

电子管实验室手册

美国麻省工学院电子学研究实验室编



国防工业出版社

073

05

电子管实验室手册

美国麻省工学院电子学研究实验室编

王志刚译 朱惠卿等校

国防工业出版社

內 容 簡 介

本手册系根据美国麻省工学院电子学研究所出版的“Tube laboratory manual”譯出。書中講述电子管實驗室工作人員必需的知識，內容有：化学处理、电镀、氬焊和热处理，电子管實驗室工艺、材料等。可作电子管實驗室工作人員的指南，也可供无綫电工业研究和制造方面的工程技术人员参考。

本手册系由南京电子管厂設計处王志剛譯，朱惠卿、夏同書、游开阳、蔡海金校。

Tube laboratory manual

本書系根据美国麻省工学院电子研究所出版
一九五一年上海現实書局影印英文版譯出

电子管實驗室手册

王 志 剛 譯
朱 惠 卿 等 校

*

國防工业出版社 出版

北京市書刊出版业營業許可証出字第 074 号
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

850×1168 耗 1/32· 3¹³/16 印張· 93,000 字

一九五八年十一月第一版

一九五八年十一月北京第一次印刷

印數：1—9,500 册 定价：(11) 0.73 元

NQ, 2038

目 录

化学处理.....	4
电镀概论.....	13
鍍銀——(15)鉄和鋼上鍍銅——(16)鍍銀——(17)鍍金—— (17)鍍鉑——(18)金屬着色——(18)	
不銹鋼和其它含鉻或鎳、鈷合金的硬焊.....	20
热处理和焊接.....	25
氬焊概述——(25)瓶焊——(29)电阻焊接——(32)感应加热 概述——(33)用氫化鎢焊接金屬与陶瓷——(36)各种材料热处理 规范——(37)	
电子管实验室工艺.....	38
电子管零件的真空加热除气——(38)各种材料的除气温度—— (40)热絲設計和制备——(41)鎢制灯絲——(42)阴極塗層—— (44)电子管的装架程序——(45)电子管排气——(48)电离計和 放大器——(54)檢漏——(55)	
材料概述(按英文字母排列).....	57
合金表——(58)水泥和胶粘剂——(70)各种陶瓷和耐火体的性 質——(73)几种玻璃的性質——(79)一些金屬元素的物理性 質——(83)蒙乃尔合金的性質——(86)螢光化合物——(94) 聚硅氧材料表——(96)軟、硬焊料合金和焊剂——(100)軟焊 料: 錫鉛合金——(104)一些不銹鋼的性質——(106)鋼——(108) 一些元素在各种不同溫度(°C)下的蒸汽压力——(113)低熔点合 金——(115)	
附录.....	116

5900072

电子管实验室手册

美国麻省工学院电子学研究实验室编

王志刚译 朱惠卿等校

国防工业出版社

內 容 簡 介

本手册系根据美国麻省工学院电子学研究所出版的“Tube laboratory manual”譯出。書中講述电子管實驗室工作人員必需的知識，內容有：化学处理、电镀、氬焊和热处理，电子管實驗室工艺、材料等。可作电子管實驗室工作人員的指南，也可供无綫电工业研究和制造方面的工程技术人员参考。

