

日 本 建 筑 学 会
薄壁型钢结构设计施工
指南暨介释

(1974 年 制 定)

编 译 者 序

1970年6月,日本建筑学会制定了“钢结构设计规范”,将普通钢结构、薄板钢结构及钢管结构等方面的有关内容均集约在内,其后,考虑到在日本使用十分广泛的薄壁型钢结构的设计、施工方面的特点,该会遵循“钢结构设计规范”的一般规定,在原“薄板钢结构计算设计施工规范暨介释”的基础上,于1974年10月重新制订了“薄壁型钢结构设计施工指南暨介释”,书中共包括:指南·介释·例题·附录等4部分,对于薄壁型钢结构的材料、结构设计、连接、制作、安装、防腐蚀以及细部构造、组合构件等作了详细的规定和说明,其中,关于焊接及防腐蚀方面的阐述尤为详尽,且附有大量插图、照片及图表可资利用,此外,书中尚有例题及附录可供参考。原书为1978年日文版。

为了及时介绍国外规范及科研动态,促进我国“薄壁型钢结构技术规范”质量的提高,推动有关科研工作的开展,在天津大学刘锡良和北京钢铁设计研究总院李云等同志的大力支持下,“薄壁型钢结构技术规范管理组”组织了有关人员将该书全文译出,以供国内大专院校、科研、施工、生产等单位有关人员参考使用。

本书的指南·介释两部分由北方交通大学滕征本、周耀坤翻译,湖北工业建筑设计院张中权校对;例题及附录则由张中权翻译,大冶有色金属公司李硕校对,并由张中权和李硕校阅了全书。大冶有色金属公司的许文敏,徐平、王晓宇等协助誊抄了全书的译稿并绘制了书中的附图。

此外，在本书的编印过程中，还得到了大冶有色金属公司各方面的大力支持和帮助，谨在此一并致谢。

限于编译者的水平，译文中谬误不当之处在所难免，敬希读者指正。

一九八一年十月

目 录

	页 次
薄壁型钢结构设计施工指南	1
第一章 总 则	1
1.1 适应范围	1
1.2 一般规定	1
1.3 结构主要承载部分的板厚	1
第二章 材料及容许应力	1
2.1 材 料	1
2.2 螺栓、铆钉	1
2.3 摩擦型高强螺栓	1
2.4 涂药电焊条	2
2.5 焊丝及保护气体	2
2.6 容许应力	2
第三章 结构设计	3
3.1 总 则	3
3.2 荷 载	3
3.3 使用构件的选择	3
3.4 应力计算假定和构件设计	4
3.5 关于水平荷载的设计	4
3.6 安装应力	4
3.7 变更设计或改建	4
第四章 各部构造	4
4.1 构件的截面形状	4
4.2 板件的宽厚比及有效宽度	5
4.3 轴心受压构件	6
4.4 受弯构件	6
4.5 组合受压构件和组合柱	8
4.6 组合梁	10
4.7 节点及其他	11
第五章 铆钉、螺栓和高强螺栓	12
5.1 孔的尺寸	12
5.2 最小间距	12

5.3	最小边、端距	12
5.4	受力方向的端距	13
5.5	最大边、端距	13
5.6	高强螺栓连接	13
第六章	焊 接	13
6.1	焊接工作	13
6.2	焊接方法	14
6.3	检 验	16
6.4	修补和校正	16
6.5	油 漆	17
6.6	防止伤亡事故	17
第七章	制作总则	17
7.1	工厂资格	17
7.2	切 割	17
7.3	弯曲加工	17
7.4	铆钉、螺栓和高强螺栓	17
7.5	焊接组装构件	17
7.6	变形的校正	18
7.7	检 验	18
第八章	安 装	18
8.1	安装设计	18
8.2	运输时的维护	18
8.3	安 装	18
8.4	现场焊接构件的组装	18
8.5	装修件的安装	18
8.6	与其他结构并用	18
第九章	防腐蚀	19
9.1	防腐蚀的基本原则	19
9.2	防腐涂装	19
9.3	防腐处理的注意事项	19
薄壁型钢结构设计施工指南暨介释		20
第一章	总 则	20
1.1	适用范围	20
1.2	一般规定	21
1.3	主要结构承载部分的板厚	21
第二章	材料及容许应力	21
2.1	材 料	21
2.2	螺栓、铆钉	22

