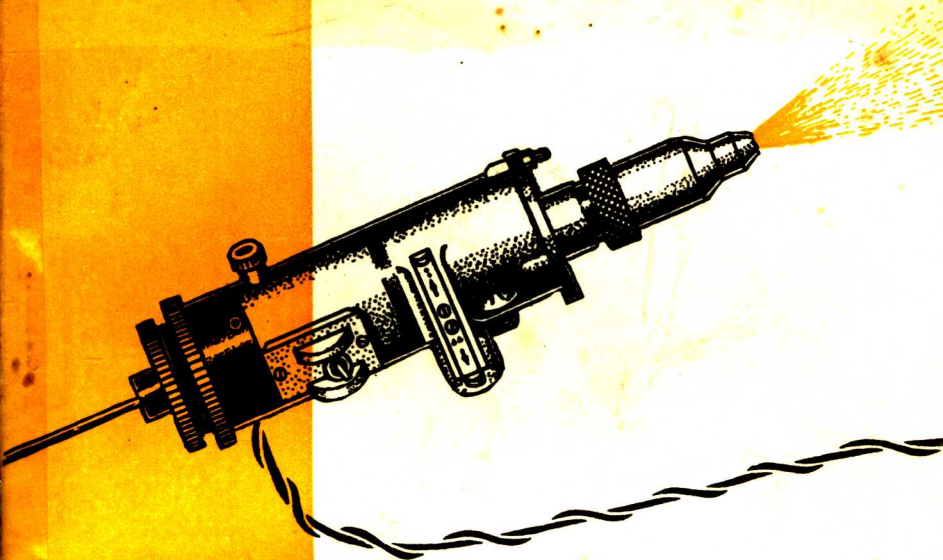




克勒茨希麥著

金屬噴鍍法



機械工業出版社

金 屬 噴 鍍 法



机械工业出版社

1956

出版者的話

金屬噴鍍法是一種新型的加工方法，應用這種方法可以節省大量的貴重金屬材料，特別是對於汽車、拖拉机等機器零件的修理工作，應用得非常廣泛。

蘇聯和民主德國的金屬噴鍍技術都已發展到高度水平。以前本社曾出版了《金屬電鍍及噴鍍》的先進經驗介紹給讀者。現在又將這本民主德國的噴鍍技術書籍推薦給讀者，以供實際工作中參考。

本書可供金屬噴鍍工人、工廠技術人員以及技術學校學生參考。

德意志民主共和國 E. Kretzschmar 著 'Das Metallspritzverfahren und seine Anwendung in unserer Wirtschaft' (Veb. Carl Marhold Verlag, Halle(Saale) 1953年第一版)

No. 0991

1956年4月第一版 1956年4月第一版第一次印刷
787×1092^{1/32} 字數 72 千字 印張 3^{3/8} 0,001— 7,000 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 定價(8) 0.54 元

目 次

原序	6
導言	7
金屬噴鍍法的原理	7
金屬噴鍍法的種類	9
工具和設備	9
氣噴槍的種類	13
實際应用的氣噴槍的型式	16
1. 希列赫型噴槍	16
2. 梅塔列色托型噴槍	18
3. 克勞賽型噴槍	19
4. 西德出品的各種型式的噴槍(圖14)	20
5. 萊赫型噴槍(圖16)	21
6. 莫庫耳 F 10 型噴槍和莫庫耳電動型噴槍(圖17)	22
金屬噴鍍法应用的燃料	23
1. 氧氣	23
2. 可燃氣	24
a) 乙炔(24)——b) 乙炔發生器(25)——c) 氫氣(25)——d) 照明煤氣 (城市煤氣)(26)——e) 丙烷、丁烷(工業煤氣)(26)	
3. 壓縮空氣	26
噴槍的處理	27
1. 傳動機構中零件的處理	27
2. 噴嘴系統的處理	28
氣噴槍的操作方法	29
1. 操作方法	29
2. 真空試驗和壓力試驗	33
噴鍍時發生的故障及其消除方法	34
電噴槍	36

