

《不锈钢结构技术规范》

（征求意见稿）

《不锈钢结构技术规范》编制组

2014年05月01号

目 录

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	材料	7
3.1	结构用不锈钢	7
3.2	连接材料	7
3.3	设计指标	7
4	基本设计规定	10
4.1	设计原则	10
4.2	作用与作用效应	10
4.3	构造的一般规定	11
4.4	结构变形的规定	12
5	构件的计算	13
5.1	轴心受拉构件	13
5.2	轴心受压构件	13
5.3	受弯构件	16
5.4	拉弯构件	21
5.5	压弯构件	21
5.6	构件中的受压板件	24
5.7	受弯构件的变形	27
6	连接计算与构造	29
6.1	焊缝连接的计算	29
6.2	紧固件连接的计算	30
6.3	连接的构造	33
7	防腐、防火与维护	35
7.1	防腐	35
7.2	防火	35
8	制作与安装	36
8.1	一般规定	36
8.2	加工	36
8.3	焊接与紧固连接	36
8.4	储存、运输与安装	36
附录 A	梁的整体弯扭屈曲临界弯矩	38
附录 B	截面特性	40
附录 C	简支梁的双力矩 B 的计算	53

1 总则

1.0.1 为在不锈钢结构设计及施工中贯彻执行国家的技术经济政策，做到安全适用、技术先进、经济合理和确保质量，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于工业与民用建筑物和构筑物的不锈钢结构与施工。本规范不适用于直接承受动力荷载且需要进行疲劳验算的承重结构和构件。

1.0.3 本规范的设计原则是根据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 制定的。

1.0.4 不锈钢结构设计及施工应结合工程实际，合理选用材料、结构方案和构造措施，保证结构在运输、安装和使用过程中满足强度、稳定性和刚度要求，符合防腐、防火与维护等要求。

1.0.5 不锈钢结构的设计及施工，除应符合本规范外，尚应符合现行有关国家标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 不锈钢 stainless steel

以不锈、耐蚀性为主要特性，且铬含量至少为 10.5%，碳含量最大不超过 1.2%的钢材。

2.1.2 奥氏体型不锈钢 austenitic grade stainless steel

基体以面心立方晶体结构的奥氏体组织（ γ 相）为主，无磁性，主要通过冷加工使其强化（并可能导致一定的磁性）的不锈钢。

2.1.3 奥氏体-铁素体（双相）型不锈钢 austenitic-ferritic(duplex) grade stainless steel

基体兼有奥氏体和铁素体两相组织（其中较少相的含量一般大于 15%），有磁性，可通过冷加工使其强化的不锈钢。

2.1.4 强度 strength

构件截面材料或连接抵抗破坏的能力。强度计算是防止结构构件或连接因材料强度被超过而破坏的计算。

2.1.5 名义屈服强度 proof strength

材料非比例延伸率为 0.2%时的应力。

2.1.6 应变强化系数 strain hardening coefficient

反映不锈钢材料发生塑性应变时强度提高的系数。

2.1.7 切线弹性模量 tangent modulus of elasticity

材料应力-应变曲线在计算点处的斜率。

2.1.8 屈曲 buckling

杆件、板件或结构在轴心压力、弯矩、剪力单独或共同作用下突然发生与原受力状态正交的较大变形而失去稳定的现象。

2.1.9 板件 element

构件相邻两纵边之间的平板部分。

2.1.10 加劲板件 stiffened element

两纵边均与其它板件相连接的板件。

2.1.11 部分加劲板件 partially stiffened element

一纵边与其它板件相连接，另一纵边由符合要求的边缘卷边加劲的板件。

2.1.12 非加劲板件 un-stiffened element

一纵边与其它板件相连接，另一纵边为自由的板件。

2.1.13 均匀受压板件 uniformly compressed element

承受面内均匀受压作用的板件。

2.1.14 非均匀受压板件 non-uniformly compressed element

承受面内非均匀分布应力作用的板件。

2.1.15 子板件 sub-element

一纵边与其它板件相连，另一纵边与符合要求的中间加劲肋相连接或两纵边均与符合要求的中间加劲肋相连接的板件。

2.1.16 宽厚比 width-to-thickness ratio

板件的宽度与厚度之比。

2.1.17 径厚比 diameter-to-thickness ratio

圆管的直径与厚度之比。

2.1.18 有效宽厚比 effective width-to-thickness ratio

考虑利用受压板件屈曲后强度时，简化计算中将板件宽度予以折减，折减后的板件计算宽度与板件厚度之比。

2.1.19 冷成型 cold forming

常温下对材料进行冲剪、弯曲和拉伸等的加工方式。

2.1.20 冷加工效应 effect of cold forming

常温下对材料加工引起材料性能的改变。

2.1.21 电阻点焊 resistance spot welding

工件装配成搭接接头，并压紧在两电极之间，利用电阻热熔化母材金属，形成焊点的电阻焊方法。

2.1.22 抽芯铆钉 blind rivet

一类单面铆接用的铆钉。铆接时，铆钉钉芯由专用铆枪拉动，使铆体膨胀，起到铆接作用。

2.1.23 撬力作用 prying action

受拉 T 形连接中，受力后由于垂直于拉力的连接件的变形而形成的杠杆作用，使螺杆中拉力增加并产生弯曲的现象。

2.2 符号

2.2.1 作用及作用效应

B ——双力矩；

F ——集中荷载；

M ——弯矩；

N ——轴心力；

V ——剪力；

N_v ——单个螺栓、螺钉、电阻点焊以及抽芯铆钉承担的剪力设计值；

N_t ——单个螺栓、螺钉、电阻点焊以及抽芯铆钉承担的拉力设计值。

2.2.2 计算指标

F_u ——不锈钢拉索的极限抗拉承载力标准值；

E_0 ——不锈钢材料的初始弹性模量；

G_0 ——不锈钢材料的初始剪切模量；

n ——不锈钢材料的应变强化系数；

ρ ——不锈钢材料的密度；

σ ——正应力；

τ ——剪应力；

σ_f ——垂直于角焊缝长度方向的应力，按焊缝有效截面计算；

τ_f ——沿焊缝长度方向的剪应力，按焊缝有效截面计算；

$f_{0.2}$ ——不锈钢材料的名义屈服强度标准值；

f ——不锈钢材料的抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

f_v ——不锈钢材料的抗剪强度设计值；

$[V]$ ——抽芯铆钉按照 GB/T 3098.18 进行试验时需达到的最小抗剪承载力；

N_v^d ——单个电阻点焊的抗剪承载力设计值；

f_f^w ——角焊缝的抗拉、抗剪和抗压强度设计值；

f_t^w, f_v^w, f_c^w ——对接焊缝的抗拉、抗剪、承压强度设计值；

f_t^b, f_v^b, f_c^b ——螺栓、螺钉的抗拉、抗剪、承压强度设计值；

N_t^b, N_v^b, N_c^b ——单个螺栓的抗拉、抗剪、承压承载力设计值；

$N_t^s, N_v^s, N_c^s, N_p^s$ ——单个螺钉的抗拉、抗剪、承压、抗撕裂承载力设计值。

2.2.3 几何参数

A ——毛截面面积；

A_n ——净截面面积；

A_e ——有效截面面积；

A_{en} ——有效净截面面积；

I ——毛截面惯性矩；

I_n ——净截面惯性矩；

I_t ——毛截面抗扭惯性矩；

I_ω ——毛截面扇性惯性矩；

S ——毛截面面积矩；

W ——毛截面模量；

W_n ——净截面模量；

W_ω ——毛截面扇性模量；

W_e ——有效截面模量；

W_{en} ——有效净截面模量；
 ω_n ——主扇性坐标；
 a ——卷边的高度；格构式檩条上弦节间长度；连接件的间距；
 b ——截面或板件的宽度；
 b_0 ——截面的计算宽度(或高度)；
 b_e ——板件的有效宽度；
 c ——与计算板件邻接的板件的宽度；
 t ——板材的厚度；圆管的壁厚；
 e ——偏心距；
 e_a ——荷载作用点到弯心的距离；
 e_0 ——截面弯心在对称轴上的坐标(以形心为原点)；
 e_q ——等效偏心距；
 h ——截面或板件的高度；
 h_0 ——腹板的计算高度；
 i ——回转半径；
 l ——长度或跨度；侧向支承点间的距离；
 l_0 ——计算长度；
 $l_{0\omega}$ ——扭转屈曲的计算长度；
 λ ——构件的长细比；
 λ_0 ——构件的换算长细比；
 λ_ω ——构件的弯扭屈曲换算长细比；
 $\bar{\lambda}$ ——构件的正则化长细比；
 $\bar{\lambda}_\omega$ ——构件的弯扭屈曲正则化长细比；
 $\bar{\lambda}_p$ ——板的柔度系数；
 l_w ——焊缝的计算长度；
 S_w ——焊缝有效截面的面积矩；
 I_w ——焊缝有效截面的惯性矩；
 h_f ——角焊缝的焊脚尺寸；
 h_e ——角焊缝的计算厚度；
 d ——公称直径；
 d_e ——有效直径；
 d_0 ——孔径；
 n_v ——受剪面数目；
 t_1 ——较薄板或钉头接触侧的钢板的厚度；
 t_2 ——远离钉头的连接板的厚度；
 e_1 ——端距；
 d_w ——垫圈的直径(有垫圈时)或螺钉头的直径；
 t_{sup} ——钉杆的圆柱状螺纹部分钻入基材中的深度。

2.2.4 计算系数

k ——受压板件的稳定系数；
 k_1 ——板组约束系数；
 α_c ——与轴心受压构件稳定系数相关的计算参数；
 α, β ——构件的约束系数；
 β_m ——等效弯矩系数；

γ_R ——抗力分项系数；
 $\beta_1\sim\beta_3$ ——计算受弯构件整体稳定时采用的系数；
 $\alpha_1\sim\alpha_6$ ——计算受压板件有效宽度时采用的系数；
 μ_b ——梁的侧向计算长度系数；
 φ ——轴心受压构件的整体稳定系数；
 φ_b ——受弯构件的整体稳定系数；
 ψ ——应力分布不均匀系数；
 k_d ——直径影响系数；
 β_L ——长连接强度折减系数；
 k_F ——荷载影响系数；
 ϕ ——剪切面数目影响系数；
 ζ ——材料影响系数。

3 材料

3.1 结构用不锈钢

3.1.1 结构用不锈钢材料，其质量应分别符合现行国家标准《不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分》GB/T 20878、《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237 和《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280 的规定。可采用牌号为 06Cr19Ni10(统一数字代号: S30408)、022Cr19Ni10(S30403)、06Cr17Ni12Mo2(S31608)、022Cr17Ni12Mo2(S31603)和 022Cr23Ni5Mo3N(S22053)的不锈钢；当有可靠依据时，可采用其他牌号的不锈钢。

3.1.2 结构用不锈钢，应根据结构的重要性、荷载特征、结构形式、应力状态、钢材厚度、成型方法、工作环境和表面要求等因素合理选取不锈钢牌号及性能指标，并在设计文件中注明。

3.1.3 结构用不锈钢管可采用无缝钢管和直缝焊接钢管，其质量应分别符合现行国家标准《结构用不锈钢无缝管》GB/T 14975 和《机械结构用不锈钢热焊接钢管》GB/T 12770 的规定。

3.1.4 结构用不锈钢材料应具有名义屈服强度、抗拉强度、延伸率、收缩率、冲击功和碳、硫、磷、硅、锰、镍、铬、钼等含量的合格保证。

3.2 连接材料

3.2.1 不锈钢结构的焊接材料应符合下列要求:

1 手工焊接采用的焊条，应符合现行国家标准《不锈钢焊条》GB/T 983 的规定。选择的焊条型号应与主体金属的力学性能及防腐蚀性能相匹配。

2 自动或半自动焊接采用的焊丝及相应的焊剂应与主体金属力学性能及防腐蚀性能相匹配。焊丝应符合现行国家标准《不锈钢药芯焊丝》GB/T 17853 或《埋弧焊用焊丝和焊剂》GB/T 17854 的规定。

3 当两种不同强度级别同类不锈钢相焊接时，宜采用与主体金属强度较低一种钢材相适应的焊条或焊丝，不宜将不同类的不锈钢材料焊接。

3.2.2 不锈钢结构用的连接紧固件应符合下列要求:

1 不锈钢螺栓的质量应符合现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6 和《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15 的规定。

2 锚栓可采用与连接构件同种类的不锈钢制成。

3 自攻螺钉的质量应符合现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢自攻螺钉》GB/T 3098.21 的规定。

4 高强度螺栓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，《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229，《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230，《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 或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632、《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副技术条件》GB/T 3633 的规定。

3.3 设计指标

3.3.1 不锈钢材料的强度设计值应按表 3.3.1 采用。

表 3.3.1 不锈钢材料设计用强度 (N/mm²)

种类	统一数字代号	牌号	不锈钢强度标准值(N/mm ²)		不锈钢强度设计值(N/mm ²)			纵向/横向 应变强 化指数
			名义屈服 强度	抗拉 强度	抗拉、抗压 和抗弯	抗剪	端面 承压	

			$f_{0.2}$	f_u	f	f_v	f_{ce}	n
奥氏体型	S30408	06Cr19Ni10	205	515	175	100	450	6/8
	S30403	022Cr19Ni10	170	485	145	85	420	6/8
	S31608	06Cr17Ni12Mo2	205	515	175	100	450	7/9
	S31603	022Cr17Ni12Mo2	170	485	145	85	420	7/9
双相型	S22053	022Cr23Ni5Mo3N	450	620	385	220	540	5/5

注：本表仅适用于经固溶处理的（热轧、冷轧）钢板和钢带。

3.3.2 焊缝连接的强度设计值应按表 3.3.2 采用。

表 3.3.2 焊缝的强度设计值 (N/mm²)

构件钢材及相应的焊接方法和焊条	牌号	对接焊缝				角焊缝 抗拉、抗压 和抗剪 f_w^w
		抗压 f_c^w	焊缝等级为下列等级时抗拉 f_t^w		抗剪 f_v^w	
			一、二级	三级		
奥氏体型不锈钢自动焊、半自动焊和 E308、E308MoL 型焊条的手工焊	S30408、31608	175	175	150	100	200
	S30403、31603	145	145	125	85	200
双相型不锈钢 S22053 自动焊、半自动焊和 E2209 型焊条的手工焊	S22053, ≤16mm	385	385	325	220	260

3.3.3 螺栓、螺钉连接的强度设计值应根据被连接件材料按表 3.3.3 选用。

表 3.3.3 螺栓、螺钉连接的强度指标

类别	螺栓标记		螺栓直径 (mm)	屈服强度 f_y^b (N/mm ²)	抗拉强度 f_u^b (N/mm ²)	强度设计值(N/mm ²)				
	不锈钢组别	性能等级				抗拉 f_t^b	抗剪 f_v^b	承压 f_c^b		
								S30408 S31608	S30403 S31603	S22053
奥氏体螺栓、螺钉	A2、A3、A4、A5	50	M≤39	210	500	210	175	410	400	—
		70	M≤39	450	700	295	245	410	400	—
		80	M≤24	600	800	335	280	410	400	—
锚栓	—	—	—	—	—	—	—	195	185	235

3.3.4 计算下列情况的结构构件和连接时，本规范 3.3.1 至 3.3.3 条规定的强度设计值，应乘以下列相应的折减系数。

1 单面连接的单角钢

1) 按轴心受力计算强度和连接

0.85

2) 按轴心受压计算稳定性

等边角钢

$0.6+0.0015\lambda$ ，但不大于 1.0

短边相连的不等边角钢

$0.5+0.0025\lambda$ ，但不大于 1.0

长边相连的不等边角钢

0.7

λ 为长细比，对中间无联系的单角钢压杆，应取最小回转半径计算，当 $\lambda < 20$ 时，取 $\lambda = 20$ 。

2. 无垫板的单面施焊对接焊缝

0.85

3. 施工条件较差的高空安装焊缝

0.9

4. 两构件的连接采用其间填有垫板的连接以及单盖板的不对称连接

0.9

5. 拱的双圆钢拉杆及其连接

0.85

6. 平面桁架式檩条和三角拱斜梁，其端部主要受压腹杆

0.85

注：当几种情况同时存在时，其折减系数应连乘。

3.3.5 不锈钢结构设计时可采用线弹性材料模型，当需要考虑材料非线性进行分析时，其应变—应力关系采用式(3.3.5)：

$$\varepsilon = \begin{cases} \frac{\sigma}{E_0} + 0.002 \left(\frac{\sigma}{f_{0.2}} \right)^n & \sigma \leq f_{0.2} \\ 0.002 + \frac{f_{0.2}}{E_0} + \frac{\sigma - f_{0.2}}{E_{0.2}} + \varepsilon_u \left(\frac{\sigma - f_{0.2}}{f_u - f_{0.2}} \right)^m & f_{0.2} < \sigma \leq f_u \end{cases} \quad (3.3.5)$$

式中 σ ——应力；

ε ——应变；

$f_{0.2}$ ——不锈钢材料的名义屈服强度标准值；

E_0 ——不锈钢材料的初始弹性模量；

n ——不锈钢材料的应变强化系数；

f_u ——不锈钢材料的抗拉强度标准值；

m ——计算系数， $m=1+3.5f_{0.2}/f_u$ ；

$E_{0.2}$ ——应力为 $f_{0.2}$ 时对应的切线弹性模量， $E_{0.2}=E_0/(1+0.002 E_0/f_{0.2})$ ；

ε_u ——对应于极限强度 f_u 的极限应变， $\varepsilon_u=1-f_{0.2}/f_u$ 。

3.3.6 不锈钢材料的物理性能指标按表 3.3.6 采用

表 3.3.6 不锈钢材料的物理性能

不锈钢种类	统一数字代号	牌号	初始弹性模量 E_0 (N/mm ²)	初始剪切模量 G_0 (N/mm ²)	线膨胀系数 α (以每℃计)	质量密度 ρ (kg/m ³)	泊松比 ν
奥氏体型	S30403	06Cr19Ni10	1.93×10^5	7.42×10^4	1.73×10^{-6}	7900	0.3
	S30408	022Cr19Ni10					
	S31603	06Cr17Ni12Mo2			1.60×10^{-6}	8000	0.3
	S31608	022Cr17Ni12Mo2					
双相型	S22053	022Cr23Ni5Mo3N	2.00×10^5	7.69×10^4	1.30×10^{-6}	7800	0.3

