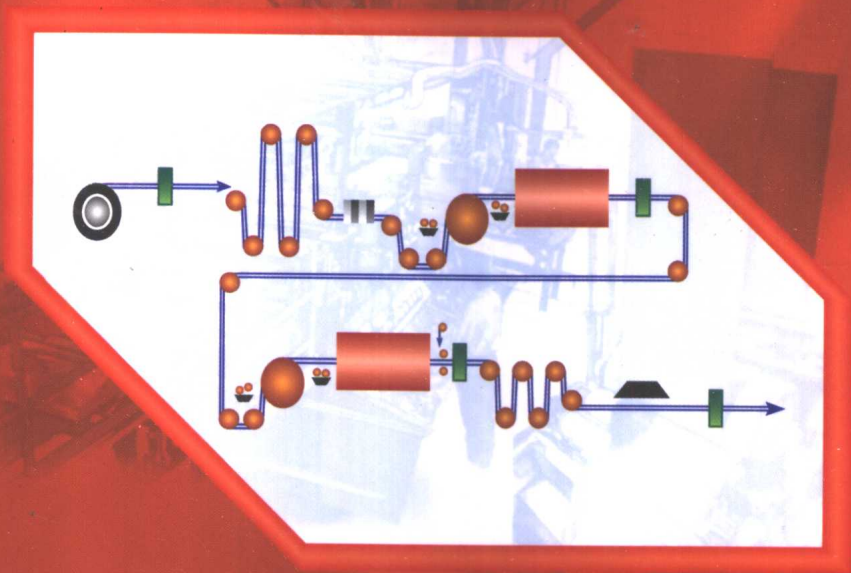


预涂金属卷材及涂料

肖佑国 祝福君 编著



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

预涂金属卷材及涂料

肖佑国 祝福君 编著

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

·北 京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

预涂金属卷材及涂料/肖佑国, 祝福君编. —北京:
化学工业出版社, 2003. 8
ISBN 7-5025-4504-2

I. 预… II. ①肖…②祝… III. 金属表面保护-
涂漆 IV. TG174.461

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 044390 号

预涂金属卷材及涂料

肖佑国 祝福君 编著

责任编辑: 顾南君

责任校对: 洪雅姝 崔世芳

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(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

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 8 $\frac{1}{4}$ 字数 187 千字

2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4504-2/TQ·1737

定 价: 24.00 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

前 言

预涂金属卷材自 20 世纪 30 年代问世以来,以它在生产和使用上的良好经济效益而得到快速的发展,已成为一种冶金和化工相结合的重要产品。据不完全统计 1999 年全球产量近 1000 万吨(约 4 亿平方米),是现代新型建材的主要品种之一,大量用作内外墙板、屋面板等,并在家电、汽车、金属家具等行业得到大量应用。我国在 80 年代初开始研究和引进这项技术,并相继建立了几条预涂卷材生产线和配套材料,如涂料等的供应体系。到 20 世纪末,预涂金属卷材在我国建筑市场得到大量应用,促使许多新的预涂金属卷材生产厂上马,新的生产线不断增多,预涂卷材用涂料的生产厂家和涂料产量也急剧增加,2002 年消耗预涂卷材涂料 2.5 万~3 万吨。成为涂料工业的一个新的经济增长点。

自 1982 年在“涂料工业”上发表了作者第一篇对金属预涂卷材作常识性介绍的文章“预涂卷材及卷材用涂料”后,又零星发表过几篇与预涂卷材有关的短文。1992 年应“涂料工艺”编委会之约,作者与王大期同志为“涂料工艺”共同撰写了第二十六章“预涂卷材涂料”,以当时收集到的资料,对预涂卷材及涂料作了较为全面的介绍。成文至今已过去十多年,在这期间预涂卷材在我国已形成了一个新兴的产业,并且正在蓬勃发展。在世界范围预涂卷材涂料无论在品种上还是在性能上都有了长足的进步与发展。为适应和有助于这一发展势态,

