

简明钢筋混凝土房屋 结构设计手册

曾昭豪 编

中国建筑工业出版社

目 录

前 言

主要符号

第一章 钢筋的力学性能、混凝土强度等级及设计混凝土构件的一般规定	1
第一节 钢筋的力学性能	1
第二节 混凝土	8
第三节 设计钢筋混凝土构件的一般规定	10
第二章 受弯构件正截面承载力计算表	14
第一节 计算矩形和T形截面梁板承载力用的 $a_s \sim \rho$ 表及 $a_s \sim \gamma_s$ 表	14
第二节 板宽 $b = 1000\text{mm}$ 弯矩配筋表	42
第三节 单筋矩形截面梁弯矩配筋表	78
第四节 井字梁的设计	173
第五节 钢筋混凝土简支花篮梁选用表	210
第六节 钢筋混凝土简支T形梁	265
第七节 钢筋混凝土简支L形梁选用图表	345
第八节 钢筋混凝土双坡屋面梁选用表	402
第九节 钢筋混凝土阳台悬臂梁选用表	412
第十节 钢筋混凝土屋面悬臂梁选用表	418
第三章 矩形截面梁斜截面抗剪承载力计算表	423
第一节 箍筋抗剪承载力计算表	423
第二节 受弯构件弯起钢筋抗剪承载力计算表	433
第四章 轴心受压柱承载力计算表	435
第一节 轴心受压柱承载力选用表	435
第二节 钢筋混凝土轴心受压方形柱承载能力选用表	440
第三节 钢筋混凝土轴心受压矩形柱承载能力选用表	446
第五章 钢筋混凝土楼梯	458
第一节 板式楼梯	458
第二节 梁式楼梯	461
第六章 阳台及雨篷	465
第一节 现浇钢筋混凝土阳台	465
第二节 雨篷	476
第七章 基础	484
第一节 天然地基上的基础设计	484
第二节 地基承载力计算	485
第三节 条形基础的设计	541
第四节 独立基础的设计	597
第五节 墙下筏板基础的设计	665
第六节 岩石锚杆基础	670

第八章 预埋件和其它铁件.....673

 第一节 预埋件673

 第二节 其它铁件678

第九章 计算例题.....682

附录一 非法定计量单位与法定计量单位换算关系.....691

附录二 结构的各种系数及配筋率.....692

附录三 梁板的计算跨度.....693

附录四 梁板按塑性内力重分布计算.....694

附录五 T形截面受弯构件翼缘计算宽度 b_f'695

附录六 钢筋混凝土的抗震等级.....696

附录七 钢筋的截面面积、质量、周边长度、弯钩长度及排成一行时的最小梁宽度.....697

附录八 受弯构件不需作挠度验算的最大高跨比 l_0/h_0698

附录九 土(岩)的承载力标准值.....703

附录十 常用材料和构件的自重.....707

附录十一 民用建筑楼(屋)面均布活荷载.....717

参考文献.....719

第一章 钢筋的力学性能、混凝土强度等级及设计混凝土构件的一般规定

第一节 钢筋的力学性能

近年来随着改革开放的不断深入，经济体制的改革，促进了冶金工业产品结构的调整。因此，钢材产品规格种类也发生很大的变化，新品种新规格不断增加。目前我国生产的建筑钢材，有热轧炭素钢和普通低合金钢两种，两者主要区别于化学成分的不同，而它们之间的力学性能也发生相应的变化。

一、钢筋的种类

根据国家标准GB1499—84的规定分为四种。

1. 热轧钢筋 按其强度可分为以下四种：

I 级热轧钢筋——(A3、AY3)；

II 级热轧钢筋——(20MnSi、20MnNb(b))；

III 级热轧钢筋——(25MnSi)；

IV 级热轧钢筋——(40Si2MnV、45SiMnV、45Si2MnTi)。

上列四级钢筋中，除 I 级为光面钢筋外，其余三种外形均为螺纹或月牙纹。

2. 冷拉钢筋 各种热轧钢筋都可以通过冷拉来提高其屈服强度值。I 级钢筋通过冷拉一般可拉长 7 ~ 10 %，不但可以达到拉直除锈的目的，同时也可以节省钢材。其强度比冷拉前稍有提高，但对裂缝展开有要求的结构，不应使用。

冷拉 II、III、IV 级钢筋，主要用于预应力混凝土结构。冷拉后的钢筋，性能变脆，对于承受冲击荷载或重复荷载的结构以及工作处于负温条件下的结构，一般都不采用冷拉钢筋。

3. 热处理钢筋 热处理钢筋是采用 IV 级热轧钢筋，经过加热淬火和回火处理后制成的。钢筋经过加热淬火后，其强度大幅度提高，但其塑性和延性相应降低。

4. 钢丝 一般直径小于 6mm 的钢筋称为钢丝。钢丝的直径越小，其强度越高。根据国家标准 GB 5223—85，对钢丝的性能和规格都作了具体的规定。

二、钢筋的力学性能

钢筋的力学性能，见表 1-1 及表 1-2。

热处理钢筋的力学性能

表 1-1

公称直径 (mm)	牌 号	屈服点 $\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)	抗拉强度 σ_b (N/mm ²)	延 伸 率 σ_{10} (%)
		不 小 于		
6	45Si2Mn	1325	1470	6
8.2	48Si2Mn			
10	45SiCr			

