

高等農業学校二年制專修科

机 械 零 件

(試用本)

农业机械化專業适用

河南省农林厅教材編輯委员会編

河南人民出版社

15.75
8.9

高等农业学校二年制专修科

机械零件

(试用本)

农业机械化学专业适用

河南省农林厅教材编辑委员会编

*

河南人民出版社出版(郑州市行政区经五路)

河南省书刊出版业营业许可证出字第1号

地址: 国营郑州印刷厂印刷 河南省新华书店发行

*

预总书号: 1371

850×1168 1/32·5 $\frac{1}{4}$ 印张·84,000字

1959年2月第1版 1959年3月第2次印刷

印数: 1,587—4,167册

统一书号: K 7105.176

定价: (10)0.65元

前 言

在党的建設社会主义总路綫的光輝照耀下，我省早已出現了工农业生产为中心的全面大跃进的新形势和已經掀起群众性的技术革命和文化革命的高潮，各地均先后开办了农业大学、中等农业技术学校、初級农校以及“紅专”学校。为适应这一新的革命形势的需要，我省农业教育工作必須从教学計划、教学大綱、教学内容、教学組織、教学方法等各方面进行根本的改革。才能保証貫徹实现党的“鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义的总路綫”，实现勤工俭学、勤俭办学、教育与生产相結合的教育方針，培养出又“紅”又“专”的技术队伍。

为此，我們于今年三月中旬組織了农业技术学校、农林干校的126名教职員分为14个专业小組到71个县（市）178个农业生产合作社，1307个生产单位进行了参观和調查研究工作，总結出340个先进生产經驗和高額丰产典型，收集了3193种参考資料。現已編写出十六种专业教学計划、155种教学大綱和教科書，陸續出版，供各地教学試用。由于我們水平不高，時間短，和有关方面研究的不够，难免有不妥之处。望各地在試用中多多提出意見，并可随着农业生产发展的需要加以修改。

河南省农林厅教材編輯委员会

1958年8月26日

目 录

第三部分 机械零件

引言

第一章：铆接和焊接	3
第一节：铆接合	3
第二节：焊接合	13
第二章：螺纹联结	19
第一节：螺旋副上力的关系	19
第二节：螺钉联结的计算	24
第三章：键、多槽的联结	38
第一节：各种键的构造型式	38
第二节：多槽联结	43
第四章：皮带传动	46
第一节：概说	46
第二节：皮带传动的理论基础	50
第三节：根据滑动曲线计算皮带	55
第四节：皮带长度及中心距的计算	62
第五节：皮带的滑动、摩擦与效率	64
第六节：皮带的维护	65
第七节：皮带轮	70
第八节：张紧装置及应用	72
第九节：三角皮带及带轮	73
第五章：链的传动	79
第一节：概说	79
第二节：链的传动计算	85
第三节：链的维护与使用	90
第六章：齿轮传动	94
第一节：一般概念	94

第二节: 齿輪齿弯曲强度的計算.....	96
第三节: 接触强度的計算.....	107
第七章: 蜗輪传动.....	111
第一节: 概說.....	111
第二节: 蜗輪、蜗杆的計算.....	111
第八章: 轉軸及心軸.....	122
第一节: 心軸的計算.....	122
第二节: 轉軸計算.....	123
第三节: 轉軸的临界速度及避免共振产生的方法.....	127
第九章: 端軸頸、中軸頸、止推軸頸.....	128
第一节: 端軸頸、中軸頸的构造与功用.....	128
第二节: 端軸頸表面压力分布情况.....	129
第三节: 端軸頸的計算.....	131
第十章: 滑动軸承.....	136
第一节: 构造及应用.....	136
第二节: 軸承衬的材料及保証液体潤滑的条件.....	137
第三节: 軸承油槽的合理分布与軸承的冷却方法.....	138
第四节: 座和蓋的計算.....	139
第十一章: 滚动軸承.....	150
第一节: 滚动軸承的应用及对农具改革的意义.....	150
第二节: 滚动軸承的类型与其适用范围.....	151
第三节: 滚动軸承的选择.....	152
第四节: 滚动軸承的按装.....	155
第十二章: 联軸器.....	156
第一节: 联軸器的分类.....	156
第二节: 主要联軸器的应用和計算.....	156

