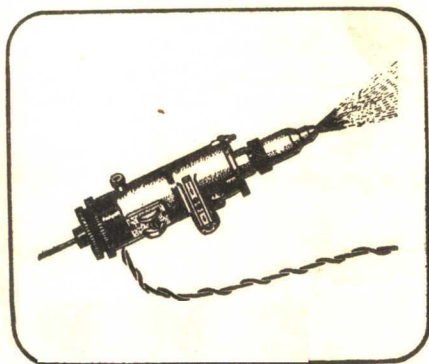


谷源欣、李篤信編著

金屬噴鍍的原理和操作



机械工业出版社

內容提要 本書敘述了金屬噴鍍的原理和操作方法。對於噴鍍層的質量檢查，噴鍍器的維護以及噴鍍工作的安全技術等也都作了扼要的說明。可供各廠礦從事金屬噴鍍工作的工人同志作為學習材料。

編著者：谷源欣、李篤信

NO. 1714

1958年6月第一版 1958年7月第一版第一次印刷

787×1092 1/32 字數 23 千字 印張 1 00,001—12,000 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業
許可証出字第 008 號

統一書號 T15033·994

定 價 (9) 0.14 元



目 次

一	金屬噴鍍的原理、特点和应用	2
二	金屬噴鍍的設備	6
三	噴鍍前的准备工作	13
四	噴鍍技术和气体噴鍍器火焰的調整	18
五	噴鍍后的加工和处理	23
六	噴鍍層的性質和質量檢查	26
七	噴鍍器的維護和安全技術	32

金屬噴鍍對於修理磨損零件、修理廢品以及耐蝕防銹等工作有着特殊的效能，而且費用又低，所以目前很多廠礦都不斷的開始採用着這種新型的工作法。在蘇聯，普遍設有為修理汽車拖拉機曲軸及其他磨損零件的固定或輕便可移的金屬噴鍍站。在機械製造廠和化工廠中，也設有為噴鍍機床磨損零件、修理廢品和噴鍍耐熱防銹金屬的噴鍍車間。由於採用了這種方法，為國家節省了大批財富。

就目前我国情况來看，有很多的旧机床零件、汽車發動機和礦山機械零件都因磨損而報廢。如果它們能用金屬噴鍍加以修復，使這些機械重新發揮它們的作用，這對我們的經濟建設將會有很大的作用。同時，今後隨着我國汽車、拖拉機和農業機器的使用範圍的擴大，金屬噴鍍工作就一定會更加發展起來。

一 金屬噴鍍的原理、特點和應用

1 金屬噴鍍的原理 金屬噴鍍法的基本原理，簡單地來說，就是把不同成分的金屬絲送入特制的噴鍍器（又叫噴槍）中，在噴鍍器內被電弧或氧-乙炔所產生的高溫熔化，隨後由四周噴出的壓縮空氣把熔化了的金屬噴成極小的顆粒，並以每秒鐘120~250公尺的速度從噴鍍器中噴到經過準備的工件表面上，形成一層金屬噴鍍層。

目前，普遍採用的噴鍍法有兩種：一種是金屬電噴鍍法，另一種是金屬氣噴鍍法。它們的基本不同點就是產生高溫的方法不一樣，前一種是用電弧，後一種是用氧-乙炔或其他可燃氣體的火焰。這兩種方法各有各的好處。目前在我國，氣噴鍍法採用得

比較普遍。現在把這兩種方法的工作原理分別介紹如下：

一、金屬電噴鍍的工作原理——需要噴射的兩根金屬絲 1

(圖 1) 連續受噴鍍器本體內部的拉絲機構 3 所牽引，使金屬絲穿過噴鍍器，並進入特制的嘴子 4 內 (又叫電極嘴)。金屬絲在嘴子中變彎，再從嘴子中出來在 a 點彼此接觸，同時沿電纜 2 傳

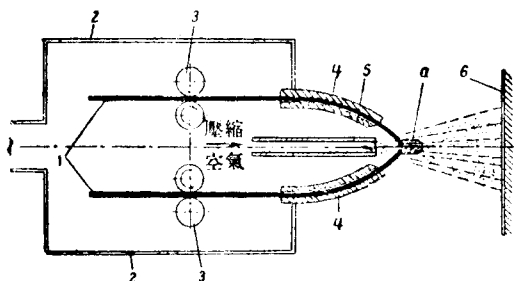


圖 1 電噴鍍原理示意圖。

給它們的電流，因此兩條金屬絲在 a 點產生電弧。這樣，就使金屬絲不斷熔化，在這同時，從正中 (兩個電極嘴子間) 的風口 5 中吹出的強力壓縮空氣，把 a 處的金屬熔滴連續吹散帶走，並噴鍍在工件表面 6 上。

