
钢结构设计 计算图表



北京钢铁设计研究总院 编

冶金工业出版社

钢结构设计计算图表

北京钢铁设计研究总院

冶金工业出版社

钢结构设计计算图表

北京钢铁设计研究总院

*

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 30 字数 718 字

1983年11月第一版 1983年11月第一次印刷

印数00,001~20,500册

统一书号: 15062·3896 定价 3.90 元

前 言

为了满足钢结构设计、教学和研究方面的需要，提高设计工作效率，保证设计质量，我们根据《钢结构设计规范》TJ17—74(以下简称规范)，在多年设计工作的基础上，编写了这本《钢结构设计计算图表》。

本书共分九章和九个附录，按构件受力性质用表格的形式汇集了有关钢结构设计的全部计算公式及其部分图表，并附有应用例题。各章的计算图表均放于章末。为便于查找，书后还附有图表的索引。

使用本书图表可迅速确定：

1. 轧制工字钢、槽钢构件受弯以及工字钢、槽钢组合的工字形截面构件轴心受力时的容许承载力。

2. 常用的轧制工字钢截面偏心受压时的构件容许承载力。

3. 角钢组合的T形截面轴心受力、偏心受压时的构件容许承载力。

4. 组合工字形截面梁的合理截面。

5. 各种连接的容许承载力。

6. 角钢、工字钢和槽钢的拼接型式。

7. 厂房常用构件的截面特性。

在第四章中，对规范中的偏心受压稳定系数加以扩展，避免了双插入法的采用。

在第六章中，为方便应用，列举了工程中经常出现的节点计算例题。

第八章列入了工业厂房最常用的构件截面特性，特别是利用其中的图表，可以得到各种组合工字形截面的截面特性。

在第九章厂房主要构件计算示例中，选做了整套屋盖系统、重级工作制吊车梁以及钢柱的计算，其计算方法与步骤是工程设计中经常采用的，且非常详细，为从事工程设计人员提供了使用上的方便。

本书对钢结构设计计算的资料汇集较全，内容较为丰富，实用性较强，是从事钢结构设计、施工人员的必备工具书，也可供科研、教学工作者参考。

本书由我院朱国华、张汉文、吴语洵、马天鹏、王越涛、郭宪华、姜珊、朱丽编写，朱国华主编，沈念乔、黄友明审校。

北京钢铁设计研究总院

一九八一年一月

目 录

基本符号	VI
第一章 容许应力和疲劳容许应力	1
一、容许应力	1
二、容许应力的折减系数	3
三、疲劳容许应力	3
四、钢材和钢铸件的物理性能	6
第二章 受弯构件的计算	7
一、强度	7
二、稳定性	8
三、组合工字形梁翼缘的连接	14
四、变形	15
五、疲劳	15
六、计算图表	15
七、计算实例	17
第三章 轴心受拉和轴心受压构件的计算	45
一、强度	45
二、稳定性	45
三、双角钢(或双槽钢)用垫板连接而成的构件	46
四、格构式构件对虚轴的换算长细比	46
五、轴心受压构件的剪力	46
六、柱脚铰平端的连接计算	46
七、计算图表	46
八、计算实例	48
第四章 偏心受拉和偏心受压构件的计算	85
一、强度	85
二、稳定性	85
三、缀材计算	89
四、柱脚铰平端的连接计算	89
五、变形	89
六、计算图表	90
七、计算实例	90
第五章 构件的计算长度和容许长细比	230
一、桁架构件的计算长度	230
二、等截面柱的计算高度	231
三、单层厂房框架柱的计算高度	231
四、容许长细比	233
第六章 连接计算	240
一、焊接连接	240