本手册系由南京电子管厂設計处王志剛譯，朱惠卿、夏同書、游开阳、蔡海金校。

Tube laboratory manual

本書系根据美国麻省工学院电子研究所出版
一九五一年上海現实書局影印英文版譯出

电子管實驗室手册

王 志 剛 譯
朱 惠 卿 等 校

*

國防工业出版社 出版

北京市書刊出版业營業許可証出字第 074 号
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

850×1168 耗 1/32· 3¹³/₁₆ 印張· 93,000 字

一九五八年十一月第一版

一九五八年十一月北京第一次印刷

印數：1—9,500 册 定价：(11) 0.73 元

NQ, 2038

目 录

化学处理.....	4
电镀概论.....	13
鍍銀——(15)鉄和鋼上鍍銅——(16)鍍銀——(17)鍍金—— (17)鍍鉑——(18)金屬着色——(18)	
不銹鋼和其它含鉻或鎳、鈷合金的硬焊.....	20
热处理和焊接.....	25
氬焊概述——(25)瓶焊——(29)电阻焊接——(32)感应加热 概述——(33)用氫化鎢焊接金屬与陶瓷——(36)各种材料热处理 规范——(37)	
电子管实验室工艺.....	38
电子管零件的真空加热除气——(38)各种材料的除气温度—— (40)热絲設計和制备——(41)鎢制灯絲——(42)阴極塗層—— (44)电子管的装架程序——(45)电子管排气——(48)电离計和 放大器——(54)檢漏——(55)	
材料概述(按英文字母排列).....	57
合金表——(58)水泥和胶粘剂——(70)各种陶瓷和耐火体的性 質——(73)几种玻璃的性質——(79)一些金屬元素的物理性 質——(83)蒙乃尔合金的性質——(86)螢光化合物——(94) 聚硅氧材料表——(96)軟、硬焊料合金和焊剂——(100)軟焊 料: 錫鉛合金——(104)一些不銹鋼的性質——(106)鋼——(108) 一些元素在各种不同溫度(°C)下的蒸汽压力——(113)低熔点合 金——(115)	
附录.....	116

5900072

化 学 处 理

准备装入高真空器件的零件必須非常清潔。这种清潔处理多半采用化学方法。电镀不仅可以保护表面，防止破坏性气体的侵蝕，而且有助于焊接。电解处理法用在普通化学方法力不胜任的地方，来消除厚的氧化物層和其它的腐蝕效应。

注意：这一节提到的一些材料在用的时候有些危險。許多有机溶剂的蒸汽，如四氯化碳，三氯化乙烯，甲醇，丙酮等，如果吸入肺部就会中毒，所以必須有充分的通風。氫氟酸（只能用硬橡皮，塑胶或塗有石蠟的容器盛装）毒性甚烈，而且很有刺激性。硝酸、盐酸、硫酸和磷酸也是这样。必須遵守平常用硫酸和磷酸与水混合时的預防办法：也就是要慢慢地把酸倒在冷水里面，一面不停地攪拌，以防止噴濺。这些酸对皮膚和衣服都有破坏性。氫氧化鈉和氫氧化鉀刺激性很强，对皮膚和纖維有破坏作用。氨（氫氧化銨）必須在通風櫥內使用，面部要加保护，以避免氨的烟霧。所有的氰化物都有極強烈的毒性，不仅是咽下的时候，就是用湿皮膚和極少量的氰化物接触也是这样。必須極力避免吸入氰化物的烟霧。氯化汞（二氯化汞）毒性很强，使用时一定要非常小心。

化学藥品容器上的标签一般都注明里面的材料有沒有毒性，因此必須一字不漏地从头讀到尾。

去油概論

1. 在丙酮中浸洗。
2. 在三氯化乙烯中浸洗，溶液換三次。
3. 在甲醇中浸洗，溶液換兩次。
4. 用熱吹風或在烘箱內以 $70\sim 110^{\circ}\text{C}$ 的溫度烘干。

參考書：J. W. Walter: Solvent Vapor Degreasing, p. 173, Metal Finishing. (Finishing Publications, Inc., New York, N. Y., 1949)

