

机械工人活叶学习材料 346

綫 材 鍍 鋅

罗金毅 著



机械工业出版社

內 容 提 要

本書是天津鋼廠二分廠羅金毅同志為工人同志系統學習有關綫材鍍鋅工藝的基礎知識而寫的。內容包括電鍍前的准备工作、綫材鍍鋅的工藝、技術規格和安全技術。在書的附錄中，作者還收集了許多實用資料。可供從事綫材鍍鋅零件鍍鋅工作的工人同志作為學習材料。

著者：羅金毅

NO. 2329

1958年12月第一版 1958年12月第一版第一次印刷

787×1092^{1/32} 字數42千字 印張1¹⁵/₁₆ 0,001—3,600冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)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T15033·1528

定 價 (9) 0.18 元

一 电鍍鋅工業的發展远景

随着科学技术的不断飞速发展，金屬总的需用量一天天不断地增加，因此極易銹蝕的金屬（特別是鐵）防止銹蝕的重要性也随之日益提高，与此同时，各种金屬在各种不同的使用条件下，也随之大大改变。城市空气成分的比例也有所改变，工厂所排出的有害气体，占据着腐蝕的主要部位，河水也为污水的沾污而变质，所以說，無論在大气層中、或是在海河中金屬的腐蝕加快了，在防止金屬的銹蝕上技术条件漸漸繁雜起来。目前化学工業的速度飞跃發展着，对于金屬的抗蝕性能提出了新的更高要求，在現时代的条件下，研究金屬的防腐蝕，以及保护層的問題已成为一項迫切的任务了。

目前普遍应用的防腐方法，是在金屬的表面上鍍上一層金屬保护膜。它是在各种鍍复保护金屬的方法当中一种很重要的方法。目前我国电鍍鋅工業（大型、小型）的工厂很多。因为电鍍鋅工業本身具有一定的优越条件，無論是在設備上和原材料的消耗上以及使用的寿命上，都有它一定的价值，有它的独到之处。一些电鍍鋅工厂都能鍍出各种規格的綫材，質量也比較高，外表光澤很强，可与其他国家媲美。現有一些工厂企业正在大跃进形势下，積極試驗和筹建中。总之电鍍鋅工業将来的發展在我国来講前途是非常远大的。

从电鍍鋅的技术条件和技术操作规范来看，比热鍍鋅法簡單得多，只要掌握好操作，質量不容易發生大的变化和長時間的波动，在操作过程中質量如果發生故障，在熟練的操作下容易解决

質量的波動，質量的波動轉變得非常快，解決故障的時間最多在2~3小時以內。

而熱鍍鋅法在這點上截然不同，如當綫材質量發生波動以後，有時九小時甚至幾天也解決不了，根本找不出故障原因，因此質量的掌握上非常困難；另外這種鍍鋅方法由於採用高溫操作，溫度很難控制，公差的范围極小。在技術操作規範上來講，電鍍鋅工藝只要按規程辦事，加料準確及時，經常保持電流、電壓、溫度、PH值等穩定，各池濃度隨時調正，質量的波動是非常小的。

科學家們最近又提出，鍍後綫材如果採用鉻酸鹽或磷酸鹽處理後，在鍍鋅鋼絲的表面再行處理，它的使用壽命可以增加到好幾倍。我們對這個問題曾作過多次試驗，由於時間的限制，還沒有得出最後的結論，相信在廣大科學工作者的不斷發明創造和努力下，不久就能試驗成功。

電鍍鋅鋼絲和它的製品幾乎在所有的工業部門及日用品部門，都廣泛的應用，它的產量在鋼鐵產量中占着很大的比重：

(1) 制作鋼絲繩——主要用於礦山、運輸、輪船、起重運輸機等。

(2) 制作鋼絲網——用於軍事、農業、紡織、造紙工業。

(3) 制作圓釘——主要用在建築業和機械製造業。

(4) 作通訊綫——高壓輸電綫內心子及電工器材製造等。

(5) 也可用它制做日用品中如縫衣針、大頭針及髮夾等製品。

從以上的介紹即可看出，年青的電鍍鋅工業在我国的發展远景是非常廣闊的。

二 电鍍鋅前的准备

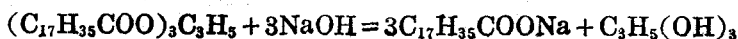
1. 除油工序:

一、油的来源。綫材在經過拉絲时，必須在它的表面敷上一層牛油肥皂等潤滑剂，以减少拉拔时的摩擦。这層油膜紧紧包住的鉄锈，使酸和锈不能接触，从而影响了鋼絲电鍍鋅的質量。

在生产过程中，如能适当减少一个工序，就可以节省一項費用，所以說，当鋼絲表面无油澤时，則不必經過除油手續，否則，綫材必需进行表面除油。

綫材面是否有油存在，可以用水来試驗，如綫材浸水后表面不沾水，或水在綫材表面成为一粒粒的水珠时，而不能把它全面沾湿，即可証明有油存在。有效的去油方法普遍采用碱洗除油，使其在一定的溫度下进行工作。

二、除油种类 除油方法有很多，其中常用的有燒烤除油、直流电解除油和交流电解除油等。它們所用的原料大致相似，綫材表面所粘附的油脂大体分为两大类：一种屬於能皂化的油（所有动物油），另一类屬於不能皂化的油（矿物油等）。比如能皂化油脂与碱性物質發生反应后，成为硬脂酸鈉，如牛油为例：



除油原料組成:

原 料	單 位	第 一 种	第 二 种	第 三 种	第 四 种
火碱	克/升	30~60	60~80	60~80	110
碱面	克/升	40~60	20~40	.	70
正磷酸鈉	克/升	5~10	30~50	30~50	—
水玻璃	克/升	3~5	10	3~10	—

溫度控制範圍：80~100°C。

時間：連續式電鍍鋅隨綫速度來決定，如人工除油則必須達到完全洗淨為止。

燒烤除油——如發現潤滑劑同綫材表面化合一起不易分離時，就需要把綫材烤過，所控制的溫度最好應恰當其可，使綫材表面呈為藍色，唯有這樣才可將有害物質燒去，最後用水或其他方法把表面洗淨。

直流電解除油——這種方法除油比較先進，在電解過程中使綫材接負電源，正極用極板接通，置於溶液中（極板可採用鉛制和炭精制的兩種）。電流範圍是每平方公吋30安培左右，電壓為6~12伏特。

交流電解除油——這種方法是用低壓交流法電解（電流為5安培，電壓為5伏特）。

2. 酸洗工序：

一、酸液選擇 通常去銹溶液有鹽酸和硫酸兩種，彼此各有優缺點，現比較如下：

採用鹽酸優點：

1) 採用鹽酸酸洗比採用硫酸酸洗速度快，它對鋼基的浸蝕也比較緩和，但容易造成過酸洗現象。

2) 鹽酸酸洗在低溫度下進行，因此所消耗的蒸氣少。

3) 鹽酸酸洗以後表面比硫酸酸洗更為乾燥，因為氯化亞鐵溶解性很大，所附於鋼基的表面上很少。

4) 利用鹽酸酸洗滲透作用較小，因而酸洗的脆性較輕。

採用鹽酸的缺點：

1) 鹽酸本身的濃度低（鹽酸的含量不大於34%），因此將大大地增加運輸費用。

2) 硫酸可以鉄筒內保存，而盐酸保存或運輸需盛于陶器桶內，引起運輸上很大困难。

3) 盐酸成本比硫酸高，也不易控制其濃度，因太低会影响酸洗效能。

采用硫酸的优点：

1) 硫酸成本低。

2) 洗同样鋼基时硫酸消耗量較盐酸为少，只要适当提高它的溫度，在低濃度中也可收到良好效果。

采用硫酸的缺点：

1) 氢的渗透作用比盐酸大。

2) 浸蝕鋼基的組織較盐酸剧烈。

3) 必須在高溫度的条件下才能更快的得到效果。

4) 鉄盐的溶解度很快，很容易达到規定濃度含量，需經常更換酸液。

根据以上所講，究竟在实际采用中应如何选择？这主要决定于酸洗物件的形状、酸洗的方式以及經過酸洗以后表面所要求的質量，其次也应考慮到是否經濟。盐酸酸洗由于速度較快，所以常用在連續式的熱鍍鋅的酸洗工序中，而在电鍍鋅中采用得比較少，因为大部电鍍車間都采用电解酸洗法，尽用盐酸。

