5. 洞口连梁计算——按一般受弯构件

二. 剪力墙构造与配筋

1. 混凝土强度 ($\geq C20$) 及厚度 (140mm , $H/25$ 、 $H/20$)
2. 墙肢端部受力筋及拉结筋
3. 水平, 竖向分布筋的最小配筋率 0.20% 及直径 ($\geq 8\text{mm}$) 间距 ($\leq 300\text{mm}$)
4. 剪力墙重要部位的配筋加强
5. 温度—收缩应力较大部位增加水平配筋
6. 双排配筋的应用范围及构造要求

三. 洞口部位的构造配筋

1. 洞口边的配筋要求
2. 洞口边的配箍要求
3. 洞口边的钢筋锚固要求

§6 叠合式受弯构件

一. 基本概念

受弯构件（梁、板）采用半预制（底部）半现浇（上部）的施工方式；兼有预制--现浇双重优点,方便施工、减少现场工作量、缩短工期,整体性（抗震性）强

二. 有支撑叠合式受弯构件

预制构件作为永久性模板. 施工阶段由支撑受力, 与一般受弯构件相同

设计: 施工阶段作为模板的受力; 斜截面受剪承载力计算取强度较低者; 叠合界面的受剪力不超过 $\leq 0.4\text{N/mm}^2$ 及构造要求 (凹凸差 4mm 或界面筋)

三. 无支撑叠合式受弯构件

1. 特点：施工阶段“钢筋应力超前”，使用阶段“混凝土应力滞后”

2. 设计：正截面受弯承载力完全相同；斜截面受剪承载力取强度较低者计算；抗裂验算与一般构件完全相同；裂缝宽度（已删去允许开裂的预应力构件）与一般构件相同；挠度验算：施工阶段（短期刚度），使用阶段（长期刚度），分别计算叠加

§7 深受弯构件

一. 基本概念

高跨比 $l_0/h < 5$ 的梁为深受弯构件, $l_0/h < 2$ 简支梁, $l_0/h < 2.5$ 连续梁为深梁

二. 受力特点

1. 深梁与长梁之间的过渡形态（衔接问题）
2. 水平分布筋的作用，纵向受拉钢筋布置及下部钢筋锚固

- 3. 混凝土强度，截面宽度与周边构件关系
- 4. 集中荷载及下部承载的布筋
- 5. 最小配筋率

§8 牛腿

一. 基本概念

作为柱的附件承受局部集中荷载，为一短悬臂，可比拟为三角桁架受力

二. 设计问题

1. 截面尺寸 (bh_0) 及斜截面裂缝控制，局压问题
2. 纵向受力钢筋的配筋计算，锚固及柱顶牛腿配筋构造
3. 水平箍筋的构造要求及弯筋作用的限制

§9 预埋件及吊环

一. 预埋件

1. 作用：连接设备或构件，传递相应的荷载及内力（ M 、 N 、 V ）
2. 复合承载力的计算
3. 锚筋的钢种（严禁冷加工钢筋），直径、排列、锚固长度
4. 锚板的钢种、厚度、尺寸及焊接形式

二、吊环

1. 作用：将荷载通过锚筋传给混凝土、构件吊装或悬挂设备

2. 严禁采用冷加工钢筋。吊环应力计算 ($\leq 50\text{N/mm}^2$)

3. 锚固长度 $30d$

§10 预制构件的连接

一. 基本概念

1. 预制构件的特点及传统预制构件的弱点

2. 预制构件的发展方向

高强材料； 高效预应力（韧性构件）梁、板、桁架； 多层一柱； 多功能墙体； 加强整体性的措施； 叠合结构

二. 设计原则

施工阶段验算；安全等级不降低；吊装动力系数 1.5；非正常工况的考虑

三. 预制构件的连接

原则：构造简单，传力直接，刚度要求，裂缝控制，灌缝材料，拼缝形式

装配式楼盖的连接

十三、混凝土结构构件抗震设计

§ 1 抗震设防的原则与规定

1. 抗震的概念设计

- 选择有利的场地，加强地基和基础
- 合理规划，避免发生次生灾害
- 建筑物形体力求规整和对称
- 建筑物的质量和刚度沿高度不宜突变

- 结构的质量中心与刚度中心尽量重合
- 减轻建筑物质量，降低重心
- 合理的抗震结构体系
- 增强构件的延性
- 避免发生柱铰机构

2. 抗震设防的原则

- 目前，我国抗震设防的原则是：小震不坏，中震可修，大震不倒，

- 对建筑结构构件应进行多遇地震（小震）作用下的构件抗震承载力验算；对框架及框架—剪力墙等结构，宜进行多遇地震作用下的结构弹性变形验算；对某些结构宜进行罕遇地震（大震）作用下的弹塑性变形验算。

