

快速镀铬与工具镀铬

陈 法 耀 編著

上海科学技术出版社

快速鍍鉻与工具鍍鉻

陈法耀 編著

江苏工业学院图书馆
藏书章

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书的主要内容是快速镀铬法、多层多次镀铬法和用镀铬法来修复磨损零件。在每种镀铬方法中，对操作规程、电镀规范、电解液成分以及镀件疵病的预防等，均分别作了扼要的叙述。上述镀铬法，經生产实践証明，效果良好。

本书适用于电镀技术人員及車間实际操作人員。

快速镀铬与工具镀铬

陈 法 纘 編 著

*

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路 2004 号)

上海市書刊出版业登記許可証出 093 号

上海市印刷三厂印刷 新华書店上海发行所总經售

*

开本 787×1092 1/32 印张 1 8/32 字数 27,000

1959 年 7 月第 1 版 1959 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—2,500

統一書号：15119·1245

定 价：(九)0.14 元

目 录

第一章 快速鍍鉻法	1
概述	1
快速鍍鉻法与普通鍍鉻法比較	2
快速鍍鉻操作規程	3
快速鍍鉻液的配制与校正	9
快速鍍鉻理論的探討	15
第二章 噴砂零件的鍍鉻方法	20
鍍鉻前的噴砂处理	20
噴砂零件鍍鉻操作規程	21
鉻鍍层的孔隙度試驗	23
鉻鍍层与基体金属附合力的試驗	24
噴砂零件鍍鉻时应注意的問題	25
第三章 冷鍍阴模鍍鉻法	27
冷鍍阴模鍍鉻操作規程	28
阴极的选择	29
冷鍍阴模鍍鉻用吊架	30
第四章 用鍍鉻法翻新块規	32
第五章 多层多次鍍鉻法——阴极极化法	36

第一章 快速鍍鉻法

概 述

電解鍍鉻技術廣泛地被運用在各個工業部門，並且越來越得到擴展。由於電解鉻的特性，賦予製品以美麗的外觀，並且提高了製品的抗蝕性能和耐磨能力；而且還可以修復超差產品和磨損的機器零件，從而延長機器的使用壽命。雖然如此，但由於鍍鉻的電流效率不高，沉積速度太慢，使產品的生產周期拖得很長，不能及時供給以後的研磨加工或裝配，直接影響了生產任務的完成，而且還增加了產品的加工成本。

鍍鉻技術多年來一直停頓在原有的基礎上，即鍍鉻液用鉻酐 CrO_3 與硫酸 H_2SO_4 的水溶液。在近幾年的時期內，雖然出現了一些有關鍍鉻的新成就，但尚未被廣泛地應用到生產中去。為了提高產品質量，完成我廠（松陵機械廠）的計劃，作者蒐集了有關加速鍍鉻過程的參考資料，研究了若干加速鍍鉻沉積過程的方法，並且進行了反復的試驗，終於在 1957 年 6 月使快速鍍鉻法獲得成功，並正式投入生產。在一年多的生產實踐中證明，快速鍍鉻法能夠代替普通的鍍鉻方法。

加速鍍鉻過程對於生產大躍進，提高勞動生產率起着極重要的作用，因而快速鍍鉻法在沈陽市展出後，引起了各兄弟工廠的極大興趣。為便於發揚這一先進技術，作者特將一年多的生產經驗介紹出來，並根據個人膚淺的體會，作一些理論性的探討。

快速鍍鉻法与普通鍍鉻法比較

一、一般的鍍鉻方法

1. 电解液成分及工作条件(光亮鍍鉻的工作条件)

【成 分】 鉻酐 CrO_3 250 克/公升

硫酸 H_2SO_4 2.5 克/公升

【工作条件】 温度 = $50 \sim 60^\circ\text{C}$;