4 基本设计规定

4.1 设计原则

4.1.1 本规范采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，用分项系数设计表达式进行计算。

4.1.2 承重的不锈钢结构构件应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

1 承载能力极限状态包括：构件或连接的强度破坏、脆性断裂，因过度变形而不适用于继续承载，结构或构件丧失稳定，结构转变为机动体系和结构倾覆；

2 正常使用极限状态包括：影响结构、构件或非结构构件正常使用或外观的变形，影响正常使用的振动，影响正常使用或耐久性能的局部损坏。

4.1.3 不锈钢结构的安全等级和设计使用年限应符合现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 和《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的规定。

一般工业与民用建筑不锈钢结构的安全等级应取为二级，其他特殊建筑不锈钢结构的安全等级应根据具体情况另行确定。

建筑物中各类结构构件的安全等级，宜与整个结构的安全等级相同。对其中部分结构构件的安全等级可进行调整，但不得低于三级。

4.1.4 按承载能力极限状态设计不锈钢结构时，应考虑荷载效应的基本组合，必要时尚应考虑荷载效应的偶然组合。

按正常使用极限状态设计不锈钢结构时，应考虑荷载效应的标准组合。

4.1.5 计算结构或构件的强度、稳定性以及连接的强度时，应采用荷载设计值；计算正常使用极限状态的变形时，应采用荷载的标准值。

4.1.6 不锈钢结构构件的抗拉强度应按净截面计算，抗压强度应根据不同情况分别按净截面或有效净截面计算；构件的稳定性应根据不同情况分别按毛截面或有效截面计算，稳定系数按毛截面计算。

4.2 作用与作用效应

4.2.1 计算不锈钢结构构件和连接时，荷载的标准值、荷载分项系数、荷载组合值系数的取值以及荷载效应组合，除本规范另有规定外，均应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用。

4.2.2 地震作用应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定计算。

4.2.3 设计支承轻型屋面的不锈钢结构（屋架、刚架等）或构件，当仅承受一个可变荷载且受荷水平投影面积超过 60m^2 时，屋面均布活荷载标准值可取为 0.3kN/m^2 。

4.2.4 设计不锈钢屋面板和檩条时，尚应考虑施工及检修集中荷载，其标准值应取 1.0kN 且作用在结构最不利的位上。当施工荷载有可能超过上述荷载时，应按实际情况取用。

4.2.5 设计屋盖结构时，应考虑雪荷载和积灰荷载在屋面天沟、阴角、天窗挡风板和高低跨相接处的荷载增大系数。

4.2.6 设计轻型不锈钢结构或构件时，应考虑由于风吸力等作用引起构件内力反号的不利影响，此时永久荷载的分项系数应取 1.0 。

4.2.7 荷载效应组合应符合下列原则：

- 1 屋面均布活荷载与雪荷载不同时考虑，应取两者中的较大值；
- 2 积灰荷载应与雪荷载或屋面均布活荷载中较大值同时考虑；
- 3 施工及检修集中荷载不与屋面材料及檩条等屋盖自重以外的其它荷载同时考虑。

4.3 构造的一般规定

4.3.1 不锈钢主要承重构件壁厚不宜小于 1.5 mm。

4.3.2 构件的长细比应符合下列要求：

1 受压构件的长细比，不宜大于表 4.3.2-1 中所列数值。

表 4.3.2-1 受压构件的容许长细比

项次	构件类别	容许长细比
1	主要构件，如柱、桁架等	150
2	其他构件及支撑	220

2 受拉构件的长细比，不宜大于表 4.3.2-2 中所列数值。

表 4.3.2-2 受拉构件的容许长细比

项次	构件名称	承受静力荷载或间接承受动力荷载的结构	直接承受动力荷载的结构
1	桁架构件	350	250
2	支撑	400	—

注：1 承受静力荷载的结构中，可仅计算受拉构件在竖向平面内的长细比。

2 当受拉构件在永久荷载与风荷载组合作用下受压时，其长细比不宜超过 250。

3 对直接或间接承受动力荷载的结构，计算单角钢受拉构件的长细比时，应采用角钢的最小回转半径；在计算单角钢交叉受拉杆件平面外的长细比时，应采用与角钢肢边平行轴的回转半径。

4.3.3 构件截面中受压板件宽厚比或径厚比应符合表 4.3.3 的限值规定。

表 4.3.3 受压板件的宽厚比限值

板件类型	S30403	S30408	S22053
	S31603	S31608	
非加劲板件	50	45	30
部分加劲板件	70	60	40
加劲板件	280	260	180
圆管	100	100	50

注：1 加劲板、部分加劲板和非加劲板的分类见图 4.3.3。

2 圆管的径厚比是指圆管的外径与壁厚的比值。

3 卷边的宽厚比规定见 5.6.5 条。

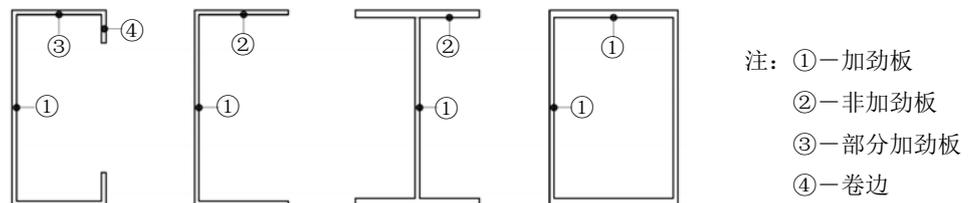


图 4.3.3 构件中受压板件的分类

4.3.4 当构件中的所有板件宽厚比均不超过表 4.3.4 中的规定时，构件为全截面有效构件。设计此类构件时，可不考虑双力矩 B 的影响。

表 4.3.4 全截面有效构件中板件的最大宽厚比

板件类型	受力状态	冷成型			焊接		
		S30403 S31603	S30408 S31608	S22053	S30403 S31603	S30408 S31608	S22053

非加劲板件	均匀受压	16	14	10	12	11	7
	受弯	22	20	14	16	15	10
部分加劲板件	均匀受压	24	22	15	17	16	11
	受弯	29	26	18	21	19	13
加劲板件	均匀受压	49	44	30	35	32	22
	受弯	121	110	74	88	80	54
压弯或拉弯		$24\sqrt{k}$	$22\sqrt{k}$	$15\sqrt{k}$	$18\sqrt{k}$	$16\sqrt{k}$	$11\sqrt{k}$

注：1 k 为板件的受压稳定系数，按本规范 5.6.3 条取值；

2 部分加劲板的卷边尺寸应满足本规范 5.6.5 条规定。

4.4 结构变形的规定

4.4.1 计算不锈钢结构和构件变形时，可不考虑螺栓（螺钉或铆钉）孔引起的截面削弱。

4.4.2 受弯构件的挠度不宜超过表 4.4.2 中所列的容许值。

表 4.4.2 受弯构件挠度容许值

项次	构件类别	挠度容许值	
		$[V_T]$	$[V_Q]$
1	楼盖梁或桁架、工作平台梁和平台板		
	(1) 主梁或桁架	$L/400$	$L/500$
	(2) 抹灰顶棚的梁	$L/250$	$L/350$
	(3) 除 (1)、(2) 款外的其它梁（包括楼梯梁）	$L/250$	$L/300$
	(4) 平台板	$L/150$	—
2	屋面梁和屋架		
	(1) 采用压型钢板等轻型屋面的屋面斜梁	$L/250$	$L/300$
	(2) 采用其他屋面的屋面斜梁	$L/300$	$L/400$
3	屋盖檩条	$L/200$	—
4	墙架构件 (1) 支柱	—	$L/400$
	(2) 抗风桁架（作为连续支柱的支承时）	—	$L/1000$
	(3) 砌体墙的横梁（水平方向）	—	$L/300$
	(4) 压型钢板和瓦楞铁等墙面的横梁（水平方向）	—	$L/150$
	(5) 带有玻璃窗墙面的横梁（竖直和水平方向）	$L/200$	$L/200$

注：1 L 为受弯构件的跨度（对悬臂梁和伸臂梁为悬伸长度的 2 倍）；

2 在任何情况下，屋面平面内构件挠曲产生的端部斜率不能超过其相应屋面坡度的 1/3；

3 $[V_T]$ 为永久和可变荷载标准值产生的挠度（如有起拱应减去拱度）的容许值； $[V_Q]$ 为可变荷载标准值产生的挠度的容许值。

5 构件的计算

5.1 轴心受拉构件

5.1.1 不锈钢拉索的强度按式(5.1.1)计算:

$$N \leq \frac{F_u}{1.8} \quad (5.1.1)$$

式中 N ——不锈钢拉索轴心拉力设计值;
 F_u ——不锈钢拉索的极限抗拉承载力标准值。

5.1.2 除不锈钢拉索以外其它轴心受拉构件的强度应按式(5.1.2)计算:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq f \quad (5.1.2)$$

式中 σ ——正应力
 A_n ——净截面积;
 f ——不锈钢材料的抗拉强度设计值。

5.1.3 计算开口截面的轴心受拉构件的强度时,若轴心力不通过截面弯心(或不通过Z形截面的扇形零点),则应考虑双力矩的影响。

注:本条规定也适用于轴心受压、拉弯和压弯构件。

5.2 轴心受压构件

5.2.1 轴心受压构件的强度应按式(5.2.1)计算:

$$\sigma = \frac{N}{A_{en}} \leq f \quad (5.2.1)$$

式中 A_{en} ——有效净截面面积;

5.2.2 轴心受压构件的稳定性应按式(5.2.2-1)计算:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A_e} \leq f \quad (5.2.2-1)$$

$$\phi = \frac{1}{\phi_c + \sqrt{\phi_c^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1.0 \quad (5.2.2-2)$$

$$\phi_c = 0.5 \left[1 + \alpha_c (\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_c) + \bar{\lambda}^2 \right] \quad (5.2.2-3)$$

式中 ϕ ——轴心受压构件的稳定系数(取截面两主轴稳定系数中的较小者),按式(5.2.2-2)计算;
 A_e ——有效截面面积,按本规范 5.6 节计算;
 ϕ_c ——计算系数,按式(5.2.2-3)计算;

$\bar{\lambda}$ ——轴心受压构件的正规化长细比, $\bar{\lambda} = \sqrt{Af_{0.2}/N_E}$;

A ——轴心受压构件的毛截面面积;

$f_{0.2}$ ——不锈钢材料的名义屈服强度标准值;

N_E ——轴心受压构件的弹性稳定临界力, $N_E = \pi^2 E_0 A / \lambda^2$;

λ ——轴心受压构件的长细比或换算长细比,分别按本规范 5.2.3~5.2.6 节计算;

α_c 、 $\bar{\lambda}_c$ ——计算系数,按表 5.2.2 取值。

表 5.2.2 计算系数 α_c 和 $\bar{\lambda}_c$ 的

材料	截面类型	α_c	$\bar{\lambda}_c$
奥氏体型 双相型	冷成型方矩管截面、 C 形截面(退火处理除外)	0.60	0.56
	冷成型圆管及椭圆管	0.36	0.00
奥氏体型	焊接箱形截面、 焊接 H 形截面主轴失稳	0.66	0.24
	焊接 H 形截面弱轴失稳	0.89	0.26
双相型	焊接箱形截面、 焊接 H 形截面主轴失稳	0.51	0.37
	焊接 H 形截面弱轴失稳	0.69	0.37
奥氏体型 双相型	其他截面	0.89	0.26

5.2.3 计算闭口截面、双轴对称的开口截面和截面全部有效的不卷边等边角钢轴心受压构件的稳定系数时，其长细比应取按下式算得的较大值：

$$\lambda_x = \frac{l_{0x}}{i_x} \quad (5.2.3-1)$$

$$\lambda_y = \frac{l_{0y}}{i_y} \quad (5.2.3-2)$$

式中 λ_x 、 λ_y ——构件对截面主轴 x 轴和 y 轴的长细比；

l_{0x} 、 l_{0y} ——构件在垂直于截面主轴 x 轴和 y 轴的平面内的计算长度；

i_x 、 i_y ——构件毛截面对其主轴 x 轴和 y 轴的回转半径。

5.2.4 计算单轴对称开口截面（如图 5.2.4 所示）轴心受压构件的稳定系数时，其长细比应取式 (5.2.3-2) 和下式计算值的较大值：

$$\lambda_\omega = \lambda_x \sqrt{\frac{s^2 + i_0^2}{2s^2} + \sqrt{\left(\frac{s^2 + i_0^2}{2s^2}\right)^2 - \frac{i_0^2 - \alpha e_0^2}{s^2}}} \quad (5.2.4-1)$$

$$s^2 = \frac{\lambda_x^2}{A} \left(\frac{I_\omega}{I_\omega^2} + 0.039 I_t \right) \quad (5.2.4-2)$$

$$i_0^2 = e_0^2 + i_x^2 + i_y^2 \quad (5.2.4-3)$$

式中 λ_ω ——弯扭屈曲的换算长细比；

I_ω ——毛截面扇性惯性矩；

I_t ——毛截面抗扭惯性矩；

e_0 ——毛截面的弯心在对称轴上的坐标；

l_ω ——扭转屈曲的计算长度， $l_\omega = \beta l$ ；

l ——构件无缀板时，取构件的几何长度；有缀板时，取两相邻缀板中心线的最大距离；

α 、 β ——约束系数，按表 5.2.4 采用。

表 5.2.4 开口截面轴心受压和压弯构件的约束系数

项次	构件两端的支承情况	无缀板	有缀板
----	-----------	-----	-----

		α	β	α	β
1	两端铰接, 端部截面可以自由翘曲	1.00	1.00	-	-
2	两端嵌固, 端部截面的翘曲完全受到约束	1.00	0.50	0.80	1.00
3	两端铰接, 端部截面的翘曲完全受到约束	0.72	0.50	0.80	1.00

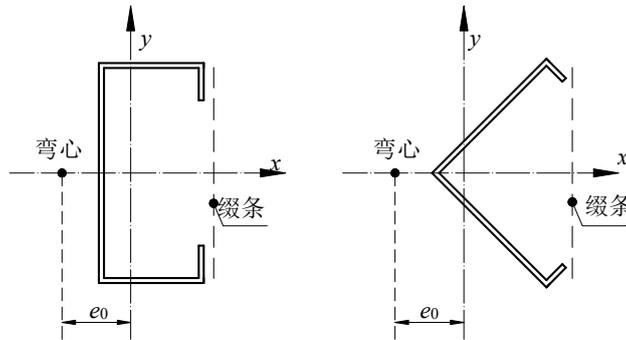


图 5.2.4 单轴对称开口截面示意图

5.2.5 有缀板的单轴对称开口截面轴心受压构件弯扭屈曲的换算长细比 $\lambda_{0\omega}$ 可按公式(5.2.4-1)计算, 约束系数 α 、 β 可按表 5.2.4 采用, 但扭转屈曲的计算长度 $l_{0\omega} = \beta \cdot a$, a 为缀板中心线的最大间距。

5.2.6 格构式轴心受压构件的稳定性按公式(5.2.2-1)计算, 其长细比应按照下列规定取 λ_{0x} 和 λ_{0y} 中的较大值:

1 缀板连接的双肢格构式构件 (如图 5.2.6a 所示)。

$$\lambda_{0x} = \lambda_x \quad (5.2.6-1)$$

$$\lambda_{0y} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2} \quad (5.2.6-2)$$

2 缀条连接的双肢格构式构件 (如图 5.2.6b 所示)

$$\lambda_{0x} = \lambda_x$$

$$\lambda_{0y} = \sqrt{\lambda_y^2 + 27 \frac{A}{A_1}} \quad (5.2.6-3)$$

3 缀条连接的三肢格构式构件 (如图 5.2.6c 所示)

$$\lambda_{0x} = \sqrt{\lambda_x^2 + \frac{42A}{A_1(1.5 - \cos^2 \theta)}} \quad (5.2.6-4)$$

$$\lambda_{0y} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{42A}{A_1 \cdot \cos^2 \theta}} \quad (5.2.6-5)$$

式中 λ_{0x} 、 λ_{0y} ——格构式构件的换算长细比;

λ_x ——整个构件对 x 轴的长细比;

λ_y ——整个构件对虚轴 (y 轴) 的长细比;

λ_1 ——单肢对其自身主轴 (1 轴) 的长细比, 计算长度取缀板间净距;

A ——所有单肢毛截面的面积之和;

A_1 ——构件横截面所截各斜缀条毛截面面积之和。

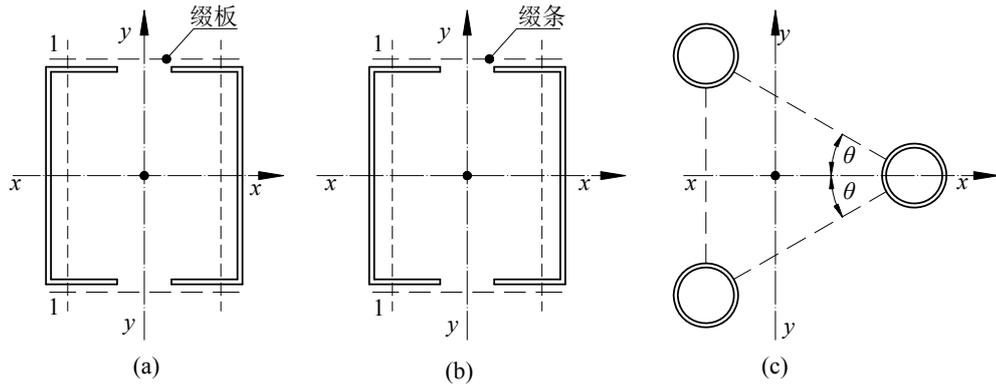


图 5.2.6 格构式构件截面示意图

格构式轴心受压构件，当缀材为缀条时，其分肢的长细比 λ_1 不应大于构件最大长细比 λ_{\max} 的 0.7 倍；当缀材为缀板时， λ_1 不应大于 40，且不应大于 λ_{\max} 的 0.5 倍（当 $\lambda_{\max} < 50$ 时，取 $\lambda_{\max} = 50$ ），此时可不计算单肢的强度和稳定性。

