

本书是《镀镍技术丛书》之一。

本书简单介绍了电镀镍的来历、原理,对普通镀镍、光亮镀镍、镀黑镍、镀枪黑色镍、镍封、镀镜面镍、镀高应力镍及各种镍盐镀镍的工艺进行了详细介绍。

本书即适应于生产第一线的操作人员、工程技术人员的需求,又满足科技人员探讨某些较深层次的问题的需要。

图书在版编目 (CIP) 数据

镀镍工艺基础/陈天玉编著. —北京: 化学工业出版社, 2006. 8
(镀镍技术丛书)
ISBN 978-7-5025-9254-7

I. 镀… II. 陈… III. 镀镍-工艺-基础
IV. TQ153.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 103379 号

镀镍技术丛书

镀镍工艺基础

陈天玉 编著

责任编辑: 段志兵

文字编辑: 孙凤英

责任校对: 陈 静

封面设计: 尹琳琳

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市振南印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 9½ 字数 252 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-5025-9254-7

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

电镀是对基体金属表面进行装饰、防护以及获取新功能的工艺方法。大部分工业产品的零部件，特别是轻工产品，都离不开电镀的应用。镍镀层是应用最广泛的装饰性防护镀层。全世界电镀镍市场正在增大。从第七届镍业会议上获悉，全世界镍消费中大约有10万吨用于电镀镍，占总消费量的8%，其中90%直接用于镀镍，余下10%用于生产电池泡沫镍和燃料电池镍。

在装饰防护市场上，电镀镍应用于电镀汽车铝合金轮毂已有数十条生产线，应用于电镀摩托车配件也有数十条生产线，它们都是以多层镍和微裂纹铬工艺生产，是镍消耗的大户。汽车工业的发展，对电镀质量上档次、上规模起了推动作用，我国的汽车工业方兴未艾，发展前途无可限量，但是电镀镍生产由于成本和环保问题，开始从美国和欧洲转移到亚洲的印度和我国，因此我国的镀镍生产规模必将有更大的发展。

近半个世纪以来，对镀镍添加剂的研究已做了大量的工作，从目前的成果来看，无论是镀镍层的光亮度、出光速度和使用寿命，镀层和镀液性能都达到了前所未有的程度。亮镍、缎面镍、黑色镍以及仿金镀层的组合运用，可镀出五彩缤纷的装饰镀层，但是镍层的固有特性，如属于电位较正的阴极镀层以及多孔隙性，使得使用单独的光亮镍或铜-镍-铬体系时，镍的防护性能仍难达到理想的程度，不能适应恶劣腐蚀环境。在突破这一难题上，经过众多科学家的反复研究，国际上第一步推出双层镍或多层镍组合镀层，大大地提高了镍的防护性能，继之又推出镍封或高应力镍，令在其上镀铬后形成微孔或微裂纹铬，使镍-铬防护性能又得到进一步的提高，

目前已适应汽车、摩托车零部件在极严酷腐蚀条件下的长期使用。在我国，汽车、摩托车零配件产品已大量采用先进的微孔、微裂纹镍-铬技术，产品质量与国际水平接轨。

镀镍至今已有 150 多年的历史，镍在金属电镀中已占有相当重要的地位，应用广泛。虽然镀镍的种类很多，但最广泛的仍然是以瓦特镀镍为基础的镀液。在历史的长河中，我国电镀工业发展壮大，广大科技工作者的成果不断出现，目前发表的电镀文献数以千计。为了及时总结经验，推广新技术，促进镀镍的发展，笔者阅读了近 30 年来镀镍的文献数百篇，借鉴国外先进理论和经验，结合自己的电镀生产和研究的经历，编写这套“镀镍技术丛书”。“丛书”包括《镀镍工艺基础》、《光亮镀镍》、《镀镍合金》、《复合镀镍和特种镀镍》、《镀镍故障处理及实例》五册。

《镀镍工艺基础》简单介绍电镀镍的来历、原理，对普通镀镍、光亮镀镍、镀黑镍、镀枪黑色镍、镍封、镀缎面镍、镀高应力镍及各种镍盐镀镍的工艺进行详细介绍。

《光亮镀镍》简要介绍光亮镀镍的原理、光亮镍层的性能和一般工艺，对镀镍光亮剂，双层和多层光亮镀镍，低浓度低温以及深孔、滚镀工艺条件下的光亮镀镍工艺进行详细介绍。

《镀镍合金》简要介绍镀镍合金的原理，重点对各种二元镍合金和三元镍合金的镀液、电镀工艺、镀层性能进行详细介绍。

《复合镀镍和特种镀镍》在复合镀镍部分，介绍镍复合镀层、纳米复合镀镍、复合梯度材料的电镀以及镍基镶嵌镀等技术工艺；在特种镀镍部分，介绍刷镀镍、电铸镍、脉冲镀镍、激光强化镀镍、高速镀镍等技术工艺。

