

金晓鸿 主编

防腐蚀 涂装工程

手 册

★ FANGFUSHI
TUZHUANG GONGCHENG
SHOUCE



化学工业出版社

金晓鸿
王 健

主 编
副主编

防腐蚀 涂装工程

手 册

★ FANGFUSHI
TUZHUANG GONGCHENG
SHOUCE



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

防腐蚀涂装工程手册/金晓鸿主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 5

ISBN 978-7-122-02686-6

I. 防… II. 金… III. 防腐-涂漆-技术手册
IV. TQ639-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 056928 号

责任编辑: 段志兵 王清颢
责任校对: 王素芹

装帧设计: 韩 飞

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张 20 $\frac{3}{4}$ 字数 499 千字

2008 年 7 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: 49.00 元

版权所有 违者必究

内 容 提 要

本手册由 19 位多年从事防腐涂料和涂装工作的专家编写。手册根据防腐涂料的涂装工程的设计和应用特点,简要介绍了涂装工程的设计、管理、经济分析、安全及环保等方面的内容,对防腐涂料的选择、设计、计算,涂装前处理,涂装方法和设备等涂装前期工作进行了系统描述;重点对船舶、海洋工程、大型钢结构、管道工程、化工设备和储罐、交通运输工程、建筑工程和电力工程等各工业领域的涂装工程进行了详细介绍。最后结合各方面的最新标准介绍了防腐涂层的性能检测和质量管埋。

手册在注重实用性的基础上,同时注重综合性和新颖性,旨在为广大防腐涂装工程的设计、施工、监理和检测的专业技术人员提供一本实用、便捷的工具书。

编写人员

主编：金晓鸿 副主编：王 健

第一篇 防腐蚀涂装工程

第一章 防腐蚀涂装工程概述 金晓鸿

第二章 防腐蚀涂装工程设计要点 刘 新 金晓鸿

第三章 防腐蚀涂装施工安全、卫生和污染治理

祝家洵 钱 捷 任卫东 王健

第四章 防腐蚀涂料的种类和选择 金晓鸿

第五章 防腐蚀涂装前的表面处理 徐国强 祝家洵 任卫东

第六章 防腐蚀涂装方法和设备 邢汉江

第二篇 防腐蚀涂装工程的应用

第七章 船舶涂装工程 汪国平

第八章 海洋工程涂装

徐国强（第一节） 金晓鸿（第二节） 陆旭峰（第三节）

第九章 大型钢结构涂装 刘 新 王 健

第十章 管道工程的涂层防护 郑添水（第一节） 宋志容（第二节）

第十一章 化工设备和储罐的涂料防腐蚀保护 宋志容

第十二章 交通运输工程涂装

杜存山（第一节） 李敏凤（第四节） 金晓鸿（其余）

第十三章 建筑工程涂装 金晓鸿

第十四章 电力工程涂装 李荣俊

第三篇 防腐蚀涂料和涂装性能检测和质量管理的

第十五章 防腐蚀涂料和涂装标准和规范 金晓鸿

第十六章 防腐蚀涂料性能检测方法和设备

王叔孙 刘 新 王 健 王晶晶 金晓鸿

第十七章 部分专用防腐蚀涂料特性检测方法和设备

刘 新 姚敬华 金晓鸿

各篇中聚脲弹性体由黄微波编写。

序 言

腐蚀问题已经成为影响国民经济和社会可持续发展的重要因素之一，随着世界能源消耗的快速增加和环境生态日趋恶化，各国都正在以大幅度提高能源效率、资源效率和环境效率作为国家发展的战略目标和前瞻性投资的依据。近二十年来我国国民经济生产总值急剧增长，尤其是许多大型工程项目相继建设和投入应用。做好这些百年大计建设工程的防腐蚀设计和施工是确保工程建设质量的一个重要环节，其中防腐蚀涂装往往成为最关键的技术内容。

化学工业出版社组织国内多位防腐蚀涂料和涂装方面的专家和学者，经过三年的努力编写了《防腐蚀涂装工程手册》。手册中汇集了大量最新的防腐蚀涂装工程的标准、规范和技术资料，其中也包括对全球通用的防腐蚀标准 ISO 12944 的简要介绍。这一手册对普及防腐蚀涂装知识，规范防腐蚀涂装工程设计、施工、监理和检测无疑将起到重要作用；它在促进涂装工程的技术发展，使之符合国际最新标准规范的要求方面也将会产生重要影响。