引 言

机械零件就是在各种不同的机器中所遇到的这些机器的部分，也就是組成各种不同的机器的各最基本的部份。根据农业机械化专业的特点，本課程的内容主要是研究各种不同用途的农业机器中常遇到的主要零件的构造、工作情况及其基本的計算与設計方法，并决定其尺寸。所研究的对象为联结机件——鉚、焊、螺釘、鍵、联轴器等。及传动机件——鍵、皮带、齒輪、軸等。

“机械零件”成为一門独立的科学或教学科目，还是很年青的。

在十九世紀八十年代由于机器制造业的发展，它才开始明显的（从内容与綱要方面）从一門“机械构造学”的总的課程里分出来。到一九〇〇年才完全分离出来。在此以前机械零件的計算与設計問題系列入“实用力学”及“机械制造”等課程中。

我国古代对机器零件发明与应用是很多的。例如利用齒輪的自动記里鼓車、指南車、自行車、利用差动齒輪原理的起動轆轤。但由于封建与帝国主义，官僚資本主义的統治，使力学与其他科学一样，变成了少数人的活动，而停止不前；超过西方的水平而变成了落后。解放以来，由于党的领导，力学在实现我国工业化的伟大事业中，得到了蓬勃的发展与广泛的应用。如50年制造了拖拉机，51年制造了无軌電車、汽車、大型万能和工具两用磨床。52年制造了馬拉农具、大型发电机、高速印报数轉机、機車、裁煤机。53年制造了自动軌道檢驗車、巨型中波发射机、立达式梳棉机、精紡机、并条机、粗紡机……等。目前我国正处在伟大的技术革命的时代。在农业技术革命中正在开展轟轟烈烈的农具改革运动，正在逐步实现农业机械化。全国人民都在以冲天的革命干劲英雄的气魄研究制造和改革各种农业机器。因此，我們农业机务工作者应该認真的学好“机械零件”課程，以便更好地掌握和使用农业机器，并根据农业生产的要求进行部份农具的創制和改装。这对于实现我国农业机械化有着重大的意义。

本課程是农业机械化专业中工程力学最后的部份。它的主要任务就是：如何节省原材料提高效率，如何保証零件强度与安全而經濟

耐久的进行选用零件。并給修理課的零件选配、机械加工及农机改装的簡單設計奠定基础。

在設計零件的計算中，合理的选择应力是很重要的。因为許用应力是由强度极限或屈服极限与安全因数之比确定的，若許用应力选的过大，不但制出的零件笨重、使用不方便，而且浪费材料，影响了材料的合理分配。若許用应力选的过小，在工作中就会造成机件的损坏，引起事故，影响工作的进行，降低了生产量。所以过大过小都不符合多快好省的精神，因之应慎重細致的处理。

第一章 铆接和焊接

第一节 铆接合

一、铆缝的型式：在一般情况下，铆联结即是用铆钉来联结金属板或各种型钢的。这些铆钉和构造物的被联结部份共同构成了铆接缝。

依照铆缝的功用，可将其分为：

1. 强固接缝：适用于基本要求只是强度的那些构造物的联结（桥梁、吊车等桁架的接缝）。
2. 强密接缝：适用于具有高大内压力的设备（锅驼机的锅爐，压缩空气蓄储器等）。
3. 紧密接缝：适用于要求紧密性而作用力是比较低的构成物的（液槽）。