2.3	摩擦型高强螺栓	23
2.4	涂药电焊条	24
2.5	焊丝和保护气体	26
2.6	容许应力	26
第三章	结构设计	32
3.1	总 则	32
3.2	荷 载	33
3.3	使用构件的选择	33
3.4	应力计算的假定和构件设计	38
3.5	关于水平荷载的设计	39
3.6	安装应力	42
3.7	变更设计或改建	42
第四章	各部构造	43
4.1	构件的截面形状	43
4.2	构件的宽厚比及有效宽度	44
4.3	轴心受压构件	49
4.4	受弯构件	53
4.5	组合受压构件和组合柱	72
4.6	组合梁	82
4.7	节点及其他	92
第五章	铆钉、螺栓和高强螺栓	99
5.1	孔的尺寸	99
5.2	最小间距	100
5.3	最小边、端距	101
5.4	受力方向的端距	101
5.5	最大边、端距	102
5.6	高强螺栓连接	103
第六章	焊 接	103
6.1	焊接工作	103
6.2	焊接方法	146
6.3	检 验	161
6.4	修补与校正	172
6.5	油 漆	172
6.6	防止伤亡事故	173
第七章	制作总则	178
7.1	工厂资格	178
7.2	切 割	178
7.3	弯曲加工	179

7·4	铆钉、螺栓和高强螺栓	179
7·5	焊接组装构件	180
7·6	变形的校正	180
7·7	检 验	181
第八章	安 装	181
8·1	安装设计	181
8·2	运输时的维护	182
8·3	安 装	183
8·4	现场焊接构件的组装	184
8·5	装修件的安装	184
8·6	与其他结构并用	184
第九章	防腐蚀	185
9·1	防腐蚀的基本原则	185
9·2	防腐涂装	186
9·3	防腐处理的注意事项	198
设计实例		199
设计实例 1 事务所		199
1.概 述		199
2.计算的准备		201
3.水平荷载(作用下)的内力计算		203
4.檩条的设计		204
5.梁的内力计算		205
6.梁截面的计算		209
7.柱截面计算		212
8.支撑的设计		217
9.柱脚的设计		219
10.基础和连系梁的设计		220
11.板的设计(从略)		223
设计实例 2 工厂		225
1.建筑物概况(图)		225
2.建筑物概况(文字说明)		226
3.容许应力		226
4.荷载计算		226
5.内力计算		227
6.截面计算		237
7.基 础		252
附 录		
附录 1 一般结构用薄壁型钢	(JIS G 3350—1977)	1

附录2	一般结构用方钢管 (JIS G 3466—1975)	22
附录3	截面计算用数表	28
附录4	铆钉的容许抗力表	43
附录5	螺栓的容许抗力表	45
附录6	高强螺栓的容许抗力表	47
附录7	关于采用薄壁型钢结构的 学校建筑物钢材厚度的指导标准	48
附录8	结构用打入式铆钉计算规程	49
附录9	建筑用花兰螺丝 (JIS A 5540—1971)	51
附录10	建筑用花兰螺丝的筒体 (JIS A 5541—1971)	52
附录11	建筑用花兰螺丝的螺杆 (JIS A 5542—1971)	56
附录12	有关标准 (JIS) 一览表	62

薄壁型钢结构设计施工指南

第一章 总 则

1·1 适用范围

(1) 本指南主要适用于以厚度小于4mm的薄壁型钢制成的薄壁型钢结构的设计和施工。

(2) 应特别指出,本指南上没有规定的部分,关于结构计算可按“钢结构设计规范”,而材料、制作、安装、防腐蚀等可按“钢结构工程技术指南”。

(3) 采用厚度大于4mm的薄壁型钢制造的结构,或采用除薄壁型钢之外的薄板构件制造的结构,也可按本指南设计施工。

(4) 若有特殊的依据证明所设计的结构可能具有超过本指南所示结构的安全度时,可以不按本指南设计。

1·2 一般规定

(1) 设计者要考虑所使用构件的优点及缺点,在进行结构设计时必须采取相应的措施。对于厚度小于4mm的薄壁型钢,要特别注意防锈,以保持其耐久性并确保结构整体的可靠性。