二、铆钉连接	242
三、普通螺栓连接	244
四、高强螺栓连接	244
五、锚栓连接	245
六、计算图表	247
七、计算实例	247
第七章 型钢拼接及构造尺寸	279
一、焊接接头剖口尺寸	279
二、型钢上铆钉和螺栓规线的距离	279
三、型钢的拼接	279
四、型钢连接垫板的间距及尺寸	279
五、普通工字钢和槽钢的加劲肋及平接尺寸	279
第八章 截面特性	305
一、型钢的尺寸及截面特性	305
二、轻轨、钢轨及起重机钢轨的尺寸及截面特性	305
三、型钢的组合截面特性	305
四、钢板的组合截面特性	305
五、各种组合截面的回转半径近似值	306
第九章 厂房主要构件计算示例	375
一、天窗架、挡风架及檩条计算示例	375
二、简支30米跨屋架（车间内的吊车系重级工作制）计算示例	382
三、12米跨托架计算（中列）示例	394
四、12米跨焊接实腹吊车梁（重级工作制，16锰钢）计算示例	400
五、格构式中间柱（上柱与屋架铰接，下柱与基础固接）计算示例	410
附录一 有关的标准及代号	426
附录二 材料的性能	428
附录三 梁的整体稳定系数	433
附录四 截面特性计算公式	437
附录五 非对称截面弯曲应力计算公式	438
附录六 柱脚底板的计算公式	439
附录七 普通工字钢圆弧形梁容许集中荷载值	440
附录八 构件运输和施工操作净空界限	443
附录九 常用焊缝代号标注方法	449
有关图表索引	461

第一章 容许应力和疲劳容许应力

一、容许应力

1. 钢材的容许应力

根据规范规定，钢材的容许应力应根据表1-1的尺寸分组，按表1-2采用。

表 1-1 钢材分组的尺寸 (mm)

组 别	钢 材 的 钢 号			
	2 号 钢 或 3 号 钢			16 锰钢或16锰桥钢
	棒钢的直径或厚度	型钢和异型钢的厚度	钢板的厚度	钢材的直径或厚度
第 1 组	≤40	≤15	4~20	≤16
第 2 组	>40~100	>15~20	>20~40	17~25
第 3 组		>20		26~36

注： 1.棒钢包括圆钢、方钢、扁钢和六角钢；型钢包括角钢、工字钢和槽钢。
2.工字钢和槽钢的厚度系指腹板的厚度。

表 1-2 钢材的容许应力 (kg/cm²)

应力种类	符 号	钢 材 的 钢 号						
		2 号 钢		3 号 钢		16 锰钢或 16 锰桥钢		
		第 1 组	第 2 组	第 1 组	第 2 组	第 1 组	第 2 组	第 3 组
抗拉、抗压和拉弯	[σ]	1550	1400	1700	1550	2400	2300	2150
抗 剪	[τ]	950	850	1000	950	1450	1400	1300
端面承压 (磨平顶紧)	[σ _{cd}]	2300	2100	2550	2300	3600	3450	3200

注： 3 号镇静钢第 2 组钢材的容许应力应按表中数值增加 5%。

2. 钢铸件的容许应力

根据规范规定，钢铸件的容许应力应按表1-3采用。

表 1-3 钢铸件的容许应力 (kg/cm²)

应 力 种 类	符 号	钢 铸 件 的 钢 号		
		ZG 15	ZG 25	ZG 35
抗拉、抗压和抗弯	[σ]	1200	1450	1700
抗 剪	[τ]	700	850	1000
端面承压 (磨平顶紧)	[σ _{cd}]	1800	2200	2550

3. 连接材料的容许应力

根据规范规定，连接材料的容许应力应按表1-4或表1-5采用。

表 1-4 焊缝的容许应力 (kg/cm²)

焊缝种类	应力种类	符 号	自动焊、半自动焊和用 T42 × 型 焊条的手工焊				自动焊、半自动焊和用 T50 × 型焊条的手工焊					
			构件的钢号									
			2号钢		3号钢		16锰钢或16锰桥钢					
			第1组	第2、3组	第1组	第2、3组	第1组	第2组	第3组			
对接焊缝	抗压	$[\sigma_a^h]$	1550	1400	1700	1550	2400	2300	2150			
	抗拉	$[\sigma_l^h]$	1550	1400	1700	1550	2400	2300	2150			
	1. 当用自动焊时	$[\sigma_l^h]$	1550	1400	1700	1550	2400	2300	2150			
	2. 当用半自动焊或手工 焊时, 焊缝的质量检 查为:	$[\sigma_l^h]$	1550	1400	1700	1550	2400	2300	2150			
	1) 精确方法	$[\sigma_l^h]$	1300	1200	1450	1300	2050	1950	1850			
2) 普通方法	$[\sigma_l^h]$	950	850	1000	950	1450	1400	1300				
抗剪	$[\tau^h]$	950	850	1000	950	1450	1400	1300				
贴角焊缝	抗拉、抗压和抗剪	$[\tau_l^h]$	1100	1100	1200	1200	1700	1700	1700			

