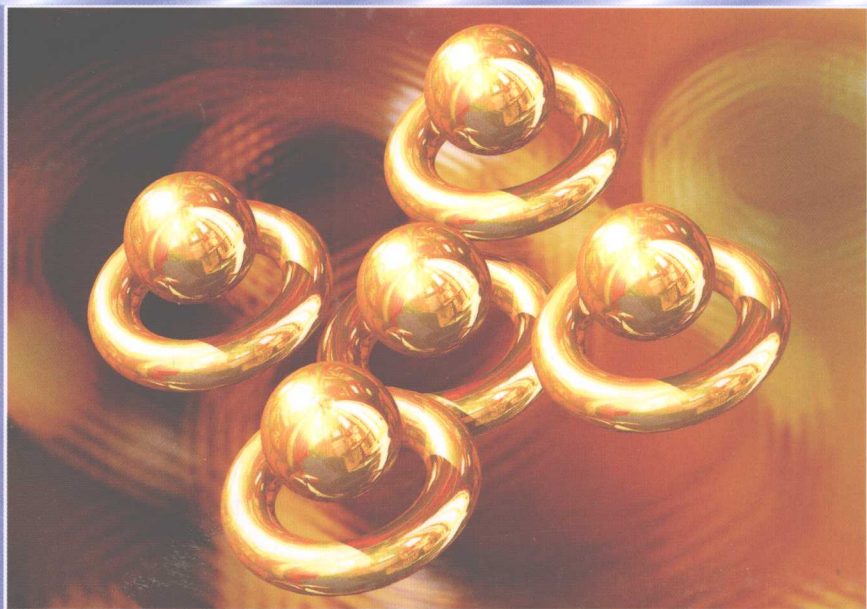


金属表面处理技术丛书

金属表面艺术装饰处理

李 昇 编著

JINSHU BIAOMIAN YISHU ZHUANGSHI CHULI



化学工业出版社

金属表面处理技术丛书

金属表面艺术装饰处理

李 异 编著



化学工业出版社

·北 京·

本书是《金属表面处理技术丛书》之一。

本书从实用的角度出发,理论联系实际地阐述了化学着色、电解着色、装饰电镀及金属表面蚀刻的原理、工艺流程、溶液配方及工艺条件等,并介绍了这几种方法在金属装饰产品制作中的综合应用、存在的问题及出现故障的原因分析、在应用过程中的环保措施及要求等。

本书可供从事电镀、精饰、涂饰、表面处理技术及工程领域,以及涉及金属表面装饰工程各种技术应用的各部门、各级工程技术人员阅读参考使用,也可作为大专院校有关专业教师和学生的教学、科研、实验参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

金属表面艺术装饰处理/李异编著. —北京:化学工业出版社, 2008.3

(金属表面处理技术丛书)

ISBN 978-7-122-02263-9

I. 金… II. 李… III. 金属表面处理 IV. TG17

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第026513号

责任编辑:杜进祥

文字编辑:孙凤英

责任校对:周梦华

装帧设计:张辉

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:三河市延风印装厂

850mm×1168mm 1/32 印张11½ 字数309千字

2008年4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: 36.00 元

版权所有 违者必究

序

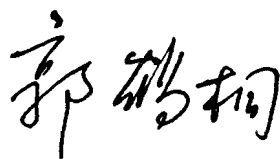
自古迄今，金属一直是人类生活、生产、甚至战争中不可或缺之重要材料。尽管近年来高分子材料异军突起，但也仅能有选择地部分取代之。金属材料的强度、硬度和使用温度等性能均优于高分子材料，其韧性又远在陶瓷等无机非金属材料之上。而且它的不吸湿、尺寸稳定、不老化、导电、导热等一系列优异性能也绝非其他材料所能比拟。因此，金属应用范围之广，实属罕见。特别是在航天、原子能等高端领域更是离不开金属材料。

表面处理技术始终在为金属材料的保驾护航、增值添彩发挥着巨大的作用。一方面，它能显著降低金属（特别是钢铁）的腐蚀速度，为社会节约大量财富，并可通过装饰处理使之获得美丽的外观。另一方面，表面处理技术还能设法赋予金属各种与电、磁、光、声、化学、机械等有关的新功能。由于材料的功能多半都体现在其表面层上，因而有可能让一些低廉的贱金属材料经过表面处理而获得耐磨、减摩、磁化、导电、易焊接、化学催化等特殊功能，得以身价百倍。这就是说，金属表面处理技术既能为其他加工工艺提供平整清洁美观的表面，又能独立地形成具有重要使用价值的新型表层材料。它对社会发展所起的作用的确不容忽视。

