



结构工程师 实用手册

上官子昌◎主编

JIEGOU GONGCHENGSHI
SHIYONG SHOUCHE



化学工业出版社

上官子昌 主编

结构工程师 实用手册

JIEGOU GONGCHENGSHI
SHIYONG SHOUCE



化学工业出版社

· 北 京 ·

编写人员名单

主 编：上官子昌

编写人员：毛 爽 高建兵 许 刚 佟 新 邓 敏
李振东 李海霞 李晓楠 邵 晶 黄慧锦
杨 杰 孟 莹 王悦舒 王辰星 姜丽莹
张利艳 张 茜 姚 晶 高记华 陶素娟
林 毅 伏文英 白雅君 上官子昌



前 言

随着我国建筑行业的飞速发展，结构工程师的地位不断提高，对于结构工程师的岗位要求也逐渐严格。为了培养大批理论扎实、技术过硬的结构工程师，我国建立了注册结构工程师执业资格考试制度。但是，要真正做好工作并非仅仅取得执业资格就可以，还需要有丰富的多领域的知识储备。

市场上关于结构工程师的书籍颇多，也都尽可能做到内容全面的要求。但是，由于有些图书的基础知识过多，而实际计算较少，不利于实际操作。针对这种状况，我们组织编写了此书。

本书具有以下几方面的特点。

(1) 在编写体例方面，本书各章节均以“结构图”为导读，知识层次突出，脉络清晰。

(2) 在结构体系方面，本书重点突出、详略得当，具有很强的实用性和可操作性，注重知识的融贯性，突出整合性的编写原则。

(3) 在内容编排方面，本书以现行设计规范为依据，运用最简单、最直接的手法进行编写，以结构设计的基本知识为基础，结合计算实例，重视实际计算与应用，使读者全面、快速地学习和掌握结构专业设计方法与技巧。

由于编者的经验和学识有限，加之当今我国建设工程飞速发展，尽管编者尽心尽力编写，但内容难免有疏漏或未尽之处，敬请专家和广大读者批评指正。

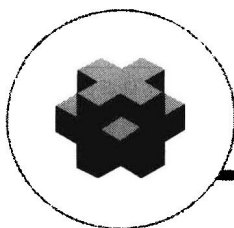
编者

2012年2月

目 录

➤ 第1章 常用符号与材料	1
1.1 钢筋混凝土结构常用符号与材料	1
1.2 钢结构常用符号与材料	6
1.3 砌体结构常用符号与材料	10
1.4 木结构常用符号与材料	16
1.5 地基基础常用符号与材料	22
1.6 高层建筑结构常用符号	28
➤ 第2章 基本设计规定	30
2.1 钢筋混凝土结构基本设计规定	30
2.2 钢结构基本设计规定	33
2.3 砌体结构基本设计规定	37
2.4 木结构基本设计规定	39
2.5 地基基础基本设计规定	41
2.6 高层建筑结构基本设计规定	44
➤ 第3章 钢筋混凝土结构设计与计算	48
3.1 钢筋混凝土结构的构造设计	48
3.2 混凝土结构构件的抗震设计	57
3.3 钢筋混凝土楼盖结构与排架结构设计	71
3.4 钢筋混凝土结构地震作用计算	95
3.5 正截面承载力、斜截面承载力与扭曲截面承载力计算	100
3.6 局部受压承载力与受冲切承载力计算	123
3.7 钢筋混凝土构件裂缝宽度验算	128
3.8 钢筋混凝土受弯构件疲劳验算	130
➤ 第4章 钢结构设计与计算	132
4.1 钢结构构造要求	132
4.2 钢结构塑性设计	137
4.3 钢与混凝土组合结构设计	139
4.4 钢结构受弯构件计算	147

4.5	钢结构轴心受压构件计算	161
4.6	钢结构拉弯和压弯构件计算	173
4.7	钢结构连接计算	180
4.8	钢结构疲劳计算	204
>	第5章 砌体结构设计与计算	209
5.1	砌体结构构件设计	209
5.2	砌体结构抗震设计	216
5.3	无筋砌体构件承载力计算	221
5.4	配筋砌体构件承载力计算	226
>	第6章 木结构设计与计算	234
6.1	普通木结构设计	234
6.2	轻型木结构设计	242
6.3	木结构基本构件计算	244
6.4	木结构连接计算	247
>	第7章 地基基础设计与计算	252
7.1	天然地基上的浅基础设计	252
7.2	桩基础设计	257
7.3	地基变形计算	264
7.4	桩基础计算	266
7.5	地基基础抗震验算	272
>	第8章 高层建筑结构设计与计算	274
8.1	框架结构构件截面设计	274
8.2	剪力墙结构设计	282
8.3	框架-剪力墙结构设计	294
8.4	框架结构计算	298
>	附录	310
	附录 A 双向板在均布荷载作用下的挠度和弯矩系数	310
	附录 B 轴心受压构件的截面分类和稳定系数	313
	附录 C 型钢截面尺寸、截面面积、理论质量及截面特性	317
	附录 D 承载力影响系数 φ	328
>	参考文献	330



