

目次

前言	3
----	---

第一章 一般数据

第一节 度量衡	I-1
1 基本单位表	I-1
2 单位换算表	I-2
3 温度对照表	I-5
4 线规对照表	I-6
第二节 数学	I-9
1 符号及数值表	I-9
2 初等数学	I-70
3 高等数学	I-78
第三节 理论力学	I-91
1 静力学	I-91
2 运动学	I-97
3 动力学	I-101
第四节 材料力学	I-107
1 拉伸与压缩	I-107
2 纯剪切	I-107
3 扭转	I-108
4 弯曲	I-112
5 复合抗力	I-126
6 曲杆	I-128
7 压杆的纵向稳定性	I-130
8 循环应力	I-130
9 许用应力与安全系数的选择	I-131
参考文献	I-138

第二章 机械制图

第一节 图样的基本要求	II-1
1 投入生产的产品应具备下列图样及技术文件	II-1
2 图样幅面	II-1
3 标题栏及明细栏	II-1
第二节 图样画法	II-4
1 视图、剖视图和剖面的画法(按照国标128-59)	II-4
2 剖视图和剖面中的剖面线 (按照国标GB127-59)	II-7
3 弹簧的规定画法(按照国标GB136-59)	II-7
4 花键的规定画法(按照国标GB135-59)	II-9
5 齿轮啮合和传动链的画法 (按照国标GB134-59)	II-9

6 螺纹画法及代号(按照国标GB133-59)	II-10
第三节 规定代号及注法	II-11
1 比例(按照国标GB123-59)	II-11
2 图线及其画法(按照国标GB126-59)	II-12
3 尺寸注法(按照国标GB129-59)	II-13
4 偏差代号及其注法(按照国标GB130-59)	II-14
5 焊缝的规定代号(参照ГОСТ 5263-58)	II-18
6 机动示意图中的规定代号 (按照国标GB138-59)	II-24
7 机器零件表面光洁度代号及热处理、表面处理和涂层说明的注法(按照国标GB131-59)	II-30
8 装配图上各组成部分的序号或代号的注法 (按照国标GB132-59)	II-31

第三章 农业机械材料

第一节 轧制钢及轧制钢成品	III-1
1 普通热轧碳素钢	III-1
2 优质热轧碳素钢	III-2
3 合金结构钢	III-2
4 弹簧钢	III-2
5 普通轧制型钢	III-7
6 冷拉优质钢材	III-21
7 钢管	III-21
8 钢丝绳	III-23
9 农业机械上用的特型钢制钢	III-25
第二节 灰铸铁与冷硬铸铁	III-35
1 灰铸铁的组织与性能	III-35
2 灰铸铁的牌号	III-36
3 白口铁与冷硬铸铁	III-37
4 孕育铸铁	III-37
5 耐磨灰铸铁	III-37
6 灰铸铁牌号的选择	III-37
7 铸铁管	III-38
第三节 可锻铸铁	III-39
1 可锻铸铁的牌号	III-39
2 可锻铸铁的用途	III-40
第四节 球墨铸铁	III-40
1 球墨铸铁的热处理与机械性能	III-40
2 球墨铸铁的用途和牌号	III-41
第五节 铸钢	III-42
1 铸钢件的分类和机械性能	III-42
2 热处理对铸钢件机械性能的影响	III-43

第六节 有色金属	III-43
1 铜与铜合金	III-43
2 铝及铝基合金	III-47
3 锌及锌合金	III-48
第七节 木材与竹材	III-48
1 木材的一般特性	III-48
2 影响木材机械性能的基本因素	III-54
3 木材的应用及特性	III-56
4 板材和枋材的尺寸规格	III-57
5 胶合板	III-57
6 竹材	III-58
第八节 橡胶、塑料及其他	III-58
1 工业用橡胶	III-58
2 油漆涂料	III-62
3 粉末冶金材料	III-67
4 塑料	III-68
5 棉織品	III-69
6 麻織品	III-70
7 石棉制品	III-71
8 衬垫纸板	III-71
9 毛毡	III-71
第九节 某些材料的机械性能及其应用	III-73
参考文献	III-76

第四章 农业机械零件的设计要素

第一节 一般要素	IV-1
1 标准数列	IV-1
2 标准公差	IV-1
3 零件上的孔	IV-4
4 零件的工艺槽	IV-6
5 加工零件的倒圆与倒角	IV-9
6 60°角的中心孔	IV-10
第二节 公差与配合	IV-10
1 公差制度与农业机械上应用的配合	IV-10
2 零件的自由尺寸公差	IV-23
3 连接零件上孔径及其中心距的公差	IV-26
第三节 尺寸链的计算	IV-30
1 尺寸链的基本概念及其符号	IV-30
2 公差积累的计算	IV-31
3 公差分配的计算	IV-32
第四节 零件表面的加工光洁度	IV-37
1 基本概念	IV-37
2 零件表面加工光洁度的选择	IV-37
第五节 螺纹及螺纹连接	IV-43
1 螺纹类型及其尺寸	IV-43
2 螺纹余量, 钻孔深度余量以及螺纹连接上的	

其他要素	IV-47
3 扳手口、扳手孔的尺寸	IV-50
第六节 冲压、鍛、鑄零件结构设计要素	IV-51
1 冲压斜度与压延用毛坯	IV-51
2 轧制圆切边和冲孔的基素	IV-55
3 轧制钢的弯曲	IV-57
4 軋压和錘扁	IV-58
5 鑄件的結構基素	IV-58
第七节 农业机械木制零件的连接型式和尺寸	IV-61
1 按宽度连接	IV-61
2 搭接与中间连接	IV-62
3 角连接	IV-63
第八节 加工余量	IV-64
1 金属棒料的加工余量	IV-64
2 铁皮制品的余量	IV-65
3 木制零件的加工余量	IV-66
第九节 一般技术条件	IV-67
1 鑄件	IV-67
2 鋼材制造的零件	IV-68
3 木制零件	IV-69
主要参考文献	IV-69

第五章 机械零件

第一节 紧固零件	V-1
1 焊接	V-1
2 铆连接	V-7
3 键连接	V-14
4 多槽键(花键)连接	V-25
5 螺栓连接	V-26
6 螺母的标准	V-18
7 垫圈的标准	V-56
8 销和开口销的标准	V-59
9 木螺钉、圆钉和卡钉的标准	V-62
第二节 轴与轴承	V-65
A轴	V-65
1 轴的近似计算	V-65
2 轴的规格标准和技术条件	V-66
3 定位轴环	V-67
B轴承	V-71
1 滑动轴承的类型和构造	V-71
2 滑动轴承的轴套	V-71
3 滑动轴承的简单计算	V-71
4 滑动轴承的规格标准	V-72
5 滚动轴承的分类	V-75
6 滚动轴承的规定代号方法	V-76

