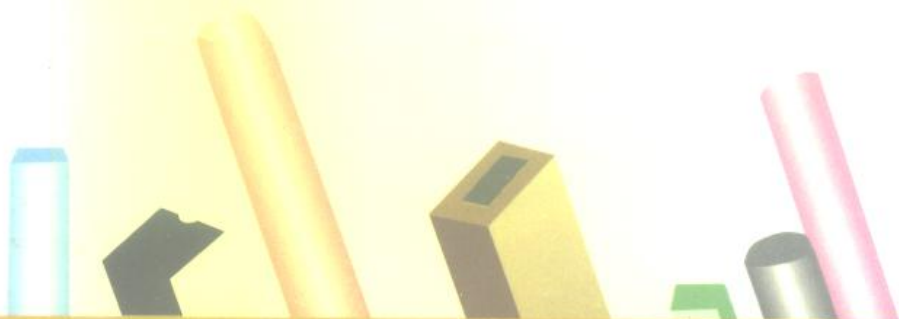


实用表面工程技术

谭昌瑶 王钧石 主编 沈思特 主审



新时代出版社

实用表面工程技术

谭昌瑶 王钧石 主编
谭昌瑶 王钧石 冯波 苗丕峰 编著
张崇才 黄旭 向军 梁达
沈思特 主审

新 时 代 出 版 社

• 北京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

实用表面工程技术/谭昌瑶,王钧石主编. —北京:新时代出版社, 1998. 5

ISBN 7-5042-0364-5

I. 实… I. 谭… II. 金属表面清理-工程技术 N. TG
17

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 24479 号

新时代出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 20½ 462 千字

1998 年 5 月第 1 版 1998 年 5 月北京第 1 次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 29.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

序

材料、能源、信息和生物工程被誉为当今社会的四大支柱。材料更是人类物质文明的基石。不断更新材料,发挥材料潜力乃是充分利用原材料,节约能源、人工、资源的一项战略措施。它有力地支撑着各种产业,使其日新月异地向前发展。

近年来,采用特种合金元素、陶瓷与高分子材料以及各种新技术使表面层成分、结构和性能发生突变,形成价廉物美的新型复合材料。表面工程技术主要是一种表面改性技术,已被国内外学者确认为是当今材料科学与工程领域内一个极富活力、充满希望、最为活跃的前沿地带,是众多学者关注与研究的热点。它已经形成了一门有着自己模式和特点的跨世纪的新兴学科,势头正旺,方兴未艾。1986年10月在布达佩斯举行的国际材料与热处理联合会第五届年会上,根据联合会主席 Bell 教授的倡议将该会改名为“国际热处理及表面工程联合会”,他还亲自主编《国际表面工程》杂志。美、英、日、德、中等国均有表面工程方面的杂志,表面工程国际会议更是连续不断。由此表现出国内外学者对这个跨学科、信息量大的通用型综合技术有着浓厚兴趣。

机器设备的零部件和各种构件、管道的失效大部分源于表面。各种各样的载荷(接触疲劳、咬卡、胶合、滚动和滑动摩擦、磨粒、粘着、疲劳、腐蚀、微动、冲蚀、气蚀磨损以及扭转、弯曲等)往往使表面处于最危险的状态;各种各样的介质(大气,天然水,海水,石油,煤气以及各种化学物质)与表面直接接触,从而发生了各种各样的物理、化学作用,诸如氧化、催化、腐蚀、电子发射、发光以及老化等现象。所有这一切均是从表面开始的,因此材料表面是阻止机件和构件腐蚀、失效的第一道防线。据不完整的统计资料表明,我国每年因磨损或腐蚀而造成的直接和间接经济损失达 1500 亿元。

表面工程技术使材料表面既具有多种功能性(特种机械性能,特种物理性能,特定化学性能,光、热、电磁性能以及防老化、耐候等性能),又具有装饰性(给以表面多彩的光泽、图纹,得到美丽的外观并可使非金属材料金属化等);还可对废旧的机件进行修复,如热喷涂修复技术、电镀修复技术(低温镀铁,电刷镀)、低真空熔敷技术、塑料金属修补技术。凡此种种,为节材、节能开辟了一条新的途径,大幅度地拓宽了材料应用的新天地。

