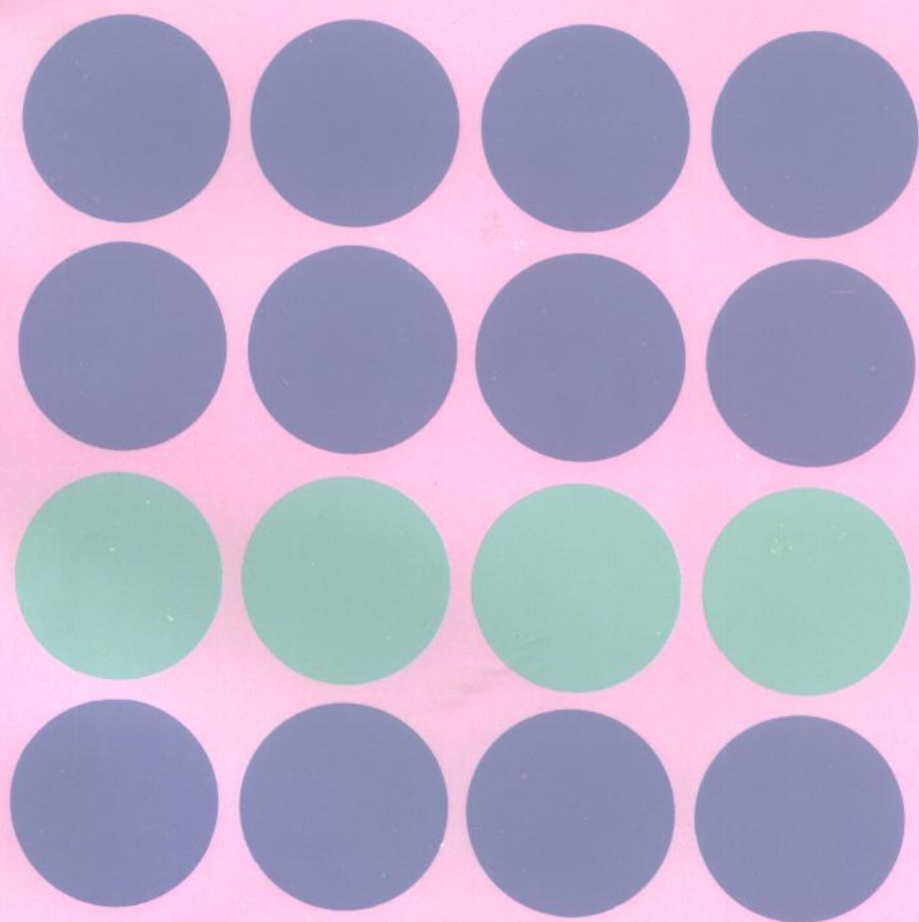


高分子科学丛书

涂料化学

洪啸吟 冯汉保 编著



科学出版社

涂
料
化
学

330.1
148

106301
H 98

406562

高分子科学丛书

涂 料 化 学

洪啸吟 冯汉保 编著



科学出版社

1997

24/9/13

内 容 简 介

本书以化学为中心系统地介绍涂料科学的基础理论,涂料的制备与应用的原理,并将理论与实际相结合.内容包括成膜过程,与涂料有关的流变学,表面化学,颜色学以及溶剂、颜料和成膜物的作用、性质与制备方法等等.除了介绍涂料中重要的品种外,还介绍了涂料的前沿课题及各种新型涂料,如高固体份涂料,粉末涂料,光敏涂料及各种特种涂料.

本书可供从事涂料与高分子教学、研究、生产及应用的技术人员,大专院校的学生、研究生和教师参考.

图书在版编目(CIP)数据

涂料化学/洪啸吟,冯汉保编著.-北京:科学出版社,1997
(高分子科学丛书/冯新德主编)

ISBN 7-03-005509-8

I. 涂… II. ①洪… ②冯… III. 涂料-化学 IV. TQ630.1
中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 15665 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

北京双青印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1997年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1997年8月第一次印刷 印张:19