第 1 章

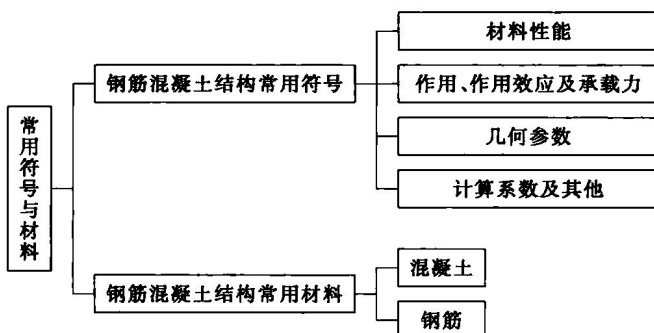
常用符号与材料

1.1 钢筋混凝土结构常用符号与材料



本节导读

钢筋混凝土结构常用符号与材料用框图表示如下。



1.1.1 钢筋混凝土结构常用符号

(1) 材料性能 见表 1-1。

表 1-1 材料性能

序号	符号	含 义	序号	符号	含 义
1	E_c	混凝土弹性模量	7	$f_{cu,k}$	边长为 150mm 的混凝土立方体抗压强度标准值
2	E_c^t	混凝土疲劳变形模量			
3	E_s	钢筋弹性模量	8	f_{ck}, f_c	混凝土轴心抗压强度标准值、设计值
4	C20	表示立方体强度标准值为 20N/mm ² 的混凝土强度等级	9	f_{tk}, f_t	混凝土轴心抗拉强度标准值、设计值
			10	f'_{ck}, f'_{tk}	施工阶段的混凝土轴心抗压强度、抗拉强度标准值
5	f_{cu}	边长为 150mm 的混凝土立方体抗压强度	11	f_{yk}, f_{ptk}	普通钢筋、预应力钢筋强度标准值
6	f'_{cu}	边长为 150mm 的施工阶段混凝土立方体抗压强度	12	f_y, f'_y	普通钢筋的抗拉强度、抗压强度设计值
			13	f_{py}, f'_{py}	预应力钢筋的抗拉强度、抗压强度设计值

(2) 作用、作用效应及承载力 见表 1-2。

表 1-2 作用、作用效应及承载力

序号	符号	含 义	序号	符号	含 义
1	N	轴向力设计值	28	Z	纵向受拉钢筋合力点至混凝土受压区合力点之间的距离
2	N_k, N_q	按荷载的标准组合、准永久组合计算的轴向力值	29	A	构件截面面积
3	N_p	后张法构件预应力钢筋及非预应力钢筋的合力	30	A_0	构件换算截面面积
4	N_{p0}	混凝土法向预应力等于零时预应力钢筋及非预应力钢筋的合力	31	A_n	构件净截面面积
5	N_{u0}	构件的截面轴心受压或轴心受拉承载力设计值	32	A_s, A'_s	受拉区、受压区纵向非预应力钢筋的截面面积
6	N_{ux}, N_{uy}	轴向力作用于 x 轴、 y 轴的偏心受压或偏心受拉承载力设计值	33	A_p, A'_p	受拉区、受压区纵向预应力钢筋的截面面积
7	M	弯矩设计值	34	A_{svl}, A_{stl}	在受剪、受扭计算中单肢箍筋的截面面积
8	M_k, M_q	按荷载效应的标准组合、准永久组合计算的弯矩值	35	M_u	构件的正截面受弯承载力设计值
9	a_p, a'_p	受拉区纵向预应力钢筋合力点、受压区纵向预应力钢筋合力点至截面近边的距离	36	M_{cr}	受弯构件正截面开裂弯矩值
10	b	矩形截面宽度, T 形、I 形截面的腹板宽度	37	T	扭矩设计值
11	b_f, b'_f	T 形或 I 形截面受拉区、受压区的翼缘宽度	38	V	剪力设计值
12	d	钢筋直径或圆形截面的直径	39	V_{cs}	构件斜截面上混凝土和箍筋的受剪承载力设计值
13	c	混凝土保护层厚度	40	F_l	局部荷载设计值或集中反力设计值
14	e, e'	轴向力作用点至纵向受拉钢筋合力点、纵向受压钢筋合力点的距离	41	σ_{ck}, σ_{cq}	荷载效应的标准组合、准永久组合下抗裂验算边缘混凝土的法向应力
15	e_0	轴向力对截面重心的偏心距	42	σ_{pc}	由预加应力产生的混凝土法向应力
16	e_a	附加偏心距	43	σ_{tp}, σ_{cp}	混凝土中的主拉应力、主压应力
17	e_i	初始偏心距	44	$\sigma_{ci, \max}, \sigma_{ci, \min}$	疲劳验算时受拉区或受压区边缘纤维混凝土的最大应力、最小应力
18	h	截面高度	45	σ_s, σ_p	正截面承载力计算中纵向普通钢筋、预应力钢筋的应力
19	h_0	截面有效高度	46	σ_{ks}	按荷载的标准组合计算的纵向受拉钢筋应力或等效应力
20	h_f, h'_f	T 形或 I 形截面受拉区、受压区的翼缘高度	47	σ_{con}	预应力钢筋张拉控制应力
21	i	回转半径	48	σ_{p0}	预应力钢筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力钢筋应力
22	r_c	曲率半径	49	σ_{pe}	预应力钢筋的有效预应力
23	l_a	纵向受拉钢筋的最小锚固长度	50	σ_1, σ'_1	受拉区、受压区预应力钢筋在相应阶段的预应力损失值
24	l_0	梁板的计算跨度或柱的计算长度	51	τ	混凝土的剪应力
25	s	沿构件轴线方向上横向钢筋的间距, 或螺旋筋的间距, 或箍筋的间距	52	$w_{\max}$	按荷载效应的标准组合并考虑长期作用影响的最大裂缝宽度
26	x	混凝土受压区高度			
27	y_0, y_n	换算截面重心、净截面重心至所计算纤维的距离			