注: 检查焊缝质量的普通方法系指外观检查、测量尺寸、钻孔检查等方法; 精确方法是在普通方法的基础上, 用 X射线等方法进行补充检查。

表 1-5 铆钉和普通螺栓连接的容许应力 (kg/cm²)

连接种类	应力种类	符 号	铆钉的 钢号		螺栓的 钢号		构件的钢号					
			ML2 或 ML3	3 号 钢	2号钢		3号钢		16锰钢或16锰桥钢			
					第1组	第2、3组	第1组	第2、3组	第1组	第2组	第3组	
铆钉连接	抗剪 (I类孔)	$[\tau^m]$	1450	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	抗剪 (II类孔)	$[\tau^m]$	1150	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	承压 (I类孔)	$[\sigma_c^m]$	—	—	3100	2800	3400	3100	4800	4600	4300	
	承压 (II类孔)	$[\sigma_c^m]$	—	—	2650	2400	2900	2650	4100	3900	3650	
	抗拉 (铆钉头拉脱)	$[\sigma_l^m]$	950	—	—	—	—	—	—	—	—	—
普通螺栓连接	精制螺栓	抗拉	$[\sigma_l^l]$	—	1350	—	—	—	—	—	—	—
	精制螺栓	抗剪 (I类孔)	$[\tau^l]$	—	1350	—	—	—	—	—	—	—
	精制螺栓	承压 (I类孔)	$[\sigma_c^l]$	—	—	2800	2500	3050	2800	4300	4100	3850
	粗制螺栓	抗拉	$[\sigma_l^l]$	—	1350	—	—	—	—	—	—	—
粗制螺栓	抗剪	$[\tau^l]$	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	
粗制螺栓	承压	$[\sigma_c^l]$	—	—	2150	1950	2400	2150	3350	3200	3000	
锚栓	抗拉	$[\sigma_l^d]$	—	1100	—	—	—	—	—	—	—	

注: 1. 孔壁质量属于下列情况者为 I 类孔:
 1) 在装配好的构件上按设计孔径钻成的孔;
 2) 在单个零件和构件上按设计孔径分别用钻模钻成的孔;
 3) 在单个零件上先钻成或冲成较小的孔径, 然后在装配好的构件上再扩钻至设计孔径的孔。
 2. 在单个零件上一次冲成或不用钻模钻成设计孔径的孔属于 II 类孔。

二、容许应力的折减系数

计算下列情况的结构或连接时，表1-2~表1-5所列的容许应力值，应乘以相应的折减系数：

1. 重级工作制吊车梁及其连接 0.95；
2. 恒载(包括自重)小于总荷载40%的屋盖檩条、屋架和托架的杆件和连接 0.95；
3. 施工条件较差的高空安装焊缝和铆钉连接 0.90；
4. 埋头和半埋头铆钉连接 0.80；
5. 单面连接的单角钢杆件：
 - (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：
 - 当 $\lambda \leq 100$ 0.70；
 - 当 $\lambda \geq 200$ 1.00；
 - 当 $100 < \lambda < 200$ 按直线插入取值。