热轧钢筋的力学性能

表 1-2

品 种		牌 号	公 称 直 径 (mm)	屈服点 σ_s	抗拉强度 σ_b	延伸率 δ_s	冷 弯
外 形	强 度 等 级			(N/mm ²)	(N/mm ²)	(%)	
				不 小 于			
光圆钢筋	I	A3 AY3	8~25 28~50	235	370	25	180° $d = a$ 180° $d = 2a$
变形钢筋	II	20MnSi 20MnNb (b)	8~25 28~50	335	510 490	16	180° $d = 3 a$ 180° $d = 4a$
	III	25MnSi		370	570	14	90° $d = 3a$
	IV	40Si2MnV	10~25	540	835	10	90° $d = 5a$
		45SiMnV					
		45Si2MnTi	28~32				90° $d = 6a$

三、钢筋的化学成分

钢筋的化学成分, 见表1-3及表1-4。

热处理钢筋的化学成分

表 1-3

牌 号	化 学 成 分					
	C	Si	Mn	Cr	P	S
					不 大 于	
40Si2Mn	0.36~0.45	1.4~1.9	0.8~1.2	—	0.045	0.045
48Si2Mn	0.44~0.53	1.4~1.9	0.8~1.2	—	0.045	0.045
45Si2Cr	0.41~0.51	1.55~1.95	0.4~0.7	0.3~0.6	0.045	0.045

注: 1. 40Si2Mn、48Si2Mn 钢中Cr、Ni 残余含量各不得大于0.2%, Cr 残余含量不得大于0.3%, 45Si2Cr 钢中Ni、Cr 残余含量各不得大于0.3%。

2. 成品钢筋化学成分与熔炼分析成分的允许偏差应符合《低合金结构钢》(GB1591—88) 的有关规定。成品Cr的允许偏差应不大于 $\pm 0.05\%$ 。

热轧钢筋的化学成分

表 1-4

品 种		牌 号	化 学 成 分							
外 形	强度等级		C	Si	Mn	V	Ti	Nb	P	S
								不		
光圆钢筋	I	A3、AY3	0.14~0.22	0.12~0.30	0.35~0.65				0.045	0.050
变形钢筋	II	20MnSi 20MnNb(b)	0.17~0.25 0.17~0.25	0.40~0.80 ≤0.17	1.20~1.60 1.00~1.50			0.050	0.050	0.050
	III	25MnSi	0.20~0.30	0.60~1.00	1.20~1.60				0.050	0.050
	IV	40Si2MnV 45SiMnV	0.36~0.46 0.4~0.52	1.40~1.80 1.10~1.50	0.70~1.00 1.00~1.40	0.08~0.15 0.05~0.12			0.045	0.045
		45Si2MnTi	0.4~0.48	1.40~1.80	0.80~1.20		0.02~0.08			

注: 1. 20锰硅含量可以提高到1.7%。

2. 钢中铬、镍、铜的残余含量应各不大于0.3%, 其总量不大于0.6%。用含铜矿石所炼生铁冶炼的钢、铜的残余含量可不大于0.4%。

3. 氧气转炉生产的25MnSi 钢的含碳量可以提高到0.33%, 含锰量可以提高到1.7%。

四、钢筋强度的标准值、设计值、弹性模量及疲劳强度设计值等

- 1. 钢筋强度标准值 (N/mm²) 见表1-5。
- 2. 钢丝强度标准值 (N/mm²) 见表1-6。
- 3. 钢筋强度设计值 (N/mm²) 见表1-7。
- 4. 钢丝强度设计值 (N/mm²) 见表1-8。
- 5. 钢筋弹性模量 (N/mm²) 见表1-9。
- 6. 钢筋混凝土结构中钢筋疲劳强度设计值 (N/mm²) 见表1-10。
- 7. 预应力钢筋疲劳强度设计值 (N/mm²) 见表1-11。
- 8. 钢筋混凝土构件配制具有屈服强度的钢筋时 ξ_b 值, 见表1-12。
- 9. 钢筋混凝土受弯构件正截面抗弯能力计算表 ($\alpha_s - \gamma_s$) 见表1-13。
- 10. 钢筋计算截面积及理论重量见表1-14。
- 11. 各种钢筋间距时, 每米板宽钢筋面积见表1-15。

钢筋强度标准值 (N/mm²) 表 1-5

项 次	钢 筋 种 类		钢筋强度标准值
1	热轧钢筋	I 级 (A3、AY3)	235
		II 级 (25MnSi、20MnNb(6)) $d \leq 25$ $d = 28 \sim 40$	335 315
		III 级 (25MnSi)	370
		IV 级 (40Si ₂ MnV、45SiMnV、45Si ₂ MnTi)	540
2	冷拉钢筋	I 段 ($d \leq 12$)	280
		II 级 $d \leq 25$ $d = 28 \sim 40$	450 430
		III 级	500
		IV 级	700
3	热钢处理筋	40Si2Mn ($d = 6.0$) 48Si2Mn ($d = 8.2$) 45Si2Cr ($d = 10.0$)	1470