斜缀条与构件轴线间的夹角宜不小于 40° ，不大于 70° 。

5.2.7 格构式轴心受压构件的剪力应按下列式计算：

$$V = \frac{Af}{80} \sqrt{\frac{f_{0.2}}{235}} \quad (5.2.7)$$

式中 V ——剪力；

A ——构件所有单肢毛截面的面积之和；

$f_{0.2}$ ——不锈钢材料的名义屈服强度标准值；

剪力 V 值沿构件全长不变，由承受该剪力的有关缀板或缀条分担。

5.3 受弯构件

5.3.1 在主平面内受弯的不锈钢构件，其抗弯强度应按下列式计算：

$$\frac{M_x}{W_{\text{enx}}} + \frac{M_y}{W_{\text{eny}}} \leq f \quad (5.3.1)$$

式中 M_x 、 M_y ——同一截面处绕 x 轴和 y 轴的弯矩设计值；

W_{enx} 、 W_{eny} ——对截面主轴 x 轴和 y 轴较小的有效净截面模量；

f ——不锈钢材料的抗弯强度设计值。

5.3.2 在主平面内受弯的不锈钢构件，其抗剪强度应按下列式计算：

$$\tau = \frac{V_{\max} S}{I t_w} \leq f_v \quad (5.3.2-1)$$

式中 V_{\max} ——计算截面沿腹板平面作用的剪力；

S ——计算剪应力处以上毛截面对中和轴的面积矩；

I ——毛截面惯性矩；

t_w ——腹板厚度；

f_v ——不锈钢材料的抗剪强度设计值。

当梁上翼缘受到沿腹板平面作用的集中荷载、且该荷载处又未设置支承加劲肋时，腹板计算高度上边缘的局部承压强度应按下列式计算：

$$\sigma_c = \frac{\psi F}{t_w l_z} \leq f_c \quad (5.3.2-2)$$

式中 F ——集中荷载，对动力荷载应考虑动力系数；
 ψ ——集中荷载增大系数，对重级工作制吊车梁取值 1.35，对其他梁取值 1.0；
 l_z ——集中荷载在腹板计算高度上边缘的假定分布长度；
 t_w ——腹板厚度；
 f_c ——不锈钢材料的抗压强度设计值。

在梁的支座处，当不设置支承加劲肋时，也应按公式计算腹板计算高度下边缘的局部压应力，但 ψ 取值 1.0。

5.3.3 符合下列情况之一的全截面有效构件可不计算梁的整体稳定性：

1 有铺板（各种钢筋混凝土板、钢板及不锈钢板）密铺在梁的受压翼缘上并与其牢固连接、能阻止梁受压翼缘的侧向位移时。

2 H 型钢梁、等截面工字形筒支梁（如图 5.3.3 所示）受压翼缘的自由长度 l_1 与其宽度 b_1 之比不超过表 5.3.3 所规定的数值时。

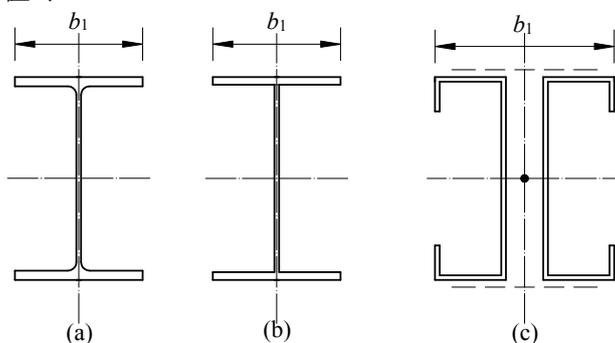


图 5.3.3 典型截面的翼缘宽度 b_1

表 5.3.3 不需计算整体稳定的最大 l_1/b_1 值

不锈钢 统一数字代号	跨中无侧向支承点的梁		跨中受压翼缘有侧向支承点的 梁，不论荷载作用在何处
	荷载作用在上翼缘	荷载作用在下翼缘	
S30403, S31603	10.5	17.0	13.0
S30408, S31608	9.5	15.5	11.5
S22053	6.5	10.5	7.5

对跨中无侧向支承点的梁， l_1 取其跨度；对跨中有侧向支承点的梁， l_1 取受压翼缘侧向支承点间的距离（梁的支座处视为有侧向支承）。

5.3.4 除 5.3.3 条所指情况外，在最大刚度主平面内受弯的构件，其整体稳定性应按下式计算：

$$\frac{M_x}{\phi_b W_{ex}} \leq f \quad (5.3.4-1)$$

式中 M_x ——绕强轴作用的最大弯矩；
 W_{ex} ——强轴受压边缘的有效截面模量，按本规范 5.6 节计算有效截面；
 ϕ_b ——梁的整体稳定系数，按下式计算：

$$\phi_b = \frac{1}{\phi_b + \sqrt{\phi_b^2 - \bar{\lambda}_o^2}} \leq 1.0 \quad (5.3.4-2)$$

$$\phi_b = 0.5 \left[1 + 0.65(\bar{\lambda}_o - 0.41) + \bar{\lambda}_o^2 \right] \quad (5.3.4-3)$$

$$\bar{\lambda}_{\omega} = \sqrt{\frac{W_x f_{0.2}}{M_{cr}}} \quad (5.3.4-4)$$

式中 $\bar{\lambda}_{\omega}$ ——梁弯扭失稳的正则化长细比，按(5.3.4-4)计算；
 ϕ_b ——计算系数，按式(5.3.4-3)计算；
 W_x ——对强轴受压边缘的毛截面模量；
 M_{cr} ——梁弯扭屈曲临界弯矩，按附录 A 计算。

5.3.5 不符合 5.3.3 条 1 款情况的箱形截面简支梁，当其截面尺寸应满足 $h/b \leq 6$ ， $l_1/b \leq 95(235/f_{0.2})(E/206000)$ ，可不计算整体稳定性。

5.3.6 梁的支座处，应采取可靠的构造措施防止梁端截面的扭转。

5.3.7 荷载偏离截面弯心但与主轴平行的受弯构件（如图 5.3.7 所示）的强度和稳定性应按下式计算：

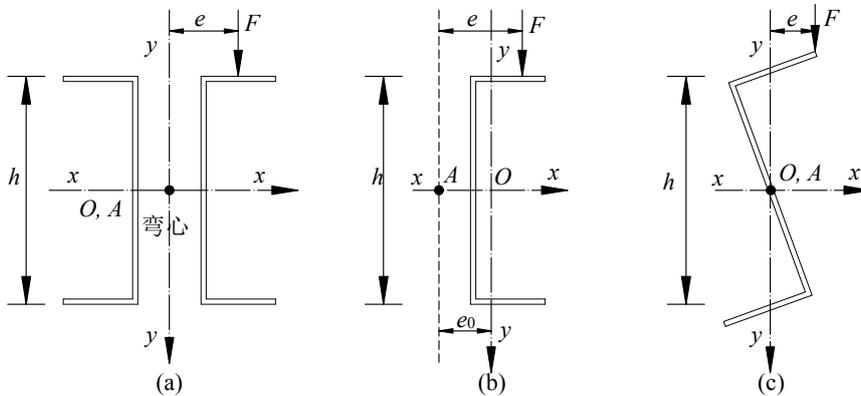


图 5.3.7 荷载偏离弯心但与主轴平行的受弯构件截面示意图

强度：

$$\sigma = \frac{M}{W_{enx}} + \frac{B}{W_{\omega}} \leq f \quad (5.3.7-1)$$

稳定性：

$$\frac{M_{\max}}{\phi_{bx} W_{cx}} + \frac{B}{W_{\omega}} \leq f \quad (5.3.7-2)$$

式中 M ——计算弯矩；

B ——所取弯矩同一截面处的双力矩，可按照规范附录 C 的规定计算；

W_{ω} ——与弯矩引起的应力同一验算点处的毛截面扇性模量， $W_{\omega} = I_{\omega} / \omega_n$ ， I_{ω} 为构件的毛截面的翘曲惯性矩， ω_n 为验算点的主扇性坐标。

剪应力可按式(5.3.2-1)验算。

5.3.8 荷载偏离截面弯心且与主轴倾斜的受弯构件（如图 5.3.8 所示），当在构造上能保证整体稳定时，其强度可按式(5.3.8-1)计算：

$$\sigma = \frac{M_x}{W_{enx}} + \frac{M_y}{W_{eny}} + \frac{B}{W_{\omega}} \leq f \quad (5.3.8-1)$$

式中 M_x 、 M_y ——对截面主轴 x 、 y 轴的弯矩（图 5.3.8 所示的截面中， x 轴为强轴， y 轴为弱轴）；

x 轴和 y 轴方向的剪应力可分别按式(5.3.2-1)验算。

当不能在构造上保证整体稳定时，可按公式(5.3.8-2)计算其稳定性：

$$\frac{M_x}{\varphi_{bx}W_{ex}} + \frac{M_y}{W_{ey}} + \frac{B}{W_{\omega}} \leq f \quad (5.3.8-2)$$

式中 W_{ey} ——对截面主轴 y 轴的受压边缘的有效截面模量；

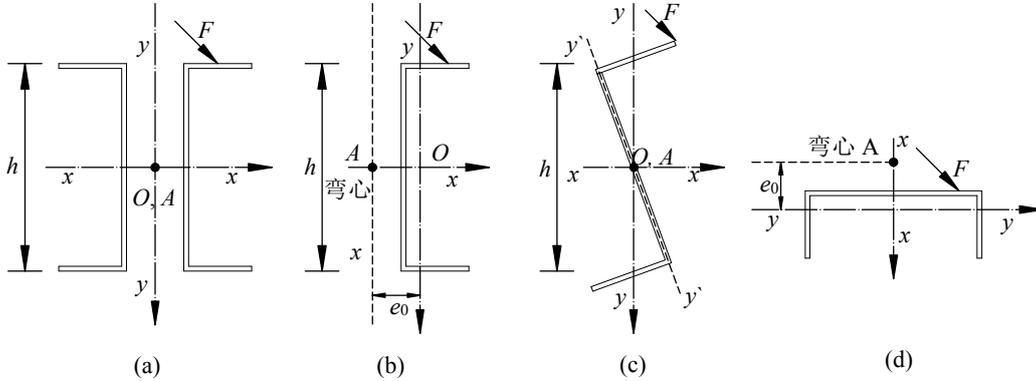


图 5.3.8 荷载偏离弯心且与主轴倾斜的受弯构件截面示意图

5.3.9 承受静力荷载和间接承受动力荷载的不锈钢组合梁可考虑腹板的屈曲后强度，屈曲后强度可以在确定构件有效截面的基础上进行计算。对于直接承受动力荷载或其他不考虑屈曲后强度的不锈钢梁，应按照第 5.3.10 条的规定配置加劲肋并按第 5.3.11 条的规定计算腹板的稳定性。

5.3.10 不锈钢组合梁腹板加劲肋的配置应符合下列规定（其中 ε 为材料修正系数）。

1 当 $h_0/t_w \leq 43.3\varepsilon$ 时，对有局部压应力的梁，应按构造配置横向加劲肋；对无局部压应力的梁，可不配置加劲肋。

2 当 $h_0/t_w > 43.3\varepsilon$ 时，应考虑配置横向加劲肋。

5.3.11 配置横向加劲肋的腹板区格，其局部稳定性应按下式计算：

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2 + \frac{\sigma_c}{\sigma_{c,cr}} \leq 1 \quad (5.3.11-1)$$

式中 σ ——所计算腹板区格内，由平均弯矩产生的腹板计算高度边缘的弯曲压应力；

τ ——所计算腹板区格内，由平均剪力产生的腹板平均剪应力，应按 $\tau = V/(h_w t_w)$ 计算；

σ_c ——腹板计算高度内的局部压应力，应按式(5.3.2-2)计算，但式中 $\psi = 1.0$ ；

σ_{cr} 、 τ_{cr} 、 $\sigma_{c,cr}$ ——各种应力单独作用下的临界应力，应按下列方法计算。

1) σ_{cr} 按下列公式计算

当 $\lambda_b \leq 0.85$ 时：

$$\sigma_{cr} = f \quad (5.3.11-2a)$$

当 $0.85 < \lambda_b \leq 1.25$ 时：

$$\sigma_{cr} = [1 - 0.75(\lambda_b - 0.85)]f \quad (5.3.11-2b)$$

当 $\lambda_b > 1.25$ 时：

$$\sigma_{cr} = 1.1f/\lambda_b^2 \quad (5.3.11-2c)$$

式中 λ_b ——用于腹板受弯计算时的通用高厚比。

当梁受压翼缘扭转受到约束时：

$$\lambda_b = \frac{2h_c/t_w}{177} \sqrt{\frac{f_{0.2}}{235}} \quad (5.3.11-2d)$$

当梁受压翼缘扭转未受到约束时：

$$\lambda_b = \frac{2h_c/t_w}{153} \sqrt{\frac{f_{0.2}}{235}} \quad (5.3.11-2e)$$

h_c ——梁腹板弯曲受压区高度，对双轴对称截面 $2h_c=h_0$ 。

2) τ_{cr} 按下列公式计算：

当 $\lambda_s \leq 0.8$ 时：

$$\tau_{cr} = f_v \quad (5.3.11-3a)$$

当 $0.8 < \lambda_s \leq 1.2$ 时：

$$\tau_{cr} = [1 - 0.59(\lambda_s - 0.8)] f_v \quad (5.3.11-3b)$$

当 $\lambda_s > 1.2$ 时：

$$\tau_{cr} = 1.1 f_v / \lambda_s^2 \quad (5.3.11-3c)$$

式中 λ_s ——用于腹板受剪计算时的通用高厚比。

当 $a/h_0 \leq 1.0$ 时：

$$\lambda_s = \frac{h_0/t_w}{41\sqrt{4 + 5.34(h_0/a)^2}} \sqrt{\frac{f_{0.2}}{235}} \quad (5.3.11-3d)$$

当 $a/h_0 > 1.0$ 时：

$$\lambda_s = \frac{h_0/t_w}{41\sqrt{5.34 + 4(h_0/a)^2}} \sqrt{\frac{f_{0.2}}{235}} \quad (5.3.11-3e)$$

3) $\sigma_{c,cr}$ 按下列公式计算：

当 $\lambda_c \leq 0.9$ 时：

$$\sigma_{c,cr} = f \quad (5.3.11-4a)$$

当 $0.9 < \lambda_c \leq 1.2$ 时：

$$\sigma_{c,cr} = [1 - 0.79(\lambda_c - 0.9)] f \quad (5.3.11-4b)$$

当 $\lambda_c > 1.2$ 时：

$$\sigma_{c,cr} = 1.1 f / \lambda_c^2 \quad (5.3.11-4c)$$

式中 λ_c ——用于腹板受局部压力计算时的通用高厚比。

当 $0.5 \leq a/h_0 \leq 1.5$ 时：

$$\lambda_c = \frac{h_0/t_w}{28\sqrt{10.9 + 13.4(1.83 - a/h_0)^3}} \sqrt{\frac{f_{0.2}}{235}} \quad (5.3.11-4d)$$

当 $1.5 < a/h_0 \leq 2.0$ 时：

$$\lambda_c = \frac{h_0/t_w}{28\sqrt{18.9 - 5a/h_0}} \sqrt{\frac{f_{0.2}}{235}} \quad (5.3.11-4e)$$

5.3.12 在集中荷载作用处（支座或主次梁的节点处），应采取构造措施（加劲肋和外环板）保证横向力可靠地传递到支座或构件的腹板。

5.3.13 受弯构件支座处的腹板，当有加劲肋时按受压构件验算其平面外的稳定性，计算长度取受弯构件截面的高度，截面面积取加劲肋截面积及加劲肋两侧 $15t_w\sqrt{235/f_{0.2}}$ 宽度范围内的腹板截面积之和（ t_w 为腹板厚度）。

5.4 拉弯构件

5.4.1 拉弯构件的强度应按下式计算：

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{W_{nx}} \pm \frac{M_y}{W_{ny}} \leq f \quad (5.4.1)$$

式中 N ——轴心拉力；

M_x 、 M_y ——同一截面处绕主轴 x 轴和 y 轴的弯矩；

A_n ——净截面面积；

W_{nx} ——对 x 轴的净截面模量；

W_{ny} ——对 y 轴的净截面模量；

f ——不锈钢材料的抗弯强度设计值。

若拉弯构件截面内出现受压区，且受压板件的宽厚比大于 5.6.1 条的规定时，则在计算其净截面特性时应按图 5.6.6 所示位置扣除受压板件的超出阴影部分。

5.5 压弯构件

5.5.1 压弯构件的强度应按下式计算：

$$\sigma = \frac{N}{A_{en}} \pm \frac{M_x}{W_{enx}} \pm \frac{M_y}{W_{eny}} \leq f \quad (5.5.1)$$

式中 N ——轴心压力；

M_x 、 M_y ——同一截面处绕主轴 x 轴和 y 轴的弯矩；

A_{en} ——有效净截面面积；

W_{enx} ——对 x 轴的有效净截面模量；

W_{eny} ——对 y 轴的有效净截面模量。

5.5.2 双轴对称截面的压弯构件，当弯矩作用于对称平面内时，应按下式计算弯矩作用平面内的稳定性：

$$\frac{N}{\varphi A_e} + \frac{\beta_m M}{\left(1 - \varphi \frac{N}{N'_E}\right) W_e} \leq f \quad (5.5.2-1)$$

式中 M ——计算弯矩，取构件全长范围内的最大弯矩；

β_m ——等效弯矩系数；

N'_E ——欧拉临界力， $N'_E = \frac{\pi^2 E_0 A}{1.165 \lambda^2}$ ；

E_0 ——不锈钢材料的初始弹性模量；

λ ——构件在弯矩作用平面内的长细比；

W_e ——对最大受压边缘的有效截面模量。

当弯矩作用在最大刚度平面内时（如图 5.5.2 所示），尚应按公式(5.5.2-2)计算弯矩作用平面外的稳定性：

$$\frac{N}{\varphi_y A_e} + \frac{\eta M_x}{\varphi_{bx} W_{ex}} \leq f \quad (5.5.2-2)$$