有必要在原有基础上加以扩展，补充近年来预涂卷材的新进展和新成就。希望它能给预涂卷材及其涂料行业的从业者和对预涂卷材有兴趣者提供一些参考。

作者试图通过本文对金属预涂卷材及其涂料做一个比较全面的介绍，重点放在涂料。内容包括金属预涂卷材的发展简史与现状；我国预涂卷材的发展、现状和面临的问题；预涂卷材的性能特点和主要用途；连续卷涂生产线和二涂二烘生产工艺；预涂金属卷材用涂料的主要品种、特性和制造方法，重点放在当前用得最多的品种，如聚酯、聚氨酯、含氟涂料等，以及各类预涂金属卷材的技术指标和检测方法。另外对某些相近产品，如贴膜卷材也作简单介绍。

朱东同志对第十章“含氟涂料”的撰写提供了很好的建议和资料，特此致谢。

由于作者水平所限，书中难免有错误和疏漏之处，希望读者，尤其是从事金属预涂卷材和预涂卷材工作的读者批评指正。

肖佑国

2003.4

内 容 提 要

预涂金属卷材是第二次世界大战后发展起来的一种冶金与化工相结合的产品,因生产和应用上的良好经济效益,在建材、家电、交通工具和金属家具等行业得到广泛应用。本书介绍了典型的预涂金属卷材生产设备和相关工艺、所用涂料品种和特点以及主要的原材料。

在预涂卷材涂料中,聚酯类涂料是当前的主导品种,选用不同的单体和用量能满足多种漆膜性能要求,本书着重论述了影响树脂和漆膜性能的诸因素。含氟涂料以它的高户外耐久性备受关注。聚氨酯类涂料以其良好的综合性能,用量正在不断增长。粉末涂料能否用于预涂金属卷材的关键是施工问题,现已基本解决,正处在实现常规生产的前夕。

本书还详细列举了预涂金属卷材的技术指标和测试方法。附录部分介绍了彩色涂层钢板及钢带试验方法、国外主要的金属预涂卷材试验方法、标准色卡常用色配色参考和预处理膜测定方法。

本书可供从事金属预涂卷材及涂料的科研开发、生产、施工、检测 and 管理的工程技术人员阅读,也可供大专院校相关专业师生阅读参考。

目 录

第一章 预涂金属卷材概况	1
第一节 预涂金属卷材	1
第二节 预涂金属卷材的发展简史及现状	2
第三节 主要特性及用途	7
第四节 常用的基板品种	11
1. 冷轧钢板	11
2. 镀锌钢板	12
3. 铝板	13
第五节 预涂金属卷材的发展趋势	14
参考文献	14
第二章 典型的预涂金属卷材生产线	16
第一节 引入段	16
第二节 预处理段	17
1. 预处理工艺流程	18
2. 预处理剂及其应用	19
第三节 涂装段	25
1. 涂料涂覆工艺	25
2. 漆膜固化	27
第四节 后处理段	28
第五节 引出段	29
参考文献	29
第三章 预涂金属卷材用涂料	30

第一节 涂料的性能要求	30
第二节 预涂金属卷材用涂料品种	32
第三节 预涂卷材涂料用溶剂	36
1. 溶剂的溶解性	36
2. 溶剂的挥发速度	37
3. 涂料的表面张力	38
4. 安全和环保	38
第四节 预涂卷材涂料用颜料	40
1. 钛白颜料	40
2. 着色颜料	43
3. 金属颜料	46
4. 防锈颜料	46
5. 填料	51
第五节 预涂卷材涂料用助剂	52
1. 润湿分散剂	52
2. 消泡剂	55
3. 消光剂	56
4. 微晶蜡	56
5. 光稳定剂	57
参考文献	59
第四章 底漆和背面漆	60
第一节 环氧类底漆	60
1. 环氧-聚氨酯底漆	61
2. 热塑性环氧底漆	62
3. 环氧-氨基底漆	63
4. 环氧-酚醛-氨基底漆	63
第二节 可焊接环氧富锌底漆	64
第三节 聚酯底漆	65

