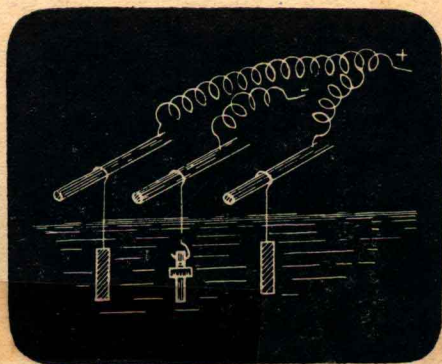


譚浩泉編著

談 電 鍍



機械工業出版社

編著者：譚浩泉

書號 0544-8-170 (工業技術)

1954年7月第一版第一次印刷 0,001—8,000冊

31×43¹/₃₂ 27千字 20印刷頁

機械工業出版社(北京監甲廠17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證出字第008號

定價1,700元

目 次

一	什麼是電鍍?——電鍍的用途和種類	3
二	電鍍的簡單原理	5
	1 電鍍的簡單原理——2 電鍍工作中的幾個主要因素	
三	電鍍的方法	9
	1 準備作業——2 電鍍作業——3 鍍後處理作業	
四	電鍍前的準備作業	11
五	鍍鋅	14
	1 鍍鋅的用途——2 鍍鋅的厚度——3 鍍鋅的方法——4 酸性 電解液——5 鋅酸電解液——6 氰化電解液——7 退除鋅鍍層 ——8 電鍍時間——9 陽極	
六	鍍銅	19
	1 鍍銅的用途——2 鍍銅的方法——3 氰化電解液鍍銅——4 用鍍銅方法防止滲碳——5 酸性電解液——6 鍍銅所需要的時 間——7 陽極——8 銅鍍層的退除	
七	鍍鎳	23
	1 鍍鎳的用途——2 鍍鎳的厚度——3 工作規範——4 鍍鎳可 能發生的毛病——5 鍍鎳層的退除——6 鍍鎳所需要的時間	
八	鍍鉻	25
	1 鍍鉻的種類和用途——2 鍍鉻的厚度——3 鍍鉻的方法—— 4 電解液的配製——5 裝飾性鍍鉻——6 硬質鍍鉻——7 多孔 鍍鉻——8 陽極——9 時間——10 鉻層的退除	
九	鍍鎳	29
	1 鍍鎳的用途——2 鍍鎳的厚度——3 工作規範——4 陽極 ——5 時間——6 鍍鎳可能發生的毛病——7 退除鎳層	
十	電鍍設備	31
十一	電鍍的安全技術	35

出版者的話

祖國正在進行着大規模的經濟建設，大量的新工人將要不斷地參加到工業建設中來，同時現有的技術工人，由於在舊社會沒有學習的機會，經驗雖豐富，但理論水平較低。爲了使新工人能够很快地掌握技術的基本知識，並使現有工人也能把實際經驗提高到理論上來，因此，我們出版了「機械工人活葉學習材料」。

這套活葉學習材料是以機器工廠裏的鑄、鍛、車、鉗、銑、鉋、熱處理、鉚、鉚等工種的工人爲對象的。每一小冊只講一個具體的題目，根據八級工資制各工種各級工人所應知應會的技術知識範圍，分成程度不同的「活葉」出版。

本書是介紹電鍍的基本知識，內容主要說明電鍍各種金屬的方法，並對電鍍的設備和電鍍的安全技術等都作了扼要的敘述。內容深入淺出，是一本學習電鍍技術良好的入門書。

本書可供電鍍工人作學習材料。

目 次

一	什麼是電鍍?——電鍍的用途和種類	3
二	電鍍的簡單原理	5
	1 電鍍的簡單原理——2 電鍍工作中的幾個主要因素	
三	電鍍的方法	9
	1 準備作業——2 電鍍作業——3 鍍後處理作業	
四	電鍍前的準備作業	11
五	鍍鋅	14
	1 鍍鋅的用途——2 鍍鋅的厚度——3 鍍鋅的方法——4 酸性 電解液——5 鋅酸電解液——6 氰化電解液——7 退除鋅鍍層 ——8 電鍍時間——9 陽極	
六	鍍銅	19
	1 鍍銅的用途——2 鍍銅的方法——3 氰化電解液鍍銅——4 用鍍銅方法防止滲碳——5 酸性電解液——6 鍍銅所需要的時 間——7 陽極——8 銅鍍層的退除	
七	鍍鎳	23
	1 鍍鎳的用途——2 鍍鎳的厚度——3 工作規範——4 鍍鎳可 能發生的毛病——5 鍍鎳層的退除——6 鍍鎳所需要的時間	
八	鍍鉻	25
	1 鍍鉻的種類和用途——2 鍍鉻的厚度——3 鍍鉻的方法—— 4 電解液的配製——5 裝飾性鍍鉻——6 硬質鍍鉻——7 多孔 鍍鉻——8 陽極——9 時間——10 鉻層的退除	
九	鍍鎳	29
	1 鍍鎳的用途——2 鍍鎳的厚度——3 工作規範——4 陽極 ——5 時間——6 鍍鎳可能發生的毛病——7 退除鎳層	
十	電鍍設備	31
十一	電鍍的安全技術	35

