

电镀工作者

手册

机械工业出版社

21.356.12

1.17

电 镀 工 作 者 手 册

(增订第二版)

巴赫瓦洛夫、比尔克岡、拉布京著

赵 振 才 译

陈 天 玉 校 订

机械工业出版社

出版者的話

本書內容包括電鍍工藝的各種資料，特別着重敘述快速電鍍方法和先進的電鍍方法，以及繁重工作的機械化。

書中還列舉出一些技術條件，供設計師及工藝師在創制須電鍍的機器、部件、零件時參考之用。

書后有附錄，引列了有關電鍍、金屬腐蝕及防護、電化學、化學及電工學方面的參考數據。

本書可供電鍍車間、設計部門和研究機關的工程技術人員參考，也可供高等學校金屬腐蝕及防護專業的大學生參考。

在翻譯過程中，承原著者莫斯科有色金屬與黃金學院副教授巴赫瓦洛夫同志來函給予譯者以熱情幫助與指導，正在我國幫助建設的蘇聯專家庫拉庚（А. К. Кулагин）等同志也曾給予譯者以極大的幫助，謹向他們表示深切的謝意。

蘇聯 Г. Т. Бахвалов, Л. Н. Биркган, В. П. Лабутин 著
‘Справочник гальваностегия, (Издание второе, переработанное и дополненное)’ (Металлургиздат 1954 年第二版)

原書評閱者：博士，教授拉伊涅爾（В. И. Дайнер），工程師庫波佐夫（И. И. Кунцов）

*

*

*

NO. 1372

1958 年 2 月第一版 1959 年 5 月第一版第四次印刷

850×1168 $1/32$ 字數 582 千字 印張 17 $3/4$ 插頁 2 10,391—18,400 冊

機械工業出版社（北京東成門外百萬莊）出版

中央民族印刷廠印刷

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 15033·849
定價（11）3.70 元

序 言

苏联共产党第十九次代表大会关于發展苏联 1951~1955 年第五个五年計劃的指令規定，1955 年的工業生产水平要比 1950 年約提高 70%。机器制造业对于国民經济的高速發展，对于保障工業、运输業和农業的进一步的技术重新装备，起着巨大的作用。在五年計劃內，机器制造业和金屬加工業的产量將增加一倍左右。汽車、拖拉机、海洋航輪、內河航輪、机床、机器及其仪表的生产將大大增加。要实现新的五年計劃在工業生产部門中所提出的任务，首先必須依靠祖国冶金工業的高速發展。与 1950 年相比，1955 年生鉄的产量規定要增加 76%，鋼的产量規定要增加 62%，軋材的产量規定要增加 64%。許多有色金屬的产量亦將增加数倍。因此，在金屬加工業工作者和科学干部面前就出現了一个最重要的任务——最大限度地保存祖国的金屬資源。

防止金屬腐蝕的一系列的最重要方法是我国發明的。苏联科学院院士基斯嘉柯夫斯基 (В. А. Кистяковский)、苏联科学院通訊院士伊茲噶磊歇夫 (Н. А. Изгарышев)、苏联科学院通訊院士阿基莫夫 (Г. В. Акимов) 及他們的学生們的研究使苏联科学在金屬腐蝕理論和防止金屬腐蝕方法領域中占据着主导的地位。早在我国社会主义工業化的年代里，由于机器制造业和化学工業的發展，就曾为研究和采用防止金屬过早腐蝕（損坏）的最重要方法創造了广闊的基础。現在，金屬防蝕方法的科学研究和金屬防蝕的实践已經具有了特別宏大的規模。电鍍电鑄学也在飞躍地發展着。許多关于金屬电解沉积过程的旧的觀念已經被打破了。鍍敷保护層的更先进的方法和快速規範正在为自己開闢道路。科学研究思想也在力圖最完滿地解决实践所提出的各种問題。

