

66896



飛機製造上的 鉚接工作和鉚接設備

格利高爾也夫著

李兆麟、張惠民、賀聯奎、鄭際睿、劉謀信譯



機械工業出版社

飛機製造上的鉚接工作和鉚接設備

格利高爾也夫著

李兆麟、張惠民、劉謀信譯
賀聯奎、鄧際睿



機械工業出版社

1953

出版者的話

製造飛機時，鉚接工作比其他工作所佔的比重最大，所以鉚接工作在飛機製造上是重要工作之一。

本書介紹蘇聯在飛機製造上各種先進的鉚接工作方法和鉚接時所用工具、設備以及各種鉚接施工過程等等。

本書的內容豐富、材料新穎、說明詳細，是航空工廠技術人員及其他航空工作人員的一本極有價值的參考書。

★本書全部稿費捐獻抗美援朝★

本書根據蘇聯 В. П. Григорьев 著 'Клепка и Клепальное Оборудование в Самолетостроении' (Обorongиз 1948 年第一版) 譯出

※

※

※

著者：格利高爾也夫

譯者：李兆麟、張惠民、賀聯奎、鄭際容、劉謀估

文字編輯：黎象武 責任校對：田佩卿

1953 年 7 月發排 1953 年 11 月初版 0,601—5,500 冊

書號 0324-0-79 31×43¹/₂₅ 214 千字 126 印刷頁 定價 14,890 元(乙)

機械工業出版社(北京匯甲廠 17 號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲 1 號)印刷

中國圖書發行公司發行

目 次

緒 論

一般原理.....	1
鉚釘的接合及其計算法.....	2

第一章 鉚釘及其製造

鉚釘的型式.....	7
鉚釘的製造.....	8
鉚釘材料.....	15
鉚釘的熱處理.....	18
鉚釘的分類.....	27

第二章 鑽孔

孔的尺碼.....	30
手提式鑽孔機.....	33
普通鑽床.....	41
特種鑽床.....	44

第三章 零件連接的準備工作

樣板對裝配的作用.....	47
裝配和鑽孔用夾具.....	48
用於裝配、鑽孔和鉚接的夾具.....	49

第四章 鉚接一般原則

鉚接方法的分類.....	53
直接鉚接法和間接鉚接法.....	54
鉚成頭的形成.....	57

第五章 錘鉚工具和設備

鉚接設備的分類.....	60
鉚接錘.....	61
空氣鉚接錘的試驗.....	76
錘鉚頂桿.....	79
錘鉚機.....	84

附件.....	90
第六章 擠壓鉚接設備	
一般原理.....	94
空氣槓桿式壓鉚機.....	96
空氣液壓式壓鉚機.....	114
空氣式壓鉚機.....	122
電動式壓鉚機.....	125
壓鉚機用的型桿和頂桿.....	128
壓鉚機技術特性的決定.....	131
第七章 埋頭鉚接	
埋頭鉚釘的類別.....	134
埋頭鉚接法.....	137
鑽孔和鉚接前的蒙皮夾緊工作.....	145
埋頭鉚釘座的形成.....	147
鉚接及其所用工具與夾具.....	158
第八章 集體鉚接	
集體鉚接使用範圍.....	168
集體鉚接的夾具.....	173
集體鉚接的設備.....	175
第九章 錘擊鉚接, 個別壓鉚與集體壓鉚的經濟指數	
空氣錘鉚接.....	181
個別壓鉚.....	182
集體鉚接.....	182
第十章 鉚接的技術規格	
鉚釘.....	185
劃綫.....	186
鑽孔.....	186
做成埋頭鉚釘座.....	187
鉚接.....	187
第十一章 鉚接的檢驗	
鉚接缺陷.....	190
提高鉚接品質的鉚接工作組織和操作法的措施.....	195

第十二章 特種鉚釘

半管形和管形鉚釘·····	198
高抗剪鉚釘·····	200

第十三章 單面鉚接

爆漲鉚釘·····	203
抽心鉚釘·····	207
什伯特(Шоберт)式鉚釘·····	209
契特(ЦИТ)式鉚釘·····	211
察吉(ЦАГИ)式鉚釘·····	213
深坑漲大鉚釘·····	214