一 什麼是電鍍？——電鍍 的用途和種類

什麼叫做電鍍？簡單地說來，電鍍，就是替金屬的製品穿上一層金屬的衣服。

爲什麼要替金屬製品穿衣服呢？

我們知道，在最常見的金屬材料裏面，鋼和鐵是用得最多的。鋼和鐵不但價錢比其它金屬（銅、鋁等）便宜，而且它們的強度也很高，不容易損壞。但是它們却有一個很大的缺點。這就是，它們在空氣中容易生銹。

想一想，假如一輛自行車，全部都長了銹的話，不但不美觀，容易弄髒衣服和手，而且銹得厲害的話，也許整輛車子就報廢了。

假如我們用不生銹的貴重金屬如鋁、鎳合金等材料來製造自行車的話，那末，自行車的成木將比現在增加不知多少倍了。

因此，最好的辦法是在價錢便宜而質地又強韌的鋼鐵上面，再蓋上一層不銹的材料（鎳、鉻、鋅等）。這樣，既然可以充分利用鋼鐵價廉物美的優點，又可以使它不容易生銹。

電鍍的主要價值和作用就在這裏。

當然，有的時候替金屬製品穿衣服的目的並不在於防銹，而是想增加它的表面硬度等其它機械性質。

蓋覆在製品外面的一層金屬，叫做「鍍層」，鍍層可以按它的作用和目的而分爲下列幾種：

一、防護性的電鍍層——這種電鍍層的作用就是單純地保護金屬品，防止金屬的生銹。例如自行車鋼圈上的鋼絲，表面上都有

一層銀灰色或灰白色的金屬。這就是鍍了鋅或鍍了鎳的緣故。鋼絲本來是鋼造的，穿了一層鋅的衣服後，就不會生銹了。這層衣服，就叫做「鋅的鍍層」或「鋅鍍層」。鋅鍍層是防護性鍍層的一種。

二、裝飾性的電鍍層——這種電鍍層的作用和漂亮的衣服差不多，是爲了增加金屬的美觀。最常見的例子是鋼筆套上的筆夾。有的筆夾鍍了一層金；有的筆夾鍍了一層銀。這樣，不但使它外表漂亮美觀，而且也使它不會生銹，達到了增加美觀和防止生銹的雙重意義，所以又叫做「防護裝飾性」的鍍層。自行車手把鍍的克羅米（鍍鉻），也是屬於這一類的，因爲鍍了鉻以後，既不生銹，又好看，具有雙重的作用。

三、耐磨性的電鍍層——這種電鍍層都是比較硬的金屬。機器零件或金屬品的表面上鍍了這種金屬後，它的表面硬度增加了，因此耐磨的能力提高，結果就延長了它的使用壽命。例如印刷的鉛板，鍍了一層鐵或鎳後，它的壽命就增加了好幾倍；又如內燃機的氣缸套和活塞環（又叫做漲圈），鍍了鉻以後，也可以把壽命提高3~8倍。

四、防止化學性侵蝕的鍍層——鋼鐵受到酸、鹼等化學品的侵蝕，是會腐蝕下去的。所以凡是跟酸性物品接觸的金屬品，可以在它們的表面上鍍上一層鉛；跟鹼性物品接觸的，可以鍍一層鎳；跟海水或鹽水接觸的，可以鍍一層鎢或鉻，這些鍍層都可以防止化學性的腐蝕。事實上，這一類的鍍層可以算作防護性鍍層中的一種；只不過不是防止空氣的銹蝕，而是防止化學性的侵蝕罷了。