(2) 设计者为了使结构按设计施工,事先需对施工承包单位的能力进行调查,根据调查结果进行合理的设计。

1·3 结构主要承载部分的板厚

使用在柱、梁、屋面系统等结构主要承载部分的型钢的厚度应不小于2.3mm。

第二章 材料及容许应力

2·1 材料

薄壁型钢按JISG3350“一般结构用薄壁型钢”的规定。

2·2 螺栓、铆钉

螺栓和铆钉分别按“钢结构设计规范”第四章材料和“钢结构工程技术指南”第二节材料的规定选用。

2·3 摩擦型高强螺栓

摩擦型高强螺栓按JISB1186“摩擦型高强六角螺栓、六角螺帽、平板垫板”的规

定选用。

2·4 涂药电焊条

电弧焊使用的涂药电焊条(以下简称电焊条)的直径和性能应与被焊构件的厚度、大小以及接头的型式相适应,以JISZ3211上规定的D4301(钛铁矿型),D4303(钛钙型),D4311(高纤维素型),D4316(低氢型)为准。

2·5 焊丝及保护气体

焊丝和保护气体按“钢结构工程技术指南”第二节材料的规定选用。

2·6 容许应力

(1) 结构钢材、铆钉、螺栓和焊缝的容许应力按“钢结构设计规范”选用。

(2) 高强螺栓

小于4mm的薄壁型钢所用的高强螺栓的长期应力在其轴截面上的容许应力按表2·1选用。

表 2·1 高强螺栓的容许应力(t/cm^2)

高强螺栓的型号	拉 伸	剪 切
F 8 T	2.5	0.6
F10T	3.1	0.75

高强螺栓可使用表2·2所给出的设计螺栓拉力,剪力由构件之间的摩擦力传递。

表 2·2 高强螺栓的设计螺栓拉力(T)

螺栓的型号	设计螺栓拉力			标准螺栓拉力		
	M12	M16	M20	M12	M16	M20
F 8 T	4.59	8.52	13.3	5.04	9.38	14.6
F10T	5.69	10.6	16.5	6.26	11.6	18.2

(3) 电阻焊接

采用点焊焊接两层以上的板时,各焊点的长期应力的容许剪力按表2·3选用。

表 2 · 3

较薄的外侧板 的厚度 (mm)	容许剪力 (kg)	较薄的外侧板 的厚度 (mm)	容许剪力 (kg)
0.8	110	2.0	470
1.0	150	2.3	580
1.2	210	2.6	690
1.4	270	2.9	800
1.6	340	3.2	910
1.8	400	4.0	1230

第三章 结 构 设 计

3 · 1 总则

- (1) 设计构件布置应使加在结构物上的外力，合理地传递到地基上去。
- (2) 应注意结构整体的压屈，扭转和局部变形。
- (3) 结构物的规模应按照 3 · 3 节的原则，使其在设计上和施工上都是合理的。
- (4) 除建筑物的强度外，还要考虑其刚度，注意不要使建筑物产生有害的振动。

3 · 2 荷载

薄壁型钢结构中，与结构物的自重相比活荷载所占的比重很大，所以必须根据实际情况来确定活荷载。

还要验算单侧荷载、不均匀荷载、集中荷载等的作用。

3 · 3 使用构件的选择

- (1) 使用的薄壁型钢的截面应按外力的大小和种类来选择，并应尽可能避免复杂的加工。
- (2) 组合截面应尽可能由单一的构件组成，这样应力分布明确，而且制造合理。
- (3) 在与热轧型钢、钢筋混凝土、砌块、木材等不同的材料并用的场合，按下述规定：
 - a) 在同一建筑物内含有不同材料的骨架时，或者采用按各种材料将建筑物分割的形式，或者将其相连时，考虑按各个骨架的刚性来设计，以防止发生有害的应力和变形。
 - b) 在同一骨架内不同材料的构件相连接时，应研究其节点处有无局部变形以及

内力传递的形式。

3·4 应力计算的假定和构件设计

接头处应能够满足应力计算时的假定，如不能充分满足假定时，则应验算次应力的影响。

3·5 关于水平荷载的设计

(1) 水平荷载原则上应由骨架支撑（或具有同样效力的抗力墙）来承担，但拱、框架、空间结构等不设置支撑时，应按水平力全部由结构本身负担来设计。

(2) 楼板和屋面除了用像钢筋混凝土大板（由防止移动的锚筋，和梁连接起来）那样的能满足刚性板假设的材料外，在各楼板面内都设置了传递水平力的像骨架支撑那样的水平支撑。