λ ——对中间无联系的单角钢压杆，按最小回转半径计算的长细比。

当几种情况同时存在时，其折减系数应连乘。

三、疲劳容许应力

计算钢结构的疲劳强度时，主体金属和连接的疲劳容许应力应按下列公式确定：

绝对值最大的应力为拉力时，

$$[\sigma^p] = \frac{[\sigma_0^p]}{1 - k\rho}$$

绝对值最大的应力为压力时，

$$[\sigma^p] = \frac{[\sigma_0^p]}{k - \rho}$$

式中 $[\sigma_0^p]$ —— $\rho = 0$ 时主体金属和连接的疲劳容许拉应力，按表1-6采用；

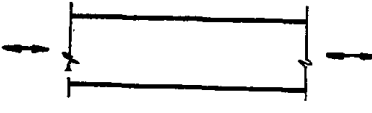
k ——系数，按表1-6采用；

ρ ——构件的疲劳应力比值，等于绝对值最小和最大的应力之比(拉应力取正号，压应力取负号)。


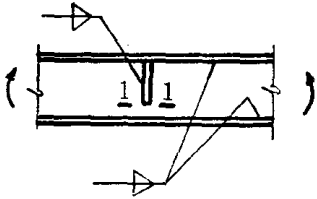
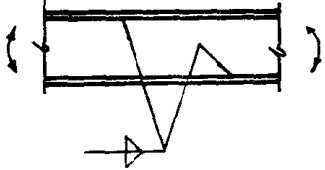
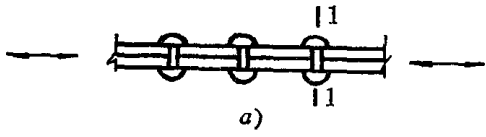
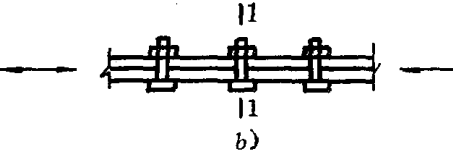
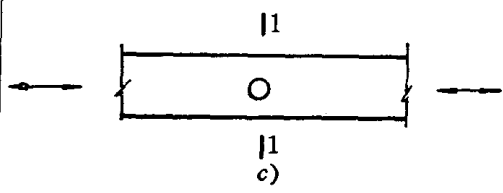

注：1. 按上述两式算得的 (σ^p) 若等于或大于材料和连接相应的容许应力，以及第二式中的 $\rho \geq k$ 时，可不计算结构的疲劳强度。

2. 铆钉(抗剪和承压)和贴角焊缝的疲劳容许应力，不论最大应力为拉应力或压应力，均应按上述第一式确定。

表 1-6 $[\sigma_0^p]$ 和 系数 k 值

项次	简图	类别	3号钢		16锰钢	
			$[\sigma_0^p]$	k	$[\sigma_0^p]$	k
1		未受应力集中或焊接影响的主体金属，其两侧为	2100	0.5	2700	0.6
2			1850		2200	

续表 1-6

项次	简图	类别	3号钢		16锰钢	
			$[\sigma_0^p]$	k	$[\sigma_0^p]$	k
3	 <p>对接焊缝</p>	横向对接焊缝及其附近的主体金属	焊缝未经机械加工的手工焊和自动焊		1450	1600
4			焊缝经机械加工并通过精确方法检查	手工焊	2000	2200
5				自动焊		2400
6		横向加劲肋端部处手工焊缝附近的主体金属			1300	1450
7		梁的受拉翼缘与腹板的连接焊缝(自动焊)及其附近的主体金属	焊缝通过普通方法检查		1450	1750
8			焊缝通过精确方法检查		2100	2700
9	 <p>a)</p>  <p>b)</p>  <p>c)</p>	在联系铆钉、螺栓和虚孔处的主体金属			1550	1750
10			高强螺栓对接连接处的主体金属			

续表 1-6

项次	简图	类别	3号钢		16锰钢				
			$[\sigma_0^p]$	k	$[\sigma_0^p]$	k			
11		铆钉连接处的主体金属 a) 对接连接处 b) 节点连接第一列铆钉处 c) 梁翼缘板断点第一列铆钉处	1450	0.5	1600	0.6			
							搭接连接处	1200	1350
							同 11	抗剪	1200
14	同 11	铆	承压	2750	3100				
15	同 12	钉	抗剪	1000	—				
16			承压	2350	2650				
17		贴角焊缝端部处的主体金属 贴角焊缝	三面围焊	800	900				
18			侧焊	700	750				
19				500	550				
			0.80		0.85				

- 注：1. 第2项，对受拉构件应保证两侧边缘平直无缺口。
 2. “焊缝经机械加工”系指对焊缝用砂轮或其它专门方法顺应力方向加工齐平，焊缝表面不得留下刻痕、凹口或其它损伤缺陷。
 3. 第9、11、12项应力应以净截面面积计算。
 4. 第10项应以毛截面面积计算。对高强螺栓本身可不计算疲劳强度。
 5. 对于夹钳或刚性料耙吊车的吊车梁， $[\sigma_0^p]$ 应降低10%。

