

有机涂层钢板

张启富 黄建中 编著



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

有机涂层钢板

张启富 黄建中 编著

化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心
·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

有机涂层钢板/张启富,黄建中编著. —北京:化学工业出版社,2003.8
ISBN 7-5025-4727-4

I. 有… II. ①张… ②黄… III. 有机涂层-钢板
IV. TG14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 073363 号

有机涂层钢板

张启富 黄建中 编著

责任编辑:段志兵

责任校对:洪雅姝

封面设计:潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 12¼ 字数 290 千字

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4727-4/TQ·1797

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

内 容 提 要

有机涂层钢板是一种预处理钢板,有时称彩色钢板。本书系统地阐述了有机涂层钢板的原料、生产工艺和应用。内容涉及有机涂层钢板的特性和分类,有机涂层钢板连续生产工艺,生产过程中使用的基板、预处理、涂料与覆膜、生产机组和设备,有机涂层钢板涂层质量控制和性能检测,有机涂层钢板在建筑、家电、汽车等行业的应用及有机涂层钢板发展的新动向等。

本书理论与实际相结合。对有机涂层钢板生产工艺的推广和进行品种的开发、提高生产效率和产品质量,具有重要的参考价值。

本书可供从事钢铁产品深加工、有机涂层钢板生产和应用的决策、管理、生产技术人员,科研设计单位工程技术人员,高等院校相关专业师生参考。

序

当今中国已是世界钢铁大国，正向着钢铁强国迈进！

涂镀层钢板是冶金工业最后的精细产品之一。它们的生产水平，是一个国家整体工业水平的标志之一，涂镀层钢板是一种科技含量高的高效钢材，它们又是一个国家冶金科技水平的反映。

涂镀层钢板在国外发展历史久远，目前工业国家涂镀层钢板产量约占各国钢产量的10%，占冷轧钢板70%甚至更高。有机涂层钢板是涂镀层钢板中的重要一员，全世界至今已有400余条生产线，生产能力达1400万吨，品种达600余种。

我国涂镀层钢板起步较晚，但发展迅猛，在近10年进入高速发展期，截至2002年我国已建成24条生产线，设计总生产能力为161.6万吨。正在建设或筹建中的还有十余条，这些生产线的建成，大大地提高我国有机涂层钢板的产能，也使我国进入有机涂层钢板生产大国的行列。

有机涂层钢板是由金属基体、化学处理层、有机涂层构成，它兼有金属和有机聚合物两者的高强度、耐蚀性、装饰性、加工性、焊接性等诸多性能，在建筑业、汽车业和家电业得到广泛的应用。

当前，冶金业、建筑业、汽车业、家电业正以突飞猛进的速度发展，这将有利促进我国彩涂工业的发展。这些行业的有关从业人员、维修业者、相关专业的教师和学生，直至汽车、家电用户都希望通晓有机涂层钢板知识，企盼得到一本有关有机涂层钢板的书，然而我国目前仍是空白！

钢铁研究总院在有机涂层钢板技术方面，既具有深厚的理论基础和卓越的工艺开发能力，又具有丰富的工程经验，已在国内推广了多条彩涂生产线。本书作者是具有很深学术造诣的教授，又是彩涂工程项目承包的总负责人。《有机涂层钢板》一书，涵盖了有机涂层钢板的发展历史、生产工艺、基板特性、预前处理、涂料覆膜、机组设备、质控检测、应用领域、发展方向等章节，内容丰富，取材新颖，结构严谨，论述简洁，是一本现代、科学、适用、难得的好书。本书的适时出版，必将受到有关人员的欢迎，也将为我国涂镀层钢板的发展作出一份切切实实的贡献。

中国工程院 院士
钢铁研究总院 院长



2003年7月

前 言

有机涂层钢板是将有机涂料涂敷于薄钢板而获得的涂装产品。有机涂层钢板为预处理钢板的一种，因为通常有多种鲜艳的颜色，所以也称彩色涂层钢板，简称彩色钢板或彩涂板。它既有有机化合物良好的着色性、成型性、耐蚀性和装饰性，又有钢板的高强度和易加工性能，是钢铁工业的深加工产品，是高效节能钢材。由于涂层涂敷是在冶金工厂完成，它又是预涂层钢板中的重要成员，它为产品加工厂免去涂装工序，从而减少了厂房，节省了投资，消除了污染，改善了工作环境，受到广大制造业的欢迎。