二、金屬氣噴鍍原理——如圖 2，一根金屬絲在噴鍍器內由綫材供應機構不停地向前輸送，在送到噴嘴時，被氧炔 (乙炔) 火焰熔化。然後被噴嘴四周出來的高壓空氣吹成極小的顆粒而噴鍍在工件表面上。

2 金屬噴鍍法的優缺點

歸納起來，金屬噴鍍法有下列優點：1) 在一般情況下，工件可以不必預熱，只有在特殊情況下工件才須預熱到 200°C ；在噴鍍過程中也不會使被噴鍍零件受熱過高 (通常不超過 80°C)。由於金屬噴鍍法具有這個特點，被鍍金屬不會引起金相組織的改變，也不會產生收縮或膨脹，不產生

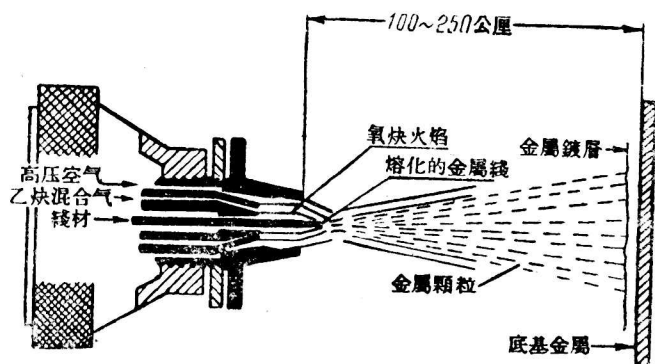


圖 2 气噴鍍原理示意圖。

或产生很小的应力，因而就不会变形。这就解决了电、气焊所不能解决的困难。

2) 噴鍍操作技术簡單，成本低，并能縮短修理時間。

3) 在圓形零件的表面上可以噴鍍上任何厚度的金屬鍍層（外圓 10 公厘以下，內孔和平面 2.5 公厘以下）。

4) 各种材料制成的零件和制品（金屬、电木、木材、玻璃、瓷器、紙板等），都有可能噴鍍各种金屬以达到防銹、抗磨、美观等目的。

5) 由于形成硬度高和多孔性的表面，所以經過噴鍍的零件表面具有良好的滑动性質，因而耐磨性很强。

金屬噴鍍法的缺点有：1) 鍍層的机械强度不高，除抗压强度較高以外，抗弯强度及抗拉强度都很低。

2) 鍍層和基本金屬的連結强度不高，所以不能承受敲击和冲击等。

3 金屬噴鍍的应用范围 目前金屬噴鍍工作基本上应用在以下几个方面：

- 1) 修复机械的磨損零件。
- 2) 修补鑄造中的缺陷(縮孔、蜂窩、气孔)和使用中的裂紋。
- 3) 挽救因机械加工而产生的廢品。
- 4) 噴鍍防腐和耐热的表面層。
- 5) 艺术上作裝飾品。
- 6) 特殊用途上的被复層。

噴鍍在以上这些方面的应用都是很有經濟效果的。目前，在我国最有意义而且利用很广泛的，就是用来修复磨損零件，因而本文也就着重介紹这方面的原理和操作过程。

在工作中不受集中冲击的任何零件，都可以用金屬噴鍍来修理，使零件得以重新使用。例如用金屬噴鍍法来修复拖拉机和汽車的曲軸、凸輪軸、气門挺杆、前軸、風扇軸、發动机樞軸、油泵軸等。另外，机床主軸、壓縮机曲軸、电动机軸也都可以采用噴鍍来修复。軸跟齒輪、滾動軸承的固定連接地方如果松动了，更可以用噴鍍来很快的修好。而且当用以修复軸頸和軸瓦的磨損表面时，由于金屬噴鍍層具有極好的耐磨性，更能大大延長使用寿命。

