

ORGANIC COATINGS
SCIENCE AND TECHNOLOGY

有机涂料 科学和技术

[美] Zeno W. 威克斯
Frank N. 琼斯
S. Peter 柏巴斯

著



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

有机涂料 科学和技术

[美] Zeno W. 威克斯 Frank N. 琼斯 S. Peter 柏巴斯 著

经桴良 姜英涛等译

虞兆年 校

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

图字: 01-2001-0828 号

图书在版编目(CIP)数据

有机涂料 科学和技术/[美] Zeno W. 威克斯等著, 经桴良, 姜英涛等译. —北京: 化学工业出版社, 2002.3
书名原文: Organic Coatings Science And Technology (2rd edition)
ISBN 7-5025-3463-6

I. 有… II. ①威…②经…③姜… III. 有机化合物·涂料
IV. TQ63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 081478 号
英语版©John Wiley & Sons, Inc., 1999

有机涂料 科学和技术

[美] Zeno W. 威克斯 Frank N. 琼斯 S. Peter 柏巴斯 著
经桴良 姜英涛等译

虞兆年 校

责任编辑: 顾南君

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 蒋艳君

*

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

北京市燕山印刷厂印刷

北京市燕山印刷厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 22 1/2 字数 608 千字

2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3463-6/TQ·1437

定 价: 66.00 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

原著前言

自第一版“有机涂料 科学和技术”出版以来，已有许多重要的进展。本版已完全更新，并将旧版的二册重新编写并为一册。改为一册后减少了重复，并删除了仅有历史兴趣的题材，节省下空间，得以充实新材料。重编过程中，我们改变了表述的次序。在前七章中阐述了涂料的主要性质，而在第一版中我们是以涂料的原料起始的。表述题材并无“正确”的次序，但我们相信新排章节次序最能帮助读者理解科学的基础。

我们的宗旨仍与前相同，乃是提供一本教科书和参考书。它总结了涂料技术并与目前的科学理解相结合。我们谨慎地对涂料的“行话”下定义，以帮助初涉涂料业的新人能懂其特殊语言。

每章的题材可以写成一本完整的书。有许多题材确已成书。在我们书的有限空间中，写得尽量全面。我们综合了每个题材，选择参考文献可供读者找寻更详细的信息。我们相信：每章所列参考资料是可靠的，并添了附录，列举有用的来源。我们并不声称对每个题材都提供了完整的文献述评，许多有价值的来源未克引证。读者须谨慎：涂料领域文献的质量并不均匀。许多发表的论文和单行本是优秀的。但有些则否。遗憾的是有些作者对此领域的复杂性并不完全了解。

涂料技术是靠经验、靠“尝试和误错法”逐步发展起来的。近数十年来见到了对可应用原理的科学理解有显著提高。但该领域的复杂性仍使配方师的技艺成为开发和应用涂料的要素。需要降低空气污染，却同时要保持，或最好能改进涂料性能，则要求在短时间内有根本性的新配方。我们的信念是：对基础科学的加深理解能够帮助配方师更有效地工作。在此领域工作的科学家对配方师的技艺

必须赏识。

本书仍似第一版，可作为涂料科学课程的教科书，以供学生之已读过大学水平的化学，至少读过有机化学，但假定尚未经历高聚合物科学的课程。我们得悉本书第一版是广泛用作参考书，也作为自学课本，而不是课堂教本。我们尝试增加本书的参考价值，增加了引证文献数。几乎一半的引证参考是比第一版更新近。虽然本书是专门编写关于涂料的，但其包含的许多原理也可运用于油墨、粘合剂和部分塑料工业等有关领域。

本版中几乎各章均经许多有关专家阅校，如 Werner Funke, Gordon Bierwagen, Loren Hill 等 36 位（本译文版从略）。

Zeno W. Wicks, Jr.