《镀镍故障处理及实例》介绍镀镍过程中故障发生的原因和处理办法，镀液中杂质的类型和消除方法、镀镍溶液的大处理手段和过程，收集了上百个镀镍故障分析和处理实例。

这些图书立足于提高镀镍及镍合金的技术水平，既适应生产第一线的操作人员、工程技术人员的需求，又满足于科技人员探讨某些较深层次的理论问题的需要，包括先进的测试技术以及深入研究

镀镍的技术与理论。

由于本人经验和水平所限，不妥之处在所难免，热忱希望广大读者批评指正，以便再次印刷时修正与补充。

编著者

2006. 10

特别提示：第一，读者如将本书中的配方或工艺付诸实践，请事前务必试验，遵守相关操作规程和环保法规；第二，本书中提出的添加剂商品信息系采集自公开文献和资料，仅供参考，本书作者对其变更情况并不负责。

目 录

第 1 章 镀镍的历史与发展	1
1.1 我国早期镀镍的历史 (1880~1935 年)	1
1.2 镀镍溶液的发展	5
1.2.1 瓦特镀镍溶液的问世	5
1.2.2 现代光亮镀镍的基础液	6
1.2.3 其他镀镍种类的发展	6
1.3 早期光亮镍的发展	7
1.4 国外早期镀镍有机添加剂专利	8
1.4.1 国外镀镍光亮剂专利	9
1.4.2 国外早期镀镍润湿剂专利	10
1.4.3 国外镀镍整平剂论著和专利	11
1.5 国外 20 世纪 70 年代镀镍应用	12
1.5.1 铝合金电镀双层镍-微孔铬应用的可靠性	12
1.5.2 HSLA 钢镀双层镍的可靠性	13
1.5.3 STEP 试验的应用	14
1.5.4 塑料电镀应用	14
1.5.5 装饰镍-铁镀层	15
1.6 国外 20 世纪 70 年代电镀技术与装备的发展	15
1.6.1 计算机模型化及在电镀生产中的应用	15
1.6.2 高效低温表面前处理方法	15
1.6.3 高速电镀装备	15
1.6.4 复合电镀的应用	16
1.6.5 脉冲电镀的应用	16
1.6.6 电镀设备及检测仪器的的发展	16
1.7 我国近期镀镍的发展	17
1.7.1 20 世纪 40 年代手工抛光镀镍概况	17
1.7.2 20 世纪 50 年代蔡磷酸半光亮镀镍概况	17

1.7.3	20世纪60年代丁炔二醇全光亮镀镍概况	18
1.7.4	20世纪70年代铜-镍-铬自动线的运用概况	18
1.7.5	20世纪80年代镀镍品种多样化发展概况	18
1.7.6	20世纪90年代镀镍中间体开发运用概况	19
	参考文献	19

第2章	镀镍原理	21
2.1	镀镍简单原理	21
2.1.1	镀镍电解液	21
2.1.2	电解现象	21
2.1.3	镀镍过程	22
2.1.4	电流回路	22
2.2	电解定律	22
2.2.1	电解第一定律	22
2.2.2	电解第二定律	23
2.2.3	电化当量 k	23
2.2.4	电流效率	24
2.2.5	镀层厚度计算	24
2.2.6	电镀时间计算	25
2.2.7	镍沉积所需时间	25
2.3	影响镀镍的因素	26
2.3.1	阴极极化曲线	26
2.3.2	络合剂	26
2.3.3	溶液的 pH 值	28
2.3.4	溶液的温度	31
2.3.5	溶液中的氯化物含量	32
2.3.6	溶液中的导电盐	34
2.3.7	溶液中的缓冲剂	34
2.3.8	主盐镍盐	35
2.3.9	铁、铜、锌杂质的影响	37
2.4	镀镍时的阳极反应	39
2.5	镀层性能的影响因素	42
2.5.1	镀镍表面的针孔(麻点)	42
2.5.2	镍镀层表面的硬度	46
2.5.3	镍镀层的组织结构	48