四、钢材和钢铸件的物理性能

钢材和钢铸件的物理性能应按表1-7采用。

表 1-7 钢材和钢铸件的物理性能

弹性模量 E (kg/cm^2)	剪切模量 G (kg/cm^2)	线胀系数 α (以摄氏每度计)	容重 γ (kg/m^3)
2.1×10^6	0.81×10^6	1.2×10^{-5}	7850

第二章 受弯构件的计算

一、强度

各种受弯构件均应计算强度。计算直接承受动力荷载的受弯构件的强度时，动力荷载应乘以动力系数。

1. 受弯构件的强度计算公式见表2-1。

表 2-1 受弯构件的强度计算公式

计算的应力类别及荷载特征		计 算 公 式
正 应 力	仅在一个主平面内受弯	$\sigma = \frac{M}{W_j} \leq [\sigma]$
	在两个主平面内受弯	$\sigma = \frac{M_x}{W_{jx}} + \frac{M_y}{W_{jy}} \leq [\sigma]$
剪 应 力		$\tau = \frac{QS}{I\delta} \leq [\tau]$
局 部 压 应 力		$\sigma_j = \frac{m_1 P}{\delta Z} \leq [\sigma]$
折 算 应 力		$\sqrt{\sigma^2 + \sigma_j^2 - \sigma\sigma_j + 3\tau^2} \leq 1.1 [\sigma]$

- 注： 1. 表中
- M ——计算截面的弯矩；
 - M_x 、 M_y ——对 x 轴和 y 轴的弯矩；
 - W_j ——净截面抵抗矩；
 - W_{jx} 、 W_{jy} ——对 x 轴和 y 轴的净截面抵抗矩；
 - $[\sigma]$ ——钢材的抗弯容许应力；
 - Q ——计算截面的剪力；
 - I ——毛截面惯性矩；
 - S ——计算剪应力处以上毛截面对中和轴的面积矩；
 - δ ——腹板厚度；
 - $[\tau]$ ——钢材的抗剪容许应力；
 - P ——集中荷载，不考虑动力系数；
 - m_1 ——系数，按下列规定采用：
 - 重级工作制吊车梁 $m_1 = 1.5$ ；
 - 轻、中级工作制吊车梁 $m_1 = 1.1$ ；
 - 其它梁 $m_1 = 1.0$ ；
 - Z ——集中荷载压力分布长度，可按下式计算：

$$Z = a + 2h_y$$
 - a ——对吊车梁取 5 厘米，其它梁为集中荷载处的支承长度；
 - h_y ——自吊车梁轨顶或其它梁顶面至腹板计算高度（梁翼缘与腹板的连接焊缝间或最内排连接铆钉间的距离）上边缘的距离。
2. 在组合梁中，仅在同时受有较大正应力 σ 、较大剪应力 τ 和局部压应力 σ_j 时（如连续梁支座处或梁的翼缘截面改变处等），才按表中公式计算折算应力。公式中 σ 、 τ 、 σ_j 为腹板计算高度边缘同一点上同时产生的正应力、剪应力和局部压应力。 σ 和 σ_j 应带各自的正负号。

2. 承受静力荷载的等截面焊接梁和轧制梁，如符合下列所有要求，计算强度时可考虑塑性变形的发展，并按表2-2所列公式进行计算。

(1) 有刚性铺板密铺在梁的受压翼缘上，并能阻止梁截面的扭转时或对工字形截面

梁 l/b_1 不超过表2-3所规定数值的0.85倍；

(2) 受压翼缘的宽厚比 $\frac{b_1}{t} \leq 20\sqrt{\frac{2400}{\sigma_s}}$, σ_s 为钢材的屈服点, 对3号钢(或2号钢), 取 $\sigma_s = 2400$ 公斤/厘米²; 对16锰钢和16锰桥钢, 取 $\sigma_s = 3500$ 公斤/厘米²;

(3) 腹板的计算高度与其厚度之比 $\frac{h_0}{\delta} \leq 70\sqrt{\frac{2400}{\sigma_s}}$;