第十四章 氣密鉚接

概論·····	215
氣密鉚接接頭的製造過程·····	219
用氣密墊製造氣密鉚接接頭的特性·····	219
氣密接頭的品質檢驗·····	224

第十五章 鉚接設備的操作

設備的維護·····	228
鉚接裝配時壓縮空氣的需要量·····	231
鑽孔·····	232
鉚接·····	233
一般工廠和車間空氣管路的漏氣量·····	235
管子和接頭的漏氣·····	235
工具本身漏氣·····	236
技術安全規則·····	237

參考書目·····	239
-----------	-----

緒 論

一 般 原 理

雖然焊接和輕金屬膠接的技術日益進步，但在連接飛機的金屬零件、接頭和組合上，直到現在，最可靠而且採用最廣的一種方法，仍然是鉚接。

製造全金屬飛機時，鉚接工作比其他工作所佔的百分比最大。

由表 1 所列數據中，明顯地可以看出，一架現代裝有中型發動機的飛機上，它的鉚釘至少有 1,000,000 個，而且鉚接工作就佔了全部工作的 40%。

由於鉚接工作，在整個飛機裝配工作中所佔的百分比最多，因此給飛機製造家提出了一個任務就是，以高度的技術、花費最少和用迅速的方法來完成鉚釘的接合。

這個任務可以用各種方法完成：將現有的鉚接工作設備加以有效的利用或改良；或自行製造一種鉚接設備；或採取一種新的、比較現代化的鉚接技術規程；或提高技術員、領班和工人，尤其是鉚接工人的技術水平。

在設計飛機上的接頭和組合時，飛機設計者必須事先注意到怎樣去利用最先進的鉚接設備和鉚接方法。換一句話說也就是，必須對接合處構造上的技術問題應予以最大的注意。

每一飛機製造者，必須計算到由於鉚接工作佔了全部工作的極大部，因此關於技術規程的改良一眼看去似乎不很重要，但實際上常常可以得到極大的經濟效果——縮短生產週期。我們可以從國內（指蘇聯）和國外飛機製造的經驗來舉幾個例子。

某工廠在 КП-204 壓鉚機上裝了型桿和頂桿以後，壓鉚機的每一行程不只是鉚一個鉚釘而是鉚兩個鉚釘。因此鉚接件的完成數量增加了

表1 各型飛機 造上的鉚釘數量和各類工作的分配

序 號	飛 機 型 式	鉚 釘 總 數	各類工作佔總工作的百分數							
			鉚 接 工	機 械 工	裝 配 工	衝 壓 工	金 工	鍛 工	木 工	其 他 總 數
1	單發動機，半金屬驅逐機	50,000~80,000	11	17.5	20	7	12.5	0.5	19.5	12 100
2	單發動機，全金屬驅逐機	100,000~150,000	35	18	17	12	10	1	1	6 100
3	雙發動機，全金屬轟炸機	175,000~250,000	37	23	13	12	8.5	0.6	0.4	5.5 100
4	四發動機，全金屬轟炸機	500,000~1,000,000	40	20	15	7	12.0	0.7	0.5	4.8 100
5	重型轟炸機“飛行堡壘”	到3,000,000	—	—	—	—	—	—	—	—

30%，在另外一家工廠裏，工人們用附有限制器的埋頭孔鑽代替了普通簡單埋頭孔鑽以後，鉚接機翼時，鉚釘的損耗減少了 $\frac{2}{3}$ ，而且勞動生產率增加了60%以上。

1942年，有些工廠因鉚釘的缺乏，而影響了飛機的生產。在工程師和技術人員面前擺着的一個問題，就是從現實的情況下找出一條出路。

大家都知道，在飛機構造上所採用的鉚釘已經達到了3,456種型式，而且缺少了其中任何的一種就會妨害生產週期，但由於飛機設計者和技術人員共同努力得到了適當的標準化，結果把飛機上的鉚釘型式減少到657種。由於鉚接工具的簡化和操作人員的減少，致使飛機的成本大為減低。