鎢和鉬的电解清潔法

(这些方法不得用来清洗热絲或灯絲。因为热絲和灯絲的表面必須未經蝕刻，才能得到最好的效果)。

甲、C-2 法

1. 把材料放在20%的氫氧化鉀溶液中电解 30 秒 鐘 或 30 秒 鐘以上。用 7.5 伏 200 瓦初級綫圈可变变压器，和一个碳極。溶液可反复使用。

2. 在热水中冲洗。

3. 在冷蒸餾水中冲洗。

4. 用热吹風吹干。

乙、C-5 法，仅供鉬用

1. 按上面的方法电解。

2. 在水中冲洗。

3. 放在溫热的阻化 (inhibited) 濃盐酸 (50%) 中五分鐘。

4. 在流水中冲洗，去除松浮的氧化物。

5. 重复第三和第四道工序，直到氧化物完全去除为止。

6. 徹底在水中冲洗。

7. 在清潔的甲醇中浸洗。

8. 用热吹風吹干。

鎢制和鉬制热絲和灯絲的清潔法

C-19 法

1. 在20%的氫氧化鉀溶液中煮五分鐘。

KOH300克

水1,200毫升

2. 在自来水中徹底冲洗。

3. 在冷蒸餾水中冲洗。

4. 用热吹風吹干。

溶解鎢螺旋[●]的鉬心

● 指白熾灯內用的“重螺旋”鎢絲。有各种大小。

硝酸 HNO_3	50%
硫酸 H_2SO_4	30%
水.....	20%
溫度.....	90°C

1. 把螺旋浸沒在溶液里。盖上表面玻璃，防止噴濺。
2. 讓螺旋停留在溶液內，直到一切化学作用的迹象終止为止。

3. 倒掉溶液，在蒸餾水中徹底冲洗。
酸溶液可以反复使用，直到用尽为止。

阴極和螢光塗層的鍍制零件的制备

C-1A 法

1. 在丙酮中攪动。
2. 在下列溶液中煮五分鐘。

碳酸鈉.....	40 克/升
氫氧化鈉.....	13 克/升
氰化鈉.....	13 克/升
3. 在蒸餾水中煮五分鐘。
4. 在溫热的5%醋酸中浸洗。
5. 在煮沸的蒸餾水中攪动，蒸餾水更換三次。
6. 在清潔的甲醇中浸洗。
7. 用热吹風或在爐中烘干。
8. 在噴粉以前，零件必須在真空或氫氣中加熱到900°C。

清洗鍍用的電解液

水.....	308毫升
硫酸.....	172毫升
磷酸.....	546毫升
溫度.....	60°C

把工作件作为阳極，电流密度要大到足以使工作件产生气体。
要小心，因为这个溶液迅速侵蝕并溶解鍍。

軟焊或硬焊以后去除金屬零件上的焊劑

一切軟焊劑日子一久或多或少都有腐蝕性，应当用适当的溶劑小心地徹底地把它們去掉。酸或氯化物這一類焊劑用沸水去除，最好是在沸水中煮，換水幾次。油或松香這一類焊劑用去脂劑清除；松香可用甲醇溶解。脂膏類焊劑（Nokorode）含有氯化物。清除這類焊劑要同時採用去脂劑和沸水，順次行使。

硬焊劑一般都含有硼砂、硼酸，有時還有氟化物和其它化合物。在焊接以後應將工作件浸入沸水中以清除之，換水若干次。有時還需要用鋼絲刷或清潔的鋼絲棉擦洗。

去除銅上面的厚氧化物

1. 將工作件浸入溫熱的75%阻化鹽酸。
2. 徹底在水中沖洗。
3. 烘乾。

銅的電解拋光

正磷酸 50% 溶於水

陽極：鎳板

陽極面積與陰極面積的比率很大

電流密度大，交流或直流都可以。

請參看下面另外兩種對銅、黃銅和青銅電拋光的方法。

黃銅的浸亮液（Bright dip）

甲、	硫酸	435毫升	800克/升	比重1.8
	硝酸	71毫升	100克/升	比重1.4
	鹽酸	2.2毫升	2.5克/升	
	水	49毫升		
	最高溫度	35°C		

乙、黃銅的電解浸亮液（此溶液可供去除鐵金屬表面的銅鍍層或銀鍍層用）。

碳酸鈉	75 克
氰化鈉	75 克
水	1 升

用时溶液要热。电压6~12伏。

阳極：鉄板或鋼板

丙、銅、黃銅、青銅电解抛光的两种方法

参考書：Metal Finishing; Finishing Publications, Inc., New York, 1949)

1. 磷酸.....	63% 以容积計
水.....	37% 以容积計
电流密度.....	0.02~0.05安/吋 ²
溫度.....	20°C
時間.....	5分鐘
2. 磷酸.....	58% 以容积計
水.....	42% 以容积計
电流密度.....	0.5~0.7 安/吋 ²
溫度.....	20°C
時間.....	10~15分鐘

