

金晓鸿 主编

防腐蚀 涂装工程

手 册

第二版

★ FANGFUSHI
TUZHUANG GONGCHENG
SHOUCE



化学工业出版社

防腐蚀 涂装工程

手 册

第二版

FANGFUSHI
TUZHUANG GONGCHENG
SHOUCE



化学工业出版社

· 北 京 ·

《防腐涂装工程手册》由 20 多位长期在工程一线的专家编写。手册从防腐涂装工程的设计和施工、质量控制和监理、在各个行业的应用等三个方面进行全面系统的介绍。与第一版相比，第二版从不但从内容结构上进行了优化，而且根据新的标准和规范要求，重点增加和强化了防腐涂装工程质量管理的内容，对各类应用中的技术更新也给予了关注。

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。

图书在版编目 (CIP) 数据

防腐涂装工程手册/金晓鸿主编. —2 版.
北京: 化学工业出版社, 2014.1
ISBN 978-7-122-18569-3

I. ①防… II. ①金… III. ①防腐-涂料-技术
手册②防腐-涂漆-技术手册 IV. ①TQ639-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 232322 号

责任编辑: 段志兵 王清颢 卢萌萌
责任校对: 边 涛



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: 北京云浩印刷有限责任公司
装 订: 三河市宇新装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张 24 $\frac{3}{4}$ 字数 597 千字
2014 年 1 月北京第 2 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: 88.00 元

版权所有 违者必究

编写人员

主编：金晓鸿 副主编：王 健

第一篇 防腐蚀涂装工程设计和施工

- 第一章 防腐蚀涂装工程概述 金晓鸿 毕士君
- 第二章 防腐蚀涂装工程设计要点 刘 新 金晓鸿
- 第三章 防腐蚀涂料的种类和选择 金晓鸿
- 第四章 防腐蚀涂装前的表面处理 徐国强 周 良 祝家洵 任卫东
- 第五章 防腐蚀涂装方法和设备 邢汉江 周 良
- 第六章 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

第二篇 防腐蚀涂装工程质量控制和监理

- 第七章 防腐蚀涂装工程质量控制的方法和要点 金晓红
- 第八章 防腐蚀涂料和涂装的标准和规范 金晓鸿
- 第九章 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
- 第十一章 防腐蚀涂装工程的监理 刘 新 金晓鸿

第三篇 防腐蚀涂装工程的应用

- 第十二章 船舶涂装工程 汪国平
- 第十三章 海洋工程涂装 徐国强 余直霞 金晓鸿 陆旭峰
- 第十四章 大型钢结构涂装 刘 新 王 健
- 第十五章 管道工程的涂层防护 郑添水 宋志容
- 第十六章 化工设备和储罐的涂料防腐蚀保护 宋志容
- 第十七章 交通运输工程涂装 杜存山 李敏凤 金晓鸿
- 第十八章 建筑工程涂装 金晓鸿
- 第十九章 电力工程涂装 李荣俊

各章中聚脲弹性体内容由黄微波编写。

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》。手册中汇集了最新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

(本序言系柯伟院士为本书第一版所作，本版刊用时未作改动。)

第二版前言

《防腐蚀涂装工程手册》自 2008 年 7 月第 1 版出版后，受到广大业内读者的欢迎和关注，许多读者提出了宝贵的修改意见和建议。这是广大读者对我和全体编委的鼓励和支持，在此表示衷心的感谢。

鉴于防腐蚀涂料和涂装技术的持续发展和更新，特别是一些新的国际标准也正在陆续实施，我们对本手册进行了修订。第二版对手册整体内容结构进行了优化，同时增加了“防腐蚀涂装工程质量控制的方法和要点”（第二篇第七章）和“防腐蚀涂装工程的监理”（第二篇第十一章）新的两章，加强补充了“防腐蚀涂装方法和设备”（第一篇第五章）、“防腐蚀涂料和涂装的标准和规范”（第二篇第八章）和“船舶涂装工程”（第三篇第十二章）的内容。

参加第二版修改编写工作的除第一版的专家外，增加了余直霞、周良、毕士君三位专家。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、中远佐敦船舶涂料有限公司也继续对主编工作给予积极支持和提供许多便利。在此一并再次深表谢意。

在再版的编写工作中，我们力争补充国内外最新的防腐蚀涂装方面的文献和技术资料，对第一版中的个别文字作修改和修饰外，作了一些修改和补充，但是可能难免还有一些不合适之处，恳请各方面专家继续给予赐教。