现代表面工程技术与各个学科结下了不解之缘,实际上它是多个行业(机械,国防,模具,建筑,仪表,石油,化工,电气,电子,轻工,船舶,车辆,航空,航天,原子能等行业)的通用共性技术。具体表现在各种边缘学科、新科技成果向传统的表面处理技术渗透、交融、革新,使传统的表面处理技术重新焕发了青春活力;发明了多种新工艺、新方法、新设备,有的获得了国家级、省级科技进步奖;有的被列入国家级、省级科技成果重点推广项目,为国家创造了巨大的经济效益。

《实用表面工程技术》一书就是基于以上的背景而编著的,它是中青年学者长期劳动

的结晶。主编谭昌瑶、王钧石副教授长期从事表面工程技术的理论与应用研究，取得了较重大的科研成果，在国内外有影响的刊物上发表过多篇科研学术论文；其余编著者绝大多数是硕士生和博士生，跟随其导师从事这方面的科研工作，也取得了比较丰硕的成果。他们在查阅了国内外大量科研资料的基础上，结合自己长期从事的科研工作，将分散于各门学科的有关表面工程技术的先进工艺、设备、配方及科研成果融合在一起，较为系统地编著了《实用表面工程技术》一书，奉献给广大读者。该书的特点是实用性强，同时兼顾科学性、先进性与新颖性。既能指导有关工程技术人员、技术工人解决生产实际问题，又能开阔视野，为科研人员指明方向；同时本书也为跨学科、跨专业师生提供比较系统地了解表面工程技术的进展，为创办新兴学科和专业提供一些方向。

为使实用的表面工程技术在国民经济建设中发挥应有的作用并见到经济效益，特向广大的读者推荐此书。

沈思特

1997年9月

前 言

《实用表面工程技术》一书系统阐述了各种表面工程技术的基础理论、应用及最新技术。全书分六大篇，共计 28 章。首先抓住表面工程技术的内涵，对各种表面处理技术的功能及作用进行了阐述，以引起工程技术界人士对这门新兴学科的关注；继而简明扼要地论述表面工程技术的理论与基础知识，为阅读本书奠定一些理论基础；从介绍传统的表面处理技术入手，又特别阐述了电镀的新进展，如电镀塑料及其他非金属；对涂装新技术给予相应的重视；介绍了表面热扩渗及其新进展；论述了热喷涂表面覆盖新技术及其进展，介绍了当代迅速发展起来的最新表面改性技术。

本书由四川工业学院谭昌瑶副教授、西南交通大学王钧石副教授担任主编，并由四川工业学院材料科学与工程系主任沈思特教授（享受政府特殊津贴专家）担任主审。参加本书编著工作的都是中青年教师，绝大多数都是硕士生或博士生，他们在辛勤教学、科研之余，查阅了大量资料，在书中融进了自己的实践经验和科研成果。其中第一、二、三章和第二十八章的第三节由谭昌瑶副教授编撰；第四章、第二十七章由王钧石副教授编撰；第五、六章中的第一、二、三节，第七章，第十章和第十一章由冯波副教授（硕士）编撰；第六章中的第四、七节和第八章、第九章由苗丕峰副教授（博士）编撰；第六章中的第六节、第二十四、二十五章、二十六章和第二十八章中的第二节由张崇才副教授编撰；第六章中的第五节和第十七至二十一章由黄旭讲师（硕士）编撰；第二十二、二十三章和第二十八章第一节由向军讲师（硕士）编撰；第十二至十六章由梁逵讲师（硕士）编撰。

本书在编撰的过程中自始至终得到四川工业学院和西南交通大学有关领导和同志们热情支持和关注，特别是四川工业学院学报编辑室主任陈谨同志对本书提出了宝贵意见，在此一并表示最诚挚的谢意！

由于实用表面工程技术内容不断更新，涉及的学科领域十分广泛，再加之编著者大都是中青年教师，又是利用业余时间进行笔耕，致使书中难免有不足与错误之处，在此诚恳地希望读者提出宝贵的意见，以便有机会再版时修正。