本書第一版的經驗表明，使用「电鍍工作者手冊」這本書的，主要有兩类讀者。一类是电鍍电鑄部門的專家、电鍍車間設計師、金屬腐蝕与保护研究所的科学工作者和冶金高等技术学校的学生。这一类讀者为数最多。另一类是設計員，他們在設計机器、机床及其他金屬構築物时也普遍地利用了本手冊。

自第一版「电鍍工作者手冊」出版問世（1948年）后，又积累了許多对

于一切讀者都有價值的新材料。因此，第二版特作了極大的修改和增補。其中第二篇即工藝部分修改得最多，增補了有關金屬電解沉積快速方法的資料，補述了關於檢驗鍍層質量的新方法及金屬加工和防蝕的新方法方面的資料。

書中引述了電鍍工作者所必需的有關數學、化學、物理和電工學方面的一般技術性的參考資料，列於書後，作為附錄。

有的意見認為，凡讀者所感興趣的一切資料均應在書中詳盡無遺地加以介紹，作者遠未採納這種意見。但是，作者在尽可能範圍內都考慮到了讀者的批評和希望並力圖最大限度地利用在生產中經過考驗的電鍍工藝和規範方面的最新成就以及電鍍車間生產過程的強化和機械化方面的最新成就。

目次

序言	7
普通部分 电化学、电镀及金属腐蚀与保护概论	9
第一章 电化学和电镀	9
1 概述(9)——2 电解液的电导率(9)——3 离子的电化当量(12)——4 电流效率和电能效率(12)——5 金属电解沉积时所采用的标准计算(14)——6 原电池的电动势(17)——7 比较电极(标准电极)。电位序(21)——8 原电池的极化及电解时电极的极化(22)——9 电解时电极极化的测定(24)——10 槽内电压的平衡(26)——11 电解液的分散能力与遮盖能力(26)	
第二章 金属的腐蚀与保护	29
12 概述(29)——13 材料的化学安定性(31)——14 防蚀方法的分类(39)	
专用部分 电镀工艺及电镀车间的组织	42
第三章 金属镀层的用途及其厚度	42
15 概述(42)——16 镀锌(43)——17 镀镉(44)——18 镀锡(45)——19 镀铅(46)——20 镀铁(钢化)(46)——21 镀铜(47)——22 镀镍(48)——23 耐磨镀铬(48)——24 保护-装饰镀镍和镀铬(50)——25 镀锌和镀镉(52)——26 镀贵金属(52)——27 镀其他金属(53)——28 镀黄铜(54)——29 镀青铜(54)——30 镀其他合金(55)——31 金属的接触沉积(56)	
第四章 非金属复盖层的用途和性质	57
32 氧化处理及磷化-氧化处理(57)——33 磷化处理(57)——34 铝、镁及其合金的氧化(58)——35 金属的化学着色及电化学着色(59)	
第五章 对制品表面的要求	60
第六章 制品表面的机械加工	62
36 机械加工种类(62)——37 磨料(63)——38 磨具及磨光砂纸(或磨光砂布)(66)——39 磨光-抛光轮及磨光-抛光膏之制造(69)	
第七章 金属表面的化学准备与电化学准备	73
40 除油(73)——41 化学浸蚀与电化学浸蚀(76)——42 金属的电解抛光(82)	
第八章 电镀金属和电镀合金	88
43 镀锌(88)——44 镀镍(97)——45 镀锡(101)——46 镀铅(111)——47 镀铁(111)——48 镀铜(116)——49 镀镍(125)——50 镀铬(134)——51 镀锌和镀镉(154)——52 镀银(155)——53 镀金(159)——54 镀铂	