(3) 几何参数 见表 1-3。

表 1-3 几何参数

序号	符号	含 义	序号	符号	含 义
1	$a、a'$	纵向受拉钢筋合力点、纵向受压钢筋合力点至截面近边的距离	7	A_{cor}	钢筋网、螺旋配筋或箍筋内表面内范围以内的混凝土核心面积
2	$a_s、a'_s$	纵向非预应力受拉钢筋合力点、受压钢筋合力点至截面近边的距离	8	B	受弯构件的截面刚度
3	A_{stl}	受扭计算中取用的全部受扭纵向非预应力钢筋的截面面积	9	W	截面受拉边缘的弹性抵抗矩
4	$A_{sv}、A_{sh}$	同一截面内各肢竖向、水平箍筋的全部截面面积	10	W_0	换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩
5	$A_{sb}、A_{pb}$	同一弯起平面内非预应力、预应力弯起钢筋的截面面积	11	W_n	净截面受拉边缘的弹性抵抗矩
6	A_1	混凝土局部受压面积	12	W_t	截面受扭塑性抵抗矩
			13	I	截面惯性矩
			14	I_0	换算截面惯性矩
			15	I_n	净截面惯性矩

(4) 计算系数及其他 见表 1-4。

表 1-4 计算系数及其他

序号	符号	含 义	序号	符号	含 义
1	α_1	受压区混凝土矩形应力图的应力与混凝土抗压强度设计值的比值	9	μ	摩擦系数
2	α_c	混凝土线膨胀系数	10	ρ	纵向受拉钢筋配筋率
3	α_E	钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值	11	$\rho_{sv}、\rho_{sh}$	竖向箍筋、水平箍筋或竖向分布钢筋、水平分布钢筋的配筋率
4	β_c	混凝土强度影响系数	12	ρ_v	间接钢筋或箍筋的体积配筋率
5	β_t	局部受压时混凝土的强度提高系数	13	φ	轴心受压构件的稳定系数
6	γ	混凝土构件的截面抵抗矩塑性影响系数	14	θ	考虑荷载长期作用影响对挠度增大的影响系数
7	η	偏心受压构件考虑二阶变矩影响的轴向力偏心距增大系数	15	ψ	裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数
8	λ	计算截面的剪跨比			

1.1.2 钢筋混凝土结构常用材料

钢筋混凝土是由钢筋和混凝土两种性质不同的材料组成的共同受力的新生结构材料。

(1) 混凝土 混凝土强度等级是采用边长 150mm 立方体试件按照标准方法制作养护、龄期 28d、具有 95%保证率、由标准试验确定的抗压强度。

钢筋混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C20；当采用强度等级 400MPa 及以上的钢筋时，混凝土强度等级不应低于 C25。

预应力混凝土结构的混凝土强度等级不宜低于 C40 且不应低于 C30。

混凝土轴心抗压强度、轴心抗拉强度标准值 f_{ck} 、 f_{tk} 应按表 1-5 采用。

表 1-5 混凝土强度标准值 单位：N/mm²

强度种类	混凝土强度等级													
	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_{tk}	1.27	1.54	1.78	2.01	2.20	2.39	2.51	2.64	2.74	2.85	2.93	2.99	3.05	3.11

混凝土轴心抗压强度、轴心抗拉强度设计值 f_c 、 f_t 应按表 1-6 采用。

表 1-6 混凝土强度设计值

单位: N/mm²

强度种类	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
f_c	7.20	9.60	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_t	0.910	1.10	1.27	1.43	1.57	1.71	1.80	1.89	1.96	2.04	2.09	2.14	2.18	2.22

注: 1. 计算现浇钢筋混凝土轴心受压及偏心受压构件时, 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, 可不受此限制。

2. 离心混凝土的强度设计值应按专门标准取用。

混凝土受压或受拉的弹性模量 E_c 应按表 1-7 采用。

表 1-7 混凝土弹性模量 E_c 单位: 10^4 N/mm²

强度等级	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
E_c	2.20	2.55	2.80	3.00	3.15	3.25	3.35	3.45	3.55	3.60	3.65	3.70	3.75	3.80

对于承受荷载的构件混凝土疲劳强度设计值 f_c^f 、 f_t^f 应按表 1-6 所列的强度设计值分别乘以相应的疲劳强度修正系数 γ_p 。 γ_p 值根据混凝土疲劳应力比 ρ_c^f 按表 1-8 确定。

表 1-8 不同疲劳应力比值时混凝土的疲劳强度修正系数 γ_p

ρ_c^f	$\rho_c^f < 0.2$	$0.2 \leq \rho_c^f < 0.3$	$0.3 \leq \rho_c^f < 0.4$	$0.4 \leq \rho_c^f < 0.5$	$\rho_c^f \geq 0.5$
γ_p	0.74	0.80	0.86	0.93	1.0