鉚釘的接合及其計算法

鉚接工作：就是利用鉚釘來連接多個零件的技術過程。這種連接，

僅當鉚釘的某部受到損壞時，鉚接件才有分離的可能。

鉚接過程（圖1）由下列操作組合而成：

（1）在鉚接件上鑽孔；

（2）如用埋頭鉚釘，先在鉚接件上形成埋頭鉚釘

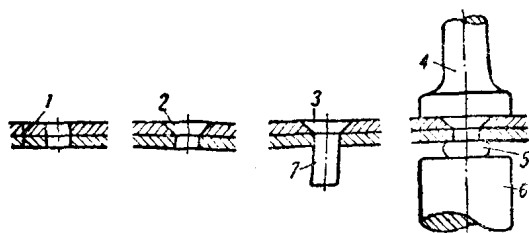


圖1 鉚接過程

1—鉚接件；2—埋頭鉚釘座；3—鉚釘頭；4—型棒，
5—鉚成頭；6—頂棒；7—鉚釘棒。

座；

(3) 將鉚釘放入孔內；

(4) 形成鉚釘的鉚成頭，這是鉚接工作的主要部分。

由於鉚接件在接合時安置的不同，可以分為‘搭接’、‘對接’和‘縱條接合’三種方法。

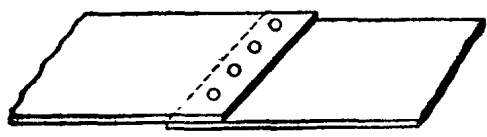


圖2 搭接

當接合結構構件（薄板或型條）時採用‘搭接’法。所謂‘搭接’（圖2），就是一鉚接件放在另一鉚接件上面的

方法。現代飛機構造上常採用這種鉚接法。例如鉚接構架各構件和高空飛機上的氣密艙底部等。

當結構構件，如薄板或型條，用單墊板或雙墊板接合時，多採用‘對接’法。（圖3）

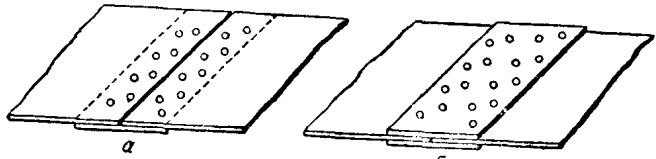


圖3 對接

a—單墊板；b—雙墊板。

單墊板對接法，在飛機製造上常見於個別接合中。構架的個別構件，如縱條、隔框和大樑的接合，常用單墊板對接法。尤其在用埋頭鉚釘將機翼蒙皮、機身和其他飛機上的組合鉚接到構架上時，多採用單墊板對接法。這種接合法是保證合於現代空氣動力學上需要的最好的方法。

將蒙皮放在縱條、隔框和翼肋上接合時，採用縱條接合法（圖4）。此法在飛機製造上採用頗廣，主要的是用埋頭鉚釘鉚接。

在每個鉚釘接合處，其排列可成一行或多行，因此有單行

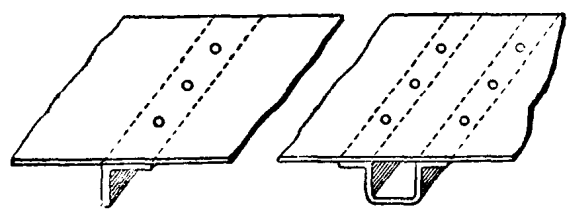


圖4 縱條接合

和雙行接合等等。

多行鉚釘接合時，鉚釘的排列可以彼此平行，或參差成棋盤狀。

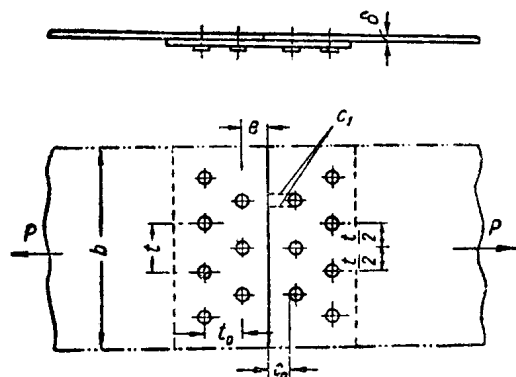


圖5 雙行鉚釘接合上鉚釘的排列
 t —節距； t_0 —垂直方向節距； C_1 —薄板邊緣到鉚釘中心的距離； $C_1 = C_0 + \frac{a}{2}$ 。