3. 抗震设防的一般规定

- 6 度设防烈度时的建筑（建造于 IV 类场地上较高的高层建筑除外），允许不进行截面抗震承载

力验算，但应符合有关抗震构造措施要求。

- 设防烈度为 7 度、8 度、9 度的建筑及 6 度的建造于 IV 类场地上较高的高层建筑，应进行多遇地震作用下的截面抗震承载力验算。

- 新规范规定了现浇钢筋混凝土房屋适用的最大高度。

- 抗震设计应采用不同的抗震等级。抗震等级与设防烈度、结构高度、结构类型有关。新规范的

规定与原规范稍有差别。

- 考虑地震作用时，截面承载力应除以承载力抗震调整系数 γ_{RE} 。对不同构件， $\gamma_{RE} = 0.75 \sim 1.0$ （同原规范）。

- 抗震锚固长度 ℓ_{aE} ：

一、二级抗震等级

$$\ell_{aE} = 1.15\ell_a$$

三级抗震等级

$$\ell_{aE} = 1.05\ell_a$$

四级抗震等级

$$\ell_{aE} = \ell_a$$

- 抗震搭接长度 ℓ_{lE}

$$\ell_{lE} = \zeta \ell_{aE}$$

修正系数 ζ 按搭接接头面积百分率，取为 1.2~1.6。

- 设防烈度为 9 度时，混凝土强度等级不宜超过 C60；8 度时，不宜超过 C70。也不应低于 C20 或 C30。
- 施工中，需以强度较高的钢筋替代原设计的纵

向钢筋时，应按受拉承载力相等的原则代换。

- 钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25。钢筋屈服强度实测值与强度标准值的比值不应大于 1.3。原规范为 1.25（一级）及 1.4（二级）。

§ 2 框架梁

1. 框架梁正截面受弯承载力验算及纵筋配置

$$M_b \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[\alpha_1 f_c b x \left(h_o - \frac{x}{2} \right) + f_y' A_s' \left(h_o - a_s' \right) \right]$$

$$\alpha_1 f_c b x = f_y A_s - f_y' A_s'$$

- 梁端混凝土受压区高度:

$$x \leq 0.25h_o \quad (\text{一级})$$

$$x \leq 0.35h_o \quad (\text{二、三级})$$

- 纵向受力钢筋的配筋率 $\rho \leq 2.5\%$, $\rho \geq \rho_{\min E}$

$$\rho_{\min E} \quad (\%)$$

抗震等级	支 座	跨 中
一级	0.4 和 $80 f_t / f_y$ 中的较大值	0.3 和 $65 f_t / f_y$ 中的较大值
二级	0.3 和 $65 f_t / f_y$ 中的较大值	0.25 和 $55 f_t / f_y$ 中的较大值
三、四级	0.25 和 $55 f_t / f_y$ 中的较大值	0.2 和 $45 f_t / f_y$ 中的较大值

- 梁端截面

一级

$$\frac{A_s'}{A_s} \geq 0.5$$

二级、三级

$$\frac{A_s'}{A_s} \geq 0.3$$

- 沿梁全长，顶、底面至少各配置两根通长纵筋，直径不小于 14mm（一、二级）或 12mm(三、四级)