Frank N. Jones

S. Peter Pappas

译 校 前 言

新版的《有机涂料 科学和技术》是由 Z.W.Wicks, Jr. (小威克斯), F.N.Jones (琼斯) 和 S.P.Pappas (柏巴斯) 三位教授共同编著, 主要由 Wicks 撰写, 由美国 Wiley-Interscience 1999 年出版。我国化学工业出版社与之洽谈获翻译版权, 由顾南君任责任编辑, 邀我们组织翻译, 并嘱从速交稿。为此我们集中多人分工翻译, 由虞兆年校订。虽交稿较快, 但各人文笔难免差异, 时间仓促, 错误不周之处, 敬请读者指正。

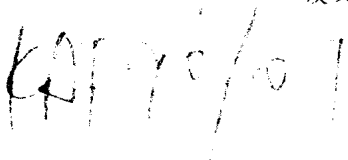
Wicks 教授曾在美国 Inmont 涂料公司主持科技工作 28 年, 后在 North Dakota 大学的高聚物和涂料系担任主任 11 年, 获科技奖多次, 经验丰富。全书内容理论结合实际, 阐述国外涂料科技的基础理论和技术进展, 对我国制造涂料已有经验者可提供系统基础, 触类旁通, 指导实践, 有良好的参考价值。对大专院校有关专业的师生, 也可作为与国际接轨的教本。书中介绍的施工方法及测试要点亦可供广大应用涂料的工厂及建设单位参考, 故谨向广大读者推荐。

该三位教授均曾来华讲学, 尤以 Wicks 教授来华讲学多次, 热忱指导。他关心中译本之出版, 对我国涂料科技之进展, 实有厚望。

译者具体分工如下: 经桴良译 1, 2, 10, 11, 13, 15, 16, 26, 27 章; 姜英涛译 3, 4, 8, 17, 20, 23 章; 苏琴译 5, 12, 14 章; 江巍译 6, 21, 30, 31, 32 章; 虞兆年译 7, 33 章; 叶宋富译 9, 25 章; 唐可珂译 18 章; 赵金榜译 19, 22, 24, 28, 29 章, 全书由虞兆年校。

虞兆年、经桴良、姜英涛

2001.9



目 录

1. 什么是涂料	1
1.1 定义和范围	1
1.2 涂料的组成	4
参考文献	6
2. 聚合和成膜	7
2.1 聚合物	7
2.1.1 分子量	9
2.1.2 形态学	13
2.2 聚合	19
2.2.1 链增长聚合	19
2.2.2 逐步增长聚合	24
2.3 成膜	28
2.3.1 以溶剂从热塑性基料蒸发成膜	29
2.3.2 从热固性树脂溶液成膜	30
2.3.3 以聚合物粒子凝聚成膜	36
综合参考文献	40
参考文献	40
3. 流动	42
3.1 剪切流动	42
3.2 剪切流动的类型	43
3.3 剪切粘度的测定	46
3.3.1 毛细管粘度计	47
3.3.2 流变仪	48
3.3.3 转碟粘度计	48
3.3.4 气泡粘度计	49
3.3.5 流出杯	50
3.3.6 桨式粘度计	51

3.4 树脂溶液的剪切粘度	51
3.4.1 粘度与温度的关系	52
3.4.2 稀溶液的粘度	53
3.4.3 浓溶液的粘度	54
3.5 有分散相液体的粘度	58
3.6 其他形式的流动	61
3.6.1 湍流	61
3.6.2 法向力流动	61
3.6.3 拉伸流动	62
综合参考文献	63
参考文献	64
4. 机械性质	65
4.1 基本机械性质	66
4.2 后加工性和柔韧性	71
4.3 耐磨损性和耐擦伤性	79
4.3.1 耐磨损性	79
4.3.2 耐擦伤性	81
4.4 机械性质的测量	82
4.5 涂料的测试	84
4.5.1 户外暴露测试	85
4.5.2 实验室模拟试验	85
4.5.3 经验性试验	86
综合参考文献	91
参考文献	91
5. 户外耐久性	93
5.1 光引发的氧化降解	93
5.2 光稳定	96
5.2.1 紫外光吸收剂和激发态的猝灭剂	96
5.2.2 抗氧化剂	99
5.2.3 位阻胺光稳定剂	100
5.2.4 着色效应	102
5.3 氯化树脂的降解	104
5.4 水解降解	106