鉚釘接合處，受剪力擠壓力和拉力的作用。

鉚釘桿和鉚接件上（薄板或零件）沿截面 C_1 （圖5）受剪力的作用。

在鉚釘孔附近，薄板受到擠壓力。

鑽過鉚釘孔的地方截面最小。鉚接的薄板或零件受拉力的破壞作用。

鉚接時，因鉚接件多少的不同，鉚釘桿可以在一處、兩處或多處被切斷，因此又可把鉚釘接合分為單剪、雙剪、三剪等（圖6）。

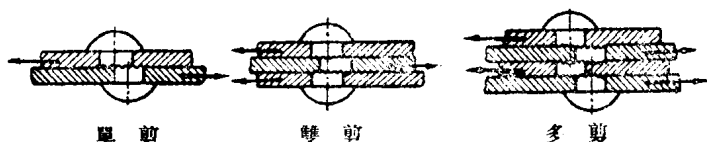


圖6 按鉚釘桿受剪面數目的鉚縫分類

單剪鉚釘接合時，鉚釘所受的剪力可用下列公式計算：

$$\frac{P}{n} \leq \frac{\pi d^2}{4} \tau_s$$

式中 P ——作用力（公斤）；

τ_s ——鉚釘剪應力（ τ_s 意義見表3和表4中說明），（公斤/公厘²）；

n ——鉚釘數量；

d ——鉚釘直徑，（公厘）；

同樣，雙剪鉚釘接合時，鉚釘所受剪力可用下列公式計算。

$$\frac{P}{n_c} \leq \frac{\pi d^2}{2} \tau_s$$

在這種情形下， n_c 是受剪切的鉚釘數量。

由上列公式可知鉚釘強度與其直徑平方成正比，即鉚釘桿直徑增大兩倍，鉚釘強度增大四倍。

雙剪鉚釘接合時，每個鉚釘所受的剪力，較在單剪時大兩倍。

在計算薄板沿 C_1 (見圖 5) 所受剪力時，可利用下列公式：

$$P = 2\delta \cdot n \cdot C_0 \cdot \tau_x,$$

式中 τ_x ——薄板的剪應力；

C_0 ——薄板邊緣到鉚釘孔的距離。

$2 \cdot C_0 \cdot \delta$ 的乘積是薄板在每個鉚釘附近接受剪力的截面面積。由上列公式可知：當薄板厚度增加，薄板的抗剪力也隨着增加，故在用厚板時， C_0 可略去不計。但在實際上，如果 C_0 的數值小，則在鉚接過程中，薄板邊緣常會開裂。但鉚接時，如將鉚釘頭放在 C_0 較小的薄板一邊，則這種現象可以部分地或全部地消除。

普通在計算薄板受剪力時，應使 C_0 最小等於 $(1.5 \sim 2) d$ 。

在計算薄板受擠壓力時，利用下列公式：

$$P = n \cdot d \cdot \delta \cdot \sigma_{cm}$$

式中 σ_{cm} ——在鉚釘孔中的擠壓應力。

由 $\Delta 17T$, $\Delta 16T$, $\Delta 6T$ 鋁合金厚度為 $0.3 \sim 1.0$ 公厘材料製成的薄板

$$\sigma_{cm} = 60 \text{ 公斤/公厘}^2;$$

由 $\Delta 17T$ 材料厚 $1.2 \sim 5.0$ 公厘製成的薄板

$$\sigma_{cm} = 70 \text{ 公斤/公厘}^2;$$

由 $\Delta 16T$ 和 $\Delta 6T$ 材料厚 $1.2 \sim 5.0$ 公厘製成的薄板

$$\sigma_{cm} = 80 \text{ 公斤/公厘}^2;$$

從軟碳鋼製成的薄板時

$$\sigma_{cm} = 70 \text{ 公斤/公厘}^2;$$

用鉻鉬鋼和鉻錳鉍鋼時

$$\sigma_{cm} = 120 \text{ 公斤/公厘}^2。$$

鉚接薄板或零件所受的拉應力，由下列公式計算：

$$P = (b - nd) \delta \cdot \sigma_B,$$

式中 P ——作用力；

b ——薄板或零件寬度;

n ——截面處鉚釘總數;

δ ——薄板或零件厚度;