(4) 最大弯矩所在截面的腹板平均剪应力 $\tau = \frac{Q}{h_0 \delta} \leq 0.3[\sigma]$ 。

表 2-2 考虑塑性变形发展时的强度计算公式

支 承 条 件	荷 载 特 征	计 算 公 式
简 支 梁	仅在一个主平面内受弯 在两个主平面内受弯	$\frac{M}{W_{sj}} \leq [\sigma]$ $\frac{M_x}{W_{sjx}} + \frac{M_y}{W_{sjy}} \leq [\sigma]$
连续梁(跨度相等或相邻跨度之差不超过20%)	弯矩的计算可考虑塑性变形引起的内力重分布	仅在一个主平面内受弯 $\sigma = \frac{M_c}{W_j} \leq [\sigma]$
		在两个主平面内受弯 $\frac{M_{xc}}{W_{jx}} + \frac{M_{yc}}{W_{jy}} \leq [\sigma]$

注: 表中, W_{sj} ——净截面的塑性抵抗矩, 其值等于截面上半(或下半)面积对形心轴面积矩的2倍(图2-1), 但不得超过 $1.2W_j$, 对于轧制工字钢梁和槽钢梁:

当在腹板平面内受弯时, $W_{sj} = 1.1W_j$;

当在平行于翼缘的平面内受弯时, $W_{sj} = 1.2W_j$;

对于有纯弯曲的梁, 其抵抗矩取 $0.5(W_j + W_{sj})$;

W_{sjx} 、 W_{sjy} ——对x轴和y轴的净截面塑性抵抗矩, 其计算方法和取值与 W_{sj} 相同;

M_c ——考虑了塑性变形引起的内力重分布后计算截面的弯矩;

M_{xc} 、 M_{yc} ——考虑了塑性变形引起的内力重分布后计算截面对x轴和对y轴的弯矩。

其它符号意义与表2-1相同。

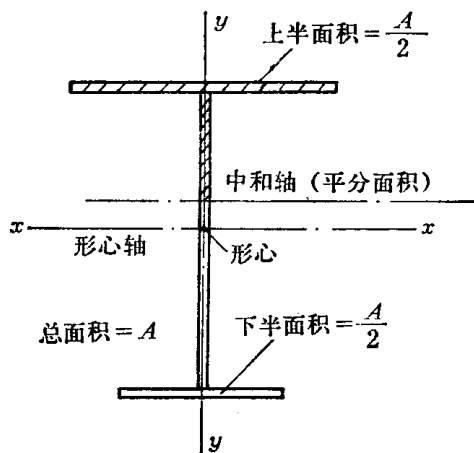


图 2-1 计算塑性抵抗矩的截面图

二、稳定性

各种受弯构件均应计算稳定性。计算直接承受动力荷载的受弯构件的稳定性时, 动力荷载应乘以动力系数。

1. 整体稳定

符合下列情况之一时, 可不计算梁的整体稳定性:

(1) 有刚性铺板密铺在梁的受压翼缘上, 并能阻止梁截面的扭转时;

(2) 工字形截面简支梁受压翼缘的自由长度 l 与其宽度 b_1 之比不超过表2-3所规定的数值时。

计算梁的整体稳定性的公式如下:

表 2-3 工字形截面简支梁不需计算整体稳定性的最大 l/b_1 值

钢 号	跨中无侧向支承点的梁		跨中有侧向支承点的梁, 不论 荷载作用于何处
	荷载作用在上翼缘	荷载作用在下翼缘	
3号钢或2号钢	15	22	18
16锰钢或16锰桥钢	12	18	15

注: 1. 表中, l ——受压翼缘的自由长度: 对跨中无侧向支承点的梁, 为其跨度; 对跨中有侧向支承点的梁, 为受压翼缘侧向支承点的间距。

2. 除上述(1)项外, 在简支梁的端部支承处, 应采取构造措施, 以阻止梁端截面的扭转。

3. 当采用其它钢号时, 其最大 l/b_1 值, 应按表 2-3 中 3 号钢的数值乘以 $\sqrt{\frac{2400}{\sigma_s}}$ 。

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{\varphi_w W} \leq [\sigma]$$

式中 M_{\max} ——梁最大刚度平面内的最大弯矩;

W ——梁受压最大纤维的毛截面抵抗矩;

φ_w ——整体稳定系数, 应按附录三确定。

2. 局部稳定

为了保证焊接梁或铆接梁受压翼缘的局部稳定, 应使焊接梁受压翼缘的外伸宽度和铆接梁受压翼缘从翼缘角钢的外排铆钉线算起的外伸宽度不应超过 $15t \sqrt{\frac{2400}{\sigma_s}}$ (t ——对焊接梁为翼缘厚度, 对铆接梁为不包括翼缘角钢厚度的翼缘板束厚度)。