五、熱處理工作中的防護鍍層——如滲碳時，工件不需要滲碳的部分鍍一層銅；氮化時不需要氮化的部分鍍一層錫等等。

六、其他作用的鍍層——如增加電導能力的銅鍍層和銀鍍層、某些罐頭鐵皮的鍍錫等等。

二 電鍍的簡單原理

上面我們談到了電鍍的作用；並且拿人穿衣服的例子來跟電鍍相比較。在這一章裏我們想把電鍍的原理，用一個淺近的例子來說明一下：

1 電鍍的簡單原理 從化學上說來，電鍍是電解作用中的一種。電鍍有兩個要素：一是電極；另一個是電解液。圖 1 是以鍍銅為例子來說明電鍍的原理的。

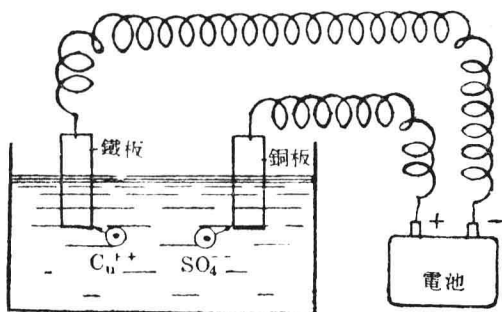
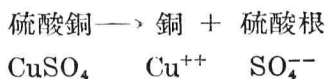


圖 1 電鍍的原理。

一、電解液——拿鍍銅來說，鍍銅所用的電解液（有些工人同志叫「藥水」）主要是把硫酸銅（ CuSO_4 ）溶解在水中而成的。硫酸銅溶解在水中以後，就分解成兩個部分。一部分是銅的游子（ Cu^{++} ），另一部分是硫酸根（ SO_4^{--} ）的游子。這種分解，在化學上叫做「電離」，可以用下式來說明：



銅游子是帶正電的，所以叫做「陽游子」。硫酸根是帶負電的，所以叫做陰游子。

上式中的「+」代表陽游子；「-」代表陰游子。

二、電解作用——把一塊鐵板和一塊銅片放入電解液中，並且把鐵板接通電池的陰極，把銅板接通電池的陽極以後，電解液中就起了一種〔電解作用〕，這種作用的過程如下：

電流接通後，電解液中的游子就開始活動起來。根據異性相吸的原理，陽游子（銅游子）就游向陰極（鐵板），並且黏附在它的表面上。這樣，時間長了陰極（鐵板）的表面上，就形成了一層很薄的銅。這就是銅鍍層。

三、電極——電解作用使電解液中的銅不斷地黏附到陰極的表面上，形成鍍層。因此，電解液中的銅就逐漸少下去。爲了補救這一點，必須把銅的成分不斷地補充到溶液中去。銅製的陽極，就是爲了這個用處。電解作用發生的時候，陽極（銅片）上的銅也不斷地溶解到電解液中去，這樣就使電解液中的銅游子永遠保持一定的數量。

電解的結果，鐵皮上的銅愈來愈厚，而銅片上的銅却愈來愈少。當鐵皮上的銅達到要求的厚度時，電鍍的工作就完成了。

2 電鍍工作中的幾個主要因素 下面談一談電鍍中的幾個最主要的因素。

一、厚度——鍍層一般都是很薄的，最多也不過像一張紙那樣厚。一般說來，鍍層愈厚，防銹能力也愈好。但是太厚了不但不容易鍍好，而且也費工費電，所以是不必要的。在蘇聯，每種鍍層都有一定的厚度。這在以後會談到。