印数:1-3 000 字数:430 000

定价:35.50元

序

作者于1981—1985年期间在美国北达科他州立大学(NDSU)的聚合物与涂料系工作,在那里有幸听了Z. W. Wicks教授、S. P. Pappas教授、J. Ed. Glass教授和F. N. Johes教授的有关现代涂料的课程,他们讲授的内容涉及面广,深入浅出,理论密切联系实际,非常引人入胜.当时国内对现代涂料缺乏了解,高等院校内尚无此类课程,也尚未见到有关理论的介绍.为此,我们于1982年介绍Wicks教授来华讲学,受到涂料界的广泛欢迎.1985年作者回国后,又和Wicks教授一起在东北、内蒙古、山东等地讲学,认识了国内涂料界的许多朋友,了解到国内急需现代涂料的知识.于是作者先后应邀在北京红狮涂料公司、武汉飞虎涂料公司、武汉材料保护所、西安涂料总厂、杭州化工总公司和清华大学等为涂料界举办了多次现代涂料讲习班,对象是具有涂料生产和研究经验的技术人员和刚进入涂料界的高校毕业生,目的是帮助他们提高理论水平和解决实际问题的能力.由于现代涂料科学是一门涉及化学(高分子化学,有机化学,无机化学,物理化学)、物理(光学,颜色学,流变学,力学)和工艺学的科学,综合性很强,对提高化学专业的高年级学生和研究生的理论联系实际和综合各科知识解决具体问题的能力,加深对专业理论的理解,很有益处,因此,作者先后在北京化工研究院、北京大学化学系、清华大学化学系开设了现代涂料化学课程,并在浙江大学高分子系等单位举办了讲座.为了满足教学需要,我们于1986年编写了“涂料化学讲义”,并先后由红狮涂料公司、北京大学、武汉飞虎涂料公司、西安涂料总厂和清华大学多次印刷,每次印刷都有修改.涂料化学讲义兼顾了涂料界技术人员和高等学校学生的需要,在帮助工业界技术人员提高理论水平和帮助提高高等院校学生理论联系实际能力方面均取得了较好的效果,受到广泛欢迎,并希望将其成书出版,以满足国内更多读者的需要,本书便是在原讲义基础上编写的.

本书主要是参考了美国北达科他州立大学数门有关涂料课程的内容,结合当前涂料发展的方向及我国的实际情况而编写的.因此,首先要感谢北达科他州立大学的各位教授,特别是Wicks教授对涂料教学所作出的贡献.听过本人讲授涂料课程的几百名涂料界技术人员和北京大学、清华大学的学生,曾对讲义内容提出过不少宝贵意见,并改正了讲义中诸多错误,使内容得以不断完善.在本书编写过程中,得到了马庆林、胡汉峰、章志瑄、项端士、蔡国衡、刘会元、战凤昌、余尚先以及许多涂料界前辈和同仁的支持与帮助,有的还曾提供他们所写的资料作为本书的参考.本书的出版得到了北京大学化学系冯新德院士,中国科学院化学研究所漆宗能教授的推荐和科学出版社的支持及中国科学院科学出版基金的资助.此外,清华大学化学系领导与同事曾给予大力支持,特别是李秀荣同志为本书的计算机输入和编排付出了大量精力,在此一并致谢.没有他们的支持和贡献,本书是难以问世的.

希望本书能对我国涂料科学与工业的发展起到一定作用.由于水平有限,错误在所难免,敬请批评指正.

作者于1994年11月

目 录

序

第一章 绪论	1
1.1 涂料的发展	1
1.2 涂料的功能	2
1.3 涂料的基本组成及其作用	3
1.4 涂料的分类与命名	3
1.5 涂料面临的挑战	5
1.6 涂料的研究	5
第二章 漆膜的形成及有关的基本性质	7
2.1 固态漆膜的性质	7
2.2 粘度的基本概念	7
2.3 聚合物溶液的粘度与分子量	9
2.3.1 聚合物溶液粘度的几种表示法	9
2.3.2 聚合物浓溶液的粘度	10
2.3.3 聚合物的分子量与分子量分布	11
2.4 无定形聚合物的玻璃化温度与自由体积理论.....	13
2.4.1 自由体积理论	13
2.4.2 自由体积与粘度的关系	15
2.4.3 影响玻璃化温度的多种因素	15
2.5 膜的形成	18
2.5.1 溶剂挥发和热熔的成膜方式	18
2.5.2 化学成膜方式	19
2.5.3 乳胶的成膜	19
2.6 热固性涂料的稳定性与固化速度问题.....	20
2.7 涂装技术.....	23
2.7.1 被涂物的表面处理	23
2.7.2 涂装方法	24
第三章 聚合反应	26
3.1 缩聚反应.....	26
3.1.1 线形缩聚	26
3.1.2 体形缩聚	27
3.1.3 几种缩聚反应	29
3.2 游离基聚合反应.....	31
3.2.1 游离基聚合反应的历程和反应速度	31
3.2.2 引发体系	33

