

表面处理清洁生产技术丛书

锌铬涂层技术

肖合森 孙海 蔡晓兰 编著



化学工业出版社



镀覆前表面处理



镀锌



镀铜



磁性材料电镀



锌铬涂层技术



印制电路板电镀



www.cip.com.cn

读科技图书 上化工社网

销售分类建议：化工/腐蚀工程与表面技术

ISBN 978-7-122-01404-7



9 787122 014047 >

定价：18.00元

表面处理清洁生产技术丛书

本书是表面处理清洁生产技术丛书(第10卷)中的一本,主要介绍锌铬涂层的制备、性能、应用及表面处理技术。本书可作为从事表面处理工作的工程技术人员、研究人员、管理人员及大专院校师生的参考书。

锌铬涂层技术

肖合森 孙海 蔡晓兰 编著

ISBN 978-7-122-01404-7

化学工业出版社, 2007.11
ISBN 978-7-122-01404-7
定价: 18.00元

1. 肖合森, 孙海, 蔡晓兰 编著
I. 肖... II. 肖... III. 肖...
B. 10133.1

中国图书馆书号(CIP) 第10133.1号

化学工业出版社, 2007.11
ISBN 978-7-122-01404-7



化学工业出版社

· 北 京 ·

定价: 18.00元

本书全面介绍了锌铬涂层(达克罗)从原材料制备到成品质量控制的技术要点和规范,主要包括锌铝片制备、锌铬涂料制备、涂覆工艺和设备、涂层质量控制等,列举了锌铬涂层在家用电器、紧固件等零件上的应用,提供了锌铬涂层的国内外标准与技术规范。此外,从清洁生产角度出发,介绍了锌铬涂层生产劳动卫生与废物处理。

本书可供电镀工作者、达克罗及金属表面处理行业的从业人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

锌铬涂层技术 / 肖合森, 孙海, 蔡晓兰编著. —北京:
化学工业出版社, 2007. 11
(表面处理清洁生产技术丛书)
ISBN 978-7-122-01404-7

I. 锌… II. ①肖…②孙…③蔡… III. ①镀锌②镀铬
IV. TQ153. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 167113 号

责任编辑: 刘丽宏 段志兵
责任校对: 李 林

文字编辑: 孙凤英
装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号
邮政编码 100011)

印 装: 北京市彩桥印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张 6 字数 109 千字
2008 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 18.00 元

版权所有 违者必究

序一

清洁生产是指不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头上削减污染，提高资源利用率，减少或避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或消除对人类健康和环境的危害。2002 年颁布的《中华人民共和国清洁生产促进法》明确了实施清洁生产的目的和内容。

电镀是用途十分广泛的行业，也是污染物产生较多的行业，因此电镀的清洁生产就显得更为重要。电镀使用的原料往往含有有害的物质，生产中会产生大量的废水、废气、废渣，其中又以废水的问题更为突出。电镀又是一个耗能的行业，每年电镀加工要消耗大量的电能。我国水资源十分短缺，可是电镀又要大量用水，所以节电、节水也是电镀行业的重要任务。但电镀厂点比较分散，许多还采用落后的工艺和设备，给清洁生产的管理和实施带来一定的难度。

2005 年 6 月 4 日国家发改委、国家环境保护总局发布了《电镀行业清洁生产评价指标体系》。其中定量评价指标体系包括资源综合利用指标、镀件带出液污染物产生指标、资源与能源消耗指标，该指标体系是我国第一部评价指标，

也是评价电镀清洁生产水平的依据。该体系将电镀生产的一些主要指标列入其中，尚有许多电镀品种未列入，废气、废水的指标也不在其中。随着技术的不断进步和发展，指标体系每3~5年将修订一次。预计将会越来越全面、深化、严格、完善，对电镀行业的要求也会越来越高。

电镀生产约有一百年的历史，新技术不断涌现，生产品种和能力也逐年增加。一方面是污染物品种、污染源和污染范围增加，另一方面由于人类对环境保护意识的增强、技术的不断进步，电镀污染也不断得到控制和治理，从源头做起逐渐向清洁生产方向发展。