1. 舒卜型電噴槍	36
2. 蘭納型電噴槍	38
3. 苏联的電噴槍	38
金屬粉末噴槍	40
1. 許利型金屬粉末噴槍, 或称梅塔列色托型	40
2. 鄧尼茨型金屬粉末噴槍	41
噴鍍金屬層的組織和性質	42
附着面的处理方法	47
1. 不加工	47
2. 噴砂处理	47
3. 化学处理	48
4. 机械处理	48
5. 電处理	50
6. 一般注意事項	51
应用範圍	52
1. 噴鍍金屬以防銹蝕	53
2. 噴鍍磨損的軸樞、噴鍍新製軸上的軸樞	56
3. 製造有噴鍍金屬層的滑動軸承和軸套的要點	61
4. 应用金屬噴鍍法修補鑄件上的裂縫、穿孔、氣孔和縮孔的要點	64
5. 燒蝕的防護	68
6. 在非導體表面上噴鍍金屬使產生金屬隔離(屏蔽)的作用以及噴鍍導電的表面層	68
噴鍍金屬層的加工	71
改善噴鍍金屬表面品質的方法	73
1. 机械处理法	73
2. 熱处理法	73
3. 化学处理法	74
噴鍍金屬層的檢驗及其方法	75
A. 不損壞表面的檢驗方法	75
1. 噴鍍層較厚時適用的听音檢驗法	75
2. 噴鍍厚度的檢驗方法	75
3. 多孔性檢驗	76

4. 耐磨強度的檢驗	77
5. 硬度檢驗	78
6. 金相檢驗	79
7. 噴鍍防銹金屬層的耐久檢驗	80
B. 損壞噴鍍金屬層的檢驗方法	80
1. 純粹噴鍍金屬的拉伸強度試驗	80
2. 附着強度的拉伸試驗	81
3. 附着強度的剪切試驗	83
4. X射線攝片檢驗	85
5. 愛佛茨的不漏氣性試驗	85
6. 經過附着面處理和噴鍍過金屬的軸、心軸等的動載荷試驗	85
7. 噴鍍金屬的滑動面在不利的情况下工作的試驗	87
8. 噴鍍金屬的軸承所容許的單位負荷	88
噴鍍鋼和金屬工作的成本計算	88
金屬噴鍍法的優缺點分析	91
A. 優點	91
B. 缺點	92
實際應用中的例子	93
1. 在紡織工業用的鋼領圈上噴鍍鋁	93
2. 在傳動軸上噴鍍鋼	94
3. 一個對開軸瓦的噴鍍工作	97
4. 阿達拉汽缸座的修理工作	98
5. 無線電底板上噴鍍鋁(金屬隔離)	101
6. 洋火箱的噴鍍鋁工作(防燒蝕)	102
附錄	103
I. 金屬絲規格	103
II. 金屬噴鍍技工訓練的要點	104
III. 安全操作規程	105

原 序

本書是按照目前德國的金屬噴鍍工藝的技術水平所寫的，可供金屬噴鍍技工、技師、設計人員和技術人員作參考用。

應用金屬噴鍍法可以節省大量貴重的金屬材料，因此其意義日益重大。不過要想使這種加工方法在國民經濟中獲得應有的發展，就必須先使工業界對它有深入的了解。可惜至今還沒有達到這一地步，所以工業部在許多文件中曾一再強調說明這個問題，許多對這個加工方法具有興趣的專業人員也一再要求出版有關這方面的書籍。由於在德意志民主共和國確實還沒有一本有關這方面的完整的著作，因此作者以個人的實際經驗為基礎，並鑽研了國內外的專門著作而編寫了這本書。

本書所採用參考書的目錄，並沒有附在書末，因為這些書籍對絕大多數讀者來說是很難得到的。不過在有些地方都附註了必要的說明。

作者深願本書能引起技術人員和設計人員的重視，共同努力，使金屬噴鍍法得到大力發展，節約大量高貴的金屬材料，把它們用到經濟建設中更重要的地方去。

最後必須對蘭孟（Lehmann）工程師表示衷心的謝意，感謝他的合作以及所供給的圖片資料。同時還要感謝安德爾斯（Anders）博士，普爾（Pohl）博士和萊寧格（Reininger）工程師的熱心幫助。此外對協助本書出版的許多同志一併在此致以謝意。

克勒茨希麥 1953年春於哈雷（柴雷）

導 言

金屬噴鍍法雖然遠在 1910 年就已由瑞士的工學博士舒卜 (M. U. Schoop) 發明了，但是在工業上一直沒有得到應有的重視，原因是大家對這個方法不熟悉，或者由於需要的設備太昂貴，以致望而生畏。