金晓鸿

2013 年 11 月于厦门

第一版前言

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，我们力争做到收录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 防腐蚀涂装工程设计和施工

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	35

第二章 防腐蚀涂装工程设计要点 36

第一节 典型的腐蚀环境和工作条件评估	36
一、大气环境	36
二、水介质环境	40
三、土壤环境	45
第二节 防腐蚀涂装体系选择和确定	51
一、ISO 12944 标准简介	51
二、防腐蚀涂料涂装工程设计步骤	52
参考文献	53

第三章 防腐蚀涂料的种类和选择 54

第一节 涂料的防腐蚀机理	55
一、金属腐蚀类型	55
二、涂料的阳极（钝化、缓蚀）作用	57
三、涂膜的阴极保护作用	57
四、涂膜的屏蔽隔绝作用	58
五、重防腐涂料的发展和特点	58
第二节 防腐蚀涂料体系的构成	59
一、底漆	59
二、中间层漆	60
三、面漆	61
第三节 各种成膜物质及相应涂料	62
一、环氧树脂	63
二、聚氨酯树脂	66
三、含氯类聚合物	67

四、丙烯酸树脂	72
五、酚醛树脂	73
六、醇酸树脂	73
七、不饱和聚酯树脂	74
八、氨基树脂	75
九、含氟树脂	76
十、聚脲弹性体材料	77
十一、导电聚合物	78
十二、沥青	79
十三、生漆	79
第四节 防腐蚀涂料的设计计算	80
一、概述	80
二、防腐蚀涂料体系的使用年限	81
三、防腐蚀涂料体系干膜厚度的确定	82
第五节 防腐蚀涂料的选材	83
参考文献	90

第四章 防腐蚀涂装前的表面处理 92

第一节 表面处理的功能和方法	92
一、涂料对物体表面的三种附着形式	92
二、表面处理的主要功能	93
三、表面处理技术的进展和对涂层耐久性的影响	94
第二节 金属表面的污染和处理方法	95
第三节 表面处理标准	96
一、国内外表面处理的主要标准	96
二、主要标准除锈等级（清洁度）的描述	101
第四节 酸洗	102
第五节 溶剂清洗	104
第六节 金属表面的磷化处理	105
第七节 水喷射清洁	106

第八节 喷砂	108
一、空气喷砂	109
二、湿法喷砂	112
三、旋转轮式机械喷砂（离心喷砂）	112
四、真空喷吸砂	114
五、弹性喷砂	115
六、各种类型的喷砂设备	117
七、喷砂效率	125
八、喷砂工序检验	131
第九节 磨料和表面粗糙度	131
一、磨料的种类和选择	131
二、表面粗糙度	132
第十节 混凝土的表面处理	134
参考文献	136

第五章 防腐蚀涂装方法和设备 137

第一节 防腐蚀涂装方法	137
一、浸涂	137
二、刷涂	138
三、辊涂	139
四、空气喷涂	140
五、无气喷涂	142
六、混气喷涂	152
七、双组份喷涂系统	157
第二节 涂装房	161
一、涂装房的设计要求	161
二、设计原则	161
三、涂装房的布置形式	162
四、主要系统及说明	165

第三节 除湿机	173
第四节 特涂技术与装备	178
一、基本涂装规格	179
二、标准涂装规格	181
三、施工方法	185
四、施工装备	187
五、特殊涂装标准	189

第六章 防腐蚀涂装施工安全、卫生和污染治理 191

第一节 涂装施工的危险因素及一般防护措施	191
一、涂装施工的危险因素	191
二、一般防护措施	197
三、安全技术教育培训	202
第二节 个人劳动保护用品	203
一、个人劳动保护用品	203
二、个人劳保用品需具备的特征	204
三、个人劳保用品的维护和判废规定	207
第三节 涂料的安全施工指导	208
一、搞清涂装中的健康危害	208
二、有工作危险的人员	209
三、采取防护措施	210
四、正确使用工作服与装备	211
五、急救措施	213
六、泄漏应急处理	214
第四节 健康和环保措施	215
一、健康安全	215
二、环境保护措施	218
第五节 相关安全的防护标准	223
参考文献	224

第二篇 防腐蚀涂装工程质量控制和监理

第七章 防腐蚀涂装工程质量控制的方法和要点 226

第一节 概述	226
第二节 防腐蚀涂料的质量控制和认可	227
一、防腐蚀涂料的选择依据	227
二、涂装表面的预处理	229
三、涂装过程的质量控制	232
四、合格的涂层检验人员	233