对鑄件的气孔和裂縫的填补，如汽車拖拉机發动机的汽缸体、汽缸盖及其他各种鑄件，如果在生产中發生气孔、縮孔和在使用中产生的裂縫，都可用金屬噴鍍法来修理。經過实际証明，对汽缸盖水套的砂眼用噴鍍来修理后，能耐水压 80 磅/吋² 而不發生任何問題。

噴鍍鋁或鎳鉻鋼以耐高溫，也是有很大作用的。这是一种新方法，即在各种需要耐高溫的鋼鉄零件和設備上噴鍍鋁或鎳鉻鋼，然后施行扩散退火处理。这样在鋼的制品上便可获得耐热合

金層，根据苏联試驗資料报导，对汽車拖拉机煤气發生爐气化室經噴鋁和退火处理后，它使用期限比未經处理的要延長7~10倍。渗碳箱能延長使用期限10~12倍。此外，还可以用在热电偶的保护管、坩堝的外表面等工件上都是有效的。

二 金屬噴鍍的設備

在一般的金屬噴鍍車間中，只需要表1所列各种設備即可进行工作。

表1 噴鍍用的設備及工具

名 称	型別和特性	用 途	备 注
1 金屬噴鍍器	各类型都可以		气噴鍍器或电噴鍍器
2 油水分离器		濾清空气中的油水和灰塵	
3 金屬噴鍍箱 (附抽風設備)		噴平面和不規則物体时防止粉末飞散	
4 車床		噴圓形工件轉动用	一般旧机床改装即可
5 帶配电板的 降压变压器	7 仟伏安 20~40伏特	电噴鍍用	普通焊接变压器改装即可
6 氧氣瓶及乙炔		气噴鍍用	高压乙炔發生器
7 繞綫架	按噴鍍器确定	繞金屬絲用	
8 空气压缩机	1 公尺 ³ /分以上	噴砂和噴鍍器用	附儲气桶
9 噴砂机		噴鍍前的表面准备用	
10 保护用品			眼鏡、口罩等

1 金屬電噴鍍器 金屬電噴鍍器的型號有很多種。如蘇聯常用的有 ЛК-У、ЛК-1、ЛК-12、ЛК-6а、ЭМ-2、ЭМ-6、ЭМ-3 等型。現介紹幾種新式而且被廣泛使用的噴鍍器的一些技術規格在下面：

1) ЭМ-3 型電噴鍍器：這種型號的噴鍍器（如圖 3）能夠應用在各種性質和各種形狀大小的工件上，所以叫做萬能式噴鍍器。這種噴鍍器的外殼下部裝有手柄，殼內裝有輸送兩根金屬絲的供給機構，前面裝有噴嘴，後方左側圓盤形的東西是空氣渦輪室，右側裝有兩根電纜。手柄前面是壓縮空氣皮管接頭，壓縮空氣從這裡進去，一路通向渦輪室使渦輪轉動來帶動金屬絲，一路通向噴嘴來吹射熔化的金屬。噴嘴上裝有圓筒形



圖 3 ЭМ-3 型金屬電噴鍍器外形。

防止弧光刺眼的防護罩。ЭМ-3 型可採用電壓 25~35 伏特的直流電或交流電來工作。變壓器容量在 5 仟伏安以上，電流不超過 130 安培。採用直流電時，因電弧穩定，所以在質量上和生產效率上都比用交流電好得多。壓縮空氣壓力要保持在 5~6 公斤/公分²，每分鐘用量為 0.8~1 立方公尺。這種噴鍍器的全重只有 2.4 公斤。

2) ЛК-У 型電噴鍍器，它的構造跟 ЭМ-3 型沒有多大區別如圖 4。因為它工作起來安全可靠並有很好的生產成效，所以在蘇聯也得到很廣泛的使用。噴鍍器的技術規格如下：

壓縮空氣的使用壓力是 5~6 公斤/公分²，它的使用量是每分鐘 1.2~2 公尺³，消耗電力是 7 仟瓦，使用電流是 180 安培，電壓是 25~35 伏特，使用的金屬絲直徑是 1~1.8 公厘，最高生產效