本書目的在於以簡明的方式，將金屬噴鍍法的应用可能性和範圍加以討論，以免在应用時發生錯誤。

作者願再次指出，金屬噴鍍法，尤其在缺乏原材料的今天，具有難以估計的價值；因為应用了它以後，往往可以只花費比較少的材料、時間和代價而把價值高貴的機件修復了，特別是節省高碳鋼、合金鋼和有色金屬。此外，作為生產方法來說，金屬噴鍍法也具有日趨重要的意義，由於設計了新型的噴槍以及自動化的噴鍍過程以後，使這個加工方法的成本降低到最小限度。

金屬噴鍍法的原理

金屬噴鍍法就是把送入的金屬材料熔化後，噴成霧狀，吹到事先準備好的工件上，形成一層金屬薄層。實際应用的方法是將金屬材料（大都是線材）自動地送入一個手槍形狀的器械中，即所謂噴槍，利用可燃氣和氧氣的火焰使它熔化，再利用壓縮空氣將它噴成霧狀，吹到弄成毛糙的工件上去。於是金屬就附着在上面，形成金屬薄層。

可燃氣和氧氣的混合氣體流過圖 1 中的通路 1 後，到達發火點開始燃着。

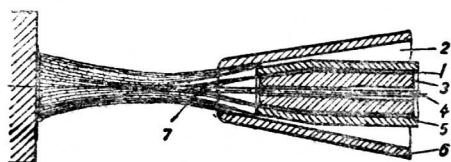


圖 1 金屬噴鍍法簡圖：

1. 大約 8 條可燃氣與氧氣混合氣體的通路；
2. 壓縮空氣的通路 12 條；
3. 金屬絲導管；
4. 金屬絲；
5. 中間噴嘴；
6. 外噴嘴；
7. 金屬絲的熔化點。

在可燃氣噴嘴（中間噴嘴）5 和空氣噴嘴（外噴嘴）6 之間通入壓縮空氣，使熔化了的金屬噴成霧狀輸送出去。並使噴嘴系統冷卻。

從金屬絲導管 3 通進來的金屬絲在火焰中心——對於電噴槍來說，就是在電弧中心——熔化了。噴鍍金屬可以採用線材或粉末狀態的金屬。

金屬微粒在噴鍍到工件上的時候，會發生劇烈的變形，相互嵌塞、鈎結，好像織毛氈一般。

在最有利的噴鍍條件下，噴鍍上去的金屬微粒略有燒結的現象。

通常噴鍍的金屬薄層，並不和底層材料發生鋅合作用；也不和附着基面起化合作用，除非事後加以熱處理。

通過機械的、化學的或電流的方法把工件表面弄成毛糙，可以使附着基面增大。於是由於金屬微粒嵌塞在工件表面的凹凸不平之處以及噴鍍上去材料的表面張力，可獲得必需的附着力。

金屬噴鍍法的種類

根據金屬的熔化，基本上可以分為兩種方法：

1. 氣噴鍍法——目前幾乎完全採用這一種。

2. 電噴鍍法——在德國應用得不很普遍。

根據所採用的噴鍍金屬可以分為下列四種方法：

1. 金屬絲噴鍍法——用金屬線材通入噴槍。這是現在最主要的一種方法。

2. 金屬粉末噴鍍法——現在只在特殊需要的地方才採用它。它是將金屬粉末輸入噴槍的。

3. 金屬帶噴鍍法——這個方法和金屬絲噴鍍法相似，以厚 0.1 公厘，寬 80~100 公厘的金屬帶來代替金屬絲。這種金屬帶噴鍍法和下面所談的一種熔罐噴鍍法一樣，沒有多大價值。