电流密度 = $45 \sim 55$ 安培/平方公寸。

2. 鍍鉻液的特点 此种鍍鉻液是現在一般工厂采用的所謂万能鍍鉻液。在这种鍍鉻液的工作条件下,一般鉻的沉积速度为每小时 0.025 公厘。但鉻的这种沉积速度在实际生产中是不能令人满意的,且对于带孔的复杂产品的鍍鉻,必須使用内部輔助阳极,否則不能在凹陷部分或直角的地方得到鉻鍍层。所以往往在鍍鉻前还需要加以冲击电流(即猛鍍),才能解决略为复杂的零件。如果形状更为复杂的一些零件,冲击电流也不能解决问题,而且所鉻鍍层的不均匀度随鉻层厚度的增加而增加。鍍鉻时未使用保护阴极所得的結果如下:

試片鍍鉻 160 分鐘;

邊緣鉻层厚度为 0.065 公厘;

中部鉻层厚度为 0.04 公厘。

二、快速鍍鉻方法

1. 电解液成分及工作条件(光亮鍍鉻的工作条件)

【成 分】 鉻酐 CrO_3 250 克/公升

硫酸 H_2SO_4 2.5 克/公升

硼酸 H_3BO_3 10 克/公升

氧化鎂 MgO

5 克/公升

【工作条件】 温度 = $55 \sim 60^{\circ}\text{C}$;

电流密度 = 150 安培/平方公寸。

2. 快速镀铬液的特点

(1) 铬的沉积速度比一般镀铬液之铬的沉积速度快 2 倍以上。

(2) 电解液的分散能力良好。镀铬时未使用保护阴极所得的结果如下:

试片镀铬 60 分钟;

边缘铬层厚度为 0.08 公厘;

中部铬层厚度为 0.068 公厘。

(3) 具有特好的复盖能力。复杂的工具及模具镀铬时, 不需要使用内部的辅助阳极, 如图 1 所示的车刀, 在内孔及其他地方都镀上了铬。

(4) 所获得铬层的硬度比一般镀铬获得的铬层硬度高 维氏硬度 200~300。

(5) 铬层的结晶组织细密。

(6) 允许使用高的电流密度, 然而使用的工作温度并不高。

以上特点是一般镀铬电解液所不及的地方, 从试验和生产中得到的这些结论, 证明了快速镀铬液的优越性。其比较结果载于表 1 中。

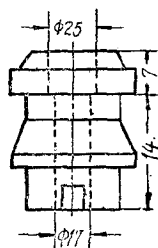


图 1 车刀

快速镀铬操作规程

快速镀铬试验成功后, 相继投入了生产, 在生产过程中又发

表 1 快速鍍鉻液与普通鍍鉻液的比較

鍍鉻液	沉 積 速 度 (公厘/小时)	工 作 条 件		硬 度	鍍 层 結 晶 組 織	鍍 液 分 散 能 力	鍍 液 复 盖 能 力
		温 度 (°C)	电 流 密 度 (安培/公寸 ²)				
一般鍍液	0.025	50~60	45~55	一般	一般	差	差
快速鍍液	0.08	55~60	150	硬	很細	良好	特好

現以氫氧化鎂 $Mg(OH)_2$ 代替氧化鎂 MgO , 加到电解液中后能起同样的作用。所以在这一部分中除了叙述快速鍍鉻的操作規程外, 还介紹了硼酸 H_3BO_3 和氧化鎂的測定方法, 并对氧化鎂 MgO 的代用品亦作了闡述。

一、快速鍍鉻工艺过程

工艺过程中应包括如下几道工序:

1. 檢查表面状态;
2. 装挂;
3. 除油;
4. 热水清洗;
5. 冷水清洗;
6. 弱腐蝕;
7. 冷水清洗;
8. 快速鍍鉻;
9. 回收电解液;
10. 冷水清洗;
11. 热水清洗;
12. 檢查鉻层質量;
13. 除氫。

二、主要工序說明

1. 除油 在下列成分的溶液中进行化学除油。

【成 分】 苛性鈉 NaOH	45~50 克/公升
磷酸鈉 Na_3PO_4	20~25 克/公升
矽酸鈉 Na_2SiO_3	15~20 克/公升

【工作条件】 温度=80~90°C;