从工作件的角度看来阴極并不重要，因为阴極只是用来构成迴路，而工作件是阳極。所以我們希望用一塊能站在溶液里的材料。一般可用銅，鉛，有时还可用鋼做阴極。凡必須使溶液冷却，以保持工作溫度的地方，要用水冷銅管。有时候，特别是抛光深拉工作件时，必須采用与工作件形状相符的阴極（即像形阴極——譯注）。

清洗氧化后的鉄

1. 把材料放在溫热的50%阻化盐酸中約五分鐘，以去除氧化物。

2. 徹底用水冲洗。

3. 烘干。

鋼，可伐，鎳的盐酸浸液

20%濃盐酸（濃度37%的标准盐酸）。

鑄鉄的酸洗

甲	硫酸..... 1	品脫	$\left(1 \text{ 品脫} = \frac{1}{8} \text{ 加侖} \text{——譯注} \right)$ 放在硬橡皮或塗有石蠟的玻璃容器內
	氫氟酸..... 1	品脫	
	水..... 1	加侖	

在室溫或高于室溫下使用

乙	硫酸... 12 盎司	以重量計	(盎司就是英兩——譯注)
	硝酸... 5 盎司	以重量計	
	鋅..... 1 盎司	以重量計	
	水..... 1 加侖		

鉄和鋼的酸洗

甲	阻化盐酸溶液		
	硫酸.....	1/2 品脫	
	水.....	1 加侖	
	溫度	20°~79°C	
乙	硫酸.....	3 盎司/加侖	
	硝酸鉀.....	3 盎司/加侖	
	溫度	71°C	
丙	檸檬酸.....	10 盎司/加侖	

加氨，到溶液对石蕊呈碱性为止。在沸點下使用，以除銹，而金屬上不發生侵蝕。

丁	磷酸.....	10~15%
	水.....	90~85%
	溫度	79°~85°C

阻 化 盐 酸

这种溶液系根据規定的强度制成。鉄和鋼的一般酸洗用的是 50%。阻化剂是 50 号 Rodine●，加在酸內的比例是 1/4%（以容積計）。

玻璃和鋁的清洗液

甲	重鉻酸鉀 $K_2Cr_2O_7$ 的飽和溶液	35 毫升
	濃硫酸 H_2SO_4	1 升

● 美国油漆公司出品 (American Paint Company, Ambler, Pa.)

乙 (因为碱盐不会遗留在縫隙内, 人們都乐意用这种溶液)

三氧化鉻 CrO_3 , 即鉻酸酐, 飽和溶液, 溶于热濃硫酸一面攪拌, 一面慢慢地把酸傾入三氧化鉻溶液。

这两种溶液都在 110°C 的溫度下使用。溶液应当是紅色, 效果最好。如果混濁不清, 或者是淡綠色, 就該倒掉。

蒙乃尔合金 (Monel) 的酸洗

硫酸	1 品脫/加侖
硝酸鈉	3/4 磅/加侖
氯化鈉	3/4 磅/加侖
溫度	$82^\circ\sim 88^\circ\text{C}$

鉻鎳鉄合金 (Inconel) 的酸洗

甲	水	2 加侖
	硝酸	1 加侖
	氢氟酸	1 品脫
	溫度	$66^\circ\sim 74^\circ\text{C}$
乙	硫酸	13 盎司/加侖
	洛捷氏盐	13 盎司/加侖
	($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ——譯注)	
	溫度	$71^\circ\sim 82^\circ\text{C}$

不銹鋼的酸洗

因为不銹鋼表面形成的鉄鱗抗酸性很强, 通常最好是在酸洗液中浸漬两次, 第一次使鉄鱗松散, 第二次去掉它, 也就是使表面發亮。如果只有輕微的鉄鱗, 可省去第一次酸洗。为了尽量使金屬不产生麻点, 应当加适当的阻化剂。