1. 氨基树脂固化聚酯底漆	65
2. 封闭异氰酸酯固化聚酯底漆	66
3. 封闭多异氰酸酯固化聚酯-环氧嵌段共聚物底漆	67
第四节 丙烯酸底漆	68
第五节 水性底漆	68
第六节 电沉积底漆	69
第七节 背面漆	72
参考文献	73
第五章 乙烯基类涂料	74
第一节 溶剂型乙烯基涂料	74
第二节 PVC 有机溶胶和塑溶胶面漆	76
第三节 无氯分散体涂料	79
参考文献	81
第六章 丙烯酸类面漆	82
第一节 溶剂型热固性丙烯酸涂料	83
第二节 有机硅改性丙烯酸涂料	85
第三节 水性丙烯酸涂料	87
1. 丙烯酸乳胶漆	87
2. 水分散丙烯酸涂料	89
3. 水溶性丙烯酸涂料	89
第四节 辐射及电子束固化型丙烯酸涂料	91
参考文献	91
第七章 预涂卷材用聚酯树脂	92
第一节 合成聚酯树脂的主要途径	92
1. 酯化反应	92
2. 酯交换反应	93
3. 醇解反应	94
4. 内酯开环	95

第二节 调节聚酯树脂性能的主要手段	97
1. 单体选择	97
2. 聚酯树脂的分子结构设计	98
第三节 常用单体	99
1. 羟基叔戊酸新戊二醇单酯	99
2. 脂环族单体	100
3. 取代丙二醇类单体	101
4. 芳环类单体	102
5. 脂肪族单体	104
6. 二聚酸	104
第四节 典型的树脂合成设备及工艺	105
1. 树脂合成设备	105
2. 树脂合成工艺	106
第五节 卷材涂料用聚酯树脂	107
第六节 聚酯树脂酸值和羟值测定方法	112
1. 树脂酸值测定	112
2. 树脂羟值测定	113
参考文献	114
第八章 氨基树脂固化聚酯面漆	116
第一节 氨基树脂和氨基树脂的选择	116
1. 氨基树脂	116
2. 涂料用三聚氰胺甲醛树脂交联剂	118
3. 氨基树脂的固化反应	119
第二节 酸催化剂及助剂的使用	121
1. 酸催化剂及其使用	121
2. 助剂的使用	123
第三节 氨基树脂固化聚酯树脂面漆	124
1. 常规制漆举例	124

2. 高光泽家电用白色面漆	127
3. 其它氨基聚酯面漆	128
参考文献	130
第九章 聚氨基甲酸酯面漆	131
第一节 聚氨酯涂料生产及成膜过程中利用的反应	132
1. 异氰酸酯与羟基直接反应	132
2. 异氰酸酯经封闭、还原后与羟基反应	132
3. 脂肪胺使封闭异氰酸酯常温开封	133
4. 异氰酸酯与水的反应	133
5. 异氰酸酯的自聚	134
第二节 涂料用多异氰酸酯及多异氰酸酯预聚物	134
第三节 多异氰酸酯封闭物	137
1. 封闭剂的选择	138
2. 固化催化剂	139
第四节 封闭多异氰酸酯制备	140
1. 苯酚封闭甲苯二异氰酸酯-三羟甲基丙烷预聚物制备	140
2. 用市售双组分聚氨酯涂料的甲组分制备封闭物	141
3. 用先封闭工艺制备封闭物	141
第五节 聚氨酯预涂卷材面漆	142
1. 封闭多异氰酸酯-含羟基聚合物面漆	142
2. 含氟树脂-聚氨酯面漆	145
第六节 相关的分析方法	145
1. 反应终点 NCO 值的计算公式	145
2. 反应过程中 NCO 值的测定方法	145
3. 苯酚封闭的预聚物中有效 NCO 含量的测定	146
4. 固体分的计算	147
参考文献	147
第十章 含氟涂料	148

第一节 含氟化合物的特性	148
第二节 聚含氟烯烃	150
1. 聚四氟乙烯 (PTFE)	150
2. 聚偏二氟乙烯 (PVDF)	151
3. 其它聚含氟烯烃	155
第三节 含氟烯烃与其它烯烃化合物的共聚物	156
第四节 多氟化聚醚	161
第五节 耐候性封闭多异氰酸酯固化交联剂	164
第六节 相关内容简介	166
参考文献	167
第十一章 粉末涂料	169
第一节 粉末涂料的基本性能	170
1. 树脂和固化剂的选择	170
2. 其它成分的选择	172
3. 粉末涂料的基本性能参数	173
4. 预涂卷材粉末涂层的典型性能	174
第二节 粉末涂料的制备方法	175
1. 干混法	175
2. 熔融挤出混合法	176
3. 喷雾干燥法	177
第三节 粉末涂料的品种	178
第四节 粉末涂料的施工方法	178
1. 静电喷涂	178
2. 云雾室静电喷涂技术	180
3. 电磁刷工艺	182
第五节 相关检测方法	183
1. 流度	183
2. 粒度分布	184