—处理时间=20~30 分钟。

或者在下列成分的溶液中进行电化学除油。

【成 分】 苛性鈉 NaOH	5~15 克/公升
磷酸鈉 Na_3PO_4	30~70 克/公升
碳酸鈉 Na_2CO_3	20~25 克/公升
矽酸鈉 Na_2SiO_3	3~10 克/公升

【工作条件】 温度=50~70°C

电流密度=3~10 安培/平方公寸;

处理时间=10 分钟(除油过程的最后1~2分钟轉換成阳极)。

2. 弱腐蝕 在5~8%的硫酸 H_2SO_4 溶液中进行弱腐蝕,以除去金属表面的氧化膜。应当指出,使用含有盐酸 HCl 的腐蝕液对鍍鉻槽沒有好处,最好不要使用。

3. 快速鍍鉻 零件下槽后应經3~8分钟的預热,然后将零件接通阳极,在电流密度 D_a ①=30~35 安培/平方公寸下經短时间的处理(碳鋼經20~30秒鐘,合金鋼經30~60秒鐘);再将零件轉換为阴极,开始快速鍍鉻。快速鍍鉻电解液的成分及工作条件經試驗和生产証实,在下列范围内是最适宜的。

【成 分】 鉻酐 CrO_3	200~250 克/公升
-------------------------	--------------

① D_a ——阳极电流密度。

硫酸 H_2SO_4	2~2.5 克/公升
硼酸 H_3BO_3	8~10 克/公升
氧化鎂 MgO	4~5 克/公升

【工作条件】 温度=55~60°C;

电流密度 D_k ①=100~150 安培/平方公寸。

4. 除氢 在 180~230°C 之温度下經 120~250 分鐘的加热, 以消除氢脆性。

三、快速鍍鉻工艺方面的几个問題

1. 鍍鉻的工作条件 經試驗和在生产中証实, 当阴极电流密度 $D_k=100\sim150$ 安培/平方公寸时, 其沉积速度变化不大。电流密度小于 100 安培/平方公寸时, 沉积速度即減緩, 但仍比普通鍍鉻法快得多。快速鍍鉻的另一特点是采用普通方法鍍鉻的电流密度(其他条件不变), 亦能获得滿意的鉻鍍层。光亮鉻层的获得范围比用普通方法鍍鉻获得光亮鉻层的范围大得多。

2. 鍍鉻的“边缘效应”及吊架設計中应注意之点 由于电力綫分布的特点而引起的“边缘效应”, 在快速鍍鉻中亦同样产生, 且比普通鍍鉻方法为甚。当鉻鍍层厚度达 0.2 公厘左右时, 其边缘的結瘤长达半寸(在 $D_k=150$ 安培/平方公寸的情况下)。但是并不需要使用特殊的手段, 只要添加一保护阴极即可避免。

設計吊架时除考虑一般的設計原則外, 最主要的是吊架应具有足够的截面积。如果截面积太小, 不但影响鍍鉻速度, 且会由于电流强度甚大, 致使吊架熔融而发生事故。

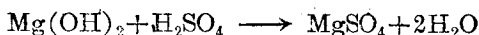
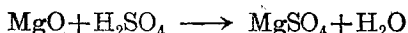
3. 零件在鍍槽中的預热 零件下鍍槽后, 經預热使零件本身温度达到鍍液的工作温度, 其时间应根据零件的大小来决定。使用普通方法鍍鉻时, 由于使用的电流密度不高, 預热的缺陷不

① D_k ——阴极电流密度。

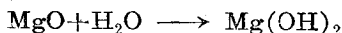
易发现。如采用快速鍍鉻，預熱不均則很易发生脫鉻現象。这是因为零件本身温度不均（預熱時間短），当开始鍍鉻时导送大量的电流而使这种不均度更为严重，因此鉻层容易剝落。

四、氧化鎂 (MgO) 的代用品

根据作者在探討快速鍍鉻的理論时发现，当将 MgO 加入电解液中时，可能有如下反应：



如果将 MgO 放在水中攪拌后，再加入到鍍鉻液中，則等于直接加入了 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，因为