使不銹鋼表面的鉄鱗松散 (所規定的酸都是濃酸)

甲	硫酸	12 盎司/加侖
	溫度	85°C
乙	硫酸	1 加侖
	盐酸	1 加侖
	水	8 加侖
	溫度	$50^\circ\sim 60^\circ\text{C}$

去除不銹鋼表面的鉄鱗

甲	硝酸.....	1 加侖
	氫氟酸.....	1 ¹ / ₂ 加侖
	水.....	2 ¹ / ₂ 加侖
	溫度.....	50°~65°C
乙	硫酸.....	1/2 品脫/加侖
	氫氟酸.....	1/2 品脫/加侖
	鉻酸.....	8 盎司/加侖
	溫度.....	20°C或20°C以上
丙	硝酸.....	1 加侖
	氫氟酸.....	1 夸脫 (1/4 加侖——譯注)
	鹽酸.....	1 品脫
	水.....	9 加侖
	溫度.....	55°~60°C
丁	鹽酸.....	5 加侖
	硝酸.....	1 加侖
	水.....	14 加侖
	溫度.....	50°~70°C

不銹鋼的鈍化溶液

不銹鋼經過酸洗以後都要鈍化。鈍化處理是不是有效，可以用略微酸化的硫酸銅溶液試驗。不得有任何銅沉澱在鈍化的表面上。

甲	硝酸.....	1 加侖
	水.....	4 加侖
	溫度.....	50°C
	時間.....	20 分鐘
乙	硝酸.....	1 加侖
	水.....	1 加侖
	溫度.....	20°C
	時間.....	1~2 小時

參考書: (Metal Finishing; Finishing Publications, Inc., New York, 1949)

不銹鋼的電解拋光

(見第 8 頁關於陰極的意見)(所規定的酸都是濃酸)

甲	磷酸.....	100~75%
	水.....	0~25%
	電流密度.....	1~20 安/時 ²
	溫度.....	40°~95°C
	時間.....	5 分鐘
乙	磷酸.....	60~65%
	硫酸.....	15~20%
	水.....	20~22%
	電流密度.....	0.35~5 安/時 ²
	溫度.....	50°~95°C
丙	時間.....	3~60 分鐘
	磷酸.....	30%
	硫酸.....	60%
	水.....	10%
	電流密度.....	1.8 安/時 ²
丁	溫度.....	50°C
	時間.....	2 分鐘
	磷酸.....	45%
	硫酸.....	40%
	水.....	15%
戊	電流密度.....	0.5~3.5 安/時 ²
	溫度.....	30°~150°C
	時間.....	5 分鐘
	磷酸.....	15%
	硫酸.....	60%
己	鉻酸酐.....	10%
	水.....	15%
	電流密度.....	4 安/時 ²
	溫度.....	50°C
	時間.....	30 分鐘
己	磷酸.....	44%

	硫酸.....	40%
	鉻酸酐.....	6%
	水.....	10%
	电流密度.....	3 安/时 ²
	溫度.....	50°C
庚	時間.....	60分鐘
	硫酸.....	60%
	水.....	40%
	电流密度.....	14 安/时 ²
	溫度.....	75°C
辛	時間.....	2 分鐘
	硫酸.....	15~20%
	檸檬酸.....	55~60%
	水.....	25~30%
	电流密度.....	2.5~40 安/时 ²
壬	溫度.....	50°~120°C
	時間.....	1/2~5 分鐘
	硫酸.....	55%
	氫氟酸.....	7%
	水.....	38%
	电流密度.....	1/2~2 安/时 ²
	溫度.....	20°C
	時間.....	4~60 分鐘

有时需要攪动，以消除气体条痕。

电 鍍 概 論

本書所选择的电鍍方法以最适用于实验室規模为准。体积龐大或需要厚电鍍層的工作件应由电鍍工厂处理。其它电鍍液和特殊的方法可見金屬工业出版公司（金屬精整杂志）每年出版的[电鍍和精整指南](The Plating and Finishing Guidebook)。也可見化学文摘（Chemical Abstracts）。