(163)——55 鍍其他金屬(165)——56 鍍黃銅(169)——57 鍍青銅 (172)	
——58 鍍其他合金(174)——59 鋁合金及鎂合金制品的电鍍(177)——60	
鋅合金制品多層保护-裝飾电鍍(179)	
第九章 非金屬化学复盖層与电化学复盖層	180
61 鋼的氧化处理与磷化-氧化处理(180)——62 磷化处理(183)——63 鋁	
及鋁合金的氧化处理(186)——64 鎂合金的氧化处理(192)——65 化学着	
色与电化学着色(198)	
第十章 电鍍与复化学層工艺过程的程序	202
第十一章 电鍍車間使用的主要材料	206
第十二章 电解液的檢驗	222
66 选取試液(222)——67 鍍鋅电解液(222)——68 鍍銅电解液(231)——	
69 鍍銅电解液(233)——70 鍍黃銅电解液(239)——71 鍍鎳电解液(240)	
——72 鍍鉻电解液 (247)——73 鍍錫电解液 (251)——74 鍍鉛电解液	
(254)——75 鍍銀电解液(257)——76 鍍金电解液(260)——77 鍍銻电解	
液(硫酸的和磷酸的)(260)——78 除油溶液和浸蝕溶液(262)——79 鋼电	
解抛光用电解液(263)——80 磷化溶液(264)——81 溶液 pH 值的測定与	
校正(265)	
第十三章 鍍層質量的檢驗	270
82 外觀檢驗(驗收規則) (270)——83 鍍層厚度的檢驗(278)——84 鍍層	
孔隙率的檢驗(290)——85 鍍層与基体金屬結合强度的檢驗 (295)——86	
鍍層硬度的試驗(296)——87 鍍層耐磨性的試驗(297)——88 鍍層的耐弯	
試驗(297)——89 鍍層內部彈性应力的測定(298)——90 鍍層的耐蝕性試	
驗(299)——91 氧化膜保护性能的試驗(303)——92 磷化膜保护性能的試	
驗(304)——93 金屬上保护膜电学性質的測定(305)——94 陽極氧化膜彈	
性的評定(306)	
第十四章、金屬鍍前机械准备用的設備、工具和夾具	308
95 磨光和抛光用的机床(308)——96 滾光筒(312)——97 噴砂設備(317)	
——98 修飾加工用的磨輪和手工抛光器(319)	
第十五章 电鍍工部的設備	329
99 槽子(329)——100 鍍小制品用的設備 (339)——101 电鍍半自动机和	
自动机(346)——102 加热、攪拌和過濾溶液用的設備(357)——103 用三	
氯乙烯清淨制品的器械(363)——104 挂具和裝零件的筐(365)——105 秤	
(369)——106 浸蝕設備(370)	
第十六章 电气設備及其接綫圖	373
107 低压电动發电机 (373)——108 整流器 (375)——109 蓄電池 (382)	

——110 电鍍电鑄术上使用的接綫圖(385)

第十七章 电鍍車間的自动控制設備..... 394

第十八章 电鍍車間的劳动保护与安全技术..... 411

第十九章 电鍍車間的設計..... 416

111 設計阶段与設計組成(416)——112 技术設計各部分的内容(417)

第二十章 工作定額的制定..... 472

113 电鍍工作定額的制定(472)——114 磨光-拋光工作定額的制定(496)

附录 I 数学資料.....500

II 化学資料.....508

III 物理学資料.....523

IV 电工学資料.....541

21.356.12

1.17

电 镀 工 作 者 手 册

(增訂第二版)

巴赫瓦洛夫、比尔克岡、拉布京著

赵 振 才 译

陈 天 玉 校 訂

机械工业出版社

出版者的話

本書內容包括電鍍工藝的各種資料，特別着重敘述快速電鍍方法和先進的電鍍方法，以及繁重工作的機械化。

書中還列舉出一些技術條件，供設計師及工藝師在創制須電鍍的機器、部件、零件時參考之用。

書后有附錄，引列了有關電鍍、金屬腐蝕及防護、電化學、化學及電工學方面的參考數據。

本書可供電鍍車間、設計部門和研究機關的工程技術人員參考，也可供高等學校金屬腐蝕及防護專業的大學生參考。

在翻譯過程中，承原著者莫斯科有色金屬與黃金學院副教授巴赫瓦洛夫同志來函給予譯者以熱情幫助與指導，正在我國幫助建設的蘇聯專家庫拉庚（А. К. Кулагин）等同志也曾給予譯者以極大的幫助，謹向他們表示深切的謝意。