根据这一推論进行了具体的实际試驗，并在試驗中得到了証实。

在缺乏 MgO 的情况下，可以用 7.22 克/公升的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 代替 5 克/公升的 MgO 加到鍍鉻液中。由于 MgO 的用量和消耗量均不多，以 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 代替 MgO 的經濟意义不大。但它却使掌握快速鍍鉻的生产方面和对快速鍍鉻理論的研究方面向前推进了一步。

五、快速鍍鉻电解液中 MgO 与 H_3BO_3 的測定

1. MgO 的測定 取試液 10 毫升置于 400 毫升的燒杯中，加水 200 毫升，然后加热煮沸，再加入 5% 的 AgNO_3 10 毫升，再加 2 克 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ，最后加入 10% 的 NaOH 至有沉淀生成。过量 20 毫升，煮沸 10 分鐘左右，再靜止溶液，使沉淀下沉。

用定性滤紙进行过滤，并以溫水洗滌沉淀 5~6 次。将沉淀置于原来的燒杯中，以 1:1 的 HCl 溶解沉淀。向燒杯中加水

200 毫升, 加热煮沸, 然后加入 3 克 NH_4Cl , 再加 20% 的檸檬酸銨 10 毫升, 10% 的 Na_2HPO_4 10 毫升, 最后在攪拌下加入 NH_4OH 至生成沉淀, 并过量 20 毫升, 靜止溶液, 使沉淀下沉。

用滤紙进行过滤, 并以 5% 的 NH_4OH 溶液洗滌沉淀 5~6 次, 将滤紙与沉淀一起置于坩堝中烘燒 (温度約 900°C 以上) 10 分钟。

MgO 的濃度 (克/公升) 按下式进行計算

$$H_{\text{MgO}} = \frac{A \times 362.2}{JM}$$

式中 H_{MgO} —— MgO 的濃度 (克/公升);

A ——烘燒后的灰分 (克);

JM ——所取試液的毫升数;

362.2——換算因数。

2. H_3BO_3 的測定 取試液 5 毫升置于 400 毫升的燒杯中, 加入 10 毫升濃 HCl 及 10 毫升酒精、水 30 毫升, 加热至 $50\sim 60^\circ\text{C}$, 持續 10 分钟。再加水 150 毫升, 并煮沸 10 分钟。然后在攪拌下加入 20% 的 NaOH 40 毫升, 使其靜止 5 分钟后, 进行过滤, 并洗滌沉淀 4~5 次。将溶液中和以石蕊試紙变紅为止, 加热煮沸 5 分钟, 冷却, 然后以甲基紅作指示剂, 用 0.5N 的 NaOH 中和, 再以 0.1N 的 HCl 滴定至呈現紅色, 再用 0.1N 的 NaOH 滴定至黃色, 最后加入 3 克甘露醇, 以酚酞作指示剂, 用 0.1N 的 NaOH 滴定至紅色出現为止。

H_3BO_3 的濃度 (克/公升) 按下式計算:

$$H_{\text{H}_3\text{BO}_3} = \frac{N_{\text{NaOH}} \times JM_1 \times 61.82}{JM}$$

式中 $H_{\text{H}_3\text{BO}_3}$ —— H_3BO_3 的濃度 (克/公升);

N_{NaOH} ——NaOH 的濃度;

IM_1 ——滴定作用的 NaOH 的毫升数;

IM ——所取試液的毫升数;

61.82——換算因素。

快速鍍鉻液的配制与校正

要获得优质的鍍鉻层,除了先进的施工方法及操作者正确地遵守工艺規程而外,电解液經常的正确维护亦是获得优质鍍鉻层的主要因素。电解液的任何毛病都会妨碍优质鍍鉻层的获得,快速鍍鉻也不例外。

槽液的维护既然与鍍鉻质量有密切的关系,因此必須重視这一工作,特别是槽液维护技术員和工程师們,因为他們直接决定着槽液质量的好坏和成本的高低,所以在决定槽液配方、藥品規格、校正槽液等工作时,要仔細的全面的加以考虑。