σ_B ——薄板拉應力。

由 А16 製成的薄板

$$\sigma_B = 25 \text{ 公斤/公厘}^2;$$

由軟碳鋼製成的薄板

$$\sigma_B = 45 \sim 60 \text{ 公斤/公厘}^2;$$

由鉻鉬鋼和鉻錳矽鋼製成的薄板時

$$\sigma_B = 70 \sim 136 \text{ 公斤/公厘}^2。$$

薄板抗張力的大小,有賴於所計算的截面中的鉚釘數量。

鉚釘數量的多少,應由薄板和鉚釘在相等的抗剪或抗擠壓的條件下決定。

當薄板和鉚釘有相等的抗剪力時,在單剪接合中,鉚釘之間最小的距離可用下列公式計算:

$$t_{\min} = 0.6 \frac{d^2}{\delta},$$

但在計算薄板的抗擠壓時,則

$$t_{\min} = 2.5 d_0$$

在飛機構造上,常將鉚釘這樣排列使

$$t = (4 \sim 8) d,$$

但

$$t_0 \approx 0.8 t。$$

由第一列鉚釘到薄板邊緣的距離(見圖 5)可由下式決定:

$$C_0 = \frac{\pi d^2}{4 \delta} = 0.786 \frac{d^2}{\delta}。$$

鉚釘直徑可由下式決定:

$$d = \frac{2 \sigma_{cm}}{\pi \tau_c} \delta。$$

第一章 鉚釘及其製造

鉚釘的型式

在飛機製造上，應用各種型式鉚釘的數量很多(見圖 7)。

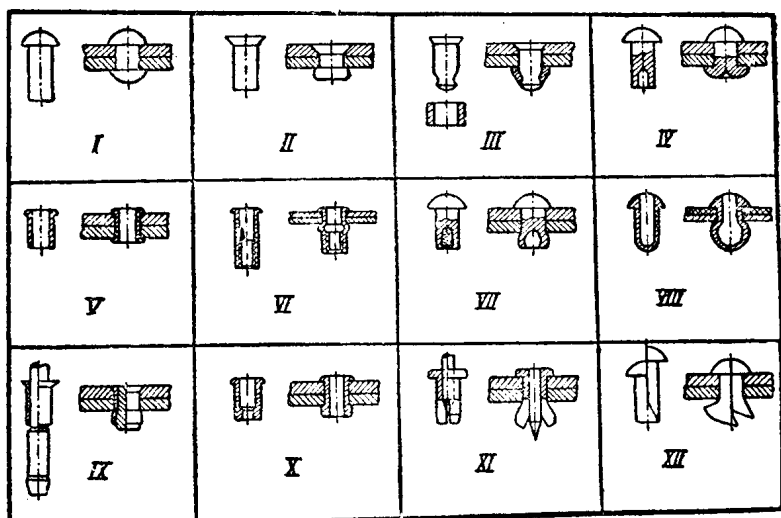


圖 7

釘桿是實心的鉚釘(I 和 II 型)，在飛機製造上用量最大，約佔飛機上所用鉚釘總數量的 97%。

高抗剪鉚釘(III 型)應用在鉚釘受剪力的結構構件的聯接上。

結構構件，如用非金屬材料(膠玻璃，夾布，皮革等)製成時，則利用管形鉚釘(IV 型)鉚接。即壓鉚成頭時，鉚釘桿不得在鉚釘孔內漲大，否則將使鉚接零件損壞。

當聯接飛機上的管形拉桿，或者將金屬接頭和木質結構相鉚接，也就是在為減低擠壓力而需增大鉚釘支持面積的地方採用管形鉚釘(V 型)。

I~V 各型鉚釘是用工具由雙面（鉚釘頭和鉚成頭）接近形成鉚成頭時採用。

在接合飛機零件時，不能到達的地方，常用單面接近法，並須製造數種型式的鉚釘。利用這些鉚釘，將零件鉚接起來。

專用於單面鉚接的鉚釘（型式 VI~XII）——吉特（ЦИТ）式，爆炸式，塑膠式，抽心式，察吉（ЦАГИ）式，什伯特（Шоберт）式，和楔形式——在修理飛機時將修好的零件聯接在一起，其中有些不容易安放的鉚釘，也可以採用。

鉚釘的製造

在飛機製造上，採用最廣的實心桿鉚釘（圖 8），是從鋁合金和鋼製成的。在特種鉚釘機上，用各種材料的圓棒製造，而所用圓棒直徑較鉚釘製成後的直徑要小一些。這樣，便使從圓棒切下的鉚釘毛件，容易通過固定在鉚釘製造機上的鉚釘模子孔。