电镀清洁生产的内容很多。电镀工艺的选择，清洁能源和原料的选择，电镀前处理，电镀后处理，清洗，废水、废气、废渣的治理和利用，资源的节约与综合利用，电镀车间和设备的改进设计，宏观和微观的管理等都与清洁生产密切相关。近年来，通过国内外的研究开发，已出现了许多新技术和新方法。具体例子有：无氰镀锌（包括氯化钾镀锌、碱性锌酸盐镀锌、高速硫酸盐光亮镀锌）、低铬钝化、三价铬钝化、无铬钝化、节能高效快速的第三代镀铬、三价铬镀铬、碱性无氰镀铜、酸性光亮镀铜、焦磷酸盐镀铜、锌镍合金电镀、锌铁合金电镀、非晶态电镀、复合镀、达克罗涂装技术、逆流漂洗技术、隔膜分离技术、废水零排放技术、电镀工业园的建立等。随着技术的进步、管理的改进，将会实现真正意义上的清洁生产。

为了推动电镀行业的清洁生产，在中国表面工程清洁生产指导委员会协助下，太原市表面工程协会组织编写了《表

面处理清洁生产技术丛书》(以下简称《丛书》),包括《镀覆前表面处理》、《镀锌》、《镀铜》、《磁性材料电镀》、《锌铬涂层技术》、《印刷电路板电镀》等,以满足从事表面处理工作,尤其是从事电镀生产、研究和管理的工程技术人员、一线工人的需要。《丛书》总体上按照电镀清洁生产的宗旨,全面系统地介绍各种金属、非金属材料镀覆前的处理工艺,以及适用于清洁生产的镀锌、镀铜、磁性材料电镀、印刷电路板电镀的各种成熟的工艺和面向电镀生产实践,内容力求简明扼要,通俗实用。

《丛书》由国内二十多位专家、学者、工程技术人员和实际生产者参加组织和编写。在《丛书》组织和编写过程中,太原市表面工程协会原副理事长周永令高级工程师做出了巨大的贡献,我们把继续组织好、编写好、出版好这套《丛书》作为对周先生最好的纪念方式之一。借此也感谢在《丛书》的组织、编写和出版过程中给予大力支持和帮助的许多专家和学者。

太原市表面工程协会

2007. 10

序二

锌铬涂层（达克罗）技术自 1993 年被引进我国后，在我国工程技术人员和企业领导者的努力探索下，经过吸收、消化、不断加强自主创新，在生产、科研等方面已形成协调发展的格局。目前我国锌铬涂层技术在锌铬涂料、涂覆设备、涂覆工艺、推广应用等方面初具规模，尤其在应用方面取得较大进展，应用范围不断扩大，自动化生产线和生产能力不断提高。

锌铬涂层具有极高的耐蚀性、耐热性，无氢脆，施工性良好，操作简单，对环境污染小等一系列优点，成为符合清洁生产要求的全新表面处理技术。近来，又开发成功无铬锌铬涂料，完全抛弃了六价铬及重金属，成为严格意义上的清洁生产工艺。为促进该项技术发展，中国表面工程协会分别在 2004 年举办了“第一届达克罗涂层技术发展及产业化论坛”，2005 年举办了“第二届达克罗技术发展及产业化论坛”，2006 年又举办了“特种涂层技术发展及产业化论坛暨企业厂长（经理）工作研讨会”。

《锌铬涂层技术》一书全面、系统、完整地阐述了锌铬涂层锌铝片制备、锌铬涂料制备、涂覆工艺，技术质量检

测、质量控制、劳动卫生、应用实例、技术标准、发展方向等内容，反映了当前我国锌铬涂层技术应用状况和技术水平。

作者肖合森先生是我国第一批赴日本学习锌铬涂层技术的工程技术人员之一，从事锌铬涂层技术专业几十年，有丰富的锌铬涂层技术、设备制造、锌铬涂料制备及涂覆工艺经验，被行业称为“资深专家”，他将这些经验在书中进行了表述。《锌铬涂层技术》一节理论与实践相结合，是从事该行业的工程技术人员、操作人员及企业领导等值得一读的书籍。

中国表面工程协会副理事长兼秘书长 毕顺
特种涂层专业委员会理事长

前 言

镀铬涂层（达克罗，DACROMET）是 1993 年我国从日本引进的第一条生产线，至今已 14 年，经过我国工程技术人员努力，已完成引进、消化、吸收、创新等过程，完全掌握了该项技术，实现了设备、涂料的国产化，并有创新之举。