随着我国国民经济的高速发展，特别是近十年，我国建筑业以前所未有的速度发展；汽车制造业已成为我国支柱产业；家电产品产量跃居世界前列，这都为有机涂层钢板提供了广阔的市场和应用空间。市场对有机涂层钢板的需求急剧增长，使我国的有机涂层钢板的生产进入高速发展期。

本书首次系统地介绍了有机涂层钢板的生产技术、应用和发展，为从事有机涂层钢板生产和应用的管理、生产、技术人员提供参考。

全书共分九章。第一章介绍了有机涂层钢板的特性和分类，有机涂层钢板的耐蚀性和使用中的一些问题。

第二章着重介绍有机涂层钢板的连续生产工艺，内容包括钢板的前处理、涂料涂敷工艺、涂层的固化工艺、涂层的后处理工艺等。

在第三章中，介绍了有机涂层钢板生产所需的基板种类和性能要求。

有机涂层钢板涂敷前为提高基板的耐蚀性、黏附性，必须进行预处理，第四章对预处理的工艺进行了详细的阐述。

第五章详细地介绍了有机涂层钢板所用的涂料和覆膜的种类。

在第六章中，以我国早期引进的几条机组为例，详细地介绍了有机涂层钢板生产机组和设备。

第七章是为保证有机涂层钢板的生产和使用性能而进行的质量控制和性能检测。

有机涂层钢板在建筑、家电、汽车、食品等行业的应用在第八章中进行了介绍。

高质量、多用途的有机涂层钢板发展很快，高耐蚀性涂层钢板、高成型性涂层钢板、自润滑钢板、薄型有机涂层钢板、有机耐指纹钢板以及抗菌有机涂层钢板等，很有发展前途，第九章对这几类新型有机涂层钢板的发展新动向进行阐述，用以指导有机涂层钢板深层次的研究和生产。

限于编著者的水平，书中的论述可能并不完备，难免有偏颇及不妥之处，尚祈读者不吝赐教。

编著者

2003年6月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 有机涂层钢板的种类	1
第二节 有机涂层钢板的发展历史	1
一、国外有机涂层钢板发展历史	1
二、我国有机涂层钢板发展历史	2
第三节 有机涂层钢板的耐蚀性及使用寿命	4
一、有机涂层钢板的耐蚀性	4
二、有机涂层钢板的使用寿命	5
第四节 有机涂层钢板的使用	6
一、对使用性能的要求	6
二、有机涂层钢板的主要用途	7
三、有机涂层钢板在使用中的联接方法	7
四、有机涂层钢板使用中的一些问题	9
第二章 有机涂层钢板连续生产工艺	10
第一节 钢带(板)的开卷与联接	10
第二节 钢带(板)的前处理	11
一、钢板的磨刷处理	11
二、钢板的脱脂处理	11
三、钢板的表面化成处理	12
第三节 涂料的涂敷	12
一、涂敷工艺	12
二、塑料膜覆膜(层压)工艺	14
三、粉末涂敷工艺	15
第四节 钢板涂层的固化工艺	16
一、影响烘烤固化的因素	16
二、固化的加热方式	17
三、加热固化后的冷却	18
第五节 涂层的后处理工艺	19
一、印花工艺	19
二、压花工艺	19
三、覆膜工艺	20
四、涂蜡	20
五、平整与矫直	20
第六节 加热炉的防爆与废物处理	21
一、加热炉的防爆	21

二、热风加热废气的循环与二次焚烧	22
三、非热风加热的废气处理	22
四、废水处理	22
五、废渣处理	22
第三章 有机涂层钢板用基板	23
第一节 基板种类与性能要求	23
一、基板种类	23
二、基板的耐蚀性	23
三、基板的加工性	23
第二节 热镀锌钢板	24
一、概述	24
二、热镀锌层结构	24
三、热镀锌品种	26
四、热镀锌钢板耐蚀性原理	27
五、热镀锌钢板的腐蚀性	28
第三节 热镀锌合金钢板	29
一、热镀锌铝钢板	29
二、合金化热镀锌钢板	30
第四节 热镀铝及其合金钢板	31
一、主要品种	31
二、热镀铝(Ⅱ型)钢板	31
三、热镀铝-硅合金(Ⅰ型)钢板	32
四、热镀铝(55%)-锌-硅合金钢板	33
第五节 电镀锌及其合金钢板	35
一、概述	35
二、锌-镍、锌-铁合金镀层钢板	35
第四章 有机涂层钢板的预处理	37
第一节 有机涂层钢板预处理目的、要求及其流程	37
一、预处理目的	37
二、预处理的要求	37
三、预处理的工艺流程	38
第二节 清洗和表面调整处理	39
一、清洗方法	39
二、清洗液成分	40
三、表面调整处理	41
四、清洗-调整一步处理	42
第三节 化学转化膜类型及处理工艺	43
一、化学转化膜类型	43
二、化学转化处理工艺	44
三、化学转化处理后的冲洗	45