7 滚动轴承的选择.....	V-77	1 类型和基本尺寸.....	VI-47
8 滚动轴承的规格标准和技术资料.....	V-82	2 技术条件.....	VI-47
第三节 传动零件.....	V-108	第十节 农业机械中的液压系统.....	VI-50
1 齿轮传动.....	V-108	1 总论.....	VI-50
2 蜗轮传动.....	V-117	2 液压系统中的工作介质和基本元件.....	VI-51
3 链传动.....	V-122	3 农业机械中的液压系统.....	VI-65
4 皮带传动.....	V-128	4 液压系统设计中的几个问题.....	VI-75
第四节 弹簧.....	V-138	第十一节 悬挂装置.....	VI-83
1 弹簧的设计与计算.....	V-138	1 概论.....	VI-83
2 弹簧的结构.....	V-141	2 悬挂机构的牵引分析.....	VI-87
3 弹簧的制造公差及技术条件.....	V-143	3 悬挂机组的纵向稳定性(轮式拖拉机).....	VI-88
参考文献.....	V-144	4 悬挂机组的纵向稳定性(链轨拖拉机).....	VI-91
第六章 农业机械通用零件		5 悬挂机组在水平面内的运动性能.....	VI-92
第一节 行走轮.....	VI-1	6 悬挂机构设计中应考虑的其他要点.....	VI-96
1 轮子的配置.....	VI-1	参考文献.....	VI-98
2 轮子的运转条件.....	VI-2	第七章 耕耘机械	
3 轮子的滚动阻力.....	VI-4	第一节 铧式犁.....	VII-1
4 轮子的构造与尺寸.....	VI-5	1 铧式犁的类型.....	VII-1
第二节 圆盘.....	VI-10	2 铧式犁的设计.....	VII-31
1 类型和基本尺寸.....	VI-10	3 铧式犁的总体布置.....	VII-81
2 技术条件.....	VI-11	4 铧式犁的起落机构.....	VII-83
第三节 牵引式农业机械的牵引连接接头.....	VI-13	5 铧式犁的受力和平衡.....	VII-93
第四节 活节传动.....	VI-15	6 铧式犁的试验.....	VII-97
1 活节传动设计.....	VI-15	第二节 旋转耕作机械.....	VII-97
2 类型和构造.....	VI-16	1 旋转耕作机械的类型.....	VII-97
第五节 安全装置.....	VI-21	2 旋转工作部分的设计.....	VII-98
1 拉力或压力用的安全装置.....	VI-21	3 旋转耕作机械的性能.....	VII-102
2 扭矩用的安全装置.....	VI-23	4 旋转工作部件——刀齿.....	VII-105
第六节 输送装置.....	VI-25	第三节 圆盘耕作机械.....	VII-107
1 木条布带输送机.....	VI-25	1 圆盘耕作机械的类型.....	VII-107
2 螺旋输送机.....	VI-27	2 圆盘耕作机械的设计.....	VII-112
3 刮板链子输送机及板条链子输送机.....	VI-28	第四节 表土耕作机械.....	VII-116
4 斗式升运器.....	VI-33	1 钉齿耙.....	VII-116
5 气流式输送装置.....	VI-36	2 拖板.....	VII-126
第七节 谷物清选用的筛片.....	VI-37	3 镇压器.....	VII-126
1 谷物清选用的圆孔及长孔筛片(参照苏联国家标准ГОСТ 214-57).....	VI-37	第五节 中耕机械.....	VII-129
2 谷物清选用的方格筛网(参照苏联国家标准ГОСТ 3826-47).....	VI-40	1 中耕机械的类型.....	VII-129
第八节 耙把, 耢把, 駕駛盘, 手輪.....	VI-43	2 中耕机械的设计.....	VII-142
1 耙把.....	VI-43	3 中耕机械的试验.....	VII-172
2 耢把.....	VI-43	参考文献.....	VII-172
3 駕駛盘.....	VI-43	第八章 种植机械	
4 手輪.....	VI-47	第一节 谷物条播机.....	VIII-1
第九节 座位.....	VI-47	1 类型.....	VIII-1
		2 谷物排种器.....	VIII-10

3 开沟器.....	Ⅷ-21	4 試驗与质量評定.....	Ⅷ-53
4 其他工作部件.....	Ⅷ-30	第五节 秧苗栽植机	Ⅷ-54
5 谷物播种机的試驗.....	Ⅷ-33	1 类型.....	Ⅷ-54
第二节 撒播机	Ⅷ-35	2 几种秧苗移栽机.....	Ⅷ-54
第三节 中耕作物播种机	Ⅷ-35	第六节 馬鈴薯栽种机	Ⅷ-57
1 棉花播种机.....	Ⅷ-37	1 类型.....	Ⅷ-57
2 中耕作物点播机.....	Ⅷ-42	2 几种馬鈴薯栽种机的簡介.....	Ⅷ-57
第四节 水稻插秧机	Ⅷ-50	3 栽种器.....	Ⅷ-59
1 类型及机构.....	Ⅷ-50	4 馬鈴薯栽种机其他工作部件.....	Ⅷ-60
2 送秧部件.....	Ⅷ-52	5 馬鈴薯栽种机的經驗数据.....	Ⅷ-61
3 分秧和插秧.....	Ⅷ-53	参考文献.....	Ⅷ-62

第五章 机械零件

第一节 紧固零件

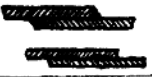
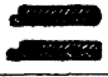
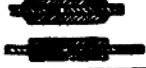
1 焊接

在固定连接中,焊接的优点比铆接的多。一般可以节省金属10~20%,例如用型钢焊制机件时,其重量只有铸钢件的70%或铸铁件的40~50%;焊缝的紧

密性良好,不致渗漏;连接紧凑;可制成结构形状复杂的制品等。因此,它在生产中除了代替铆接外,还可代替铸件或锻件。

焊接的型式及特点

表5-1 常用的焊接型式及其性能特点

接头型式			性能特点
对接	普通的		普通型对接受拉力时,沿焊缝截面上力的分布均匀,可保证最大强度,适于冲击载荷,节约金属,推荐农业机械采用。卷边对接的强度较低,受力时焊缝发生复杂应力,仅在载荷不大的构件中采用
	卷边的		
搭接	普通的		农业机械中普遍采用,因搭接造成偏心距受拉力或压力时产生弯矩。在既要保证强度又要求有一个平面时,可用齐平头焊接
	齐平的		
丁字形			为农业机械制造中通常采用的一种形式,受较大的弯矩时,应焊加强角板
角形			多用于板件焊接,金属消耗量少,如受较大弯矩时,亦应焊加强角板
端面	普通的		这种焊接不能承受大的载荷,仅作为闭合构件(如横截面形成闭合外形或环形焊缝)的闭合焊缝
	卷边的		
盖板			金属消耗量多,需要加强对接头时采用;为避免焊缝处的附加弯曲应力,应采用双盖板