2. 框架梁斜截面受剪承载力验算

（1）梁端剪力设计值 V_b 的确定：

（a）9 度的各类框架和一级的框架结构

$$V_b = 1.1 \frac{M_{bua}^l + M_{bua}^r}{l_n} + V_{Gb} \quad (1)$$

且不小于式（2）求得的 V_b ，式中

$$M_{bua} \approx \frac{1}{\gamma_{RE}} f_{yk} A_s^a (h_o - a_s')$$

（b）其他情况

$$V_b = \alpha \frac{(M_b^l + M_b^r)}{l_n} + V_{Gb} \quad (2)$$

式中 $\alpha = 1.3$ (一级), 1.2 (二级), 1.1 （三级）

(2) 斜截面受剪承载力公式

(a) 一般框架梁

$$V_b \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[0.42 f_t b h_o + 1.25 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_o \right]$$

(b) 集中力作用下的框架梁

$$V_b \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[\frac{1.05}{\lambda + 1} f_t b h_o + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_o \right]$$

(3) 箍筋的构造要求:

- 梁端箍筋必须加密。加密区长度、箍筋最大间距、箍筋最小直径同原规范。
- 加密区内箍筋的肢距不宜大于 200mm(一级), 250mm (二、三级) 和 $20d_s$ 中的较大值; 300mm(四级)。
- 非加密区的箍筋间距不宜大于加密区箍筋间距的 2 倍。

- 沿梁全长箍筋配筋率 ρ_{sv} 应符合:

$$\rho_{sv} \geq \alpha_{sv} \frac{f_t}{f_{yv}}$$

$\alpha_{sv}=0.30$ (一级); 0.28(二级); 0.26 (三、四级)

§ 3 框架柱及框支柱

1. 正截面承载力验算

(1) 节点上、下柱端的弯矩设计值

(a) 9 度的各类框架和一级的框架结构

$$\sum M_c = 1.2 \sum M_{bua}$$

(b) 其他情况

$$\sum M_c = \alpha \sum M_b$$

$\alpha = 1.4$ (一级); 1.2 (二级); 1.1 (三级); 1.0 (四级)

(2) 一、二、三级的框架角柱，弯矩设计值再增大 1.1。

(3) 框架结构底层柱下端截面，框支柱的顶层柱上端截面和底层柱下端截面的弯矩设计值应分别由地震作用组合的弯矩值乘以 1.5（一级）；1.25（二级）或 1.15（三级）。

(4) 框架柱和框支柱的抗震正截面承载力按偏心受压（拉）构件的规定计算，但应计入承载力抗震调整系数 γ_{RE} 。

2. 纵筋配置

- 框架柱、框支柱中的全部纵筋的最小配筋百分率:

	一级	二级	三级	四级
框架中柱、边柱	1.0	0.8	0.7	0.6
框架角柱、框支柱	1.2	1.0	0.9	0.8

- 对 IV 类场地上的较高的高层建筑，以及混凝土强度等级 $\geq$ C60 时，最小配筋百分率增加 0.1。采用 HRB400 钢筋时，最小配筋率可减低 0.1。
- 全部纵筋配筋率不应大于 5%。

3. 斜截面受剪承载力验算

(1) 框架柱、框支柱的剪力设计值 V_c

(a) 9 度的各类框架和一级框架结构

$$V_c = 1.2 \frac{(M_{cua}^t + M_{cua}^b)}{H_n} \quad \text{—— (1)}$$

且不小于式 (2) 计算的 V_c 。

(b) 其他情况

$$V_c = \alpha \frac{M_c^t + M_c^b}{H_n} \quad \text{—— (2)}$$

$\alpha = 1.4$ (一级); 1.2 (二级); 1.1 (三级); 1.0(四级)

(2) 一、二、三级的框架角柱, V_c 再增大 1.1 倍。

(3) 斜截面抗震受剪承载力验算

$$V_c \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[\frac{1.05}{\lambda + 1} f_t b h_o + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_o + 0.056 N \right]$$

柱出现拉力时:

$$V_c \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[\frac{1.05}{\lambda + 1} f_t b h_o + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_o - 0.2 N \right]$$