第四节 化学转化处理剂	45
一、磷酸盐处理剂	45
二、铬酸盐处理剂	47
三、复合金属氧化物处理剂	49
第五节 预处理工艺的选择	50
一、预处理工艺选择的关键因素	50
二、预处理类型的选择	50
第五章 有机涂层钢板的涂料与覆膜	53
第一节 概述	53
一、涂料的性能要求和选择	53
二、液体涂料	53
三、粉末涂料	54
四、塑料薄膜	54
五、涂层结构	54
六、各类卷材涂料的性能与市场	55
第二节 聚氯乙烯涂料	58
一、聚氯乙烯涂料分类	58
二、溶剂型乙烯涂料	59
三、有机溶胶	59
四、塑溶胶	60
第三节 聚酯涂料	61
一、聚酯树脂	61
二、环氧涂料底漆	62
三、聚酯涂层钢板	62
第四节 有机硅改性聚酯涂料	63
一、改性方法	63
二、硅改性涂层钢板的特点	64
第五节 聚偏氟乙烯涂料及其他	65
一、聚偏氟乙烯涂料	65
二、富锌底漆	66
三、丙烯酸涂料	67
四、背面涂料	68
第六节 覆膜与黏结剂	69
一、丙烯酸树脂覆膜	69
二、聚酯基覆膜	69
三、聚氯乙烯覆膜	69
四、聚乙烯覆膜	69
五、聚氯乙烯覆膜	70
六、覆膜黏结剂	70
第六章 有机涂层钢板生产机组和设备	72

第一节 有机涂层钢板生产机组技术参数和工艺流程	72
一、武钢机组的参数和流程	72
二、宝钢机组的参数和流程	73
三、广州机组的参数和流程	77
四、北京机组的参数和流程	78
五、钢铁研究总院设计机组的参数和流程	80
第二节 有机涂层钢板生产线入口段设备	83
一、钢卷车和开卷机	83
二、剪切机、缝合机和去毛刺机	84
三、预清洗槽	85
四、干燥器、入口活套	86
第三节 有机涂层钢板生产线工艺段设备	87
一、预处理设备	87
二、涂敷设备	89
三、固化炉与冷却系统	93
四、覆膜/压花机和冷却系统	96
第四节 有机涂层钢板生产线出口段及其他设备	97
一、活套塔、张力辊和剪切机	97
二、卷取机与钢卷小车	97
三、转向辊、张力辊组、控制辊	98
四、炉子系统设备	98
第五节 环保设备	99
一、废气处理设备	99
二、废液处理设备	103
第六节 机组的电气传动与控制	103
一、传动系统	103
二、基础自动化控制系统	104
三、监控系统	104
四、操作台箱	104
五、在线检测仪表	104
六、CPC 和 EPC 控制	105
第七章 有机涂层钢板涂层质量控制与性能检测	106
第一节 有机涂层钢板的性能及其检测	106
一、有机涂层钢板的性能	106
二、性能检测及其标准	106
第二节 有机涂层钢板的质量控制	107
一、基板的选择及涂料的预检测	107
二、有机涂层钢板生产过程的检测	108
三、试样放置和检测的环境	109
第三节 有机涂层钢板物理性能的检测方法	109