焊接的强度计算

焊接接头的许用应力 焊接接头许用应力的值可由下列条件确定:母体金属许用应力的大小,应力的

种类,载荷性质(不变或变),以及焊接方法等。

静载荷时母体金属的许用应力值列于表5-2。

静载荷下电弧焊接接头的许用应力值按表5-2中拉伸许用应力 $[\sigma]$ 来确定,见表5-3。

表 5-2

(单位: 公斤/毫米²)

应 力 类 别	钢 号			
	14	16	20	24
拉伸 $[\sigma]_t$, 压缩 $[\sigma]_c$:				
弯曲 $[\sigma]_b$	14	16	20	24
剪切 $[\tau]_s$	9	10	12	14

表 5-3

焊 接 方 法	许 用 应 力		
	对 接		剪切 $[\tau']_s$
	拉伸 $[\sigma']_t$	压缩 $[\sigma']_c$	
③34焊条, 手工焊接	$0.6[\sigma]_t$	$0.75[\sigma]_c$	$0.5[\sigma]_s$
③42和③50焊条, 手工焊接	$0.9[\sigma]_t$	$[\sigma]_c$	$0.6[\sigma]_s$
用熔剂自动焊接; 用③42A及③50A焊条, 手工焊接	$[\sigma]_t$	$[\sigma]_c$	$0.65[\sigma]_s$

在变载荷和变向载荷作用下, 其许用应力按表5-3所列 $[\sigma']_t$ 数值乘一应力降低系数 γ ($\gamma \leq 1$)。

对接接头受变载荷时, $\gamma = 1$ 。

对接接头受对称变向载荷时,

$$\gamma_H = \frac{1}{1 - \frac{1}{3}\gamma}$$

式中 $\gamma = \frac{P_{\min}}{P_{\max}}$ ——许用应力降低系数;

$P_{\max}$ 及 $P_{\min}$ ——绝对数值的最大和最小作用力, 各具有自己的正负号。

角焊缝 (及其他焊缝) 受变载荷及变向载荷时,

$$\gamma_H = \frac{1}{\frac{4}{3} - \frac{1}{3}\gamma}$$

式中 γ_H 及 γ_H 的数值示于图 5-1 中。

气焊接头的许用应力, 与用③42型焊条电弧焊接的许用应力相同。

对接熔焊的许用应力:

$$\text{拉伸}[\sigma']_t = [\sigma]_t \cdot \gamma;$$

$$\text{压缩}[\sigma']_c = [\sigma]_c;$$

$$\text{剪切}[\tau']_s = 0.7[\sigma]_s \cdot \gamma;$$

式中 $[\sigma]_t$ ——母体金属的拉伸许用应力;

γ ——许用应力降低系数, 静载荷或变载荷 ($\gamma > 0$), $\gamma = 1$; 对变向载荷

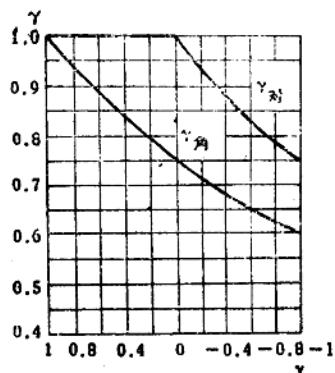


图5-1 由 $\gamma = \frac{P_{\min}}{P_{\max}}$ 决定的许用应力降低系数 γ 。

$$(\gamma < 0), \gamma = \frac{1}{1 - 0.25\gamma}.$$

在静载荷下点焊或电铆焊焊点 (电铆) 的剪切许用应力

$$[\tau']_s = 0.65[\sigma]_s.$$

焊点 (电铆) 的拉伸许用应力

$$[\sigma']_t = 0.40[\sigma]_t.$$

计算变载荷或变向载荷点焊或电铆焊接头时, 应计算焊接处母体金属的许用应力。

焊点不负担作用力那一部分母体金属的许用应力

$$[\sigma_1]_t = [\sigma]_t \cdot \gamma_1;$$

焊点负担作用力那一部分母体金属的许用应力

$$[\sigma_2]_t = [\sigma]_t \cdot \gamma_2.$$

在变载荷及变向载荷下, 焊点 (电铆) 的拉伸许用应力为:

$$[\sigma']_t = 0.5[\sigma]_t \cdot \gamma_3;$$

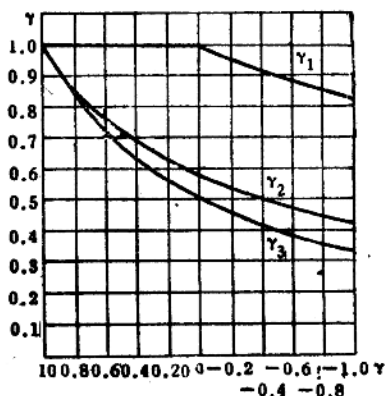
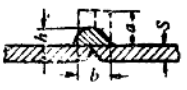
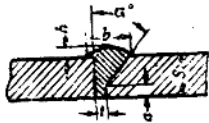
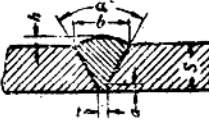
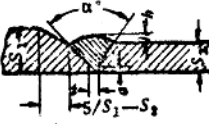


图5-2 由 $\gamma = \frac{P_{\min}}{P_{\max}}$ 决定的许用应力降低系数

γ_1 , γ_2 及 γ_3 。

表5-4 几种对接焊接零件边缘的类别形状和尺寸

顺序号	材料厚度 s (毫米)	接头种类	焊缝张开角度 α° (度)	对接处间隙 t (毫米)	钝口大小 a (毫米)	焊缝截面尺寸	附 注
1	1~1.5		180	0	卷边 $a = (2 \sim 3)s$	$h = (1 \sim 2)s$ $b = 2s$	最好采用碳 精电极焊接
2	2~4		0	0~2	2~4	$b = (1 \sim 1.5)s$ $h = (0.2 \sim 0.4)s$	
3	4~7		0	2~3.5	4~7	$b = (1.0 \sim 1.5)s$ $h = (0.2 \sim 0.4)s$	电极直径 d ≥ 8 毫米时容 许材料厚度为 $s = 8 \sim 10$ 毫 米
4	> 7		50 ± 5	2~3.5	1~2	$b = (1.1 \sim 1.4)s$ $h = (0.15 \sim 0.3)s$	
5			70 ± 5	2~3.5	1~2	$b = (1.5 \sim 1.8)s$ $h = (0.2 \sim 0.3)s$	
6			70 ± 5	2~3.5	1~2	$h = (0.15 \sim 0.3)s_2$ $s_1 - s_2 \geq 3$ $s_2 \geq 7$	