4. 熔罐噴鍍方法——金屬放入一個容器中加熱熔化後，在液體狀態下輸入噴槍，像以前的幾種方法一樣，利用壓縮空氣把它化為霧狀。

工具和設備

金屬噴鍍工場的工具和設備

下面都是金屬噴鍍工場的工具：

1. 一支噴槍。

2. 一個容易轉動的金屬絲盤繞架（在應用金屬絲噴槍時承托金屬絲用）。

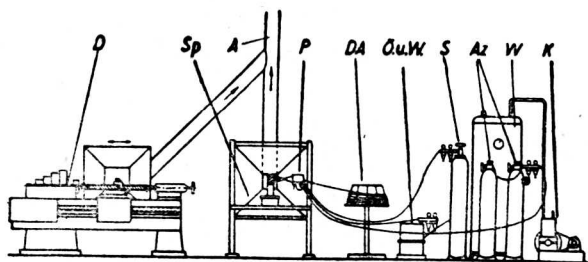


圖 2 金屬噴鍍工場簡圖：

A—抽氣裝置；ø.u.W—油水分離器；D—車床；S—氧氣瓶；Sp—噴鍍工作台；Az—乙炔瓶；P—噴槍；W—儲氣桶；DA—金屬絲盤繞架；K—空氣壓縮機。

或一個金屬粉末的容器（在應用粉末噴槍時用以盛金屬粉末）。

3. 一套壓縮空氣供應設備，由下列各種裝置組成：

1) 一部壓力為 6 計示大氣壓，至少能供應 30 公尺³/小時空氣量的（50公尺³/小時的更好）空氣壓縮機。

2) 一只容量為 300 公升的儲氣桶。

3) 一只油水分離器，用以清濾壓縮空氣。

4. 此外還有下列附屬設備：

1) 氧氣瓶，可以細調節的兩級減壓閥，防止回火的止逆閥和氧氣橡皮管（或者是氧氣預熱裝置）。可以細調節的兩級減壓閥是具有很容易辨識的刻度，每格為 1/10 計示大氣壓，以便能準確地調節壓力。壓力必須始終保持所調節的高度。防止回火用的止逆閥裝在減壓閥和噴槍之間的氧氣橡皮管內。

2) 可燃氣瓶連同可以細調節的減壓閥、橡皮管和防止回火用的止逆閥。

在使用溶解於丙酮內的瓶裝乙炔時，必須將兩瓶乙炔用 A

型瓶子接头並联起來使用。

乙炔取用時必須防止过快，以免丙酮从鋼瓶中逸出，其結果會使個別乙炔瓶不能用完，或者冰住了。

如果採用乙炔發生器產生乙炔時，必須用高压式的乙炔發生器，它可供給等压的乙炔。在乙炔發生器和噴槍之間必須裝置一個水封閘。

3) 在工場中裝置一部強力的抽氣机，抽氣量要超过 60 公尺³/小時。

不直接屬於金屬噴鍍工場，但和它有關的附屬設備如下：

1. 噴砂設備。特別是在噴鍍工作中最爲重要：

1) 一個儲砂桶連同混合氣門、接头，篩子和壓縮空氣管以及噴砂用的噴嘴。

2) 噴砂技工用的噴嘴。

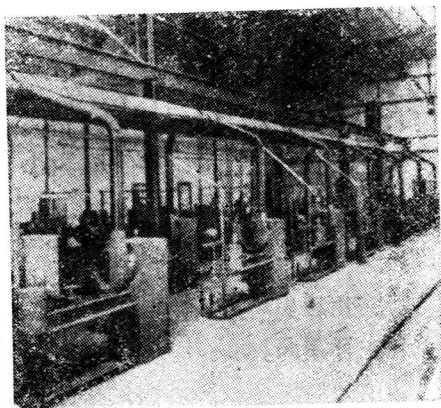


圖 3 一個現代化的噴鍍工場中的成批生產用的噴鍍設備。脫雷平 (Trebin) 的倍尼許 (Behnis-ch) 工廠。1942 年。

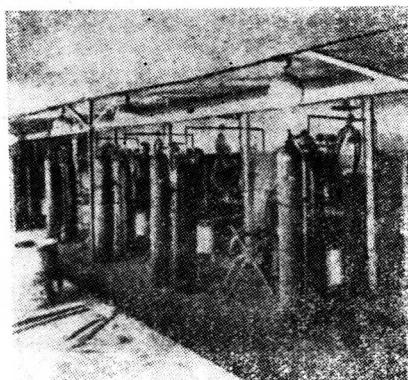


圖 3a 噴砂室。

3) 一部抽氣量大於 $180 \text{ 公尺}^3/\text{小時}$ 的抽氣機 (見圖 4)。

2. 在噴鍍前的工件上進行預處理以及在噴鍍後的工件上進行事後處理的皮阿克斯(Biax)磨具 (電動機連同軟軸)。

3. 用以夾持進行噴鍍的工件用的夾具:

1) 一個旋轉的滾筒, 用以將小的或極小的零件進行噴砂和噴鍍處理。

2) 一台用以噴鍍軸的表面以及內孔的老式車床。噴槍可

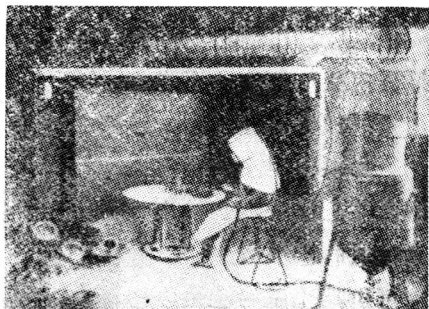


圖 4 噴砂設備 [萊比錫-賀爾茨豪森 Holzhausen-Leipzig 的 VEB EKM 噴鍍工廠]。

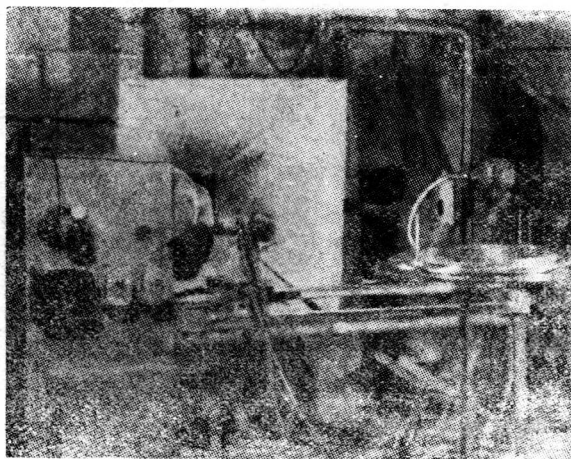


圖 5 用以噴鍍軸和軸套的自動噴鍍機。

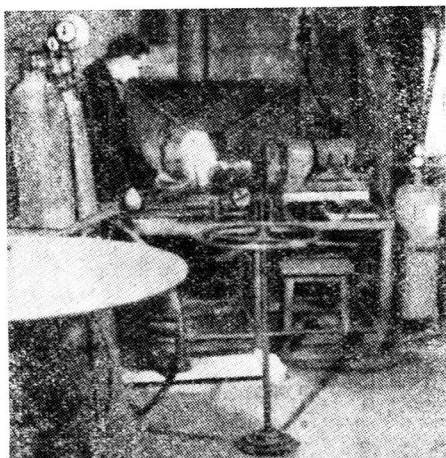


圖5a 應用簡單的迴轉夾具噴鍍圓形零件。

以固定在拖板上，這樣就能獲得均勻的金屬薄層。

夾具当然是按照噴鍍工件的種類而不同。

3) 爲了在大量生產時使噴鍍加工的成本儘量降低，採用完全自動的噴鍍設備，可以獲得良好的成績。

氣噴槍的種類

氣噴槍，在輸送金屬絲的方法上有三種傳動形式：

1. 壓縮空氣透平傳動。這個原理是以 1912 年海根勒斯 (Herkenrath) 所設計的轉速超過 30000 轉/分的壓縮空氣透平爲基礎的。利用交換齒輪和調節壓縮空氣量來改變金屬絲的輸送速度。

2. 電動機連同傳動機構（裝在一個機殼內）。調節電動機的轉速和傳動比來改變金屬絲的輸送速度。

3. 電動機連同傳動機構（分裝在另一只機箱內）。利用軟軸來傳動金屬絲的輸送運動。金屬絲的輸送速度是用接合器與電動機相連接的無級調速機構來調節的。

由於金屬噴鍍法的用途很多，對於噴槍的要求也各不相同，所以這三種型式的噴槍現在均在製造。

1. 裝有壓縮空氣透平的噴槍，由於操作輕便，大都用於噴鍍面積大的容器和鍋爐工業。

2. 裝有電動機的噴槍，主要用於噴鍍軸和軸承等。如果噴槍經常裝在車床拖板上，則可採用裝有較大電動機的噴槍。這樣就能應用 2 公厘以上的金屬絲來噴鍍。在應用較粗的金屬絲以及高效率的噴嘴系統的基礎上，可以使熔化效率顯著提高，達到每小時 10 公斤的噴鍍量（見圖16）。

3. 利用軟軸和電動機連接的噴槍主要是為工場內使用的；

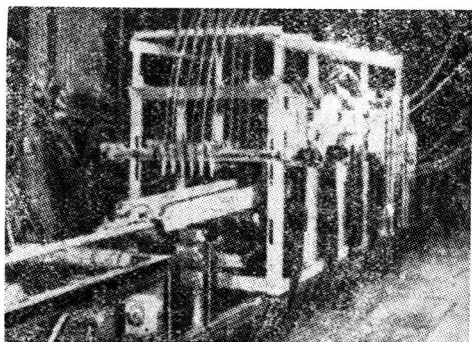
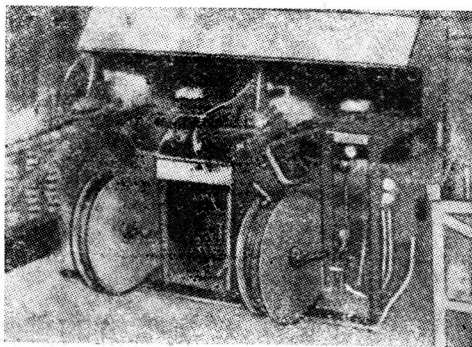