4. 箍筋配置

- 在柱的上、下端应加密箍筋。箍筋加密区长度、箍筋最大间距、箍筋最小直径等同原规范，详见规范。

- 一、二级的角柱、框支柱和剪跨比 $\lambda \leq 2$ 的框架柱应沿柱全高加密箍筋。

- 加密区内箍筋肢距不宜大于 200mm(一级), 250mm(二、三级)及 $20 d_s$ 中的较大值; 300mm(四级)。

- 每隔一根纵筋宜在两个方向有箍筋或拉筋约束。

- 箍筋加密区内箍筋的体积配筋率 ρ_v 应满足：

$$\rho_v \geq \lambda_v \frac{f_c}{f_{yv}}$$

同时 ρ_v 应不小于0.8%(一级); 0.6%(二级)和0.4%(三、四级)。式中 λ_v 为最小配箍特征值，与轴压比及箍筋形式有关，详见规范。

- 混凝土强度等级高于 C60 的柱、框支柱、剪跨比 $\lambda \leq 2$ 的柱，宜采用复合螺旋箍或井字复合箍，其 ρ_v 或 λ_v 应相应增大。

- 箍筋加密区以外，箍筋的体积配筋率不宜小于加密区配筋率的一半。

5. 轴压比的控制

轴压比 $\left(\frac{N}{f_c A}\right)$ 不宜大于规定的限值：

	一级	二级	三级
框架结构	0.7	0.8	0.9
框剪结构、筒体结构	0.75	0.85	0.95
框支剪力墙结构	0.6	0.7	—

- 当混凝土强度等级高于 C60 时，轴压比限值应减低。

- 剪跨比 $\lambda \leq 2$ 的柱，轴压比限值应减低。

- 沿柱全高采用井字复合箍、复合螺旋筋时，限值可提高。

- 柱截面中部设置附加纵筋芯柱时，限值可提高。

§ 4 框架节点

地震震害表明，在 7 度地震作用下，节点破坏较少；在 9 度地震作用下，多数框架节点震害严重。因此，规范规定：对一、二级抗震等级的框架节点必须进行抗震受剪承载力计算，三、四级可按规定配置构造箍筋而不计算。

1. 节点核心区的剪力设计值 V_j

(1) 9 度各类框架和一级框架结构

顶层节点
$$V_j = 1.15 \frac{(M_{bua}^{\ell} + M_{bua}^r)}{h_{bo} - a'_s}$$

其他层节点
$$V_j = 1.15 \frac{(M_{bua}^{\ell} + M_{bua}^r)}{h_{bo} - a'_s} \left(1 - \frac{h_{bo} - a'_s}{H_c - h_b} \right)$$

(2) 其他情况

顶层节点
$$V_j = \alpha \frac{(M_b^{\ell} + M_b^r)}{h_{bo} - a'_s}$$

其他层节点
$$V_j = \alpha \frac{(M_b^{\ell} + M_b^r)}{h_{bo} - a'_s} \left(1 - \frac{h_{bo} - a'_s}{H_c - h_b} \right)$$

$\alpha = 1.35$ (一级); 1.2 (二级)。

2. 节点受剪承载力

(1) 节点水平截面限制条件

为防止因节点截面太小而发生节点核心区混凝土斜压破坏，规定应满足：

$$V_j \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.3\eta_j \beta_c f_c b_j h_j)$$