(3) 骨架支撑（抗力墙）在建筑整体上应均衡设置，应设计得使建筑物的重心和刚度中心相重合。两者的位置相差太大时，要考虑此影响。

(4) 骨架支撑，水平支撑的截面尺寸与柱、梁构件的板厚相比不应过大，支撑与柱、梁等的连接点处应能充分传递支撑的全部容许力。

(5) 支撑采用圆钢时，通常骨架支撑所用的截面为 $\phi 13$ — $\phi 19\text{mm}$ ，而水平支撑则为 $\phi 13$ — $\phi 16\text{mm}$ 。

特别是当使用大截面的支撑时，应认真验算交叉支撑连接点处的应力和局部变形量。

(6) 没有支撑的结构物

没有布置支撑的结构物，除保证其抗力外，还要充分考虑由于刚度不足的变形对结构物的功能、装修材料和门窗等所带来的影响。

3·6 安装应力

结构设计时还需验算安装应力，对像组合梁等需要特殊操作的情况，应给施工人员以指示。

3·7 变更设计和改建

建筑物建成后，如果活荷载变更或进行改建时，必须确保该建筑物在新荷载作用下是安全的。

第四章 各部构造

4·1 构件的截面形状

设计构件的截面形状，除遵照下述各项外，还需考虑加工、装配、安装、焊接、油漆、装修件的安装等的要求。

(1) 承重结构的主要的受压构件、柱子构件的截面形状采用对称截面。不得已而采用非对称截面时，要特别验算扭转，以确保安全。

(2) 承重结构的主梁构件的截面形状采用对称截面或采用对称于垂直方向主轴的对称截面。不得已而采用非对称截面时,要特别验算扭转以确保其安全。

4·2 板件的宽厚比及有效宽度

(1) 构成骨架的构件中,由于压力和弯曲的作用而承受板面内的压力的板件,以及承受剪力的板件应按下述规定选用。

a) 单角钢,有节点板的双角钢

$$b/t \leq 13 \quad (4 \cdot 1)$$

b) 一般的柱和受压构件伸出翼缘,由梁的受压部分伸出的板和角钢,梁的受压翼缘,T形截面的肢和集中荷载处的加劲肋

$$b/t \leq 16 \quad (4 \cdot 2)$$

c) 一般的柱和受压构件腹板,箱形截面柱的翼缘板、盖板、有加劲边的受压翼缘

$$d/t \leq 48 \quad (4 \cdot 3)$$

有加劲边的受压翼缘,加劲肋对其自身重心的惯性距应不小于下式所示 I_s (cm^4) 之值。

$$I_s = 1.9t^4 \sqrt{\frac{b}{t} - 150} \quad (4 \cdot 4)$$

d) 梁的腹板

$$d/t \leq 71 \quad (4 \cdot 5)$$

(2) 板件的宽厚比超过(1)的规定值时,验算应力时可以认为超过规定值的部分无效。有效部分规定如下:两边支承板取距支承边各 $1/2$;一边支承一边自由板则由支承边起取其全部值。

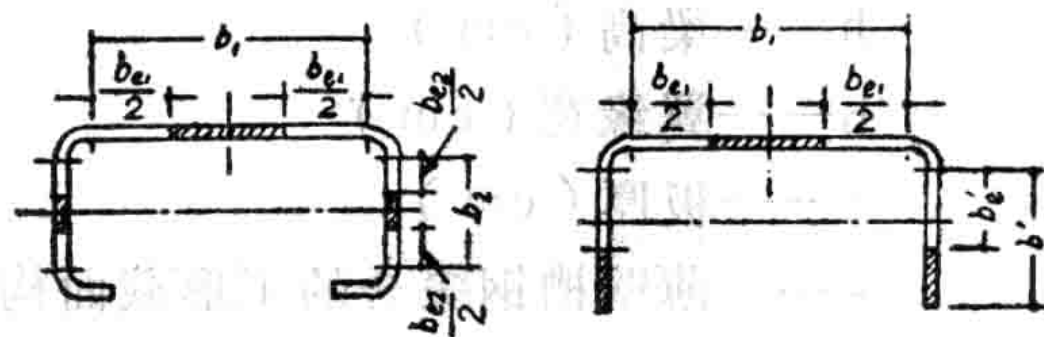


图 4·1

(3) 没有抗扭加劲的受压薄壁角钢的有效宽度 b_e 必须按(4·6)式确定:

$$b_e/b = 250 (t/b)^2 \quad (4 \cdot 6)$$

(4) 承受集中荷载的梁,当跨度小于翼缘伸出部分的30倍时,受压侧翼缘的有效宽度 b_e 必须按(4·7)式确定

$$b_e/b = 0.3 + 0.13\sqrt{L/b} \leq 1 \quad (4 \cdot 7)$$

L: 等效跨度

a) 简支梁为全长。

b) 悬臂梁为全长的2倍。

c) 连续梁为反弯点之间的距离。

b: 翼缘伸出部分的宽度,按图4·2选取。

(5) 受拉构件,只在节点板的一侧设置角钢和卷边槽钢时,其有效宽度要考虑偏心的

影响。不需要精确计算时,可按伸出肢的一半无效来算。

4·3 轴心受压构件

轴心受压构件不考虑扭转屈曲时,可按“钢结构设计规范”的准则设计

4·4 受弯构件

(1) 弯曲容许应力

a) 无侧向支承的缀合工字梁,对强轴弯曲时的长期应力的容许弯曲应力取(4·8)和(4·9)式中之较大值。但不得超过容许拉应力 $1.6t/\text{cm}^2$ 。

$$f_b = 1.6 \left[1 - \frac{0.4}{c} \left(\frac{L_b/i}{120} \right)^2 \right] \quad (4 \cdot 8)$$

$$f_b = \frac{900}{L_b h / k b t} \quad (4 \cdot 9)$$

符号: f_b ——容许弯曲应力(t/cm^2)

L_b ——支点间距离(cm)

i ——由受压翼缘和梁高的 $1/6$ 所组成的T形截面对腹板轴的回转半径(cm)

$c = 1.75 - 1.05 (M_2/M_1) + 0.3 (M_2/M_1)^2$ 但不大于2.3

M_2, M_1 分别为压屈区间两端对强轴的小的弯矩和大的弯矩,单曲率时(M_2/M_1)为正,多曲率时为负。区间中间的弯矩较 M_1 大时,令 $c = 1$ 。

h ——梁高(cm)

b ——翼缘宽(cm)

t ——板厚(cm)

k ——薄壁槽钢缀合的工形截面构件为1.0,卷边槽钢缀合的工形截面构件为1.4。

b) 在荷载作用面内没有对称轴的槽钢等构件作为单独构件使用时,其长期容许弯曲应力按(4·9)计算。但不应超过 $1.6t/\text{cm}^2$ 。

k : 薄壁槽钢为1.0

卷边槽钢为1.2

c) 对弱轴弯曲及无侧向压屈时的容许弯曲应力为 $1.6t/\text{cm}^2$ 。

d) 短期容许应力比长期容许应力增加50%。

(2) 腹板的剪应力

腹板的剪应力按(4·10)式验算。

$$\left. \begin{aligned} \tau &= \frac{Q}{h t} \leq \frac{6.0 \times 10^3}{(h/t)^2} \\ \text{且 } \frac{Q}{h t} &\leq f_s \end{aligned} \right\} \quad (4 \cdot 10)$$

符号: τ ——容许剪应力(t/cm^2)

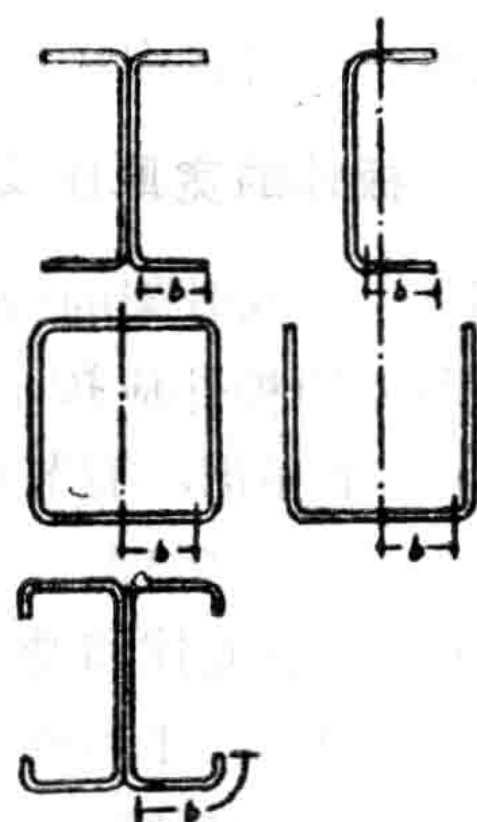


图 4·2

Q——剪力 (t)

h——腹板高度 (cm)

t——腹板厚度 (cm)