钢丝强度标准值 (N/mm²) 表 1-6

项 次	钢 筋 种 类		钢 筋 强 度 标 准 值	
1	碳素钢丝	$\phi 4$ $\phi 5$	1670 1570	
2	刻痕钢丝	$\phi 5$	1470	
3	钢 绞 线	9.0(7 $\phi 3.0$) 12.0(7 $\phi 4.0$) 15.0(7 $\phi 5.0$)	1670 1570 1470	
4	冷 拔 低碳钢丝	甲级: $\phi 4$ $\phi 5$	I 组 700 650	II 组 650 600
		乙级: $\phi 3 - \phi 5$	500	

注: 碳素钢丝系指国家标准《预应力混凝土用钢丝》(GB5223—85) 中的矫直回火钢丝。

钢筋强度设计值 (N/mm²)

表 1-7

项次	钢筋种类		标志	钢筋抗拉强度设计值	钢筋抗压强度设计值
1	热轧钢筋	I 级 (A3、AY3)	ϕ	210	210
		II 级 (20MnSi、20MnNb(b)) $d < 25$ $d = 28 \sim 40$	$\oplus$	310 290	310 290
		III 级 (25MnSi)	$\oplus$	340	340
		IV 级 (40Si2Mn 48Si2Mn 45Si2MnTi)	$\oplus$	500	400
2	冷拉钢筋	I 级 ($d < 12$)	ϕ'	250	210
		II 级 $d < 25$ $d = 28 \sim 40$	$\oplus'$	380 360	310 290
		III 级	$\oplus'$	420	340
		VI 级	$\oplus'$	580	400
3	热处理钢筋	40Si2Mn ($d = 6.0$) 48Si2Mn ($d = 8.2$) 45Si2C1 ($d = 10.0$)	$\oplus'$	1000	400

注: 1. 在钢筋混凝土结构中, 轴心受拉构件和小偏心受拉构件的钢筋抗拉强度设计值大于 310N/mm² 时, 仍应按 310N/mm² 取用; 其他构件的钢筋抗拉强度设计值大于 340N/mm² 时, 仍应按 340N/mm² 取用; 对直径大于 12mm 的 I 级钢筋, 如经冷拉, 不得利用冷拉后的强度。

2. 当混凝土结构的混凝土强度等级为 C10 时, 光面钢筋强度设计值应按 190N/mm² 取用, 变形钢筋 (包括月牙纹钢筋和螺纹钢筋) 设计强度应按 230N/mm² 取用。

3. 构件中配有不同种类的钢筋时, 每种钢筋根据其受力情况采用各自的强度设计值

钢丝强度设计值 (N/mm²)

表 1-8

项 目	钢 筋 种 类		标 志	钢 筋 抗 拉 强度设计值	钢 筋 抗 压 强度设计值
1	碳素钢丝	$\phi 4$ $\phi 5$	ϕ^s	1130 1070	400
2	刻痕钢丝	$\phi 5$	ϕ^k	1000	360
3	钢 绞 线	9.0(7 $\phi 3$) 12.0(7 $\phi 4$) 15.0(7 $\phi 5$)	ϕ^j	1130 1070 1000	360
4	冷拔低碳 钢 丝	甲级: $\phi 4$ $\phi 5$	ϕ^b	I 组 II 级 460 430 430 400	400
		乙级: $\phi 3 \sim \phi 5$ 用于焊接骨架和焊接网时 用于绑扎骨架和绑扎网时		320 250	320 250

钢筋弹性模量 (N/mm²)

表 1-9

No	钢筋种类	弹性模量
1	I 级钢筋、冷拉 I 级钢筋	210×10^3
2	II 级钢筋、III 级钢筋、IV 级钢筋、热处理钢筋、碳素钢丝、冷拔低碳钢丝	200×10^3
3	冷拉 II 级钢筋、冷拉 III 级钢筋、冷拉 IV 级钢筋、刻痕钢丝、钢绞线	180×10^3

钢筋混凝土结构中钢筋疲劳强度设计值 (N/mm²) 表 1-10

疲 劳 应 力 值	钢 筋 疲 劳 强 度 设 计 值		
	I 级钢筋	II 级钢筋	III 级钢筋
$-1.0 \leq \rho^f < -0.8$	85		
$-0.8 \leq \rho^f < -0.6$	95		
$-0.6 \leq \rho^f < -0.4$	105		
$-0.4 \leq \rho^f < -0.2$	115		
$-0.2 \leq \rho^f < 0$	135		
$0 \leq \rho^f < 0.1$	155	175	175
$0.1 \leq \rho^f < 0.2$	165	185	185
$0.2 \leq \rho^f < 0.3$	175	200	205
$0.3 \leq \rho^f < 0.4$	185	210	220
$0.4 \leq \rho^f < 0.5$	195	225	235
$0.5 \leq \rho^f < 0.6$		235	255
$0.6 \leq \rho^f < 0.7$		250	275
$0.7 \leq \rho^f < 0.8$		260	290
$0.8 \leq \rho^f < 0.9$		275	305

