

机械设备维修丛书

《机械设备维修丛书》编辑委员会主编



刷镀技术

徐滨士 刘世参等编著

SHUA DU
JI SHU

天津科学技术出版社

机械设备维修丛书

刷 镀 技 术

《机械设备维修丛书》 主编
编 辑 委 员 会

徐滨士 刘世参等编著

天津科学技术出版社

责任编辑：李国常

机械设备维修丛书

刷 镀 技 术

**《机械设备维修丛书》主编
编辑委员会**

徐滨士 刘世参等编著

★

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷二厂印刷

新华书店天津发行所发行

★

开本787×1092毫米 1/32 印张3.5 字数 66,000

一九八三年三月第一版

一九八五年八月第二版

一九八五年八月第二次印刷

印数：23,001—37,500

书号：15212·92 定价：0.53元

内 容 提 要

本书介绍一种不用镀槽而靠浸满电镀溶液的镀笔在零件表面涂镀的新工艺。其具体内容有：快速电镀的应用范围及实例；快速电镀的设备；快速电镀的溶液介绍；快速电镀工艺；影响镀层质量和速度的因素；典型零件恢复和电镀修复工艺；快速电镀的安全与环保工作等等。

本书由徐滨士、刘世参同志组织编写。李基森、龚秀英、包华清、李玉鑫、曹祥荣、马世宁、梁志杰等同志参加了编写工作。

本书还得到了成都农机学院薛兆栋副教授和装甲兵技术学院第七教研室同志的支持和帮助。

使用机械必须重视
维修保养方能尽其
所用 胡厥文



使用机械必须重视维修方能尽其所用

——胡厥文题

顾问

袁春荣	雷天觉	史绍熙	王之玺
吴学蔺	孙祖望	潘 琪	杨红旗
徐碧宇	姚赛夫	蒋才兴	

编辑委员会

马镜波	宋延兰	高 衡	徐滨士
刘世泰	易新乾	李国枢	张庆荣
李志远	刘 忠	王立源	

常务编委

宋延兰	高 衡
-----	-----

重 印 说 明

《快速笔涂电镀》一书出版后受到机械维修行业广大科技人员和工人的欢迎。国家经委把刷镀列为“六五计划”期间重点推广的新技术新工艺后，本书更加供不应求。为了满足广大读者的要求，进行了第二次印刷。

快速笔涂电镀又叫刷镀、涂镀、快速电镀、金属涂镀或无槽电镀。国家标准总局按照技术名词既要有科学性，又要照顾我国习惯用法；既要概念清楚、简单明确，又要尽量与国际有关标准一致的原则，决定统一改称刷镀，因此重版时将书名更改为《刷镀技术》。为了减少重印工作量，使该书早日与读者见面，正文中的名称均未改动。仅就局部内容和印刷错误略作修订。

前 言

机械维修是国民经济维持再生产的必要手段，是节约能源和资源的重要途径；是“四化”建设的重要保证。做好机械维修工作，能使机械设备在整个寿命周期内达到费用最低、创造价值最高、获取的经济效益最大。因此，为实现党的十二大提出的奋斗目标，必须要加强机械维修工作。

我们组织编写这套《机械设备维修丛书》，目的在于帮助机械维修行业的工人和工程技术人员，通过业余自学，了解机械设备维修基础知识和维修新工艺、新技术，提高维修机械的能力，促进我国机械维修事业的发展。

这套丛书系约请国内从事机械维修的专家和科技人员，选择自己具有较深研究或有较丰富实践经验的专题分别编写成册，内容力求理论联系实际。编写过程中，将努力做到层次分明、文字简练、通俗易懂，使具有初中以上文化程度的工人能独立参考。

本丛书由全国机械维修学术会议推选的机械设备维修丛书编辑委员会组织分期编写，天津科学技术出版社出版。对本丛书的意见和建议请函告《工程机械》编辑部（地址：天津市丁字沽三号路）。

全国机械维修学术会议

《机械设备维修丛书》编辑委员会

一九八二年三月

序

快速笔涂电镀具有电镀速度快、结合强度高、应用范围广、工艺简单灵活、对大型机械部件的局部磨损可进行不解体修复等许多优点。还可因陋就简，不需特殊设备，特别有利于野外抢修。

这本小册子叙述了快速电镀在机械部件修复中的应用。它的作者在快速电镀实践中是颇有经验的。书中除介绍他们自己的经验外，还吸收了有关的研究成果。因此，本书可以说是我国近年来这一方面工作的经验总结。

科学起源于生产实践，服务于社会需要。根据我国四化建设的需要，与生产实际密切联系的研究课题，必须占相当大的比重；而且这些课题，一旦研究成功，就应该大力推广，才能收到应有的经济效益。推广的面越大，经济效益越高。使用部门在推广过程中所遇到的问题，又可反馈到科研部门，促进研究工作进一步提高。

一九八二年二月至四月，有关部门先后在北京、上海举办过三次快速笔涂电镀学习班，参加者来自工业、农业、国防、科研等单位，各自带着许多机械维修中的实际问题来学。学员们除听课外，还互相学习，互相交流经验，急于把这项新技术学到手，立即应用于生产实际，为祖国四化作出贡献。

