

电镀原理

DIANDU YUANLI

第一册

В. И. 賴依聶尔、Н. Т. 庫特萊夫采夫著



31.25
8.75
:1

电 鍍 原 理

第 一 册

B. H. 賴依聶尔, H. T. 庫特萊夫采夫著

張治平、王秀容、鄭怡琳、易富金譯



机械工业出版社

1959

出版者的話

本書是根据苏联黑色及有色冶金出版社 1953 年出版的 В. И. 賴依聶尔及 Н. Т. 庫特萊夫采夫合編的「电鍍原理」第一冊翻譯的。全書共分十四章，主要論述金屬鍍層的理論基础、各种普通金屬鍍層的电鍍工艺及鍍前的表面准备。此外对直接由鍍槽中鍍取光澤鍍層、电解拋光、使用高电流密度等也有所論述。

原書第二冊（1957 年第三版）也分十四章，主要論述貴金屬、稀有金屬及合金鍍層的理論与实际，同时也叙述了氧化与磷化、电鍍車間設備及設計原理。

本書內容丰富，可作为科学研究机关、工厂企业及設計單位从事腐蝕和电鍍工作的工程技術人員的主要参考文献，也可供高等学校學習該專業的学生閱讀。

苏联 В. И. Лайнер, Н. Т. Кудрявцев 著 'Основы гальваностегии' (Металлургиздат 1953 年第一版)

*

*

*

NO. 2817

1959 年 9 月第一版 1959 年 9 月第一版第一次印刷

787×1092 1/25 字数 477 千字 印張 232³/25 0,001— 8,100 册

机械工业出版社(北京阜成門外黃莊)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业营业許可証出字第 008 号 定价(11) 3.65 元

序 言

在苏联共产党第十九次代表大会关于1951~1955年苏联發展第五个五年計劃的指示中，規定了黑色金屬、有色金屬、电力、各种机器、运输工具及日用品生产的史无前例的增長。此外，在指示中还規定了要在运用新的技术、广泛地使用有充分价值的代用品及推行先进的生产工艺的基础上來保證进一步大力提高产品质量及劳动生产率。

使用金屬电镀層必能促使这些巨大的任务順利地完成。黑色金屬半成品和成品的生产量愈大，金屬鍍層的使用亦就愈需要。因为鍍上这种金屬鍍層能防止锈蝕，能提高各种机器及机构的摩擦零件的抗磨性，亦能使制品表面得到裝飾性的外觀。

广泛使用金屬層电镀法鍍复半成品及成品以代替陈旧的热浸法，不仅能大大地减少有色金屬在單位产品上的消耗量，同时亦能改善表面的質量。直接由鍍槽中鍍取光澤鍍層、使用电解抛光法代替繁重的机械抛光法、以及使用高的电流密度和使电镀操作高度自动化都会大大地提高劳动生产率。

所有这些都促使我們从根本上来改写書中的某些章节，而「电解沉积金屬的組織」一章及「金屬在阴極表面的分布」一章則几乎是重新写成的。

新添写的一章是叙述金屬的电解抛光。在「鍍鉻」一章內詳細地叙述了鉻鍍層的性能与其結晶組織的关系，并以很大的一节論述了松孔鍍鉻。

概論及第I、IV、VI、X、XI、XII、XIII和XIV章是賴依聶尔（В. И. Лайнер）写成的，第II、III、V、VII、VIII和IX章是由庫特萊夫采夫（Н. Т. Кудрявцев）写成的。

著 者

概 論

金屬鍍層及金屬氧化物被復層在整个防止金屬銹蝕方法的体系内占有很大的比重。約占总开采量半数的鋅要用来鍍鋅，以防止黑色金屬的銹蝕。像錫这种稀有而重要的金屬要有30~40%用在薄板金屬、金屬条带、金屬絲及金屬制品的鍍錫上。銅、鎳及鉻鍍層在各种机器零件、仪表零件、医疗器械和家常用品等的防护-裝飾加工方面都得到广泛的应用。