注：当纵向受拉钢筋有闪光接触对焊接头时，其接头处纵向受拉钢筋疲劳强度设计值应按表中数值乘以系数0.8。

预应力钢筋疲劳强度设计值 (N/mm²) 表 1-11

钢 筋 种 类		f_{py}^f	
		$0.7 < \rho^f < 0.8$	$0.8 < \rho^f < 0.9$
冷拉 II 级钢筋	$d < 25$	315	335
	$d = 28 \sim 40$	300	320
冷 拉 III 级 钢 筋		355	385
冷 拉 IV 级 钢 筋		450	485

混凝土构件配置具有屈服强度的钢筋时的 ξ_b 值 表 1-12

钢 筋 级 别	屈 服 强 度 f_y (N/mm ²)	ξ_b
I 级 钢	210	0.614
II 级 钢 $\Phi = 28 \sim 40$ $\Phi < 25$	290	0.556
	310	0.544
III 级 钢	340	0.528
IV 级 钢	500	0.455

钢筋混凝土受弯构件正截面抗弯能力计算用表
 $\alpha_s \sim \gamma_s$ (单筋矩形及T形截面, 任意强度等级)

表 1-13

ξ	α_s	γ_s	ξ	α_s	γ_s
0.01	0.010	0.995	0.33	0.275	0.835
0.02	0.020	0.990	0.34	0.282	0.830
0.03	0.030	0.985	0.35	0.289	0.825
0.04	0.039	0.980	0.36	0.295	0.820
0.05	0.048	0.975	0.37	0.301	0.815
0.06	0.058	0.970	0.38	0.309	0.810
0.07	0.067	0.965	0.39	0.314	0.805
0.08	0.077	0.960	0.40	0.320	0.800
0.09	0.085	0.955	0.41	0.326	0.795
0.10	0.095	0.950	0.42	0.332	0.790
0.11	0.104	0.945	0.43	0.337	0.785
0.12	0.113	0.940	0.44	0.343	0.780
0.13	0.121	0.935	0.45	0.349	0.775
0.14	0.130	0.930	0.46	0.354	0.770
0.15	0.139	0.925	0.47	0.359	0.765
0.16	0.147	0.920	0.48	0.365	0.760
0.17	0.155	0.915	0.49	0.370	0.755
0.18	0.164	0.910	0.50	0.375	0.750
0.19	0.172	0.905	0.51	0.380	0.745
0.20	0.180	0.900	0.52	0.385	0.740
0.21	0.188	0.895	0.53	0.390	0.735
0.22	0.196	0.890	0.54	0.394	0.730
0.23	0.203	0.885	0.544	0.396	0.728
0.24	0.211	0.880	0.55	0.400	0.725
0.25	0.219	0.875	0.556	0.401	0.722
0.26	0.226	0.870	0.56	0.403	0.720
0.27	0.234	0.865	0.57	0.408	0.715
0.28	0.241	0.860	0.58	0.412	0.710
0.29	0.248	0.855	0.59	0.416	0.705
0.30	0.255	0.850	0.60	0.420	0.700
0.31	0.263	0.845	0.61	0.424	0.695
0.32	0.269	0.840	0.614	0.426	0.693

钢筋的计算截面面积及理论重量

表 1-14

直 径 d (mm)	计算截面面积 (mm ²) , 当根数为:									理论重量 (N/m)	弯钩长 (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
2.5	4.9	9.8	14.7	19.6	24.5	24.9	34.3	39.2	44.1	0.39	
3	7.1	14.1	21.2	28.3	35.3	42.4	49.5	56.5	63.6	0.55	
4	12.6	25.1	37.7	50.2	62.8	75.4	87.9	100.5	113	0.99	
5	19.6	39	59	79	93	118	138	157	177	1.54	40
6	28.3	57	85	113	142	170	198	226	255	2.22	40
7	38.5	77	115	154	192	231	269	308	346	3.02	—
8	50.5	101	151	201	252	302	352	404	453	3.95	50
9	63.5	127	191	254	318	382	445	509	572	4.99	60
10	78.5	157	236	314	393	471	550	628	707	6.17	65
11	95.0	190	285	380	475	570	665	760	855	7.50	—
12	113.1	226	339	452	565	678	791	904	1017	8.88	75
13	132.7	265	398	531	664	796	929	1062	1195	10.40	—
14	153.9	308	461	615	769	923	1077	1230	1387	12.08	90
15	176.7	353	530	707	884	1050	1237	1414	1512	13.90	—
16	201.1	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1809	15.78	100
17	227.0	455	681	908	1135	1305	1589	1816	2043	17.80	—
18	254.5	509	763	1017	1272	1526	1780	2036	2290	19.98	115
19	283.5	567	851	1134	1418	1701	1985	2268	2552	22.30	120
20	314.2	628	941	1256	1570	1884	2200	2513	2827	24.66	125
21	346.4	693	1039	1385	1732	2078	2425	2771	3117	27.20	—
22	380.1	760	1140	1520	1900	2281	2661	3041	3421	29.84	140
23	415.5	831	1246	1662	2077	2498	2908	3324	3739	32.60	—
24	452.4	904	1356	1808	2262	2714	3167	3619	4071	35.51	150
25	490.9	982	1473	1964	2454	2945	3436	3927	4418	38.5	160
26	530.9	1062	1593	2124	2655	3186	3717	4247	4778	41.7	165
27	572.6	1144	1716	2291	2865	3435	4008	4580	5153	44.98	—
28	615.3	1232	1847	2463	3079	3695	4310	4926	5542	48.3	175
30	706.9	1413	2121	2827	3534	4241	4948	5655	6362	55.5	190
32	804.3	1609	2418	3217	4021	4826	5630	6434	7238	63.1	200
34	907.9	1816	2724	3632	4540	5448	6355	7263	8171	71.3	215
35	962.0	1924	2886	3848	4810	5772	6734	7696	8658	75.0	—
36	1017.9	2036	3054	4072	5089	6107	7125	8143	9161	79.9	225
40	1256.1	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10053	11310	98.65	250