一、涂料黏度的测定·····	109
二、表面磷酸盐膜质量的测定·····	110
三、涂膜厚度测量·····	110
四、涂膜的光泽测定·····	112
五、颜色的测定·····	112
第四节 有机涂层钢板力学性能的检测·····	113
一、涂膜硬度的测定·····	113
二、冲击试验·····	114
三、弯曲试验·····	115
四、涂膜附着力测定·····	116
五、涂膜耐磨性测定·····	117
第五节 有机涂层钢板耐蚀性能的检测·····	117
一、大气曝晒试验·····	117
二、盐雾试验·····	117
三、潮湿试验·····	118
四、人工加速老化试验·····	118
五、耐二氧化硫试验·····	119
六、水浸试验·····	119
七、耐化学药品和溶剂试验·····	120
第六节 几种有机涂层钢板性能的评价·····	120
一、室外用建材涂层钢板·····	121
二、家电用涂层钢板·····	122
三、食品包装用金属容器的评价·····	122
第八章 有机涂层钢板的应用 ·····	125
第一节 在建筑业中的应用概况·····	125
一、在建筑业中的应用领域及用量·····	125
二、有机涂层钢板在建筑业中应用的特征·····	126
三、有机涂层钢板在应用中的辅助件·····	127
第二节 国外有机涂层建筑用钢板·····	129
一、美国建筑用钢板·····	129
二、日本建筑用钢板·····	130
三、欧洲建筑用钢板·····	135
四、前苏联建筑用钢板·····	136
第三节 有机涂层钢板在家电行业中的应用·····	138
一、有机涂层钢板给家电业带来显著经济效益·····	138
二、家电用有机涂层钢板的发展·····	138
三、家电用有机涂层钢板性能要求和主要类型·····	139
四、有机涂层钢板的应用范围·····	140
五、应用中的联接·····	141
第四节 有机涂层钢板在其他行业中的应用·····	142

一、汽车行业中的应用·····	142
二、食品罐中的应用·····	144
第九章 有机涂层钢板发展新动向·····	147
第一节 高耐蚀性有机涂层钢板的新发展·····	147
一、热镀 Zn-Al 合金为基的有机涂层钢板·····	147
二、电镀锌合金为基板的有机涂层钢板·····	148
三、高耐候有机涂层钢板·····	149
第二节 高成型性有机涂层钢板·····	149
一、IF 钢合金化镀锌钢板为基板的有机涂层钢板 ·····	149
二、有机润滑涂层热镀锌钢板·····	150
三、有机自润滑钢板·····	151
第三节 高强度有机涂层钢板·····	157
一、提高钢强度的途径·····	157
二、高强度有机涂层钢板·····	159
第四节 薄型有机涂层钢板·····	161
一、薄型有机涂层品种和结构·····	161
二、薄型有机涂层钢板性能·····	164
三、无 Cr(VI) 黑色有机涂层钢板的开发 ·····	165
四、有机耐指纹钢板发展·····	167
第五节 抗菌有机涂层钢板及其他·····	172
一、抗菌原理·····	172
二、抗菌有机涂层钢板的品种·····	172
三、抗菌有机涂层钢板的应用·····	173
四、其他特殊性能有机涂层钢板·····	173
五、有机涂层钢板生产新技术·····	174
参考文献·····	177

第一章 绪 论

第一节 有机涂层钢板的种类

有机涂层钢板俗称彩色涂层钢板（简称彩涂钢板或彩板），是指有机涂料涂敷于钢板（有时也有铝板）表面而获得的涂装产品。此类涂层钢板在各行业制作各类产品后无需再进行涂装工序，所以又将有机涂层钢板归为预涂层钢板。

有机涂层钢板一般由冶金企业集中生产，由于省去了产品制作中的涂装工序，大大降低了各类制造业成本。据估计，薄板涂层制品的成本降低了 5%~10%，节省能源约 $\frac{1}{6}$ ~ $\frac{1}{5}$ 。尤其节约了薄板制品的预处理和涂装设备的大量投资，并且改善了企业的环境和工人的劳动条件，自然受到用户欢迎。

有机涂层钢板兼有有机聚合物与钢板两者的优点，既有有机聚合物的良好着色性、成型性、耐蚀性、装饰性，又有钢板的高强度和易加工性，能很容易地进行冲裁、弯曲、深冲、焊接等加工，这就使有机涂层钢板制成的产品具有优良的实用性、装饰性、加工性、耐久性。

目前有机涂层钢板的品种繁多，大约超过 600 种，但至今仍没有一个严格的分类方法，因为在众多的品种之间难以找到一个区分它们的标准。同时，各厂家都有其独特的设备、工艺，产品品种很多。现在只按一般习惯分类。

（1）按使用基板分类。通常用于有机涂层钢板的基板有：冷轧钢板、热镀锌钢板、热镀锌合金化钢板、热镀锌-铝系合金钢板、电镀锌合金钢板、电镀锌钢板、镀锡钢板、镀铬（无锡）钢板、铝板等。