鍍銀、鍍金及鍍鉻从前仅在手飾业中使用，而現在則越来越广泛地用来防止重要仪表零件的銹蝕和使其表面具有高度的物理性質如：导电性、反光性及耐磨性。

在国民經济中很难找到一个根本不采用金屬鍍層的部門。在机械制造业、仪表制造业、航空工业及船舶制造业中，在日用品的生产以及医疗器械和各种设备的制造中，金屬鍍層都得到了最广泛的应用。

鍍复金屬層的最先进的方法要屬电鍍法。电鍍法是以电鑄电鍍术为基础的。

金屬的电鑄电鍍术可分为两个主要部分：1) 电鑄术——由不同的物品上取得易由物品上取下的精确复制品的一种方法；2) 电鍍术——是取得与被鍍金屬牢固結合的較薄鍍層的一种方法。

虽然电鑄术比电鍍术發明得早，但电鍍术在工业上却有无比的重大意义。

創立电鑄电鍍术及其实用的荣誉应当屬於卓越的俄国科学家鮑黎斯·謝苗諾維奇·雅柯比 (Борис Семенович Якоби 1801~1874)。雅柯比在研究用各种不同的原电池作为电磁机运转的电源时，發現在原电池內的阴極上附有一層把电極凸凹部分精确复制下来的均匀銅層，这說明在电極上产生了沉积現象。后来，雅

柯比又有意識地重复了他所發現的那一現象。他先在銅質陰極上刻了自己的名字，然后把銅沉澱層分開，這樣，他確信了這銅質沉澱物是陰極的反向印記。這個新方法，作者把它稱為電鑄法。1838年10月5日雅柯比在彼得堡俄羅斯科學院的會議上作了關於自己新發現的報告。1840年雅柯比所著的世界第一部關於電鑄的指導文獻「電鑄或在銅鹽溶液中借電流作用按一定模型复制銅製品法」在彼得堡首次問世了。

雅柯比的這一發明主要是在彼得堡的「國家貨幣製造發行所」（現已改為莫斯科國家貨幣發行管理局附設工廠）實現的。當時就已確定，以電鑄法所制的印制國幣（其中亦包括紙幣）用的鉛版，其精度及复制性要比那些以陳舊而繁重的雕刻法所制的要好得多。此外，在雅柯比直接領導的專門電鑄的作坊中還製造了許多精美的藝術製品，其中有：莫斯科大劇院楣飾的銅馬、舊冬宮內叶卡特琳娜二世所創之奇珍樓、冬宮、彼得巴夫洛夫大教堂及伊莎基也夫斯基大教堂等處的雕像及浮雕等。

雅柯比不僅是電鑄術的發明者，而且也是電鍍術的發明者。他和俄羅斯科學院院士廉茨（Э. Х. Ленц）及科學院的其他同事們首次發明了鐵的電鑄及電鍍沉澱法。

雅柯比曾與英國科學家法拉第通過信。法拉第把雅柯比的成就轉交當時最大的出版社付印出版。這樣，俄國科學家的發明給整個文明世界作出了貢獻。

在本世紀初期以及現在，電鑄電鍍術在我国的發展是與費多契也夫（П. П. Федотьев）、基斯嘉柯夫斯基（В. А. Кистяковский）及伊茲噶雷歇夫（Н. А. Изгарышев）的名字分不開的。

目 次

序言	9
概論	11
第一章 金屬鍍層簡述	13
金屬鍍層的鍍着方法	13
對金屬鍍層的要求	17
鍍層的分類及其使用範圍	18
第二章 電鍍層質量與被鍍制品表面狀態及材料的關係	21
被鍍面上污垢物的影響	21
金屬的性質及鍍前準備處理特性的影響	22
第三章 金屬制品的鍍前表面準備	28
準備工作的種類	28
用砂輪磨光與拋光	28
手工拋光	44
制品在滾筒中及鐘形槽中的加工	44
噴砂清理	47
刷光	48
化學除油	49
電化學除油	56
除油的方法和條件的選擇與金屬的性質 及其預先機械加工的特性的關係	59
化學除油及電化學除油時鹼溶液的大概成分及工作規範(62)—— 鋼制品的同時鍍銅除油法(65)	
化學浸蝕	67
黑色金屬的化學浸蝕(68)——有色金屬的化學浸蝕(87)	
電化學浸蝕	93