各种钢筋间距时每米宽的钢筋面积

表 1-15

钢筋间距 (mm)	钢 筋 直 径 (mm)											
	3	4	5	6	6/8	8	8/10	10	10/12	12	12/14	14
70	101	179	281	404	561	719	920	1121	1369	1616	1907	2199
75	94.3	167	262	377	524	671	859	1047	1277	1508	1780	2052
80	88.4	157	245	354	491	629	805	981	1198	1414	1669	1924
85	83.2	148	231	333	462	592	758	924	1127	1331	1571	1811
90	78.5	140	218	314	437	559	716	872	1064	1257	1483	1710
95	74.5	132	207	298	414	529	678	826	1008	1190	1405	1620
100	70.6	126	196	283	393	503	644	785	958	1131	1335	1539
110	64.2	114	178	257	357	457	585	714	871	1028	1214	1399
120	58.9	105	163	236	327	419	537	654	798	942	1113	1283
125	56.5	100	157	226	314	402	515	628	766	905	1068	1231
130	54.4	96.6	151	218	302	387	495	604	737	870	1027	1184
140	50.5	89.7	140	202	281	359	460	561	684	808	954	1099
150	47.1	83.8	131	189	262	335	429	523	639	754	890	1026
160	44.1	78.5	123	177	246	314	403	491	599	707	834	962
170	41.5	73.9	115	166	231	296	379	462	564	665	785	905
180	39.2	69.8	109	157	218	279	358	436	532	628	742	855
190	37.2	66.1	103	149	207	265	339	413	504	595	703	810
200	35.3	62.8	98.2	141	196	251	322	393	479	565	668	770
220	32.1	57.1	89.3	129	179	229	293	357	435	514	607	700
240	29.4	52.4	81.9	118	164	210	268	327	399	471	556	641
250	28.3	50.2	78.5	113	157	201	258	314	383	451	534	616
260	27.2	48.3	75.5	109	151	193	248	302	369	435	513	592
280	25.2	44.9	70.1	101	140	180	230	280	342	404	477	555
300	23.6	41.9	65.5	94	131	168	215	262	319	377	445	513
320	22.1	39.2	61.4	88	123	157	201	245	299	353	417	481

第二节 混 凝 土

混凝土是由水泥、砂子、石子和水按一定的比例拌合而成的一种人工石材。水和水泥在凝结硬化过程中起胶结作用。把砂子、石子粒结在一起，需要28天的时间进行养护。在硬化过程中需要有90%以上的湿度和在 $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 的温度，才能正常硬化。由于混凝土内部比较复杂，所以其力学性能在不同的环境中有不同的变化。

一、混凝土的强度

混凝土的强度等级分十二级，它们是C7.5、C10、C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60。

其中C7.5~C60的数值是表示以 (N/mm^2) 为单位的立方体抗压强度的大小。

二、混凝土的受力状态

混凝土按受力状态分为以下三种强度值。

1. 轴心抗压强度设计值—— f_c 。
2. 弯曲抗压强度设计值—— f_{cm} 。
3. 抗拉强度设计值—— f_t 。

三、混凝土的力学性能

1. 混凝土强度标准值 (N/mm^2) 见表1-16。

混凝土强度标准值 (N/mm^2)

表 1-16

项 次	强度种类	符 号	混 凝 土 强 度 等 级											
			C7.5	C10	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
1	轴心抗压	f_{ck}	5	6.7	10.0	13.5	17.0	20.0	23.5	27.0	29.5	32.0	34	36.0
2	弯曲抗压	f_{cmk}	5.5	7.5	11.0	15.0	18.5	22.0	26.0	29.5	32.5	35.0	37.5	39.5
3	抗 拉	f_{tk}	0.75	0.9	1.2	1.5	1.75	2.0	2.25	2.45	2.6	2.75	2.85	2.95

2. 混凝土强度设计值 (N/mm^2) 见表1-17。

3. 混凝土的弹性模量 E_c (N/mm^2) 见表1-18。

4. 不同 ρ^f 值时混凝土的疲劳强度修正系数 γ_p 见表1-19。

5. 混凝土疲劳变形模量 E_c^f (N/mm^2) 见表1-20。

6. 设计混凝土结构所需的混凝土最低强度等级见表1-21。

7. 混凝土标号与混凝土强度等级对照见表1-22。

混凝土强度设计值 (N/mm^2)

表 1-17

项 次	强度种类	符 号	混 凝 土 强 度 等 级											
			C7.5	C10	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
1	轴心抗压	f_c	3.7	5	7.5	10	12.5	15	17.5	19.5	21.5	23.5	25	26.5
2	弯曲抗压	f_{cm}	4.1	5.5	8.5	11	13.5	16.5	19	21.5	23.5	26	27.5	29
3	抗 拉	f_t	0.55	0.65	0.9	1.1	1.3	1.5	1.65	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2

