

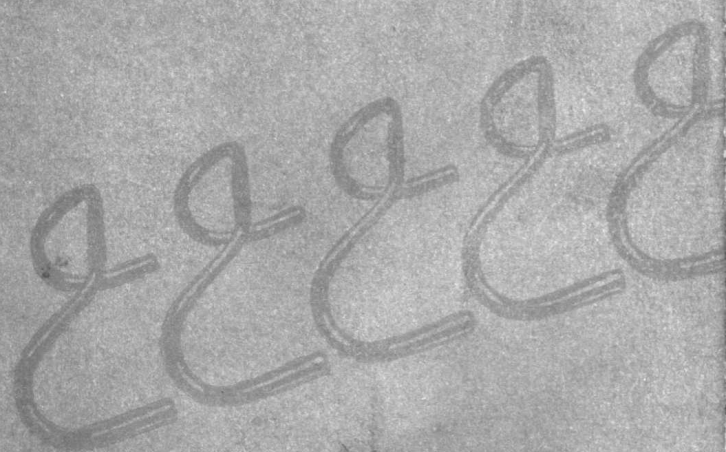
日本电镀指南

[日]石井英雄等著

黄健农译

邝少林审校

湖南科学技术出版社



日本电镀指南

〔日〕石井英雄等著

黄健农译

邝少林审校

湖南科学技术出版社

日本电镀指南

〔日〕石井龜雄等著

黄健农 译

邝少林 审校

责任编辑：罗盛祖

*

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1985年10月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：19.375 字数：446,000

印数：1—8,200

统一书号：15204·152 定价：3.10元

译者的话

从石油冲突开始，日本的经济进入一个低增长时期。面对这种严峻的局面，日本产业界展开了一场节省资源和能源的技术革命。这本《日本电镀指南》集中了日本电镀界在这场技术革命中所取得的成果。

由于《指南》是作为日本电镀工场的现场指导书，因此包括了电镀设备、工艺配方、排水处理及管理，即电镀生产从前处理到成品检验的全部内容。虽然该书对电镀的基础理论从略叙述，但是，我们还是不难发现日本电镀工作者在把电镀基础理论运用到生产实践中所做的细致工作，并从而可以了解到日本产品之所以成本低、质量高、竞争力强的原因。例如，在电镀工业铬时，对不同品种的钢材都具体规定了不同的反镀处理时间；又例如，在排水处理时，也针对排水中的污染物的不同含量指出了不同的处理方法；再例如，在电镀设备方面，不仅介绍了不同类型的主体设备，而且对其它辅助设备，哪怕是一种抛光轮或一种滤芯都就它们的特性、使用方法和经济效益作了详细的说明……凡此种种，不胜枚举。

我们把这本书介绍给读者，旨在让我国从事电镀生产和科研的工程技术人员、工人和管理干部，从事电镀教学和环

境管理的教师、学生和环保干部对现代日本电镀业有所了解，并与之加以比较，学习其先进技术和管理办法。从而使我们的电镀工业有所改进，有所发展，有所创新。使我们的电镀产品更加新颖、美观、优质、价廉，以适应国内外市场的需要。

本书的翻译出版，自始至终得到湖南科技出版社的支持以及长沙电镀学会柏振先、湖南教仪二厂黄健凡、湘潭电机厂肖霞林、蓝玉荣等同志的帮助，在此表示衷心的感谢。

由于译者水平有限，疏漏之处，在所难免，恳请读者批评指正。

译 者

一九八四年六月

目 录

序	电镀及其作用	(1)
第一章	前处理方法	(7)
第一节	前处理方法	神田武 (7)
第二节	前处理流程	长谷川和男 (27)
第二章	抛磨	(42)
第一节	抛磨轮抛磨	高沢恂 (42)
第二节	砂带抛磨	远藤幸雄 (62)
第三节	流动抛磨	松本弘志 (71)
第四节	电解抛光及化学抛光	佐藤敦彦 (81)
第三章	镀铜	(93)
第一节	铜镀层	辻秀德 (93)
第二节	硫酸铜镀铜	辻秀德 (95)
第三节	氰化镀铜	辻秀德 (106)
第四节	焦磷酸盐镀铜	大高彻雄 (116)
第四章	镀镍	(125)
第一节	关于镀镍层	藤ヶ谷雄章 (125)
第二节	镀装饰镍	古贺孝昭 (132)
第三节	镀高耐蚀性镍	古贺孝昭 (142)
第四节	镀镍的故障和排除方法	阪田喬 (153)
第五章	镀铬	古沢良 (164)