1999 年国家环保总局下发文件《关于发布 1999 年国家重点环境保护实用技术推广项目的通知》（环发 [1999] 185 号）。通知中要求：“在环境管理中应优先采用国家重点环境保护实用技术，积极组织好国家重点环境保护实用技术推广项目的实施和推广”，更加速了该项技术的广泛应用。

本书是作者从事表面处理行业数十年工作经验的总结。全书系统、完整地介绍了从镀铬涂料制备、涂覆工艺与设备、质量控制到清洁生产相关的废物处理技术，提供了大量应用实例和国内外技术标准与规范。

本书在编写中得到无锡国达机械设备有限公司缪根法董事长，平顶山高压开关集团公司金属防腐工程有限公司李晓光总经理、宋新民总工程师，哈尔滨工业大学李宁教授，昆

明理工大学朱晓云教授的支持，中国表面工程协会副理事长毕顺先生为本书撰写了序，在此表示感谢！

由于作者水平有限及科学技术的快速发展，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正！

编著者

目 录

第 1 章 锌铬涂层技术概论	1
1.1 锌铬涂层技术起源及应用	1
1.2 锌铬涂层技术基本组成	4
1.3 锌铬涂层技术特点	6
1.4 锌铬涂层防腐机理	13
1.4.1 锌铬涂层膜层构造	13
1.4.2 锌铬涂层膜层机理	13
1.4.3 锌铬涂层电位	13
1.4.4 防腐机理	13
1.5 锌铬涂层技术成本计算	16
1.5.1 二涂二烘计算法	16
1.5.2 二涂二烘计算明细	16
第 2 章 锌铬涂料技术	19
2.1 锌铬涂料成分分析	19
2.2 鳞状锌铝片的制备	20
2.2.1 鳞状锌铝片的特性	20
2.2.2 鳞片状金属粉的粉碎	21
2.2.3 锌铝片不同的研磨方式	23
2.2.4 工艺条件	27
2.2.5 鳞片状锌铝粉性能指标评价体系和测试方法	30

2.2.6 国内外锌铝片供应商	31
2.3 锌铬涂料制备设备	33
2.4 锌铬涂料分析测定	33
2.5 常用锌铬涂料品种	34
2.6 冷温水配液搅拌机	36
2.7 锌铬涂料配制	37
2.8 锌铬涂料配制注意事项	40
2.9 锌铬涂料的管理值及其调整	41
2.10 锌铬涂料的储存、保管、运输	44
第3章 锌铬涂层技术表面前处理	46
3.1 表面前处理的重要性	46
3.2 脱脂工艺	47
3.2.1 油脂种类	47
3.2.2 化学脱脂	47
3.2.3 超声波技术在脱脂工艺中的应用	49
3.2.4 高温烧油	50
3.2.5 有机溶剂脱脂	50
3.2.6 “ODS”及其对臭氧层的破坏	51
3.2.7 二氯甲烷脱脂	51
3.2.8 碳氢清洗剂脱脂	54
3.2.9 脱脂质量检查	55
3.3 脱脂设备	56
3.4 除锈工艺及设备	58
3.4.1 钢材表面锈蚀级别	58
3.4.2 化学除锈	59
3.4.3 抛丸除锈	59
3.5 抛丸设备	65

第4章 锌铬涂层涂覆技术	71
4.1 浸渍-离心法	71
4.1.1 涂覆步骤	71
4.1.2 浸渍篮结构	73
4.1.3 浸渍-离心法的工艺及影响因素	74
4.1.4 浸渍-离心法工艺操作要点和注意事项	76
4.2 浸渍-滴淋法	77
4.3 喷涂法	78
4.4 常见涂层弊病及解决办法	81
4.5 锌铬涂层技术涂覆设备	83
第5章 锌铬涂层固化技术	88
5.1 锌铬涂层固化原理及固化曲线	88
5.2 炉温跟踪测试自动打印仪	90
5.3 固化工艺条件分析	92
5.4 固化工序质量控制和检测	94
5.5 锌铬涂层技术固化设备简介	95
第6章 锌铬涂层技术质量控制和性能检测	103
6.1 锌铬涂层检测技术	103
6.1.1 锌铬涂层检测	103
6.1.2 标准溶液配制与标定	105
6.1.3 锌铬涂料化验分析测定	107
6.1.4 锌铬涂层性能检测	115
6.2 锌铬涂层技术质量管理要点	125
第7章 锌铬涂层技术劳动卫生与废物处理	130
7.1 劳动卫生	130
7.2 废水、废物处理	130
7.3 锌铬涂层技术需处理的废水、废物	131