注: 如采用蒸汽养护时, 养护温度不宜超过 60℃; 如超过时, 应按计算需要的混凝土强度设计值提高 20%。

混凝土疲劳应力比按式(1-1) 计算:

$$\rho_c^f = \frac{\sigma_{c,\min}^f}{\sigma_{c,\max}^f} \quad (1-1)$$

式中, $\sigma_{c,\min}^f$, $\sigma_{c,\max}^f$ 分别为构件疲劳验算时, 截面同一纤维上的混凝土最小应力、最大应力。

混凝土疲劳变形模量 E_c^f 按表 1-9 的规定采用。

表 1-9 混凝土疲劳变形模量 E_c^f 单位: 10^4 N/mm²

混凝土强度等级	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
E_c^f	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.85	1.90

当温度在 0~100℃ 范围内时, 混凝土线膨胀系数 α_c 可采用 $1.0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ 。混凝土泊松比 ν_c 可采用 0.2; 混凝土剪变模量 G_c 可按表 1-7 中混凝土弹性模量的 0.4 倍采用。

(2) 钢筋 建筑结构用钢筋有热轧钢筋、钢绞线、消除应力钢丝 (包括光面钢丝、螺旋肋钢丝、刻痕钢丝) 和热处理钢筋 4 种。其中热轧钢筋为普通钢筋, 钢绞线、消除应力钢筋钢丝和热处理钢筋用作预应力钢筋。

普通钢筋的抗拉强度设计值 f_y 、抗压强度设计值 f_y' 应按表 1-10 采用; 预应力筋的抗拉强度设计值 f_{py} 、抗压强度设计值 f_{py}' 应按表 1-11 采用。

表 1-10 普通钢筋强度设计值

牌 号	抗拉强度设计值 $f_y/(N/mm^2)$	抗压强度设计值 $f_y'/(N/mm^2)$
HPB300	270	270
HRB335、HRBF335	300	300
HRB400、HRBF400、RRB400	360	360
HRB500、HRBF500	435	410

当构件中配有不同种类的钢筋时, 每种钢筋应采用各自的强度设计值。横向钢筋的抗拉

强度设计值 f_{yv} 应按表 1-10 中 f_y 的数值采用；当用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，其数值大于 360N/mm^2 时应取 360N/mm^2 。

表 1-11 预应力筋强度设计值

种 类	极限强度标准值 f_{pk} /(N/mm ²)	抗拉强度设计值 f_{py} /(N/mm ²)	抗压强度设计值 f'_{py} /(N/mm ²)
中强度预应力钢丝	800	510	410
	970	650	
	1270	810	
消除应力钢丝	1470	1040	410
	1570	1110	
	1860	1320	
钢绞线	1570	1110	390
	1720	1220	
	1860	1320	
	1960	1390	
预应力螺纹钢筋	980	650	410
	1080	770	
	1230	900	

注：当预应力筋的强度标准值不符合表 1-11 的规定时，其强度设计值应进行相应的比例换算。

普通钢筋及预应力筋在最大力下的总伸长率 δ_{gt} 不应小于表 1-12 规定的数值。

表 1-12 普通钢筋及预应力筋在最大力下的总伸长率限值

钢筋品种	普通钢筋			预应力筋
	HPB300	HRB335、HRBF335、HRB400、 HRBF400、HRB500、HRBF500	RRB400	
$\delta_{gt}/\%$	10.0	7.5	5.0	3.5

普通钢筋和预应力筋的弹性模量 E_s 应按表 1-13 采用。

表 1-13 钢盘的弹性模量

单位： 10^5N/mm^2

牌号或种类	弹性模量 E_s
HPB300 钢筋	2.10
HRB335、HRB400、HRB500 钢筋 HRBF335、HRBF400、HRBF500 钢筋 RRB400 钢筋 预应力螺纹钢筋	2.00
消除应力钢丝、中强度预应力钢丝	2.05
钢绞线	1.95

注：必要时可采用实测的弹性模量。

普通钢筋和预应力盘的疲劳应力幅限值 Δf_y^f 和 Δf_{py}^f 应根据钢筋疲劳应力比值 ρ_s^f 、 ρ_p^f 分别按表 1-14、表 1-15 线性内插取值。

表 1-14 普通钢筋疲劳应力幅限值

单位：N/mm²

疲劳应力比值 ρ_s^f	疲劳应力幅限值 Δf_y^f	
	HRB335	HRB400
0	175	175
0.1	162	162
0.2	154	156

续表

疲劳应力比值 ρ_s^f	疲劳应力幅限值 Δf_y^f	
	HRB335	HRB400
0.3	144	149
0.4	131	137
0.5	115	123
0.6	97	106
0.7	77	85
0.8	54	60
0.9	28	31

注：当纵向受拉钢筋采用闪光接触对焊连接时，其接头处的钢筋疲劳应力幅限值应按表中数值乘以 0.8 取用。

表 1-15 预应力筋疲劳应力幅限值

单位：N/mm²

疲劳应力比值 ρ_p^f	钢绞线	消除应力钢丝
	$f_{ptk}=1570$	$f_{ptk}=1570$
0.7	144	240
0.8	118	168
0.9	70	88