第八章 防腐蚀涂料和涂装的标准和规范 238

第一节 腐蚀、防腐蚀涂料和涂装的基础标准	238
一、国际标准和规范	238
二、国家标准	240
三、行业和其他标准和规范	241
第二节 防腐蚀涂料标准和规范	241
一、防腐蚀涂料产品标准	241
二、防腐蚀涂料基本性能试验方法	248
第三节 防腐蚀涂层的标准和规范	249
一、防腐蚀涂层的基本性能试验方法	249
二、防腐蚀涂层的耐久性能测定方法	249
三、各类防腐蚀涂料的特性试验方法	250
第四节 防腐蚀涂装标准和规范	250
一、国际标准化组织 (ISO)	250
二、国家标准	253
三、行业标准	256
四、其他国际组织、国家和行业的标准和规范	256
参考文献	257

第九章 防腐蚀涂料性能检测方法和设备 258

第一节 防腐蚀涂料的性能检测	259
一、涂料的基本性能	260
二、与涂装施工有关的特性性能	267
第二节 防腐蚀涂层的性能试验方法	278
一、防腐涂层基本物理性能	279
二、防腐涂层的耐久性试验	284
三、防腐涂层的加速试验	289
第三节 防腐蚀涂层的现场评定方法	317
一、湿膜厚度的测量和计算	318
二、干膜厚度	319
三、涂膜的干燥和固化	320
四、附着力和内聚力	320
五、针孔和漏涂点检测	327
六、涂膜外观	330
第四节 防腐蚀涂层的失效分析	331
一、概述	331
二、防腐蚀涂层失效的主要特征	332
三、防腐蚀涂层失效的现场分析方法	333
四、防腐蚀涂层失效的实验室分析方法	334
参考文献	337

第十章 部分专用防腐蚀涂料特性检测方法和设备 339

第一节 船舶涂料特性检测方法	339
一、专用海水压载舱保护涂层性能试验方法	339
二、原油船货油舱保护涂层性能试验方法	346
三、耐阴极剥离试验方法	354
四、船舶涂料的耐盐水和热盐水的试验方法	363

第二节 海洋工程涂料性能检测方法	366
一、海上固定式钢质石油生产平台的腐蚀控制标准	366
二、ISO 20340 标准介绍	367
三、NORSOK M501	375
四、GB/T 16168—1996 海洋结构物大气段用涂料加速试验方法	376
第三节 交通运输工程涂料特性检测方法	380
一、混凝土保护涂料体系性能要求和评定	381
二、混凝土保护涂料体系性能试验方法	381
参考文献	386

第十一章 防腐蚀涂装工程的监理 388

第一节 概述	388
第二节 防腐蚀涂装监理工作的职责	388
第三节 防腐蚀涂装监理人员要求	389
第四节 钢结构防腐蚀工程监理	391
一、熟悉工程概况	391
二、监理工作范围、内容和控制目标	391
三、监理工作依据	392
四、监理组织机构及岗位职责	392
五、监理工作程序	394
六、防腐施工质量控制	395
七、进度控制	398
八、投资控制	398
九、工程安全监理	398

第三篇 防腐蚀涂装工程的应用

第十二章 船舶涂装工程 400

第一节 船舶涂装概述	400
------------------	-----

一、船舶涂装的特点	400
二、船舶涂装工程	403
三、现代化的船舶涂装工程和区域涂装技术	404
第二节 船舶涂装设计	410
一、概述	410
二、涂装详细设计	412
三、涂装生产设计	418
四、计算机辅助涂装生产设计	421
第三节 二次除锈与表面清理	423
一、二次除锈方式	423
二、二次除锈工艺	429
三、二次除锈质量要求	430
四、涂装前表面清理	431
第四节 船舶涂装工艺	432
一、船舶涂装工艺阶段	433
二、涂装环境管理	439
第五节 船舶压载舱涂装要求	442
一、压载舱涂装工艺程序	442
二、关于 IMO 的《船舶压载舱保护涂层性能标准》	443
三、IMO《涂层性能标准》对船舶压载舱涂装要求	444
第六节 原油船油舱防腐防护	450
一、原油船的腐蚀	450
二、原油船油舱保护涂层性能标准	451
三、IMO《原油船货油舱防腐蚀保护替代方法性能标准》	452
第七节 散货船和油船空舱处所保护涂层性能标准	454
一、标准框架	454
二、标准适用的空舱处所范围	454
三、标准关键技术要求	456
第八节 成品油船与特殊涂装	456
一、成品油船涂装的特殊性	457
二、成品油船涂装工程	461
三、有关特殊涂装的标准	465