2.5.4	镍镀层的力学性能	49
2.5.5	镍镀层的孔隙率	49
2.6	镍镀层的应力	51
	参考文献	53
第3章	普通镀镍	54
3.1	概述	54
3.1.1	镍的性质	54
3.1.2	镀镍的应用	54
3.1.3	普通镀镍发展史	55
3.2	普通镀镍溶液组成及工艺条件	55
3.3	普通镀镍成分及工艺条件对镀层的影响	57
3.4	普通镀镍溶液的维护	66
3.5	普通镍镀层力学性能的影响因素	67
3.5.1	张应力	67
3.5.2	延伸率	67
3.5.3	硬度	67
3.5.4	内应力	68
3.6	普通镀镍溶液的配制	68
3.7	普通镀镍工艺流程	69
3.8	普通镍镀层的质量检验	70
3.9	普通镍镀层推荐最低厚度	73
3.10	普通镀镍故障原因及处理办法	74
	参考文献	76
第4章	光亮镀镍	77
4.1	概述	77
4.2	光亮镀镍溶液	78
4.2.1	光亮镀镍溶液组成及工艺条件	78
4.2.2	光亮镀镍溶液的配制	81
4.2.3	光亮镀镍溶液的维护	81
4.3	光亮镀镍的电沉积理论	84
4.4	装饰性光亮镀镍工艺流程	87
4.5	镀光亮镍的后处理	90
4.5.1	传统镀镍后处理工艺	90

4.5.2 革新的镀镍处理工艺	91
4.5.3 钢铁基体镀镍 LP-80N 保护剂	92
参考文献	95

第 5 章 镀黑镍

5.1 概述	96
5.1.1 国内外镀黑镍发展概况	96
5.1.2 黑镍层应用	98
5.1.3 黑镍镀层在应用中的优缺点	98
5.2 黑镍镀层的组成	98
5.3 黑镍镀层的发黑机理	99
5.4 镀黑镍溶液组成及工艺条件	102
5.5 镀黑镍工艺流程	104
5.6 黑镍溶液成分及工艺条件对黑镍的影响	105
5.7 镀黑镍溶液配制方法	110
5.8 镀黑镍溶液性能	111
5.9 黑镍镀层性能	113
5.10 镀黑镍操作要点和工作制度	116
5.11 镀黑镍层后处理	117
5.12 镀黑镍故障处理	117
参考文献	119

第 6 章 镀枪黑色锡-镍合金

6.1 概述	120
6.1.1 国内外镀枪黑发展概况	120
6.1.2 枪黑色镀层的应用	121
6.2 枪黑色镍镀液类型	122
6.2.1 焦磷酸盐枪黑色镀液成分及工艺条件	122
6.2.2 柠檬酸盐枪黑色镀液成分及工艺条件	122
6.2.3 氰化物型枪黑色镀液成分及工艺条件	122
6.2.4 锡-镍-铜三元合金枪黑色镀液成分及工艺条件	122
6.2.5 酸性氟化物枪黑色镀液成分及工艺条件	122
6.2.6 单一镍金属枪黑色镀液成分及工艺条件	122
6.3 枪黑色溶液配制	125
6.4 电镀枪黑色镍工艺流程	127

6.5	镀枪色镍溶液成分及工艺条件的影响	129
6.5.1	氯化亚锡	129
6.5.2	氯化镍	130
6.5.3	焦磷酸钾	131
6.5.4	辅助络合剂	132
6.5.5	亚锡稳定剂	132
6.5.6	枪黑剂	132
6.5.7	pH值	134
6.5.8	温度	135
6.5.9	电流密度	136
6.5.10	阳极	136
6.6	锡-镍合金共沉积机理	137
6.7	镀枪色用添加剂商品	141
6.8	枪黑色镀层性能	144
6.8.1	枪黑色色调	144
6.8.2	枪色镀层的半透明性	144
6.8.3	枪色镀层的硬度	145
6.8.4	枪色镀层的耐磨性及抗变色性	145
6.8.5	枪色锡-镍镀层的代镍镀层-锡-钴镀层	147
6.8.6	锡-镍镀层的物理性能	147
6.9	枪黑色镀液性能	147
6.9.1	枪黑色镀液的光亮范围	147
6.9.2	沉积速度	148
6.9.3	分散能力与覆盖能力	150
6.9.4	微酸性枪色镀液的深镀能力	151
6.9.5	枪色锡-镍合金镀液的稳定性	151
6.10	枪黑色镀液维护	152
6.11	枪黑色镀层质量控制	153
6.12	电镀锡-镍-铜三元合金枪色镀层	154
6.13	枪色镀层镀后处理	155
6.14	枪色镀液中杂质的影响	156
6.15	枪黑色镀液故障排除	159
6.15.1	镀液中杂质的清除	159
6.15.2	枪色电镀液故障排除	160
6.16	枪色流行装饰法	162
6.17	不良枪色镀层退除法	163