这里介紹一下快速鍍鉻电解液的配制、校正方法、使用的国产藥品規格、槽液产生的毛病及应采取的措施和鍍鉻槽的改进方面的問題,以便讀者在运用快速鍍鉻方法和解决生产中的技术問題时参考。

一、快速鍍鉻所用的国产藥品規格 下面所介紹的化学藥品已完全符合使用要求,这样不需向国外定貨,成本降低。

1. 鉻酐(无水鉻酸) CrO_3 分子量为 100; 比重为 2.7; 在冷水中的溶解度为 625 克/公升; 紅色块状結晶; 用容量为 10 公斤玻璃瓶或容量为 100 公斤的鉄桶盛裝。其純度符合苏联标准 ГОСТ 2548-49。

CrO_3	不少于	99.2%
SO_4^{--}	不多于	0.4%

Cl^- 不多于 0.006%

不溶解的杂质 不多于 0.22%

HNO_3 没有

2. 硫酸 H_2SO_4 分子量为 98.08; 比重为 1.84; 用容量为 500 克的玻璃瓶盛装。其纯度为化学纯, 主要规格为:

H_2SO_4 不少于 92.5%

Fe^{++} 不多于 0.015%

Cl^- 不多于 0.002%

3. 硼酸 H_3BO_3 分子量为 61.84; 白色鳞片状结晶; 用容量为 500 克的玻璃瓶盛装。其纯度为化学纯, 主要规格为:

H_3BO_3 不少于 98.5%

SO_4^{--} 不多于 0.002%

Cl^- 不多于 0.0005%

Fe 不多于 0.005%

4. 氧化镁 MgO 分子量为 40.32; 白色粉末; 用容量为 500 克的硬纸盒盛装。其纯度为化学纯, 主要规格为:

MgO 不少于 96.5%

氯根 (Cl) 不多于 0.06%

硫酸根 (SO_4) 不多于 0.3%

铁 (Fe) 不多于 0.03%

钡 (Ba) 不多于 0.005%

钙 (Ca) 不多于 0.2%

重金属 (Pb) 不多于 0.003%

灼烧减量 不多于 3%

二、快速镀铬电解液的配制与校正

配制镀铬电解液时, 将所有药品按计算量称出, 分别溶解后

倒入鍍槽，這是一般配制鍍鉻液的方法。但直接配制亦未嘗不可。這裡介紹的是直接配制的方法。

配制鍍鉻液所使用的水，一般多採用蒸餾水或冷凝水，但是採用煮沸的開水或自來水並無多大害處；反而還可節省價值昂貴的蒸餾水。應當指出，由於各地水源不同，使用自來水時應分析其雜質含量，特別是氯根的含量。

配制鍍液時，先將水加到鍍槽體積的 $1/2 \sim 3/5$ ，並加熱至 $40 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 。然後加入計算量的鉻酐，待鉻酐溶解後，再加硫酸。應當指出，採用上述規格的 CrO_3 時，由於 CrO_3 本身含有 H_2SO_4 約 0.4% ，所以與 CrO_3 同時加入到槽中去的 H_2SO_4 有
$$\frac{250 \times 0.4}{100} = 1 \text{ 克/公升}$$
（按每公升 250 克 CrO_3 和 2.5 克 H_2SO_4 計算）。因此，每公升只需要再加入 $2.5 - 1 = 1.5$ 克 H_2SO_4 就夠了。最後在攪拌下，慢慢地直接加入計算量的 H_3BO_3 和 MgO [$\text{Mg}(\text{OH})_2$]。由於 H_3BO_3 和 MgO 在水中的溶解度甚微，分別溶解反而會拖長配液時間及增加配液的麻煩。因此，配制快速鍍鉻液時，應採取直接配制的方​​法。