鍍層厚度因爲很薄，所以不能用公厘來計算，而是用公忽^①（ μ ）來計算。

二、電鍍時間——在同樣大小的工件上，假如用同樣電解液和

① 1 公忽等於 $\frac{1}{1000}$ 公厘（即 μ 或 микрон ）以前曾用公微來表示是錯誤的。

同樣的電流來電鍍的話，那末，時間愈長鍍出來的東西愈多，鍍層也愈厚，所以愈是厚的鍍層，所需要的電鍍時間也就愈長。

三、電流和電流密度——同樣大小的東西在電鍍時，所通過的電流越多，鍍出來的鍍層就愈厚。電鍍品的大小是用它表面的面積來計算的，習慣上採用的單位是[平方公寸]電流的計算單位是[安培]。假如兩件東西的面積都是1平方公寸，一件用1安培的電來電鍍，另一件用2安培，同樣鍍1小時或半小時後，後一件的鍍層，就比前一件厚一倍，這是因為它所用的電流比前一件大一倍的緣故。假如兩件的面積不相等，第一件是2平方公寸，第二件3平方公寸的話，那就要看每平方公寸上所通過的電流了。在我們這個例子中，第一件每平方公寸上所通過的電流是 $1 \text{ 安培} \div 2 \text{ 平方公寸} = 0.5 \text{ 安培/平方公寸}$ ；第二件是 $2 \text{ 安培} \div 3 \text{ 平方公寸} = 0.67 \text{ 安培/平方公寸}$ 。因此，按每平方公寸來算，仍然是第二件多，所以第二件上的鍍層也就比第一件厚。

由此可知，決定鍍層厚薄的並不是單電流大小，而是每平方公寸上的電流。每平方公寸上通過的電流就叫做[電流密度]。它的單位是安培/平方公寸。

電流密度愈大，鍍層就愈厚，電鍍時間就愈省；但是電流密度太大了，鍍層就會很粗糙，而且容易掉脫。每一種電鍍都有一個最適宜的電流密度，這些放到以後再談。

四、法拉第定律——總結以上幾點，可以得出下列結論：

1) 電鍍時間愈長，鍍出來的東西愈多，鍍層愈厚。

2) 同樣面積上通過電流愈多，鍍層就愈厚。這就是說，電流密度愈大，鍍層就愈厚。

上面這兩條總結，就是[法拉第定律]的主要內容。法拉第定律還有一個內容。這就是每1安培的電流在每小時內電解出來的物

質，有一定數量的重量，這個數量，叫做「電解當量」。例如：每 1 安培小時電解出來的鋅是 1.219 公分，鎳是 1.095 公分等。這些一定數量的物質，分佈在電鍍物的表面上，就形成一定厚度的鍍層。現在把幾種物質的電解當量列表如下：

物 質 名 稱	電解當量② (公分/安·時)	厚 度① (公忽)
鋅	1.219	17.2
銅(碱性)	2.372	26.7
銅(酸性)	1.186	13.3
鎳	1.095	12.6
鉻	0.323	4.6
鎢	2.097	24.4

根據這一點，我們就可以計算每件零件在電鍍時所需要的電流，和每個槽子所需要的電流和時間。

例如：有一個鍍鋅槽，內有 20 個零件要鍍鋅，每件的面積是 1.2 平方公寸；那末，全部零件的表面積 = $20 \times 1.2 = 24$ 平方公寸。假定按照工藝規範，鍍鋅的電流密度為 2 安培/平方公寸，這就是說，每平方公寸上應該通過 2 安培的電流。所需的厚度為 20 μ 。於是得出所需的電流 = $24 \text{ 平方公寸} \times 2 \text{ 安培/平方公寸} = 48$ 安培所需時間計算如下：

每 安培/平方公寸 每小時可得出 17.2 μ 厚。

每 2 安培/平方公寸 每小時可得出 34.4 μ 厚。

現在只需要 20 μ ，因此所需要的時間 = $\frac{20}{34.4} = 0.58$ 小時 = 35 分鐘。

五、電流效率——從上表中查出來的厚度，跟實際工作時鍍出

① 每安培每小時在 1 平方公寸上所產生的鍍層厚度。

② 這一行是每安培電流在每小時內所電解出來的物質的重量。

來的厚度，往往是要差一些的，這是因為電鍍時有各種損失的緣故。實際鍍出來的厚度和理論上計算的厚度的比例，就叫做電流效率。假如電流效率是 100 的話，實際鍍出厚度和理論計算厚度就一樣。假如是 90%，實際的厚度就比理論計算厚度少 10%。因此在計算電鍍所需時間時也要把電流效率考慮進去。

三 電鍍的方法

電鍍的具體工作方法，或操作方法，就是應用電解原理，在工件的表面上覆蓋上一層另一種金屬（鍍層）。

在電鍍的時候，我們用一個相當大的鍍槽，把工件吊掛在槽內，作為陰極；把要鍍的金屬吊入槽內，作為陽極（例如鍍鋅就用鋅做陽極，鍍銅就用銅做陽極）。電源的供給，可以用電池、直流發電機或者整流器。圖 2 是一個電鍍的簡單圖解。