6.18 枪色镀液中镍、锡补充法	164
参考文献	166
第7章 镍封	167
7.1 概述	167
7.1.1 国外镍封的发展	167
7.1.2 镍封镀层的形成	167
7.1.3 镍封-微孔铬的经济技术意义	168
7.1.4 镍封层的微孔密度	168
7.2 镍封-微孔铬的耐蚀性能	169
7.3 镍封镀液组成及工艺条件	172
7.4 国内外镍封添加剂商品	172
7.5 镍封镀液配制	175
7.6 镍封溶液成分及工艺条件的影响	176
7.6.1 硫酸镍	176
7.6.2 硼酸	176
7.6.3 氯化钠或氯化镍	176
7.6.4 柔软剂	176
7.6.5 主光剂	177
7.6.6 微粒	177
7.6.7 分散剂（促进剂）	178
7.6.8 电流密度	179
7.6.9 pH值	180
7.6.10 搅拌	180
7.6.11 电镀时间	181
7.7 镍封电镀工艺流程	182
7.8 镍封镀层质量控制与检测	183
7.8.1 微孔密度测定方法	183
7.8.2 光亮度的测定	183
7.8.3 耐蚀性测定结果	184
7.9 镍封用设备	184
7.10 镍封镀槽的维护与操作	185
7.11 提高镍封耐蚀性的因素	188
7.12 镍封镀液大处理	189
7.13 镍封镀液故障处理	189

7.14 镍封经济效益	190
参考文献	191

第8章 镀缎面镍

8.1 概述	193
8.1.1 缎面镍	193
8.1.2 缎面镍的国外发展	193
8.1.3 缎面镍的国内发展	195
8.1.4 缎面镍的应用	196
8.1.5 缎面镍的前景与展望	196
8.2 缎面镍形成机理	197
8.3 缎面镍溶液组成及工艺条件	199
8.4 缎面镍溶液配制	199
8.5 缎面镍添加剂商品	201
8.6 缎面镍工艺流程	203
8.7 缎面镍溶液成分及工艺条件的影响	204
8.7.1 硫酸镍	204
8.7.2 氯化钠或氯化镍	205
8.7.3 硼酸	206
8.7.4 pH值	206
8.7.5 温度	207
8.7.6 电流密度	209
8.7.7 电镀时间	210
8.7.8 搅拌	211
8.7.9 添加剂	212
8.8 缎面镍镀液性能	215
8.8.1 分散能力	215
8.8.2 镀层缎面效果 (X)、结合力 (Y)、耐蚀性 (Z) 及综合性能 (T) 的测试	215
8.8.3 镀液稳定性	217
8.9 缎面镍镀层性能	218
8.9.1 镀层硬度	218
8.9.2 结合力	218
8.9.3 耐蚀性	218
8.9.4 缎面层的显微结构	219

8.9.5 缎面镍的光反射率	219
8.10 缎面镍镀液维护及操作要点	220
8.11 缎面镍设备	223
8.12 缎面镍故障处理	224
参考文献	225

第9章 镀高应力镍	227
9.1 概述	227
9.1.1 电沉积高应力镍的作用	227
9.1.2 电沉积高应力镍的效益	227
9.1.3 高应力镍国外开发概况	227
9.1.4 高应力镍的国内发展概况	228
9.2 高应力镍-微裂纹铬提高耐蚀性能原理	228
9.3 高应力镍镀液成分及工艺条件	230
9.4 高应力镍工艺流程	230
9.5 高应力镍溶液配制	230
9.6 高应力镍溶液成分及工艺条件的影响	232
9.6.1 氯化镍	232
9.6.2 乙酸铵或乙酸钠	232
9.6.3 添加剂	233
9.6.4 电流密度	233
9.6.5 镀液温度	234
9.6.6 镀液 pH 值	234
9.6.7 搅拌	235
9.6.8 电镀时间	235
9.7 微裂纹镍-铬镀层体系性能	235
9.7.1 高应力镍镀层的应力	235
9.7.2 微裂纹镍-铬镀层中的裂纹密度	236
9.7.3 微裂纹镍-铬体系的抗蚀性能	237
9.7.4 高应力镍层结合力	237
9.7.5 镀层总硬度	238
9.8 高应力镍镀液维护及操作要点	238
9.9 镀高应力镍-铬的经济效益	240
9.10 微裂纹镍-铬国外文献与专利	241
参考文献	247