金属表面处理技术涵盖面极广，涉及的学科也过多，而且这些学科彼此距离相当远，几乎没有谁能精通金属表面处理技术中的全部内容。此外，在实践过程中还会有新技术陆续不断地加入到此行列之中。不过，像这样一门庞杂而重要的综合性技术，在学术界却长期未能获得应有的关注。既然难以完整地组织出版包括金属表面处理技术全部内容的书籍，那么能够选择性地撰写部分有价值的题材，编纂为丛书出版，也诚属一难得之善举。

化学工业出版社组织编写的《金属表面处理技术丛书》各分册

均有幸由在该领域多年、科技事业有成且生产经验丰富的高水平专家学者执笔，实系一大盛事。相信这些理论上的可读性很强，而生产中之操作性又极佳的书一定会受到广大读者的热烈欢迎。

A handwritten signature in black ink, reading '郭鹤桐' (Gao Hongtong). The characters are written in a fluid, cursive style.

2007 年 5 月于天津大学

前 言

金属表面装饰技术过去主要是为一些金属工艺品的制作服务的，随着科学技术的进步、工业生产的不断发展和人民生活水平的提高，人们对生活用品及工业设备的制造质量要求也发生了改变，对产品不仅要求耐蚀、耐用，也要求外观洁净漂亮，能赏心悦目，甚至有一定的欣赏价值。因此目前表面装饰技术已在各种制造业中得到广泛的应用。为了使这门技术得到更好的研究发展，并更好地发挥其应有的作用，作者应有关建议编写了此书。

本书是在广泛收集有关金属表面装饰处理的著作，期刊论文及技术资料的基础上，结合个人的实践经验及体会编写而成。书中着重介绍了各种装饰技术的发展过程及现状；各种装饰处理技术的原理、特点和所用的配方及工艺条件。本书从实用出发介绍了各种工艺及日用品的装饰方法及应用实例，尽量关注当前特别重视的环保、节能、清洁生产及安全操作等热点问题。

本书在编写中力求理论联系实际，以应用技术为主，为科学研究及生产制造产品服务，供广大从事制造、表面工程技术行业等领域的科技工作者、工程技术人员及生产操作人员参考。

全书由华南理工大学李异教授编写，李建三、张超玲、李桢、李桓、杨成、苏莉、李春红、张尚林、莫桂惠、李干清等协助完成。

天津大学郭鹤桐教授为本书作序，在此谨表示衷心的感谢。在编写本书的过程中阅读参考了国内外有关的著作及文献资料，谨在此对原著及文献作者表示衷心的感谢及诚挚的敬意。

由于编者水平有限，难免存在不足之处，恳请读者批评指正，
并提宝贵意见。

编著者

2008 年 3 月于华南理工大学红棉苑

目 录

第一章 概述	1
第一节 金属表面艺术装饰	1
一、金属表面艺术装饰的历史与现状	1
二、金属表面艺术装饰的意义及作用	3
三、金属表面艺术装饰的应用	6
四、金属表面艺术装饰技术的发展要求	8
第二节 金属表面艺术装饰处理的方法	10
一、按金属表面艺术装饰原理及方法分类	10
二、按金属制品的装饰分类	14
三、按装饰的金属材料分类	16
第三节 金属表面装饰的基本要求	20
一、概述	20
二、金属表面状态对装饰质量的影响	20
三、金属制品进行装饰前表面预处理的要求	22
第二章 金属表面艺术装饰的前处理	24
第一节 金属表面的整平处理	24
一、概述	24
二、表面的磨平	24
三、金属表面机械抛光	28
四、批量机械抛光	33
第二节 金属表面除油	35
一、概述	35
二、有机溶剂除油	36
三、化学除油	38
四、电化学除油	48

五、超声波除油	52
第三节 金属表面酸洗除锈	53
一、钢铁表面除锈	53
二、铜及铜合金的酸洗除锈	57
三、铝及铝合金的化学除锈	61
四、镁及镁合金的化学除锈	63
五、其他金属及其合金的化学除锈	65
第四节 化学抛光与电化学抛光	67
一、概述	67
二、化学抛光	68
三、电化学抛光	78
 第三章 金属表面化学着色	87
第一节 概述	87
一、金属表面化学着色	87
二、金属化学着色前和着色后的处理	88
第二节 钢铁类材料的化学着色	90
一、钢铁制件的化学着色	90
二、钢铁制件常温发黑工艺及应用	92
三、钢铁常温发蓝工艺	95
第三节 不锈钢的化学着色	96
一、概述	96
二、不锈钢表面着色的原理	96
三、不锈钢化学着色工艺	97
四、不锈钢化学着色的应用	100
第四节 铜及铜合金的化学着色	109
一、概述	109
二、铜表面的着色机理	110
三、铜及铜合金的化学着色方法及工艺	110
四、铜及铜合金着色故障及排除	117
第五节 锌及锌合金的化学着色	118