(3) 缀合工字形梁

- a) 使用由两个薄壁槽钢或卷边槽钢用铆钉或点焊构成的工字形钢梁时, 铆钉或点焊的间距 p_1 (cm) 应不超过 (4·11) 式之值。

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= \frac{2 h_1 R_t}{e q} \\ \text{且 } p_1 &\leq 4 h \end{aligned} \right\} \quad (4 \cdot 11)$$

符号: R_t ——每一个铆钉或焊点的容许拉力 (t)

p_1 ——在跨度方向铆钉或焊点的间距 (cm)

h——梁高 (cm)

h_1 ——上、下翼缘间铆钉或焊点最近的列距 (cm)

q——跨度方向的荷载集度 (t/cm), 将集中荷载或反力, 除以荷载分布长度 b_m 或行距 p_1 , 取其中较大者。对于分布荷载, 则取实际荷载集度的 3 倍。

e——由腹板轴线到各单个型材弯心的距离 (cm)

薄壁槽钢按 (4·12) 式计算, 卷边槽钢按 (4·13) 式计算。

薄壁槽钢:
$$e = \frac{b^2}{2b + \frac{h}{3}} \quad (4 \cdot 12)$$

卷边槽钢:
$$e = \left(\frac{bh}{2} \right) \left[\frac{b + 2b'}{bh + \frac{1}{6}h^2 + b'(h - 2b')} \right] \quad (4 \cdot 13)$$

符号:

b——从腹板算起的翼缘的伸出部分的宽度, 翼缘宽度不同时取宽者 (cm)。

h——截面高度 (cm)

b' ——抗弯加劲肋的高度 (cm)

- b) 承受集中荷载的部位用盖板缀合时, 翼缘的铆钉或焊点的间距 p_2 按 (4·14) 式计算。

$$\left. \begin{aligned} p_2 &= \frac{2 h R_s}{e q} \\ \text{且 } p_2 &\leq 3 h \end{aligned} \right\} \quad (4 \cdot 14)$$

符号:

p_2 : 翼缘的铆钉或焊点的行距 (cm)

R_s : 每一个铆钉或焊点的容许剪力 (t)

h : 梁的全高 (cm)

c) a) 和 b) 的缀合效果, 可同时考虑。

(4) 腹板的局部破坏

承受集中荷载 (包括支承反力) 的梁, 为避免加载点附近腹板的局部破坏, 应计算以下各项:

a) 梁跨间的集中荷载或连续梁的支承反力分布在由 (4·15) 式所确定的、沿跨度方向的长度为 b_m 的范围内:

$$b_m = t \left(\frac{P}{3.84t^2} - 4.60 \right)^2 \quad (4 \cdot 15)$$

$$\text{但 } p > 17.6t^2$$

符号:

b_m ——荷载分布长度 (cm)

p ——集中荷载或支承反力 (t)

t ——腹板厚度 (cm)

b) 对悬臂梁外伸端的集中荷载和简支梁的支承反力来说, 其荷载分布长度 b_m 应不小于 (4·16) 式之值。

$$b_m = t \left(\frac{P}{1.44t^2} - 8.0 \right)^2 \quad (4 \cdot 16)$$

$$\text{但 } P > 11.5t^2$$

(5) 梁的挠度

在一般情况下规定梁的挠度不大于跨度的 $1/300$, 悬臂梁规定不大于 $1/250$ 。但对檩条和墙梁等来说, 在不影响其上装修的情况下, 可以超出上述限值。

4·5 组合受压构件和柱子构件

(1) 组合受压构件和柱子构件的截面计算按“钢结构设计规范”第十一章进行。

(2) 组合受压构件的加劲肋

a) 为了加强板件而设置加劲肋时, 其连接铆钉和焊缝在构件轴线方向的间距 p_1 应不超过 (4.17-a), (4.17-b) 式的值。

$$p_1 = 50t \quad (4.17-a)$$

$$\text{且 } p_1 = \frac{b}{2} \quad (4.17-b)$$

符号:

p_1 ——铆钉或焊缝的间距 (mm)

t ——被加强的板的厚度 (mm)

b ——被加强的板的宽度, 弯折时取园角边缘之间的距离; 铆接和焊接时, 取铆钉和焊点的列距。

b) 在板的边缘设置加劲肋 (包括弯折) 加强时, 肋伸出部分的截面惯性距不应小于 (4·4) 式之值。

c) 在板中央设置加劲肋加强其两侧时, 加劲肋的截面惯性矩不小于 (4·4) 式算