3.2.3 阻聚与缓聚	36
3.2.4 聚合物的分子量	37
3.3 共聚合反应	38
3.3.1 共聚合反应的目的	39
3.3.2 自由基共聚合反应	40
3.3.3 共缩聚反应	43
3.4 聚合反应方法	45
3.4.1 本体聚合	45
3.4.2 悬浮聚合	45
3.4.3 溶液聚合	45
3.4.4 乳液聚合	45
第四章 聚合物改性	51
4.1 聚合物的反应	51
4.1.1 聚合物的基团反应特点	51
4.1.2 几种聚合物的改性	53
4.2 成膜物的老化和防老化	54
4.2.1 老化的各种类型	54
4.2.2 聚合物的防老化与稳定剂	56
4.3 聚合物基复合材料	58
4.4 聚合物合金	59
第五章 涂料中的流变学与表面化学	61
5.1 涂料中的流变学问题	61
5.1.1 流体的类型	61
5.1.2 分散体系的粘度	63
5.2 表面化学	64
5.2.1 表面张力	64
5.2.2 润湿作用与接触角	65
5.2.3 粗糙表面的润湿	67
5.2.4 润湿的动力学	69
5.2.5 毛细管力	70
5.3 流平与流挂	70
5.4 涂料施工中的表面张力问题	72
5.5 表面活性剂及其应用	74
5.5.1 表面活性剂的类型	74
5.5.2 表面活性剂的 HLB 值	75
第六章 溶剂	76
6.1 溶剂的分类	76
6.1.1 石油溶剂	76
6.1.2 苯系溶剂	76
6.1.3 萘烯类溶剂	76
6.1.4 醇和醚	77

6.1.5 酮和酯	77
6.1.6 氯代烃和硝基烃	77
6.2. 溶剂的挥发性	77
6.3 溶剂的溶解力	79
6.3.1 溶解度与溶解度参数	79
6.3.2 聚合物溶解的特点	82
6.4 混合溶剂	84
6.4.1 混合溶剂的挥发性	84
6.4.2 混合溶剂的溶解度	85
6.5 水	87
6.6 涂料中溶剂的作用	88
6.7 溶剂对大气的污染	90
第七章 颜料	91
7.1 颜料的作用与性质	91
7.2 颜料的主要品种	93
7.3 颜料的吸油量和颜料体积浓度(PVC)	99
7.4 乳胶漆的 CPVC(LCPVC)	101
第八章 漆膜的表现与颜色	102
8.1 基本光物理概念	102
8.1.1 光的反射与折射	102
8.1.2 光的吸收	103
8.1.3 光的散射	103
8.1.4 Kabelka-Munk 公式	104
8.2 遮盖力	105
8.3 光泽	105
8.3.1 光泽的概念	105
8.3.2 光泽的测定	105
8.3.3 影响光泽的各种因素	106
8.3.4 消光	106
8.3.5 闪光	107
8.4 光和颜色	107
8.4.1 光与颜色的关系	107
8.4.2 物体的颜色	108
8.4.3 颜色的三属性	109
8.4.4 孟塞尔和 CIE 表色系	109
8.4.5 颜色的调配	111
8.4.6 颜色的心理因素	111
第九章 颜料的分散与色漆的制备	113
9.1 颜色的分散过程	113
9.2 分散体的稳定作用	114
9.2.1 颜料的沉降	114

9.2.2	颜料的絮凝	115
9.2.3	贮存时粘度上升	116
9.3	表面活性剂的作用	117
9.4	聚合物的保护作用与丹尼尔点	118
9.5	研磨设备	118
9.6	色漆制备	120
9.6.1	色漆制备的步骤	120
9.6.2	研磨终点的判断	121
9.6.3	调稀中的问题	121
9.6.4	配色	122
第十章	漆膜的力学性质与附着力	123
10.1	无定型聚合物力学性质的特点	123
10.1.1	模量与温度的关系	123
10.1.2	粘弹性与力学松弛	124
10.1.3	动态力学松弛	125
10.2	漆膜的强度	127
10.2.1	应力-应变曲线与聚合物的强度	127
10.2.2	漆膜的展性	127
10.2.3	漆膜的伸长与复原	128
10.2.4	漆膜的耐磨性	129
10.2.5	漆膜的抗冲击	129
10.2.6	影响聚合物材料强度的因素	130
10.3	漆膜的附着力	131
10.3.1	粘附的理论	131
10.3.2	影响实际附着力的因素	133
第十一章	干性油、松香与大漆	135
11.1	干性油与油性涂料	135
11.1.1	干性油与活泼亚甲基	135
11.1.2	油的干燥与催化剂	136
11.1.3	具有共轭双键的干性油	137
11.1.4	油性涂料	138
11.2	松香	139
11.3	大漆	139
11.3.1	生漆的主要成分	139
11.3.2	大漆的成膜	140
11.3.3	大漆的改性	141
第十二章	醇酸树脂与聚酯	142
12.1	醇酸树脂	142
12.1.1	醇酸树脂的组成与干性	142
12.1.2	醇酸树脂的凝胶及配方设计	144
12.1.3	醇酸树脂的制备方法	146