二、锈的来源 許多現代化的机器和设备都在高溫下进行工作，要知道，大多数金屬的氧化速度都是由于溫度的升高而急剧地增加。

鉄或普通的碳鋼在 $250\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的溫度下，表面就出現可以看到的氧化層，随着溫度的繼續增高，腐蝕的速度也随之加快。当溫度如果在 $700\sim 800^{\circ}$ 时，在鉄的表面上所形成的氧化物便使腐蝕速度逐漸地緩慢起来，也就是具有了保护性能，但 800°C 以上

时，氧化鉄皮的保护性能就又下降，而金屬的氧化性能重新增大。

在鉄的表面上所形成氧化鉄皮的結構是相当复杂的，由数層氧化鉄皮构成，最底層是一氧化鉄 (FeO)，最上一層是三氧化二鉄 (Fe₂O₃)。一氧化鉄 (FeO) 同鉄直接接触。鉄表面的氧化鉄皮的結構如圖 1 所示。

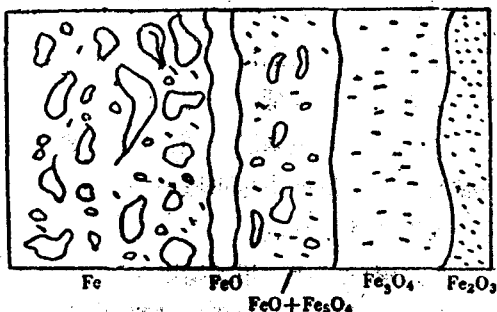
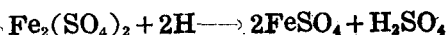
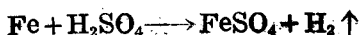
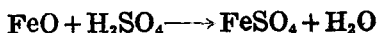
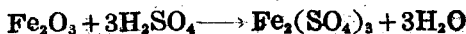


圖 1

三、硫酸酸洗
鉄皮溶解在硫酸溶液中；生成鉄盐到饱和点后沉淀出

来，多粘附在槽底、槽壁和鋼件上，在酸洗过程中并非單靠酸液浸蝕溶解的作用，而起着主要除锈作用是所謂「剝离」，即鉄皮由于含氧程度的不同有腐蝕快慢的区別，其中鉄和一氧化鉄首先溶解，而盖在其上的三氧化二鉄最难溶解，因此，在酸洗过程中，同样的時間、溫度、濃度，在槽中将有大量的三氧化二鉄和四氧化三鉄 (Fe₃O₄) 的鉄皮脫落，这种現象称为剝离現象，可在槽中很易查覺。

它們的化学反应式如下：



1) 鋼材本身性質对酸洗速度的影响: 鋼質内含碳量的增加，其溶解的損失量也增加，因为純金屬的抗蝕能力比含有杂质金屬

的抗蝕能力強得多，而鋼內含碳量增加使溶解的速度增大，如由圖 2 可看出：

經過冷加工和熱處理以後，金屬的抗蝕性能也有所變化，冷加工後金屬結晶格子變得更不均勻，致使鋼基抗蝕性能減小，在酸中的溶解速度加快，而退火後的變化同冷加工相反，金屬結晶格子恢復它的均勻性，減少了溶解速度。