一、概述	118
二、锌及锌合金钝化着色的机理	119
三、锌及锌合金钝化着色的方法及工艺	120
第六节 铝及其他金属的化学着色	125
一、铝及铝合金的化学着色	125
二、其他金属及合金的化学着色	129
第七节 金属表面染色	134
一、概述	134
二、铝及铝合金的表面染色	136
三、锌的表面染色	137
四、铜和铜合金的表面染色工艺	137
 第四章 金属的电解着色	140
第一节 铝及铝合金的电解着色	140
一、概述	140
二、铝合金的自然发色	143
三、铝及铝合金两步电解着色	148
四、铝及铝合金阳极氧化膜的封闭	155
五、铝及铝合金的其他装饰方法	161
第二节 钢铁类金属的电解着色	167
一、概述	167
二、普通钢铁的电解着色	168
三、不锈钢电解着色的机理	169
第三节 铜及铜合金的电解着色	177
一、概述	177
二、铜及铜合金电解着色工艺	178
三、铜及铜合金电解着色的其他配方及工艺	179
四、铜及镀铜层电解着色的应用	180
第四节 其他金属的电解着色	182
一、锌及锌合金的电解着色	182
二、钛及钛合金的电解着色	185

三、铬的电解着色	188
四、锡的电解着色	189
五、镍及镍合金的电解着色	190
六、镁及镁合金的电解氧化着色	191
第五章 特种装饰电镀	193
第一节 仿金装饰电镀	193
一、概述	193
二、氰化仿金电镀工艺	194
三、无氰仿金电镀工艺	201
四、铝合金工艺品装饰镀金工艺及应用	206
第二节 仿古装饰电镀	210
一、概述	210
二、钢铁零件仿古铜电镀工艺	211
三、锌合金零件仿古铜电镀工艺	214
四、钢铁零件仿青古铜滚镀	219
五、锌合金零件仿青古铜滚镀	222
六、古银装饰电镀	224
第三节 其他装饰性电镀	226
一、装饰镀镍工艺	226
二、铝合金枪黑色电镀工艺	229
三、装饰性镀铬工艺	233
四、浮雕电镀与多色电镀	235
第四节 金属镀层的流行装饰	239
一、概述	239
二、镀层仿金色装饰	240
三、镀层仿古铜装饰	241
四、金属镀层着黑色	243
五、镀层怀旧装饰	245
第六章 金属蚀刻与表面装饰	249

第一节 金属表面蚀刻	249
一、金属蚀刻的定义及作用	249
二、蚀刻的类型与方法	250
三、金属表面蚀刻前和蚀刻后的处理	252
四、影响金属蚀刻过程及质量的因素	254
五、蚀刻工艺在工业上的应用	256
第二节 化学蚀刻与表面装饰	259
一、化学蚀刻的基本原理	259
二、金属在酸、碱、盐中的腐蚀溶解	263
三、金属在溶液中腐蚀倾向的判断	268
四、金属蚀刻工艺	273
第三节 电解蚀刻与表面装饰	278
一、概述	278
二、电解蚀刻的方法及原理	279
三、电解蚀刻工艺	280
四、影响电解蚀刻效果的因素	284
五、电解蚀刻在装饰工程的应用	286
第四节 金属蚀刻装饰的制作工艺	289
一、铜和铜合金的图纹装饰版的制作	289
二、大型不锈钢蚀刻标牌的制作	293
三、注塑模型腔花纹装饰的制作	296
四、模具装饰纹的制作	299
 第七章 各种金属制品的表面装饰	 303
第一节 金属工艺品的表面装饰	303
一、各种纪念章、奖章的装饰工艺	303
二、铜合金出土文物的仿制	309
三、铁制工艺品的装饰	312
第二节 金属日用工业品的装饰	317
一、日用小五金件的涮色	317
二、金属灯具的装饰	321