蘇聯 Г. Т. Бахвалов, Л. Н. Биркган, В. П. Лабутин 著
‘Справочник гальваностегия, (Издание второе, переработанное и дополненное)’ (Металлургиздат 1954 年第二版)

原書評閱者：博士，教授拉伊涅爾（В. И. Дайнер），工程師庫波佐夫（И. И. Кунцов）

*

*

*

NO. 1372

1958 年 2 月第一版 1959 年 5 月第一版第四次印刷

850×1168 $1/32$ 字數 582 千字 印張 17 $3/4$ 插頁 2 10,391—18,400 冊

機械工業出版社（北京東成門外百萬莊）出版

中央民族印刷廠印刷

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 15033·849
定價（11）3.70 元

目 次

序言	7
普通部分 电化学、电镀及金属腐蚀与保护概论	9
第一章 电化学和电镀	9
1 概述(9)——2 电解液的电导率(9)——3 离子的电化当量(12)——4 电流效率和电能效率(12)——5 金属电解沉积时所采用的标准计算(14)——6 原电池的电动势(17)——7 比较电极(标准电极)。电位序(21)——8 原电池的极化及电解时电极的极化(22)——9 电解时电极极化的测定(24)——10 槽内电压的平衡(26)——11 电解液的分散能力与遮盖能力(26)	
第二章 金属的腐蚀与保护	29
12 概述(29)——13 材料的化学安定性(31)——14 防蚀方法的分类(39)	
专用部分 电镀工艺及电镀车间的组织	42
第三章 金属镀层的用途及其厚度	42
15 概述(42)——16 镀锌(43)——17 镀镉(44)——18 镀锡(45)——19 镀铅(46)——20 镀铁(钢化)(46)——21 镀铜(47)——22 镀镍(48)——23 耐磨镀铬(48)——24 保护-装饰镀镍和镀铬(50)——25 镀锌和镀镉(52)——26 镀贵金属(52)——27 镀其他金属(53)——28 镀黄铜(54)——29 镀青铜(54)——30 镀其他合金(55)——31 金属的接触沉积(56)	
第四章 非金属复盖层的用途和性质	57
32 氧化处理及磷化-氧化处理(57)——33 磷化处理(57)——34 铝、镁及其合金的氧化(58)——35 金属的化学着色及电化学着色(59)	
第五章 对制品表面的要求	60
第六章 制品表面的机械加工	62
36 机械加工种类(62)——37 磨料(63)——38 磨具及磨光砂纸(或磨光砂布)(66)——39 磨光-抛光轮及磨光-抛光膏之制造(69)	
第七章 金属表面的化学准备与电化学准备	73
40 除油(73)——41 化学浸蚀与电化学浸蚀(76)——42 金属的电解抛光(82)	
第八章 电镀金属和电镀合金	88
43 镀锌(88)——44 镀镍(97)——45 镀锡(101)——46 镀铅(111)——47 镀铁(111)——48 镀铜(116)——49 镀镍(125)——50 镀铬(134)——51 镀锌和镀镉(154)——52 镀银(155)——53 镀金(159)——54 镀铂	