在鋼基內由於雜質含量的增加，顯著的降低了酸洗速度。

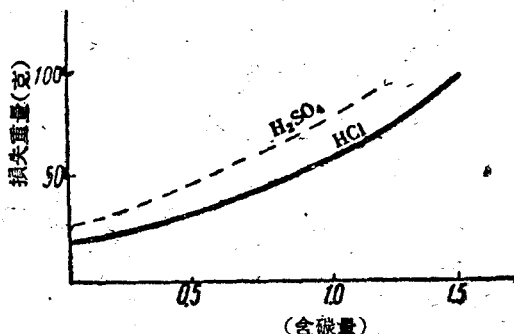


圖 2. 5% 鹽酸或硫酸浸 5 小時的變化圖。

2) 酸液濃度、溫度、時間的控制：

酸洗過程中為了得到良好的酸洗效果，必須嚴格的控制這三個要素，它們之間互相關連。酸洗的時間是受產量及操作設備的限制的，因而允許變動的範圍比較小。

其他兩個因素（濃度、溫度），可以适当根據具體條件加以改變（靈活使用）。總之，為了提高產量起見，酸洗時間在不影響質量的前提下，愈短愈好。

由圖 3 中可清楚看出，溫度的升高對硫酸的酸洗速度加快有着很大的作用，而增加酸液的濃度對加速酸洗效果遠不如增加溫度來得快，這樣也節省了酸耗，因此硫酸一般均採用低濃度高溫度的操作方法。

而鹽酸正與此相反，它一般多採用高濃度的低溫操作法。

下面介紹一下鋼絲含碳量的不同，所採用酸液的濃度也不同，

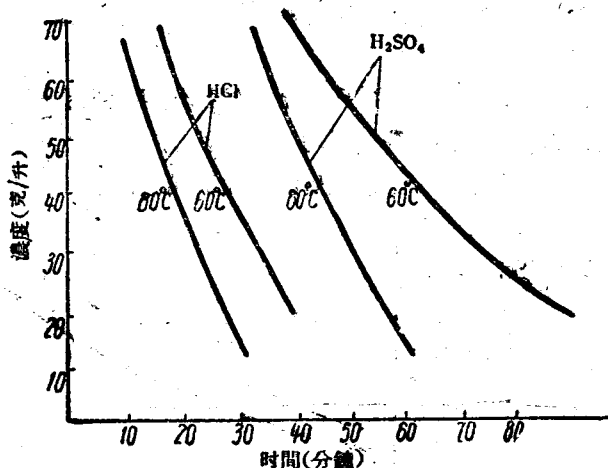


圖 3

見表 1。硫酸的配制法見表 20。

表 1 酸洗中硫酸溶液的濃度

名 稱	含 碳 量 (%)	硫酸濃度 (%)
鋼絲	0.08~0.2	15~20
鋼絲	0.3~0.6	10~15
鋼絲	0.65~1.0	5~10
鋼絲少許氧化		3~5

表 2 硫酸的配制法

酸 液 濃 度 (%)	酸液濃度(Be)	硫 酸 (立升)	水 (立升)
20	66	125	875
20	60	180	820
15	66	90	910
15	60	80	920
10	66	60	940
10	60	90	910

3) 吸氢作用: 酸洗过程中, 金属铁同硫酸 (或盐酸) 起作用以后, 放出来氢气, 部分游离氢原子浸入钢的极细的空隙中, 从而增加了应力使钢基变脆, 在这过程中它们结合成为分子状态, 其活动性极强, 被钢丝吸收以后, 将很快透过钢丝的整体。当温度升高以后, 无论在盐酸或硫酸溶液中, 吸氢的作用即将急剧的加快, 如果使它们的温度均保持在 49°C 而使浓度加大, 那末钢丝的吸氢速度并不显著增快。如果在硫酸溶液中停留时间过长时, 钢丝的脆性就会更高。

为了消除酸洗过程中的脆性, 使酸洗后线材可采用加热方法促使游离原子氢从金属的内部分泌出来, 加热方法不能使氢完全除净, 因此常在现场操作中使用抗蚀剂来减少酸对金属的影响, 并借此消除酸洗脆性。

4) 抗蚀剂: 使用抗蚀剂的目的是为了减轻酸洗的脆性, 抗蚀剂加入以后在纯金属的表面上生成一层薄膜, 减少硫酸对金属的作用。

加入抗蚀剂以后, 大大防止酸雾产生, 改善车间劳动环境, 因酸雾随着氢气的大量逸出, 扩散在整个车间, 刺激呼吸器官, 引起鼻孔流血、两眼浸泪及牙齿变黑等毛病。如在酸液中加入抗蚀剂后, 使酸液表面浮层泡沫、酸烟立即消失。例如若丁抗蚀剂的加入量大约为 $0.15\sim 0.2\%$ (占纯酸的百分比)。

抗蚀剂的种类分述如下:

硫酸铝 $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]$

骨油中挥发性流动碱

硬脂

矿物油

醛醛

淀粉

單宁酸

生色精

土耳其紅油

魚膠

煤烟

木工用胶

若丁

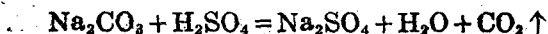
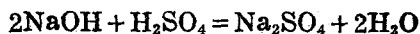
以上所介紹几种大部分都經前人試驗过，各有所得，但其中要以若丁用得最多。

3. 第一冷水洗工序：

第一冷水洗工序接在除油工序的后面，它的作用是洗去綫材表面經碱洗油后的余液，以达到表面清潔的目的。

清洗溶液最好采用活水，用活水可比靜水洗的效果提高几倍。

此外，由于清除表面余留碱性溶液，可使酸液本身达到效果，减少外界影响因素，如因为碱性溶液同酸液作用后生成盐和水。它們的反应式变化如下：



4. 第二冷水洗工序：

經過酸洗以后的綫材，必須立即进行清水洗滌工作，洗去剩余酸液和在綫材表面上附着的鉄盐，因为鉄盐进行电鍍鋅池后，将影响产品的質量，造成脫皮綫的增多。現代的水洗設備分两部分进行，鋼絲浸入活水槽中浸洗这只为第一部，然后运用水管冲洗（应有一定的水压力）。

5. 第三冷水洗工序：

第三冷水洗工序是綫材經過电鍍鋅以后的第一个清洗工序。

它的目的是除去綫材表面的剩余盐溶液，因为經电鍍鋅以后所带的盐溶液清除干淨，是非常不容易的，同时如冲洗不好也将影响綫材在以后的使用寿命。

因此設計槽子时要严格，不可太小，应尽量加大它的有效長度。

6. 热水洗工序：

热水洗工序是电鍍鋅的最后清洗工序，溫度应經常保持在一定的範圍。

它的另一作用是为烘干工序作好准备工作，使附于鋅層小孔隙的盐溶液再清洗，使它稀淡到最低程度。增加表面的溫度，便于烘干。加热方法普遍采用蒸气加热。

7. 烘干工序：

烘干工序目的是除去綫材表面的水分，并有驅除氫气、减少酸洗脆性的作用。現代化車間都采用快速干燥裝置。

加热方法大体上分三种：第一种是直接燒煤加热，第二种是采用蒸气間接加热，第三种是利用电阻絲加热。

如果烘干不徹底，使盐溶液繼續留存于小孔隙內，綫材在使用过程中，將發生極快的腐蝕，从而减弱了防蝕性能。

三 电鍍鋅工序

1. 車間平面布置如圖 4 和圖 5 所示。

2. 电鍍原理：

金屬导体中的电流是电子运动，而电子是在离子或分子之間运动着的，离子或分子并不沿电流方向移动，这种导体叫做电子导电。酸、碱、盐的溶液都叫做液体导电。

如果把溶液通上电流后，就形成了包含液态导体的电路，在正负极板间的液体中就有电流通过，形成在液体内部的电场。液体中的离子，在电场的作用下就向着一定方向移动。正离子沿着电场的方向移动，即向阴极移动；负离子沿着相反的方向移动，即向阳极移动。由于正离子和负离子向相反方向移动，就形成了液体中的电流，这样在导电液体中电荷是同物质微粒一起移动的。由物质微粒搬运电荷的导体叫做离子导电。