弱浸蝕·····	105
消光·····	108
表面准备时的作业順序·····	110
第四章 金屬的电解抛光·····	115
应用範圍·····	115
关于电解抛光的理論·····	117
电解抛光时的电极过程·····	121
阳極極化作用(124)——阴極过程(125)	
电解抛光表面的活性及其趋于鈍化的傾向·····	125
电解抛光后的金屬組織对电镀層組織的影响·····	127
銅的电解抛光·····	129
鎳的电解抛光·····	136
鋼的电解抛光·····	140
鋁的电解抛光·····	146
銀的电解抛光·····	151
第五章 电解沉积金屬的組織·····	155
在电镀电鑄术中电解沉积層組織的作用·····	155
电結晶过程的机理·····	157
阴極表面的鈍化·····	163
多晶体沉积層形成的条件·····	166
电解液对沉积層組織的影响·····	169
电解液的性質(169)——电解液濃度的影响(173)——其他金屬盐 类及酸类添加剂的影响(175)——有机添加剂的影响(177)	
电解规范对电解沉积層組織的影响·····	185
电流密度(185)——电解液的溫度(188)——电解液的攪拌(189) ——周期地改变电流的方向(189)	
阴極的組織及材料对沉积層組織的影响·····	190
当氫与金屬同时析出时氫对沉积層性質的影响·····	192
海綿状金屬沉积層·····	195

光澤鍍層·····	204
第六章 金屬在陰極表面上的分布·····	211
問題的實質及關於分散能力的概念·····	211
陽極極化作用對陰極電流分布的影響·····	231
幾何因素的影響·····	234
極化作用的類型對分散能力的影響·····	236
分散能力的測量方法·····	237
得取均勻鍍層用的人工法·····	243
第七章 鍍鋅·····	245
鋅鍍層的性質及其應用·····	245
各種鍍鋅的方法及其性質的比較·····	246
熱浸法(246)——滲鋅(249)——噴鋅(251)——接觸法(254)	
——電解法(254)	
各種鍍鋅電解液性能的比較·····	255
在酸性電解液中鍍鋅·····	263
酸性電解液中的主要成分(263)——酸性電解液中有機物質及其	
他添加劑的作用(269)——酸性電解液中的有害雜質(274)——	
酸性電解液中用的陽極(277)——酸性電解液的成分及工作規範	
之范例(278)	
在氰化物電解液中鍍鋅·····	285
氰化物電解液的主要成分(285)——氰化物電解液用的添加劑	
(292)——氰化物電解液中的有害雜質(293)——氰化物電解液的	
成分及工作規範的范例(293)	
在鹼性(鋅酸鹽)電解液中鍍鋅·····	296
鋅鍍層的化學處理·····	306
鍍鋅電解液的分析·····	308
第八章 鍍鎳·····	315
鎳鍍層的性質及使用範圍·····	315
各種鍍鎳電解液性能的比較·····	316

在酸性电解液中鍍鎘·····	319
硫酸电解液(320)——硼氟酸电解液(325)——酚磺酸及其他酸性电解液(326)	
在氰化物电解液中鍍鎘·····	327
第九章 鋅鍍層和鎳鍍層防护性能的比較·····	336
鋅鍍層和鎳鍍層的通性·····	336
鋅鍍層和鎳鍍層在液体腐蝕介質和人造腐蝕介質中的性能	337
鋅鍍層和鎳鍍層在室外大气中的性能·····	340
鋅鍍層和鎳鍍層在室內大气中的性能·····	344
鋅鍍層和鎳鍍層的沉积条件、制件的形状及鍍層鍍复方法的影响·····	344
鍍層厚度的选择、使用的期限及使用的范围·····	346
第十章 鍍銅·····	349
銅鍍層的性质及应用·····	349
各种鍍銅电解液性能的比較·····	350
在酸性电解液中鍍銅·····	350
阳極反应和阴極反应(351)——各种成分及它們的功用(353)	
在氰化物电解液內鍍銅·····	359
一般性質(359)——主要成分及它們的功用(365)——电解液的配制及使用(370)——氰化物鍍銅电解液的配方(372)	
在非氰化物电解液中鉄和鋼的直接鍍銅·····	383
氰化物鍍銅电解液中重金屬杂質的影响·····	388
鍍銅电解液的分析·····	392
銅鍍層的除去法·····	395
第十一章 鍍鎳·····	396
鎳鍍層的性质及应用·····	396
鍍鎳时的阴極反应·····	398
鎳的电解沉积机理·····	405
鍍鎳时的阳極反应和鎳阳極·····	408