注：1. 当 ρ_{sv}^f 不小于 0.9 时，可不作预应力筋疲劳验算。

2. 当有充分依据时，可对表中规定的疲劳应力幅限值做适当调整。

普通钢筋疲劳应力比值 ρ_s^f 应按下列公式计算：

$$\rho_s^f = \frac{\sigma_{s,\min}^f}{\sigma_{s,\max}^f} \quad (1-2)$$

式中， $\sigma_{s,\min}^f$ ， $\sigma_{s,\max}^f$ 分别为构件疲劳验算时，同一层钢筋的最小应力、最大应力。

预应力筋疲劳应力比值 ρ_p^f 应按下列公式计算：

$$\rho_p^f = \frac{\sigma_{p,\min}^f}{\sigma_{p,\max}^f} \quad (1-3)$$

式中， $\sigma_{p,\min}^f$ ， $\sigma_{p,\max}^f$ 分别为构件疲劳验算时，同一层预应力筋的最小应力、最大应力。

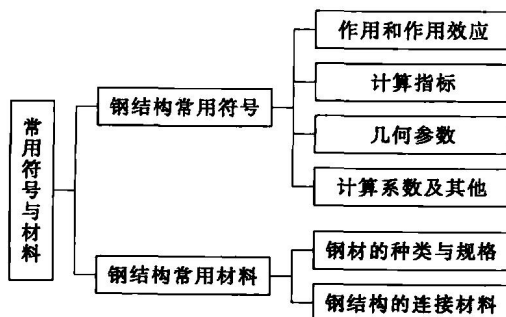
构件中的钢筋可采用并筋的配置形式。直径 28mm 及以下的钢筋并筋数量不应超过 3 根；直径 32mm 的钢筋并筋数量宜为 2 根；直径 36mm 及以上的钢筋不应采用并筋。并筋应按单根等效钢筋进行计算，等效钢筋的等效直径应按截面面积相等的原则换算确定。

1.2 钢结构常用符号与材料



本节导读

钢结构常用符号与材料用框图表示如下。



1.2.1 钢结构常用符号

(1) 作用和作用效应 见表 1-16。

表 1-16 作用和作用效应

序号	符号	含 义	序号	符号	含 义
1	F	集中荷载	5	P	高强度螺栓的预拉力
2	H	水平力	6	Q	重力荷载
3	M	弯矩	7	V	剪力
4	N	轴心力	8	R	支座反力

(2) 计算指标 见表 1-17。

表 1-17 计算指标

序号	符号	含 义	序号	符号	含 义
1	E	钢材的弹性模量	18	f_t^c, f_v^c, f_c^c	对接焊缝的抗拉强度、抗剪强度和抗压强度设计值
2	E_c	混凝土的弹性模量	19	f_t^w	角焊缝的抗拉强度、抗剪强度和抗压强度设计值
3	G	钢材的剪变模量	20	f_c	混凝土轴心抗压强度设计值
4	N_E	欧拉临界力	21	σ	正应力
5	N_t^b	一个螺栓的受拉承载力设计值	22	σ_c	局部压应力
6	N_t^b, N_v^b, N_c^b	一个螺栓的受拉、受剪和承压承载力设计值	23	σ_t	垂直于角焊缝长度方向,按有效截面计算的应力
7	N_t^d, N_v^d, N_c^d	一个铆钉的受拉、受剪和承压承载力设计值	24	$\Delta\sigma$	疲劳计算的应力幅或折算应力幅
8	N_v^d	组合结构中一个抗剪连接件的受剪承载力设计值	25	$\Delta\sigma_e$	变幅疲劳的等效应力幅
9	N_t^{pj}, N_c^{pj}	受拉和受压支管在管节点处的承载力设计值	26	$[\Delta\sigma]$	疲劳容许应力幅
10	f	钢材的抗拉强度、抗压强度和抗弯强度设计值	27	$\sigma_{cr}, \sigma_{c,cr}, \tau_{cr}$	板件在弯曲应力、局部压应力和剪应力单独作用时的临界应力
11	f_v	钢材的抗剪强度设计值	28	τ	剪应力
12	f_{ce}	钢材的端面承压强度设计值	29	τ_t	沿角焊缝长度方向,按其有效截面计算的剪应力
13	f_{st}	钢筋的抗拉强度设计值	30	ρ	质量密度
14	f_y	钢材的屈服强度(或屈服点)	31	S_b	支撑结构的侧移刚度(产生单位倾侧角的水平力)
15	f_t^b	螺栓的抗拉强度设计值	32	Δu	楼层的层间位移
16	f_t^b, f_v^b, f_c^b	螺栓的抗拉强度、抗剪强度和承压强度设计值	33	$[v_T]$	全部荷载标准值产生的挠度的容许值
17	f_t^d, f_v^d, f_c^d	铆钉的抗拉强度、抗剪强度和承压强度设计值	34	$[v_Q]$	可变荷载标准值产生的挠度的容许值

(3) 几何参数 见表 1-18。

表 1-18 几何参数

序号	符号	含 义	序号	符号	含 义
1	A	毛截面面积	9	S	毛截面面积矩
2	A_n	净截面面积	10	W	毛截面模量
3	H	柱的高度	11	W_n	净截面模量
4	H_1, H_2, H_3	阶形柱上段、中段(或单阶柱下段)、下段的高度	12	W_p	塑性毛截面模量
5	I	毛截面惯性矩	13	W_{pn}	塑性净截面模量
6	I_t	毛截面抗扭惯性矩	14	a, g	间距;间隙
7	I_w	毛截面扇性惯性矩	15	b	板的宽度或板的自由外伸宽度
8	I_n	净截面惯性矩	16	b_0	箱形截面翼缘板在腹板之间的宽度;混凝土板托顶部的宽度