式中 η ——截面系数，对于闭口截面 $\eta=0.7$ ，对于其它截面 $\eta=1.0$ ；

φ_y ——对 y 轴的轴心受压构件的稳定系数，其长细比应按照公式(5.2.3-2)计算；

φ_{bx} ——当弯矩作用于最大刚度平面内时，受弯构件的整体稳定系数，对于闭口截面可取 $\varphi_{bx}=1.0$ 。

M_x 应取构件计算段内的最大弯矩。

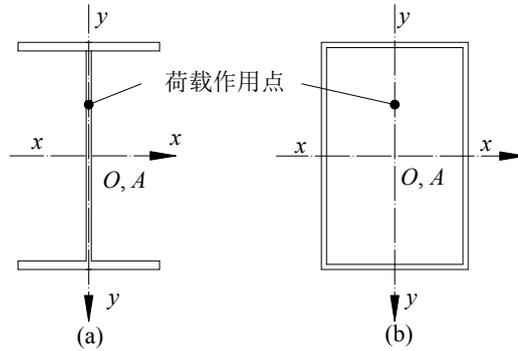


图 5.5.2 双轴对称截面示意图

5.5.3 压弯构件的等效弯矩系数 β_m 应按下列规定采用：

1. 构件端部无侧移且无中间横向荷载时：

$$\beta_m = 0.6 + 0.4 \frac{M_2}{M_1} \quad (5.5.3-1)$$

式中 M_1 、 M_2 ——别为绝对值较大和较小的端弯矩，当构件以单曲率弯曲时 $\frac{M_2}{M_1}$ 取正值，当构件以双

曲率弯曲时 $\frac{M_2}{M_1}$ 取负值；

2. 构件端部无侧移但中间有横向荷载时： $\beta_m=1.0$ ；

3. 构件端部有侧移时： $\beta_m=1.0$ 。

5.5.4 单轴对称开口截面（如图 5.2.4 所示）的压弯构件，当弯矩作用于对称轴平面内时，除应按第 5.5.2 条计算弯矩作用平面内的稳定性外，尚应按公式(5.2.2-1)计算其弯矩作用平面外的稳定性，此时，公式(5.2.2-1)中的轴心受压构件的稳定系数 φ 应按照公式(5.5.4-1)算得的弯扭屈曲的换算长细比 $\lambda_{0\omega}$ 计算得到。

$$\lambda_{0\omega} = \lambda_x \sqrt{\frac{s^2 + a^2}{2s^2} + \sqrt{\left(\frac{s^2 + a^2}{2s^2}\right)^2 - \frac{a^2 - \alpha(e_0 - e_q)^2}{s^2}}} \quad (5.5.4-1)$$

$$a^2 = e_0^2 + i_x^2 + i_y^2 + 2e_q \left(\frac{U_y}{2I_y} - e_0 - \beta_2 e_a \right) \quad (5.5.4-2)$$

$$U_y = \int_A x(x^2 + y^2) dA \quad (5.5.4-3)$$

式中 e_q ——等效偏心距, $e_q = \pm \frac{\beta_m M}{N}$, 当偏心在截面弯心一侧时 e_q 为负, 当偏心在于截面弯

心相对的另一侧时 e_q 为正。 M 取构件计算段内的最大弯矩。

β_2 ——横向荷载作用位置影响系数, 按附录 A.1.1 取值;

s ——计算系数, 按公式(5.2.4-2)计算;

e_a ——横向荷载作用点到弯心的距离: 对于偏心压杆或当横向荷载作用在弯心时 $e_a=0$; 当荷载不作用在弯心且荷载方向指向弯心时 e_a 为负, 而离开弯心时 e_a 为正。

若 $l_{0x} \leq l_{0y}$ 时可不计算其弯矩作用平面外的稳定性。

当弯矩作用在对称平面内 (如图 5.2.4 所示), 且使截面在弯心一侧受压时, 尚应按下列式计算:

$$\left| \frac{N}{A_e} - \frac{\beta_{my} M_y}{\left(1 - \frac{N}{N'_{Ey}}\right) W'_{ey}} \right| \leq f \quad (5.5.4-4)$$

式中 β_{my} ——为对 y 轴的等效弯矩系数, 按第 5.5.3 条的规定采用;

W'_{ey} ——截面的较小有效截面模量;

N'_{Ey} ——欧拉临界力, $N'_E = \frac{\pi^2 E_0 A}{1.165 \lambda_y^2}$ 。

5.5.5 单轴对称开口截面压弯构件, 当弯矩作用于非对称主平面内时 (如图 5.5.5 所示), 除应按照公式(5.5.5-1)计算其弯矩作用平面内的稳定性外, 尚应按照公式(5.5.5-2)计算其弯矩作用平面外的稳定性。

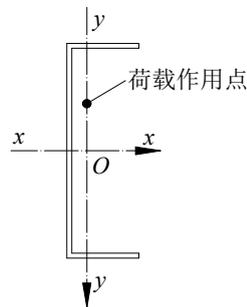


图 5.5.5 单轴对称开口截面绕对称轴弯曲示意图

$$\frac{N}{\varphi_x A_e} + \frac{\beta_m M_x}{\left(1 - \frac{N}{N'_{Ex}} \varphi_x\right) W_{ex}} + \frac{B}{W_w} \leq f \quad (5.5.5-1)$$

$$\frac{N}{\varphi_y A_e} + \frac{M_x}{\varphi_{bx} W_{ex}} + \frac{B}{W_w} \leq f \quad (5.5.5-2)$$

式中 φ_x ——对 x 轴轴心受压构件稳定系数, 其长细比应按公式(5.2.4-1)计算;

N'_{Ex} ——系数, $N'_{Ex} = \frac{\pi^2 E_0 A}{1.165 \lambda_x^2}$ 。

5.5.6 双轴对称截面双向压弯构件的稳定性应按下列公式计算:

$$\frac{N}{\varphi_x A_e} + \frac{\beta_{mx} M_x}{\left(1 - \frac{N}{N'_{ex}} \varphi_x\right) W_{ex}} + \frac{\eta M_y}{\varphi_{by} W_{ey}} \leq f \quad (5.5.6-1)$$

$$\frac{N}{\varphi_y A_e} + \frac{\eta M_x}{\varphi_{bx} W_{ex}} + \frac{\beta_{my} M_y}{\left(1 - \frac{N}{N'_{ey}} \varphi_y\right) W_{ey}} \leq f \quad (5.5.6-2)$$

式中 φ_{by} ——当弯矩作用于最小刚度平面内时，受弯构件的整体稳定系数，应按公式(5.3.4-1)计算；

β_{mx} ——对 x 轴的等效弯矩系数，应按 5.5.3 条的规定采用。

5.5.7 格构式压弯构件，除应计算整个构件的强度和稳定性外，尚应计算单肢的强度和稳定性。

计算缀条或缀板内力用的剪力，应取构件的实际剪力和 5.2.7 条计算的剪力中的较大值。

格构式压弯构件，当弯矩绕实轴 (x 轴) 作用时，其弯矩作用平面内和平面外的稳定性计算均与实腹式构件相同，但在计算弯矩作用平面外的整体稳定时，公式(5.5.2-2)中的 φ_y 应按第 5.2.6 条中的换算长细比 λ_{0y} 确定， φ_b 应取 1.0；当弯矩绕虚轴 (y 轴) 作用时，其弯矩作用平面内的整体稳定性应按下式计算：

$$\frac{N}{\varphi_y A_e} + \frac{\beta_{my} M_y}{\left(1 - \frac{N}{N'_{ey}} \varphi_y\right) W_{ey}} \leq f \quad (5.5.7-1)$$

式中 φ_y 、 N'_{Ey} 均应按换算长细比 λ_{0y} 确定，弯矩作用平面外的整体稳定性可不计算，但应计算分肢的稳定性。

5.6 构件中的受压板件

5.6.1 加劲板件、部分加劲板件和非加劲板件的有效宽厚比应按下列公式计算：

当 $\bar{\lambda}_p \leq 1.0$ 时：

$$\frac{b_e}{t} = \left(\alpha_1 + \alpha_2 \sqrt{\bar{\lambda}_p}\right) \frac{b_c}{t} \leq \frac{b_c}{t} \quad (5.6.1-1)$$

当 $1.0 < \bar{\lambda}_p < 1.5$ 时：

$$\frac{b_e}{t} = \left(\frac{\bar{\lambda}_p}{\alpha_3 \bar{\lambda}_p + \alpha_4}\right) \frac{b_c}{t} \quad (5.6.1-2)$$

当 $\bar{\lambda}_p \geq 1.5$ 时：

$$\frac{b_e}{t} = \left(\frac{\alpha_5 \bar{\lambda}_p + \alpha_6}{\bar{\lambda}_p}\right) \frac{b_c}{t} \quad (5.6.1-3)$$

式中 b ——板件宽度；

t ——板件厚度

b_c ——板件的受压区高度，当 $\psi \geq 0$ 时，取 $b_c = b$ ；当 $\psi < 0$ 时，取 $b_c = b/1 - \psi$ ；

ψ ——压应力分布不均匀系数， $\psi = \sigma_{\min}/\sigma_{\max}$ ；

σ_{\max} ——受压板件边缘的最大压应力 (N/mm^2)，取正值；

σ_{\min} ——受压板件另一边缘的应力 (N/mm^2)，以压应力为正，拉应力为负；

b_e ——板件的有效宽度；
 $\alpha_1 \sim \alpha_6$ ——系数，根据表格 5.6.1 确定；
 $\bar{\lambda}_p$ ——计算板件的柔度系数，按下式计算：

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{\sigma_1}{\sigma_{cr}}} \quad (5.6.1-4)$$

σ_1 ——构件截面上的最大压应力，按规范第 5.6.2 条规定确定；
 σ_{cr} ——计算板件的屈曲临界应力，按下式计算：

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E_0 k k_1}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2 \quad (5.6.1-5)$$

E_0 ——不锈钢材料的初始弹性模量
 k ——板件的屈曲系数，按第 5.6.3 条规定采用；
 k_1 ——板组约束系数，按第 5.6.4 条规定采用；若不计相邻板件的约束作用，可取 $k_1=1.0$ 。

表 5.6.1 计算系数 $\alpha_1 \sim \alpha_6$

成型方式	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6
冷成型构件	2.41	-1.63	3.15	-1.86	0.092	0.65
焊接构件	1.84	-1.14	3.15	-1.72	0.086	0.62

5.6.2 压应力不均匀分布系数 ψ 和构件截面上的最大压应力 σ_1 按下列规定确定：

- 1 对于轴心受压构件，截面上各板件的压应力分布不均匀系数 ψ 取 1.0。最大压应力 σ_1 取轴心受压构件的稳定系数与不锈钢材料的强度设计值的乘积 (φf)。
- 2 对于压弯构件，截面上各板件的压应力分布不均匀系数 ψ 应由构件毛截面按强度计算，不考虑双力矩的影响。最大压应力板件的 σ_1 取不锈钢材料的强度设计值 f ，其余板件的最大压应力按 ψ 推算。
- 3 对于受弯及拉弯构件，截面上各板件的压应力分布不均匀系数 ψ 及最大压应力应由构件毛截面按强度计算，不考虑双力矩的影响。

5.6.3 受压板件的稳定系数可按下列公式计算：

1 加劲板件
 当 $1 \geq \psi > 0$ 时：

$$k = 7.8 - 8.15\psi + 4.35\psi^2 \quad (5.6.2-1)$$

当 $0 \geq \psi > -1$ 时：

$$k = 7.8 - 6.29\psi + 9.78\psi^2 \quad (5.6.2-2)$$

2 部分加劲板件

1) 最大压应力作用于支承边 (如图 5.6.3a 所示)。

当 $\psi \geq -1$ 时：

$$k = 5.89 - 11.59\psi + 6.68\psi^2 \quad (5.6.2-3)$$

2) 最大压应力作用于部分加劲边 (如图 5.6.3b 所示)。

当 $\psi \geq -1$ 时：

$$k = 1.15 - 0.22\psi + 0.045\psi^2 \quad (5.6.2-4)$$

3 非加劲板件：

1) 最大压应力作用于支承边 (如图 5.6.3c 所示)。

当 $1 \geq \psi > 0$ 时:

$$k = 1.70 - 3.025\psi + 1.75\psi^2 \quad (5.6.2-5)$$

当 $0 \geq \psi > -0.4$ 时:

$$k = 1.70 - 1.75\psi + 55\psi^2 \quad (5.6.2-6)$$

当 $-0.4 \geq \psi > -1$ 时:

$$k = 6.07 - 9.51\psi + 8.33\psi^2 \quad (5.6.2-7)$$

2) 最大压应力作用于自由边 (如图 5.6.3d 所示)。

当 $\psi \geq -1$ 时:

$$k = 0.567 - 0.213\psi + 0.071\psi^2 \quad (5.6.2-8)$$

注: 当 $\psi < -1$ 时, 以上各式的 k 值按 $\psi = -1$ 的值采用。

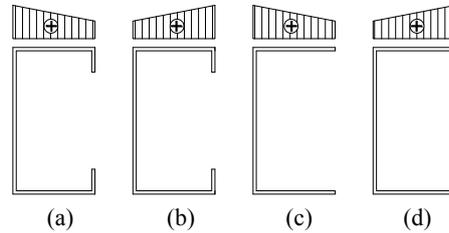


表 5.6.3 部分加劲板件和非加劲板件的应力分布示意图

5.6.4 受压板件的板组约束系数应按下列公式计算

当 $\xi \leq 1.1$ 时:

$$k_1 = \frac{1}{\sqrt{\xi}} \quad (5.6.3-1)$$

当 $\xi > 1.1$ 时:

$$k_1 = 0.11 + \frac{0.93}{(\xi - 0.05)^2} \quad (5.6.3-2)$$

$$\xi = \frac{c}{t_c} \frac{t_b}{b} \sqrt{\frac{k}{k_c}} \quad (5.6.3-3)$$

式中

b ——计算板件的宽度;

t_b ——计算板件的厚度;

c ——与计算板件邻接的板件的宽度, 如果计算板件两边均有邻接板件时, 即计算板件为加劲板件时, 取压应力较大的一边的邻接板件的宽度;

t_c ——与计算板件邻接的板件的厚度;

k ——计算板件的受压稳定系数, 由第 5.6.3 条确定;

k_c ——邻接板件的受压稳定系数, 由第 5.6.3 条确定。

对于加劲板件, k_1 不大于 1.7; 对于部分加劲板件, k_1 不大于 2.4; 对非加劲板件, k_1 不大于 3.0。当计算板件只有一边有邻接板件, 即计算板件为非加劲板件或部分加劲板件, 且邻接板件受拉时, 取 $k_1 = k'_1$ 。

5.6.5 部分加劲板件中卷边的高厚比不宜大于 12，卷边的最小高厚比应根据部分加劲板的宽厚比按表 5.6.5 采用。

表 5.6.5 卷边的最小高厚比

b/t	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
a/t	5.4	6.3	7.2	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0

注： a —卷边的高度； b —带卷边板件的宽度； t —板厚。

5.6.6 当受压板件宽厚比大于第 5.6.1 条规定的有效宽厚比时，受压板件的有效截面应自截面的受压部分按图 5.6.6 所示位置扣除其超出部分（即图中不带斜线部分）来确定，截面的受拉部分全部有效。

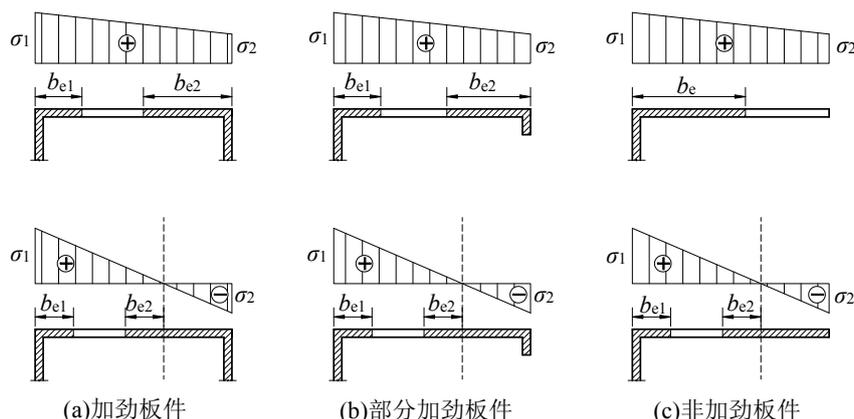


表 5.6.6 受压板件的有效截面图

图 5.6.6 中的 b_{e1} 和 b_{e2} 按下列规定计算：

对于加劲板件：

当 $\psi \geq 0$ 时：

$$b_{e1} = \frac{2b_e}{5 - \psi} \quad b_{e2} = b_e - b_{e1} \quad (5.6.5-1)$$

当 $\psi < 0$ 时：

$$b_{e1} = 0.4b_e \quad b_{e2} = 0.6b_e \quad (5.6.5-2)$$

对部分加劲板件和非加劲板件：

$$b_{e1} = 0.4b_e \quad b_{e2} = 0.6b_e \quad (5.6.5-3)$$

5.6.7 圆管截面构件的外径与壁厚之比符合第 4.3.3 条的规定时，在计算中可取其截面全部有效。

5.7 受弯构件的变形

5.7.1 计算不锈钢受弯构件的变形时应考虑材料非线性的影响。构件的变形可采用割线弹性模量法近似计算，其中割线弹性模量按下式取值；也可采用本规范 3.3.5 节规定的材料本构模型进行计算。

$$E_{ss} = \frac{E_{s1} + E_{s2}}{2} \quad (5.7.1)$$

$$E_{si} = \frac{E_0}{1 + 0.002E_0 \frac{\sigma_i^{n-1}}{f_{0.2}^n}} \quad (i=1,2) \quad (5.7.2)$$

$$M_{\text{eq}} = \frac{1}{12.5} (2.5|M_{\text{max}}| + 3|M_{1/4}| + 4|M_{1/2}| + 3|M_{3/4}|) \quad (5.7.3)$$