式中 $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ ——许用应力降低系数，其值见图5-2所示。

在变载荷及变向载荷下，焊点（电铆）的剪切许用应力为：

$$[\tau'] = 0.5 \sim 0.66 [\sigma]_{\text{基}} \cdot \gamma_s;$$

式中 $\gamma_s = \gamma_{\text{基}}$ ——可由图5-1来决定。

焊接接头的类型及强度计算：

一、电弧焊接。

a) 对接接头。焊接接头的形状和尺寸参看表5-4。

垂直于作用力的焊缝（图5-3a）的许用力 P 为：

$$P_{\text{垂}} = [\sigma']_{\text{基(压)}} \cdot l \cdot s;$$

式中 $[\sigma']_{\text{基(压)}}$ ——对接焊缝的拉(压)许用应力；

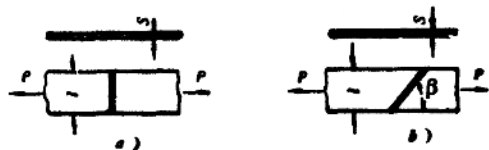


图 5-3

l ——被焊接金属的宽度；

s ——被焊接金属的厚度。

斜的对接焊缝在 $\beta = 45^\circ$ 时（图5-3b），其焊缝处的强度与完整的截面相等。

b) 盖板接头。为使应力分布均匀，盖板应作成剪切角、圆角、斜方及菱形等（图5-4）。



图 5-4

盖板厚度，当采用双面盖板时，

$$s_{\text{盖}} = 0.3 \sim 0.5s;$$

采用单面盖板时，

$$s_{\text{盖}} = 0.8 \sim 1.0s;$$

式中 s ——母体金属的厚度。

盖板复盖宽度不应小于焊缝长度的50%。

母体金属的许用应力（图5-5）

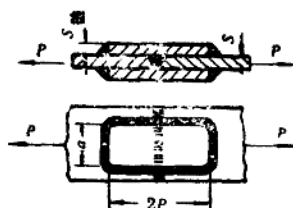


图 5-5

$$P_B = [\sigma]_B \cdot F;$$

式中 $[\sigma]_B$ ——母体金属的拉伸许用应力;

F ——主原件的截面面积。

盖板上所受的力

$$F_{\text{盖}} = P_B - P_{\text{盖}}。$$

采用双盖板时，一个盖板的截面面积为：

$$F_{\text{盖}} = \frac{F_{\text{盖}}}{2[\sigma]_B} = \frac{([\sigma]_B - [\sigma']_B) F}{2[\sigma]_B}。$$

盖板用角焊缝的焊缝长度 L 为：

$$L = \frac{P_{\text{盖}}}{0.7k[\tau']_B} = \frac{P_{\text{盖}}}{h[\tau']_B};$$

式中 $[\tau']$ ——焊缝的剪切许用应力;

k ——焊角长度 (图5-5);

h ——焊缝的计算高度 (图5-6)。

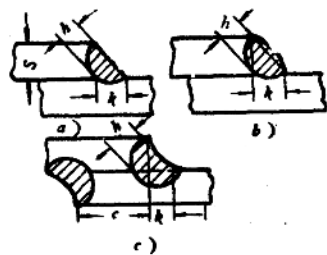


图 5-6

单面盖板因受弯矩所需之截面面积可用下式计算：

$$F_{\text{盖}} = \frac{[\sigma]_B - [\tau']_B}{[\tau']_B} \cdot F。$$

c) 搭接接头。根据焊缝方向与作用力方向可分为正面焊缝 (图5-7a)、斜面焊缝 (图5-7c)、侧面焊缝 (图5-7b) 及组合焊缝 (图5-7d)。

正面和斜面焊缝的长度没有限制，侧面焊缝的最大长度为 $(50 \sim 60)k$ 。角焊缝的最短长度应为 30 毫米，否则会使焊缝的强度降低。如金属板厚度 $s \geq 3$ 毫米，则角焊缝最短焊脚长度 $k_{\min} = 3$ 毫米。搭接宽度 c (图5-6c) 不应小于 $4s_{\min}$ 。

一条角焊缝的许用力为：

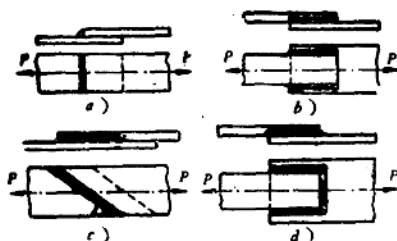


图 5-7

$$P = [\tau']_B 0.7kl;$$

式中 $[\tau']_B$ ——焊缝的剪切许用应力;

l ——焊缝的长度。

组合焊缝的许用力为：

$$P = \Sigma[\tau']_B 0.7kl = [\tau']_B 0.7kl;$$

式中 $L = \Sigma l$ ——角焊缝的总长度。

截面形状不对称的元件 (如角钢)，其两边的受力也不一样 (图5-7f)，可由下式求出：

$$P_1 = P \frac{e_1}{e}, \quad P_2 = P \frac{e_2}{e};$$

式中 P ——整个接头所受的力;

P_1, P_2 ——分别为焊缝1及2所负担的力;

e ——角钢的宽度;

e_1, e_2 ——分别为角钢边至重心的距离，在一般角钢中， e_1 和 e_2 的近似值为 $e_1 = 0.7e$ 和 $e_2 = 0.3e$ 。

双搭焊缝 (图5-7e) 的许用力为：

$$P = 2[\tau']_B 0.7kl。$$

d) T形接头和角接头。T形焊接的焊脚长度 k 不应大于 $1.2s_{\min}$ 。

图5-8a中的接头负担压力时，许用力为：

$$P = 2[\sigma']_B 0.7kl;$$

当负担拉力时，许用力为：

$$P = 2[\tau']_B 0.7kl。$$

图5-8b~d中的各种接头 (在负担压力时，与完整截面具有相等的强度) 在负担拉或压力时，许用力为：

$$P = [\sigma']_B (\Sigma) l s。$$

图5-8e中所示的T形接头是依靠板边的熔化来完成。其强度计算与图5-8b~d所示几种形式的计算

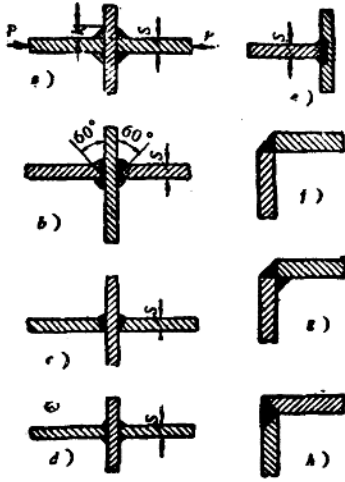


图 5-8

方法相同。

角接头可用图 5-8f~h 所示的各种方法来完成。角焊缝是由不同的零件的部分截面组成，一般不进行强度计算。

二、气焊接。

对接焊是气焊的典型接头型式（见表 5-4）。当被焊接金属板的厚度小于 2 毫米时，可采用卷边对接焊，不须加填充金属。气焊搭接是利用角焊缝来完成，焊缝的截面是等腰三角形。气焊接头的强度可按电弧焊接的对接和搭接的计算方法计算。