3. 凝胶时间	184
4. 储存稳定性	184
5. 熔点	184
参考文献	185
第十二章 功能性涂料	186
第一节 易清洗预涂卷材	186
第二节 自洁性涂料	187
第三节 防静电预涂卷材	189
参考文献	190
第十三章 贴膜	191
参考文献	198
第十四章 易出现的问题、可能原因和解决建议	199
第一节 涂料制备和使用中易出现的问题和可能解决的方法	199
1. 制漆	199
2. 涂料施工性能	199
第二节 预涂卷材成品性能可能出现的问题分析	203
第十五章 展望	205
附录一 GB/T 13448—92 彩色涂层钢板及钢带试验方法	208
附录二 国外主要的金属预涂卷材试验方法	229
附录三 GSB G 51001—94 标准色卡常用色配色参考	257
附录四 预处理膜测定方法	261

第一章 预涂金属卷材概况

第一节 预涂金属卷材

预涂金属卷材是将成卷的金属薄板先涂上涂料或粘贴上聚合物薄膜后，以成卷或单张形式出售的一种有机材料/金属复合板材。所以又称作有机涂层钢板、彩色钢板、塑料复合钢板等。用户可直接将它加工成型，做成各种部件或产品，组装或安装后便是成品，而不需再进行涂装。就是将传统的金属薄板制品的先加工成型，然后再涂装涂料的工艺，改变成金属薄板先预涂涂料，然后加工成型的工艺。大大简化了金属薄板制成成品总的生产工艺过程。

底材一般用 0.2~2.0mm 厚的金属带材，宽度一般在 1.0~1.5m，最大可到 2m。品种有冷轧带钢、热镀锌钢板、

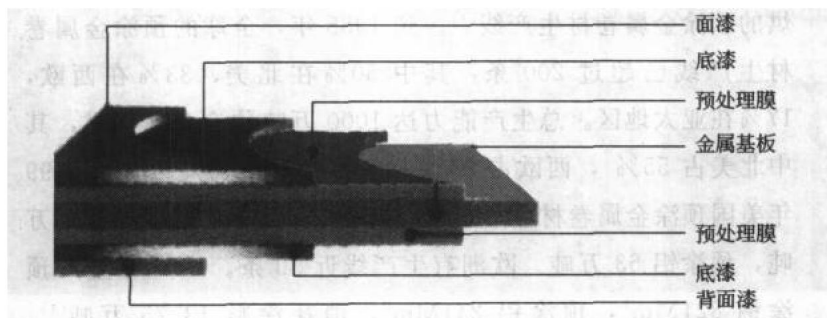


图 1-1 典型的预涂金属卷材组成示意图

电镀锌钢板、镀锌铝合金钢板和铝板，也有用不锈钢板、镀锡钢板或其它金属薄板的。

预涂金属卷材是由金属基板、预处理膜、底漆、面漆、背面漆组成。图 1-1 是典型的预涂金属卷材组成示意图。

第二节 预涂金属卷材的发展简史及现状

1935 年, Joe Hunter 在美国建成了世界上第一条预涂金属卷带生产线^[1], 但比现在的典型生产线小多了, 它用醇酸树脂涂料涂装厚 0.2mm, 宽 50mm 的钢带, 用来替代木板作为百叶窗的窗叶。第二次世界大战结束后, 为恢复战争创伤, 大量毁于战火的房舍需要修复或重建, 促进了建筑业의 兴旺, 以此为契机, 预涂金属卷材作为轻型、价廉的建筑材料而得到很大的发展。同时随着战后的经济复兴和科学技术的进步, 又给预涂金属卷材的发展提供了物质和技术基础。20 世纪 50 年代, 以美国为起点, 开始了预涂金属卷材快速发展时期, 在欧美发达国家很快成为一个新兴的行业。到 1966 年美国有预涂金属卷材生产线 90 条, 欧洲有 14 条, 全球生产预涂卷钢 1050 万吨, 预涂卷铝 66.9 万吨^[2]。1967 年日本有了第一条二涂二烘的预涂金属卷材生产线^[3]。到 1985 年, 全球的预涂金属卷材生产线已超过 200 条, 其中 50% 在北美, 33% 在西欧, 17% 在亚太地区。总生产能力达 1000 万吨预涂金属卷材, 其中北美占 55%, 西欧占 29%, 亚太地区占 16%。时至 1999 年美国预涂金属卷材生产线增加到 180 条, 生产预涂钢 460 万吨, 预涂铝 63 万吨。欧洲有生产线近 90 条。1999 年生产预涂钢 821Mm², 预涂铝 241Mm², 消耗涂料 13.75 万吨^[4]。2000 年生产预涂钢 969Mm², 预涂铝 284Mm²。使用领域已从