为了保证组合梁腹板的局部稳定性, 可在腹板上配置横向加劲肋, 或在配置横向加劲肋的同时在腹板受压区配置纵向加劲肋。加劲肋宜在腹板两侧成对配置。

横向加劲肋的间距 a 按计算确定, 但不得小于 $0.5h_0$ (h_0 ——腹板的计算高度, 见图 2-2), 且不得大于 $2h_0$, 其尺寸应按下列公式确定:

$$\text{外伸宽度} \quad b_1 \geq \frac{h_0}{30} + 40 \text{毫米}$$

$$\text{厚度} \quad \delta_1 \geq \frac{1}{15} b_1$$

在同时用横向加劲肋和纵向加劲肋加强的腹板中, 横向加劲肋的尺寸除符合上述规定外, 其截面对于腹板水平轴线的惯性矩, 应满足下式的要求:

$$I_1 \geq 3h_0 \delta^3$$

式中 δ ——腹板厚度。

纵向加劲肋截面对于腹板竖直轴线的惯性矩, 应同时满足下列公式的要求:

$$I_2 \geq \left(2.5 - 0.45 \frac{a}{h_0}\right) \frac{a^2}{h_0} \delta^3$$

$$I_2 \geq 1.5h_0 \delta^3$$

当 $\frac{h_0}{\delta} \leq 80 \sqrt{\frac{2400}{\sigma_s}}$ 时，一般梁可不配置加劲肋，吊车梁应按上述要求配置横向加劲肋；

当 $80 \sqrt{\frac{2400}{\sigma_s}} < \frac{h_0}{\delta} \leq 160 \sqrt{\frac{2400}{\sigma_s}}$ 时，应配置横向加劲肋，其间距 a 按表2-4或表2-8计算；

当 $\frac{h_0}{\delta} > 160 \sqrt{\frac{2400}{\sigma_s}}$ 时，除配置横向加劲肋外，尚宜配置纵向加劲肋。对于简支吊车梁，

先按下列公式计算纵向加劲肋至腹板计算高度受压边缘的距离 h_1 （图2-2）：

$$h_1 \leq \frac{3800h_0}{\frac{h_0}{\delta} \sqrt{\sigma + 3\sigma_j}}; \quad h_1 \leq \frac{h_0}{4}$$