5.5 户外曝晒后所产生的其他形式漆病	108
5.6 户外耐久性的测试	109
5.6.1 户外加速老化试验	109
5.6.2 化学和机械性能变化的分析	112
5.6.3 加速老化仪	113
综合参考文献	116
参考文献	116
6. 附着力	118
6.1 影响附着力的表面机械效果	118
6.2 内应力的影响和断裂力学	120
6.3 润湿与附着力的关系	121
6.4 金属表面的附着	123
6.4.1 表面准备	124
6.4.2 涂层-底板间的相互作用	126
6.4.3 对玻璃和金属底材的共价键	128
6.5 对塑料和涂层的附着力	130
6.6 附着力的测试	133
综合参考文献	135
参考文献	135
7. 涂料防腐蚀	137
7.1 裸钢的腐蚀	137
7.2 金属的防腐蚀	140
7.2.1 缓蚀和钝化	140
7.2.2 阴极保护	142
7.2.3 屏蔽保护	142
7.3 完整涂层的防腐蚀	142
7.3.1 关键因素	142
7.3.2 为防腐蚀的附着力	144
7.3.3 影响透氧和透水的因素	145
7.4 不完整漆膜的防腐蚀	148
7.4.1 降低缺陷的生长	148
7.4.2 含钝化颜料的底漆	148
7.4.3 富锌底漆的阴极保护	150

7.5 评定和测试	151
综合参考文献	155
参考文献	155
8. 乳胶	158
8.1 乳液聚合	158
8.1.1 乳液聚合用的原料	160
8.1.2 乳液聚合的变量	165
8.1.3 顺序聚合	168
8.1.4 热固乳胶	169
8.2 丙烯酸类乳胶	170
8.3 乙烯酯乳胶	175
综合参考文献	177
参考文献	178
9. 氨基树脂	180
9.1 三聚氰胺甲醛树脂的合成	181
9.1.1 羟甲基化反应	181
9.1.2 醚化反应	182
9.1.3 自缩合反应	185
9.2 MF 树脂分类	185
9.3 涂料中 MF 树脂的反应	188
9.3.1 MF-多元醇反应的催化	191
9.3.2 MF-多元醇共缩合的动力学与机理	194
9.3.3 包装稳定性的考虑	196
9.3.4 与聚氨酯及丙二酸酯封闭的异氰酸酯的反应	197
9.4 其他氨基树脂	198
9.4.1 苯鸟粪胺-甲醛树脂	198
9.4.2 脲醛树脂	198
9.4.3 甘脲-甲醛树脂	199
9.4.4 (甲基)丙烯酰胺-甲醛树脂	200
参考文献	200
10. 以异氰酸酯为基础的基料(聚氨基甲酸酯)	202
10.1 异氰酸酯的反应	203
10.2 异氰酸酯和醇反应的动力学	206

10.2.1 非催化反应	206
10.2.2 催化	209
10.3 用于涂料的异氰酸酯	213
10.3.1 芳香族异氰酸酯	213
10.3.2 脂肪族异氰酸酯	214
10.4 双组分(2K)氨酯涂料	217
10.5 封闭型异氰酸酯	221
10.6 潮气固化多异氰酸酯涂料	227
10.7 羟端基聚氨酯	228
10.8 水性聚氨酯	229
参考文献	232
11. 环氧和酚醛树脂	235
11.1 环氧树脂	235
11.1.1 双酚 A 环氧树脂	235
11.1.2 其他环氧树脂	239
11.2 环氧-胺系统	242
11.2.1 活化期和固化时间的考虑	244
11.2.2 毒性和化学计算考虑	245
11.2.3 起粒和发白	247
11.2.4 T_g 的考虑	248
11.2.5 其他配方的考虑	248
11.2.6 水性环氧-胺体系	250
11.3 其他环氧树脂用交联剂	251
11.3.1 酚类	251
11.3.2 羧酸和酸酐	252
11.3.3 羟基	253
11.3.4 硫醇	253
11.3.5 均聚反应	254
11.4 水稀释环氧丙烯酸接枝共聚物	255
11.5 环氧树脂磷酸酯	255
11.6 酚醛树脂	255
11.6.1 热固性酚醛树脂	256
11.6.2 热塑性酚醛树脂	257