率是每小时噴鍍金屬絲6公斤。为了減輕噴鍍器的重量和提高生产效率，ЛК-У型已修改成圖5的型式。

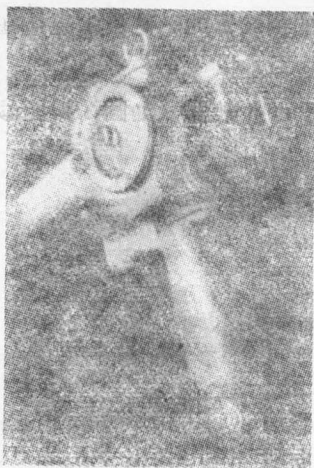


圖4 ЛК-У型金屬電噴鍍器的示意圖。

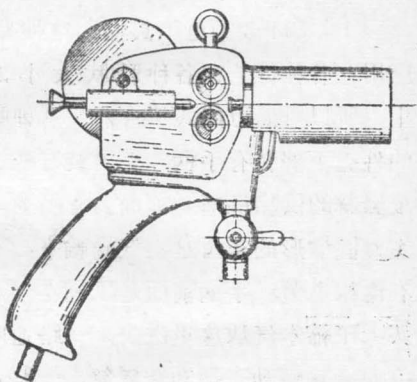


圖5 現代化的ЛК-У型金屬電噴鍍器。

3) ЭМ-6型金屬電噴鍍器。它主要是噴鍍轉動的大形金屬物體，有較大的生產率，它是安裝在機床上使用的，所以也叫着機床式噴鍍器。全重有21公斤。壓縮空氣的使用壓力是4.5公斤/公分²，空氣消耗量是每分鐘1立方公尺，金屬絲供給速度是0.7~4.5公尺/分，金屬絲直徑是1.5~2.5公厘，電流是用能力不小于10仟瓦的焊接變壓器或直流發電機供給，工作電流不超過300安培，它的生產率在用直流電時每小時噴鍍金屬絲12公斤，交流則噴7公斤。約等於ЭМ-3型電噴鍍器的三倍以上。

2 金屬氣噴鍍器 常用的種類有：

1) ГИМ-1型氣體金屬噴鍍器也是萬能式噴鍍器的一種，它是利用氧和乙炔的高溫火焰來熔化金屬絲的，技術規格如下：

压缩空气的使用压力是 $4\sim5$ 公斤/公分², 氧气压力是 $2.5\sim3.5$ 公斤/公分², 乙炔压力在 300 公厘水柱以上。空气使用量是 $0.6\sim0.8$ 公尺³/分, 氧气使用量是 $250\sim350$ 公升/小时, 乙炔使用量 $250\sim350$ 公升/小时, 金属丝最大供给速度是每分钟 4.5 公尺, 喷镀器的重量是 2.5 公斤。

2) 国产气体喷镀器 (海軍流动工厂出品), 其外观形状如图 6, 内部构造如图 7, 其主要部分如下:

(1) 金属丝的输送机构是, 压缩空气经一个孔道推动涡轮

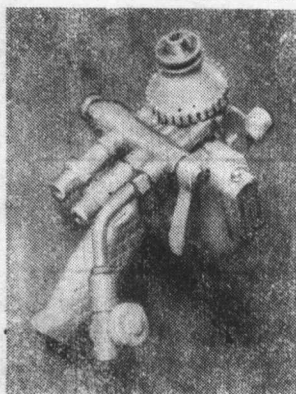


圖 6 国产气体喷镀器。

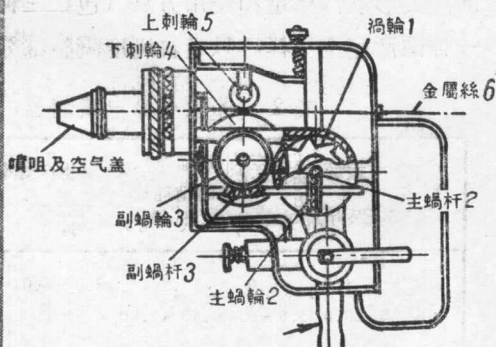


圖 7 国产气体喷镀器的内部构造。

1, 使涡轮高速迴轉 (每分钟約2500轉)。涡轮的速度可以由右侧面的螺絲来調节。再經兩套蝸輪和蝸杆, 由付蝸輪帶动下刺輪 4, 当把上刺輪 5 压紧下刺輪 4 时, 就可以把金屬絲 6 自后面帶入, 經噴嘴中間的孔, 送入火焰中熔化。