02528

(163)——55 鍍其他金屬(165)——56 鍍黃銅(169)——57 鍍青銅 (172)	
——58 鍍其他合金(174)——59 鋁合金及鎂合金制品的电鍍(177)——60	
鋅合金制品多層保护-裝飾电鍍(179)	
第九章 非金屬化学复盖層与电化学复盖層	180
61 鋼的氧化处理与磷化-氧化处理(180)——62 磷化处理(183)——63 鋁	
及鋁合金的氧化处理(186)——64 鎂合金的氧化处理(192)——65 化学着	
色与电化学着色(198)	
第十章 电鍍与复化学層工艺过程的程序	202
第十一章 电鍍車間使用的主要材料	206
第十二章 电解液的檢驗	222
66 选取試液(222)——67 鍍鋅电解液(222)——68 鍍銅电解液(231)——	
69 鍍銅电解液(233)——70 鍍黃銅电解液(239)——71 鍍鎳电解液(240)	
——72 鍍鉻电解液 (247)——73 鍍錫电解液 (251)——74 鍍鉛电解液	
(254)——75 鍍銀电解液(257)——76 鍍金电解液(260)——77 鍍銻电解	
液(硫酸的和磷酸的)(260)——78 除油溶液和浸蝕溶液(262)——79 鋼电	
解抛光用电解液(263)——80 磷化溶液(264)——81 溶液 pH 值的測定与	
校正(265)	
第十三章 鍍層質量的檢驗	270
82 外觀檢驗(驗收規則) (270)——83 鍍層厚度的檢驗(278)——84 鍍層	
孔隙率的檢驗(290)——85 鍍層与基体金屬結合强度的檢驗 (295)——86	
鍍層硬度的試驗(296)——87 鍍層耐磨性的試驗(297)——88 鍍層的耐弯	
試驗(297)——89 鍍層內部彈性应力的測定(298)——90 鍍層的耐蝕性試	
驗(299)——91 氧化膜保护性能的試驗(303)——92 磷化膜保护性能的試	
驗(304)——93 金屬上保护膜电学性質的測定(305)——94 陽極氧化膜彈	
性的評定(306)	
第十四章、金屬鍍前机械准备用的設備、工具和夾具	308
95 磨光和抛光用的机床(308)——96 滾光筒(312)——97 噴砂設備(317)	
——98 修飾加工用的磨輪和手工抛光器(319)	
第十五章 电鍍工部的設備	329
99 槽子(329)——100 鍍小制品用的設備 (339)——101 电鍍半自动机和	
自动机(346)——102 加热、攪拌和過濾溶液用的設備(357)——103 用三	
氯乙烯清淨制品的器械(363)——104 挂具和裝零件的筐(365)——105 秤	
(369)——106 浸蝕設備(370)	
第十六章 电气設備及其接綫圖	373
107 低压电动發电机 (373)——108 整流器 (375)——109 蓄電池 (382)	

——110 电鍍电鑄术上使用的接綫圖(385)

第十七章 电鍍車間的自动控制設備..... 394

第十八章 电鍍車間的劳动保护与安全技术..... 411

第十九章 电鍍車間的設計..... 416

111 設計阶段与設計組成(416)——112 技术設計各部分的内容(417)

第二十章 工作定額的制定..... 472

113 电鍍工作定額的制定(472)——114 磨光-拋光工作定額的制定(496)

附录 I 数学資料.....500

II 化学資料.....508

III 物理学資料.....523

IV 电工学資料.....541

序 言

苏联共产党第十九次代表大会关于發展苏联 1951~1955 年第五个五年计划的指令規定，1955 年的工業生产水平要比 1950 年約提高 70%。机器制造业对于国民經济的高速發展，对于保障工業、运输業和农業的进一步的技术重新装备，起着巨大的作用。在五年计划內，机器制造业和金屬加工業的产量將增加一倍左右。汽車、拖拉机、海洋航輪、內河航輪、机床、机器及其仪表的生产將大大增加。要实现新的五年计划在工業生产部門中所提出的任务，首先必須依靠祖国冶金工業的高速發展。与 1950 年相比，1955 年生鉄的产量規定要增加 76%，鋼的产量規定要增加 62%，軋材的产量規定要增加 64%。許多有色金屬的产量亦將增加数倍。因此，在金屬加工業工作者和科学干部面前就出現了一个最重要的任务——最大限度地保存祖国的金屬資源。