配制完畢後，汲取小樣進行分析各成分的含量。然後依分析結果校正各成分之間的比例，並按照普通方法產生一定數量的三價鉻。

一般鍍鉻液在生產中需經常校正的是 CrO_3 與 Cr^{+++} 的含量。至於快速鍍鉻液中的 H_3BO_3 和 MgO 是否需要經常校正，根據快速鍍鉻投入生產一年多的經驗來看， H_3BO_3 和 MgO 除由於抽風和零件帶出的一部分外，在鍍鉻過程中象 H_2SO_4 一樣，是沒有消耗的。因此，不需要經常校正。需要校正的是根據生產零件的多少來補充必要數量的鉻酐。

关于三价铬的稳定方面,我们也摸到了一些经验,那就是采用圆柱形的阳极后,三价铬的变化要比采用板状阳极来得小。只使用圆柱形阳极还不够,还必须注意到生产过程中阴阳极面积的调整。这是因为三价铬的多少,决定于阴阳极的面积之比。掌握了这一规律,三价铬的含量也不需要经常地调整了。

过去我厂关于三价铬的稳定方面,也存在着两种情况。我车间对三价铬含量的调整每年进行1~2次;而另一车间对三价铬含量的校正每月达1~2次或更多。当该车间采用上述方法后,三价铬含量的变化即大为好转。

以上所述是槽液维护的最根本的问题,但是也不能忽略其他方面的维护,如保持电解液的固定体积和电解液的清洁,以及执行对维护电解液有益的制度,都仍然是重要的措施。

三、漏液检验管

镀铬槽经常盛装着价钱昂贵的电解液,槽内还衬有贵重的铅皮衬里,同时镀铬槽的造价也不便宜,因此改进镀铬槽的结构有着重大的意义。

图2a是改进前的镀铬槽。由于大部分工厂的设备都是统

一设计的,因此绝大部分的镀铬槽都是采用一个规格。这种镀铬槽的结构有着一个极大的缺点,那就是当铅皮衬里被破坏时,溶液就会进入夹板,致使夹板腐蚀,然后溶液进入水套,直至外层钢板破坏,溶液流出时才可能被发觉。显然,这将会使国家财产遭到不应有的损失。

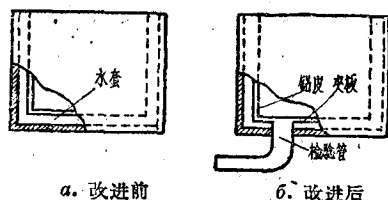


图2. 镀铬槽改进示意图

图2b是改进后的镀铬槽。在槽底部安装一漏液检验管

(用普通鋼管)。此管穿过水套通过夹板,并焊接在夹板上,另一端引出槽体。这样当鉛皮衬里被破坏时,溶液就从漏液檢驗管中流出,立即就被发现,当场可以采取的措施,取出溶液,修补鉛皮,不致使槽体破坏而損失大量的溶液。我們正因为采取了这种措施,而挽救了数次漏液的危險。应当指出,那些使用時間較长的溶液,由于杂质数量的增加,特别是 HCl 和 HNO_3 , 很可能发生漏液的危險,应采取这种改进措施,以避免損失。

四、快速鍍鉻中可能发生的毛病、原因及应采取的措施

1. 鉻的沉积速度比正常速度慢

原因: (1) 接触不良或挂具的截面积太小,不能通过应通过的电流强度。

(2) H_3BO_3 及 MgO 的含量太低。

(3) 使用的电流密度太小。

措施: (1) 改善接触,增加挂具的截面积或更換挂具。

(2) 根据分析,調整 H_3BO_3 和 MgO 的含量。

(3) 按照規定增加电流密度。

2. 鉻鍍层发灰

原因: 温度太低或在电镀过程中温度的变化太大。

措施: 保持温度在規定範圍內,最好能在电镀过程中保持温度变化不超过 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

3. 鉻鍍层呈白粉色,但鉻层的結晶組織很細致

原因: MgO 的含量过多。

措施: (1) 配制溶液时应按規定的下限加入 MgO 。

(2) 加水至規定标綫,保持电解液的固定体积。

(3) 如果太多,应将鍍液取出一部分,向槽中加水稀释剩余部分。待使用一个时期后,再将取出的