续表

序号	符号	含 义	序号	符号	含 义
17	b_s	加劲肋的外伸宽度	33	l_0	弯曲屈曲的计算长度
18	b_e	板件的有效宽度	34	$l_{\omega'}$	扭转屈曲的计算长度
19	d	直径	35	l_w	焊缝的计算长度
20	d_e	有效直径	36	l_2	集中荷载在腹板计算高度边缘上的假定分布长度
21	d_0	孔径	37	s	部分焊透对接焊缝坡口根部至焊缝表面的最短距离
22	e	偏心距	38	t	板的厚度;主管壁厚
23	h	截面全高;楼层层高	39	t_s	支管壁厚;加劲肋厚度
24	h_{c1}	混凝土板的厚度	40	t_w	腹板的厚度
25	h_{c2}	混凝土板托的厚度	41	α	夹角
26	h_e	角焊缝的计算厚度	42	θ	夹角;应力扩散角
27	h_f	角焊缝的焊脚尺寸	43	λ	长细比
28	h_w	腹板的高度	44	$\lambda_0, \lambda_{yz}, \lambda_s, \lambda_{ux}$	换算长细比
29	h_0	腹板的计算高度	45	λ_b	梁腹板受弯计算时的通用高厚比
30	i	截面回转半径	46	λ_s	梁腹板受剪计算时的通用高厚比
31	l	长度或跨度	47	λ_c	梁腹板局部承压计算时的通用高厚比
32	l_1	梁受压翼缘侧向支承间距离, 螺栓(或铆钉)受力方向的连接长度			

(4) 计算系数及其他 见表 1-19。

表 1-19 计算系数及其他

序号	符号	含 义	序号	符号	含 义
1	C	用于疲劳计算的有量纲参数	18	β	支管与主管外径之比;用于计算疲劳强度的参数
2	C_1, C_2	用于计算梁腹板局部稳定的有量纲参数	19	β_b	梁整体稳定的等效弯矩系数
3	K_1, K_2	构件线刚度之比	20	β_t	正面角焊缝的强度设计值增大系数
4	k_1, k_2, k_3, k_4	用于计算梁腹板加劲肋间距的有量纲参数	21	β_m, β_t	压弯构件稳定的等效弯矩系数
5	O_v	管节点的支管搭接率	22	β_1	折算应力的强度设计值增大系数
6	n	螺栓、铆钉或连接件数目;应力循环次数	23	γ	栓钉钢材强屈比
7	n_1	所计算截面上的螺栓(或铆钉数目)	24	γ_0	结构的重要性系数
8	n_f	高强度螺栓的传力摩擦面数目	25	γ_x, γ_y	对 x, y 轴的截面塑性发展系数
9	n_v	螺栓或铆钉的剪切面数目	26	ξ	用于计算梁整体稳定的参数
10	α	线膨胀系数;计算吊车摆动引起的横向力系数	27	η_b	梁截面不对称影响系数
11	α_E	钢材与混凝土弹性模量之比	28	ρ	腹板受压区有效宽度系数
12	α_e	梁截面模量考虑腹板有效宽度的折减系数	29	η_1, η_2	用于计算阶形柱计算长度的参数
13	α_f	疲劳计算的欠载效应等效系数	30	μ	高强度螺栓摩擦面的抗滑移系数;柱的计算长度系数
14	α_0	柱腹板的应力分布不均匀系数	31	μ_1, μ_2, μ_3	阶形柱上段、中段(或单阶柱下段)、下段的计算长度系数
15	α_y	钢材强度影响系数	32	ζ_1	梁腹板受压板段的宽厚比
16	α_1	梁腹板刨平顶紧时采用的系数	33	φ	轴心受压构件的稳定系数
17	α_{2i}	考虑二阶将就框架第 i 层杆件的侧移弯矩增大系数	34	φ_b, φ'_b	梁的整体稳定系数
			35	ψ	集中荷载的增大系数
			36	ψ_a, ψ_b, ψ_d	用于计算直接焊接钢管节点承载力的参数