表 2 製造鉚釘的圓棒直徑

鉚釘直徑	圓棒直徑	圓棒直徑容差	鉚釘直徑	圓棒直徑	圓棒直徑容差
(公 厘)					
1.6	1.54	} ± 0.02	3.5	3.44	} $\begin{matrix} +0.04 \\ -0.03 \end{matrix}$
2.0	1.94		4.0	3.94	
2.3	2.24		5.0	4.92	} ± 0.05
2.6	2.54	} $\begin{matrix} +0.03 \\ -0.02 \end{matrix}$	6.0	5.92	
3.0	2.94		7.0	6.92	} ± 0.06
			8.0	7.92	

製造鉚釘模時，要使孔作成最小尺碼，使鉚釘模磨損前，能儘量加以利用。

鉚釘機上的鉚釘模和衝子，是決定鉚釘大小和外形的工具，故在製造時必須特別注意。不按藍圖製造的工具，可引起鉚釘無法補救的損失，同時在調整鉚釘機時徒然耗費許多時間。

鉚釘模的藍圖，必須按照標準的要求，將它們所需的一切尺碼和公

型別	舊牌號	材料	新牌號	鉚釘直徑 (公 厘)											
				1.0	1.4	1.6	2.0	2.6	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
半圓形頭鉚釘	3K	Д18 Д17 Д16 АМц	851A 852A 853A 854A												
扁平頭鉚釘	3B	Д18 Д17 Д16 АМц	866A 867A 868A 869A												
平頭鉚釘	3ПЛ	Д18 Д17 Д16 АМц	855A 856A 857A 858A												
埋頭鉚釘 90°	3V90°	Д18 Д17 Д16 АМц	859A 860A 861A 862A												
埋頭鉚釘 120°	3V120°	Д18 Д17 Д16	863A 864A 865A												

圖8 鋁合金製成的實心桿鉚釘

差都註上去。根據空氣動力學的原理得知，對飛機表面有高度要求時，埋頭鉚釘的品質必須予以特別注意。

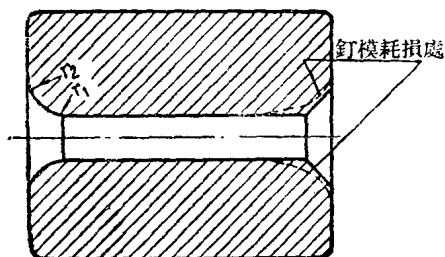


圖9 鉚釘模耗損處

製造這類鉚釘的鉚釘模，不能有圓角 γ_1 和 γ_2 (圖9)。有圓角 γ_2 的鉚釘模上製造出來的鉚釘，上面形成毛刺。這些毛刺，在次一工序的鼓形箱中進行鉚釘頭的揀選時，不易割除，而且上彎。因此，致使鉚釘頭的形狀和尺碼受到破壞。

在製造過程中，最好是利用特種樣板來檢驗鉚釘模的作用部分，或檢驗由鉛塊在鉚釘模中製成的標準鉚釘。這種標準鉚釘正確地表示出需要製造的鉚釘的形式和尺碼。

這樣製得的鉚釘，再和樣模比較一下，如度量結果合於鉚釘標準的

下限尺碼要求，則選用該鉚釘模。

製造埋頭鉚釘時，須調整自動鉚釘製造機，使鉚釘頭僅有小的毛刺，以後在特製的滾筒中將這種毛刺除去。

每種型別尺碼的鉚釘，其毛刺的大小與所用的材料有關，是由實驗決定。

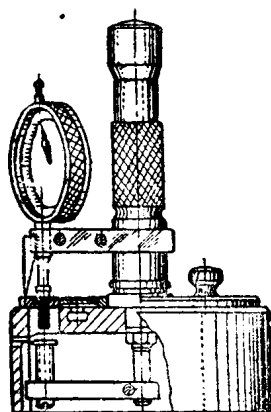


圖10 ΠС-1鉚釘檢驗儀

在自動鉚釘製造機的操作過程中，每經10~15分鐘，須將鉚釘尺碼進行檢查，鉚釘頭直徑用特種卡規檢驗，鉚釘頭高度用ΠС-1（圖10）檢驗儀或特種卡規（圖11）檢驗。卡規入口尺碼，應為鉚釘頭最大高度 h ，夾持器上的尺碼 d 為鉚釘標準的最大數值。