以金晓鸿研究员为主编的作者们都是长期从事防腐蚀涂料和涂装工作第一线的研究人员。他们以多年的研究和工作实践为基础，吸收国内外技术的成果，编著了该手册。手册内容完整、新颖、实用，它将成为我们在防腐蚀涂装工程的设计、施工、研究和教学工作中有重要参考价值的工具书。

中国工程院院士
中国科学院金属研究所研究员

柯伟

2008年4月15日

前言

防腐蚀涂料已成为涂料工业中发展最快速、应用最广泛的品种之一。防腐蚀涂装工艺的正确应用是保证防腐蚀涂料发挥本身功能的关键所在。本手册编著的目的是为广大防腐蚀涂装工程的设计、施工、监理和检测的专业人士提供一本随手可查阅的案头工具书。

手册的内容注重实用性和应用规范性,根据防腐蚀涂料的涂装工程的设计和应用特点,从涂装工程的设计、管理、经济分析、安全和环保等工程方面的内容,到防腐蚀涂料的种类和选择、涂装前的表面处理、涂装方法和设备等涂装的前期工作内容进行了系统的描述。重点介绍各工业领域的涂装工程,包括船舶、海洋工程、大型钢结构、管道、化工和储罐、交通运输、建筑工程、电力能源工程。把与防腐蚀涂料和涂装工程的国内外最新标准、规范、性能检测方法和仪器设备等一一归入,特别介绍了近一、二年内国际和国内的新标准,以求体现手册的综合性、完整性、新颖性和实用性。

本手册由 19 位多年从事防腐蚀涂料和涂装的科研、教学、生产、施工的专家编写。其中,金晓鸿担任主编,负责策划、总体构思和设计,及部分章节的编著工作,并对全书进行了审核;王健担任副主编。参加各章节编写的人员还有汪国平、李荣俊、徐国强、邢汉江、李敏凤、杜存山、郑添水、宋志容、祝家洵、任卫东、钱捷、刘新、王叔孙、陆旭峰、王晶晶和姚敬华;黄微波编写了全书中关于喷涂聚脲弹性体的内容。

本手册在编写出版过程中得到了各方面的关心和支持。中国工程院柯伟院士在百忙之中为本手册写了序言；中国腐蚀与防护学会理事长陈光章研究员对手册的编写提出了许多非常好的意见；国际海事组织船舶设计与设备分委会副主席、IMO DE 船舶涂层性能标准通讯组主席、中国船级社向阳女士提供了国际海事组织关于船舶涂装标准制定的最新资料；中国船舶工业综合技术经济研究院宋艳媛高工提供了最新系统的船舶涂料和涂装的国家和船舶行业的标准目录和有关内容，英国曼彻斯特大学腐蚀与防护中心的 Scantlebury 教授提供了 DESIGN AND CORROSION CONTROL 参考书。中国船舶重工集团公司第七二五研究所、厦门双瑞船舶涂料有限公司和中远佐敦船舶涂料有限公司对主编工作给予了积极支持，并提供了必要的工作条件。各作者所在单位也积极为编著工作提供了大量技术资料和支持。在此一并深表谢意。

在编写过程中，我们力争做到收入国内外最新的防腐蚀涂装方面的文献和技术资料，希望做到让广大读者查询方便，但是由于本书涉及的专业面广，另外防腐蚀涂料和涂装技术在持续发展和不断更新，手册可能还有不妥之处，恳请各方面专家赐教。

金晓鸿

于厦门鼓浪屿

目 录

第一篇 防腐蚀涂装工程

第一章 防腐蚀涂装工程概述

2

第一节 腐蚀和腐蚀控制设计	2
一、腐蚀	2
二、腐蚀控制的设计	2
第二节 防腐蚀涂装和工程设计	3
一、防腐蚀涂装	3
二、防腐蚀涂装工程设计	3
第三节 防腐蚀涂装工程设计程序和内容	7
一、防腐蚀涂装规格书的主要任务	7
二、编制防腐蚀涂装规格书时需要注意几点	8
三、防腐蚀涂装规格书的内容	9
第四节 防腐蚀涂装工程的工艺规程	17
一、防腐蚀涂料说明书	17
二、涂料涂装前的准备	17
第五节 防腐蚀涂装工程的管理规范	19
一、防腐蚀涂装工程设计管理规范	19
二、防腐蚀涂装工程施工管理规范	20
第六节 防腐蚀涂装工程经济分析	22
一、建设工程的分解	22
二、建设工程的预算定额	23