三、黄铜拉链的装饰	333
第三节 各种金属板面的图纹装饰	336
一、铜和铜合金板图纹装饰	336
二、不锈钢彩色花纹板的制作	340
三、普通钢板的图纹装饰	342
参考文献	351

第一章 概 述

第一节 金属表面艺术装饰

一、金属表面艺术装饰的历史与现状

人类与动物猿猴的区别就在于人类懂得遮丑，最初用树叶、树皮等掩饰身体部位，并逐步懂得美化，做各种艺术装饰。因此，人类从石器时代进入铜、铁器时代之后，表面装饰和防护的需要便伴随而产生。铜、铁器炼铸和加工工艺技术的进步使金属工具的各种性能不断提高，但随后发现铜、铁器具的表面易生锈变色，迫使当时的人类设法去寻找表面改性保色的有效方法及工艺。

我国与世界的其他文明古国一样，在其漫长的发展过程中，对使用金属器具及其表面进行防护涂饰的工作做出了其应有的贡献。历年的考古工作不断发现和证明了我国古代在这方面的许多伟大发明。发掘出的历代文物不仅反映出祖先们早期的创造发现，也证明了有许多装饰工艺在历史的变迁过程中，通过代代相传和沿袭使用，从而不断得到改进和发展。从铜和铁制的刀、叉、剑、戟、矛、盾等武器到日常用品及装饰器具等的涂镀及修饰各方面，其工艺的精湛与应用的广泛程度均领先于国外数百年，有些甚至领先一两千年，因而遭到殖民主义侵略者的疯狂掠夺，至今尚有许多艺术装饰精致的文物极品流失在世界各地。

考古发掘的出土文物表明，早在六千多年以前我国已发现了铜，在五千年前的新石器时代就已经有红铜器物，四千多年前已有锡青铜的器具。青铜时代的金属技艺已达到很高的水平，三千多年前的商朝已经在青铜器的表面氧化着上一层绿褐色，我国是世界上

应用金属着色技术最早的国家，同时已有热镀锡出现。春秋时期已盛行炼铁术，战国时期的钢铁制刀、制剑技术已有很高水平，同时也发展了刀剑的着色和装饰技术，其中尤以烤蓝氧化的防锈着色技术出彩。关于这方面张子高先生曾用现代分析方法做过考证，发表于《中国化学史稿》一书。

为了改善和提高金属器件表面的性能，祖先们从战国时期就开始进行淬火等技术的应用，南北朝更应用了化学热处理，并采用烧蓝（热氧化）做防护及装饰。这个时期与铁器相关的烧、煅、淬、渗、涂、镀等工艺均已成熟运用。在北宋沈括的《梦溪笔谈》及明代宋应星的《天工开物》著作中都有详细的描述。当时铁器的氧化装饰与防护表面可以做到“黑、黄、苍、赤”等各种不同的颜色。

目前，世界流行使用的着色技术及各种表面装饰大多数是用水溶液处理，应当说水溶液处理也是我国古代的一大发明。史书中从汉代的《本草经》到后来的《本草纲目》都记述过铁的置换法镀铜，这实际说明了我国的另一种古老炼铜方法，也是一种水法冶炼的开端。可以说，用水溶液处理和镀覆金属镀层也是我国先辈们的伟大创造发明。

金属着色和装饰工艺技术是随着生产力的提高、制造工业的发展和人民生活水平提高的需要而发展起来的。近代由于国内封建势力的长期统治及列强的侵略掠夺，人民生活长期处于贫穷落后的状态，对装饰性器具及物品的需求不多，致使金属着色和装饰工艺技术逐步落后于国外的资本主义工业国家。

1927年，W. H. Hatfield 和 H. Green 将不锈钢染成黑色，申请了有色不锈钢的第一个专利。1936年，J. E. Starock 和 R. Taft 提出了黄铜着成黑色，H. R. Simond 和 C. B. Yaung 研究了铜的二元合金的各种色泽。随后陆续出现了铁、镍、银、铬、镉、锌等各种金属的着色。1939~1941年 C. Betcheller 将不锈钢着成蓝、黄和棕色，并相继申请了专利。随后有许多国家的学者也发表文章及申请专利，但由于着色膜是疏松的，耐污性及耐蚀性能差，未能得到很好的扩大应用。1957年，日本东海大学林喜雄研究完成了不