7.4 处理方法	131
第 8 章 锌铬涂层技术应用实例	133
8.1 紧固件	133
8.2 弹性件	135
8.3 高强度结构件	136
8.4 安全件	137
8.5 制动系统	137
8.6 土建、地铁件	138
8.7 家用电器	139
8.8 消声器、排气管	140
第 9 章 锌铬涂层技术标准	142
9.1 中华人民共和国国家标准	142
9.2 国外锌铬涂层技术标准	143
9.3 无铬锌铝涂层技术标准	154
第 10 章 锌铬涂层技术的发展方向	156
10.1 锌铬涂层行业的发展方向	156
10.2 无铬技术产生的原因及背景	158
10.3 无铬锌铝涂层的性能	162
10.4 国外无铬锌铝涂料厂商	163
10.5 国内无铬锌铝涂料厂商	166
10.6 未来发展前景	167
参考文献	168

第1章

锌铬涂层技术概论

1.1 锌铬涂层技术起源及应用

锌铬涂层技术又称达克罗技术，是一种工艺简单方便、防护效果良好的表面涂覆技术。这种技术源自西方的汽车工业。

汽车工业发展较快的北美洲和欧洲冬天天气寒冷，大雪纷飞，造成道路结冰，使公路车辆堵塞并频发交通事故。为此人们采用撒盐化雪方法，美国一年用于撒盐化雪的盐消耗量约10万吨，撒盐化雪融化的盐水加速了对汽车的腐蚀。

近几十年随着世界工业化的发展，酸雨现象越来越严重，盐水、酸雨对汽车防锈技术提出更高的要求。美国 DIAMOND SHAMROCK 公司针对以上问题发明了锌铬涂层技术，并取得专利，所以锌铬技术源自汽车工业。

日本油脂株式会社（NOF CORPORATION）与美国 METAL COATINGS INTERNATIONAL INC 公司合资成立的日本达克乐沙姆罗克株式会社（NIPPON DACRO SHAMROCK CO. LTD）促使锌铬涂层技术工业化，并在日本国内得到迅速发展，成为了世界锌铬涂层产业的“盟主”。目前全球的锌铬涂层产业被分为四个区域：日本 NDS

公司负责亚太地区业务；美国 MCII 公司负责北美地区业务；法国 DACRAL 公司负责欧洲地区业务；巴西金属涂覆公司（MCB）负责南美洲业务。四家国际公司相互参股，结成同盟。

20 世纪 70 年代汽车车门内外板、挡泥板、内板顶盖、尾门、后外板箱和水箱支架等冲压件的板材均是采用逆向辊涂上锌铬涂料预烘后再涂环氧富锌涂料，这样的板材具有很好的冲压成型性和耐蚀性。1997 年消耗这样的钢板 10 万吨。

汽车技术标准规定 8.8 级以上紧固件不允许采用电解处理，抗拉强度 $R_{\max} \geq 1000 \text{N/cm}^2$ 的结构件也必须采用锌铬涂层处理。

日本是锌铬涂层技术应用最广泛的国家之一，现有生产线 100 多条，每年处理量 20 万吨，日本 NDS 公司每年生产销售锌铬涂料 1.8 万吨，广泛应用在汽车、土木建筑、船舶、铁路、地铁、桥梁、家电等行业。

欧洲约有锌铬涂层生产线 70 多条，其中意大利是欧洲紧固件主要供应商，故生产线约有 10 条，汽车王国——美国约有 30 多条生产线，巴西约有 12 条生产线。

冷战结束前该项技术属于“巴黎会议”对社会主义国家实行封锁的技术，在近 20 多年的应用过程中我们一无所知。

1992 年上海汽车空调器厂从美国引进成套设备中搭乘了一条专门处理铝蒸发器的不含锌铝片的加工生产线。1993 年天津来福公司的日方投资建设了一条锌铬涂层生产线，专门处理返销日本土建预埋件；所以以上两条生产线严格意义