三、建筑安装工程费用的组成	24
四、防腐蚀涂装工程施工定额编制	29
参考文献	34

第二章 防腐蚀涂装工程设计要点

35

第一节 典型的腐蚀环境和工作条件评估	35
一、大气环境	35
二、水介质环境	39
三、土壤环境	44
第二节 防腐蚀涂装体系选择和确定	50
一、ISO 12944 标准简介	50
二、防腐蚀涂料涂装工程设计步骤	51
参考文献	52

第三章 防腐蚀涂装施工安全、卫生和污染治理..... 53

第一节 涂装施工的危险因素及一般防护措施	53
一、涂装施工的危险因素	53
二、一般防护措施	59
三、安全技术教育培训	64
第二节 个人劳动保护用品	65
一、个人劳动保护用品	65
二、个人劳保用品须具备的特征	66
三、个人劳保用品的维护和判废规定	69
第三节 涂料的安全施工指导	70
一、搞清涂装中的健康危害	70
二、有工作危险的人员	71
三、采取防护措施	72
四、正确使用工作服与装备	73
五、急救措施	75

六、泄漏应急处理	76
第四节 健康和环保措施	77
一、健康安全	77
二、环境保护措施	80
第五节 相关安全的防护标准	84
参考文献	85

第四章 防腐蚀涂料的种类和选择

86

第一节 涂料的防腐蚀机理	87
一、金属腐蚀类型	87
二、涂料的阳极（钝化、缓蚀）作用	89
三、涂膜的阴极保护作用	89
四、涂膜的屏蔽隔绝作用	90
五、重防腐涂料的发展和特点	90
第二节 防腐蚀涂料体系的构成	91
一、底漆	91
二、中间层漆	92
三、面漆	93
第三节 各种成膜物质及相应涂料	94
一、环氧树脂	95
二、聚氨酯树脂	98
三、含氯类聚合物	99
四、丙烯酸树脂	104
五、酚醛树脂	105
六、醇酸树脂	105
七、不饱和聚酯树脂	106
八、氨基树脂	107
九、含氟树脂	108
十、聚脲弹性体材料	109
十一、导电聚合物	110

十二、沥青	111
十三、生漆	111
第四节 防腐蚀涂料的设计计算	112
一、概述	112
二、防腐蚀涂料体系的使用年限	113
三、防腐蚀涂料体系干膜厚度的确定	114
第五节 防腐蚀涂料的选材	115
参考文献	122

第五章 防腐蚀涂装前的表面处理

124

第一节 表面处理的功能和方法	124
一、涂料对物体表面的三种附着形式	124
二、表面处理的主要功能	125
三、表面处理技术的进展和对涂层耐久性的影响	126
第二节 金属表面的污染和处理方法	127
第三节 表面处理标准	128
一、国内外表面处理的主要标准	128
二、主要标准除锈等级(清洁度)的描述	130
第四节 酸洗	131
第五节 溶剂清洗	133
第六节 金属表面的磷化处理	134
第七节 水喷射清洁	135
第八节 喷砂	137
一、空气喷砂	138
二、湿法喷砂	140
三、旋转轮式机械喷砂(离心喷砂)	140
四、真空喷砂	142
五、弹性喷砂	143
六、喷砂效率	145
七、喷砂工序检验	146

第九节 磨料和表面粗糙度	147
一、磨料的种类和选择	147
二、表面粗糙度	148
第十节 混凝土的表面处理	150
参考文献	152

第六章 防腐蚀涂装方法和设备

153

第一节 防腐蚀涂装方法	153
一、浸涂	153
二、刷涂	154
三、辊涂	155
四、空气喷涂	156
五、无气喷涂	158
第二节 涂装房	161
一、涂装房的设计要求	161
二、设计原则	161
三、主要系统及说明	162
第三节 除湿机工作原理和选型	168
一、除湿机工作原理	168
二、除湿机选型	169

第二篇 防腐蚀涂装工程的应用

第七章 船舶涂装工程

171

第一节 船舶涂装概述	171
一、船舶涂装的特点	171
二、船舶涂装工程	174
三、现代化的船舶涂装工程和区域涂装技术	175
第二节 船舶涂装设计	181

一、概述	181
二、涂装详细设计	183
三、涂装生产设计	189
四、计算机辅助涂装生产设计	192
第三节 二次除锈与表面清理	194
一、二次除锈方式	194
二、二次除锈工艺	200
三、二次除锈质量要求	201
四、涂装前表面清理	202
第四节 船舶涂装工艺	203
一、船舶涂装工艺阶段	204
二、涂装环境管理	210
第五节 船舶压载舱涂装要求	213
一、压载舱涂装工艺程序	213
二、关于 IMO 的《船舶压载舱保护涂层性能标准》	214
三、IMO《涂层性能标准》对船舶压载舱涂装要求	215
第六节 成品油船与特殊涂装	221
一、成品油船涂装的特殊性	221
二、成品油船涂装工程	226
三、有关特殊涂装的标准	230
四、特殊涂装用设备	233
第七节 船舶涂层质量管理	235
一、涂装质量要求	236
二、质量检查	237
三、涂层缺陷修正	238
四、涂层保护	242
参考文献	243