第一节	镀铬的一般特性	(165)
第二节	镀装饰铬	(174)
第三节	高耐蚀性镀铬	(183)
第四节	镀硬铬	(200)
第五节	镀黑铬	(208)
第六章	镀锌	(210)
第一节	氰化镀锌	柳田和夫 (211)
第二节	锌酸盐镀锌	柳田和夫 (217)
第三节	氯化锌镀液	藤井敏之 (223)
第七章	镀铬	武田泰 (234)
第八章	镀锡	松井顺三 (239)
第九章	镀贵金属	(250)
第一节	镀金	前田皖 (250)
第二节	工业用途的镀金	藤田茂 (258)
第三节	镀银	松井顺三 (264)
第四节	镀铂族金属	前田皖 (271)
第十章	合金电镀	(275)
第一节	关于合金电镀	藤ヶ谷雄章 (275)
第二节	镀铜——锌合金	武田泰 (282)
第三节	镀铜——锡合金	石原祥江 (286)
第四节	镀锡——锌合金	藤ヶ谷雄章 (289)
第五节	镀锡——钴合金	星野芳明 (296)
第六节	镀锡——铅合金	石原祥江 (299)
第七节	镀锡——镍合金	武田泰 (303)
第八节	镀镍——铁合金	古贺孝昭 (308)
第九节	镀镍——磷合金	星野芳明 (314)
第十一章	铝及其合金的表面处理	三宅博 (319)
第十二章	塑料电镀	藤田茂 (324)
第十三章	电铸液	阪田喬 (336)

第十四章 后处理	柳田和夫	(348)
第一节 防止水渍的处理.....		(348)
第二节 水溶性树脂处理.....		(349)
第三节 铬酸盐钝化处理.....		(349)
第四节 其他的铬酸盐钝化处理.....		(354)
第十五章 管理		(357)
第一节 镀液管理.....	铃木昭一	(357)
第二节 镀件的检查.....	石井英雄	(377)
第三节 电镀药品的管理.....	中川善隆	(392)
第十六章 电镀设备		(405)
第一节 电镀装置.....	服部久利	(405)
第二节 电镀用的电气设备.....	金沢忠雄	(413)
第三节 挂具.....	目黑幸一	(433)
第四节 过滤机.....	若林健蔵	(443)
第五节 热交换器.....	山崎道安	(451)
第六节 电加热器及干燥机.....	谷口制作所技术部	(456)
第七节 关于搅拌.....	尾雄比吕志	(464)
第十七章 排气设备	石山公一	(469)
第一节 排气方法.....		(471)
第二节 排气罩的形式.....		(473)
第三节 排气管道.....		(475)
第四节 排风扇.....		(477)
第五节 排气处理装置.....		(480)
第六节 消除噪音措施.....		(485)
第十八章 回收及再利用		(486)
第一节 电镀药品的回收和再利用.....		(486)
第二节 水洗水的再利用.....		(495)
第十九章 电镀排水的处理		(512)
第一节 法定物质的基本处理法.....	铃木昭一	(512)

第二节	电镀排水处理的实践·····	中村宏	(554)
第三节	全量过滤·····	藤ヶ谷雄章	(575)
第四节	排水处理装置的维护管理·····	福田正	(588)
第五节	排放水的管理·····	吉田守保	(595)
第六节	无排水系统·····	熊谷忠臣	(600)
第七节	泥渣的处理·····	若林健藏	(606)

序 电镀及其作用

无数的电镀制品与我们的生活息息相关。

比如：钟表、领带别针、皮带扣、手提皮包的卡口等装饰品，剪刀、钉书机、夹子、钢笔等文具类，烤面包器、冰箱、电风扇、收音机、电视机等家用电器产品和家具类以及汽车的保险杠和门拉手、侧面反射镜等等。

但是，一般来说，很少有人能正确理解电镀在产品的造型和功能上所发挥的作用，往往把表面美观的产品称为“已电镀”，把露出粗糙基体的称为“镀层脱落”。总之，至今有人仍把电镀看成“表面遮丑”的代名词。事实并非如此，现在电镀的先进的技术和广泛的用途已为电镀正名。我们电镀工作者应通过日常的工作来努力使用户正确地认识“已电镀的制品是好东西”。

电镀是金属表面处理的一部分。简言之就是用电化学方法在基体表面上被覆金属。基体表面的性质为被覆盖其上的金属的物理、化学性质所代替。因此就获得了下述的种种特性，能够提高已镀覆的部位乃至整个产品的功能和价值。

- | | |
|--------------|-----------|
| 1.提高美观性 | } 装饰用途 |
| 2.提高耐蚀性而延长寿命 | |
| 3.赋予耐磨性 | } 功能方面的用途 |
| 4.提高导电性和反光率 | |
| 5.机械加工的辅助手段 | |
| 6.赋予润滑性和耐热性 | |

