

813582
LXZ

汽車活葉學習材料

1962.11.30

鍍鉻在汽車修理上的應用

李信之 編

13

813582

人民交通出版社

目 錄

一、電鍍的基本知識.....	1
二、鍍鉻的種類.....	3
三、鍍鉻的工藝過程和主要設備.....	5
四、影響鉻層組織的幾個因素和鍍鉻時常見的一般缺陷.....	18
五、汽車零件鍍鉻修復的幾個舉例.....	24
六、鍍鉻時的技術安全和勞動保護.....	28

一、電鍍、本知識

電鍍是在一種盛有電解液的特製鍍槽內進行的。能够傳導電流的溶液，稱為電解液。

當電解物質溶解時，它的分子便分離為帶正電荷和帶負電荷的兩部份，這種帶電荷的部份稱為離子。帶正電荷的部份叫做陽離子（如金屬離子和氫離子），帶負電荷的叫做陰離子（如氫氧離子或酸根離子）。

當電流通過電解液時，陽離子便向陰極移動，而陰離子便向陽極移動。

與電源正極連接的電極，稱為陽極。

與電源負極連接的電極，稱為陰極。

在電鍍中，被鍍的零件當作陰極，而陽極通常為金屬。陽極分可溶解的陽極（如鍍鎳時陽極用鎳板）和不可溶解的陽極（如鍍鉻時陽極用鉛板）。

電解定律 電解時在陰極的零件上鍍積金屬的數量是遵循法拉第定律，這定律的要點如下：

1) 電解過程中，鍍積在陰極上的金屬重量與所通過電解液的電量成正比；

2) 在各種不同的電解液中通過等量的電量時，各種不同金屬在陰極上鍍積的重量與它們的化學當量成正比。

根據法拉第定律，我們知道鍍積在陰極上金屬重量與通過的電量成正比，也就是說與通過電解液的電流強度和通電時間成正比。例如，用 5 安培的電流強度通電二小時在陰極鍍上 20 克的銅，那

應用 10 安培的電流強度在同樣的時間內將在陰極鍍上 40 克的銅。

根據法拉第定律，我們知道，鍍上 1 克當量的任何物質，都需要 26.8 安培-小時的電量。因此，金屬鍍積在陰極上的理論重量，可以由下式求出：

$$G_M = \frac{aIt}{26.8n}$$

式中 G_M ——金屬鍍積在陰極上的理論重量，單位用克；

a ——鍍積金屬的原子量；

t ——電鍍的時間；單位用小時；

I ——通過電解液的電流強度，單位用安培；

n ——鍍積金屬的原子價。

電流效率 電解時，沉積任何數量的物質所消耗的電量，常常比較理論上計算的需要量要高。所以，沉積一定量的物質，理論上需要的電量和實際消耗的電量之比，就叫做電流效率。鍍鉻時，陰極的電流效率為 10~13%。

根據上述的電解定律，我們可以依照下式求出一定厚度鍍層所需要的電鍍時間

$$t = \frac{\delta d}{D_k C \eta}$$

或鍍層的厚度

$$\delta = \frac{t D_k C \eta}{d}$$

式中 t ——電鍍的時間，小時；

δ ——鍍層的厚度，公忽（即 1/1000 公厘）；

d ——沉積金屬的密度，克/立方公分，鉻 = 7.1；

D_k ——陰極的電流密度，安培/平方公分；

C ——沉積金屬的電化當量，克/安培-小時，鍍鉻時

$$C = 0.3235;$$

η ——電流效率，%，鍍鉻時 $\eta = 13\%$ 。

例如，在一個零件上需鍍厚度為 100 公忽的鉻層，假設電流密度 $D_k = 60$ 安培/平方公寸，鉻的密度 $d = 7.1$ ，鉻的電化當量 $C = 0.3235$ ，電流效率 $\eta = 13\%$ ，那麼，所需的電鍍時間為

$$t = \frac{\delta d}{D_k C \eta} = \frac{100 \times 7.1}{60 \times 0.3235 \times 13} = \frac{71}{22.82} = 3.15 \text{ 小時}$$