12.1.4	各种因素对醇酸树脂性能的影响	148
12.1.5	改性醇酸树脂	150
12.1.6	水性醇酸树脂	151
12.1.7	触变型醇酸树脂	151
12.1.8	高固体份醇酸树脂	152
12.2	聚酯树脂	152
12.2.1	端羟基的聚酯	152
12.2.2	端羧基聚酯	154
12.2.3	水可稀释性聚酯	154
12.2.4	高固体份聚酯树脂	155
12.3	不饱和聚酯	155
12.3.1	不饱和聚酯的组成与原料的选择	155
12.3.2	引发体系	156
12.3.3	使用寿命	158
12.3.4	空气的阻聚作用	158
第十三章 氨基树脂及其它交联剂		159
13.1	三聚氰胺甲醛树脂(MF)	159
13.1.1	三聚氰胺甲醛树脂的制备	160
13.1.2	不同类型的 MF 树脂的比较	161
13.1.3	潜催化剂	162
13.1.4	丁醇醚化与甲醇醚化	164
13.2	其它交联剂	164
13.2.1	丙烯酰胺羟乙酸酯醚	164
13.2.2	2-羟基烷基酰胺	165
13.2.3	多氮杂环丙烷	165
13.2.4	碳二亚胺	166
第十四章 丙烯酸树脂		167
14.1	丙烯酸单体与聚合物	167
14.1.1	丙烯酸单体与甲基丙烯酸单体	167
14.1.2	丙烯酸酯的共聚物与共聚单体	168
14.1.3	丙烯酸树脂的交联反应	169
14.2	溶剂型丙烯酸树脂	170
14.2.1	热塑性丙烯酸树脂	170
14.2.2	热固性丙烯酸树脂(TSA)	171
14.3	高固体份丙烯酸树脂	172
14.4	基团转移聚合(GTP)	173
14.5	水可稀释性丙烯酸树脂	173
14.6	丙烯酸乳胶与非水分散体系	174
第十五章 环氧树脂		176
15.1	环氧树脂的制备	176
15.2	环氧酯与环氧树脂的固化成膜	178

15.2.1	环氧酯	178
15.2.2	胺固化体系	179
15.2.3	酸与酸酐的固化体系	182
15.2.4	合成树脂的固化体系	182
15.3	环氧化合物的均聚	183
15.4	水性环氧树脂	183
第十六章	聚氨酯	186
16.1	异氰酸酯的反应	186
16.1.1	反应物结构与反应速度	187
16.1.2	异氰酸酯结构与反应速度	188
16.1.3	异氰酸酯反应的催化剂	188
16.1.4	异氰酸酯反应中的溶剂	190
16.2	二异氰酸酯及其加成物与封闭型异氰酸酯	190
16.2.1	几种重要的二异氰酸酯	190
16.2.2	二异氰酸酯的加成物和三聚体	192
16.2.3	封闭型异氰酸酯	193
16.3	单组分聚氨酯涂料	194
16.3.1	线形热塑性聚氨酯	194
16.3.2	氨基油和氨基醇酸	195
16.3.3	潮气固化聚氨酯涂料	195
16.3.4	封闭型异氰酸酯烘干涂料	195
16.4	双组分聚氨酯涂料	196
16.4.1	甲组分的选择	196
16.4.2	乙组分的选择	196
16.5	水性聚氨酯	198
16.6	端羟基聚氨酯与高固体份涂料	198
第十七章	元素有机树脂涂料	199
17.1	有机硅树脂涂料	199
17.1.1	聚硅氧烷的结构与性质	199
17.1.2	聚有机硅氧烷的制备	200
17.1.3	改性有机硅树脂	201
17.1.4	有机硅树脂涂料	203
17.2	有机氟树脂涂料	204
17.2.1	有机氟树脂的结构与性质	205
17.2.2	几种重要的有机氟树脂与涂料	205
第十八章	高固体份涂料	207
18.1	高固体份涂料的粘度	207
18.1.1	分子量和分子量分布对粘度的影响	207
18.1.2	玻璃化温度与官能团对粘度的影响	208
18.1.3	溶剂对粘度的影响	209
18.2	高固体份色漆的粘度及有关问题	209