（2）按加工工艺分类^[1]。按涂敷方法不同，有辊涂法、喷涂法、淋涂法、粉末法、覆膜法、印刷法等制得的有机涂层钢板；

按涂敷次数不同，有一涂一烘、二涂二烘、三涂三烘、四涂四烘等不同工艺涂敷制得的有机涂层钢板；

按压花或印花加工分，还可细分为木板纹、大理石纹或羊皮纹、水泥砂浆纹等涂层钢板。此外还有表面植绒产品。

（3）按使用涂料种类分类。通常按用于制作有机涂层的涂料分类，有聚氯乙烯涂层钢板、聚酯涂层钢板、丙烯酸涂层板、氟碳涂层板、硅聚酯涂层板等。

（4）按涂层性能特点分类。按有机涂层性能特点分，有高耐候涂层板、耐高温涂层板、自熄涂层板、灭菌涂层板、不粘雪（用于屋顶）涂层板、耐指纹涂层板以及自润滑涂层板等。

（5）按特殊涂料和用途分类。如以环氧富锌涂料、以冷轧钢板为基板的有机涂层板，有表面植绒钢板以及一些特殊有机涂层复层板，如贴木膜板、夹芯板、防震板等。

第二节 有机涂层钢板的发展历史

一、国外有机涂层钢板发展历史

早在 1927 年，美国开始生产有机涂层钢板，1936 年美国首先建造成有现代涂层生产线

雏形的连续有机涂层钢板生产线。其产品主要用于制作百叶窗和挡风墙，以取代木制品。

20 世纪 50 年代以后，有机涂层钢板大量用于建筑行业，获得快速发展，美国于 1955 年初建造了第一批宽带涂层机组。此后，其有机涂层钢板的产量增长率达到 16.5%。1979 年美国建成最大有机涂层机组，其生产的板宽为 1828mm，最高生产速度可达到 244m/min，年产量可达到 50 万吨。此前为美国有机涂层钢板发展最快时期，每年产量递增率达到 10%~30%。

到 1980 年，美国已建成有机涂层钢板生产线 200 余条（包括窄带材生产线，其中 25% 生产线用于生产以铝带材为基板产品），总产量已达到 350 万吨，其中 30% 用于汽车工业。上世纪 90 年代以后，美国有机涂层钢板生产线数量已占全世界生产线的 50%~55%。

美国的有机涂层钢板技术大量向国外输出，从而促进了欧洲和日本的有机涂层钢板的发展。

英国于 1961 年开始生产有机涂层钢板，有欧洲最大的有机涂层钢板卷联合企业。西欧涂层生产线 1979 年达到 75 条，总产量达 110 万吨，在 1976 年到 1983 年间，有机涂层钢板年产量增长率达 15%。

前苏联有机涂层钢板生产发展速度很快，1976 年到 1980 年间，其产量增长 26%，1981 年到 1985 年间，增长 70%~140%。

日本的有机涂层钢板的生产始于 1951 年，当时的川铁钢板试验生产设备，每月生产 30t，1954 年开始研制生产“RESINO 铁板”，第一批 20t，产品销往山海道。这条单张涂层钢板生产线起初在东京，后迁往川铁钢板松户工场。此生产线经改进后一直在生产，年生产能力仅为 1.5 万吨。

1964 年日本日新制钢、井桁制钢、东海钢业等公司，相继采用连续式涂层生产设备。年产量曾达到 120 万吨。日本各公司引进美国先进技术后，提高了产品质量和产量。自 1967 年以后，又建造了许多采用先进技术的生产机组，至 20 世纪 90 年代末已拥有近 50 条生产线。年产量达到 270 万吨，成为除美国之外的最大有机涂层钢板的生产国。

在欧洲，德国、法国、英国、芬兰、比利时、意大利、瑞典、瑞士、丹麦、挪威、荷兰、西班牙、捷克、土耳其等国家都建造了有机涂层钢板生产线，总计约 90 余条。

另外，美洲的加拿大、巴西、委内瑞拉、墨西哥，亚洲的韩国、中国、伊朗、菲律宾以及澳洲的澳大利亚、非洲的南非都建有有机涂层钢板生产线。

目前，在全世界 40 个国家（地区）近 200 家公司（厂）共有约 474 条有机涂层钢板生产线，其中铝带作基板的约占 20%。美国约 200 条生产线，日本有 50 余条，欧洲国家有 120 条，亚洲有 74 条^[2]。