- 式中
- E_{ss} ——构件的平均割线弹性模量；
 - E_{s1} ——按等效弯矩 M_{eq} 计算得到的受拉翼缘拉应力 σ_1 对应的割线弹性模量，按公式(5.7.2)计算；
 - E_{s2} ——按等效弯矩 M_{eq} 计算得到的受压翼缘压应力 σ_2 对应的割线弹性模量，按公式(5.7.2)计算；
 - M_{eq} ——等效弯矩，按公式(5.7.3)计算；
 - M_{max} ——构件中绝对值最大的弯矩标准值；
 - $M_{1/4}$ ——构件跨度 1/4 处的弯矩标准值；
 - $M_{1/2}$ ——构件跨度 1/2 处的弯矩标准值；
 - $M_{3/4}$ ——构件跨度 3/4 处的弯矩标准值。

6 连接计算与构造

6.1 焊缝连接的计算

6.1.1 对接焊缝应采用与不锈钢母材相适应的焊接材料和施焊工艺，焊缝强度应不低于母材强度，对接焊缝强度应按下列规定计算：

1 轴心受拉对接焊缝，其强度应按下列下式计算：

$$\sigma = \frac{N}{\sum l_w t} \leq f_t^w \quad (6.1.1-1)$$

2 轴心受压对接焊缝，其强度应按下列下式计算：

$$\sigma = \frac{N}{\sum l_w t} \leq f_c^w \quad (6.1.1-2)$$

3 受剪对接焊缝，其强度应按下列下式计算：

$$\tau = \frac{VS_w}{I_w t} \leq f_v^w \quad (6.1.1-3)$$

4 对接焊缝中正应力 σ 和剪应力 τ 均较大处，其强度应按下列下式计算：

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq f_t^w \quad (6.1.1-4)$$

式中 N ——焊缝所受的轴心力设计值；
 l_w ——焊缝的计算长度，采用引弧板或引出板施焊时，每条焊缝的计算长度可取其实际长度 l ；不符合上述施焊方法的对接焊缝，每条焊缝的计算长度取实际长度 l 减去 $2t$ ；
 t ——连接中较薄板件的厚度；
 V ——对接焊缝所受剪力；
 S_w ——焊缝有效截面的面积矩；
 I_w ——焊缝有效截面的惯性矩；

f_t^w 、 f_c^w 、 f_v^w ——对接焊缝的抗拉、抗压、抗剪强度设计值，按表 3.3.2 取值。

6.1.2 直角角焊缝的强度应按下列规定计算：

1 在通过焊缝形心的拉力、压力或剪力作用下：

正面角焊缝（作用力垂直于焊缝长度方向）：

$$\sigma_f = \frac{N}{\sum h_e l_w} \leq f_f^w \quad (6.1.2-1)$$

侧面角焊缝（作用力平行于焊缝长度方向）：

$$\tau_f = \frac{N}{\sum h_e l_w} \leq f_f^w \quad (6.1.2-2)$$

2 在垂直于角焊缝长度方向的应力和沿角焊缝长度方向的剪应力共同作用下：

$$\sqrt{\sigma_f^2 + \tau_f^2} \leq f_f^w \quad (6.1.2-3)$$

式中 l_w ——焊缝的计算长度，每条焊缝的计算长度取实际长度 l 减去 $2h_f$ ；
 h_f ——角焊缝的焊脚尺寸；
 h_e ——角焊缝的有效厚度，在直角角焊缝情况下可近似取 $h_e=0.7h_f$ ；
 σ_f ——垂直于焊缝长度方向的应力，按焊缝有效截面计算；
 τ_f ——沿焊缝长度方向的剪应力，按焊缝有效截面计算；
 f_f^w ——角焊缝的强度设计值，见表 3.3.2。

6.1.3 电阻点焊的强度可按下列公式计算：

$$N_v \leq N_v^d \quad (6.1.3-1)$$

式中 N_v ——单个电阻点焊承担的剪力设计值；
 N_v^d ——单个电阻点焊的抗剪承载力设计值，见表 6.1.3，中间板厚可由线性插值确定。

表 6.1.3 单个电阻点焊的抗剪承载力设计值 N_v^d

t/mm	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
N_v^d/kN	1.14	1.88	2.89	4.04	7.54	11.31	15.44	19.21

注： t 为相焊板件中较薄板件的厚度

6.2 紧固件连接的计算

6.2.1 不锈钢结构、构件及节点连接中所用紧固件应采用与不锈钢母材相适应的不锈钢紧固件。

6.2.2 普通螺栓连接强度应按下列规定计算：

1 普通螺栓的杆轴方向受拉连接中，应采取相应构造措施（设置加劲肋等）保证刚度，消除撬力的影响，其强度应按下列公式计算：

$$N_t \leq N_t^b \quad (6.2.2-1)$$

$$N_t^b = \frac{\pi d_e^2}{4} f_t^b \quad (6.2.2-2)$$

2 普通螺栓的受剪连接中，除全螺纹螺栓外，抗剪面不应位于有螺纹处，强度应按下列公式计算：

$$N_v \leq \min(N_v^b, N_c^b) \quad (6.2.2-3)$$

$$\text{全螺纹螺栓: } N_v^b = 0.86k_d n_v \frac{\pi d_e^2}{4} f_v^b \quad (6.2.2-4)$$

$$\text{非全螺纹螺栓: } N_v^b = k_d n_v \frac{\pi d^2}{4} f_v^b \quad (6.2.2-5)$$

$$\text{全螺纹螺栓: } N_c^b = d_e \sum t f_c^b \quad (6.2.2-6)$$

$$\text{非全螺纹螺栓: } N_c^b = d \sum t f_c^b \quad (6.2.2-7)$$

在节点处或拼接接头的一端，当螺栓沿受力方向的连接长度 $l > 15d_0$ 时，螺栓的承载力应乘以按下式计算的折减系数：

$$\beta_L = \begin{cases} 1.1 - \frac{l}{150d_0}, & 15d_0 < l \leq 30d_0 \\ 1.2 - \frac{l}{100d_0}, & 30d_0 < l \leq 60d_0 \\ 0.6, & l > 60d_0 \end{cases} \quad (6.2.2-8)$$

3 同时承受剪力和杆轴方向拉力的普通螺栓连接强度应符合下列公式要求：

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_v^b}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^b}\right)^2} \leq 1 \quad (6.2.2-9)$$

$$\text{且 } N_v \leq N_c^b \quad (6.2.2-10)$$

式中 N_t 、 N_v ——单个螺栓所承受的拉力和剪力设计值；

N_t^b 、 N_v^b 、 N_c^b ——单个螺栓的抗拉、抗剪、承压承载力设计值；

f_t^b 、 f_v^b 、 f_c^b ——螺栓的抗拉、抗剪、承压强度设计值，按表 3.3.3 取值；

d 、 d_e ——螺栓孔公称直径、有效直径；

d_0 ——螺栓孔直径；

k_d ——直径影响系数， $d < 12 \text{ mm}$ 时， $k_d = 0.9$ ； $d \geq 12 \text{ mm}$ 时， $k_d = 1.0$ ；

n_v ——螺栓杆受剪面数目；

β_L ——长连接螺栓强度折减系数；

$\sum t$ ——同一受力方向的承压构件总厚度的较小值。

6.2.3 不锈钢构件高强度螺栓连接不宜采用摩擦型连接。特殊情况下（如对变形控制要求严格或直接承受动力荷载的结构）需要采用高强度螺栓摩擦型连接，连接承载力及高强度螺栓预拉力 P 应根据高强度螺栓性能等级参照《钢结构设计规范》GB 50017 确定，但传力摩擦面的抗滑移系数应根据抗滑移试验确定。

6.2.4 不锈钢构件高强度螺栓承压型连接不应用于直接承受动力荷载的结构。采用高强度螺栓承压型连接时，连接承载力应按照《钢结构设计规范》GB 50017 计算，其中螺栓承压强度设计值 f_c^b 按本规范表 3.3.3 取值。

6.2.5 螺钉连接强度应按下列规定计算：

1 螺钉的杆轴方向受拉的连接中，强度应按下列公式计算：

$$N_t \leq \min\{N_t^s, N_p^s\} \quad (6.2.5-1)$$

$$N_t^s = \frac{\pi d_e^2}{4} f_t^b \quad (6.2.5-2)$$

$$N_p^s = k_F \eta d_w t (\zeta f) \quad (6.2.5-3)$$

螺钉在基材中的钻入深度应大于 0.9mm，且强度应满足下式要求：

$$N_t \leq 0.45 d t_{\text{sup}} f \quad (6.2.5-4)$$

式中 N_t ——单个螺钉承受的拉力设计值；

N_t^s 、 N_p^s ——单个螺钉的受拉、抗撕裂承载力设计值；

k_F ——荷载影响系数，静荷载时取 1.0，含有风荷载的组合荷载时取 0.5；

d_w ——垫圈的直径（有垫圈时）或螺钉头的直径；

- d_e ——螺钉在螺纹处的有效直径；
 t ——较薄板（钉头接触侧的钢板）的厚度；
 d ——螺钉的公称直径；
 t_{sup} ——钉杆的圆柱状螺纹部分钻入基材中的深度；
 f ——被连接钢板的抗拉强度设计值，按表 3.3.1 取值；
 f_t^b ——螺钉的抗拉强度设计值，按表 3.3.3 取值；
 ζ ——材料影响系数，奥氏体型不锈钢取 1.0，双相型不锈钢取 0.85。

2 螺钉的受剪连接中，强度应按下列公式计算：

$$N_v \leq \min(N_v^s, N_c^s) \quad (6.2.5-5)$$

$$N_v^s = k_d n_v \frac{\pi d_e^2}{4} f_v^b \quad (6.2.5-6)$$

$$N_c^s = \alpha t d f_c^b \quad (6.2.5-7)$$

式中，当 $t_2 = t_1$ 时： $\alpha = 3.2\sqrt{t/d}$ 且 $\alpha \leq 2.1$ ；

当 $t_2 \geq 2.5 t_1$ 时： $\alpha = 2.1$ ；

当 $t_1 \leq t_2 \leq 2.5 t_1$ 时， α 通过线性插值确定。

当螺钉用于钢板端部与支承构件的连接时，其抗剪承载力设计值应乘以折减系数 0.8。当采用多个螺钉连接且沿受力方向的连接长度 $l \geq 45d$ 时，承载力设计值应乘以折减系数 β_L ， β_L 下式计算：

$$\beta_L = 1.5 - \frac{l}{90d} \quad (6.2.5-8)$$

式中 N_v ——单个螺钉所承受的剪力；

N_v^s 、 N_c^s ——单个螺钉的抗剪、承压承载力设计值；

d_e ——螺钉的有效直径；

k_d ——直径影响系数， $d < 12\text{mm}$ 时， $k_d = 0.9$ ； $d \geq 12\text{mm}$ 时， $k_d = 1.0$ ；

n_v ——螺钉的受剪面数目；

f_v^b 、 f_c^b ——螺钉的抗剪、承压强度设计值，按表 3.3.3 取值；

t_1 ——靠近螺钉头的连接板厚度；

t_2 ——远离螺钉头的连接板厚度；

f ——连接板的抗拉强度设计值，按表 3.3.1 取值。

3 同时承受剪力和杆轴方向拉力作用的螺钉连接的强度，应符合下列公式要求：

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_v^s}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^s}\right)^2} \leq 1 \quad (6.2.5-9)$$

式中 N_v 、 N_t ——单个螺钉所承受的剪力和拉力设计值；

N_v^s 、 N_t^s ——单个螺钉受剪、受拉承载力设计值。

6.2.6 不锈钢抽芯铆钉不应用于受拉连接；抽芯铆钉的受剪连接中，强度应按下列公式计算：

$$N_v \leq \min(N_v^r, N_c^r) \quad (6.2.6-1)$$

$$N_v^r = \phi n_v [V] \quad (6.2.6-2)$$

$$N_c^r = \alpha t d f_c^b \quad (6.2.6-3)$$

$$\text{且 } N_c^r \leq 0.83e_1t_f^b \quad (6.2.6-4)$$

式中，当 $t_2=t_1$ 时： $\alpha=3.2\sqrt{t/d}$ 且 $\alpha \leq 2.1$ ；

当 $t_2 \geq 2.5 t_1$ 时： $\alpha=2.1$ ；

当 $t_1 \leq t_2 \leq 2.5 t_1$ 时， α 通过线性插值确定。

当抽芯铆钉用于钢板端部与支承构件（如檩条）的连接时，其抗剪承载力设计值应乘以折减系数 0.8。当采用多个抽芯铆钉连接且沿受力方向的连接长度 $l \geq 45d$ 时，承载力设计值应乘以折减系数 β_L ， β_L 应按下式计算：

$$\beta_L = 1.45 - \frac{l}{100d_0} \quad (6.2.6-5)$$

式中 N_v ——单个抽芯铆钉所承受的剪力设计值；

N_v^r 、 N_c^r ——单个抽芯铆钉的抗剪、承压承载力设计值；

n_v ——抽芯铆钉的受剪面数目；

ϕ ——剪切面数目影响系数，单剪时取 1.0，双剪时取 0.8；

[V]——抽芯铆钉按照 GB/T 3098.18 进行试验时需达到的最小抗剪承载力，按表 6.2.6 取值；

f_c^b ——抽芯铆钉的承压强度设计值，按表 3.3.3 取值；

t_1 ——靠近抽芯铆钉头侧的连接板厚度；

t_2 ——远离抽芯铆钉头侧的连接板厚度；

f ——连接板的抗拉强度设计值，按表 3.3.1 取值；

e_1 ——端距，参见图 6.2.6；

d_0 ——孔径，参见图 6.2.6。

表 6.2.6 抽芯铆钉的最小抗剪承载力[V] (kN)

抽芯铆钉类别	公称直径/mm					
	3.0	3.2	4.0	4.8	5.0	6.4
封闭型平圆头芯铆钉	-	2.0	3.0	4.0	-	6.0
开口型沉头抽芯铆钉	1.8	1.9	2.7	4.0	4.7	-
开口型平圆头抽芯铆钉	1.8	1.9	2.7	4.0	4.7	-

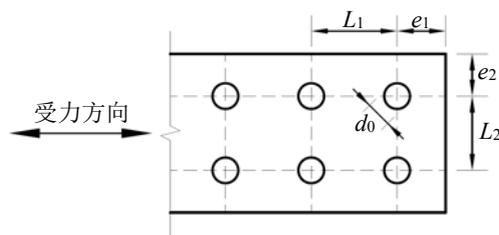


图 6.2.6 抽芯铆钉连接的边距、端距和间距示意图

6.3 连接的构造

6.3.1 角焊缝的计算长度不应小于 $8h_f$ 且不应小于 40mm，侧面角焊缝的计算长度不应大于 $60h_f$ （连续受力的角焊缝除外）。角焊缝的焊脚尺寸不宜大于较薄焊件厚度的 1.2 倍（钢管结构 1.5 倍），且不宜小于 $1.5\sqrt{t}$ ， t 为较厚焊件厚度。

6.3.2 电阻点焊的焊点中距不宜小于 $15\sqrt{t}$ ，焊点边距不宜小于 $10\sqrt{t}$ ， t 为较薄焊件厚度。

6.3.3 螺栓的中距不应小于 $3d_0$ ，端距不应小于 $2d_0$ ，边距不应小于 $1.5d_0$ ， d_0 为螺栓孔径。在靠近弯角边缘处的螺栓孔边距，尚应满足使用紧固工具的要求。

6.3.4 抽芯铆钉的适用直径为 3.0~5.0mm，在受力蒙皮结构中宜选用直径不小于 4mm 的抽芯铆钉。

6.3.5 抽芯铆钉和螺钉的钉头部分应靠在较薄的板件一侧。连接件的中距和端距不应小于连接件直径的 3 倍，边距不应小于连接件直径的 1.5 倍。受力连接中的连接件不宜少于 2 个。

7 防腐、防火与维护

7.1 防腐

7.1.1 应当根据不锈钢结构所在环境的耐腐蚀性要求选择合适牌号和表面处理方式。

7.1.2 不锈钢结构的防腐根据环境类别可以分为三个等级：

(1) 等级一：在常规环境和轻度腐蚀性环境中，不锈钢结构在 50 年的设计使用寿命周期内可能会发生不影响结构安全和性能的局部微小锈斑，一般无需进行特殊的防护处理；

(2) 等级二：在侵蚀性大气环境中，包括近海环境和生产腐蚀性产品的工业厂房等，不锈钢结构在 50 年的设计使用寿命周期内可能会产生局部腐蚀和裂隙腐蚀，需要进行定期检测和防护。

(3) 等级三：在与强腐蚀性介质直接接触的环境中，或者存在潜在的强腐蚀性介质的条件下，例如氯酸、氯盐和液态锌等，不锈钢结构可能出现应力腐蚀裂纹或者晶间腐蚀，需要进行专门的研究确定其防腐处理措施。

7.1.3 不锈钢材与普通钢材及其他金属材料接触、紧固时，应采用非金属的隔离材料（如垫圈、套筒等），避免与其直接接触。

7.1.4 在不锈钢结构中不应当采用普通碳素钢螺栓。

7.2 防火

7.2.1 不锈钢结构应根据建筑物的耐火等级来确定耐火极限。

7.2.2 不锈钢结构的防火应该符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 的相关要求，结构构件的防火保护层应根据建筑物的防火等级对各不同的构件所要求的耐火极限进行设计。

7.2.3 不锈钢结构的表面长期受辐射热达 100℃ 以上时，应加隔热层或采用其它有效的防护措施。

8 制作与安装

8.1 一般规定

- 8.1.1 钢结构施工单位或由其委托的设计单位应根据已批准的设计文件编制加工制作详图。
- 8.1.2 不锈钢结构制作前，应根据设计文件、加工制作详图的要求以及制作厂的条件，编制制作工艺书。制作工艺书应作为技术文件经监理审核。
- 8.1.3 对大型复杂的不锈钢结构，应根据业主或设计的要求，进行制作工艺、安装方法和节点性能的试验，试验项目及内容应在设计文件上说明。对施工单位提出的新加工工艺和安装方法，经相应部门组织鉴定并备案后方可采用。
- 8.1.4 不锈钢结构采用的钢材、焊接材料和连接材料的性能，应具有质量合格证明书，并应符合本规范第3章的规定和设计文件的要求。