二、铆钉的分类、规范、材料和应用：

铆钉共可分为两类：

1. 实心铆钉：适用于强固与强密接缝中。

（一）半圆头铆钉：（图1）

半圆头的直径 D 应做成 $1.7d$ ，半圆头的高 h 应做成 $0.6d$

（二）埋头铆钉：用于突出在外边的铆钉头有妨碍处，埋头锥角 α

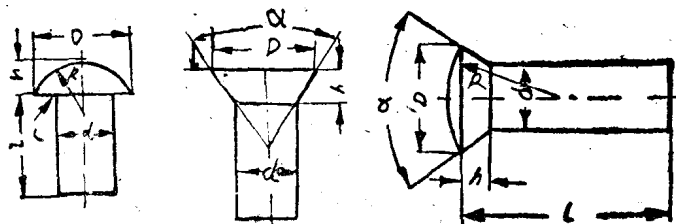


图1

应在 75° 到 60° 的范围内选取,其高度应做成 $0.4d$,直径 D 应为 $1.6d \sim 1.8d$ 。

(三)半埋头铆钉,其直径 D 应在 $2d \sim 2.1d$ 范围内选取, $h = 0.27d$, $n = 0.4 \sim 0.5d$

按照CCT标准,铆钉长度 L 与其直径 d 有关,其最大长度应为 $2d$ 到 $7d$ 。铆上以后两铆钉头相距不应超过 $5d$ 。

一般情况铆钉的长度必须比它铆接件的总厚度长 x 值,以做成第二个铆牢的钉头之需,

$$x = (1.3 \sim 1.7)d$$

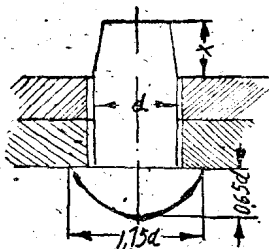


图2

铆钉可用钢、铜、黄铜、铝或其他金属制成,铆钉材料首先要求应有塑性,以便获得良好的铆接,另外还应该考虑铆接材料的物理性质和工艺性质,必须尽量使铆钉和铆接零件的线膨胀系数相同,否则将有损于接缝的品质,尤其是盛腐蚀性液体的接合件。

2. 空心铆钉: 应用于精密机械制造中,而在轻或中型联结中亦有用的。

(一)不带凸缘的空心铆钉: 用于不承受很大外力的联结,(纤维质,胶质板的联结)。

(二)带有凸缘的空心铆钉: 用于金属零件强力的联结。

(三)卷缘空心铆钉: 用于弹性材料零件(皮革或织物如拖拉机离合器片制动摩擦片……)

空心铆钉可用钢、铜及其他金属制成,在不重要的场合下,可用有缝管或无缝管制成,在重要的场合下则需车制。

三、铆合的分类和铆接的工艺:

1. 分类: 制造铆头的过程叫铆合,铆合分为两种:一种是热铆,在制造铆成头之前,先将铆钉加热到橙黄色,即 $1000 \sim 1100^\circ\text{C}$,然后进行铆合,这种方法一般适用于钢料铆钉。另一种是冷铆,制造成头时,并不将铆钉加热,若钢铆钉直径大于 21mm 时,则只能应用热铆。

2. 铆接的工艺:

在按装铆钉的地方应预先为铆钉准备铆孔, 钉孔可以冲成亦可以钻成, 在第一种情况下, 每一个被铆接的零件上做出冲孔中心的记号, 然后用锤在冲模(图3) a 上锤击, 或利用冲床的冲压在每一个零件上冲出或压出钉孔; 这种方法的缺点, 是使被冲过的材料变坏, 在冲孔附近的材料变为较脆, 且钉孔的底部较大并有毛卷。当操作不准确时, 被铆接零件内的钉孔就不可能得到准确的重合。用钻孔的方法则可以得到光洁而精确的圆柱形钉孔, 材料的品质亦不变坏, 且两个被铆接的零件在多数情况下可以同时钻孔, 从而保证了铆孔准确的重合。但钻孔的操作慢而且贵, 所以有时采用联合法, 即是先冲出直径较要求略小的钉孔, 然后再钻大到需要的尺寸。再将铆接零件的接触面用砂轮或其他工具加工, 直到现出金属色泽为止, 同时在铆合时, 应预先用螺钉把联结零件系紧, 以防其接触不好或错动。