三、接触焊接。

在农业机械上，常常采用点焊。焊点的直径决定于被连接部分金属板的厚度，一般不应超过 $1.5s_{\min} + 5$ 毫米。焊点的最小距离及焊点中心至边缘的最小距离建议采用表 5-5 所列的数值。

表 5-5

(单位：毫米)

一个零件的厚度	焊点的最小距离		在垂直于力的方向上，焊点中心到零件边缘的最小距离	焊点到筋及弯边的最小距离
	二个零件焊接	三个零件焊接		
1	15	20	6	8
2	25	30	9	12
3	30	40	10	18
4	40	50	12	25

点焊的接合处是受剪力，焊点可以为单剪的（图 5-9a）及双剪的（图 5-9b）。单剪切点时的应力计算为：

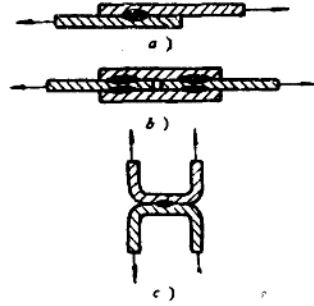


图 5-9

$$\sigma = \frac{4P}{\pi d^2} \leq [\sigma']_{\text{焊}}$$

双剪切点时的应力计算为：

$$\tau = \frac{2P}{\pi d^2} \leq [\tau']_{\text{焊}}$$

焊点承受拉伸时（图 5-9c），其应力可按下式计算：

$$\sigma = \frac{4P}{\pi d^2} \leq 0.7[\sigma']_{\text{焊}}$$

式中 $[\sigma']_{\text{焊}}$ ——焊点的拉伸许用应力。

如果焊点的计算直径超过最薄钢板 4 倍时，则其强度应按焊点周围的撕断力计算：

$$P = \pi d s [\tau']_{\text{焊}}$$

式中 s ——最薄钢板的厚度。

受拉伸的多点接合，可认为各点上的受力相等，而由下式计算：

$$P = \frac{4P}{n\pi d^2} \leq [\tau']_{\text{焊}}$$

式中 n ——单剪切点的数量。如为双剪切点，则 n 为接合中剪切面的总和。

在多点连接中，实际上外边点比中点的承载大，最好将外边两排焊点的数量尽可能增多。

四、电焊（电弧焊）。

电焊适用于将薄的金属零件焊到厚的金属件或型钢上。由于在零件上形成焊缝，因而使焊接强度增加。如零件厚度小于 2 毫米时，电焊只须钻孔；厚度超过 5 毫米时则须钻孔并扩孔，

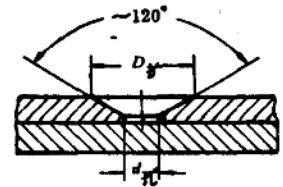


图 5-10

孔径的大小应与零件的厚度成比例，一般比焊条直径大 1~2 毫米（图 5-10）。为了加强薄板的焊接强度，可

在零件上加焊垫圈或垫板(图5-11)。钻孔并扩孔的焊接强度,一般都比钻孔不扩孔的大,而钻孔不扩孔的又比不钻孔的大。

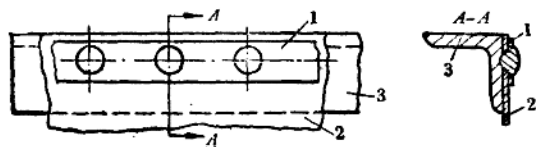


图 5-11

1—垫板; 2—薄板; 3—角钢。

计算电焊剪切强度的公式为:

$$\tau = \frac{4P}{\pi D^2} \leq [\tau']_{\text{电}}$$

将零件从主金属件拉断时可用下式计算(图5-12):

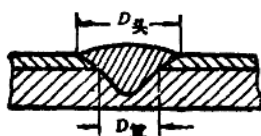


图 5-12

$$\sigma = \frac{4P}{\pi D^2} \leq 0.7[\sigma']_{\text{电}}$$

在弯曲力及复杂力作用下接头的强度计算:

由垂直的对接焊缝所构成的接头(图5-13 a)在作用有弯矩M时,其强度条件为:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma']_{\text{电}}$$

式中 $W = \frac{sh^2}{6}$ ——弯曲断面系数。

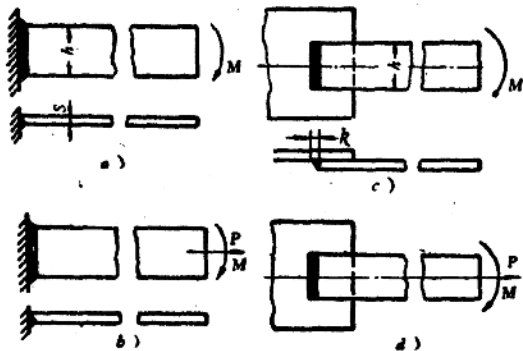


图 5-13

在同一接头上作用有力矩M和纵向力P(图5-13 b)时,其强度条件为:

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{P}{F} \leq [\sigma']_{\text{电}}$$

式中 $F = ks$ 。

由垂直的角焊缝(长度为h,焊脚为k)所组成的接头(图5-13 c)在作用有弯矩M时,焊缝中的切向应力须能满足下列条件:

$$\tau = \frac{M}{W_{\text{剪}}} \leq [\tau']_{\text{电}}$$

式中 $W_{\text{剪}} = \frac{0.7kh^2}{6}$ ——剪切断面系数。

如果在这个接头上作用有力矩M和纵向力P(图5-13 d)时,则其强度条件为:

$$\tau = \frac{M}{W_{\text{剪}}} + \frac{P}{F_{\text{剪}}} \leq [\tau']_{\text{电}}$$

式中 $F_{\text{剪}} = 0.7kh$ 。

沿周边焊接的强度计算(图5-14):

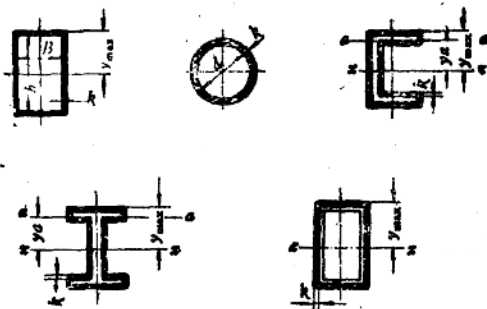


图 5-14

受弯矩M时

$$\tau = \frac{M}{I} y_{\text{max}} \leq [\tau']_{\text{电}}$$

式中 I ——角焊缝周边对中性轴的计算惯矩,约等于角焊缝惯矩乘0.7;

y_{max} ——从中性轴到焊缝截面外点的最大距离。

在受弯矩及纵向力P时

$$\tau = \frac{M}{I} y_{\text{max}} + \frac{P}{F} \leq [\tau']_{\text{电}}$$

式中 F ——焊缝截面面积。

受力矩及横向力作用时

$$\tau_{\text{合}} = \sqrt{\tau_M^2 + \tau_Q^2}$$

式中 $\tau_M = \frac{M}{I} y_a$ ——由弯矩产生的剪应力;

y_a ——从轴 a 至横截面重心的距离;