注：1. 计算现浇钢筋混凝土轴心受压及偏心受构件时，如截面的长边或直径小于300mm，则表中混凝土的强度设计值应乘以系数0.8。当构件质量（如混凝土成型，截面和轴线尺寸等）确有保证时，可不受此限。

2. 离心混凝土的强度设计值应按专门规定取用。

混凝土弹性模量 E_c (N/mm^2)

表 1-18

项 次	混凝土强度等级	弹 性 模 量	项 次	混凝土强度等级	弹 性 模 量
1	C7.5	14.5×10^3	7	C35	31.5×10^3
2	C10	17.5×10^3	8	C40	32.5×10^3
3	C15	22.0×10^3	9	C45	33.5×10^3
4	C20	25.5×10^3	10	C50	34.5×10^3
5	C25	28.0×10^3	11	C55	35.5×10^3
6	C30	30.0×10^3	12	C60	36.0×10^3

不同 ρ^f 值时混凝土的疲劳强度修正系数 γ_p

表 1-19

疲劳应力比值	$\rho^f < 0.2$	$0.2 \leq \rho^f < 0.3$	$0.3 \leq \rho^f < 0.4$	$0.4 \leq \rho^f < 0.5$	$\rho^f \geq 0.5$
γ_p	0.74	0.80	0.86	0.93	1.0

注：1. 表中系数仅适用于承受重级工作制吊车梁的构件，对于中级工作制吊车的混凝土疲劳强度修正系数 γ_p ，应按表中数值乘系数1.1采用，但不得大于1.0。

2. 如采用蒸气养护时，养护温度不宜超过60℃，如超过时，应按计算需要的混凝土设计强度等级提高20%。

混凝土疲劳变形模量 E_c^f (N/mm^2) 表 1-20

混凝土强度等级	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
E_c^f	11×10^3	12×10^3	13×10^3	14×10^3	15×10^3	15.5×10^3	16×10^3	16.5×10^3	17×10^3

混凝土结构需要的混凝土最低强度等级 表 1-21

结 构 种 类		强度等级
钢筋混凝土结构	配Ⅰ级钢筋的结构	C15
	配Ⅱ级钢筋的结构	C20
	承受重复荷载的结构	C20
	叠合梁板的叠合层	C20
	剪 力 墙	C20
	二、三级抗震等级的梁、柱、框架节点	C20
	一级抗震等级的梁、柱、框架节点	C30
	有侵蚀介质作用的节点	现浇结构 C20
		装配结构 C30
	露天或室内高湿度环境中的结构	非主要承重结构 C20
		主要承重结构 C25
预应力混凝土结构	配碳素钢丝、刻痕钢丝的结构	C40
	配钢绞线及热处理钢筋的结构	C40
	配其它预应力钢筋的结构	C30

原混凝土标号与新混凝土强度等级对照表 表 1-22

原混凝土标号	100 [*]	150 [*]	200 [*]	250 [*]	300 [*]	400 [*]	500 [*]	600 [*]
混凝土强度等级	C 8	C 13	C 18	C 23	C 28	C 38	C 48	C 58

注：混凝土强度等级 = 混凝土标号 + 10 - 2。

第三节 设计钢筋混凝土构件的一般规定

一、设计板的一般要求

1. 板的厚度

板的厚度 h 值与跨度长短及荷载大小有关。一般可按表1-23采用。

板的厚度与跨度最小比值 (h/l) 表 1-23

板的支承情况	板 的 类 型				
	梁 式 板	双 向 板	悬 臂 板	无 梁 楼 盖	
				有 柱 帽	无 柱 帽
简 支	$l/35$	$l/45$	$l/12$	$l/35$	$l/32$
连 续	$l/40$	$l/50$			

注： l 为计算跨度，双向板为短边计算跨度，无梁楼盖为长边计算跨度； h 为板的厚度。但现浇梁式板厚不得小于60mm，双向板厚不得小于80mm，悬臂板厚(根部)不得小于80mm。现浇板厚度以10mm为模数，预制板厚度以5mm为模数。有动力机器作用的板，当跨度小于或等于2m时，最小板厚为100mm。当跨度大于2m时，最小板厚120mm。

2.板的受力钢筋

(1) 钢筋直径一般采用 $\phi 6$ 、 $\phi 8$ 、 $\phi 10$ 、 $\phi 12$ 。为了使板内钢筋受力均匀，在设计选用钢筋时，应尽量采用直径小的钢筋。为了便于施工，选用钢筋直径的种类越少越好。在同一跨板内，钢筋的直径不应小于2mm。

(2) 钢筋的间距

1) 当板厚 $h \leq 150\text{mm}$ 时，间距不大于200mm；当板厚 $h > 150\text{mm}$ 时，间距不大于 $1.5h$ ，且不大于300mm。