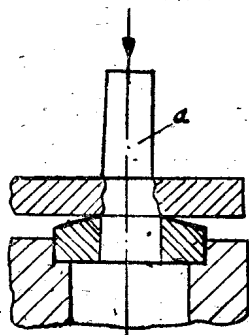


图3

在热铆时, 将烧热到橙黄色的铆钉, 插入钉孔内, 将一撑杆放在钉头的下边, 杆的一端有与钉头相符合的凹洼, 杆的另一端靠住在重铁板或铁墩上(图4), 用锤打击铆钉的另一端, 钉杆下沉并挤满钉孔, 初步草率的锤成的铆钉头, 再经过铆型加工后, 则得球面形的式样。

上述之工艺系是手工铆法, 也可以用机械铆法, 由于机械铆法

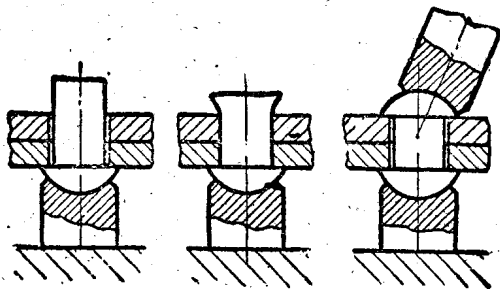


图4

使釘杆全部变形,而用手工錡法則形变只发生在釘杆露出的端处,因此机械錡法质量較好。

热錡时,錡釘必須在溫度降到 $500 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 以前錡合完毕;因为在 $350 \sim 450^{\circ}\text{C}$ 时錡釘便失去了塑性,同时在錡合时不应该按照次序,一个一个的錡結,否則就会产生錡釘孔偏移的現象,而且金属将由于局部高热而拱弯。故应实行跳跃式分离开的錡合法,为了加强鋸与鋸間的压力,采取歛縫的方法,即是将鋸边已成 75° 斜边的面上,沿着鋸边三分之一的高度处,用錘击成半圓形的槽,但厚度不够 $4 \sim 5\text{mm}$ 的金属鋸因会发生象弹簧那样弯曲讓开的現象,故不能采用此法,

四、錡合后质量的检查:



图5

錡接时,由于工艺技术不良而出現許多缺陷,凡錡成的机件中有下述現象者,皆属于不合质量要求之列:(图6)錡釘头不能完全紧貼(图6a);錡釘头偏于一側(图6

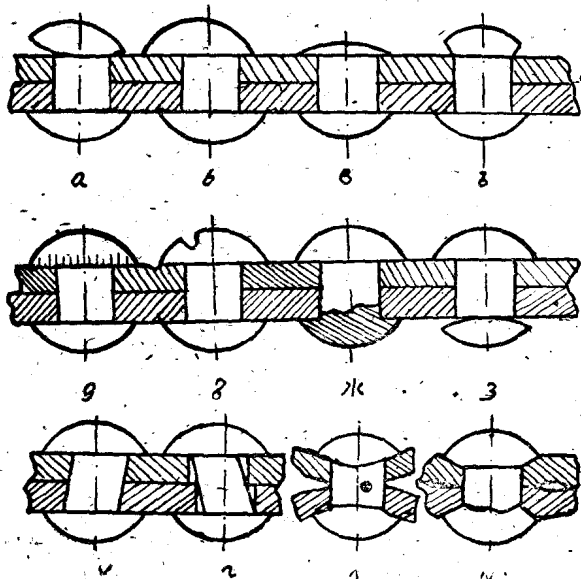


图6

6); 鉚釘頭太小(圖 6 Б); 由于杆身太短而壓縮不完全的鉚釘頭(圖 6 Г); 由于過熱而材料不好撕裂的鉚釘頭(圖 6 Д); 鉚釘頭上或鉚釘附近產生裂痕(圖 6 е); 單形的預制頭(圖 6 Ж); 在磨損的沖模中制成的不能完全緊貼的預制頭(圖 6 з); 鉚斜的鉚釘;(圖 6 И); 鉚孔錯開(圖 6 К); 由于作用於鉚釘頭上的壓力太大,而使鉚釘頭壓入,唇邊拱彎(圖 6 Л, М);