11.6.3 酚醛树脂的醚衍生物	258
综合参考文献	258
参考文献	258
12. 丙烯酸树脂	260
12.1 热塑性丙烯酸树脂	260
12.2 热固性丙烯酸树脂	261
12.2.1 带羟基官能团的丙烯酸树脂	261
12.2.2 带有其他官能团的丙烯酸树脂	267
12.3 水稀释性热固性丙烯酸树脂	268
参考文献	276
13. 聚酯树脂	278
13.1 常规固体分涂料用的羟端基聚酯	279
13.1.1 多元醇的选择	281
13.1.2 多元酸的选择	283
13.2 高固体分涂料用聚酯树脂	285
13.3 羧酸端基聚酯树脂	287
13.4 水稀释聚酯树脂	287
13.5 粉末涂料用聚酯树脂	289
参考文献	290
14. 干性油	291
14.1 天然油的组成	291
14.2 自动氧化和交联	293
14.2.1 非共轭干性油	294
14.2.2 自动氧化反应和交联反应的催化作用	297
14.2.3 共轭干性油	298
14.3 合成和改性干性油	298
14.3.1 热聚合油、吹气油和二聚酸	298
14.3.2 清漆(凡立水)	299
14.3.3 合成的共轭油	299
14.3.4 高官能度多元醇的酯化物	300
14.3.5 顺丁烯二酸改性油	300
14.3.6 乙烯改性油	301
综合参考文献	301

参考文献	302
15. 醇酸树脂	303
15.1 氧化型醇酸	304
15.1.1 单元酸的选择	306
15.1.2 多元醇的选择	307
15.1.3 二元酸的选择	309
15.2 高固体分氧化型醇酸	309
15.3 水稀释醇酸	311
15.4 苯乙烯改性醇酸	313
15.5 非氧化型醇酸	314
15.6 醇酸树脂的合成步骤	315
15.6.1 用油或脂肪酸合成	315
15.6.2 流程变化	316
15.7 氨基甲酸酯改性醇酸	320
15.8 环氧酯	321
综合参考文献	323
参考文献	323
16. 其他树脂和交联剂	324
16.1 卤化聚合物	324
16.1.1 溶液型热塑性氯乙烯共聚物	324
16.1.2 氯乙烯分散体共聚物	324
16.1.3 氟化聚合物	325
16.1.4 氟化橡胶和乙烯/乙酸酯共聚物	326
16.2 可溶于有机溶剂的纤维素衍生物	327
16.2.1 硝基纤维素	327
16.2.2 醋酸丁酸纤维素	328
16.3 不饱和聚酯树脂	329
16.4 (甲基)丙烯酸化低聚物	331
16.5 有机硅衍生物	333
16.5.1 有机硅树脂	333
16.5.2 涂料用有机硅树脂	334
16.5.3 有机硅改性树脂	336
16.5.4 反应性硅烷	338

16.5.5 原硅酸酯	340
16.6 其他交联途径	340
16.6.1 2-羟烷基酰胺交联剂	340
16.6.2 乙酰乙酸酯交联体系	341
16.6.3 聚氮丙啶交联剂	343
16.6.4 聚碳化二亚胺交联剂	344
16.6.5 酯交换作用	344
参考文献	345
17. 溶剂	347
17.1 溶剂成分	347
17.2 溶解性	348
17.2.1 溶解性参数	349
17.2.2 三维溶解参数	351
17.2.3 其他溶解性理论	354
17.2.4 实用的考虑	354
17.3 溶剂挥发速度	355
17.3.1 单一溶剂的挥发	355
17.3.2 相对挥发速度	357
17.3.3 混合溶剂的挥发	359
17.3.4 溶剂从漆膜的挥发	362
17.3.5 溶剂从高固体涂料中的挥发	364
17.3.6 水性涂料的挥发物逸出	365
17.4 粘度的影响	366
17.5 易燃性	368
17.6 其他物理性质	370
17.7 毒害	370
17.8 大气光化学效应	372
17.8.1 VOC 的测定	375
综合参考文献	377
参考文献	377
18. 颜色与外观	380
18.1 光源	381
18.2 光源-物体的相互影响	382