(2) 气体的输送包括氧、乙炔和压缩空气, 当开启气門时, 氧气和乙炔先自噴嘴的六个小孔放出, 等点火后馬上开大 (全开放), 压缩空气就在火焰周圍噴出, 这样可以避免点火困难。

这种噴鍍器沒有詳細的技术資料，但根据使用的經驗是：金屬絲可採用 13*、14* 的（直徑 2.1~2.4 公厘），輸入速度一般用每分鐘 850~900 公厘，噴嘴到工件之間的距離是 100~150 公厘。壓縮空氣壓力是 4~5 公斤/公分²，氧氣壓力由於附加了氧氣調節器（見圖 6），所以壓力可以高一些，一般用 1~3 公斤/公分²。乙炔壓力是 0.6~1 公斤/公分²。这种噴鍍器很輕便，全重只有 2.2 公斤，可以用手拿着操作，也可以固定在車床的刀架上使用。

另外国产的气体噴鍍器，还有上海公私合营瑞發工厂制造的，其形狀、構造和使用方法（包括三种气体的使用压力）和上一种国产完全一样，只走絲速度調整部分不同。

表 2 苏联金屬電噴鍍器的技术特性

型式	重量 (公斤)	壓縮空氣 的工作壓力 (大氣壓)	壓縮空氣 的消耗量 (公尺 ³ /分)	生產效率(公斤/小時)				用途
				鋅	鋁	鋼	黃銅	
ЛК-У	1.7	6.0	1.20	3.0~5.0	2.0	2.5~3.0	4.0	萬能的
ЛК-6а	20.0	5.5~6.0	0.45~1.00	—	—	2.5~3.0	—	用在機 床上噴鍍 磨損零件
ЛК-12	0.35	5.5~6.0	0.7~0.9	12.0	4.5	12.7	12.0	手工用的
ЛК-6а- 12	20.0	5.5~6.0	0.7~0.9	—	—	12.7	14.0	用在機 床上噴鍍 磨損零件
ЛК-У (現代化 的)	1.4	5~6	0.80	4.0~5.6	2.8	4.6	4.8	萬能的
ЭМ-3	2.4	3.5~6.0	1.20	—	—	—	—	萬能的
ЭМ-4	3.0	3.5~6.0	1.00	—	—	—	—	萬能的
ГПМ-1	2.6	4.5	0.65	2.5	—	0.8~1.0	—	萬能的
林尼克 型固定掛 牆式	30.0	4.0	0.3~0.4	8.0~12.0	—	—	—	用于手 工噴鍍和 在筒中噴 鍍

关于苏联的各种噴鍍器的技术特性可參见表2。

3 空气压缩机 它的生产量主要决定于同时供应几个噴鍍器和噴砂机的耗量。大型修理工厂的压缩机能力应为3公³/分左右。压力不应低于6公斤/公分²，儲气桶的容量应按下式計算：

$$V = 1.5 \frac{g}{0.01 \times \pi}。$$

式中 V —— 儲气桶容积，

π —— 每分鐘的轉数，

g —— 压缩机的生产量，公³/分。

4 油水分离器 从压缩机內出来的压缩空气中含有大量的油和水分，它們和熔化的金屬粒一起落在被噴金屬表面上，会妨碍噴鍍層跟工件相結合，同时水分和飞行的顆粒在一起会使顆粒引起腐蝕，这些情况都会使噴鍍層的質量变坏。因此压缩空气在进入噴鍍器以前，必須通过油水分离器把空气中的油和水分清除。

油水分离器（如图8）的外壳1是用鋼板制成的，能耐压力10公斤/公分²以上。上面的盖子可用較厚的鋼板制成。压缩空气由用普通鉄管制成的进气管2进入，进气管是把頂端出口封閉，再在管子側面开一个出口，这样可使压缩空气沿着油水分离器外壳的內壁环繞而下，把油和水抛于底部（这样也可以减少压缩空气的冲击力量）。空气进入底部后，再向上通过鑽有許多孔的鉄板7进入薄鉄皮圓筒5的銅絲網6內，銅絲網內裝有木炭和棕，它能阻止油和水的通过，然后再通过兩層毛毡就可以得到比較滿意的清潔空气了。油水分离器內的填充物經過一段時間后，就充滿了油和水，而降低除油、水的能力。这时須要更換或洗淨烘干后再用。