鍍鎳電解液的成分及其功用·····	417
鎳鹽(417)——有害雜質(417)——有機雜質(420)——增高導電性的鹽類(422)	
鍍鎳電解液酸度的作用·····	428
電解液的緩沖(428)——酸度對電解液工作的影響(431)——酸度和麻點(440)——酸度和鍍層的機械性能(453)	
鍍鎳電解液的配方及工作規範·····	462
鎳鍍層的孔隙率與保護性能·····	465
[黑色鎳]的電解沉澱·····	470
鍍鎳電解液的分析·····	472
第十二章 鍍鉻·····	476
鉻鍍層的性质及应用·····	476
鍍鉻理論·····	478
鍍鉻電解液的成分及工作規範·····	485
概論(485)——鉻酸濃度的影響(487)——硫酸根濃度的影響(490)——硫酸根和氟化物的作用特性的比較(491)——三價鉻的影響(497)——鐵及其它雜質的影響(498)——溫度及電流密度的影響(499)	
陽極及陽極反應·····	502
接觸夾具·····	506
鉻鍍層的組織和性能·····	509
松孔鍍鉻·····	516
鍍鉻條件及陽極浸蝕對松孔鉻層組織的影響(518)——對鉻鍍層孔隙率的量的評定(527)——松孔鍍鉻的工藝特點(528)	
帶中間層的防護-裝飾鍍鉻·····	531
鍍無孔鉻層·····	534
鉻鍍層除去法·····	536
鍍鉻電解液的分析·····	537
第十三章 鍍錫·····	541

錫鍍層的性質及應用·····	541
鉄皮的鍍錫·····	544
鍍錫電解液性質的比較·····	549
在鹼性電解液中鍍錫·····	551
主要成分及其功用(551)——陽極反應(554)——陰極反應(558)	
——錫酸鹽電解液的配制法及成分范例(561)	
在酸性電解液中鍍錫·····	564
主要成分及其功用(564)——陽極反應(569)——陰極反應	
(570)——硫酸錫的配制法和電解液的成分范例(574)	
錫鍍層的熔化·····	576
不加外部電流的鍍錫·····	578
鍍錫電解液的分析·····	578
鹼性電解液(578)——酸性電解液(579)	
第十四章 鍍鉛·····	581
鉛鍍層的性質及應用·····	581
鍍鉛電解液及工作規範·····	582
總論(582)——硅氟酸電解液(584)——硼氟酸電解液(586)	
——過氯酸鹽電解液(589)——鹼性電解液(590)——醋酸電解	
液(591)——間苯二磺酸電解液(592)	
鍍鉛范例·····	593
過氧化鉛的電解沉澱·····	594
鍍鉛電解液的分析·····	596

31.25
8.75
:1

电 鍍 原 理

第 一 册

B. H. 賴依聶尔、H. T. 庫特萊夫采夫著

張治平、王秀容、鄭怡琳、易富金譯



机械工业出版社

1959

出版者的話

本書是根据苏联黑色及有色冶金出版社 1953 年出版的 В. И. 賴依聶尔及 Н. Т. 庫特萊夫采夫合編的「电鍍原理」第一冊翻譯的。全書共分十四章，主要論述金屬鍍層的理論基礎、各種普通金屬鍍層的电鍍工艺及鍍前的表面准备。此外对直接由鍍槽中鍍取光澤鍍層、电解拋光、使用高电流密度等也有所論述。

原書第二冊（1957 年第三版）也分十四章，主要論述貴金屬、稀有金屬及合金鍍層的理論与实际，同时也敘述了氧化与磷化、电鍍車間設備及設計原理。

本書內容丰富，可作为科学研究机关、工厂企业及設計單位从事腐蝕和电鍍工作的工程技術人員的主要参考文献，也可供高等学校學習該專業的学生閱讀。

苏联 В. И. Лайнер, Н. Т. Кудрявцев 著 'Основы гальваностегии' (Металлургиздат 1953 年第一版)