式中 σ 、 σ_j ——按表2-4中等截面吊车梁的 σ 、 σ_j 公式计算。

并按表2-5计算横向加劲肋的间距 a ；对于一般梁（非吊车梁）按表2-8计算横向加劲肋的间距 a 。

梁的支座处和上翼缘受有较大固定集中荷载处，应设置支承加劲肋。

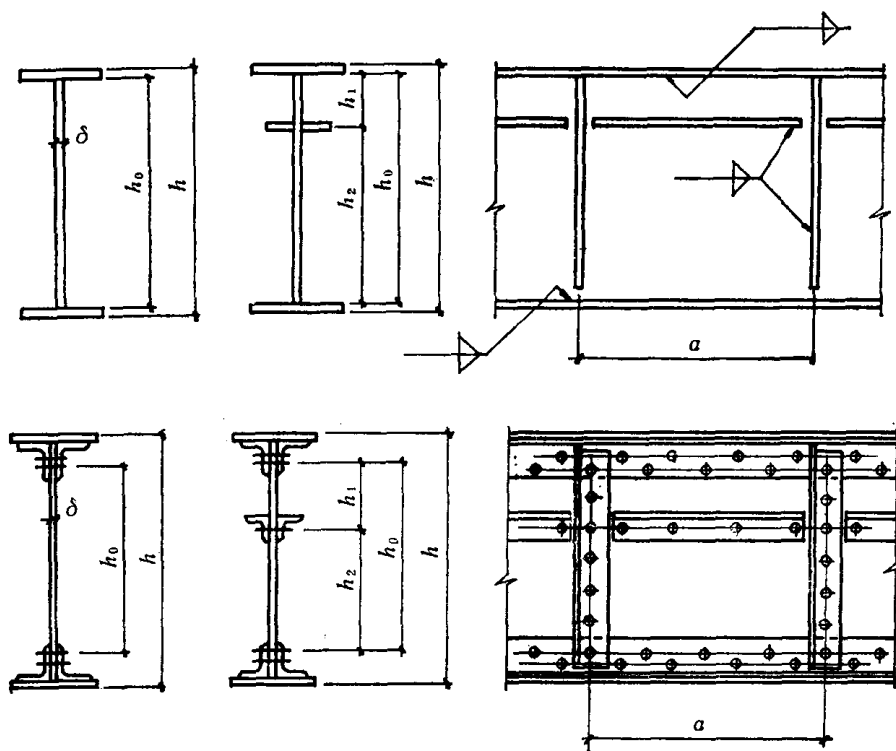


图 2-2 加劲肋布置图

表 2-4 简支吊车梁的腹板仅用横向加劲肋加强时的加劲肋间距 a 的计算公式

吊车梁 截面	简 图	τ	σ_j	σ	加劲肋间距 a	备 注	
		kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²			
等截面 吊车梁		$\tau = \frac{Q_{\max}}{h_0 \delta}$		$\sigma = \frac{M_{\max} h_0}{Wh}$	$a \leq \frac{\beta_1 h_0}{\frac{h_0}{\delta} \sqrt{\tau - \beta_2}}$ $a \leq \frac{\beta_3 h_0}{\frac{h_0}{\delta} \sqrt{\sigma_j - \beta_4}}$	M_{\max} 为跨中最大弯矩	
腹板高度变化的 吊车梁	端部变截面区段		$\tau = \frac{Q_{\max}}{h_{d0} \delta}$			$a \leq \frac{0.5 \beta_1 (h_0 + h_{d0})}{\frac{h_0}{\delta} \sqrt{\tau - \beta_2}}$	$Q_{B\max}$ 为两区段交界处的最大剪力； M_{\max} 为跨中最大弯矩
	不变截面区段		$\tau = \frac{Q_{B\max}}{h_0 \delta}$	$\sigma_j = \frac{m_1 P}{\delta Z}$ $m_1 = 1.1$	$\sigma = \frac{M_{\max} h_0}{Wh}$	$a \leq \frac{\beta_1 h_0}{\frac{h_0}{\delta} \sqrt{\tau - \beta_2}}$ $a \leq \frac{\beta_3 h_0}{\frac{h_0}{\delta} \sqrt{\sigma_j - \beta_4}}$	M_{\max} 为跨中最大弯矩
翼缘截面变化的 吊车梁	端部至变截面处		$\tau = \frac{Q_{\max}}{h_0 \delta}$		$\sigma = \frac{M_{B\max} h_0}{Wh}$	$a \leq \frac{0.95 \beta_1 h_0}{\frac{h_0}{\delta} \sqrt{\tau - 0.95 \beta_2}}$ $a \leq \frac{0.95 \beta_3 h_0}{\frac{h_0}{\delta} \sqrt{\sigma_j - 0.95 \beta_4}}$	$M_{B\max}$ 为变截面处的最大弯矩； W 为变截面(较小截面)的毛截面的抵抗矩
	变截面处至跨中		$\tau = \frac{Q_{B\max}}{h_0 \delta}$		$\sigma = \frac{M_{\max} h_0}{Wh}$	$a \leq \frac{\beta_1 h_0}{\frac{h_0}{\delta} \sqrt{\tau - \beta_2}}$ $a \leq \frac{\beta_3 h_0}{\frac{h_0}{\delta} \sqrt{\sigma_j - \beta_4}}$	$Q_{B\max}$ 为变截面处的最大剪力； M_{\max} 为跨中最大弯矩

- 注：1. β_1 、 β_2 和 β_3 、 β_4 的值根据本表公式算得的 τ 、 σ_j 、 σ 的值由表 2-6 和表 2-7 查得；
 2. σ_j 的计算公式， P 、 δ 、 Z 分别与表 2-1 相同；
 3. 若 a 值计算公式中的分母为负值，或算得的 a 值大于 $2h_0$ 时，取 $a = 2h_0$ ；
 4. 简图中表示的是焊接梁，若为铆接梁时， h_0 及 h 的含义如图 2-2 所示。