第 10 章 氨基磺酸镍镀镍	248
10.1 概述	248
10.2 氨基磺酸镍溶液成分及工艺条件	250
10.3 氨基磺酸及其盐类的物化性能	250
10.4 镀液成分及工艺条件对镀镍的影响	251
10.4.1 氨基磺酸镍	251
10.4.2 氯化镍或卤素离子 (F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^-) 的影响	253
10.4.3 硼酸	254
10.4.4 润湿剂	254
10.4.5 添加剂	254
10.4.6 镀液 pH 值	256
10.4.7 镀液温度	257
10.4.8 电流密度	258
10.4.9 阳极	259
10.4.10 电镀电源	262
10.4.11 搅拌和连续过滤	262
10.5 氨基磺酸镀镍层的性能	262
10.5.1 镍沉积层内应力	262
10.5.2 镀层孔隙率	263
10.5.3 镀层抗弯曲塑性	263
10.5.4 镀层的耐蚀性	264
10.5.5 镀层结合力	264
10.5.6 镀层焊接性能	264
10.6 氨基磺酸镀镍液性能	265
10.6.1 阴极电流效率	265
10.6.2 镀液分散能力	265
10.7 氨基磺酸镀镍液维护及操作要点	266
参考文献	269
第 11 章 其他类型镍盐镀镍	271
11.1 柠檬酸盐镀镍	271
11.1.1 概述	271
11.1.2 用途	271
11.1.3 柠檬酸盐镀镍溶液组成及工艺条件	271
11.1.4 镀液维护及操作要点	272

11.1.5	柠檬酸盐镀镍常见故障	273
11.2	氟硼酸盐镀镍	273
11.2.1	概述	273
11.2.2	氟硼酸盐镀镍溶液成分及工艺条件	273
11.2.3	镀液维护及操作要点	273
11.3	全硫酸盐镀镍	274
11.3.1	概述	274
11.3.2	全硫酸盐镀镍溶液成分及工艺条件	274
11.3.3	镀液维护及操作要求	275
11.4	高氯化物镀镍	275
11.4.1	概述	275
11.4.2	高氯化物镀镍溶液成分及工艺条件	276
11.4.3	镀液维护及操作要点	277
11.5	焦磷酸盐镀镍	277
11.5.1	概述	277
11.5.2	焦磷酸盐镀镍溶液成分及工艺条件	278
11.5.3	镀液维护及操作要点	278
11.6	含氨硫酸盐镀镍	278
11.6.1	概述	278
11.6.2	含氨硫酸盐镀镍溶液成分及工艺条件	279
11.6.3	溶液维护	279
	参考文献	279

第 1 章 镀镍的历史与发展

1.1 我国早期镀镍的历史（1880~1935 年）

（1）化学元素镍（Ni）译名的演变过程

根据周金保的我国早期镀镍史话中考证^[1]，演变过程如下。

① 镍在北方初期阶段称做鐳 1866 年同文馆出版的《格物入门》^[2]中镍元素取名为“鐳”，根据镍盐具有翠绿色的外观而得名。1873 年北京出版的《化学指南》和 1882 年出版的《化学阐原》书中都沿用“鐳”字，可见“鐳”为北京学者所采用。

② 镍在南方初期使用的名称 广州学者何了然在 1870 年出版的《化学初阶》一书中将镍元素取名为“镉”。在广州 1908 年出版的《实业报》^[3]上将镍元素取名为“臬”。1983 年崔国因在《出使美日秘国日记》^[4]一书中将镍元素取名为“尼克耳”。1900 年丁甦良在《重增格物入门》^[5]一书中取名为“尼格”，均根据镍元素英原文 nickel 发音而得名，至今上海一些老电镀工人称镍为镍格耳。

③ 镍元素的正式统一命名 上海学者徐寿音译臬加上金字偏旁构成当时的新字“镍”字，并于 1915 年由当时的权威杂志——在上海的中国科学社出版的《科学》杂志^[6]上首次使用“镍”字表示 Ni 元素，得到一致公认，并沿用至今。从此以后，镍的华语译名正式统一。