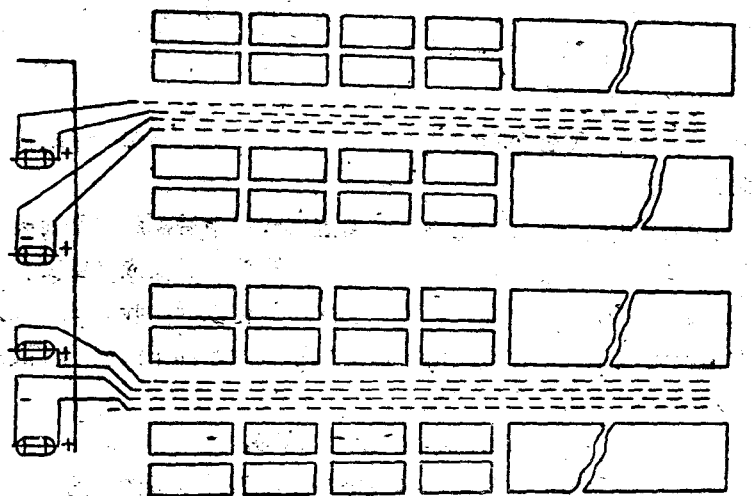


圖 5 電鍍鉍車間線路圖。

只有含离子的液体才是导体，凡是不含离子的叫做非导体，比如砂糖溶于蒸馏水中时，分子并不分解成离子状态，因此砂糖的溶液并不导电。所以只有用带有离子的液体经通电以后，正负极板并作以适当放置以后，才可得到所需的保护层。

具体的电镀原理，可由下列几点来概述说明。

电镀这种工艺，是把我們所需要的金属，用直流电处理的方

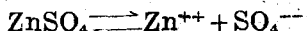
法，鍍在另一種金屬的表面上，其作用是防蝕與美觀，使受到保護的金屬免受大氣腐蝕、酸腐蝕、鹼腐蝕、機械的磨損。同時它也可起到一定的美觀和裝飾作用。

金屬保護層同基體金屬應具有較高的結合強度（或叫結合力、結合能力）。在完全無孔隙的情況下應均勻的分布在被保護的金屬表面上，保護層並應具有清潔的表面、有較高的耐磨性和硬度。

總起來，可拿下面幾點來說明：

- （1）提高基體金屬抵抗某種損壞的性能。
- （2）改變被鍍物的表面外觀。
- （3）總起來看降低了成本。
- （4）有時也會降低基體金屬的某些性能，例如細號鋼絲即為其中一種。

一、離解 酸類、鹽類、鹼類溶解於水中後，就完全消失不見，實際上這種物質早已分裂，這時變化為可逆反應（即變化後又可還原的反應）。物質在水中發生這種變化以後，我們又可以把它通稱為「離解」，物質在水中形成離子狀態，如下式表示硫酸溶解於水中後的反應：



从上式我們可以看出，每一個離子都帶有少量的電荷，其中硫酸根（ SO_4^{--} ）離子帶有負電荷，或者稱為帶有多餘量的電子。金屬鋅帶有過少量的電子稱為帶有正電荷。

比如稀硫酸比濃硫酸導電率高的原因，也可以由上面情況得出結論。溶液的導電率大小，應根據溶液中的離子多少決定，溶液愈淡，離子數就愈多，也就是說，離子愈多，導電率愈高。

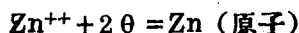
二、電鍍 電鍍時所用的電鍍溶液為金屬的鹽溶液，比如鍍鋅時，則必為鋅的鹽溶液，鍍鉻時為鉻的鹽溶液。在操作當中再

把盐溶液同其他增加导电率和稳定酸性的物质混合而成。如我們电镀車間曾用过的有硫酸鈉、硼酸、氯化銨等等。

再通以直流电源后,就可以从电镀池內得到所需要的沉积層。被鍍物必須同电流的負电源相連接,这个極叫做負極或阴極。要鍍的金屬可以制成板状、棒状、片状同电流的正电源相連接,这个極叫做正極或阳極。

电镀开始以后,阴極須自电流中取得电子而帶有負电荷,阳極則向电流放出电子而帶有正电荷。

例如鋅(Zn^{++})离子同阴極接触后,就取得两个电子(θ),而成为鋅的原子,因此在阴極上逐漸形成我們所需要的鋅鍍層。它的化学反应式表示如下:



帶有負电荷的硫酸根离子(SO_4^{--})同电源的阳極相接触以后,就可以得到两个电子,而成为硫(S)与(O)的状态,最后成为气体而析出。

三、电極电位 电極电位是溶液中的金屬同溶液中成可逆平衡金屬离子之間电位差。

标准电極电位: 系溶液中金屬离子濃度为一克分子量时的电極电位,也可以这样理解:金屬浸在含克离子/公升該金屬的溶液中,其电位就叫标准电位(表3)。

表 3

金 屬 名 称	标 准 电 極 电 位 (伏特)
鋅(Zn)	-0.76
鉄(Fe 2 价)	-0.44
鉄(Fe 3 价)	-0.04