埋頭鉚釘在滾筒中除毛刺時，只能將同一型式和同一尺碼的鉚釘和木屑一起放入裏面，不得雜入任何金屬物，因其損壞鉚釘，且在除毛刺工作中也無任何好處。

製造專用來鉚接飛機蒙皮的埋頭鉚釘時，應根據規格。其鉚釘頭高度不得超過 $+0.1$ 。

應注意一批蒙皮的鉚釘，經過各種工作過程後，到鉚接工作場所時不得與它種型式的鉚釘相混淆。

製造優良的蒙皮鉚釘並不困難，如用X12M鋼製鉚釘模製造時，只要經過40~50分鐘即可由自動鉚釘製造機中製出在公差範圍內的蒙皮鉚釘。

如能適當選擇經過熱處理和機械加工的鉚釘模鋼，而且有賴於硬鋁鉚釘型式和尺碼，則鉚釘模的耐久性可達3~4小時。這種關係可由圖12曲線看出。航空施工學院（НИАТ）規定的鉚釘模耐久性可到30~40小時。

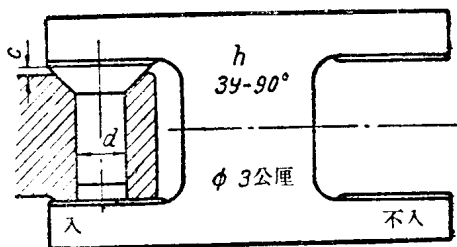


圖11 檢驗鉚釘頭高度卡規和夾持器

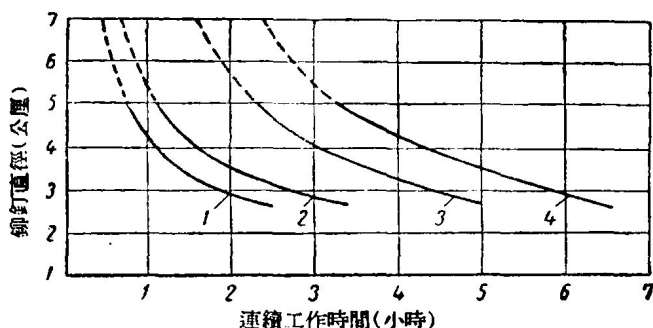


圖12 X12M 鋼鉚釘模和衝子與鉚釘直徑和材料的關係

1—製造鋼鉚釘時，鉚釘模的連續工作時間曲線；2—製造硬鋁鉚釘時，鉚釘模的連續工作時間曲線；3—製造鋼鉚釘時，衝子的連續工作時間曲線；4—製造硬鋁鉚釘時，衝子的連續工作時間曲線。

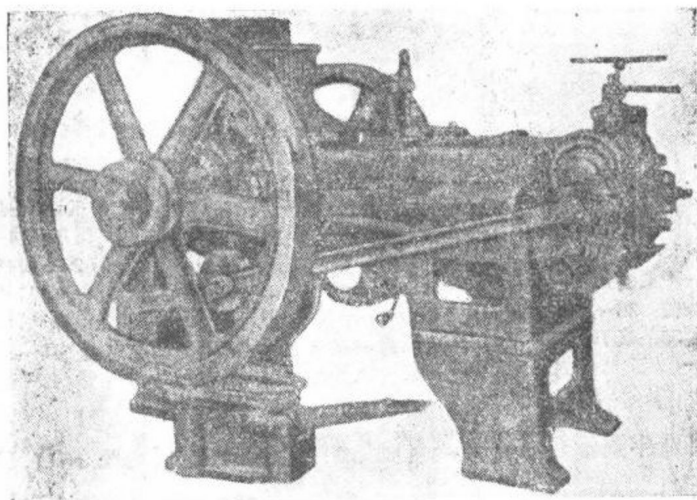


圖13 “孟維爾”(Манвилл)自動鉚釘製造機

製造鉚釘時，採用孟維爾(Манвилл)雙擊式自動鉚釘製造機(圖13)。製造鉚釘的圓棒，最先經導管1(圖14使它平直)。利用滑輪2的間歇轉動，使圓棒經過切割導管3到止動裝置4為止。切刀5的運動方向，和圓棒的運動方向垂直。切刀5切出毛件後，即由夾爪6送到鉚釘模7。此時輔助衝子8，由於主偏心軸10的轉動和導架9一齊運動，將毛件壓進鉚釘模7，初步造成鉚釘頭。然後衝子即行退出，而由衝子13