举一些浅显的例子来说明：

众所周知，电视机和收音机上的旋钮，冰箱和汽车上的门拉手都镀了铬。但这些部件的基体是什么材料，能正确回答的人极少。旋钮多数是ABS塑料，门拉手类是锌金属。缺乏专门知识的人对此会感到惊奇！

我们掌握塑料电镀技术，实现工业规模的生产已逾十载。采用塑料电镀技术，就能使重量轻、价格低、易于获得复杂形状和能大量生产的，并具有多种特性的塑料表面金属化。电镀的作用不仅赋予塑料金属光泽，通过被覆金属还能起到弥补塑料固有的缺点，增加耐热和抗拉强度，增加抗紫外线强度等等更为积极的作用。

如前所述，冰箱和汽车的门拉手的基体材料是锌。通过精密压铸法，能大量生产形状复杂的锌的零部件。通过铜—镍—铬三层电镀就能弥补锌的耐蚀性低和硬度不高的缺点，并且更为美观。

下面分类叙述电镀的作用。

一、提高外观质量

使产品美观，并半永久性地保持这种美观是电镀有史以来重要的目的之一。

为此目的，绝大多数采用镀铬或镀金、银、铑等贵重金属进行最后的装饰性电镀。为了使基体表面平整光亮和提高耐蚀性，底层镀上铜和镍。

二、提高耐蚀性

也有旨在防止基体腐蚀的电镀，象镀锌和镀镉，即使是装饰性电镀，若不防止基体腐蚀，要保持镀层的美观是不可

能的。可以说耐蚀性才是电镀的必要的的基本要求。在电镀件中，用得最广泛的基体材料是钢铁，在钢铁件表面镀覆金属，使其免遭腐蚀，保持美观，并延长零件寿命，从而显著地延长了整个产品的寿命。最近，已极少看到行驶的汽车的门拉手生锈。这件事证明了，采用现在的电镀技术，电镀件的耐蚀性已提高到超过汽车寿命的水平。如上所述，锌等化学性质较活泼的金属材料能用以制造兼有装饰作用的零件，也是由于电镀赋予它耐蚀性的缘故。

三、功能作用

电镀的目的不仅是装饰和防蚀，在工业产品中，还能起到肉眼看不到的，但确实很重要的功能作用。

(一) 耐磨性 电镀是表面硬化的方法之一，其代表就是镀铬。镀铬能够用于工业用途，除了铬在空气中容易氧化而形成表面钝化膜外，还由于金属铬本身硬度大、摩擦系数小的缘故。其用途极广，以机械工业最多，遍及金属加工、印刷、造纸、车辆、塑料及玻璃等各个领域。镀铬曾为解决很多的技术问题作出了很大的贡献。

(二) 导电性 在电气零件中，在需要保持高精度的触点上镀金。随着电子工业的发展，开发了印刷电路板的新的工业方法，它对大量生产电视机、收音机、电子计算机及各种电子仪器作出了很大贡献。显然，印刷电路板就是电镀的应用，它采用了导电性好的铜、锡、银、金等金属。

(三) 反射率 众所周知，经抛光的金、银、铝是反射率很高的金属。在工业上大量生产的反光镜和聚光灯，采用了镀银（电镀）、镀铝（真空蒸发镀）或者铝的电解抛光板。

四、电镀作为机械加工的辅助手段的作用

(一) **调整尺寸的电镀** 通过电镀能够修复机械零件磨损的部分。另外，加工时，磨削过度的也能通过电镀来修补。用于此目的的电镀主要是镀铬，有时镀铁等。能否用电镀来修复零件或修补尺寸必须从零件的性质和经济与否来考虑。经长期航行的船舶的曲轴，或是各种飞机零件的修复，利用电镀方法在经济上往往十分合算。

(二) **防止渗碳的电镀** 渗碳法是赋予强韧的钢铁表面以耐磨性的表面硬化法之一（把渗碳用的低碳钢和渗碳剂放入密闭的渗碳箱内，加热至 $850\sim 900^{\circ}\text{C}$ ，碳渗入钢的表面，淬火后表面就硬化）。对不希望渗碳的部位预先进行局部镀铜，碳就不会渗入这些部位而造成表面硬化。

五、提供新型工业材料

随着技术的进步，对金属材料也提出了高要求，要寻求比现有材料更耐严酷条件的材料。为此，就得通过迄今尚未采用的方法来开发新材料，这就产生所谓复合材料的设想。

在电镀方面，最近各种复合镀层的研究和应用正在完成，将对新时代的技术作出贡献。

使不溶性固体颗粒分散在镀液中，让它与金属层共析的方法称为复合电镀。镍封和缎面镀镍就是已经实现工业化的复合电镀技术中的一个例子。在镍封和缎面镀镍中，用于装饰用途的颗粒直径不超过5微米。但在功能性复合电镀中却采用粒径约达40微米的微粒，正在进行添加量达200克/升的试验。