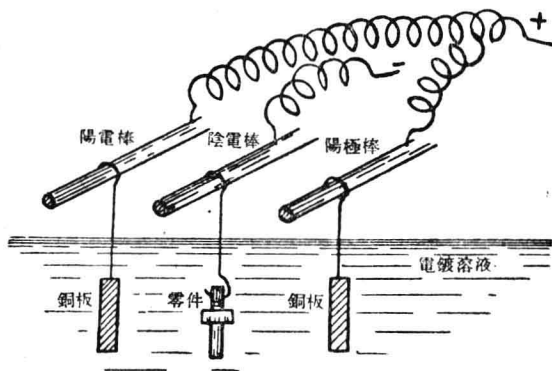


圖 2 電鍍簡單圖解。

電鍍最基本的方法，就是像圖 2 所畫出來那樣，把工件掛入槽內，通電後經過一定時間後拿出來就行了。但是要得到質量好的電鍍表層，却要經過一定的嚴格步驟。整個電鍍過程，可以分成準備

作業、電鍍作業和鍍後處理作業等三個步驟。

1 準備作業 為什麼在電鍍前必須有準備作業呢？一般的金屬品，尤其是經過機械加工的金屬零件，它的表面上都免不了要帶有一些油污。帶有油污的東西，不管油污少到什麼程度，在它被油污蓋住的那部分的表面上，是鍍不上鍍層的。即使鍍上了，也很容易脫落。這是由於油污把電鍍表層和底下的工件遮隔起來，使它們不能很好地黏合的緣故。所以在電鍍之前，必須把工件表面上的油污去掉，這一步手續叫做「去油處理」。

其次，工件在空氣裏存放的時候，它的表面和空氣接觸，就生成一層很薄的氧化層膜。接觸時間愈長，這層氧化層膜就愈厚。最厚的氧化層膜，可以被人的眼睛看得見的，通常就叫它做「銹」。表面上有銹或薄一點的氧化層膜的東西，也是鍍不上鍍層的。因此在電鍍之前，也必先把這層氧化層膜去掉，這一步手續就叫做「刻蝕處理」。

因此，總的說來，準備作業的目的就是去掉工件表面上的油污和氧化層膜，使它露出底下的完全金屬來，以便進行電鍍。

2 電鍍作業 工件經過去油處理和刻蝕處理以後，就可以放到電鍍槽裏去電鍍了，不過在電鍍的時候，還要注意嚴格地遵守電鍍的「工作規範」，否則鍍出來的東西仍是不會令人滿意的。

什麼叫做「工作規範」呢？

所謂「工作規範」通常包含有下列幾個內容：

一、電解液的組成——就是說，電鍍用的電解液是由什麼化合物所組成的，每一種化合物有多少。通常各成分都是以公分/公升來表示的。拿鍍鉻做例子，鍍鉻液的組成是：

鉻酐	250公分/公升，
硫酸	2.5公分/公升。

這就是說，在每一公升電解液中，有 250 公分的鉻酐和 2.5 公分的硫酸。

二、溫度——電鍍時電解液溫度有一定的規定的。溫度太低了，電鍍的效率就會降低；溫度太高了，電鍍的質量又會受到影響。每一種電解液都有它最適宜的工作溫度，必須在「工作規範」中說明。

三、電流密度——這就是工件（陰極）的表面上每平方公寸所通的電流，它的單位是「安培/平方公寸」。從理論上說，電流密度愈高，電鍍的速度就愈快，生產率就愈高。但是電流密度太高了鍍層就會現出焦黑的顏色，造成所謂「燒焦」的現象；所以每種電解液都有它最高的電流密度。

在電鍍的時候，只要按照工作規範的指定，正確的配出所需的電解液，保持正確的溫度，維持規定的電流密度，這樣就可以進行正常的電鍍工作。

3 鍍後處理作業 工件在電鍍，爲了裝飾的緣故，往往要使它更能夠得到又光亮又好看的表面。這時可以把它拋光一次或用化學方法使它表面漂亮一些，這些都屬於鍍後的處理作業的範圍。