圖 6 自動噴鍍設備：

a) 噴鍍鋼樑的自動噴鍍設備（維克透Victor式）。



b) 大量生產用的噴鍍機。用以在鋁製件表面上噴鍍鋼料。

在那裏它顯示出良好的成績。這種類型新設計的噴槍也可以用於戶外操作。

關於氣體的輸入和混合可以採用下列的方式：

1. 等壓系統（見圖

7）；

2. 低壓系統（射吸原理）（見圖8）。

現代的氣焊槍幾乎都是採用低壓式（射吸式），而金屬噴鍍用的噴槍却是用等壓式，但也有用低壓式的。

噴槍的關閉和調節機構有下列的型式：

1. 可燃氣、氧氣和壓

縮空氣合用的開關。這種型式是老式的，其缺點是容易漏氣，而且只能開放和關閉氣體進路，不能調節。

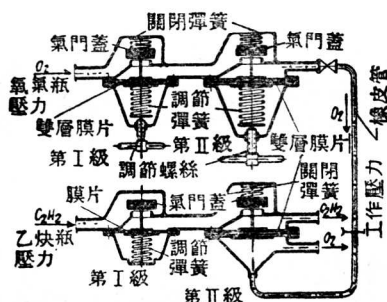


圖7 等壓控制機構〔不適用於克勞賽（Krause）型和希列赫（Schliha）型噴槍〕。這種等壓調節是用手來操縱的，因之準確性不高。有良好作用的減壓閥是工作沒有障礙的先決條件。

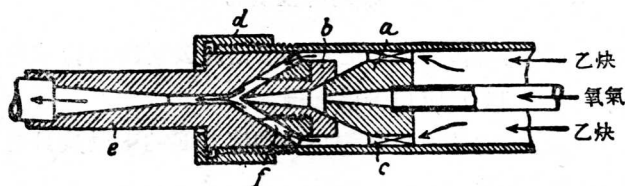


圖8 低壓系統（射吸原理）：

a—噴嘴頭；b—壓力噴嘴（氧氣噴嘴）；c—乙炔通路；d—壓緊螺母；e—混合噴嘴；f—可燃氣通路。

2. 分開的氣門利用凸輪軸或齒輪機構來操縱的，不過也同樣只能開放和關閉氣體進路（可燃氣，氧氣和壓縮空氣）。我

們只能在減壓閥上加以調節。

3. 分開的氣門（和氣銲槍上的氣門一樣），採用這種氣門，在噴槍上也可以調節氣體。

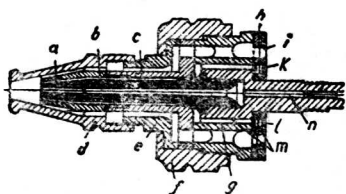


圖9 應用等壓氣體（可燃氣和氧氣）
的氣噴槍的噴嘴系統剖面圖：

a—金屬絲導管；b—中間噴嘴口；c—中間噴嘴座；d—外噴嘴口；e—外噴嘴座；f—壓緊螺母；g—噴嘴頭；h—底板；i—壓縮空氣的通路；k—氧氣的通路；l—可燃氣的通路；m—可燃氣與氧氣混合氣體的通路；n—金屬絲通路。

實際應用的氣噴槍的型式

如果要決定採用那一種噴槍，必須像以前所說的那樣，首先要考慮到噴槍的應用範圍。在民主德國主要使用的噴槍有下列三種。因為這裏只要探討典型的型式，所以對於其他型式的敘述並不需要。

1 希列赫型噴槍

柏林·阿德勒霍夫地方的希列赫信託公司出品的希列赫型噴槍（圖10和11）應用得很普遍。

金屬絲的輸送是用裝有離心力調速器F的電動機E通過傳動機構D來傳動的。

應用這個傳動機構可以得到兩種金屬絲輸送速度（快檔和慢檔）。另外的輸送速度細調節是由離心力調速器來控制的。噴槍是等壓式的。對於可燃氣的調節必須特別仔細注意，因為如不注意，就會產生回火作用。由於電動機的電壓為220伏