编著者

1997 年 9 月

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1.1 表面工程技术的内涵	(1)
§ 1.2 表面工程技术在国民经济及四化建设中的意义	(1)
§ 1.3 表面工程技术的分类	(2)

第一篇 基础理论

第二章 金属表面的物理化学特征	(4)
§ 2.1 金属材料表面与内部的区别	(4)
§ 2.2 材料表面的功能	(5)
§ 2.3 金属材料表面膜的形成及钝化作用	(6)
2.3.1 金属材料表面膜的效应	(6)
2.3.2 钝化现象及作用	(6)
第三章 金属的腐蚀与防腐	(8)
§ 3.1 金属腐蚀的分类及破坏形式	(8)
3.1.1 金属腐蚀的分类	(8)
3.1.2 金属腐蚀的破坏形式	(8)
§ 3.2 金属腐蚀的基本原理	(9)
3.2.1 金属腐蚀的过程	(9)
3.2.2 金属腐蚀的形式	(10)
§ 3.3 电极电势与极化作用	(13)
3.3.1 金属的电极电势	(13)
3.3.2 极化作用与腐蚀速度	(16)
§ 3.4 控制腐蚀的方法	(18)
3.4.1 提高材料的热力学稳定性	(18)
3.4.2 增强阳极极化	(19)
3.4.3 增强阴极极化	(19)
3.4.4 防腐涂层的利用	(20)
第四章 金属的磨损	(22)
§ 4.1 磨损概述	(22)
4.1.1 磨损的含义	(22)
4.1.2 磨损的分类	(22)
§ 4.2 影响磨损的因素	(22)

4.2.1 服役条件的影响	(23)
4.2.2 材料本身性质的影响	(24)
§ 4.3 耐磨材料的选择	(28)

第二篇 电镀、化学镀、化学转化膜及表面着色技术

第五章 电镀	(30)
§ 5.1 概述	(30)
§ 5.2 镀前处理	(30)
5.2.1 表面整平	(30)
5.2.2 脱脂	(32)
5.2.3 酸洗	(32)
5.2.4 活化(弱浸蚀)	(33)
§ 5.3 单金属电镀工艺	(34)
5.3.1 镀镍	(34)
5.3.2 镀铬	(39)
5.3.3 镀锌	(43)
5.3.4 镀铜	(48)
5.3.5 镀锡	(52)
§ 5.4 镀层的后处理	(54)
5.4.1 镀锌层的后处理	(54)
5.4.2 其他后处理	(57)
5.4.3 不良镀层的退除	(58)
§ 5.5 施工设备与工装	(61)
5.5.1 工艺槽	(61)
5.5.2 挂具	(62)
5.5.3 电源设备	(63)
5.5.4 过滤设备	(63)
5.5.5 其他设备	(64)
§ 5.6 镀层质量的检验	(65)
5.6.1 外观检验	(65)
5.6.2 结合力检验	(65)
5.6.3 厚度检验	(65)
5.6.4 孔隙率检验	(66)
5.6.5 腐蚀性检验	(67)
§ 5.7 故障处理	(67)
5.7.1 分析故障的一般方法	(67)
5.7.2 净化处理镀液的方法	(69)
5.7.3 常见故障及处理方法	(69)
§ 5.8 电镀废液、废气的治理与环境保护	(70)
5.8.1 电镀废液的治理	(71)