5 乙炔發生器 采用气噴鍍器时要使用乙炔。乙炔有用瓶裝的也可以用乙炔發生器，發生器的种类很多，圖9所示的是我們

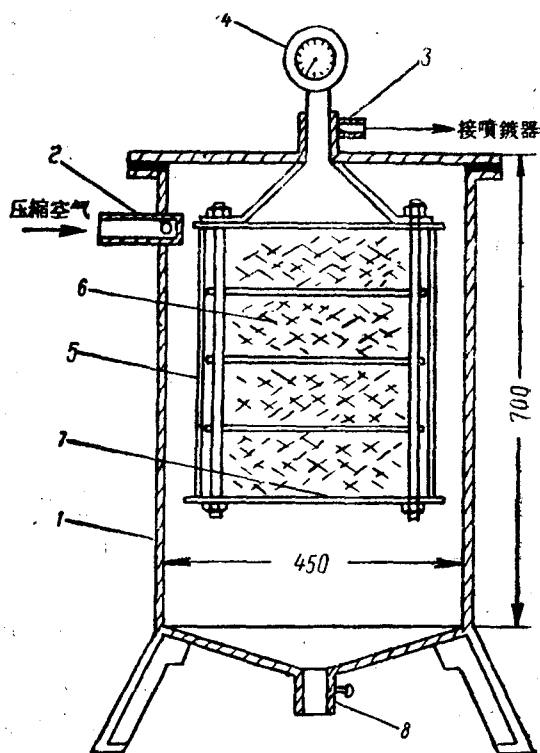


圖 8 油水分离器：

1—外壳；2—进气管；3—出气管；4—压力表；5—薄鉄皮圓筒；6—銅絲網；7—帶孔鉄板；8—放气閥。

所用的發生器的構造。这种高压式發生器的优点是：1. 操作簡便，用不着經常看管和換水；2. 具有回火安全器、止回閥等安全裝置；3. 生产效率高，当使用压力为每吋 10 磅时，2.5 公斤电石可以使用一小时；4. 能使用国产大塊电石。

使用發生器必須注意安全，因乙炔在空气中含量达 3~65%

时即可能發生爆炸。关于發生器的詳細構造和使用，这里不多談請參閱其他書籍，根据噴鍍器所需要的压力和耗量来进行选择。

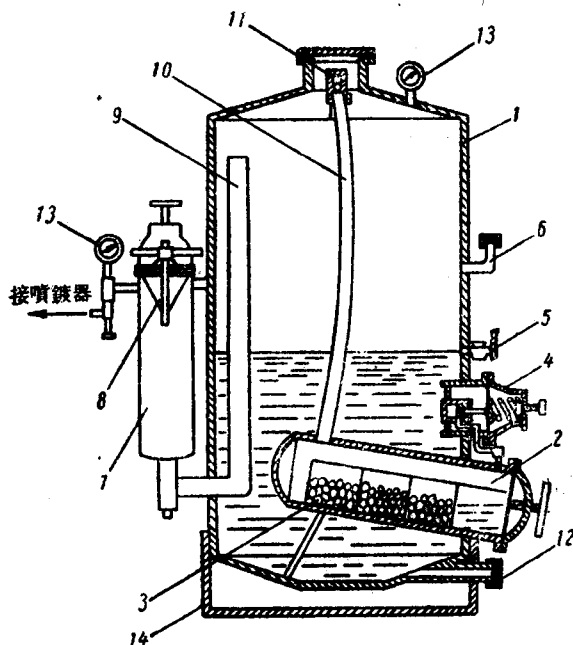


圖9 乙炔發生器的構造：

1—乙炔儲藏筒；2—乙炔發生筒；3—電石箱；4—壓力調節器；5—水量指示器；6—加水管；7—減壓器；8—回火安全器；9—氣管；10—導管；11—止回閥；12—放水管；13—壓力表；14—底托。