$\tau_Q = \frac{Q}{F_Q}$ ——由剪力Q产生的剪应力;

F_Q ——垂直于焊缝的计算面积。

农业机械上承受弯矩的各种焊接梁的计算(弯矩垂直于中性轴):

没有斜边的焊缝(图5-15a),其剪应力按下式计算:

$$\tau = \frac{Q \cdot s}{I_z \cdot 0.7k} \leq [\tau']_{\text{焊}};$$

式中 Q ——计算横向力;

$s = I_{z1}$ ——焊缝横截面对于重心面积的静力矩。

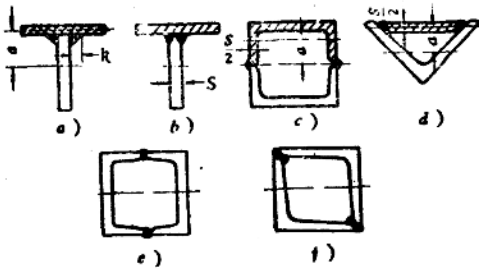


图 5-15

当焊缝具有斜边时(图5-15b~d),剪应力值为:

$$\tau = \frac{Qs}{Is} \leq [\tau']_{\text{焊}};$$

式中 s ——铅垂边的厚度(对于图5-15b);

s ——两个铅垂边的厚度(对于图5-15c);

s ——板的2倍厚度(对于图5-15d)。

图5-15e~f所示的焊缝可不进行计算。

电铆焊或点焊受弯矩 $M_{\text{电}}$ 和横向力 P 时(图5-16),其强度计算公式如下:

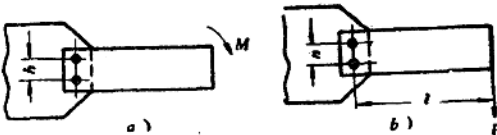


图 5-16

由弯矩产生的剪应力

$$\tau_{\text{电}} = \frac{4M_{\text{电}}}{\pi D^2 \pi h},$$

式中 h ——两焊点间的距离。

由横向力产生的剪应力

$$\tau_{\text{电}} = \frac{2P}{\pi D^2 \pi}.$$

合成剪应力

$$\tau_{\text{合}} = \sqrt{\tau_{\text{电}}^2 + \tau_{\text{电}}^2} \leq [\tau']_{\text{电}}.$$

2 铆 连 接

铆钉连接是不可拆卸连接中应用较广泛的一种形

式。近年来,由于焊接技术的发展,铆钉连接的使用已大为减少。

铆钉连接按照它的用途可以分为:

1) 强固铆接缝——仅承受力的作用,用于各种钢结构(柱、桁架、构架等);

2) 强密铆接缝——承受力的作用,并且保持一定的紧密性,用于内压力很高的结构(锅炉、蓄热器、压力管路等);

3) 紧密铆接缝——主要是保持紧密性,有一定的强度要求,用于内压力不大的结构(水管、气管、储罐等)。

根据农业机械的要求,这里仅阐述强固铆钉连接。

强固铆接缝及其计算

强固铆接缝的许用应力 铆钉的许用应力决定于:铆钉的工作方式(剪切、挤压、钉头拉断);铆接金属的工艺加工以及作用在结构物上的外载荷的性质(静载荷和动载荷)等。

低碳钢结构物强固铆接缝的铆钉,在只计入基本载荷时的许用应力列于表5-6。

表 5-6

(单位:公斤/厘米²)

应力种类	孔的加工	结构物的材料	
		光0和光2	光3
剪 切	B	1400	1400
剪 切	C	1000	1000
挤 压	B	2800	3200
挤 压	C	2400	2800
钉头拉断	—	900	900

注: B表示铆钉孔是钻出的或是先冲出一较小的孔然后再扩孔; C表示铆钉孔是冲出的而不加钻削。

结构物母体金属在只计入基本载荷时的许用应力列于表5-7。

表 5-7

(单位: 公斤/厘米²)

应力种类	结构物的材料	
	光0和光2	光3
拉伸	1400	1600
剪切	900	1000
挤压	2100	2400

当一个零件通过垫板或另外的中间物而和其他零件铆接到一起时,或是在这个铆钉连接里只一面有盖

板时, 则铆钉的数目应当比根据强度计算出的铆钉数目增加10%。

表5-6中所列的许用挤压应力适用于边缘铆钉与板边的距离 e 等于 $2d$ 而排距等于 $3d$ 时的情况, 若边距和钉距超过以上数值时, 则许用挤压应力应成比例地增加, 但不能超过25%。

表5-6中所列的许用应力, 对于埋头或半埋头铆钉应降低20%。

铆钉承受剪切时的计算公式:

$$\frac{Q}{i} \leq \eta \frac{\pi d^2}{4} [\tau]_m$$

式中 Q ——在连接上的作用力(公斤);

i ——铆钉数目;

d ——钉孔直径(毫米)(铆钉在铆合后几乎填满整个钉孔);

$[\tau]_m$ ——铆钉的剪切许用应力(公斤/厘米²);

η ——系数, 单剪切等于1, 双剪切等于2。

铆钉承受挤压的计算公式 当钉孔直径比所连接构件的厚度大得多时($0.7d > \delta$), 连接件的母体金属就会发生局部挤穿的破坏(图5-18)。在破坏以前, 板和铆钉杆均受挤压。对于单剪切接缝, 其计算公式如下:

$$\frac{Q}{i} \leq d \delta [\sigma]_m$$

式中 δ ——连接部分最小厚度(毫米);