（2）最早传入我国的镀镍溶液配方

据周金保在镀镍史话中的考证^[1]，这些配方按其发展过程可分为以下几种类型。

① 酸性单盐型 先用硝酸将金属镍溶解，将硝酸蒸干，以水

稀释得硝酸镍酸性溶液，但此溶液硝酸含量多不易镀镍^[7]。

② 镍铵复盐型 用氯化镍 1 份、氢氧化铵 1 份相混合，加入氯化铵饱和溶液中，通电几小时，视溶液呈淡绿色，即可用于镀镍^[7]。

③ 氰化物型 先用硝酸将镍溶解，蒸去硝酸和水分，将所得镍化物中加入碳酸钠使镍沉淀，沉淀物水洗后，加入氰化钾，使镍化物溶解得氰化镀液。可镀得镍层，其色似银，但其电流效率十分低下。氰化钾用量越大，电流效率越低。此法当时经试用后未见有继续记载报道^[8]。

(3) 国内早期出版的镀镍文献

据周金保在我国早期镀镍史话中记载，早期有如下一些专业文献。

① 《电气镀镍》 1886 年由上海江南制造局（即今日的上海江南造船厂）译书馆翻译出版，全书共 1 卷、26 页，插图 5 幅，共 1 万余字^[9]。《电气镀镍》译自英文，由瓦特（Alexander Watts）所著。原文于 1880 年出版，反映了当时西方镀镍的最新发展水平。该书内容包括以下几方面。

A. 设备 介绍蓄电池电源、直流发电机、镀槽、电流调节设备和抛光机等。

B. 电解液 介绍 1843~1880 年间镀镍溶液的变化、镀镍专利配方和镍盐的制法。

C. 镀镍工艺 论述黄铜件、钢铁件及铸件的预处理，镀镍溶液的工艺检测。

D. 镀镍工艺的质量问题，还介绍了新工艺，如无槽镀镍、接触镀镍、镍的化学抛光等。

② 解放前报刊上发表的镀镍文章 周金保列出了较重要的篇目，见表 1-1。

报刊上所登镀镍文章注重实际操作，如自制镍盐、槽液配制、工艺方法等。可见民间已有工艺实践。

③ 《镀镍法》 1934 年丁壮猷所著^[10]。

《镀镍法》一书是一本兼有理论和实践的镀镍专著。全书共分：

表 1-1 解放前报刊上发表的镀镍文章^[1]

报刊名	篇 名	期号	栏目	刊登时间	出版地
江南商务报 东方杂志	镍镀金法	第 27 期	商原	1900. 11. 12	上海
	涂镍便法	第 3 卷 第 10 期	丛谈	1906. 11. 11	上海
农工商报 实业报	电镀镍要法	第 12 期	工业	1907. 10. 7	广州
	轻四淡硫镍制法, 轻四淡硫 水制法, 轻四淡硫冰制法, 镍之 电镀法	第 10 期	工业	1908. 6. 10	广州
科学	普通镀镍法, 特别镀镍法, 镀 镍之洗濯酸类水, 镀镍之洗濯 碱类水, 镀镍之先下底, 镀镍过 厚之利弊	第 12 期	工业	1908. 6. 20	广州
	电流镀镍法	第 2 卷 第 10 期	杂组	1916. 7	上海
矿业杂志	涂镍便法	第 3 卷 第 3 期	杂业	1920. 9. 30	长沙

引言、镀镍之特点及其应用、烧镀浸镀及电镀、镀浴、电源、镍板、镀物、打磨、镀法、镀厂、液温、镀铜、附录等部分。该书可贵之处在于不少内容都是作者据实验之结果，经实地测试并探讨。与一般抄录外国资料编纂而成的书籍迥然不同。

(4) 镀镍在我国早期的发展

① 据周金保考证，在北方，1906年天津北洋劝业铁工厂内的镀镍科目^[11]是我国在工业生产中应用镀镍的最早文字记录。

② 在南方，1903年英籍犹太人发来根斯开设了上海电镀公司，地址在上海南京路^[12]。上海最早的电镀工业始于20世纪初。上海电镀前辈张小弟、张开全、沈诚顺、李士庭等人在该厂做过学徒。1908年，上海开设的抛铜作（电镀厂）有：张小弟的同兴抛铜作；张炳富的振益抛铜作；张林生的震锡电镀锌行；商务印书馆的制版镀铜车间；百货公司的电铸部（现名中国唱片厂）。在1915年以后，上海又陆续开出了不少电镀行。如鸡鸣弄的沈阿梅电镀行；洋经浜（现延安路）的大成电镀行；香粉弄的双林电镀行；毛锦记电镀金银厂（上海电镀厂前