8.2 加工

- 8.2.1 不锈钢结构需要放样的构件应根据批准的加工制作详图进行放样。放样和号料应预留焊接收缩量及切割、端铣等加工裕量。
- 8.2.2 不锈钢构件加工应有专用的加工场地，应使用不锈钢专用设备。加工制作的允许偏差应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的有关规定采用。
- 8.2.3 不锈钢的切割加工宜采用水切割、激光切割、剪板机和等离子弧切割，不应采用火焰切割。不锈钢切割面应无裂纹、夹渣和分层。切割后应清除毛刺、熔渣和飞溅物。需边缘加工的构件，应采用精密切割。
- 8.2.4 对不锈钢原材料变形、加工和焊接引起的变形，应分析其影响因素，应采用机械矫正方法，不宜采用热矫正。矫正质量和允许偏差应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205执行。
- 8.2.5 不锈钢成孔可以钻孔或冲孔。不应使用圆头冲床成孔。

8.3 焊接与紧固连接

- 8.3.1 施焊前，应由焊接技术责任人根据焊接工艺评定结果编制工艺文件，向操作人员进行技术交底，并及时处理施工过程中的焊接技术问题。
- 8.3.2 焊工应严格按照批准的焊接工艺文件中规定的焊接方法、工艺参数、施焊顺序等进行焊接。
- 8.3.3 焊接材料与母材的匹配应符合设计要求及本规范第3章的规定。焊接材料在使用前，应按其产品说明书及焊接工艺文件的规定进行存放和烘焙。
- 8.3.4 不锈钢构件不应与普通碳素钢预埋件进行焊接。经过表面防腐处理的不锈钢构件焊接后，应对焊缝处进行打磨和相应的防腐处理。
- 8.3.5 施焊时应采取工艺措施控制焊接变形，减小焊接残余应力。
- 8.3.6 不锈钢结构连接中紧固件的选用应符合《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6、《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15的要求。
- 8.3.7 不锈钢结构紧固件连接中摩擦面的处理需要满足设计中要求的抗滑移系数。

8.4 储存、运输与安装

- 8.4.1 不锈钢应避免在含盐分的潮湿大气中储存。存放区的垫轨不应有碳钢磨损表面，应使用木料、橡胶或塑料板条或护套进行保护。
- 8.4.2 不锈钢在储存、运输及安装过程中应避免与腐蚀性化学物质接触。
- 8.4.3 不锈钢结构的吊装过程应进行施工验算，必要时应采取加固措施。
- 8.4.4 不锈钢闭口截面构件在运输、吊装之前，应将管口包封，防止雨水和异物落入管内。暴露于室外的闭口截面构件应在吊装完毕后使杆件端部封闭。
- 8.4.5 结构吊装就位后应立即进行校正，并采取可靠措施保证其稳定性。
- 8.4.6 结构的安装质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定。

附录 A 梁的整体弯扭屈曲临界弯矩

A.1 对单轴或双轴对称截面（包括反对称截面）的简支梁（如图 A.1.1），其弯扭屈曲临界弯矩 M_{cr} 应按下列式计算：

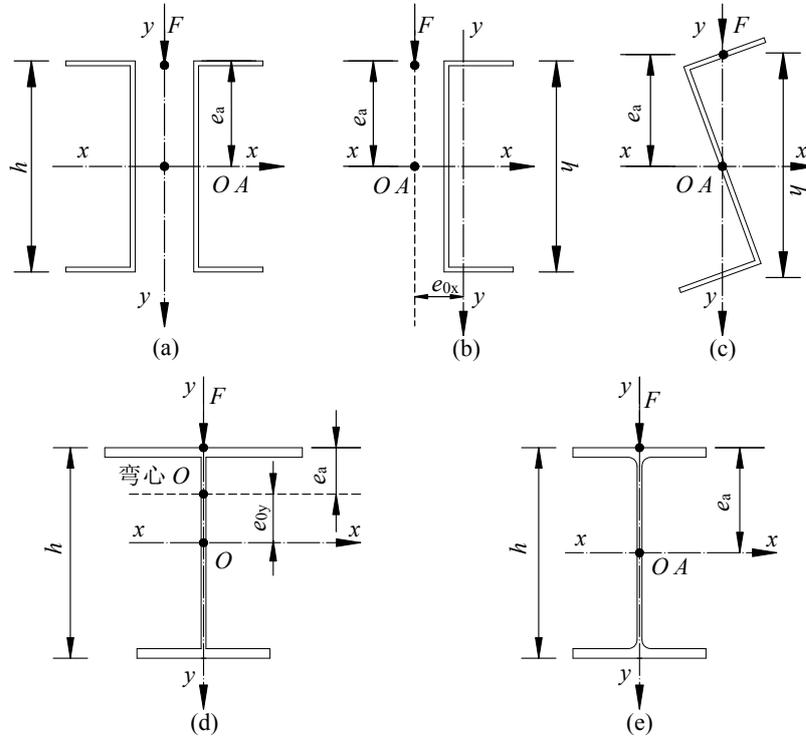


图 A.1.1 典型单轴和双轴对称截面

$$M_{cr} = \beta_1 \frac{\pi^2 E_0 A h}{2 \lambda_y^2} \left[\sqrt{\eta^2 + \xi} + \eta \right] \quad (\text{A.1-1})$$

$$\eta = 2(\beta_2 \cdot e_a + \beta_3 \beta_y) / h \quad (\text{A.1-2})$$

$$\xi = \frac{4I_\omega}{h^2 I_y} + \frac{0.156 I_t}{I_y} \left(\frac{l_1}{h} \right)^2 \quad (\text{A.1-3})$$

$$\beta_y = \frac{U_x}{2I_x} - e_{0y} \quad (\text{A.1-4})$$

$$U_x = \int_A y(x^2 + y^2) dA \quad (\text{A.1-5})$$

式中 λ_y ——梁在侧向支承点对截面弱轴 y - y 的长细比， $\lambda_y = l_1 / i_y$ ， l_1 见规范第 5.3.3 条， i_y 为梁毛截面对 y 轴的截面回转半径；

β_1 、 β_2 、 β_3 ——计算系数，按表 A.1.1 采用；

A ——梁的毛截面面积；

h ——梁截面的高度；

E_0 ——不锈钢材料的初始弹性模量；

η 、 ξ ——计算系数，按公式(A.1-2)和(A.1-3)计算；

e_a ——横向荷载作用点到弯心的距离；对于偏心压杆或当横向荷载作用在弯心时 $e_a=0$ ；当荷载不作用在弯心且荷载方向指向弯心时 e_a 取负值，当荷载方向离开弯心时 e_a 取正值；

I_ω ——梁的扇性惯性矩，常用截面的 I_ω 见附录 B；

I_y, I_x ——梁的 y 轴和 x 轴的毛截面惯性矩；

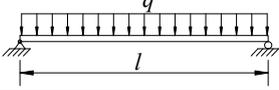
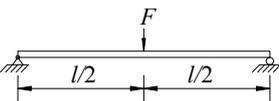
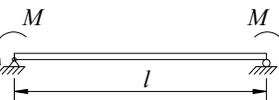
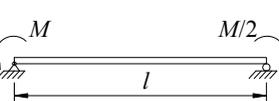
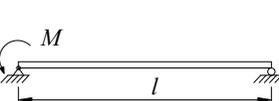
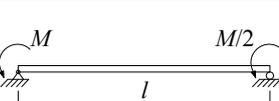
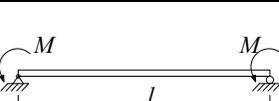
I_t ——梁的扭转惯性矩；

β_y ——计算参数，按式(A.1-4)计算，对于图 A.1.1 中 a, b, c 和 e 类截面， $\beta_y=0$ ；

e_{0y} ——截面弯心和形心之间的距离；

U_x ——计算系数，按式(A.1-5)计算，常用截面的 U_x 见附录 B。

表 A.1.1 两端及跨间侧向均为简支的受弯构件的 β_1 、 β_2 和 β_3

项次	弯矩作用平面内的荷载及支承情况	跨间无侧向支承			跨间设一道侧向支承			跨间有不少于两个等距离布置的侧向支承		
		β_1	β_2	β_3	β_1	β_2	β_3	β_1	β_2	β_3
1		1.13	0.46	0.53	1.35	0.14	0.83	1.37	0.06	0.88
2		1.35	0.55	0.41	1.83	0	0.94	1.68	0.08	0.80
3		1.00	0	1.0	1.00	0	1.00	1.00	0	1.00
4		1.32	0	0.99	1.31	0	0.98	1.31	0	0.98
5		1.83	0	0.94	1.77	0	0.88	1.75	0	0.87
6		2.39	0	0.68	2.13	0	0.53	2.03	0	2.56
7		2.24	0	0	1.89	0	0	1.77	0	0

附录 B 截面特性

B.1 常用截面特性

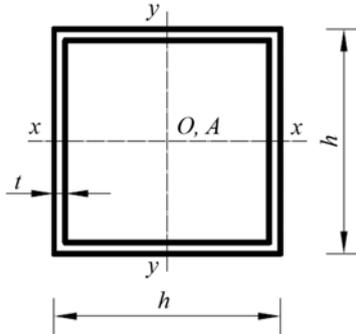


表 B.1.1 方钢管

尺寸 mm		截面面积 (cm ²)	每米长质量 (kg/m)	I_x (cm ⁴)	i_x (cm)	W_x (cm ³)
h	t					
25	1.5	1.31	1.03	1.16	0.94	0.92
30	1.5	1.61	1.27	2.11	1.14	1.40
40	1.5	2.21	1.74	5.33	1.55	2.67
40	2.0	2.87	2.25	6.66	1.52	3.33
50	1.5	2.81	2.21	10.82	1.96	4.33
50	2.0	3.67	2.88	13.71	1.93	5.48
60	2.0	4.47	3.51	24.51	2.34	8.17
60	2.5	5.48	4.30	29.36	2.31	9.79
80	2.0	6.07	4.76	60.58	3.16	15.10
80	2.5	7.48	5.87	73.40	3.13	18.35
100	2.5	9.48	7.44	147.91	3.95	29.58
100	3.0	11.25	8.83	173.12	3.92	34.62
120	2.5	11.48	9.01	260.88	4.77	43.48
120	3.0	13.65	10.72	306.71	4.74	51.12
140	3.0	16.05	12.6	495.68	5.56	70.81
140	3.5	18.58	14.59	568.22	5.53	81.17
140	4.0	21.07	16.44	637.97	5.50	91.14
160	3.0	18.45	14.49	749.64	6.37	93.71
160	3.5	21.38	16.77	861.34	6.35	107.67
160	4.0	24.27	19.05	969.35	6.32	121.17
160	4.5	27.12	21.05	1073.66	6.29	134.21
160	5.0	29.93	23.35	1174.44	6.26	146.81

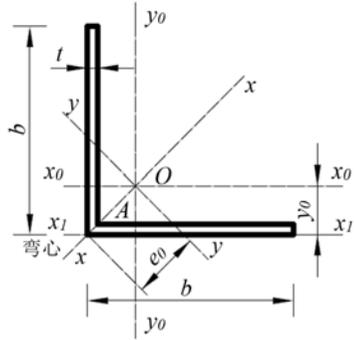


表 B.1.2 等边角钢

尺寸(mm)		截面面积 (cm ²)	每米长质量 (kg/m)	y ₀ (cm)	x ₀ -x ₀				x-x		y-y		x ₁ -x ₁	e ₀ (cm)	I _t (cm ⁴)
b	t				I _{x0} (cm ⁴)	i _{x0} (cm)	W _{x0,max} (cm ³)	W _{x0,min} (cm ³)	I _x (cm ⁴)	i _x (cm)	I _y (cm ⁴)	i _y (cm)	I _{x1} (cm ⁴)		
30	1.5	0.85	0.67	0.828	0.77	0.95	0.93	0.35	1.25	1.21	0.29	0.58	1.35	1.07	0.0064
30	2.0	1.12	0.88	0.855	0.99	0.94	1.16	0.46	1.63	1.21	0.36	0.57	1.81	1.07	0.0149
40	2.0	1.52	1.19	1.105	2.43	1.27	2.20	0.84	3.95	1.61	0.90	0.77	4.28	1.42	0.0203
40	2.5	1.87	1.47	1.132	2.96	1.26	2.62	1.03	4.85	1.61	1.07	0.76	5.36	1.42	0.0390
50	2.5	2.37	1.86	1.381	5.93	1.58	4.29	1.64	9.65	2.02	2.20	0.96	10.44	1.78	0.0494
50	3.0	2.81	2.21	1.408	6.97	1.57	4.95	1.94	11.40	2.01	2.54	0.95	12.55	1.78	0.0843
60	2.5	2.87	2.25	1.630	10.41	1.90	6.38	2.38	16.90	2.43	3.91	1.17	18.03	2.13	0.0598
60	3.0	3.41	2.68	1.657	12.29	1.90	7.42	2.83	20.02	2.42	4.56	1.16	21.66	2.13	0.1023
75	2.5	3.62	2.84	2.005	20.65	2.39	10.30	3.76	33.43	3.04	7.87	1.48	35.20	2.66	0.0755
75	3.0	4.31	3.39	2.031	24.47	2.38	12.05	4.47	39.70	3.03	9.23	1.46	42.26	2.66	0.1293

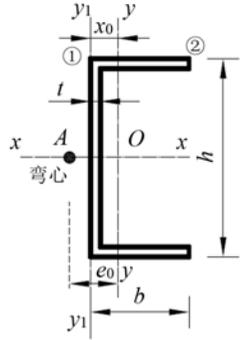


表 B.1.3 槽钢

尺寸(mm)			截面 面积 (cm ²)	每米长 质量 (kg/m)	x ₀ (cm)	x-x			y-y				y ₁ -y ₁ (cm)	I _t (cm ⁴)	I _w (cm ⁶)	k (cm ⁻¹)	W _{ω1} (cm ³)	W _{ω2} (cm ³)	
h	b	t				I _x (cm ⁴)	i _x (cm)	W _x (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)	i _y (cm)	W _{y,max} (cm ³)	W _{y,min} (cm ³)							I _{y1} (cm ⁴)
60	30	2.5	2.74	2.15	0.883	14.38	2.31	4.89	2.40	0.94	2.71	1.13	4.53	1.88	0.0571	12.21	0.0425	4.72	2.51
80	40	2.5	3.74	2.94	1.132	36.70	3.13	9.18	5.92	1.26	5.23	2.06	10.71	2.51	0.0779	57.36	0.0229	11.61	6.37
80	40	3.0	4.43	3.48	1.159	42.66	3.10	10.67	6.93	1.25	5.98	2.44	12.87	2.51	0.1328	64.58	0.0282	13.64	7.34
100	40	2.5	4.24	3.33	1.013	62.07	3.83	12.41	6.37	1.23	6.29	2.13	10.72	2.30	0.0884	99.70	0.0185	17.07	8.44
100	40	3.0	5.03	3.95	1.039	72.44	3.80	14.49	7.47	1.22	7.19	2.52	12.89	2.30	0.1508	113.23	0.0227	20.20	9.79
120	40	2.5	4.74	3.72	0.919	95.92	4.50	15.99	6.72	1.19	7.32	2.18	10.73	2.13	0.0988	156.19	0.0156	23.62	10.59
120	40	3.0	5.63	4.42	0.944	112.28	4.47	18.71	7.90	1.19	8.37	2.58	12.91	2.12	0.1688	178.49	0.0191	28.13	12.33
140	50	3.0	6.83	5.36	1.187	191.53	5.30	27.36	15.52	1.51	13.08	4.07	25.13	2.75	0.2048	487.60	0.0128	48.99	22.93
140	50	3.5	7.89	6.20	1.211	218.88	5.27	31.27	17.79	1.50	14.69	4.70	29.37	2.74	0.3223	546.44	0.0151	56.72	26.09
160	60	3.0	8.03	6.30	1.432	300.87	6.12	37.61	26.90	1.83	18.79	5.89	43.35	3.37	0.2408	1119.78	0.0091	78.25	38.21
160	60	3.5	9.29	7.20	1.456	344.94	6.09	43.12	30.92	1.82	21.23	6.81	50.63	3.37	0.3794	1264.16	0.0108	90.71	43.68