$[\sigma]_m$ ——连接件材料的挤压许用应力(公斤/厘米²)。

对于双剪切接缝, 当 $2\delta_1 < \delta$ 时(图5-19),

$$\frac{Q}{i} \leq 2\delta_1 d [\sigma]_m$$

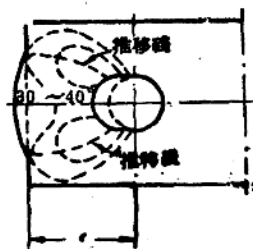


图5-18 铆钉前方板的推移。

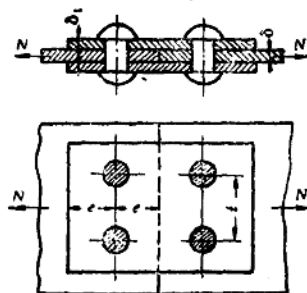


图 5-19

当 $2\delta_1 > \delta$ 时, 则

$$\frac{Q}{i} \leq \delta d [\sigma]_m$$

当铆钉中心之间的距离(钉距 t)不定时, 连接件或垫板会在通过铆钉中心的平面上发生断裂。在这种情况下, 单剪切接缝强度的公式为:

$$\frac{Q}{i} \leq (t - d) \delta [\sigma]_m$$

对于双剪切接缝, 当 $2\delta_1 < \delta$ 时,

$$\frac{Q}{i} \leq 2(t - d) \delta_1 [\sigma]_m$$

当 $2\delta_1 > \delta$ 时, 则

$$\frac{Q}{i} \leq (t - d) \delta [\sigma]_m$$

当连接件边缘至铆钉中心线的尺寸 e 不足时, 则铆钉沿平面 mn 和 m_1n_1 剪切连接板(图5-17)或垫板。在这种情况下, 单剪切接缝强度的公式为:

$$\frac{Q}{i} \leq 2\left(e - \frac{d}{2}\right) \delta [\tau]_m$$

对于双剪切接缝, 当 $2\delta_1 < \delta$ 时,

$$\frac{Q}{i} \leq 4\left(e - \frac{d}{2}\right) \delta_1 [\tau]_m$$

当 $2\delta_1 > \delta$ 时, 则

$$\frac{Q}{i} \leq 2\left(e - \frac{d}{2}\right) \delta [\tau]_m$$

铆钉承受拉伸的工作情况(钉头拉断)(图5-20)

在工作时承受纯拉伸载荷是很少的, 多数是偏心传力, 因而铆钉要承受拉伸和弯曲的作用。

作用力的确定很困难, 因为它是由很多因素来决定的(如连接件的刚度等等)。

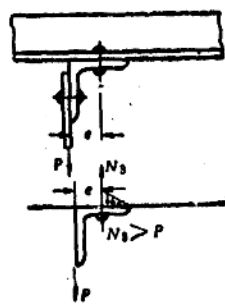


图 5-20

一般可根据实验数据, 用降低许用拉应力的办法来进行钉头抗拉强度的计算, 其公式如下:

$$\frac{Q}{i} \leq \frac{\pi d^2}{4} [\sigma]_{\text{拉}}$$

铆钉承受反复载荷的工作情况 在連續性反复载荷的作用下, 铆钉连接的强度大大地降低, 因此在计算直接承受变载荷结构的铆钉连接时, 采用的许用应力(见表 5-7)应乘上一系数 γ 来使其降低。 γ 由 $\frac{P_{\min}}{P_{\max}}$ 的比值决定, $P_{\min}$ 是绝对数值最小的力, $P_{\max}$ 是绝对数值最大的力, 各具有自己的正负号:

$$\gamma = \frac{1}{1 - 0.3 \frac{P_{\min}}{P_{\max}}} \leq 1.$$

根据上式所算出的 γ 的数值(用于 σ_0 , σ_2 及 σ_3 号低碳钢结构)列于表 5-8。

表 5-8

$\frac{P_{\min}}{P_{\max}}$	0	-0.2	-0.4	-0.6	-0.8	-1
γ	1.00	0.943	0.893	0.848	0.807	0.769

铆接的基本参数(表 5-9)。

表 5-9

接縫的参数	单排接縫		双排錯列接縫	
	搭接	双搭板对接	搭接	双垫板对接
铆钉直径 d	2 δ	(1.5~1.75) δ	2 δ	1.5 δ
钉距 t	3 d	3 d	2 d	2 d
排距 a	3 d	3 d	4 d	5 d
从铆钉到板边的距离(沿受力方向) e	2 d	2 d	1.5 d	1.5 d

根据计算的结果和实际的数据, 铆钉排列的规范规定如下:

- 1) 在铆钉并排排列时, 钉距 $t \geq 3d$ 。
- 2) 在铆钉交错排列时, 铆钉沿对角线的中心间距离为 $t_{\text{交}} \geq 3.5d$ 。
- 3) 由铆钉中心到板边的距离:
沿受力方向 $e \geq 2d$
垂直于受力方向, 当板边是切边时 $e_1 \geq 1.5d$
垂直于受力方向, 当板边是卷边时 $e_1 \geq 1.2d$
- 4) 为了保证板与板之间的紧密贴合以及钉与钉之间板的稳固性, 排距最大值可取为 $a \leq 8d$, 若太大了就会使连接件不能紧密贴合(图 5-21)。



图 5-21

对于三排以上的铆钉连接构件或刚性大的构件, 当受拉力时可达 $a \leq 16d$, 受压力时为 $a \leq 12d$ 。

- 5) 由铆钉中心到板边的最大距离为 $e = 4d$, 如果太大就会发生卷边现象。

当铆钉双排排列时, 对于第二排铆钉处连接板的强度核算, 所考虑的载荷应小于总载荷(因为部分载荷已被第一排铆钉所承受), 其计算公式为:

$$Q_2 = Q - Q_1 = Q \left(1 - \frac{F_1}{F} \right);$$

式中 Q ——总载荷;

Q_1 ——第一排铆钉承受的载荷;

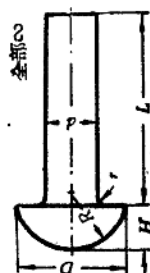
Q_2 ——第二排铆钉承受的载荷;

F ——全部铆钉截面面积的总和;

F_1 ——第一排铆钉截面面积的总和。

铆钉的标准

表5-10 强固结合用半圆头铆钉 (按 GB107-58)



直径6毫米、长18毫米的强固结合用半圆头铆钉标记示例:
铆钉 6 × 18 GB 107-58

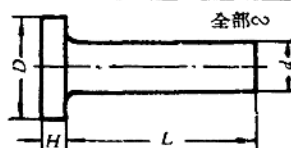
尺寸单位: 毫米

d	3.0±0.1	(3.6) ^{+0.2} _{-0.1}	4.0 ^{+0.2} _{-0.1}	5.0 ^{+0.2} _{-0.1}	6.0 ^{+0.2} _{-0.1}	7.0 ^{+0.3} _{-0.2}	8.0 ^{+0.3} _{-0.2}	10.0 ^{+0.3} _{-0.2}	(11.5) ^{+0.4} _{-0.2}	13.0 ^{+0.4} _{-0.2}	16.0 ^{+0.4} _{-0.2}	19.0 ^{+0.4} _{-0.3}
D	5.3±0.3	6.3±0.5	7.1±0.5	8.8±0.5	11.0±0.8	12.8±0.8	14.0±0.8	16.0±0.8	19.0±1.0	21.0±1.0	25.0±1.0	30.0±1.0
H	1.8±0.3	2.1±0.3	2.4±0.3	3.0±0.3	3.6±0.4	4.2±0.4	4.8±0.4	6.0±0.4	7.0±0.5	8.0±0.5	9.5±0.5	11.0±0.8
R ≈	2.9	3.4	3.8	4.7	6.0	7.0	7.5	9.0	10.0	11.0	13.0	16.0
L	允差	每1000个铆钉的净重 (公斤)										
6	0.5127											
8	0.6237	0.938	1.219	2.059								
10	0.7347	1.094	1.416	2.367	3.753							
12	0.8457	1.254	1.613	2.675	4.197							
14	0.9567	1.414	1.810	2.983	4.641	6.653						
16	1.068	1.573	2.007	3.291	5.085	7.257	9.673	15.49				
18	1.179	1.732	2.205	3.599	5.529	7.861	10.46	16.73				
20	1.290	1.892	2.402	3.907	5.973	8.465	11.25	17.96	25.49			
22		2.052	2.599	4.215	6.417	9.069	12.04	19.19	27.12	35.90		
24		2.212	2.796	4.523	6.861	9.673	12.83	20.43	28.75	37.98		