锈钢的着色，并有专著出版。1972年，英国国际镍公司采用化学着色法，制备出颜色均匀的彩色不锈钢钢板，并在商业上得到了应用。

近年来，我国工业得到了迅猛的发展，人民生活水平也得到了不断的提高。特别是制造业、钢铁、有色金属工业的高速发展促进了工业产品及工艺用品的出口。由于出口产品对外观及装饰防护性能都有较严格的要求，因此也带动了着色技术及装饰工艺的发展。目前，国内在引进国外先进技术经验的基础上，不断改进着色技术的配方及工艺操作条件，已能对各种金属表面进行各种颜色的处理，效果好，经济效益显著，产品受到国内外用户的欢迎，出口量也逐年增加，但是国内外的市场竞争相当激烈，产品不断地更新换代，要求有更先进的艺术装饰技术支持，其中最主要是寻找常温节能，对操作人员安全健康无害；废水容易处理，对环境无污染及加工容易、效率高、成本低、材料来源方便的着色装饰的配方及工艺技术。大多数的工程技术人员都朝着这些方面进行研究，改进及创新技术，做出美观大方、具有极大观赏价值和实用、节能、环保、价廉的产品，为国家创汇、改善和提高人民的生活水平而努力。

二、金属表面艺术装饰的意义及作用

铁制工艺品广泛应用于各种日用器具装饰、电器等行业之中，国内外市场巨大，但要求越来越精致美观，由于钢铁材料易腐蚀生锈，所以必须进行着色装饰及防护的双重功能处理，为此需对钢铁表面进行彩色化处理。已有的着色工艺过去主要是使钢铁发黑、发蓝，由于普通钢铁不含铬等易着色元素，很难着彩色。目前根据需要首先在表面浸渍铜，然后再着彩色，解决了钢铁器具不能着彩色的难题。另外，金属板块的图纹装饰工艺是许多新老工艺的综合改进，是丝网印刷、刻蚀、电镀、标牌工艺综合的新工艺。由于工艺合理、操作简便、成本低廉、用途广泛，普遍受到人们的重视和欢迎，带有装饰图纹的金属门窗、家具、天花板等具有独特的装饰魅力，增强了金属装饰材料市场竞争力，但是现有的国产图纹装饰板

大部分是由不锈钢板或铜合金板直接刻蚀而成的，价格贵，不易被消费者接受。经过有关厂家的研究已开发出一种普通钢板的图纹装饰工艺，制作出的图纹清晰，装饰效果好，解决了价格贵的问题，且具有推广应用的价值。

不锈钢具有优良的耐蚀性、耐磨性和机械加工性能，因此在工业、民用工业上得到广泛的应用，但是过去主要是利用不锈钢表面的白色，一般不再作任何装饰，随着人民生活水平的提高，已有越来越多的不锈钢用于装饰行业。不锈钢表面着色已成了理所当然的需求。随着对表面彩色要求的不断提高，不锈钢着色在方法、所着颜色及着色后表面性能诸方面都有所进步和提高。近年来，彩色不锈钢在室内的建筑装饰、轻工、电子、厨房用具等行业得到广泛应用，紧接着还把着色工艺与丝网印刷等工艺结合起来，在大面积的彩色不锈钢板材及其制品表面加工出各种精细图案、文字，做到锦上添花的效果。对于提高彩色不锈钢板材及其制品的附加值具有极其重要的经济效益和欣赏价值。

铝合金材质坚硬、密度轻、容易加工成型等优点使它在建筑装饰行业独占一方。随着人们生活水平的提高，室内外装饰的要求也不断提高，过去使用的铝合金装饰材料的外观主要是银白色、金黄色、古铜色、茶色等，后来不断增加瓷色以便与墙壁融合，为了配合家具的木质颜色，又开发了铝合金型材的木纹装饰等，花样日新月异。在灯具制造中过去主要使用钢铁或铜材，由于铝合金材质轻，易于加工制造，所以近代的灯具大多采用铝合金制造，可以制成龙、凤形灯杆，蝴蝶片大小的碗罩，菱形板，“S”、“U”形灯杆等，经表面处理后，可着各种色彩，例如，金黄、红色、古铜色、黑色、棕色等，使灯具更加秀丽悦目，拼凑成各种金光灿烂、富丽堂皇以及龙飞凤舞的各种豪华装饰的灯具。

在装饰性电镀方面，黄金是价值昂贵的贵金属，其特有的金黄色十分迷人，具有很好的装饰效果，过去在装饰电镀中主要是镀金，也有镀白银等，但由于镀金的成本很高，因此其产品的销量受到限制。近年来，研究并开发出各种仿金镀工艺，可以镀在各种金