目前世界有机涂层钢板年生产能力 1400 万吨，其中美国 450 万吨、欧洲约 400 万吨、日本约 270 万吨、亚洲其他国家约 120 万吨。美国、日本、欧洲合计年生产能力约占全世界总生产能力的 84%^[2]。

二、我国有机涂层钢板发展历史^[1~5]

我国有机涂层钢板生产起步较晚，1963 年开始了以聚氯乙烯塑料覆层板和聚氯乙烯有机溶胶涂层钢板的研制工作。1969 年在上海第三钢铁厂建成我国第一条聚氯乙烯薄膜覆层钢板生产线，生产 (0.5~2)mm×1000mm×2000mm 板，年生产能力为 1 万吨，试用于船舶部门。1979 年江苏浏河镇氧化复塑厂建成塑料薄膜覆层铝板生产线，生产 (0.5~2)mm×700mm 涂层钢板，年生产能力不到 1000t。1981 年鞍山钢铁公司改建一条以冷轧带钢为原

板的塑料薄膜层压钢板连续生产线，生产 $(0.5\sim1.5)\text{mm}\times1060\text{mm}$ 涂层钢板，年生产能力为 1 万吨，产品供轻工部门使用。

1983 年我国组织钢铁研究总院、鞍钢等科研单位和生产厂家开展有机涂层钢板的“六五”攻关，建立了工业试验机组，研制出涂层钢板和用于涂层钢板生产的涂料中试产品，解决了涂层钢板无损焊接技术，并对有机涂层在建筑和家具上的应用技术进行开发。

20 世纪 80 年代后，我国开始陆续引进有机涂层钢板的生产技术和设备。

1983 年鞍山冷带厂从日本引进 2 条单张辊涂生产线，生产 $(0.5\sim1.5)\text{mm}\times(700\sim1000)\text{mm}\times2000\text{mm}$ 涂层钢板，年生产能力为 1500t。

1985 年鞍山冷轧厂从美国埃匹克厂引进二手设备，生产 $(0.4\sim1.2)\text{mm}\times1200\text{mm}$ 涂层钢板，年生产能力 6.4 万吨。

1987 年武钢冷轧厂从英国戴维公司引进一条现代化生产线，采用辊涂预处理，缩短了机组长度，生产 $(0.4\sim1.28)\text{mm}\times(700\sim1250)\text{mm}$ 涂层卷板，年生产能力为 6.4 万吨，以冷轧钢板和镀锌钢板为基板。

1988 年广州第三轧钢厂从美国万宾公司引进立式涂层机和电感应烘烤炉，大大缩短了机组长度，生产 $(0.3\sim1.5)\text{mm}\times(500\sim1250)\text{mm}$ 板，年生产能力为 6 万吨。

1989 年宝钢从美国韦恩公司引进一套高速自动化涂层生产机组，生产 $(0.3\sim2.0)\text{mm}\times(900\sim1550)\text{mm}$ 板，年生产能力达 22.7 万吨，以酸洗热轧钢带、冷轧钢带、电镀锌及热镀锌钢带为基板。同年，北京钢窗厂从日本中外炉公司引进一条 $(0.25\sim1.2)\text{mm}\times(610\sim1100)\text{mm}$ 涂层钢板生产线，年生产能力为 3.6 万吨。

目前正在运行的 10 条有机涂层钢板生产线列于表 1-1^[4]，总的设计能力为 82.6 万吨。

表 1-1 我国现有有机涂层钢板机组情况

企业名称	产品规格($h\times b$)/mm $\cdot$ mm	投产时间	年产量/万吨	设备供应厂商
武钢冷轧厂	$(0.28\sim1.2)\times(700\sim1250)$	1987 年	6.4	英国戴维公司
宝钢一冷轧厂	$(0.30\sim2.0)\times(900\sim1500)$	1988 年	22.7	美国韦恩公司
北京健翔公司	$(0.25\sim1.2)\times(610\sim1100)$	1996 年	3.5	日本中外炉公司
苏州同信公司	$(0.30\sim0.8)\times(700\sim1330)$	1997 年	7.0	韩国
大连浦金公司	$(0.2\sim1.6)\times(600\sim1250)$	1997 年	8.0	韩国
西南铝业	$(0.3\sim1.2)\times(610\sim1250)$	1997 年	5.0	英国布朗克斯公司
珠海拾比佰公司	$(0.4\sim0.8)\times(400\sim1250)$	1998 年	2.0	中国
青岛海尔公司	$(0.3\sim1.5)\times(600\sim1250)$	1998 年	5.0	日本
宝钢 2 号彩涂线	$[0.3\sim0.8(1.0)]\times(700\sim1250)$	2002 年	17.0	美国亨特法特公司
张家港万达公司	$(0.2\sim0.8)\times(700\sim1250)$	2000 年	12.0	中国