或 $3.15 \times 60 = 189$ 分鐘。

電化當量 電解時，一安培的電流通過一小時，在陰極上鍍積的金屬重量（克），就叫做該金屬的電化當量。

電流密度 通過電解液的電流強度與零件被鍍的表面積之比，稱為電流密度。它的單位是安培/平方公寸，也就是說零件被鍍的表面積上每平方公寸所通過的電流。

均鍍能力 這種能力是電解液的一種特性，它說明了在鍍件被鍍表面上鍍層厚度均勻的程度，通常用百分數表示。鉻電解液的均鍍能力是很不好的。

克-當量 物質的化學當量或簡稱當量，等於它的原子價除它的原子量，所得的數值用克來表示，就叫做克-當量。

二、鍍鉻的種類

電解鉻是一種發青的銀白色彩的金屬。它的原子量為 52.01，比重為 6.9~7.1，熔點為 1565°C。

電解鉻對潮濕空氣的防銹力很高，對鹼類、硝酸和有機酸類的抵抗力也很強。同時它還具有極高的硬度，可達布氏 800~1000 度，比滲碳鋼及氮化鋼高 30%，耐磨性也非常好。因此，鍍鉻無論是在機器製造或汽車零件的製造和修理工作都有着重要的地位。

鍍鉻基本上可分為兩種。一種是裝飾性的鍍鉻，另一種是加硬

鍍鉻。多孔性鍍鉻亦包括在加硬鍍鉻內。

裝飾性鍍鉻

這種鍍鉻可使零件和製品得到美麗的外表並提高抗蝕力。在汽車製造和修理上利用這種鍍鉻的有保險槓、車門把手以及前燈的反射鏡等。爲了要使鍍層獲得良好的質量，通常將零件先鍍一層銅或鎳作爲底層，或鍍一層銅再鍍一層鎳作底層，然後再行鍍鉻。鍍鉻後隨即進行拋光。

加硬鍍鉻

這種鍍鉻是用以提高製品的硬度、耐磨性和使用壽命爲目的的，所以又叫做耐磨性鍍鉻。它主要是用於刀具、模具和要遭受磨損的機器零件的電鍍。在汽車修理上它可以用來修復曲軸軸頸、凸輪軸、轉向節、轉向節銷、活塞銷、氣門桿及十字軸等。

多孔性鍍鉻

它是在製品進行光滑鍍鉻後，再進行一次陽極處理，於是在製品的鉻層表面上產生很多微細的孔道，因此這種鍍鉻叫做多孔性鍍鉻。

多孔性鍍鉻又分溝狀的和點狀的兩種。

這種多孔性鍍鉻有很高的硬度和耐熱性，在常溫及高溫（ 500°C ）、高壓下，在硫化氫化合物、酸（鹵素酸除外）、鹼等物中有高度耐磨性，此外由於細孔能够接受和貯藏潤滑油，所以要比光滑的鍍鉻是有更高的耐磨性。因此，這種多孔性鍍鉻多半用於潤滑較差的零件上。在汽車工業上，活塞環、氣缸、氣缸套等都可以採用這種鍍鉻。例如，內燃機的鋼及鑄鐵製的氣缸和活塞環，鍍上多孔性的鉻層後，它的耐磨性及使用壽命較不鍍鉻的氣缸要增加

到 2.5~4 倍。

三、鍍鉻的工藝過程和主要設備

鍍鉻的工藝過程包括以下幾個工序：

- 1) 鍍鉻前零件的準備工作；
- 2) 鍍鉻；
- 3) 鍍鉻後的加工；
- 4) 鍍鉻層質量的檢查。

鍍鉻前的準備工作

鍍鉻前零件被鍍表面的狀態必須十分注意，因為基體金屬和鍍層的結合，以及鍍層的質量都與表面的狀態有關。如果被鍍的金屬表面有銹、油和其他髒物，那麼，金屬的表面和鍍層之間就被隔絕了，這樣就不能保證鍍層和基體金屬得到緊密的結合，因此需要有鍍前的準備工作。鍍鉻前零件的準備工作包括下面幾個步驟：1) 磨光；2) 拋光；3) 除油；4) 不需鍍鉻表面的絕緣；5) 零件安裝於掛具上；6) 電解除油；7) 在流水中清洗；8) 弱腐蝕。