5.8.2 电镀废气的治理	(71)
第六章 电镀及其进展	(73)
§ 6.1 概述	(73)
§ 6.2 合金电镀	(73)
6.2.1 合金镀层的特点和分类	(73)
6.2.2 合金电镀工艺要领	(74)
§ 6.3 复合电镀	(82)
6.3.1 复合电镀的特点	(82)
6.3.2 复合镀层的沉积原理	(83)
6.3.3 复合电镀的工艺要领	(84)
§ 6.4 非晶态电镀	(88)
6.4.1 概述	(88)
6.4.2 非晶态的构造	(88)
6.4.3 电镀非晶态工艺要领及应用实例	(89)
§ 6.5 电刷镀	(90)
6.5.1 电刷镀的兴起及应用前景	(90)
6.5.2 电刷镀的原理及特点	(91)
6.5.3 电刷镀电源	(93)
6.5.4 电刷镀溶液	(95)
6.5.5 电刷镀工艺要领	(98)
6.5.6 电刷镀层的组织与性能	(101)
§ 6.6 低温镀铁	(102)
6.6.1 镀铁原理	(102)
6.6.2 镀铁工艺	(104)
6.6.3 影响镀铁层性能的因素	(107)
§ 6.7 塑料及其他非金属上的电镀	(109)
6.7.1 ABS 塑料的电镀	(110)
6.7.2 石膏与木材的电镀	(112)
6.7.3 玻璃与陶瓷的电镀	(113)
第七章 化学镀	(116)
§ 7.1 概述	(116)
§ 7.2 化学镀镍	(116)
7.2.1 次磷酸钠化学镀镍	(116)
7.2.2 硼氢化物化学镀镍	(119)
7.2.3 胺基硼烷和肼化学镀镍	(120)
§ 7.3 化学镀铜	(122)
§ 7.4 化学镀钴	(125)
7.4.1 次磷酸钠化学镀钴	(125)
7.4.2 硼氢化物和肼化学镀钴	(126)
§ 7.5 化学镀银	(126)
§ 7.6 化学镀金	(128)

§ 7.7 化学镀锡	(129)
§ 7.8 化学镀合金	(130)
7.8.1 化学镀镍基合金	(130)
7.8.2 化学镀钴基合金	(132)
§ 7.9 化学复合镀	(133)
第八章 化学转化膜技术	(135)
§ 8.1 概述	(135)
§ 8.2 钢铁零件的氧化——发蓝	(135)
8.2.1 氧化膜生成机理	(135)
8.2.2 钢铁零件发蓝的工艺流程	(136)
§ 8.3 钢铁零件的磷化	(138)
8.3.1 磷化膜生成机理	(138)
8.3.2 钢铁零件磷化的工艺流程	(139)
§ 8.4 铝及其合金的氧化	(141)
8.4.1 概述	(141)
8.4.2 防护装饰性氧化	(142)
8.4.3 硬质阳极氧化	(149)
8.4.4 瓷质阳极氧化	(150)
8.4.5 封闭处理	(152)
第九章 金属表面着色技术	(155)
§ 9.1 金属表面着色原理	(155)
9.1.1 化学染色原理	(155)
9.1.2 电解着色原理	(156)
§ 9.2 铝及其合金氧化膜的着色	(156)
9.2.1 化学染色	(156)
9.2.2 电解着色	(159)
§ 9.3 铜及其合金的着色	(161)
9.3.1 着色机理	(161)
9.3.2 铜的着色	(162)
9.3.3 黄铜的着色	(162)
§ 9.4 不锈钢的着色	(164)

第三篇 涂装新技术

第十章 新型涂料	(167)
§ 10.1 涂料的新进展	(167)
§ 10.2 涂料的基本构成	(168)
10.2.1 主要成膜物质	(168)
10.2.2 次要成膜物质	(168)
10.2.3 辅助成膜物质	(169)
§ 10.3 涂料的种类、性能与新型涂料	(170)

第十一章 涂装新工艺	(174)
§ 11.1 有机涂料成膜机理	(174)
11.1.1 物理成膜机理	(174)
11.1.2 化学成膜机理	(174)
§ 11.2 有机涂料防护原理	(174)
§ 11.3 无机涂层	(175)
§ 11.4 新型涂装方法	(176)
11.4.1 涂装前表面处理	(176)
11.4.2 涂装新方法	(176)