1998 年之后，我国建筑业发展迅猛，建材市场需求旺盛，家电生产规模也在世界前列，这就大大促进了有机涂层钢板的消费和发展，使之产量、消费量连年增加。据国家有关部门调查和分析，我国在 1998~2001 年间，有机涂层钢板产量年平均增长率为 64%，表观消费量年均增长率为 68%，我国自产涂层钢板产量已远远不能满足市场的需求，因此自 1995 年以来，有机涂层钢板的进口量也在逐年增加，几乎每年进口量都比自产量约高 1~2 倍。可见过去 4~5 年间我国有机涂层钢板已供不应求，缺口很大（表 1-2）。

近两年来，我国又出现钢铁投资热潮，我国有机涂层钢板生产线建设也是高速增长。据不完全统计，截止至 2002 年 5 月，我国已建成有机涂层生产线 24 条，形成 161.6 万吨的年生产能力。此外，正在兴建的和筹建中的生产线还有十余条。这些生产线的建设，极大地提

高我国有机涂层钢板的产能，也使我国进入有机涂层钢板生产大国的行列。

表 1-2 我国有机涂层钢板产量、进出口和消费量（万吨）

时 间	产 量	进 口	出 口	表观消费	自给率(产量/表观消费)/%
1995 年	12.7	23.2	0.5	35.4	35.9
1996 年	17.0	32.3	1.4	47.9	35.5
1997 年	15.6	41.4	0.1	56.9	27.4
1998 年	21.6	30.7	0.8	51.5	41.9
1999 年	33.2	29.8	0.3	62.7	53
2000 年	35.4	52.2	1.2	86.4	41
2001 年	82.6	71.7	0.2	154.1	53.6

依据各公司的自身条件，对有机涂层钢板的生产和定位有其各自的重点，例如主要为建筑业服务的有^[2]浦金、北京健翔、宝钢、武钢等，主要为家电服务的有海尔、珠海、同信等，主要为汽车业服务的有宝钢、武钢、鞍钢等。

随着近 10 年来我国建筑业和家电业的迅猛发展，对有机涂层钢板的需求快速上升。表 1-2 列出了从 1995 年到 2001 年我国有机涂层钢板的消费情况。

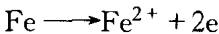
第三节 有机涂层钢板的耐蚀性及使用寿命

一、有机涂层钢板的耐蚀性

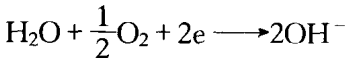
（一）有机涂层的膜下腐蚀过程

有机涂层虽然具有隔离钢材与外界腐蚀环境的能力，但一般而言，有机涂层往往存在微小针孔，外界的水分、蒸汽、氧及各种离子均能通过针孔渗透到钢基与涂层间的界面，并形成局部电池，发生膜下腐蚀。Leid heiser 等^[6]提出的膜下腐蚀的过程（机理）是：

- （1）水、离子和氧渗入有机涂层；
- （2）基体金属与溶液间导电途径是电阻较低的涂层部位；
- （3）在钢基表面发生阳极反应



- （4）在钢基表面还发生阴极反应



在阴极区出现涂层鼓泡，脱层现象；

- （5）腐蚀反应进行时，在有机涂层导电部位下面，离子的浓度增加，并生成固态的腐蚀产物；

- （6）铁的溶解使反应部位附近的 pH 值降低；

- （7）阴极区域的 pH 值升高和阳极区域的 pH 值降低，对有机涂层均有害处。

O'Driscoll^[7]证实有机涂层鼓泡位置与局部电池的阳极和阴极的位置相一致，阳极区域呈酸性，涂层有变脆倾向。阴极区呈碱性，涂层软化膨胀，使黏结性变差。同时阴极域由于水的侵入，鼓泡容易长大，鼓泡破裂，导致大面积的腐蚀。