四 電鍍前的準備作業

前面已經說過，電鍍前的準備作業的目的，是去掉工件表面上的油污和氧化膜層，使工件露出金屬的底質來，以便進行電鍍。

準備作業的具體方法可分爲機械方法，化學方法和電化學方法三種。

一、機械方法——機械準備作業主要包括：磨光和拋光、滾光、噴砂等三種。

1) 磨光：對於生鏽過多的工件，用砂輪磨光是一種最有效的和

最經濟的除銹方法。磨的時候可以先用粗的砂輪磨，然後再依次用較細的砂輪。

工件經過磨光了以後，它的表面上還殘留着一些磨切的痕跡，所以就得起用拋光的方法把它去掉，拋光的時候用布輪或氈輪上黏金剛砂。拋光所用金剛砂也是由粗到細地依次拋光。

下面舉幾個例子來說明常見的磨光和拋光的順序：

底下是各種不同的零件的磨光步驟：

各種不同零件的磨光的步驟

各種零件的名稱		磨光的步驟*
鋼鍛件和鋼鐵的鑄件		60→80→120→150→ 180→220(濕磨)
經過機械加工(表面光潔度為▽▽) 的鋼件、鐵件和壓製件		150→180→180(濕)→ 220(濕)
經過機械加工(表面光潔度為▽▽▽) 的鋼件、鐵件和壓製件		180→200→250(均溫)
濕磨 時所 用的 油膏	油膏名稱	數 量 (份)
	橄欖油 石臘 硬臘 氧化鐵	20 5 15 33~45

* 表內數字代表磨料的號數

磨光和拋光時磨輪的速度是 15~20 公尺/秒。

2) 滾光: 細小的零件, 不容易在磨輪上磨光或拋光, 即使勉強磨、拋, 這不但是費工夫同時也浪費了時間, 所以把它們放在滾筒內滾光, 滾筒內有時也可以放一些鐵屑、石灰、砂礫, 這樣可以使它得到更好的效果。

3) 噴砂: 有些零件(如鑄鐵件等)用噴砂的方法可以收到良好的清潔效果。噴砂是利用高壓空氣把砂向零件的表面上噴射, 來脫

除表面上的銹污。噴砂所用砂的大小約為 2.5 公厘，空氣壓力為 3 大氣壓。薄的零件噴砂時砂的大小為 1~1.5 公厘，空氣壓力為 0.5~1 大氣壓。

二、化學去油處理 —— 零件表面上的油污可分為脂肪化合物和礦物二種，礦物性的油污要用汽油來把它洗掉。脂肪化合物，在鹼性溶液內加熱以後，就可以脫除掉。

去除油脂的溶液可以用下列的組成：

溶液組成 (公分/公升)	燒碱(苛性鈉)	20~30 公分
	純碱(碳酸鈉)	25~50 公分
	水玻璃	3~10 公分
工作規範	溫度(°C)	80~90
	時間(分)	10~30

三、電化學去油處理 —— 電化學去油處理比化學去油處理效果更大，時間更快。

在電化學處理時，把零件當作陰極掛在槽內，用鉛板或不銹鋼板做陽極，然後通入電流。

電化學處理的工作規範如下：

溶液組成 (公分/公升)	碳酸鈉	25
	磷酸鈉	25
	水玻璃	2~3
工作規範	溫度(°C)	80~90
	電流密度(安培/公分 ²)	3~5

去油處理完後，要先用熱水再用冷水把零件仔細沖洗乾淨。

四、刻蝕處理 —— 刻蝕處理的目的是除掉零件表面上的氧化

膜層(或銹層)。刻蝕處理又分為化學的刻蝕處理和電化學的刻蝕處理兩種。化學的刻蝕處理是把零件放在酸性的溶液中,把表面上的氧化膜層侵蝕掉,它的工作規範如下:

溶液組成:

電解液組成 (公分/公升)		1	2
	硫酸 鹽酸	100	75 125
工作規範	溫度(°C)	40~60	30~40

電化學刻蝕處理的規範如下:

電解液組成 (公分/公升)	硫酸	225
工作規範	溫度(°C)	40~60
	電流密度(安培/公分 ²)	5~10
	時間(分)	15~30

陽極面積要比陰極面積大 1.5 倍。

零件經過刻蝕處理以後,也要用冷水把它沖洗乾淨,然後就可以迅速地掛入電鍍槽內去電鍍了。

五 鍍 鋅

1 鍍鋅的用途 鍍鋅是一種最有效和最經濟的防銹方法。鋅的防銹能力極高,所以它的應用也最廣泛。根據統計,幾乎可以說地球上鋅的產量中有一半是用來鍍鋅的。

鋅不但對空氣有防銹的能力,就是對汽油,煤油等油類,也有很高的抗蝕能力。所以凡是跟汽油等油類相接觸的東西,都常用鍍