磨光——磨光的目的是為了除去磨損表面的磨痕，將零件磨損表面恢復到正確的幾何形狀，並使被鍍表面平滑而光潔。磨光可以在磨床上或專用來作磨光用的車床上進行。磨輪的粒度可在 40~80 之間。磨輪的硬度應根據零件磨光表面的硬度而定，被加工表面的硬度愈高，則磨輪的硬度應選擇愈軟，相反地，當被加工表面的硬度愈低時，則磨輪的硬度應愈高。磨光質量的好壞與磨輪的正確選擇有密切的關係。磨輪旋轉的圓周速度為 25~30 公尺/秒；磨光時零件的旋轉速度為 12~20 公尺/分。

拋光——無論磨光加工如何仔細，磨光後在被加工的表面仍然要殘留一些微細的磨痕和其他的缺陷。要消除這些缺陷，就必須在

特製的拋光機上用細氈輪或亞麻布輪塗以拋光磨膏將零件的表面進行拋光。小型零件則可在滾筒機或鐘形機中進行拋光。

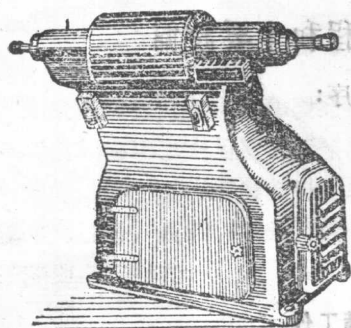


圖 1 雙軸式磨光拋光機

圖 1 是一台磨光拋光機。它的下面有二個獨立的電動機，每個電動機藉皮帶帶動一根主軸，在軸上裝着磨輪或布輪。

拋光時將特殊的磨膏當氈輪轉動時塗在它的工作面上。對於鋼質零件的拋光可採用氧化鋁配製的磨膏，其成分如下（按重量）：

氧化鋁	10份
油 酸	5份
石 臘	20份
硬 脂	18份
骨 油	5份

也可以採用下列成分的磨膏（按重量）：

氧化鋁	10份
油 酸	23份
硬 脂	20份
骨 油	5份

除油——零件經拋光後在它的表面上仍然殘留有磨膏的痕跡、油脂和其他雜質，所有這些雜質都必須完全除去。只有這樣才可得到鉻層與基體金屬的牢固結合。

因此還須將零件浸在各種有機溶劑或鹼性溶液中施行除油。有機溶劑可用汽油、苯及三氯乙烯等。

除油的方法是用浸有溶劑的毛刷將零件的表面刷乾淨，或將零件懸掛在盛有溶劑的槽內。凡經過有機溶劑除油的零件，均須用維

也納石灰加水調成漿狀（或消石灰漿），用刷子刷洗，然後再在熱水中洗清和在流動的冷水中沖洗。此外，也可單用維也納石灰來除油。零件在除油後，它的表面能全部為水所潤濕，則表示除油乾淨。若用水清洗後在其表面上有水滴存在，則必須重新進行除油作業。

圖 2 是一台專用維也納石灰除油的桌子。在箱子 *a* 中放着維也納石灰漿。*b* 部分做排水用。在它們的上面放着石板，在石板上用特殊的刷子進行除油。

用有機溶劑除油時，因為溶劑的揮發性很強，容易發生火災，所以必須特別小心。

不需鍍鉻表面的絕緣——就是在不需鍍鉻的表面上加一層保護層，使電解液與不需鍍鉻的表面不發生作用。絕緣用的材料採用最廣泛的是過氯乙烯漆、電影膠捲和硝酸纖維清漆（又名日本漆，它是將賽璐珞溶化於丙酮中而成）。過氯乙烯漆和硝酸纖維清漆在電解液中是比較穩定的，因此它們是較好的絕緣材料。此外也可以用橡皮作絕緣材料，但最好在橡皮的外面再塗一層硝酸纖維漆，這樣可使橡皮不易受到電解液的浸蝕而使電解液不純。