当前，必须把科学技术的作用充分地发挥出来，使它真

正成为强大的生产力，真正成为促进经济发展的巨大力量。
本书的出版将有力地促进快速电镀这一新技术的推广应用，
为国家创造更多的经济价值。

黄耀曾*

一九八二年四月二十五日于上海

* 黄耀曾同志系中国科学院学部委员、化学部副主任、上海有机化学研究所副所长。

目 录

一、快速电镀的特点及其应用	(1)
1. 快速电镀的特点	(1)
2. 快速电镀的应用范围	(3)
3. 快速电镀的应用实例	(4)
二、快速电镀设备	(7)
1. 快速电镀电源	(7)
2. 镀笔	(29)
三、快速电镀溶液	(37)
1. 预处理溶液	(37)
2. 电镀溶液	(39)
3. 镀液的选择	(49)
4. 退镀溶液和钝化溶液	(52)
5. 镀液用量估算	(53)
6. 镀液的保管	(54)
四、快速电镀工艺	(55)
1. 通用工艺	(55)
2. 常用金属材料的快速电镀工艺	(57)
3. 特殊材料的快速电镀工艺	(61)
五、影响镀层质量和镀积速度的因素	(64)
1. 影响镀层质量的因素	(64)
2. 影响镀积速度的因素	(72)
六、镀层的性能及质量控制	(73)
1. 常用镀层的性能	(73)

2. 镀层质量控制	(84)
七、典型零件快速电镀修复工艺	(85)
1. T68镗床主轴 $\phi 160$ 轴承配合面的修复	(85)
2. 周转齿轮 $\phi 160$ 轴承安装孔的修复	(86)
3. 波音707飞机起落架工作筒划伤的修复	(88)
4. 机床导轨划伤的修复	(89)
5. 波音707飞机垂直尾翼与机身连接螺栓固定柱的修复	(91)
6. 花键轴的修复	(92)
7. MK II型200千瓦采煤机电动机定子止口防爆面的修复	(93)
八、快速电镀作业的安全防护与环境保护	(95)

一、快速电镀的特点及其应用

1. 快速电镀的特点

快速电镀（亦称金属笔镀）不需镀槽，而使用专门的镀液和带有不溶性阳极的镀笔。工件接电源负极，镀笔接电源正极，靠浸满镀液的镀笔在工件表面上擦拭而获得电镀层。其工作过程见图1。

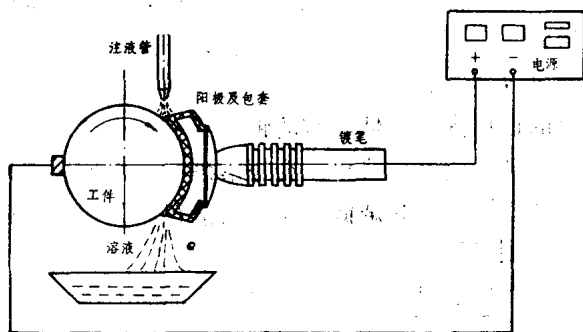


图1 快速电镀工作原理简图

快速电镀层的形成从本质上讲和槽镀相同，都是溶液中的金属离子在负极（工件）上放电结晶的过程。但是，快速电镀中镀笔和工件有相对运动，因而被镀表面不是整体同时发生金属离子还原结晶，而是零件表面各点在镀笔与其接触时发生瞬时放电结晶。由于镀笔和工件之间有相对运动，因而允许使用比槽镀大几倍到几十倍的电流密度（快速电镀的

电流密度最高可达500安培/分米²，常通为300~400安培/分米²）仍然得到均匀、致密、结合良好的镀层，镀积速度也随之可比槽镀快5~50倍。

和槽镀相比，快速电镀除镀积速度高之外，在工艺方面还有下列特点：

(1) 镀液 采用不溶性阳极，由镀液提供金属离子，平时不需要对镀液化验调整。各机械工厂的槽镀车间一般只有几个镀种，每个镀种又需要一套设备，而快速电镀用一套设备即可镀积金、银、铜、铁、锡、镍、铬、铅、锌、镉、钢、铈、镓、钇、铕等30多种单一金属或合金。同一种金属又可获得不同特点的镀层，以镍镀层为例就有10种溶液，有的可获得最高沉积速度，有的可获得最高致密度，有的可获得最好的电效率，有的镀层光亮美观，有的镀层乌黑且吸光性好，有的镀层内应力低，有的镀层耐磨性好等等。另外，还可根据镀液说明书，将单一金属溶液按一定比例配制成多品种的合金镀液。尤其是低氢脆镉镀液在高强度钢上镀积后可以不进行除氢处理。

(2) 表面预处理 除配有专用于除油的电净液外，还根据不同金属表面的钝化特点，配制了多种活化液，以提高表面预处理质量。

(3) 电镀设备 不用镀槽，被镀零件尺寸不受限制；不需镀积的零件表面，不必再用大量材料绝缘保护；有些零、部件只需局部分解即可修理，减少了拆装工时；电镀设备便于携带，适于流动修理；凡镀笔触及之处，均可镀上，盲孔、深孔、键槽等都能镀复；操作熟练时，既可获得厚度均匀的镀层，又可用不均匀电镀的方法矫正零件表面的锥度和不