2) 无论板厚多少，板中受力钢筋的间距不得小于70mm。

3) 由板内伸入支座的下部钢筋，其间距不应大于400mm，其钢筋截面面积不应小于跨中受力钢筋截面面积的三分之一。板中弯起钢筋的弯起角不宜小于 30° 。

(2) 钢筋的保护层、最小厚度不得小于15mm。

(4) 板的最小配筋率 $\rho \geq 0.15\%$ ，板最经济的配筋率为0.4~0.8%。

(5) 板的分布钢筋，是把板上荷载均匀地分布到受力钢筋上去，并承担因混凝土收缩或温度变化产生的与板跨垂直的拉应力。在施工中固定受力钢筋的位置。对于分布钢筋的截面面积，不应少于每米长度上受力钢筋截面面积的十分之一，且每米长度上不少于三根。

现浇板分布钢筋的直径及间距 (mm) 表 1-24

受力钢筋直径	受 力 钢 筋 间 距										
	70	75	80	90	100	110	125	140	150	160	200
6~8	φ6@300										
10	φ6@200 φ8@300			φ6@300							
12	φ8@200			φ8@250		φ8@300		φ6@250		φ8@300	
14	φ8@200		φ8@250		φ8@300			φ6@250			
16	φ8@150 φ10@250		φ8@200		φ8@250					φ8@300	

注：1.单向板中单位长度上的分布钢筋，其截面面积不应小于单位长度上受力钢筋截面面积的十分之一，其间距不应大于300mm。

2.当板所受的温度变化较大或板的长度超过规定的伸缩缝最大间距时，表中的分布钢筋应适当增加。

二、设计梁的一般要求

1.梁的截面尺寸

(1) 梁高 h 值的确定 梁高与跨度及荷载的大小有关。

1) 当梁的高度 h 值小于800mm时，以50mm为模数。

2) 当梁的高度 h 值大于800mm时，以100mm为模数。

3) 现浇梁板结构而采用定型钢模板施工时，梁的腹板高度 h_w 可取100mm为模数。

4) 梁的截面宽度一般以50mm为模数，圈梁按墙厚来确定。

5) 考虑抗震要求的框架梁的宽度不宜小于200mm，且不宜小于柱宽的二分之一，净跨不宜小于梁截面高度的四倍。

2.梁的支承长度

梁的支承长度应满足纵向受力钢筋在支座处的锚固长度的要求。

梁的截面高度 h 值计算表

表 1-25

构件种类		简支	两跨连续	悬臂
整体楼盖	次梁	$l/20$	$l/25$	$l/8$
	主梁	$l/12$	$l/15$	$l/6$
独立梁		$l/12$	$l/15$	$l/6$

注: 1. l 为梁的计算跨度。

2. 梁的跨度大于9m时, 表中数值应乘以系数1.2。

3. 有动力机器作用的梁, 次梁不低于 $l/12$ (标准扰力为 $1 \sim 3 \text{ kN}$ 时不低于 $l/10$), 主梁不低于 $l/10$ (标准扰力为 $1 \sim 3 \text{ kN}$ 时不低于 $l/8$); 当标准扰力 $> 3 \text{ kN}$ 时, 按具体情况确定。

梁的截面宽度计算表(b 值) 表 1-26

构件型式	b 值
矩形梁	$h/2 \sim h/3$
T形梁	$h/2.5 \sim h/4$

注: T形梁的 b 值系指梁肋宽。

梁的支座长度

表 1-27

支承结构种类		支承长度
砖墙或砖柱	$h \leq 500 \text{ mm}$	$> 180 \text{ mm}$
	$h > 500 \text{ mm}$	$> 240 \text{ mm}$
钢筋混凝土柱、梁		$> 180 \text{ mm}$

注: h 为梁的截面高度。

3. 梁中的钢筋种类

(1) 纵向受力钢筋 承受梁中弯矩, 抵抗受拉区产生的拉力。

纵向受拉钢筋的选用:

当梁高 $h \geq 300 \text{ mm}$ 时, $d \geq 10 \text{ mm}$;

$h < 300 \text{ mm}$ 时, $d \geq 8 \text{ mm}$ 。

(2) 弯起钢筋 是将纵向受拉钢筋弯起而成, 承受弯起截面处的剪力。对于弯起上部的水平段, 可承受支座处的负弯矩。

(3) 架立筋 放在梁的受压区, 承受梁内混凝土收缩和温度变化产生的内应力, 直径不小于 10 mm 。

(4) 箍筋 承受梁的剪应力, 联系纵向受拉主筋和架立筋, 形成钢筋骨架, 固定这两种钢筋的位置, 使其共同工作。选用直径 $d = 6 \sim 12 \text{ mm}$ 的Ⅰ级或Ⅱ级钢筋为宜。

(5) 梁中部构造钢筋 当梁高 $h \geq 700 \text{ mm}$ 时, 在梁的中部两侧沿高度每隔 $300 \sim 400 \text{ mm}$ 应设置一根直径不小于 10 mm 的纵向构造钢筋。当梁高 $h \geq 1600 \text{ mm}$ 时, 构造钢筋的直径不宜小于 12 mm 。