溶液中溶剂与溶质粒子在有机涂层中的渗透、传输是腐蚀发生的前提，是个复杂的过程。有人^[8]认为涂层在水溶液中浸泡初期称第一期，水主要受渗透压作用，通过涂层毛细孔渗入涂层，此期，基本仅仅发生水的渗透，水和涂层发生作用，导致涂层发生降解，从而影响其他离子在随后的传输。一定时间后，吸水达到饱和，进入第二期。直至第二期末期，

Cl^- 、 Na^+ 等离子开始明显进入,因为此时金属与涂层界面形成腐蚀微电池,阴极区发生氧还原形成 OH^- 带电离子,从而诱导 Na^+ 及 Cl^- 进入。此期 Na^+ 、 Cl^- 等离子在涂层中的慢扩散,应是有机涂层钢板腐蚀发展速度的控制步骤。当涂层发生脱落,导致吸水量再次上升,此时称为第三期。当溶液存在 Na^+ 、 Cl^- 等离子时,将加速金属的腐蚀速度,涂层的降解将增速,从而使得第三期更早到来^[9],有研究^[10]还表明,在阴极区发生氧还原生成 OH^- 后,也将影响水在涂层中的传输。

有人^[11]测出各种粒子在有机涂层中的扩散系数 D , $D_{\text{H}_2\text{O}} > D_{\text{O}_2} > D_{\text{Cl}^-} > D_{\text{Na}^+}$ 。侵蚀性粒子在涂层中的传输受涂层种类、组分、结构的影响。一般认为^[12],蒸气压高的如水、氧等容易浸透到涂层中,而蒸气压低的离子很难透过健全的涂膜。

有机涂层钢板腐蚀速度除与有机涂层物理化学性能有关外,还取决于有机涂层的抗气体、液体和离子的渗透性能。

(二) 有机涂层的防腐蚀机理

钢材同水和空气接触发生腐蚀反应,是局部电池作用的结果,即所谓电化学腐蚀。有机涂层具有隔绝钢材与外界腐蚀环境的功能。如前所述,涂层钢板发生腐蚀的前提是溶液溶质离子在涂层中的渗透,那么有机涂层的防腐蚀效果,自然取决于离子在涂层内迁移的难易程度。当离子经过涂层、渗透到钢材和涂层界面后并形成局部电池时,具有高电阻值的有机涂层,相当于在局部电池两极间插入一电阻,使局部电流难以流动,因而阻碍了钢材的腐蚀。

由此可知,有机涂层的防腐蚀性能与涂层的成分、厚度、均匀性以及涂层与钢基的结合力等有密切关系。

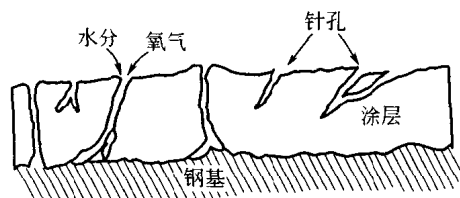


图 1-1 有机涂层防腐蚀示意图

图 1-1 为有机涂层防腐蚀示意图。增加涂层厚度和层数会减少涂层实际存在的微小针孔,这样也提高涂层的耐蚀性,如采用二涂二烘,或三涂三烘工艺,即可得到耐蚀性优良的有机涂层钢板。

(三) 有机涂层钢板的耐蚀性

有机涂层钢板的耐蚀性通常以失光、变色、粉化、细裂、开裂鼓泡和锈斑等腐蚀破坏程度来表示。

影响有机涂层钢板耐蚀性的因素很多,涉及有机涂层钢板的基板种类、涂料种类、涂敷层数和厚度、涂层钢板使用环境以及有机涂层钢板应用中的机械加工、运输、保管、施工安装和施工后维护保养等诸多方面的因素。单从有机涂层钢板的涂层特性原理分析,决定有机涂层钢板耐蚀性的根本因素是涂层结构特性和基板的耐蚀性能。涂层的保护性在大气腐蚀环境下,主要决定于涂料的耐蚀性或抗老化性。

二、有机涂层钢板的使用寿命^[13]

影响有机涂层钢板寿命的因素很多,一般很难回答某种钢板的使用年限问题。

通常采用各种典型大气环境和腐蚀介质工况条件下的户外挂片长期曝晒试验,并结合实验室模拟使用环境的加速抗气候性能实验结果,综合评价而取得钢板使用寿命的实验结果。即便这样,取得的寿命数据也只是在设定的工况环境下的概率寿命,与有机涂层钢板的实际寿命仍有差异。

国外有人提出,有机涂层钢板的耐久年限是指涂层严重硬化粉化以前的时间,即指规定