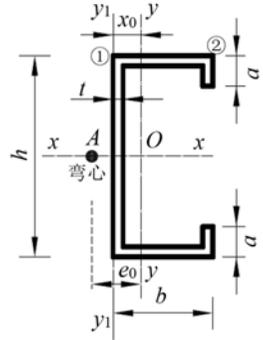


表 B.1.4 卷边槽钢

尺寸(mm)				截面 面积 (cm ²)	每米长 质量 (kg/m)	x ₀ (cm)	x-x			y-y				y ₁ -y ₁ I _{y1} (cm ⁴)	e ₀ (cm)	I _t (cm ⁴)	I _w (cm ⁶)	k (cm ⁻¹)	W _{o1} (cm ³)	W _{o2} (cm ³)
h	b	a	t				I _x (cm ⁴)	i _x (cm)	W _x (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)	i _y (cm)	W _{y,max} (cm ³)	W _{y,min} (cm ³)							
80	40	15	2.0	3.47	2.72	1.452	34.16	3.14	8.54	7.79	1.50	5.36	3.06	15.10	3.36	0.0462	112.9	0.0126	16.03	15.74
100	50	15	2.5	5.23	4.11	1.706	81.34	3.94	16.27	17.19	1.81	10.08	5.22	32.41	3.94	0.1090	352.8	0.0109	34.47	29.41
120	50	20	2.5	5.98	4.70	1.706	129.40	4.65	21.57	20.96	1.87	12.28	6.36	38.36	4.03	0.1246	660.9	0.0085	51.04	48.36
120	60	20	3.0	7.65	6.01	2.106	170.68	4.72	28.45	37.36	2.21	17.74	9.59	71.31	4.87	0.2296	1153.2	0.0087	75.68	68.84
140	50	20	2.0	5.27	4.14	1.590	154.03	5.41	22.00	18.56	1.88	11.68	5.44	31.86	3.87	0.0703	794.79	0.0058	51.44	52.22
140	50	20	2.2	5.76	4.52	1.590	167.40	5.39	23.91	20.03	1.87	12.62	5.87	34.53	3.84	0.0929	852.46	0.0065	55.98	56.84
140	50	20	2.5	6.48	5.09	1.580	186.78	5.39	26.68	22.11	1.85	13.96	6.47	38.38	3.80	0.1351	931.89	0.0075	62.56	63.56
140	60	20	3.0	8.25	6.48	1.964	245.42	5.45	35.06	39.49	2.19	20.11	9.79	71.33	4.61	0.2476	1589.8	0.0078	92.69	79.00
160	60	20	2.0	6.07	4.76	1.850	236.59	6.24	29.57	29.99	2.22	16.19	7.23	50.83	4.52	0.0809	1596.28	0.0044	76.92	71.30
160	60	20	2.2	6.64	5.21	1.850	257.57	6.23	32.20	32.45	2.21	17.53	7.82	55.19	4.50	0.1071	1717.82	0.0049	83.82	77.55
160	60	20	2.5	7.48	5.87	1.850	288.13	6.21	36.02	35.96	2.19	19.47	8.66	61.49	4.45	0.1559	1887.71	0.0056	93.87	86.63
160	70	20	3.0	9.45	7.42	2.224	373.64	6.29	46.71	60.42	2.53	27.17	12.65	107.20	5.25	0.2836	3070.5	0.0060	135.49	109.92
180	70	20	2.0	6.87	5.39	2.110	343.93	7.08	38.21	45.18	2.57	21.37	9.25	75.87	5.17	0.0916	2934.34	0.0035	109.50	95.22
180	70	20	2.2	7.52	5.90	2.110	374.90	7.06	41.66	48.97	2.55	23.19	10.02	82.49	5.14	0.1213	3165.62	0.0038	119.44	103.58
180	70	20	2.5	8.48	6.66	2.110	420.20	7.04	46.69	54.42	2.53	25.82	11.12	92.08	5.10	0.1767	3492.15	0.0044	133.99	115.73
200	70	20	2.0	7.27	5.71	2.000	440.04	7.78	44.00	46.71	2.54	23.32	9.35	75.88	4.96	0.0969	3672.33	0.0032	126.74	106.15
200	70	20	2.2	7.96	6.25	2.000	479.87	7.77	47.99	50.64	2.52	25.31	10.13	82.49	4.93	0.1284	3963.82	0.0035	138.26	115.74
200	70	20	2.5	8.98	7.05	2.000	538.21	7.74	53.82	56.27	2.50	28.18	11.25	92.09	4.89	0.1871	4376.18	0.0041	155.14	129.75
220	75	20	2.0	7.87	6.18	2.080	574.45	8.54	52.22	56.88	2.69	27.35	10.50	90.93	5.18	0.1049	5313.52	0.0028	158.43	127.32
220	75	20	2.2	8.62	6.77	2.080	626.85	8.53	56.99	61.71	2.68	29.70	11.38	98.91	5.15	0.1391	5742.07	0.0031	172.92	138.93
220	75	20	2.5	9.73	7.64	2.070	703.76	8.50	63.98	68.66	2.66	33.11	12.65	110.51	5.11	0.2028	6351.05	0.0035	194.18	155.94

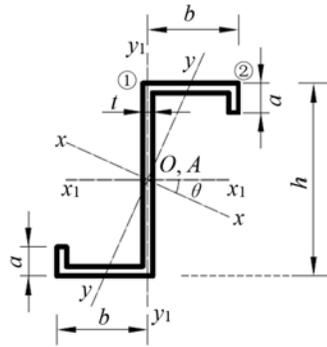


表 B.1.5 卷边 Z 型钢

尺寸(mm)				截面 面积 (cm ²)	每米长 质量 (kg/m)	θ(°)	x1-x1			y1-y1			x-x				y-y				I _{x1y1} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)	I _w (cm ⁶)	k (cm ⁻¹)	W _{o1} (cm ³)	W _{o2} (cm ³)
h	b	a	t				I _{x1} (cm ⁴)	i _{x1} (cm)	W _{x1} (cm ⁴)	I _{y1} (cm ⁴)	i _y (cm)	W _{y1} (cm ⁴)	I _x (cm ⁴)	i _x (cm)	W _{x1} (cm ³)	W _{x2} (cm ³)	I _y (cm ⁴)	i _y (cm)	W _{y1} (cm ³)	W _{y2} (cm ³)						
100	40	20	2.0	4.07	3.19	24.017	60.04	3.84	12.01	17.02	2.05	4.36	70.70	4.17	15.93	11.94	6.36	1.25	3.36	4.42	23.93	0.0542	325.0	0.0081	49.97	29.16
100	40	20	2.5	4.98	3.91	23.767	72.10	3.80	14.42	20.02	2.00	5.17	84.63	4.12	19.18	14.47	7.49	1.23	4.07	5.28	28.45	0.1038	381.9	0.0102	62.25	35.03
120	50	20	2.0	4.87	3.82	24.050	106.97	4.69	17.83	30.23	2.49	6.17	126.06	5.09	23.55	17.40	11.14	1.51	4.83	5.74	42.77	0.0649	785.2	0.0057	84.05	43.96
120	50	20	2.5	5.98	4.70	23.833	129.39	4.65	21.57	35.91	2.45	7.37	152.05	5.04	28.55	21.21	13.25	1.49	5.89	6.89	51.30	0.1246	930.9	0.072	104.68	52.94
120	50	20	3.0	7.05	5.54	23.600	150.14	4.61	25.02	40.88	2.41	8.43	175.92	4.99	33.18	24.80	15.11	1.46	6.89	7.92	58.99	0.2116	1058.9	0.0087	125.37	61.22
140	50	20	2.5	6.48	5.09	19.417	186.77	5.37	26.68	35.91	2.35	7.37	209.19	5.67	32.55	26.34	14.48	1.49	6.69	6.78	60.75	0.1350	1289.0	0.0064	137.04	60.03
140	50	20	3.0	7.65	6.01	19.200	217.26	5.33	31.04	40.83	2.31	8.43	241.62	5.62	37.76	30.70	16.52	1.47	7.84	7.81	69.93	0.2296	1468.2	0.0077	164.94	69.51
160	60	20	2.5	7.48	5.87	19.983	288.12	6.21	36.01	58.15	2.79	9.90	323.13	6.57	44.00	34.95	23.14	1.76	9.00	8.71	96.32	0.1559	2634.3	0.0048	205.98	86.28
160	60	20	3.0	8.85	6.95	19.783	336.66	6.17	42.08	66.66	2.74	11.39	376.76	6.52	51.48	41.08	26.56	1.73	10.58	10.07	111.51	0.2656	3019.4	0.0058	247.41	100.15
160	70	20	2.5	7.98	6.27	23.767	319.13	6.32	39.89	87.74	3.32	12.76	374.6	6.85	52.35	38.23	32.11	2.01	10.53	10.86	126.37	0.1663	3793.3	0.0041	238.87	106.91
160	70	20	3.0	9.45	7.42	23.567	373.64	6.29	46.71	101.10	3.27	14.76	437.72	6.80	61.33	45.01	37.03	1.98	12.39	12.58	146.86	0.2836	4365.0	0.0050	285.78	124.26
180	70	20	2.5	8.48	6.66	20.367	420.18	7.04	46.69	87.74	3.22	12.76	473.34	7.47	57.27	44.88	34.58	2.02	11.66	10.86	143.18	0.1767	4907.9	0.0037	294.53	119.41
180	70	20	3.0	10.05	7.89	20.183	492.61	7.00	54.73	101.11	3.17	14.76	553.83	7.42	67.22	52.89	39.89	1.99	13.72	12.59	166.47	0.3016	5652.2	0.0045	353.32	138.92

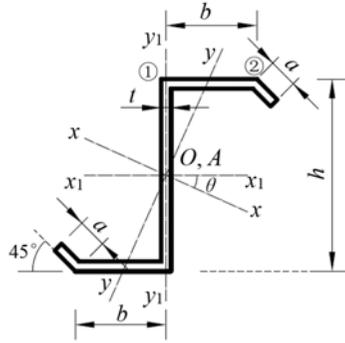


表 B.1.6 斜卷边 Z 型钢

尺寸(mm)				截面 面积 (cm ²)	每米长 质量 (kg/m)	θ(°)	x1-x1			y1-y1			x-x				y-y				I _{x1y1} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)	I _w (cm ⁶)	k (cm ⁻¹)	W _{o1} (cm ³)	W _{o2} (cm ³)
h	b	a	t				I _{x1} (cm ⁴)	i _{x1} (cm)	W _{x1} (cm ⁴)	I _{y1} (cm ⁴)	i _y (cm)	W _{y1} (cm ⁴)	I _x (cm ⁴)	i _x (cm)	W _{x1} (cm ³)	W _{x2} (cm ³)	I _y (cm ⁴)	i _y (cm)	W _{y1} (cm ³)	W _{y2} (cm ³)						
140	50	20	2.0	5.392	4.233	21.986	162.065	5.482	23.152	39.363	2.702	6.234	185.962	5.872	30.377	22.470	15.466	1.694	6.107	8.067	59.189	0.0719	1298.621	0.0046	118.281	59.185
140	50	20	2.2	5.909	4.638	21.998	176.813	5.470	25.259	42.928	2.695	6.809	202.926	5.860	33.352	24.544	16.814	1.687	6.659	8.823	64.638	0.0953	1407.575	0.0051	130.014	64.382
140	50	20	2.5	6.676	5.240	22.018	198.446	5.452	28.349	48.154	2.686	7.657	227.828	5.842	37.792	27.598	18.771	1.667	7.468	9.941	72.659	0.1391	1563.520	0.0058	147.558	71.926
160	60	20	2.0	6.192	4.861	22.104	246.830	6.313	30.854	60.271	3.120	8.240	283.680	6.768	40.271	29.603	23.422	1.945	8.018	9.554	90.733	0.0826	2559.036	0.0035	175.940	82.233
160	60	20	2.2	6.789	5.329	22.113	269.592	6.302	33.699	65.802	3.113	9.009	309.891	6.756	44.225	32.367	25.503	1.938	8.753	10.450	99.179	0.1095	2779.796	0.0039	193.430	89.569
160	60	20	2.5	7.676	6.025	22.128	303.090	6.284	37.886	73.935	3.104	10.143	348.487	6.738	50.132	36.445	28.537	1.928	9.834	11.775	111.642	0.1599	3098.400	0.0044	219.605	100.26
180	70	20	2.0	6.992	5.489	22.185	356.620	7.141	39.624	87.417	3.536	10.514	410.315	7.660	51.502	37.679	33.722	2.196	10.191	11.289	131.674	0.0932	4643.994	0.0028	249.609	111.10
180	70	20	2.2	7.669	6.020	22.193	389.835	7.130	43.315	95.518	3.529	11.502	448.592	7.648	56.570	41.226	36.761	2.189	11.136	12.351	144.034	0.1237	5052.769	0.0031	274.455	121.13
180	70	20	2.5	8.676	6.810	22.205	438.835	7.112	48.759	107.460	3.519	12.964	505.087	7.630	64.143	46.471	41.208	2.179	12.528	13.923	162.307	0.1807	5654.157	0.0035	311.661	135.81
200	70	20	2.0	7.392	5.803	19.305	455.430	7.849	45.543	87.418	3.439	10.514	506.903	8.281	56.094	43.435	35.944	2.205	11.109	11.339	146.944	0.0986	5882.294	0.0025	302.430	123.44
200	70	20	2.2	8.109	6.365	19.309	498.023	7.837	49.802	95.520	3.432	11.503	554.346	8.268	61.618	47.533	39.197	2.200	12.138	12.419	160.756	0.1308	6403.010	0.0028	332.826	134.66
200	70	20	2.5	9.176	7.203	19.314	560.921	7.819	56.902	107.462	3.422	12.964	624.421	8.249	69.876	53.596	43.962	2.189	13.654	14.021	181.182	0.1912	7160.113	0.0032	378.452	151.08
220	75	20	2.0	7.992	6.274	18.300	592.787	8.612	53.890	103.580	3.600	11.751	652.866	9.038	65.085	51.328	43.500	2.333	12.829	12.343	181.661	0.1066	8483.845	0.0022	383.110	148.38
220	75	20	2.2	8.769	6.884	18.302	648.520	8.600	58.956	113.220	3.593	12.860	714.276	9.025	71.501	56.190	47.465	2.327	14.023	13.524	198.803	0.1415	9242.136	0.0024	421.750	161.95
220	75	20	2.5	9.926	7.792	18.305	730.926	8.581	66.448	127.443	3.583	14.500	805.086	9.006	81.096	63.392	53.283	2.317	15.783	15.278	224.175	0.2068	10347.65	0.0028	479.804	181.87
250	75	20	2.0	8.592	6.745	15.389	799.640	9.647	63.791	103.580	3.472	11.752	856.690	9.985	71.976	61.841	46.532	2.327	14.553	12.090	207.280	0.1146	11298.92	0.0020	485.919	169.98
250	75	20	2.2	9.429	7.402	15.387	875.145	9.634	70.012	113.223	3.465	12.860	937.579	9.972	78.870	67.773	50.789	2.321	15.946	14.211	226.864	0.1521	12314.34	0.0022	535.491	184.53
250	75	20	2.5	10.676	8.380	15.385	986.898	9.615	78.952	127.447	3.455	14.500	1057.30	9.952	89.108	76.584	57.044	2.312	18.014	16.169	255.870	0.2224	13797.02	0.0025	610.188	207.38

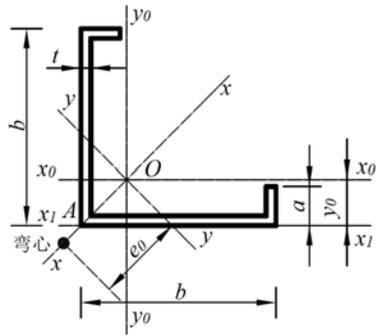
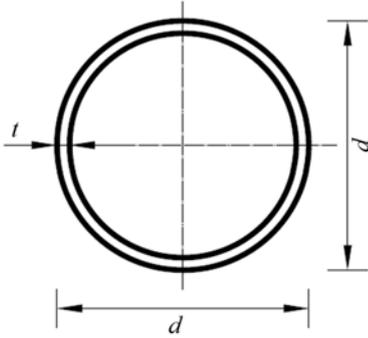


表 B.1.7 卷边等边角钢

尺寸(mm)			截面 面积 (cm ²)	每米长 质量 (kg/m)	y ₀ (cm)	x ₀ -x ₀				x-x		y-y		x ₁ -x ₁	e ₀ (cm)	I _t (cm ⁴)	I _w (cm ⁶)
b	a	t				I _{x0} (cm ⁴)	i _{x0} (cm)	W _{x0,max} (cm ³)	W _{x0,min} (cm ³)	I _x (cm ⁴)	i _x (cm)	I _y (cm ⁴)	i _y (cm)	I _{x1} (cm ⁴)			
40	15	2.0	1.95	1.53	1.404	3.93	1.42	2.80	1.51	5.74	1.72	2.12	1.04	7.78	2.37	0.0260	3.88
60	20	2.0	2.95	2.32	2.026	13.83	2.17	6.83	3.48	20.56	2.64	7.11	1.55	25.94	3.38	0.0394	22.64
75	20	2.0	3.55	2.79	2.396	25.60	2.69	10.68	5.02	39.01	3.31	12.19	1.85	45.99	3.82	0.0473	36.55
75	20	2.5	4.36	3.42	2.401	30.76	2.66	12.81	6.03	46.91	3.28	14.60	1.83	55.90	3.80	0.0909	43.33

表 B.1.8 焊接薄壁圆钢管



尺寸(mm)		截面面积 (cm ²)	每米长质量 (kg/m)	<i>I</i> (cm ⁴)	<i>i</i> (cm)	<i>W</i> (cm ³)
<i>h</i>	<i>t</i>					
25	1.5	1.11	0.87	0.77	0.83	0.61
30	1.5	1.34	1.05	1.37	1.01	0.91
30	2.0	1.76	1.38	1.73	0.99	1.16
40	1.5	1.81	1.42	3.37	1.36	1.68
40	2.0	2.39	1.88	4.32	1.35	2.16
51	2.0	3.08	2.42	9.26	1.73	3.63
57	2.0	3.46	2.71	13.08	1.95	4.59
60	2.0	3.64	2.86	15.34	2.05	5.10
70	2.0	4.27	3.35	24.72	2.41	7.06
76	2.0	4.65	3.65	31.85	2.62	8.38
83	2.0	5.09	4.00	41.76	2.87	10.06
83	2.5	6.32	4.96	51.26	2.85	12.35
89	2.0	5.47	4.29	51.74	3.08	11.63
89	2.5	6.79	5.33	63.59	3.06	14.29
95	2.0	5.84	4.59	63.20	3.29	13.31
95	2.5	7.26	5.70	77.76	3.27	16.37
102	2.0	6.28	4.93	78.55	3.54	15.40
102	2.5	7.81	6.14	96.76	3.52	18.97
102	3.0	9.33	7.33	114.40	3.50	22.43
108	2.0	6.66	5.23	93.60	3.75	17.33
108	2.5	8.29	6.51	115.40	3.73	21.37
108	3.0	9.90	7.77	136.50	3.72	25.28
114	2.0	7.04	5.52	110.40	3.96	19.37
114	2.5	8.76	6.87	136.20	3.94	23.89
114	3.0	10.46	8.21	161.30	3.93	28.30
121	2.0	7.48	5.87	132.40	4.21	21.88
121	2.5	9.31	7.31	163.50	4.19	27.02
121	3.0	11.12	8.73	193.70	4.17	32.02
127	2.0	7.85	6.17	153.40	4.42	24.16
127	2.5	9.78	7.61	189.50	4.40	29.84
127	3.0	11.69	9.18	224.70	4.39	35.39
133	2.5	10.25	8.05	218.20	4.62	32.81
133	3.0	12.25	9.62	259.00	4.60	38.95
133	3.5	14.24	11.18	298.70	4.58	44.92
140	2.5	10.80	8.48	255.30	4.86	36.47
140	3.0	12.91	10.13	303.10	4.85	43.29
140	3.5	15.01	11.78	349.80	4.83	49.97
152	3.0	14.04	11.02	389.90	5.27	51.30
152	3.5	16.33	12.82	450.30	5.25	59.25
152	4.0	18.60	14.60	509.60	5.24	67.05
159	3.0	14.70	11.54	447.40	5.52	56.27
159	3.5	17.10	13.42	517.00	5.50	65.02
159	4.0	19.48	15.29	585.30	5.48	73.62
168	3.0	15.55	12.21	529.40	5.84	63.02
168	3.5	18.09	14.20	612.10	5.82	72.87
168	4.0	20.61	16.18	693.30	5.80	82.53
180	3.0	16.68	13.09	653.50	6.26	72.61
180	3.5	19.41	15.24	756.00	6.24	84.00
180	4.0	22.12	17.36	856.80	6.22	95.20
194	3.0	18.00	14.13	821.10	6.75	84.64
194	3.5	20.95	16.45	950.50	6.74	97.99
194	4.0	23.88	18.75	1078.0	6.72	111.10
203	3.0	18.85	15.00	943.00	7.07	92.87
203	3.5	21.94	17.22	1092.0	7.06	107.55
203	4.0	25.01	19.63	1238.0	7.04	122.01
219	3.0	20.36	15.98	1187.0	7.64	108.44
219	3.5	23.70	18.61	1376.00	7.62	125.65
219	4.0	27.02	21.81	1562.00	7.60	142.62
245	3.0	22.81	17.91	1670.00	8.56	136.30
245	3.5	26.55	20.84	1936.00	8.54	158.10
245	4.0	30.28	23.77	2199.00	8.52	179.50