五、鉚釘在縫中工作情況:

熱裝的鉚釘要受到很大的拉應力,這樣的應力可以達到甚致於要超過材料的屈服限。如果我們假設被鉚釘拉緊的金屬板不發生變形,則用熱鉚法制成的鉚釘中的拉應力可由下式決定

$$\sigma_p = \alpha(t_1 - t_2)E = \alpha \Delta t E \dots\dots\dots (1)$$

如果我們取 $E = 2 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$, $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$ (對於鋼)

$\Delta t = 100^\circ\text{C}$ 時則:

$$\sigma_p = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 100 = 2400 \text{ kg/cm}^2.$$

Δt —鉚釘和板的溫度差。

E —材料的彈性模數。

α —鉚釘材料的線膨脹系數。

這就大約等於低炭鋼的屈服限,而鉚釘通常便是用這種鋼制成的。但在鉚合時,當鉚釘的溫度降到 $500 \sim 600^\circ\text{C}$ 時,便撤除壓力。被壓力機壓縮的金屬板在壓力撤除後,便要張開而拉長鉚釘。這就是為什麼在熱鉚時要發生很大的拉力以及由於鉚釘被這種拉力拉長,而常常會達到形成收縮頸的程度,有時甚致要被拉斷,當鉚接板厚度大於 $(4.5 \sim 5)d$ 時,其所發生的拉力更大,這是由於金屬板本身質量很大,金屬板受鉚釘加热的程度較低所致。

鉚釘中的拉力,拉緊金屬板,在板 and 板之間引起很大的摩擦力,這種摩擦力常常足夠與作用在接縫上的外載荷取得平衡。在這種情況下,當鉚釘受橫向力 P 作用時(圖 7)。好似似受着剪力,而實際上却

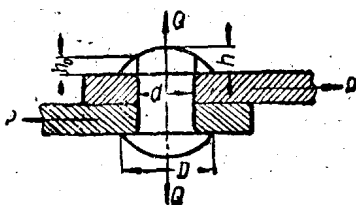


圖 7

是受着张力。

如果已知作用在铆钉上的外载荷 P , 则为压紧板所需要的铆钉的轴向载荷 Q , 可由下式决定。

$$Qf = P$$

式中 f = 摩擦系数

$$\text{由此可得 } Q = \frac{P}{f}$$

— 这个力 Q 对铆钉的作用是拉长铆钉杆, 压碎颈项平面, 将铆钉头由杆上剪掉下来, 所以依此力即可计算铆钉的尺寸(图7)

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \times R_s \quad R_s = \text{许用拉应力}$$

$$= \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) R'_d \quad R'_d = \text{许用压碎应力}$$

根据铆钉杆的拉力与铆钉头压碎的强度相等的条件, 则得:

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} \times R_s = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) R'_d \dots \dots \dots (2)$$

再假设 $R'_d = (\sim 1.5) R_s$.

即得: 取 $R'_d = R_s$ 则 $D \approx 1.41d$.

取 $R'_d = 1.5R_s$ 则 $D \approx 1.28d$.

故 $D = (1.41 \sim 1.28)d$ 已符应用了。

但在 OCT 中为了考虑安全起见, 所规定尺寸较上式所算之值为大。

根据铆钉杆拉力强度与铆钉头的剪力强度相等条件求 h 。

R_s = 铆钉材料的许用剪应力

$$\frac{\pi}{4} d^2 R_s = \pi \cdot dh_0 \cdot R_s \dots \dots \dots (3)$$

如果取 $R_s \approx R_s \times 0.8$ 便得 $h_0 = 0.31d$, $h = 0.35d$ 。

如果取 $R_s = R_s$ 便得 $h_0 \approx 0.25d$, $h = 0.30d$ 。

实际上该数值亦比理论数为大, 所以热铆时而外负荷可以由摩擦力支持, 则铆钉所担负的只是轴向拉力 Q , 在静负荷下, 如果是优良的热铆, 则其强大的摩擦力, 是可担负外界载荷的。