[illegible]

注：括号内的尺寸可能不采用。

表5-11 强固结合用平头铆钉 (按GB109-58)



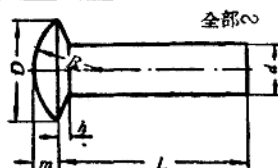
直径6毫米、长12毫米的强固结合用平头铆钉标示示例:

铆钉 6×12 GB 109-58

尺寸单位: 毫米

d	2.5±0.1	3.0±0.1	3.6 ^{+0.2} _{-0.1}	4.0 ^{+0.2} _{-0.1}	5.0 ^{+0.2} _{-0.1}	6.0 ^{+0.2} _{-0.1}
D	5.2±0.4	6.0±0.4	7.0±0.6	8.0±0.6	10.0±0.6	12.0±0.8
H	1.2±0.3	1.4±0.3	1.6±0.3	1.8±0.3	2±0.3	2.4±0.3
L	允差					
7	每1000个铆钉的约重 (公斤)					
8	0.4719					
9		0.7550		1.4990		
10			1.2020	1.6960		
11					2.9260	
12						4.7940
14						5.2300
16				2.2900		

表5-12 强固结合用半沉头铆钉 (按GB110-58)



直径6毫米、长18毫米的强固结合用半沉头铆钉标示示例:

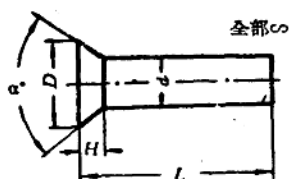
铆钉 6×18 GB 110-58

尺寸单位: 毫米

d	2.0±0.1	2.5±0.1	3.0±0.1	3.6 ^{+0.2} _{-0.1}	4.0 ^{+0.2} _{-0.1}	5.0 ^{+0.2} _{-0.1}	6.0 ^{+0.2} _{-0.1}	7.0 ^{+0.2} _{-0.1}
D	4.5±0.4	5.8±0.4	6.4±0.5	7.4±0.5	8.2±0.5	10.2±0.6	12.0±0.6	14.0±0.6
h	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	
m	0.7	0.9	1.0	1.1	1.4	1.7	2.0	
R≈	4.2	5.4	6.0	7.0	8.0	10.0	12.0	14.0
L	每1000个铆钉的约重 (公斤)							
4	0.1613							
5								
6	0.2107	0.3627						
7			0.5570					
8		0.4461		0.8875				
9			0.6680		1.219			
10				1.049		2.194		
12					1.514	2.502		5.348
14						2.810	4.178	
16						3.118		6.556
18							5.066	
20								7.764
22							5.954	
24								8.972
26	1.5						6.842	
28	-0.5							10.18

注: 对于沉头角, 本标准不作规定。

表5-13 强固及密固结合用沉头铆钉 (按 GB115-58)



直径6毫米,长18毫米的强固及密固结合用沉头铆钉标示示例:

铆钉 6×18 GB 115-58

尺寸单位: 毫米

d	3.0 $\pm$ 0.1	(3.6) $\pm$ 0.2	4.0 $\pm$ 0.2	5.0 $\pm$ 0.2	6.0 $\pm$ 0.2	7.0 $\pm$ 0.3	8.0 $\pm$ 0.3	10.0 $\pm$ 0.3	(11.5) $\pm$ 0.4	13.0 $\pm$ 0.4	16.0 $\pm$ 0.4
H	1.5 $\pm$ 0.3	1.8 $\pm$ 0.3	2.0 $\pm$ 0.3	2.5 $\pm$ 0.3	2.6 $\pm$ 0.3	2.8 $\pm$ 0.3	3.2 $\pm$ 0.4	4.0 $\pm$ 0.4	4.6 $\pm$ 0.4	5.0 $\pm$ 0.4	7.5 $\pm$ 0.5
α	90° $\pm$ 3°							75° $\pm$ 3°		60° $\pm$ 3°	
D	6.0	7.1	8.0	10.0	11.2	12.6	14.4	16.0	18.5	20.5	24.5

L	允差	每 1000 个铆钉的约重 (公斤)									
8	+1.0 -0.5	0.5548									
10		0.6557	0.9767	1.249							
12		0.7768	1.135	1.445	2.262						
14		0.8877	1.295	1.643	2.670	3.752					
16		0.9988	1.456	1.840	2.978	4.196	5.688				
18		1.110	1.616	2.037	3.286	4.640	6.292	8.275			
20		1.221	1.775	2.234	3.594	5.084	6.896	9.065	14.11		
22			1.934	2.431	3.902	5.528	7.500	9.855	15.35		
24			2.095	2.628	4.210	5.972	8.104	10.65	16.58	22.30	
26				2.825	4.518	6.416	8.708	11.44	17.81	23.93	30.67
28	+1.5 -0.5			3.022	4.826	6.860	9.312	12.23	19.05	25.56	32.75
30					5.134	7.304	9.916	13.02	20.28	27.19	34.84
32					5.442	7.748	10.52	13.81	21.52	28.82	36.92
35					5.904	8.814	11.43	14.99	23.37	31.27	40.05
38						9.080	12.33	16.18	25.22	33.71	43.17
40						9.524	12.94	16.97	26.45	35.34	45.26
42						9.968	13.54	17.76	27.69	35.97	47.34
45							14.45	18.94	29.54	39.42	50.47
48							15.35	20.13	31.39	41.86	53.59
50							15.96	20.92	32.62	43.49	55.68
52	+2.0 -1.0							21.71	33.86	45.12	57.76
55								22.89	35.71	47.57	60.89
58								24.08	37.56	50.01	64.01
60								24.87	38.79	51.64	66.10
65									41.88	55.72	71.31
70									44.96	59.79	76.52
75									48.05	63.87	81.73
80											86.94
85											92.15
90											97.36
95											102.6
100											107.8

注: 括号内的尺寸尽可能不采用。