第四篇 表面扩散渗入处理技术

第十二章 表面扩散渗入处理原理	(182)
§ 12.1 表面扩散渗入处理工艺分类	(182)
§ 12.2 表面扩散渗入处理工艺的基本过程	(183)
12.2.1 介质中的化学反应	(184)
12.2.2 界面层中的外扩散	(184)
12.2.3 表面吸附与界面反应	(185)
12.2.4 内扩散	(185)
第十三章 渗硼及新进展	(186)
§ 13.1 概述	(186)
13.1.1 渗硼的简要原理	(186)
13.1.2 渗硼层的组织与性能	(186)
13.1.3 渗硼工艺分类	(188)
§ 13.2 渗硼工艺	(188)
13.2.1 固体法渗硼	(188)
13.2.2 影响渗硼工艺的因素	(191)
13.2.3 渗硼工艺的应用范围	(192)
§ 13.3 渗硼层的检验及组织缺陷	(192)
13.3.1 渗硼层的检验	(192)
13.3.2 渗硼层的组织缺陷及预防措施	(193)
§ 13.4 以渗硼为主的复合渗	(194)
13.4.1 硼铝共渗	(194)
13.4.2 硼氮共渗	(194)
13.4.3 硼铬共渗	(194)
13.4.4 硼钒共渗	(195)
第十四章 渗碳及新进展	(196)
§ 14.1 概述	(196)
14.1.1 渗碳的原理	(196)
14.1.2 渗碳工艺分类	(196)

14.1.3 渗碳用钢	(197)
§ 14.2 渗碳工艺	(198)
14.2.1 渗碳前的准备工作	(198)
14.2.2 碳势的测量与控制	(199)
14.2.3 气体渗碳工艺	(201)
14.2.4 固体渗碳工艺	(202)
14.2.5 渗碳后的热处理	(203)
14.2.6 影响渗碳的因素	(204)
§ 14.3 渗碳层的检验及组织缺陷	(205)
14.3.1 渗碳层的检验	(205)
14.3.2 渗碳件的组织缺陷及预防措施	(205)
第十五章 渗氮及其新进展	(206)
§ 15.1 概述	(206)
15.1.1 渗氮的原理	(206)
15.1.2 影响渗氮工艺过程的因素	(208)
15.1.3 渗氮工艺分类	(209)
§ 15.2 渗氮工艺	(210)
15.2.1 渗氮前的准备工作	(210)
15.2.2 气体渗氮工艺	(211)
15.2.3 加速渗氮的途径	(212)
§ 15.3 渗氮层的检验及组织缺陷	(214)
15.3.1 渗氮层的检验	(214)
15.3.2 渗氮层的组织缺陷及预防措施	(215)
第十六章 其余表面扩散渗入处理工艺	(217)
§ 16.1 软氮化	(217)
16.1.1 软氮化的原理及特点	(217)
16.1.2 软氮化工艺	(217)
§ 16.2 碳氮共渗	(219)
16.2.1 碳氮共渗的原理	(219)
16.2.2 气体碳氮共渗工艺	(219)
§ 16.3 渗硫	(221)
16.3.1 渗硫的原理	(221)
16.3.2 渗硫工艺	(221)
§ 16.4 渗铝	(222)
16.4.1 渗铝的原理	(222)
16.4.2 渗铝工艺	(223)

第五篇 热喷涂表面覆盖技术

第十七章 热喷涂概论	(224)
§ 17.1 概述	(224)

§ 17.2 热喷涂技术的特点	(225)
§ 17.3 热喷涂的基本原理	(226)
第十八章 热喷涂设备和材料	(229)
§ 18.1 热喷涂设备	(229)
18.1.1 等离子喷涂设备	(229)
18.1.2 氧-乙炔火焰喷涂设备	(231)
18.1.3 线丝材喷涂设备	(234)
§ 18.2 热喷涂材料	(235)
18.2.1 合金粉末材料	(236)
18.2.2 陶瓷粉末材料	(239)
18.2.3 热喷涂线材	(241)
第十九章 热喷涂工艺	(243)
§ 19.1 等离子喷涂工艺	(245)
19.1.1 等离子喷涂的基本原理和特点	(246)
19.1.2 等离子喷涂工艺参数的选择	(248)
19.1.3 具体工艺实例	(250)
§ 19.2 氧-乙炔喷涂工艺	(250)
19.2.1 氧-乙炔喷涂的基本原理和特点	(250)
19.2.2 氧-乙炔喷涂工艺参数选择	(252)
§ 19.3 涂层后处理	(255)
19.3.1 封孔处理	(255)
19.3.2 重熔处理	(256)
19.3.3 强化处理	(257)
19.3.4 扩散处理	(257)
第二十章 热喷涂层组织与性能	(258)
§ 20.1 热喷涂层组织	(258)
20.1.1 热喷涂层组织形态	(258)
20.1.2 强化机理	(258)
20.1.3 涂层组织控制	(259)
§ 20.2 涂层性能	(259)
20.2.1 外观	(259)
20.2.2 抗拉强度	(259)
20.2.3 残余应力和涂层厚度	(260)
20.2.4 硬度	(260)
20.2.5 抗磨性	(260)
20.2.6 耐蚀性和耐高温氧化性	(261)
第二十一章 热喷涂的应用及新进展	(262)
§ 21.1 热喷涂的应用	(262)
21.1.1 在机械零件尺寸恢复上的应用	(262)
21.1.2 抗磨损的应用	(262)
21.1.3 抗腐蚀的应用	(263)