圆度。镀后尺寸可以控制在公差带以内，一般不需机械加工。

快速电镀与无槽电镀的不同点是后者多以被镀金属为阳极，使用简单的盐溶液；前者使用不溶性阳极和有机络合物水溶液。所以，快速电镀镀层质量高，是无槽电镀的新发展。

2. 快速电镀的应用范围

快速电镀特别适用于获得小面积、薄厚度、高性能镀层、局部不解体现场修理、大型与精密零件的修理、贵重零件加工过程中不慎超差时的修复；不宜用于大面积、大厚度、低性能的镀层，更不适宜于大批量生产。

快速电镀所能获得的镀层厚度为0.001~1.0毫米。修复沟槽和擦伤时，镀层厚度可达3毫米。不过，每种镀液，每一种工况条件都有一定的安全厚度。

快速电镀在新品制造及旧品维修中的应用范围，可按其所完成的任务和零件的工况条件归纳如下：

(1) 按所能完成的任务

①修复机械零件或量具上的磨损表面，恢复尺寸和几何形状。

②填补零件表面的划伤、凹坑、斑蚀、孔洞等。

③制备或修复零件表面的防护层（如镀锌、镀锡等）和对铝及其合金进行氧化处理。

④修复超差件。

⑤修补槽镀产品的缺陷。

⑥修复印刷电路板、电气触点、整流子、微电子元件等。

⑦改善材料的钎焊性。

- ⑧对建筑物、雕刻、塑像、古代文物等进行装饰或维修。
- ⑨绝缘零件上的非渗碳或非氮化表面。
- ⑩使用反向电流作动平衡试验（可用来去重、去毛刺、刻模具等）。

⑪在断裂力学研究中，用镀层保护断口。

(2) 按机械零件的工况条件

- ①修复滚动轴承内圈、外圈表面及其配合表面。
- ②修复箱体、机座上与轴承座或轴瓦相配合的表面。
- ③修复滑动摩擦面（如轴及轴瓦等）。
- ④修复矩形花键；
- ⑤修复与各种油封相配合的表面等。

3. 快速电镀的应用实例

(1) 用于履带车辆 某单位曾应用快速电镀修复了6种工况18种21件履带车辆零件的71个表面。经行驶一千多公里的试验考核，机件运转正常，操纵灵活、各密封面无漏油现象。履带车辆的车体很长，重约12吨。车体后桥两侧各有两个轴承安装孔，这是全车传动装置的安装基准，负荷大，精度要求高。该孔使用中出现变形，磨损后，因车体太大很难修复。采用快速电镀法，以特殊镍起镀，快速镍增补尺寸，镀层厚度0.18毫米；内圆柱面不圆度用快速电镀方法进行矫正，不经镗孔即可修复到标准尺寸。试车后分解鉴定，镀层与基体结合良好。花键磨损后，过去经常用手工电弧堆焊法修理。为了在键宽上增补0.1~0.2毫米的金属，要把整个键槽堆满，然后进行车、铣加工，费工费料。一些高精度花键轴，由于对防变形精度要求高，无法堆焊，只得报废。用快

速电镀法修复履带车辆上负荷最重的侧减速器主动轴花键，以特殊镍起镀，镍钨合金为工作层，镀层厚度平均0.08毫米，不需机械加工就可将每条键宽修复到标准尺寸。经试车后鉴定，镀层无脱落，平均磨损量0.035毫米，离大修允许磨损量0.19毫米，尚有0.155毫米的尺寸储备。此外，还成功地试修了轴承内、外圈配合面、密封环配合面以及操纵装置凸轴等零件。

(2) 用于飞机零件 某单位将快速电镀成功地用于10架波音707飞机改装和4架波音707飞机“D”检。

波音707飞机起落架内筒铬层划伤后，按常规方法要将起落架分解，经退铬、镀至所需尺寸、磨削加工、组装等多道工序。随着民航机型的增多，修复损伤零件的夹具设计制造任务很重，致使零件修复周期有时长达1~2个月。改用快速电镀进行不解体修复，直接在飞机底下现场作业，一天就可以修好，费用仅为过去修复方法的千分之一。

高强钢制造的飞机机身要求用低脆性镉涂镀防腐层。如果专为这些批量不大的零件制作大型镀槽，配制大量溶液是不经济的。未采用快速电镀技术之前，曾在喷丸除锈之后，涂上防锈漆，但抗蚀效果差，下次翻修时腐蚀更严重，成为威胁飞机安全的重要问题。改用快速电镀后，2~3小时内就可以修复一件，提高工效8~100倍，费用大大降低。而且，所用的低氢脆镉镀液，镀后不需加热除氢，对高强度钢性能无不良影响。

(3) 用于船舶修理 某船厂曾承修进口的绞吸式挖泥船。由于柴油机曲轴事故性损坏，造成5吨机壳磨损0.1毫米。后来用18万元的外汇进口一根新轴。但瓦座不修无法组