与原规范相比，公式只多了一个 β_c 。但是 b_j 和 η_j 的取值更为详尽。

(2) 节点的抗震受剪承载力

节点的抗震受剪承载力应符合：

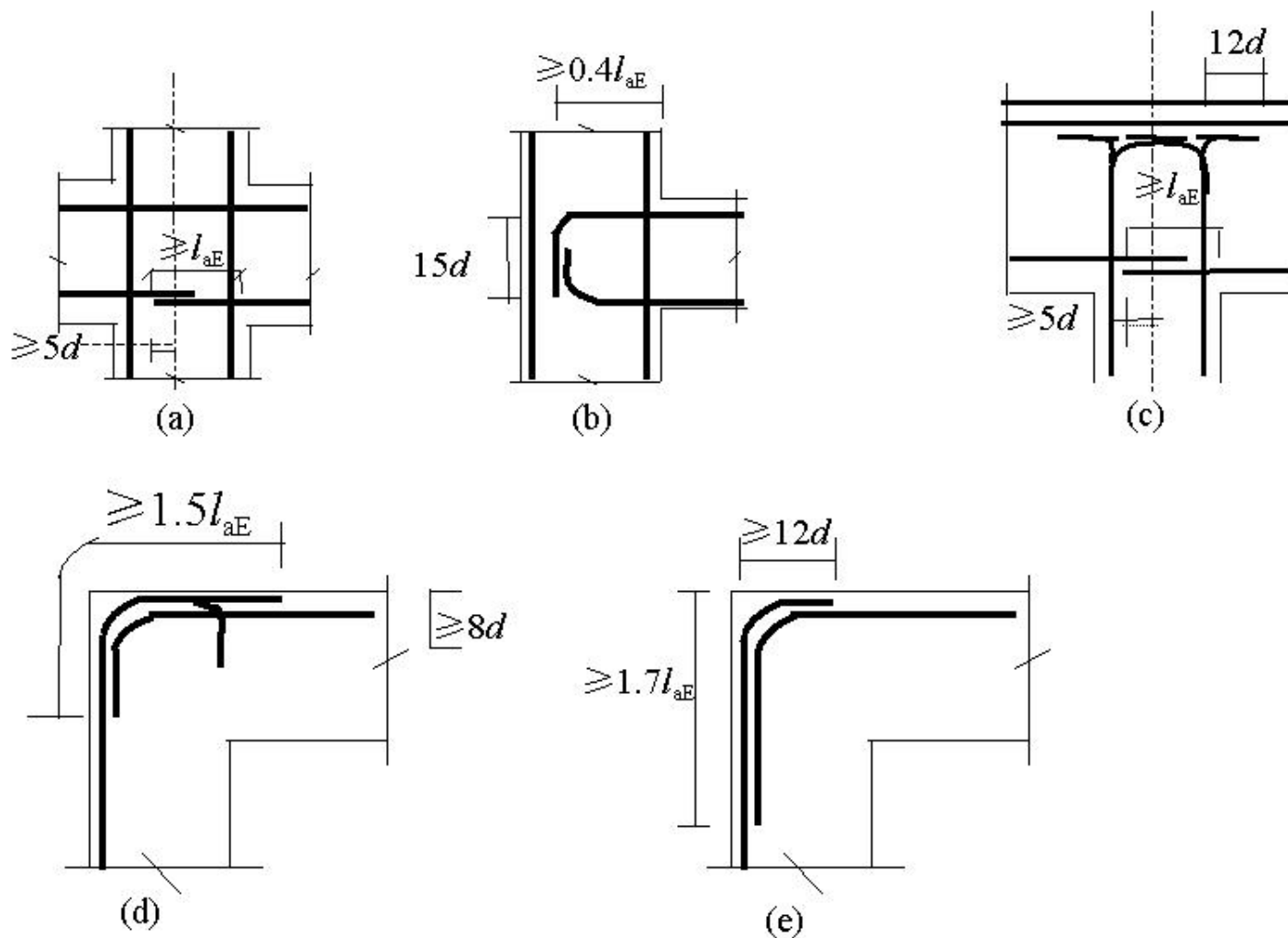
(a) 9 度设防
$$V_j \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[0.9\eta_j f_t b_j h_j + f_{yv} A_{svj} \frac{h_{bo} - a'_s}{s} \right]$$

(b) 其他情况
$$V_j \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[1.1\eta_j f_t b_j h_j + 0.05\eta_j N \frac{b_j}{b_c} + f_{yv} A_{svj} \frac{h_{bo} - a'_s}{s} \right]$$

与原规范公式不同之处在于新规范适度降低了轴压力 N 的有利作用。

- 新规范还增添了圆柱的节点的计算公式。

3. 梁柱纵向钢筋在节点区的锚固



除中间层节点外，新规范增加了顶层中间节点和顶层端节点的钢筋锚固和搭接方式。

§ 5 铰接排架柱

铰接排架柱的抗震计算及箍筋等构造措施同原规范。

§ 6 剪力墙

1. 正截面承载力计算

(1) 为使塑性铰区位于墙肢底部，对一级抗震等级剪力墙墙肢截面的弯矩设计值应进行调整：

- 底部加强部位及以上一层，按墙肢底部截面的弯矩设计值采用；

(底部加强部位的高度一般取墙肢总高度的 $1/8$ 和底部两层高度中的较大值，但不大于 15m)