*

*

*

NO. 2817

1959 年 9 月第一版 1959 年 9 月第一版第一次印刷

787×1092 1/25 字数 477 千字 印張 232³/25 0,001— 8,100 册

机械工业出版社(北京阜成門外黃莊)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业營業許可証出字第 008 号 定价(11) 3.65 元

目 次

序言	9
概論	11
第一章 金屬鍍層簡述	13
金屬鍍層的鍍着方法	13
對金屬鍍層的要求	17
鍍層的分類及其使用範圍	18
第二章 電鍍層質量與被鍍制品表面狀態及材料的關係	21
被鍍面上污垢物的影響	21
金屬的性質及鍍前準備處理特性的影響	22
第三章 金屬制品的鍍前表面準備	28
準備工作的種類	28
用砂輪磨光與拋光	28
手工拋光	44
制品在滾筒中及鐘形槽中的加工	44
噴砂清理	47
刷光	48
化學除油	49
電化學除油	56
除油的方法和條件的選擇與金屬的性質 及其預先機械加工的特性的關係	59
化學除油及電化學除油時鹼溶液的大概成分及工作規範(62)—— 鋼制品的同時鍍銅除油法(65)	
化學浸蝕	67
黑色金屬的化學浸蝕(68)——有色金屬的化學浸蝕(87)	
電化學浸蝕	93

弱浸蝕·····	105
消光·····	108
表面准备时的作业順序·····	110
第四章 金屬的电解抛光·····	115
应用範圍·····	115
关于电解抛光的理論·····	117
电解抛光时的电极过程·····	121
阳極極化作用(124)——阴極过程(125)	
电解抛光表面的活性及其趋于鈍化的傾向·····	125
电解抛光后的金屬組織对电镀層組織的影响·····	127
銅的电解抛光·····	129
鎳的电解抛光·····	136
鋼的电解抛光·····	140
鋁的电解抛光·····	146
銀的电解抛光·····	151
第五章 电解沉积金屬的組織·····	155
在电镀电鑄术中电解沉积層組織的作用·····	155
电結晶过程的机理·····	157
阴極表面的鈍化·····	163
多晶体沉积層形成的条件·····	166
电解液对沉积層組織的影响·····	169
电解液的性質(169)——电解液濃度的影响(173)——其他金屬盐 类及酸类添加剂的影响(175)——有机添加剂的影响(177)	
电解规范对电解沉积層組織的影响·····	185
电流密度(185)——电解液的溫度(188)——电解液的攪拌(189) ——周期地改变电流的方向(189)	
阴極的組織及材料对沉积層組織的影响·····	190
当氫与金屬同时析出时氫对沉积層性質的影响·····	192
海綿状金屬沉积層·····	195

光澤鍍層.....	204
第六章 金屬在陰極表面上的分布.....	211
問題的實質及關於分散能力的概念.....	211
陽極極化作用對陰極電流分布的影響.....	231
幾何因素的影響.....	234
極化作用的類型對分散能力的影響.....	236
分散能力的測量方法.....	237
得取均勻鍍層用的人工法.....	243
第七章 鍍鋅.....	245
鋅鍍層的性質及其應用.....	245
各種鍍鋅的方法及其性質的比較.....	246
熱浸法(246)——滲鋅(249)——噴鋅(251)——接觸法(254)	
——電解法(254)	
各種鍍鋅電解液性能的比較.....	255
在酸性電解液中鍍鋅.....	263
酸性電解液中的主要成分(263)——酸性電解液中有機物質及其	
他添加劑的作用(269)——酸性電解液中的有害雜質(274)——	
酸性電解液中用的陽極(277)——酸性電解液的成分及工作規範	
之范例(278)	
在氰化物電解液中鍍鋅.....	285
氰化物電解液的主要成分(285)——氰化物電解液用的添加劑	
(292)——氰化物電解液中的有害雜質(293)——氰化物電解液的	
成分及工作規範的范例(293)	
在鹼性(鋅酸鹽)電解液中鍍鋅.....	296
鋅鍍層的化學處理.....	306
鍍鋅電解液的分析.....	308
第八章 鍍鎳.....	315
鎳鍍層的性質及使用範圍.....	315
各種鍍鎳電解液性能的比較.....	316