1.2.2 钢结构常用材料

(1) 钢材的种类与规格 钢材的种类如图 1-1 所示。

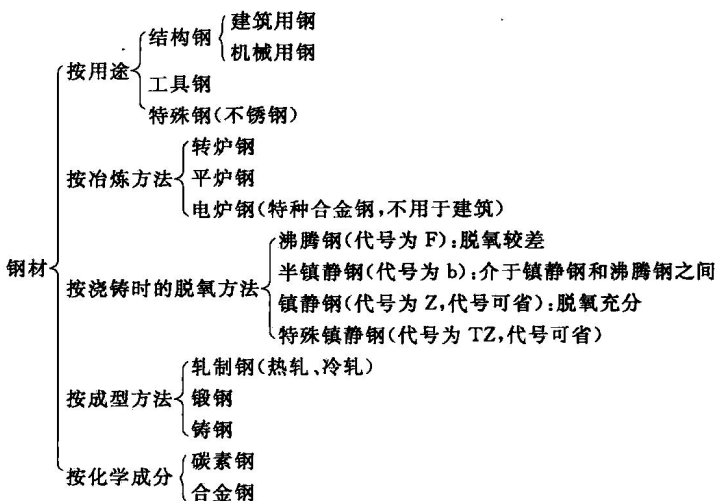


图 1-1 钢材的种类

钢材的规格见表 1-20。

表 1-20 钢材的规格

种类		规格
钢板	厚钢板	厚度 4.5~60mm,宽度 600~3000mm,长度 4~12m
	薄钢板	厚度为 0.35~4mm,宽度 500~1500mm,长度 0.5~4m
	扁钢	厚度为 4~60mm,宽度 12~200mm,长度 3~9m
型钢	角钢	角钢分等边和不等边两种。不等边角钢的表示方法为,在符号“L”后加“长边宽×短边宽×厚度”,如 L 125×80×10,对于等边角钢则以边宽和厚度表示,如 L 90×10,单位均为 mm
	工字钢、H 型钢	工字钢有普通工字钢、轻型工字钢和 H 型钢。普通工字钢和轻型工字钢用号数表示,号数即为其截面高度的厘米数。20 号以上的工字钢,同一号数有三种腹板厚度分别为 a、b、c 三类。如 I 32a、I 32b、I 32c,a 类腹板较薄,用作受弯构件较为经济 轻型工字钢的腹板和翼缘均较普通工字钢薄,如表示为 I 32Q,因而在相同重量下其截面系数和回转半径均较大 H 型钢是世界各国使用很广泛的热轧型钢,与普通工字钢相比,其翼缘内外两侧平行,便于与其他构件相连。它可分为宽翼缘 H 型钢(代号 HW,翼缘宽度 B 与截面高度 H 相等)、中翼缘 H 型钢[代号 HM,B=(1/2~2/3)H]、窄翼缘 H 型钢[代号 HN,B=(1/3~1/2)H]。各种 H 型钢均可剖分为 T 型钢供应,代号分别为 TW、TM 和 TN。H 型钢和剖分 T 型钢的规格标记均采用:高度×宽度×腹板厚度×翼缘厚度表示。例如 HM340×250×9×14,其剖分 T 型钢为 TM170×250×9×14,单位均为 mm
	槽钢	槽钢有普通槽钢和轻型槽钢两种,也以其截面高度的厘米数编号,如[30a。号码相同的轻型槽钢,其翼缘较普通槽钢宽而薄,腹板也较薄,回转半径大,重量轻,如[30Q
钢管		钢管有无缝钢管和有缝钢管两种,用符号“φ”后面加“外径×厚度”表示,如 φ400×6,单位均为 mm
薄壁型钢		薄壁型钢是用 1.5~5.0mm 厚的薄钢板(一般用 Q235 或 Q345 钢)经模压或弯曲而成,其截面形式及尺寸可按合理方案设计。有防锈涂层的彩色压型钢板所用钢板厚度为 0.4~1.6mm,一般用于轻型屋面及墙面。薄壁型钢能充分利用钢材的强度,节约钢材

(2) 钢结构的连接材料 见表 1-21。

表 1-21 钢结构的连接材料

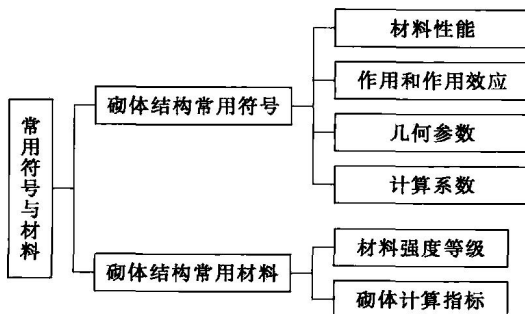
项目	材 质	选 用
焊接	钢结构的焊接材料应与被连接构件所采用的钢材材质相适应。将两种不同强度的钢材相连接时,可采用与低强度钢材相适应的连接材料。对直接承受动力荷载或振动荷载且需要验算疲劳的结构,宜采用低氢型焊条 (1)手工电弧焊应符合现行国家标准《碳钢焊条》(GB/T 5117—1995)或《低合金钢焊条》(GB/T 5118—1995)规定的焊条。为使经济合理,选择的焊条型号应与构件钢材的强度相适应。选用时可按下列要求确定:对 Q235 钢宜采用 E43 型焊条;对 Q345 钢宜采用 E50 型焊条 (2)自动焊接或半自动焊接采用的焊丝和相应的焊剂应与主体金属强度相适应,并应符合现行国家标准《熔化焊用钢丝》(GB/T 14957—94)的规定	焊接连接是目前钢结构最主要的连接方法,它具有不削弱构件截面、构造简单和加工方便等优点。一般钢结构中主要采用电弧焊。电弧焊是利用电弧热熔化焊件及焊条(或焊丝)以形成焊缝。目前应用的电弧焊方法有:焊条焊、自动焊和半自动焊。在轻型钢结构中,由于焊件薄,焊缝少,故多数采用焊条焊。焊条焊施焊灵活,易于在不同位置施焊,但焊缝质量低于自动焊
螺栓	(1)普通螺栓可采用符合现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700—2006)规定的 Q235-A 级钢制成,并应符合现行国家标准《六角头螺栓 C 级》(GB/T 5780—2000)和《六角头螺栓 A 级和 B 级》(GB/T 5782—2000)的规定 (2)高强度螺栓可采用 45 钢、40Cr、40B 或 20MnTiB 钢制作并应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》(GB/T 1228—2006)、《钢结构用高强度大六角螺母》(GB/T 1229—2006)、《钢结构用高强度垫圈》(GB/T 1230—2006)、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》(GB/T 1231—2006)或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》(GB/T 3632—2008)的规定 (3)圆柱头焊钉(栓钉)连接件的材料应符合现行国家标准《电弧焊柱焊用圆柱头焊钉》(GB/T 10433—2002)的规定 (4)锚栓可采用现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700—2006)中规定的 Q235-A 级钢或《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591—2008)中规定的 Q345-A 级钢制成	(1)普通螺栓连接主要用在结构的安装连接以及可拆装的结构中。螺栓连接的优点是拆装便利,安装时不需要特殊设备,操作较简便。但由于普通螺栓连接传递剪力较差,而高强度螺栓连接在高空施工中要求又较高,因而轻型钢屋架与支撑连接,一般采用普通螺栓 C 级,受力较大时可用螺栓定位、安装焊缝受力的连接方法 (2)高强度螺栓连接除能承受较大的拉力外,尚能借其连接处构件接触面的摩擦可靠地承受剪力。故在轻型门式刚架的梁柱连接节点以及螺栓球网架的节点连接中广泛应用 (3)锚栓主要应用于屋架与混凝土柱顶的连接及门式刚架柱脚与基础的连接,锚栓可根据其受力情况选用不同牌号的钢材制成