若冷铆时，则铆钉所受的力是剪力。不过从另一方面来说，这时也不能认为纯铆钉受剪力，因为摩擦还起着一定的作用，这就减轻铆钉的抗剪负荷，但在强固接缝中，摩擦力是略而不计的，作用在铆钉上的力只引起剪切变形，则：

$$P \approx \frac{\pi d^2}{4} R_s \dots\dots\dots (4)$$

由此我们可以决定铆钉的直径 d ，在这里铆钉的许用剪应力 R_s 可以比平常的条件取得较高些，常用 $R_s \approx R_t$ 。

试验证明，在铆钉抗剪强度限 σ'_s 和金属的抗拉强度限 σ_B 之间的关系：

$$\sigma'_s = (0.85 - 1.12) \sigma_B$$

平均的说 $\sigma'_s = \sigma_B$

这充分说明了，在强固铆接的计算中通常允许应用 $R_s = R_t$ 的关系是正确的。

六、强固接缝的计算：

这里所提铆钉受力的计算系采取简化的方法，为了计算方便只确定其承受剪力由此产生的误差，在许用应力中可以得到抵消。

通常是先拟定接缝的简图和铆钉的数目，然后根据总的外负荷，来计算每个铆钉上的负荷，最后再根据这个负荷的大小决定铆钉的尺寸（直径）。

例如，要设计一个单排搭接缝（图8）的各项尺寸，其接缝所担负的力为 P ，这种接缝的损坏，有下列几种情形：1. 所有的铆钉被剪断，2. 沿着两个铆钉之间的缝被拉断，3. 若自铆钉至钣边的距离 e 不够大，则铆钉沿着钣边上的 ab 和 cd 两平面把钣撕毁，4. 最后在铆钉杆和钣之间可能发生压碎，如

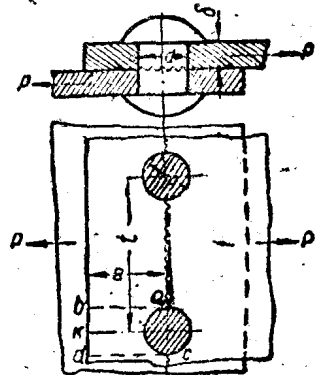


图 8

果接縫全長上的鉚釘數目為 i ，在此長度上作用力為 P ，則作用在一個鉚釘上的載荷或作用在寬度等於距釘 t 上的載荷，可按下式求出：

$$P_i = \frac{P}{i}$$

根據圖 8 則寫出下列四個公式

(一) 根據鉚釘的抗剪力得：

$$P_i = \frac{\pi \cdot d^2}{4} R_s \dots\dots\dots (5)$$

(二) 根據兩個鉚釘之間的抗拉力得：

$$P_i = (t-d)\delta R'_s \dots\dots\dots (6)$$

δ = 鈹的厚度

t = 釘距或幅寬

d = 鉚釘直徑

(三) 計算鈹邊撕毀時，假設杆身與鉚釘孔只在一小段圓弧接觸，因之撕剪的長度約為：

$$(e - \frac{d}{2})$$

$$P_i = 2(e - \frac{d}{2})\delta R_s \dots\dots\dots (7)$$

e = 鉚釘中綫至鈹邊的距離， R_s = 板的材料許用剪應力，

(四) 根據鈹與鉚釘接觸面的壓碎得

$$P_i = d\delta R'_d \dots\dots\dots (8)$$

R'_d = 壓碎許用應力

同第 1、4 兩個強度方程式的右端相等，便得鉚釘的抗剪強度和壓碎強度相等的條件：

由此得： $\frac{\pi d^3}{4} \times R_s = d\delta R'_d$

$$d = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{R'_d}{R_s} \delta \dots\dots\dots (9)$$