18.2.1	表面反射	382
18.2.2	吸收作用的影响	385
18.2.3	散射	386
18.2.4	多种作用互相影响	389
18.3	遮盖力	391
18.4	金属色和干扰型色彩	392
18.5	观察者	394
18.6	光源、物体和观察者的相互作用	395
18.7	颜色体系	397
18.8	颜色的混合	401
18.9	配色	403
18.9.1	配色资料要求	403
18.9.2	配色程序	405
18.10	光泽	409
18.10.1	镜面光泽的变数	410
18.10.2	光泽测量法	415
	综合参考文献	418
	参考文献	418
19.	颜料	420
19.1	白颜料	420
19.1.1	二氧化钛	421
19.1.2	其他白颜料	423
19.2	有色颜料	424
19.2.1	黄颜料和橙颜料	426
19.2.2	红颜料	429
19.2.3	蓝颜料和绿颜料	430
19.2.4	黑颜料	432
19.2.5	金属颜料和干涉色颜料	432
19.3	体质颜料	434
19.4	功能型颜料	435
	综合参考文献	437
	参考文献	437
20.	颜料分散	438

20.1 在有机介质中的分散	438
20.1.1 润湿	438
20.1.2 分离	438
20.1.3 稳定化	439
20.2 研磨料配方	445
20.2.1 丹尼尔流动点法	446
20.2.2 吸油量	447
20.3 水性介质的分散	448
20.4 分散设备和工艺	450
20.4.1 高速分散机	451
20.4.2 球磨机	453
20.4.3 砂磨机	454
20.4.4 三辊机和二辊机	456
20.4.5 挤出机	457
20.5 分散程度评估	457
综合参考文献	460
参考文献	460
21. 颜料体积关系	461
21.1 涂膜性能与 PVC 的关系	462
21.2 控制 CPVC 的因素	466
21.3 CPVC 的测量	467
21.4 乳胶漆的 CPVC	469
综合参考文献	471
参考文献	471
22. 施工方法	473
22.1 漆刷、纱布球和手工辊筒	473
22.1.1 刷涂和擦涂	473
22.1.2 手工辊筒施工	474
22.2 喷涂施工	475
22.2.1 空气喷枪	477
22.2.2 无空气喷枪	479
22.2.3 静电喷涂	480
22.2.4 热喷涂	482

22.2.5 超临界液体喷涂	483
22.2.6 喷涂施工涂料的配方考虑	483
22.2.7 过喷处理	485
22.3 浸涂和流涂	486
22.4 辊涂	488
22.5 幕式淋涂	489
综合参考文献	490
参考文献	490
23. 漆膜缺陷	492
23.1 表面张力	492
23.2 流平	494
23.3 流挂	498
23.4 回缩、缩孔及相关缺陷	501
23.5 发花和浮色;锤纹漆	504
23.6 起皱和皱纹漆	506
23.7 起泡和爆孔	507
23.8 起泡沫	509
23.9 垃圾	510
综合参考文献	511
参考文献	511
24. 溶剂型涂料和高固体涂料	513
24.1 底漆	514
24.1.1 底漆的颜料化	516
24.1.2 高固体底漆	517
24.2 面漆	518
24.2.1 面漆用基料	519
24.2.2 配制低 VOC 的溶剂型涂料	524
综合参考文献	529
参考文献	529
25. 水性涂料	530
25.1 水稀释涂料	531
25.2 乳胶涂料	536
25.3 乳化液涂料	539