1.3 砌体结构常用符号与材料



本节导读

砌体结构常用符号与材料用框图表示如下。



1.3.1 砌体结构常用符号

(1) 材料性能 见表 1-22。

表 1-22 材料性能

序号	符号	含 义	序号	符号	含 义
1	MU	块体的强度等级	9	f_t, f_{tk}	砌体的轴心抗拉强度设计值、标准值
2	M	砂浆的强度等级	10	$f_{tm}, f_{tm,k}$	砌体的弯曲抗拉强度设计值、标准值
3	Mb	混凝土砌块砌筑砂浆的强度等级	11	$f_v, f_{v,k}$	砌体的抗剪强度设计值、标准值
4	C	混凝土的强度等级	12	f_n	网状配筋砖砌体的抗压强度设计值
5	Cb	混凝土砌块灌孔混凝土的强度等级	13	f_y, f'_y	钢筋的抗拉强度、抗压强度设计值
6	f, f_k	砌体的抗压强度设计值、标准值	14	f_c	混凝土的轴心抗压强度设计值
7	f_g	单排孔且对孔砌筑的混凝土砌块灌孔砌体抗压强度设计值(简称灌孔砌体抗压强度设计值)	15	E	砌体的弹性模量
8	f_{vg}	单排孔且对孔砌筑的混凝土砌块灌孔砌体抗剪强度设计值(简称灌孔砌体抗剪强度设计值)	16	E_c	混凝土的弹性模量
			17	G	砌体的剪变模量

(2) 作用和作用效应 见表 1-23。

表 1-23 作用和作用效应

序号	符号	含 义	序号	符号	含 义
1	N	轴向力设计值	7	M_{ov}	挑梁的倾覆力矩设计值
2	N_l	局部受压面积上的轴向力设计值、梁端支承压力	8	V	剪力设计值
3	N_0	上部轴向力设计值	9	F_1	托梁顶面上的集中荷载设计值
4	N_t	轴心拉力设计值	10	Q_1	托梁顶面上的均布荷载设计值
5	M	弯矩设计值	11	Q_2	墙梁顶面上的均布荷载设计值
6	M_t	挑梁的抗倾覆力矩设计值	12	σ_0	水平截面平均压应力

(3) 几何参数 见表 1-24。

表 1-24 几何参数

序号	符号	含 义	序号	符号	含 义
1	A	截面面积	19	H	墙体高度、构件高度
2	A_b	垫块面积	20	H_i	层高
3	A_c	混凝土构造柱的截面面积	21	H_0	构件的计算高度、墙梁跨中截面的计算高度
4	A_l	局部受压面积	22	h	墙厚、矩形截面较小边长、矩形截面的轴向力偏心方向的边长、截面高度
5	A_n	墙体净截面面积	23	h_b	托梁高度
6	A_0	影响局部抗压强度的计算面积	24	h_0	截面有效高度、垫梁折算高度
7	A_s, A'_s	受拉、受压钢筋的截面面积	25	h_T	T形截面的折算厚度
8	a	边长、梁端实际支承长度、距离	26	h_w	墙体高度、墙梁墙体计算截面高度
9	a_i	洞口至墙梁最近支座中心的距离	27	l	构造柱的间距
10	a_0	梁端有效支承长度	28	l_0	梁的计算跨度
11	a_s, a'_s	纵向受拉、受压钢筋重心至截面近边的距离	29	l_n	梁的净跨度
12	b	截面宽度、边长	30	I	截面惯性矩
13	b_c	混凝土构造柱沿墙长方向的宽度	31	i	截面的回转半径
14	b_f	带壁柱墙的计算截面翼缘宽度、翼墙计算宽度	32	s	间距、截面面积矩
15	b'_f	T形、倒L形截面受压区的翼缘计算宽度	33	x_0	计算倾覆点到墙外边缘的距离
16	b_s	在相邻横墙、窗间墙之间或壁柱间的距离范围内的门窗洞口宽度	34	u_{max}	最大水平位移
17	c, d	距离	35	W	截面抵抗矩
18	e	轴向力的偏心距	36	y	截面重心到轴向力所在偏心方向截面边缘的距离
			37	z	内力臂

(4) 计算系数 见表 1-25。