絕緣的方法可用刷子在需絕緣的地方刷上幾層清漆，一般的二、三層即可。但必須注意，一定要等前一層清漆完全乾燥後，才可再刷後一層。每層漆在空氣中完全乾燥約需時 1~2 小時。

零件上的孔洞通常都用鉛塞子堵死。

鍍鉻後漆層可用機械方法或用汽油或丙酮溶解的方法來除掉。

零件安裝於掛具上——根據零件的幾何形狀和它的大小，將零

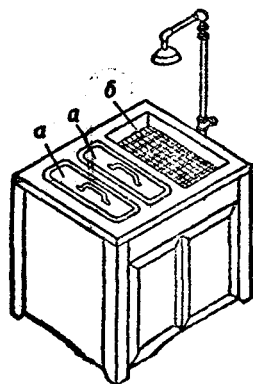


圖 2 用維也納石灰除油用的桌子

件裝置於專用的掛具上。並且應注意零件在掛具上是否夾持得牢固，及零件與掛具是否有可靠的接觸。同時必須保持鍍鉻表面的各部分與陽極間有大致相等的距離，以求達到零件有厚度均勻的鉻層（參閱圖3，4）。

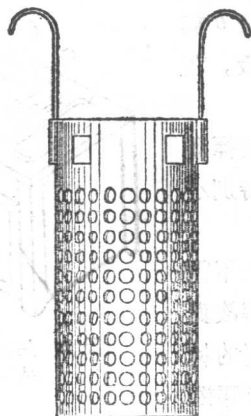


圖 3 活塞環鍍鉻用的陽極

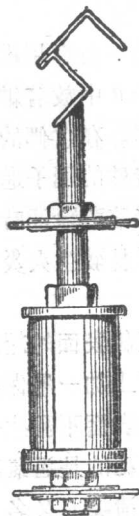


圖 4 活塞環鍍鉻用的掛具

電解除油——經過磨光和拋光的表面在有機溶劑內除油，並不能完全達到除掉在零件表面的殘留油脂的目的，因此還必須進行電解除油。電解除油可以保證最精細的表面清理。在除油時，零件放在陰極上，陽極用不銹鋼板或者最好用鍍鎳的鐵板，其面積應等於或大於陰極（零件）的面積。陽極在電解液內應不溶解。

鋼質零件的電解除油採用下列成分的溶液：

苛性鈉(燒碱).....	15~25克；
碳酸鈉(純碱).....	15克；
正磷酸鈉.....	15克；

水玻璃..... 3克；
水..... 1公升。

工作規範：

電 壓.....6~9伏特；
電流密度.....3~10 安培/平方公寸；
溫 度.....60~80°C；
時 間.....3~5分鐘。

電解除油應分兩階段進行：最初 2 分鐘內將零件作為陰極，其後再將零件作為陽極通電 0.5~1 分鐘。因為當電解時，在作為陰極的零件上有氫氣析出，氫被金屬吸收，會使金屬變脆，如果把零件換為陽極再通電幾分鐘，則為零件的金屬所吸收的氫就進入溶液，因而就沒有脆性了。電極的轉換可由一隻雙擲式的開刀開關來控制。圖 5 是一個電解除油槽，為了排除在工作時自槽內逸出的有害氣體，故在槽的邊側有吸風罩，並在槽內底部裝有通入蒸汽的蛇形管或電加熱器，以加熱溶液。

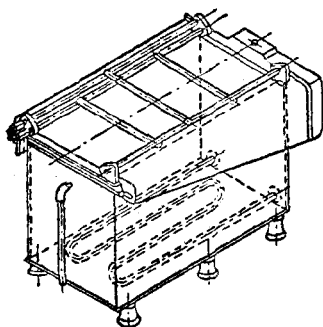


圖 5 電解除油槽

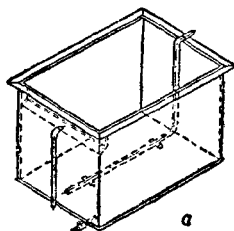


圖 6 清洗槽

零件在流水中清洗——零件經過電解除油後，在其表面上形成

了一層肥皂膜，爲了除掉這層肥皂膜，因而必須將零件在熱水中仔細地清洗，然後再用流動的冷水加以沖洗。圖 6 示一具有蒸汽加熱蛇形管的熱水清洗槽(б)，和具有壓縮空氣攪管的清洗槽(а)。