其他設備 如變壓器、噴砂机、搖綫架等的構造就不一一介紹了。

关于電噴鍍的設備裝置如圖10。氣噴鍍的設備裝置如圖11。

三 噴鍍前的准备工作

噴鍍的过程一共包括三个步骤：表面准备、噴鍍和噴鍍層的

加工。現在先來介紹表面準備的方法：

因為金屬噴鍍層同被噴鍍零件表面的結合完全是機械性的結

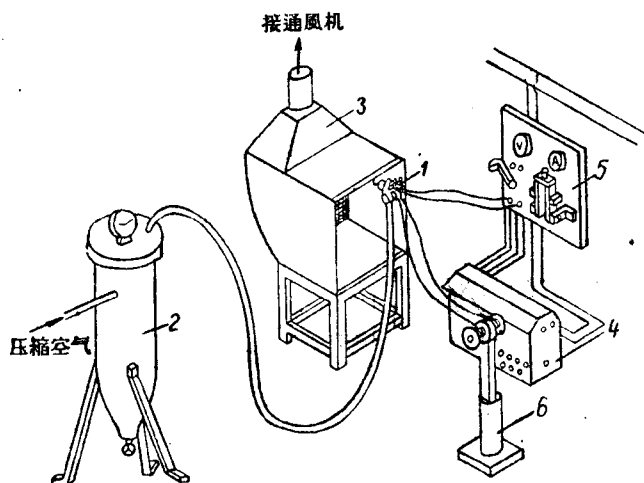


圖10 電噴鍍車間設備圖：

1—噴鍍器；2—油水分離器；3—噴鍍箱；4—變壓器；5—配電盤；6—綫材架。

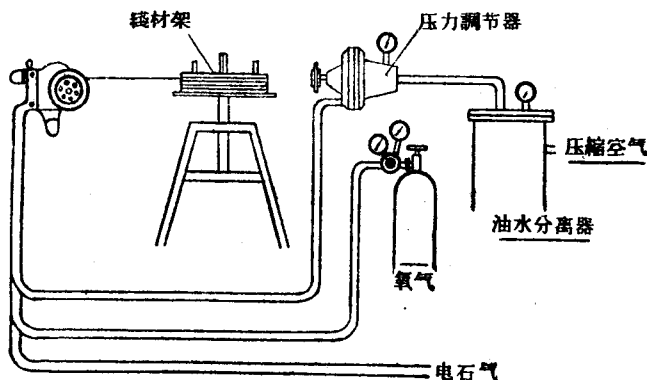


圖11 氣噴鍍車間設備圖。

合，因此，噴鍍前被噴零件的表面情況要求很嚴格，往往由於表面處理得不好而造成脫層現象。為了使之結合良好，就要採用各種方法把被噴鍍零件的表面進行加工處理，使它具有粗糙和清潔的表面。當表面越粗糙和越清潔時，表面結合的強度就越高。根據工件形狀和情況不同，表面處理的方法有機械處理、電處理、噴砂和化學處理等許多方法。

1 車絲法 先把被噴物件裝在車床上，再把要噴的一段表面車去 0.3~0.5 公厘，接着車出粗糙的尖扣螺紋，齒距 0.6~1.2 公厘，螺紋深度為 0.8 公厘，軸徑小的螺紋可細些。螺紋要盡量粗糙以利粘附，並使螺紋上有一層層的倒刺，為了達到這個目的，可以把車刀安裝在低於中心綫 3~7 公厘，並使車刀探出長度 100~150 公厘，這樣可使車刀有振動，在絲扣兩端要車出燕尾槽，準備步驟參看圖12。

2 起槽擻絲法 這個方法是
用圓頭車刀車成寬 1.1~1.3 公厘、深 0.6 公厘的半圓槽，起槽刀和軸徑起槽後的形狀如圖13所示。圓槽車好後用擻絲工具在車床上進行擻絲。軸的表面綫速度為 60~90 公尺/分，刀架（擻絲工具把在刀架上）移動為每轉 0.5 公厘，擠壓後應使槽寬和隆起寬度相等。用這種方法在噴鍍時要注意，開始噴時，噴槍不要垂直噴射，要成 45° 角返復噴兩遍後，再垂直噴鍍。

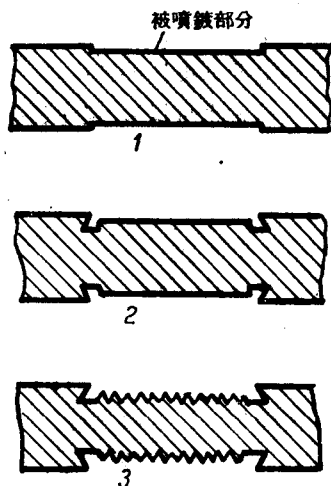


圖12 車螺紋的步驟。