21.1.4	在电器上的应用	(263)
21.1.5	装饰方面的应用	(263)
§ 21.2	热喷涂的新进展	(263)
21.2.1	等离子喷涂技术	(263)
21.2.2	线丝材火焰喷涂	(264)
21.2.3	粉末火焰喷涂	(264)
21.2.4	热喷涂新方法、新工艺	(264)

第六篇 新型表面改性技术

第二十二章	物理气相沉积	(265)
§ 22.1	物理气相沉积特点	(265)
§ 22.2	真空蒸发镀膜	(265)
22.2.1	蒸镀前的处理	(266)
22.2.2	蒸发源	(266)
22.2.3	合金、化合物的蒸镀方法	(268)
§ 22.3	溅射镀膜	(269)
22.3.1	溅射镀膜的原理	(269)
22.3.2	溅射镀膜方法	(269)
22.3.3	合金膜和化合物膜的镀制	(272)
§ 22.4	离子镀膜	(272)
22.4.1	离子镀膜原理及特点	(272)
22.4.2	活性反应离子镀	(274)
22.4.3	空心阴极离子镀	(274)
第二十三章	化学气相沉积	(275)
§ 23.1	化学气相沉积的原理	(275)
23.1.1	CVD 几种典型化学反应	(275)
23.1.2	CVD 反应过程	(276)
23.1.3	CVD 的一般原理	(276)
§ 23.2	化学气相沉积的工艺方法	(277)
23.2.1	CVD 技术	(277)
23.2.2	CVD 主要工艺参数	(279)
§ 23.3	化学气相沉积的特点及应用	(279)
23.3.1	化学气相沉积的特点	(279)
23.3.2	化学气相沉积的应用	(279)
§ 23.4	化学气相沉积的新进展	(280)
第二十四章	辉光离子渗氮及发展	(283)
§ 24.1	辉光离子渗氮原理	(283)
§ 24.2	辉光离子渗氮设备	(284)
§ 24.3	辉光离子渗氮工艺	(285)
24.3.1	辉光离子渗氮处理过程	(285)

24.3.2	辉光离子渗氮的几个工艺问题	(286)
24.3.3	渗氮温度和保温时间对渗氮层硬度和深度的影响	(287)
§ 24.4	辉光离子渗氮用材料	(288)
§ 24.5	辉光离子渗碳、氮碳共渗及渗其他元素	(289)
24.5.1	离子渗碳及氮碳共渗 (离子软氮化)	(289)
24.5.2	离子硫氮共渗	(289)
24.5.3	离子渗其他元素	(290)
第二十五章	金属材料的涂层熔融凝结强化	(291)
§ 25.1	涂层熔融凝结强化的设备	(291)
§ 25.2	涂层熔融凝结工艺及涂层性能	(291)
25.2.1	涂层熔融凝结工艺	(291)
25.2.2	涂层性能	(292)
§ 25.3	涂层熔融凝结强化的工业应用	(292)
第二十六章	激光表面强化	(293)
§ 26.1	激光表面强化的工艺原理	(293)
26.1.1	激光束的产生	(293)
26.1.2	激光束对金属的加热过程	(294)
26.1.3	提高金属对激光吸收率的措施	(294)
§ 26.2	激光表面强化对性能的影响	(295)
26.2.1	机械性能	(295)
26.2.2	残余应力	(297)
§ 26.3	激光表面强化的工业应用	(297)
26.3.1	轴类零件	(297)
26.3.2	齿轮、凸轮	(298)
26.3.3	各种尺寸的活塞环	(298)
26.3.4	各种小型汽缸套	(298)
26.3.5	工具	(298)
26.3.6	模具	(298)
第二十七章	离子注入技术	(299)
§ 27.1	离子注入的基本原理	(299)
§ 27.2	离子注入的设备	(300)
§ 27.3	离子注入技术的功能	(300)
27.3.1	改善材料的摩擦磨损性能	(300)
27.3.2	改善材料的抗腐蚀性能	(301)
第二十八章	金属材料的其他表面改性技术	(303)
§ 28.1	金刚石涂层的表面改性技术及应用	(303)
28.1.1	金刚石薄膜的沉积方法	(303)
28.1.2	金刚石薄膜的应用	(304)
§ 28.2	金属材料表面的电火花强化技术	(305)
28.2.1	电火花强化的原理	(305)
28.2.2	电火花强化的操作方法	(306)