根據搭接縫的試驗 $\frac{R'_d}{R_s} \approx 1.4 \sim 1.7$

将此数值代入方程式(9)中便得

$$d = (1.8 \sim 2.2) \delta \dots\dots\dots (10)$$

故一切搭接的鉚釘接縫,在实用上采用 $d \approx 2\delta$ 。

令第1、2两个强度方程式的右端相等,即利用鉚釘的抗剪强度与鈑的抗拉强度相等的条件,便能以 d 来表示釘距 t ; 即:

$$\frac{\pi d^2}{4} R_s = (t-d) \delta R_s \dots\dots\dots (11)$$

由此可得:

$$t = \left(\frac{\pi}{4} \cdot \frac{R_s d}{R_s \delta} + 1 \right) d$$

如果取 $R_s = R_s$ $d = 2\delta$ 則釘距的理論数值为:

$$t = 2.57d \dots\dots\dots (12)$$

实际上这种接縫的釘距通常采用

$$t = 3d$$

同样的,根据鉚釘的抗剪强度和鈑边的撕毀强度相等的条件得:

$$\frac{\pi d^2}{4} R_s = 2 \left(e - \frac{d}{2} \right) \delta \cdot R'_s$$

由此可得:

$$e = \frac{1}{2} \left(\frac{\pi}{4} \cdot \frac{d R_s}{\delta R'_s} + 1 \right) d \dots\dots\dots (13)$$

如果取 $R'_s = 0.8 R_s$ 及 $d = 2\delta$ 便可得 e 的理論数值为 $e = 1.48d$ 。

在实用上鑽成孔采用 $e \geq 1.5d$; 冲成孔采用 $e \geq 2d$

为了估价接縫的品质,我們引入一个新的概念。即强度系数 φ ; 这就是鈑被鉚釘孔所削弱后的强度与完整鈑的强度的比值。

强度系数表示以下:

$$\varphi = \frac{(t-d) \delta R_s}{t \delta R_s} = \frac{t-d}{t} \dots\dots\dots (14)$$

在上述单排接縫的例子中,当 $t = 3d$ 时,这个系数的理論数值为:

$$\varphi = \frac{3d-d}{3d} \approx 0.67 \dots\dots\dots (15)$$

这样,当钉距 $t=3d$ 时,则钣被铆钉削弱部份的强度为钣的完整部份的强度的67%;所以单排搭缝的钣要被铆钉孔削弱33%。

在单排搭接强密的接缝中,有时为了顾全紧密的条件,不得不把钉距缩短,甚致达到 $t=2d$ 。这时接缝的强度系数 φ ,约降到55~60%。故可采取双排或多排接缝。(图9)。

在双排搭接缝中其下列数据是不变的,其值与排数无关

$$d=2\delta \quad e=(1.5\sim 2)d$$

以单排接缝之理,其计算用式如下:

$$2 \frac{\pi d^2}{4} \times R_s = (t-d)\varphi R_s$$

由此可得:

$$t = \left(\frac{2\pi}{4} \times \frac{R_s d}{R_s \delta} + 1 \right) d \dots\dots\dots (16)$$

将 $R_s = R_s$ 和 $d=2\delta$ 的关系带入便得:

$$t \approx 4d$$

接缝的强度系数:

$$\varphi = \frac{4d-d}{4d} = 0.75 = 75\%.$$

这充分证明了,由单排接缝改成双排接缝时, t 由 $t=3d$ 增到 $t=4d$,而强度系数 $\varphi=67\%$ 增高到 $\varphi=75\%$,提高了8%,若继续增加排数,则 t 虽继续增大,强度系数亦增大,但到一定限度则增大的就不显著了。

排与排之间的距离可由下式决定

$$2(e - \frac{d}{2})\delta R'_s = 2(e_1 - d)\delta R'_s$$

由此可得

$$e_1 = e + \frac{d}{2} \approx (2\sim 2.5)d \dots\dots\dots (17)$$

实际上采用 $e_1 = 0.8t$ 。

e_1 = 排与排之间距。