弱腐蝕——它用來除去零件表面上氧化物的痕跡並使金屬組織能暴露出來，以保證基體金屬和鍍層很好地結合。弱腐蝕的方法就是將零件浸在室溫的稀硫酸溶液（5~7%）15~20 秒鐘，並隨後在流動的冷水中清洗。清洗後應立刻放入鍍槽進行電鍍，以免金屬再被氧化。

但是在修理工廠中却並不應用這種弱腐蝕，而廣泛地採用陽極的電解弱腐蝕。即在不通入電流的情況下，將零件先浸在鍍槽內 6~8 分鐘，然後以零件作陽極通入電流 30~50 秒鐘，電流密度爲 20~25 安培/平方公寸。零件在經過陽極的電解弱腐蝕後，就可接着進行鍍鉻。於是將電流方向改變使零件變成陰極，不溶解的鉛板變成陽極。

鍍 鉻

零件在鍍鉻時，應根據它的性質和對鉻層的要求來確定一定的電鍍規範（電解液成分，電流密度和溫度。），並在電鍍的全部期間內要保持這種規範不變更。鍍鉻過程的操作以及鍍層的質量雖然是由許多工藝條件所決定，但最重要的條件是：鍍槽內陽極的總面積至少要比陰極表面積大一倍；電解液內硫酸的濃度應保持爲鉻酐的濃度的 1~1.5%。

鍍槽可用鐵板及角鐵焊製而成。鍍槽的內壁須襯以厚度 3~5 公厘的鉛板，在鍍槽的邊側應有吸風罩以排除工作時槽內逸出的有害氣體。鍍槽的加熱可用通入蒸汽的蛇形管加熱或電加熱。圖 7 示一蒸汽-水套加熱的鍍鉻槽。圖 8 示一用電加器加熱的鍍鉻槽。