(一) **耐磨镀层** 复合电镀多数是旨在开发耐磨性优良

的材料。这是让金属及非金属的碳化物、氧化物、硼化物等硬度高而耐热性好的微粒，与各种镀层共沉积而得到的镀层。

例如，让二氧化钛与镍镀层共沉积，就获得耐磨性比纯镍更好的硬质镀层。不用钛的化合物而让碳化物共沉积所得的镀层抗拉力高。另外，微量碳化物与铬镀层共沉积的镀层硬度倍增。如上所述，根据复合粒子的种类和数量，及与之组合的镀层，能得到具有各种性质的复合镀层。

再举几个例子：象镍与金刚砂微粒的复合镀层，用于制造金刚砂砂轮。铬的复合镀层，共沉积了硼化铬，因其兼有耐腐蚀性、耐氧化性而引人注目。作为复合微粒而经常采用的氧化铝与铜的复合镀层，能制造出在高温条件下有适当硬度和抗拉力的材料。

(二) 润滑镀层 让硫化钼、石墨、硫酸钡等与铜、镍等镀层共沉积就能制成具有润滑性的镀层。

这类镀层中，陶瓷共沉积的例子很少。但氮化硼的镍复合镀层除了具有与其它润滑镀层同样的摩擦系数和低磨损性外，还有耐氧化性。

令人惊奇的是还有采用塑料粒子复合电镀的方法。

(三) 其它 在镀液中添加金属微粉或陶瓷而镀出的复合镀层，通过热处理使其合金化。现正利用这样的方法试制各种合金涂层。

另外，吸收中子的物质与镍的复合镀层，正在用于制作原子反应堆材料。

在其它领域里，利用复合电镀，大概也能提供有用的新材料。

如上所述，电镀从我们的日常生活用品到工业用途乃至现在的宇宙科学方面，涉及广泛的领域，是金属表面处理的

重要组成部分。其作用不止是单纯的装饰，而且能赋予产品以特殊的功能，并能产生出零件加工的经济方法。所以工业方面的用途很大。今后电镀的重要性将会不断地突出。我们在发展现有技术的同时，必须努力开辟新的用途。

第一章 前处理

第一节 前处理方法

前处理的重要性在于清洁基体表面，从而使镀层获得应有的外观和结合力、耐蚀性等性质。为了清洁基体表面，要充分了解镀件金属材料的特性和前加工过程，综合考虑生产、安全和劳动强度以及废水、废液处理等方面，选择最合适的前处理方法。

一、金属表面的污垢物

送到前处理工序去的待镀工件的表面都是不干净的。因为经过一系列的前加工工序，所以一般在基体表面都粘附着多种污垢物。

(一) 无机污垢 无机污垢大部分是由于环境和加工方法使金属表面自身发生化学变化，而化合成氧化物、氢氧化物、金属盐等。因此，与其它污垢物相比，它是金属本身的变化，难以轻易除去。这些污垢一般是用酸溶解，但也可采用喷砂、振动滚筒或打磨等机械方法除去。

(二) 有机污垢 大部分是机械加工粘上的压力机油、润

滑油、切削油、或者是经防锈处理的防锈油等，它们都是矿物油或动植物油、一般通过除油工序除去。

(三) 无机、有机混合污垢物 有热处理或焊接加工造成的油脂类的碳的化合物，抛光时留下的抛光膏。它们一般是由于温度高，油脂变质与金属产生化学反应，用通常的除油方法是不易除去的。

其它污垢物，有酸处理形成的粉状物(挂灰)、油性墨水、涂料、磷酸盐膜等。这样，在基体材料上的各种污垢物，必须联合使用各种工序来处理。

二、前处理流程

如前所述，既然基体表面的污垢物是多种多样的，为了把它们完全除去，就要联合使用适合各种要求的处理工序。它一般由除锈等无机污垢物的浸蚀工序和除油等有机污垢物的除油工序组成。其顺序是：预除油→酸浸蚀→正式除油→精除油→活化→电镀。

三、除油方法

所谓除油主要是除去有机污垢物，其种类如表1—1所示。

如表所示，处理方法各有特点，可以分为预除油、正式除油、精除油。但近年来，随着自动线的普及，从除油效率上看，这种划分逐渐不明确了。例如，以精除油的电解法作为预除油，而放在自动线的最初工序，所谓“初段电解法”就是一个很好的例子。

(一) 溶剂除油

溶剂除油是利用溶剂对油的很强的溶解力除去重质油、变质油、抛光膏等。它不腐蚀金属材料，所以是铜合金、锌