B.2 截面特性的近似计算公式

下列近似计算公式均按截面中心线进行计算

x 轴向右为正, y 轴向上为正。

B.2.1 半圆钢管

$$A = \pi r t$$

$$z_0 = 0.363r$$

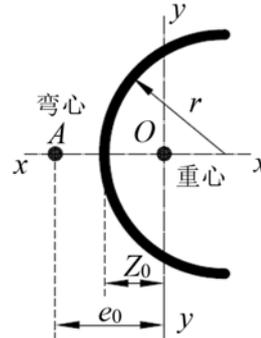
$$I_x = 1.571r^3 t$$

$$I_y = 0.298r^3 t$$

$$I_t = 1.047r t^3$$

$$I_w = 0.0374r^5 t$$

$$e_0 = 0.636r$$



B.2.2 等边角钢

$$A = 2bt$$

$$e_0 = \frac{b}{2\sqrt{2}}$$

$$I_x = \frac{1}{3}b^3 t$$

$$I_y = \frac{1}{12}b^3 t$$

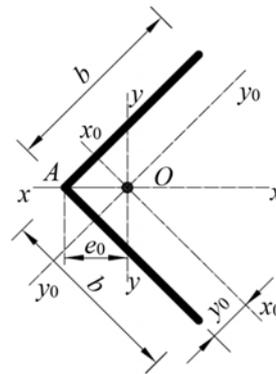
$$I_t = \frac{2}{3}bt^3$$

$$I_w = 0$$

$$I_{x_0} = I_{y_0} = \frac{5}{24}b^3 t$$

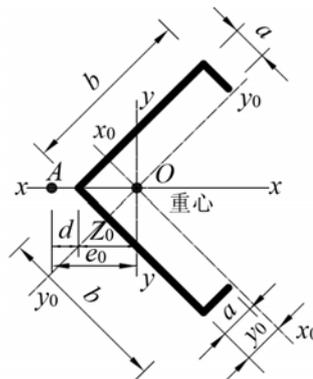
$$y_0 = \frac{b}{4}$$

$$U_y = \frac{b^4 t}{12\sqrt{2}}$$



B.2.3 卷边等边角钢

$$A = 2(b+a)t$$



$$z_0 = \frac{b+a}{2\sqrt{2}}$$

$$I_x = \frac{1}{3}(b^3 + a^3)t + ba(b-a)t$$

$$I_y = \frac{1}{12}(b+a)^3 t$$

$$I_t = \frac{2}{3}(b+a)t^3$$

$$I_w = d^2 b^2 \left(\frac{b}{3} + \frac{a}{4}\right)t + \frac{2}{3}a \left[\frac{d}{\sqrt{2}} \left(\frac{3}{2}b - a\right) - ba \right]^2 t$$

$$d = \frac{ba^2(3b-2a)}{3\sqrt{2} \cdot I_x} \cdot t$$

$$e_0 = d + z_0$$

$$y_0 = \frac{a+b}{4}$$

$$I_{x_0} = I_{y_0} = \frac{5}{24}(a-b)^3 t + \frac{a^2 b t}{4} + \frac{5}{12} b^3 t$$

$$U_y = \frac{t}{12\sqrt{2}}(b^4 + 4b^3 a - 6b^2 a^2 + a^4)$$

B.2.4 槽钢

$$A = (2b + h)t$$

$$z_0 = \frac{b^2}{2b + h}$$

$$I_x = \frac{1}{12}h^3 t + \frac{1}{2}bh^2 t$$

$$I_y = hz_0^2 t + \frac{1}{6}b^3 t + 2b \cdot \left(\frac{b}{2} - z_0\right)^2 t$$

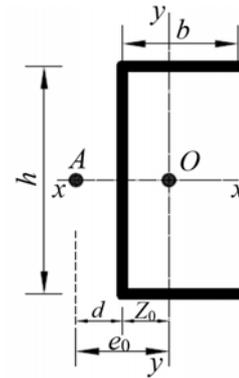
$$I_t = \frac{1}{3}(2b + h)t^3$$

$$I_w = \frac{b^3 h^2 t}{12} \cdot \frac{2h + 3b}{6b + h}$$

$$e_0 = d + z_0$$

$$d = \frac{3b^2}{6b + h}$$

$$U_y = \frac{1}{2}(b - z_0)^4 t - \frac{1}{2}z_0^4 t - z_0^3 h t + \frac{1}{4}(b - z_0)^2 h^2 t - \frac{1}{4}z_0^2 h^2 t - \frac{1}{12}z_0 h^3 t$$



B.2.5 向外卷边槽钢

$$A = (h + 2b + 2a)t$$

$$z_0 = \frac{b(b + 2a)}{h + 2b + 2a}$$

$$I_x = \frac{1}{12}h^3t + \frac{1}{2}bh^2t + \frac{1}{6}a^3t + \frac{1}{2}a(h + a)^2t$$

$$I_y = hz_0^2t + \frac{1}{6}b^3t + 2b \cdot \left(\frac{b}{2} - z_0\right)^2t + 2a(b - z_0)^2t$$

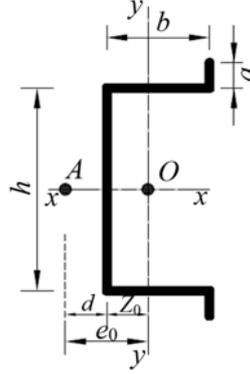
$$I_t = \frac{1}{3}(h + 2b + 2a)t^3$$

$$I_w = \frac{d^2h^3t}{12} + \frac{h^2}{6}[d^3 + (b - d)^3]t + \frac{a}{6}[3h^2(d - b)^2 + 6ha(d^2 - b^2) + 4a^2(d + b)^2]t$$

$$d = \frac{b}{I_x} \left(\frac{1}{4}bh^2 + \frac{1}{2}ah^2 - \frac{2}{3}a^3 \right)t$$

$$e_0 = d + z_0$$

$$U_y = t \left[\frac{(b - z_0)^4}{2} - \frac{z_0^4}{2} - z_0^3h + \frac{(b - z_0)^2h^2}{4} - \frac{z_0^2h^2}{4} - \frac{z_0h^3}{12} + 2a(b - z_0)^3 + 2(b - z_0) \left(\frac{a^3}{3} + \frac{a^2h}{2} + \frac{ah^2}{4} \right) \right]$$



B.2.6 向内卷边槽钢

$$A = (h + 2b + 2a)t$$

$$z_0 = \frac{b(b + 2a)}{h + 2b + 2a}$$

$$I_x = \frac{1}{12}h^3t + \frac{1}{2}bh^2t + \frac{1}{6}a^3t + \frac{1}{2}a(h - a)^2t$$

$$I_y = hz_0^2t + \frac{1}{6}b^3t + 2b \cdot \left(\frac{b}{2} - z_0\right)^2t + 2a(b - z_0)^2t$$

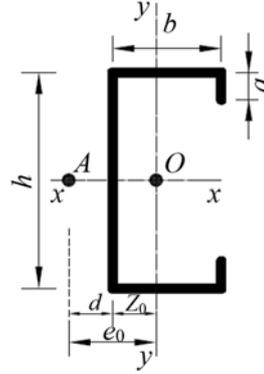
$$I_t = \frac{1}{3}(h + 2b + 2a)t^3$$

$$I_w = \frac{d^2h^3t}{12} + \frac{h^2}{6}[d^3 + (b - d)^3]t + \frac{a}{6}[3h^2(d - b)^2 - 6ha(d^2 - b^2) + 4a^2(d + b)^2]t$$

$$d = \frac{b}{I_x} \left(\frac{1}{4}bh^2 + \frac{1}{2}ah^2 - \frac{2}{3}a^3 \right)t$$

$$e_0 = d + z_0$$

$$U_y = t \left[\frac{(b - z_0)^4}{2} - \frac{z_0^4}{2} - z_0^3h + \frac{(b - z_0)^2h^2}{4} - \frac{z_0^2h^2}{4} - \frac{z_0h^3}{12} + 2a(b - z_0)^3 + 2(b - z_0) \left(\frac{a^3}{3} - \frac{a^2h}{2} + \frac{ah^2}{4} \right) \right]$$



B.2.7 Z 型钢

$$A = (h + 2b)t$$

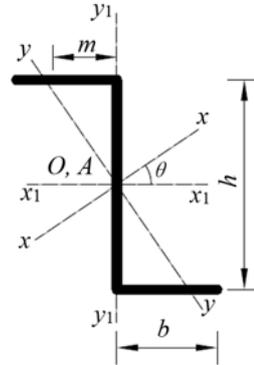
$$I_{x1} = \frac{1}{12}h^3t + \frac{1}{2}bh^2t$$

$$I_{y1} = \frac{2}{3}b^3t$$

$$I_t = \frac{1}{3}(h+2b)t^3$$

$$I_{x1y1} = -\frac{1}{2}b^2ht$$

$$\operatorname{tg}2\theta = \frac{2I_{x1y1}}{I_{y1} - I_{x1}}$$



$$I_x = I_{x1} \cos^2 \theta + I_{y1} \sin^2 \theta - 2I_{x1y1} \sin \theta \cos \theta$$

$$I_y = I_{x1} \sin^2 \theta + I_{y1} \cos^2 \theta + 2I_{x1y1} \sin \theta \cos \theta$$

$$I_w = \frac{b^3h^2t}{12} \cdot \frac{b+2h}{h+2b}$$

$$m = \frac{b^2}{h+2b}$$

B.2.8 卷边 Z 型钢

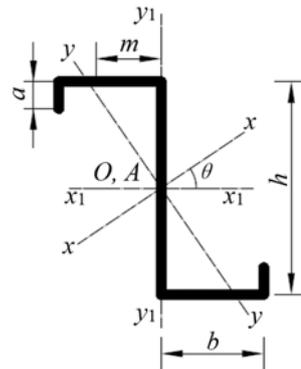
$$A = (h+2b+2a)t$$

$$I_{x1} = \frac{1}{12}h^3t + \frac{1}{2}bh^2t + \frac{1}{6}a^3t + \frac{1}{2}at(h-a)^2$$

$$I_{y1} = b^2t\left(\frac{2}{3}b+2a\right)$$

$$I_{x1y1} = -\frac{1}{2}bt[bh + 2a(h-a)]$$

$$\operatorname{tg}2\theta = \frac{2I_{x1y1}}{I_{y1} - I_{x1}}$$



$$I_x = I_{x1} \cos^2 \theta + I_{y1} \sin^2 \theta - 2I_{x1y1} \sin \theta \cos \theta$$

$$I_y = I_{x1} \sin^2 \theta + I_{y1} \cos^2 \theta + 2I_{x1y1} \sin \theta \cos \theta$$

$$I_t = \frac{1}{3}(h+2b+2a)t^3$$

$$I_w = \frac{b^2t}{12(h+2b+2a)} \left[h^2b(2h+b) + 2ah(3h^2 + 6ah + 4a^2) + 4abh(h+3a) + 4a^3(4b+a) \right]$$

$$m = \frac{2ab(h+a) + b^2h}{(h+2b+2a)h}$$

B.2.9 斜卷边 Z 型钢

$$A = (h + 2b + 2a)t$$

$$I_{x_1} = \frac{1}{12}h^3t + \frac{1}{2}h^2t(a+b) - a^2ht \sin \theta_1 + \frac{2}{3}a^3t \sin^2 \theta_1$$

$$I_{y_1} = \frac{2}{3}b^3t + 2ab^2t + 2a^2bt \cos \theta_1 + \frac{2}{3}a^3t \cos^2 \theta_1$$

$$I_{x_1y_1} = -\frac{1}{2}hb^2t - habt + a^2bt \sin \theta_1 - \frac{1}{2}ha^2t \cos \theta_1 + \frac{2}{3}a^3t \sin \theta_1 \cos \theta_1$$

$$\operatorname{tg} 2\theta = \frac{2I_{x_1y_1}}{I_{y_1} - I_{x_1}}$$

$$I_x = I_{x_1} \cos^2 \theta + I_{y_1} \sin^2 \theta - 2I_{x_1y_1} \sin \theta \cos \theta$$

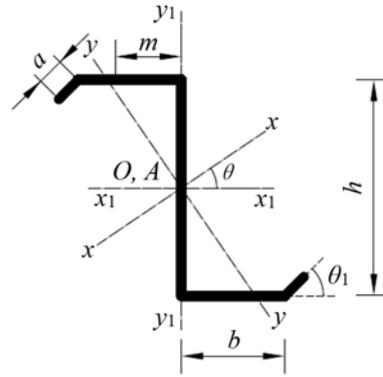
$$I_y = I_{x_1} \sin^2 \theta + I_{y_1} \cos^2 \theta + 2I_{x_1y_1} \sin \theta \cos \theta$$

$$I_t = \frac{1}{3}(h + 2b + 2a)t^3$$

$$I_w = \frac{t}{12} [2h^2m^3 + 3h^3m^2 + 2h^2(b-m)^3 + 6ah^2(b-m)^2 + 6a^2h(b-m)n + 2a^3n^2]$$

$$m = \frac{bh(b+2a) + a^2n}{(h+2b+2a)h}$$

$$n = 2b \sin \theta_1 + h \cos \theta_1$$

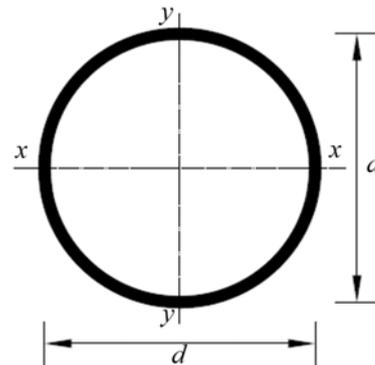


B.2.10 圆钢管

$$A = \pi dt$$

$$I_x = I_y = \frac{1}{8}\pi td^3$$

$$i_x = \frac{d}{2\sqrt{2}}$$



附录 C 简支梁的双力矩 B 的计算

C.1 简支梁的双力矩可根据荷载情况按表 C.1.1 中所列公式计算。

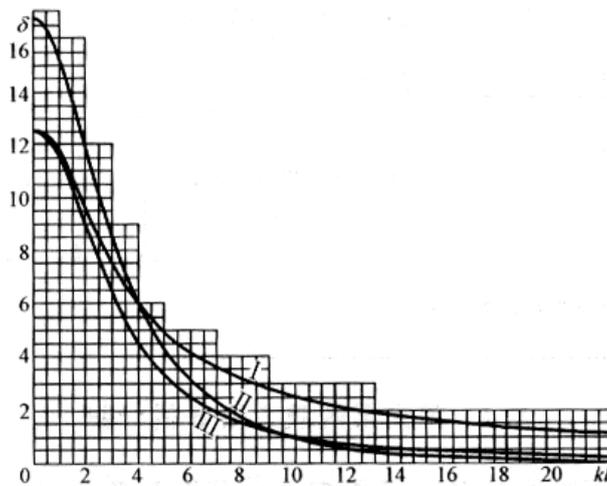
表 C.1.1 简支梁双力矩 B 的计算公式

序号	I	II	III
荷载简图			
B (任意截面)	$\frac{F \cdot e}{2k} \cdot \frac{\text{sh}kz}{\text{ch} \frac{kl}{2}}$	<p>当 $z=z_1$ 时,</p> $\frac{F \cdot e}{k} \cdot \frac{\text{ch} \frac{kl}{6}}{\text{ch} \frac{kl}{2}} \cdot \text{sh}kz_1$ <p>当 $z=z_2$ 时,</p> $\frac{F \cdot e}{k} \cdot \frac{\text{sh} \frac{kl}{3}}{\text{ch} \frac{kl}{2}} \cdot \text{ch}k \left(\frac{l}{2} - z_2 \right)$	$\frac{q \cdot e}{k^2} \left[1 - \frac{\text{ch}k \left(\frac{l}{2} - z \right)}{\text{ch} \frac{kl}{2}} \right]$
B_{\max} (跨中)	$0.02\delta \cdot F \cdot e \cdot l$	$0.02\delta \cdot F \cdot e \cdot l$	$0.01\delta \cdot q \cdot e \cdot l^2$

注: k —弯矩特性系数, $k = \sqrt{G_0 I_1 / EI_0}$;

G_0 —不锈钢材料的初始剪切模量;

δ — B_{\max} 的计算系数, 可由下图查得。



δ - kl 图

C.2 由双力矩 B 所产生的正向应力符号按表 C.2.1 采用。

表 C.2.1 由双力矩 B 所引起得正应力符号

荷载与截面 简图 截面 上的点				
1	-	+	+	-
2	+	-	-	+
3	+	-	+	-
4	-	+	-	+
注：1 表中正应力符号“+”代表压应力，“-”代表拉应力； 2 表中外荷载 F 绕截面弯心 A 顺时针方向旋转，如外荷载 F 绕截面弯心 A 逆时针方向旋转，则表中所有符号均应反号。				