根據鍍鉻的種類和對鉻層的要求不同，我們須採用各種不同的

成分的電解液和電鍍規範。

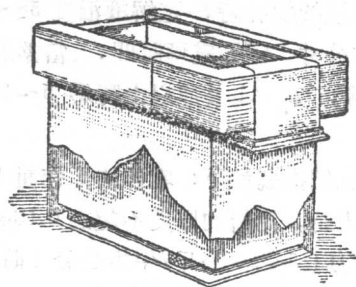


圖 7 具有蒸汽-水套加熱的鍍鉻槽

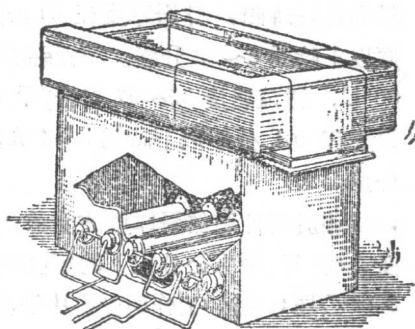


圖 8 具有電加熱器的鍍鉻槽

防護裝飾性鍍鉻在用下列規範進行最適宜：

鉍酐(CrO_3)300~350克/公升

硫酸(H_2SO_4).....3~3.5克/公升

溫度 40°C ，電流密度 15~20 安培/平方公寸，電流效率 13%。

加硬鍍鉻可用下列規範進行：

鉍酐.....150~250克/公升

硫酸.....1.5~2.5克/公升

溫度 52°C ，電流密度 35~40 安培/平方公寸，電流效率 13%

這個規範可使鍍層達到最大的硬度。

當電流密度為 60 安培/平方公寸，溫度為 55°C 時，從這種電解液中可以得到耐磨性最好的鍍層。

多孔性鍍鉻通常採用下列規範：

鉍酐.....180~250克/公升

硫酸.....1.5~2.2克/公升

溫度 $58\sim 60^\circ\text{C}$ ，電流密度 40~80 安培/平方公寸。

鍍鉻後再進行陽極處理，它的目的是增加與加深鍍鉻層表面的細孔，所用的電解液與上相同，工作規範如後： 1)產生點狀的細

孔時，電解液溫度 $47\sim 55^{\circ}\text{C}$ ，電流密度 $40\sim 50$ 安培/平方公分，陽極處理時間，鉻層厚度在 0.1 公厘以下時為 $6\sim 8$ 分鐘，在 0.1 公厘以上時為 $8\sim 12$ 分鐘。2) 產生溝狀的細孔時，電解液溫度 $58\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，電流密度 $55\sim 67$ 安培/平方公分，陽極處理時間，當鉻層厚度在 0.1 公厘以下時為 $3\sim 4$ 分鐘，在 0.1 公厘以上時為 $5\sim 10$ 分鐘。

關於零件鍍鉻層厚度的要求。我們推薦如下：零件的工作面上受有 5 公斤/平方公分以下的單位壓力時，鉻層的厚度不超過 $0.10\sim 0.12$ 公厘；零件工作面受有中等壓力（ $5\sim 20$ 公斤/平方公分）時，鉻層厚度可為 $0.05\sim 0.06$ 公厘，但在不重要的情況下，也可以加大到 $0.09\sim 0.10$ 公厘；當零件工作表面受有較大的單位壓力（超過 25 公斤/平方公分）和動的負荷時，則鉻層的厚度須在 30 公忽以下。

電解液的製備——先將需要數量的鉻酐溶在少量的蒸餾水（熱的蒸餾水溶解較快）內，然後讓這種溶液沉澱後即注入鍍槽內。再在這種溶液內加入需要數量的化學純度的硫酸，並用水調稀到需要的容量。這種溶液在正式電鍍前必須經過幾小時的通電處理，這就是在鍍槽內懸掛一些鉛板陽極，用清理過的廢零件或鐵板作陰極，進行電解，使鉻沉積在這些報廢零件上，陰極的面積應為陽極的 $2\sim 3$ 倍。處理的時間以每公升電解液約為 $10\sim 25$ 安培小時。

鍍鉻後的加工

零件鍍鉻後的加工包括下列幾個工序：

- 1) 鍍鉻後附在零件表面的電解液的收回；
- 2) 在流水中沖洗；
- 3) 除去絕緣並在流水中清洗；
- 4) 零件乾燥及熱處理；
- 5) 磨光和拋光。

爲了收集掛具從鍍槽中帶出的電解液，應將掛具浸在室溫的蒸餾水槽內 1~1.5 分鐘。這個槽內的水以後可以用來添補鍍槽因蒸發失去的水分。掛具連同零件從蒸餾水槽內取出後再換到流水槽內沖洗 2~3 分鐘。

當零件除去絕緣後再在流水槽內沖洗一次。即進行零件的乾燥，這可將零件放在烘箱內烘乾，烘箱的溫度爲 $105\sim110^{\circ}\text{C}$ 。

熱處理的目的，是把鍍層中的氫氣驅逐出去，其方法是將零件放在 $150\sim200^{\circ}\text{C}$ 的油槽保持 2.5~3 小時。

磨光和拋光是零件最後加工的一步，經過磨光後零件達到正確的要求尺寸。磨輪應選擇較軟的，粒度的大小最好爲 60~80，磨製時並須加以充分的乳化劑以冷却。

鍍層質量的檢查

鍍層的質量檢查包括鍍層的外表檢查、厚度檢查和機械性質的試驗。

外表檢查——鍍層的外表是用肉眼來觀察的。鍍層的表面上不許有裂紋、斑點、氣泡、磨痕、裂痕、凹痕等缺陷。零件全部鍍面的顏色和光澤，必須相同而又均調，只允許在鍍件的邊緣處有少許差別。