- 其他部位可采用弯矩设计值乘以增大系数 1.2。

(2) 正截面抗震承载力公式同静力计算公式，
但应计入 γ_{RE} 。

2. 斜截面抗剪承载力计算

(1) 剪力设计值

为达到“强剪弱弯”要求，底部加强部位的剪力 V_w 应予增大。（其他部位可不增大）：

9 度设防

$$V_w = 1.1 \left(\frac{M_{wua}}{M} \right) V$$

其他情况

$$V_w = \alpha V$$

$\alpha = 1.6$ (一级), 1.4 (二级), 1.2 (三级), 1.0 (四级)

(2) 受剪截面尺寸控制条件

$\lambda > 2.5$ 时

$$V_w \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.2 \beta_c f_c b h_o)$$

$\lambda \leq 2.5$ 时

$$V_w \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.15 \beta_c f_c b h_o)$$

(3) 抗震受剪承载力公式（同原规范）

$$V_w \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[\frac{1}{\lambda - 0.5} \left(0.4 f_t b h_0 \pm 0.1 N \frac{A_w}{A} \right) + 0.8 f_{yv} \frac{A_{sh}}{s} h_0 \right]$$

(4) 水平施工缝受剪承载力计算

$$V_w \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.6 f_y A_s \pm 0.8 N)$$

式中 A_s —水平施工缝处全部竖向钢筋截面面积。

3. 剪力墙洞口连梁承载力计算

(1) 连梁 ($\ell_o/h > 2.5$) 正截面抗震受弯承载力同静力计算公式, 但计入 γ_{RE} 。

(2) 连梁受剪截面尺寸控制条件:

$$V_{wb} \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.2 f_c \beta_c b h_o)$$

(3) 连梁斜截面抗震受剪承载力公式:

$$V_{wb} \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left(0.42 f_t b h_o + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_o \right)$$

- 洞口连梁宜设置斜向交叉构造钢筋。

4. 剪力墙的厚度

为保证剪力墙的承载力及侧向稳定，对各类剪力墙，分别给出了

剪力墙的最小厚度，详见规范。

5. 剪力墙的分布钢筋

- 墙厚大于 140mm 时，竖向及水平分布钢筋应采用双排钢筋，并加拉筋。

- 一、二、三级的剪力墙，水平及竖向分布钢筋配筋率应不小于 0.25% ；四级不小于 0.2% ，分布钢筋间距不大于 300mm ，直径不小于 8mm ，也不宜大于墙厚的 $1/10$ 。

- 框支剪力墙结构的剪力墙底部加强部位，分布钢筋的配筋率不应小于 0.3% ，间距不大于 200mm 。

6. 剪力墙的边缘构件

- 试验表明，剪力墙的塑性变形能力与墙体配筋、端部边缘构件等因素有关，其中重要的因素是墙肢轴压比。因此对一、二级剪力墙的底部加强部位规定轴压比不宜超过 0.4（一级 9 度）、0.5（一级 8 度）及 0.6（二级）。
- 当轴压比大于 0.1（一级 9 度）、0.2（一级 8 度）及 0.3（二级）时，剪力墙的底部加强部位及

其以上一层的墙肢应设置约束边缘构件；当轴压比小于上述数值时，则应设置构造边缘构件。

- 边缘构件包括暗柱、端柱、翼墙和转角墙。这些边缘构件的尺寸及配筋数量详见规范。

§ 7 预应力混凝土结构构件

- 新规范允许预应力混凝土结构构件用于 6 度、7 度、8 度地区。当用于 9 度区，则需有充分依据。
- 框架梁宜采用后张有粘结预应力钢筋。
- 纵向受拉钢筋按非预应力钢筋抗拉强度设计值折算的配筋率不应大于 2.5%（HRB400 级钢）或 3.0%（HRB335 级钢筋）。

- 框架梁梁端的配筋强度比 $\frac{f_{Py}A_P}{f_{Py}A_P + f_yA_s}$ ，应不大于 0.55（一级）或 0.75（二级）
- 框架梁端截面中， $\frac{A'_s}{A_s}$ 应 ≥ 1.0 ，且 A'_s 的配筋率不应小于 0.2%。