第八章 海洋工程涂装

244

第一节 近海采油平台涂装	244
--------------	-----

一、涂装环境特点	244
二、主要涂装部位	244
三、对防腐涂料的要求	245
四、平台常用涂料特性	246
五、基本涂料配套	247
六、涂装工艺	251
第二节 海底管道防腐涂层	255
一、海底管道防腐涂层技术和应用	257
二、海底管道防腐涂层涂装技术	260
三、海底管道的混凝土配重和增阻技术	262
第三节 跨海交通建筑涂装	263
一、跨海大桥主要钢结构的防护工艺	263
二、跨海桥梁混凝土结构的表面涂料体系和涂装施工	270
参考文献	279

第九章 大型钢结构涂装

281

第一节 钢结构涂装设计标准	281
第二节 腐蚀环境的确定	282
第三节 防腐涂料系统的设计使用寿命	283
第四节 涂料系统和涂膜厚度	283
第五节 钢结构防腐的表面处理	285
一、表面处理的方法	285
二、表面处理的等级标准	286
三、表面处理的粗糙度要求	288
第六节 钢结构的金属热喷涂	289
第七节 防锈底漆的选用	290
第八节 中间漆的选用	291
第九节 防腐面漆的选用	292
第十节 钢结构重防腐涂料体系	294
参考文献	296

第十章 管道工程的涂层防护

297

第一节 预应力混凝土管道 (PCCP) 涂装	297
一、PCCP 的腐蚀分析	298
二、PCCP 的防腐蚀技术	302
三、PCCP 涂层保护技术	303
四、PCCP 外壁防腐涂层施工工艺	304
第二节 长输埋地管线和城市输送管线的防腐涂装	308
一、多层聚乙 (丙) 烯防腐涂敷配套系统	310
二、石油沥青保护层	316
三、环氧煤沥青防腐涂层	320
四、厚膜型涂层在钢管上的防腐保护	322
五、钢质管道内壁防腐保护层	324
参考文献	329

第十一章 化工设备和储罐的涂料防腐蚀保护

330

第一节 石化行业常用的涂料产品和性能用途简介	331
第二节 储罐的防腐蚀	338
一、储罐内壁防腐涂料的选择	338
二、储罐外壁的防腐涂层	340
第三节 化工工程中苛刻环境的防腐蚀保护	341
第四节 储罐内的防腐蚀和防静电	343
一、储罐的防静电性能方面的规范和标准	343
二、石油油品储罐对导静电涂料的要求	343
三、导静电涂料的树脂类型	344
四、石油原油储罐内防腐导静电涂料的基本设计原则	344
五、石油中间产品和成品油储罐内壁防腐蚀方案	345
六、成品油储罐内壁防腐蚀方案	345
参考文献	346

第十二章 交通运输工程涂装

347

第一节 铁道工程涂装	347
一、铁路机车车辆	347
二、铁路钢桥	363
第二节 航空工程涂装	377
一、飞机结构材料	377
二、飞机结构用主要防护涂料	378
三、飞机结构材料涂装前的表面处理工艺	380
四、小型飞机的整机涂装工艺	381
五、大型飞机的整机涂装工艺	382
六、飞机的维修涂装	383
第三节 汽车涂装工程	384
一、汽车涂料分类、要求和涂装特点	385
二、汽车车身的涂装工艺	386
三、车架的涂装工艺	390
第四节 集装箱涂装工程	390
一、集装箱涂料的技术要求	391
二、集装箱涂装工艺	392
三、集装箱涂装质量的保证	414
参考文献	419

第十三章 建筑工程涂装

420

第一节 彩板涂料和涂装	420
一、彩板涂料的应用和发展概况	420
二、彩板涂料的品种及组成	421
三、彩板涂料的涂装工艺	423
第二节 市政工程防腐蚀涂料和涂装	437
一、城市区域的腐蚀环境	437