建筑材料扩展到汽车制造、船舶内部装饰、家用电器、家具、集装箱和炊具等方面。

预涂金属卷材经历快速发展形成产业后,从业者面临如何促进这一新兴行业的技术创新和开拓市场,如何协调全行业的运营,促进共同持续发展的问題。为此美国的有关厂家于1962年成立了总部设在费城(现在的芝加哥)的全国卷涂者协会——National Coil Coating Association (NCCA)。现有会员126家,除美国的厂商以外,还包括加拿大和墨西哥以及其它近十个国家的一些厂商,成为以北美厂商为主体的国际性协会。它的成员中预涂金属卷材会员53家,非预涂卷材会员73家,包括涂料、基板、设备及配件等原材料的生产厂家以及大的销售商等相关厂商。宝钢是惟一来自中国的预涂卷材生产厂会员,台湾的一家涂料公司(Yung Chi Paint & Vanish Mfg. Co. Ltd.)是惟一来自中国的非预涂卷材生产厂会员。1967年西欧国家在布鲁塞尔成立了欧洲卷涂协会——European Coil Coatings Association (ECCA)。它也包含来自其它国家,如澳大利亚和日本的会员。1999年会员数从创立时的80个增加到220个,其中预涂金属卷材厂88家,涂料制造厂53家,原材料供应商39家,设备制造商20家,贴覆薄膜生产厂10家和批发商10家^[5]。这两个协会几乎包容了全球的预涂金属卷材行业,它们每年除定期举行会员大会讨论和交流情况外,还经常举办专题技术论坛,收集并发布生产和销售的统计数字,制定和出版有关的技术手册、标准和刊物。特别是每年一次的应用产品设计竞赛,有力地推动了预涂金属卷材应用领域的开拓。这一切对预涂金属卷材的发展起了很好的促进作用。1996年美国DM Publishing Inc. (West Chester, Penn-

sylvania) 出版了一份关于金属预涂卷材的专业性刊物 “Coil World”, 集中报道这方面的技术动态、生产和市场情况等。根据 NCCA 和 ECCA 的统计数据摘出若干年份的预涂卷材的产量列于表 1-1。

表 1-1 欧美预涂金属卷材产量 (万吨)

年 份	北 美			西 欧		
	铝基板	钢基板	总 计	铝基板	钢基板	总 计
1962	17.2	29.3	46.4			
1965	27.6	78.3	105.9			
1970	55.0	113.7	168.7	54.1 ^①	54.9 ^①	109.0 ^①
1975	58.0	143.4	201.4	9.7	35.2	44.9
1980	70.2	253.5	323.7	13.7	104.0	117.7
1985	73.0	323.8	295.2	16.5	143.2	159.7
1990			330.0			225.0
1995				26.3	301.2	527.5
1999	63	460	523	241 ^①	812 ^①	1062 ^①
2000				284 ^①	969 ^①	1253 ^①

① 单位为百万立方米。

20 世纪 60 年代初这一产品就在我国引起注意, 鞍山钢铁公司钢铁研究所早在 1964 年就着手研制 PVC 塑溶胶预涂金属卷材。不幸的是, 因种种原因而没进一步深入研究。60 年代, 正是国外预涂金属卷材工业走向成熟和向全球扩展的时期, 如前苏联、前南斯拉夫和韩国等国家以及中国台湾省在 70 年代中期先后建成了预涂金属卷材生产线。中国台湾省 1996 年生产预涂钢卷材 60 万吨。我国 70 年代中期实行对外开放以后,