28.2.3 电火花强化工艺的优点和应用	(306)
§ 28.3 电子束表面改性技术	(307)
28.3.1 电子束技术概述	(307)
28.3.2 电子束表面改性技术	(308)
28.3.3 电子束表面改性技术的特点及应用	(308)
参考文献	(309)

第一章 绪 论

§ 1.1 表面工程技术的内涵

表面工程技术涉及面广,信息量大,是多种学科相互交叉、渗透与融合形成的一种通用性工程技术。它利用各种物理的、化学的、物理化学的、电化学的、冶金以及机械的方法和技术,使材料表面得到我们所期望的成分、组织结构和性能或绚丽多彩的外观。其实质就是要得到一种特殊的表面功能,并使表面和基体性能达到最佳的配合。因此它是一种节材、节能的新型工程技术,综合运用了各种学科的成果。

现代实用表面工程技术是跨学科、跨行业、跨世纪的新兴领域,包含着表面物理、固体物理、等离子物理、表面化学、有机及无机化学、电化学、冶金学、金属材料学、高分子材料学、硅酸盐材料学以及物质的输送、热的传递等多门学科的边缘学科技术。各门学科之间互相弥补、互相渗透、互相交融,取长补短,日臻完善,逐渐形成一门别具特色和有着自己模式的新兴学科。表面工程技术既可对材料表面改性,制备多功能的涂、镀、渗、覆层,成倍延长机件的寿命;又可对产品进行装饰;还可对废旧机件进行修复。归纳起来,表面工程技术的内涵有如下特色:

(1) 在廉价的基体材料上,对表面施以各种处理,使其获得多功能性(防腐、耐磨、耐热、耐高温、耐疲劳、耐辐射、抗氧化以及光、热、磁、电等特殊功能)、装饰性表面。例如复合渗硼可以成倍提高材料的耐磨性、热疲劳性、红硬性以及耐蚀性。某些表面处理能使其整体材料得到难以获得的微晶、非晶态等特殊晶型。

(2) 表面涂层或改性层甚薄,从微米级到毫米级,但却起到了大量昂贵的整体材料难以达到的效果。

(3) 大幅度节材、节能、节省资源。

机件、构件的预保护,能承受腐蚀与磨损;高温的机件、构件的耐热性大大提高,延长了使用寿命;作为废旧机件的修复,也使机件的寿命有所延长。例如电站的空气预热钢管不经处理,寿命仅有数月,经渗铝处理后寿命至少达10年,经济效益不可低估。

总之,表面工程技术这一内涵深、外延广、渗透力强、影响面宽的综合而通用性的工程技术业已扩渗入信息技术、生物技术、新材料技术、新能源技术、海洋开发技术、航空航天技术,构成了一个光彩夺目的新科技群。具有实用性、科学性、先进性、广泛性、装饰性、修复性、经济性,其发展前景十分诱人。粗略统计其产生的经济效益是技术本身投资的8~9倍。

§ 1.2 表面工程技术在国民经济及四化建设中的意义

现有的表面工程技术,面临着竞争和市场的挑战。对于各类产品,改善其质量,增