當鍍層表面的顏色和光澤在相當大的部份發生偏差、鍍層厚度不一致而造成在尺寸上差別很大以及鍍層脫落的零件，都應該作爲廢品。

厚度檢查——鍍層的厚度可用各種方法來檢查，根據鍍層的用途而定。在車間內一般用游標卡尺，千分尺或卡規。但是最好的檢查方法，還是一種所謂週期的液流方法。這個方法的要點就是：從滴定管滴下一定成分的溶液，使鍍層表面的一部分溶解，直到溶液落在鍍層的地方出現有擦不掉的玫瑰色斑點或銅圈爲止。溶液的流

下速度和大小須保持不變。鍍層的厚度則根據滴流的作用時間可求出。

用滴流的方法來確定鍍層厚度的裝置如圖 9 所示。這個裝置是

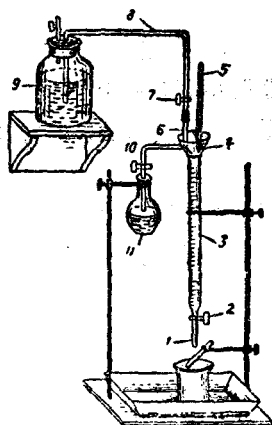


圖 9 用週期滴流法測定鍍層厚度的裝置

利用一隻具有開關 2 的普通滴定管。滴定管 3 的下端用橡皮管接上一個特製的毛細管嘴 1，它的截面是當滴定管保持在一定不變的液面和開關 2 全開時，應在一分鐘內流出 20 ± 1 立方公分。毛細管嘴 6 是一個與毛細管嘴 1 同樣大小的，它與從瓶 9 中接出的虹吸管 8 相連接，瓶 9 中盛有用來確定鍍層厚度的溶液。

滴定管 3 的上部與漏斗 4 密封地相連，當試驗時，這可藉毛細管嘴 6、虹吸管的開關 7 和與用來收集多餘溶液的燒瓶 11 相連接的支管 10 來保持漏斗 4 內的液面恆定不變。在漏斗內插入一隻溫度計 5 以測定溶液的溫度。試驗時將經過除油和清洗乾淨的試件裝在試架上，並使試件表面與毛細管中心綫成 45° 的傾角，毛細管的下端到試件被試驗的表面處的距離為 4~5 公厘。試驗開始前，記錄溶液的溫度，當打開開關 2 與 7 時，同時開啓秒錶。

溶液的滴下是間斷地進行。第一次間斷必須在最後測定結束前若干秒鐘，究竟何時就快近於測定結束，這是憑經驗確定的。以後最好每經過 2~3 秒鐘再間斷一次。最後再將滴流的時間秒數加起來。

鍍層的厚度按下列求出：

$$\delta = \frac{t}{K}, \text{公忽}$$

式中 δ ——試驗部份的鉻層厚度，公忽；

t ——滴流的作用時間，秒；

K ——在試驗溫度下一公忽厚度鉻層溶解所需的時間，秒。

K 值可根據下表選定：

溫度(°C)	K 值(秒)	溫度(°C)	K 值(秒)
14	10.5	22	5.8
16	9.3	24	5.5
18	7.7	26	5.3
20	6.5	—	—

上式僅適用於光亮鉻層厚度的測定。測定灰暗無光澤的鉻層時則應用下式：

$$\delta = \frac{1.35t}{K}, \text{ 公忽。}$$

週期滴流法測定鉻層厚度所用溶液，它的成分如下：

鹽酸(比重 1.19).....220 立方公分/公升；

硫酸(比重 1.84).....100 立方公分/公升；

氯化鐵(化學純淨的).....60 克/公升；

硫酸銅(化學純淨的).....30 克/公升；

乙醇或變性酒精(無水的).....100 立方公分/公升。

溶液的配製方法：把 220 立方公分的鹽酸倒入容量為 1000 立方公分的燒杯中，然後再加入 250 立方公分的水把它稀釋；在這種已稀釋的溶液中加入所需重量的氯化鐵和硫酸銅，隨之再小心地一滴一滴注入硫酸 100 立方公分，同時要不停地攪動杯中的溶液；待液體冷卻後，再往其中注入無水的乙醇或變性酒精 100 立方公分，最後用蒸餾水稀釋到 1 公升。

機械性能的試驗——鍍層機械性能的檢驗，主要是包括硬度、