4. 梁纵向受拉主筋的配筋率

配筋率 $\rho \geq 0.15\%$ 。

5. 梁的保护层

纵向受力钢筋的保护层, 室内一般为 25 mm , 室内高温和露天环境为 45 mm 。

三、设计柱的一般要求

1. 钢筋混凝土柱的截面和形状

为了施工方便, 大都采用方形柱和矩形柱, 也有采用圆形柱和多边形柱的。由于柱有长细比的要求, 故柱的截面不宜过小, 一般应控制在 $l_0/h \leq 30$ 或 $l_0/d \leq 25$ 。柱截面一般不

宜小于250mm×250mm。当柱短边 $b \leq 800\text{mm}$ 时，以50mm为模数；当 $b > 800\text{mm}$ 时，以100mm为模数（ l_0 为构件计算长度， b 为矩形截面短边尺寸， d 为圆形截面的直径）。设计柱时，采用的混凝土强度等级不宜低于C20。

2. 钢筋的要求

（1）纵向钢筋的要求

- 1) 纵向钢筋直径 $d \geq 12\text{mm}$ 。全部纵向钢筋配筋率不宜超过5%，不少于0.4%。
- 2) 同一柱截面内，纵向钢筋不应少于四根。
- 3) 在不变钢筋截面的条件下，宜采用直径大的钢筋，这样可以形成较好的劲性骨架，以利加大箍筋的间距和便于混凝土的浇筑。
- 4) 纵向钢筋的保护层为25mm。
- 5) 纵向钢筋的净距不应小于50mm。

（2）柱中箍筋的要求

- 1) 在柱中及其它受压构件中的箍筋应作成封闭式。
- 2) 箍筋间距不应大于400mm，且不大于构件短边的尺寸。同时在绑扎的骨架中，箍筋间距不应大于15d；在焊接骨架中，不应大于20d（ d 为纵向钢筋最小直径）。
- 3) 采用热轧钢筋时，其箍筋直径不应小于 $d/4$ ，且不应小于6mm；采用低碳钢丝时，其箍筋直径不应小于 $d/5$ ，且不应小于5mm（ d 为纵向钢筋最大直径）。
- 4) 当柱中全部纵向受力钢筋的配筋率超过3%时，则箍筋直径不宜小于8mm，且应焊成封闭环式。其间距不应大于10d（ d 为纵向钢筋最大直径），且不应大于200mm。
- 5) 当柱子各边钢筋多于三根时，应设置复合钢筋；当柱子短边不大于400mm，且纵向钢筋不多于四根，可不设置复合钢筋。
- 6) 在绑扎骨架中非焊接的搭接接头范围内，当搭接钢筋为受拉时，其箍筋的间距不应大于5d，且不应大于100mm；当搭接钢筋为受压时，其箍筋的间距不应大于10d，且不应大于200mm。

纵向受拉钢筋的最小锚固长度 l_0 。（mm）表 1-28

钢 筋 类 型		混 凝 土 强 度 等 级			
		C15	C20	C25	>C30
I 级 钢		40d	30d	25d	20d
月 牙 纹	II 级 钢	50d	40d	35d	30d
	II 级 钢		45d	40d	35d
冷 拉 低 碳 钢 丝		250			

注：1. 当月牙纹钢筋直径 $d > 25\text{mm}$ 时，其锚固长度应按表中数值增加5d 采用。
2. 当螺纹钢直径 $d \leq 25\text{mm}$ 时，其锚固长度应按表中数值增加5d 采用。
3. 当混凝土在凝固过程中易受扰动时（如滑模施工），受力钢筋的锚固长度适当增加。
4. 在任何情况下，纵向受拉钢筋的锚固长度不应小于250mm。

第二章 受弯构件正截面承载力计算表

第一节 计算矩形和T形截面梁板承载力用的

$a_s \sim \rho$ 表及 $a_s \sim \gamma_s$ 表

一、适用范围 (表2-1-1)

计 算 编 号	混 凝 土		钢 筋	
	强 度 等 级	f_{cm} (N/mm ²)	种 类	f_y (N/mm ²)
2-1-2a	C15	8.5	I	210
2-1-2b	C20	11	I	210
2-1-2c	C20	11	II	310
2-1-2d	C25	13.5	I	210
2-1-2e	C25	13.5	II	310
2-1-2f	C25	13.5	III	340
2-1-2g	C30	16.5	I	210
2-1-2h	C30	16.5	II	310
2-1-2f	C30	16.5	III	340

二、计算说明

1. 结构重要性系数及荷载组合和分项系数等未列入表中数字, 应将各项系数计算后再查表。

2. 本表配筋率 ρ 不小于0.15%。

3. 本表 ξ_b 值:

I 级钢	不大于0.614;
II 级钢 ($d \leq 25$)	不大于0.544;
II 级钢 ($d = 28 \sim 40$)	不大于0.556;
III 级钢	不大于0.528。

利用本表计算出来的钢筋截面积, 不必再核算最小配筋率和最大的 ξ_b 值。

三、编制的依据

编制依据是根据理论公式: $a_s = \xi(1 - 0.5\xi)$ 和 $\rho = \xi \times f_{cm} / f_y$ 的关系计算出来的数值。

使用BASIC语言, 在PC-1500计算机上进行计算, 计算流程参见图2-1-1。

四、 $a_s \sim \rho$ 表的计算功能

1. 根据设计采用的钢筋的级别和混凝土强度等级, 可直接查出 a_s 值相对应的配筋率 ρ 值。