防止金屬腐蝕的一系列的最重要方法是我国發明的。苏联科学院院士基斯嘉柯夫斯基 (В. А. Кистяковский)、苏联科学院通訊院士伊茲噶磊歇夫 (Н. А. Изгарышев)、苏联科学院通訊院士阿基莫夫 (Г. В. Акимов) 及他們的学生們的研究使苏联科学在金屬腐蝕理論和防止金屬腐蝕方法領域中占据着主导的地位。早在我国社会主义工業化的年代里，由于机器制造业和化学工業的發展，就曾为研究和采用防止金屬过早腐蝕（損坏）的最重要方法創造了广闊的基础。現在，金屬防蝕方法的科学研究和金屬防蝕的實踐已經具有了特別宏大的規模。电鍍电鑄学也在飞躍地發展着。許多关于金屬电解沉积过程的旧的觀念已經被打破了。鍍敷保护層的更先进的方法和快速規範正在为自己開闢道路。科学研究思想也在力圖最完滿地解決實踐所提出的各种問題。

本書第一版的經驗表明，使用「电鍍工作者手冊」這本書的，主要有兩类讀者。一类是电鍍电鑄部門的專家、电鍍車間設計師、金屬腐蝕与保护研究所的科学工作者和冶金高等技术学校的学生。这一类讀者为数最多。另一类是設計員，他們在設計机器、机床及其他金屬構築物时也普遍地利用了本手冊。

自第一版「电鍍工作者手冊」出版問世（1948年）后，又积累了許多对

于一切讀者都有價值的新材料。因此，第二版特作了極大的修改和增補。其中第二篇即工藝部分修改得最多，增補了有關金屬電解沉積快速方法的資料，補述了關於檢驗鍍層質量的新方法及金屬加工和防蝕的新方法方面的資料。

書中引述了電鍍工作者所必需的有關數學、化學、物理和電工學方面的一般技術性的參考資料，列於書後，作為附錄。

有的意見認為，凡讀者所感興趣的一切資料均應在書中詳盡無遺地加以介紹，作者遠未採納這種意見。但是，作者在尽可能範圍內都考慮到了讀者的批評和希望並力圖最大限度地利用在生產中經過考驗的電鍍工藝和規範方面的最新成就以及電鍍車間生產過程的強化和機械化方面的最新成就。

普通部分

电化学、电镀及金属腐蚀与保护概论

第一章 电化学和电镀

1 概述

电化学研究原电池中发生的过程（化学能转变为电能）和电解时发生的过程（电能转变为化学能）。

凡借化学反应的进行而产生直流电能的系统，称为原电池或伏特电偶。

当电流通过电解液时，在电极上发生的氧化-还原过程称为电解。

阴极电流密度 D_K 或阳极电流密度 D_A 等于电流强度与位于电解液中的电极面积之比。电流密度用安培/公分²或安培/公分²来表示。

2 电解液的电导率

电导率为电阻的倒数，用欧姆的倒数（欧姆⁻¹）来表示。

比电导 χ_0 为位于立方体形状器皿中的一立方公分液柱的电导率。

溶液的电导率与溶质的本性、它的浓度、离解度及温度有关。

溶液的电导率随着温度的升高而增高

$$\chi_t = \chi_{18} [1 + \alpha(t - 18)] \text{ 欧姆}^{-1}, \quad (1)$$

式中 χ_t ——在温度 t 时的溶液电导率；

χ_{18} ——在温度 18°C 时的溶液电导率；

α ——溶液电导率的温度系数。

各种不同电解液的比电导数值示于表 1~4。

比电导与溶液温度、浓度间的关系示于表 5。

已知比电导 χ_0 后，可以算出当量电导率 λ_0 或克分子电导率 μ_0 。