18.2.1	色漆的粘度	209
18.2.2	颜料分散中的问题	210
18.3	漆膜形成中的有关问题	210
18.3.1	官能团含量及其分布	210
18.3.2	温度及其它因素对成膜过程的影响	211
18.4	低聚物制备	211
第十九章	水性涂料	216
19.1	水可稀释性树脂与涂料	216
19.1.1	水可稀释性树脂的一般制备方法及其特性	216
19.1.2	水可稀释性涂料的有关问题	218
19.1.3	电泳漆	220
19.2	乳胶漆	223
19.2.1	丙烯酸酯乳胶漆制备中的几个问题	223
19.2.2	丙烯酸乳胶漆配方及应用中的几个问题	226
19.2.3	乙酸乙酯和氯乙烯聚合物乳胶及乳胶漆	230
19.2.4	乳胶漆的应用	231
第二十章	粉末涂料	236
20.1	粉末涂料的制备与涂装	236
20.1.1	粉末涂料的制备	236
20.1.2	粉末涂料的涂装	237
20.1.3	粉末涂料的性能要求	239
20.2	几种主要的粉末涂料	240
20.2.1	环氧粉末涂料	240
20.2.2	环氧/聚酯粉末涂料	242
20.2.3	聚酯粉末涂料	243
20.2.4	聚氨酯粉末涂料	243
20.2.5	丙烯酸粉末涂料	244
20.3	粉末涂料的应用与发展	244
第二十一章	光敏涂料	245
21.1	基本光化学知识	245
21.2	自由基光敏聚合体系	246
21.2.1	光敏引发剂	247
21.2.2	光固化树脂	249
21.2.3	氧气阻聚问题	253
21.3	阳离子光敏聚合体系	254
21.3.1	硫鎓盐和碘鎓盐的光敏引发作用	255
21.3.2	芳茂铁光引发体系	257
21.3.3	阳离子光固化树脂	258
21.3.4	混合光固化体系	259
21.4	光敏涂料的制备及应用	259
21.4.1	光敏涂料中的添加剂与颜料	259

21.4.2	光敏涂料中的光引发剂浓度	260
21.4.3	光源	260
21.4.4	光敏涂料的应用	261
21.5	电子束(EB)固化涂料	265
第二十二章	防腐蚀涂料	266
22.1	电化学腐蚀的机理	266
22.1.1	电化学腐蚀	266
22.1.2	极化与退极化	266
22.1.3	盐、pH和温度对腐蚀的影响	266
22.1.4	腐蚀的抑制与钝化作用	267
22.1.5	阴极保护与牺牲阳极	267
22.2	有机涂料的防腐蚀作用	267
22.2.1	涂料的屏蔽作用	267
22.2.2	湿附着力	268
22.3	防腐蚀涂料及其应用问题	268
22.3.1	烘干与气干体系的比较	268
22.3.2	表面情况与涂料的选择	269
22.3.3	面漆与底漆	269
22.3.4	钝化颜料及有机防腐蚀剂	270
22.3.5	水性防腐蚀涂料	271
22.3.6	带锈涂料	271
第二十三章	特种涂料	273
23.1	防火涂料	273
23.1.1	燃烧与阻燃机理	273
23.1.2	防火涂料中的成膜物	275
23.1.3	防火涂料的分类与组成	277
23.2	防污涂料	278
23.2.1	防污剂的品种与选择	278
23.2.2	防污涂料的主要类型	279
23.3	变色涂料	281
23.3.1	示温涂料	281
23.3.2	变色龙涂料	282
23.4	导电涂料和磁性涂料	284
23.4.1	导电涂料	284
23.4.2	磁性涂料	285
23.5	航空航天特种涂料	286
23.5.1	阻尼涂料	286
23.5.2	隐身涂料	286
23.5.3	烧蚀涂料	287
23.5.4	温控涂料	287
参考资料	289

第一章 绪 论

1.1 涂料的发展

涂料的应用开始于史前时代,我国使用生漆和桐油作为涂料至少有 4000 年以上的历史,秦始皇墓的兵马俑已使用了彩色的涂料,在马王堆出土的汉代文物中更有精美的漆器.埃及也早已知道用阿拉伯胶、蛋白等来制备色漆,用于装饰.11 世纪欧洲开始用亚麻油制备油基清漆,17 世纪含铅的油漆得到发展,而且在 1762 年在波士顿就开始了用石磨制漆,此后工业制漆得到较快的发展.尽管涂料的应用与生产有漫长的历史,但它只能以一种技艺的形式相传,而不能进入科学的领域.这种情况至今还影响着不少人对涂料的看法,认为涂料是靠经验传授的工艺.另一方面,涂料所用原料主要是天然的油和树脂,因此被称为油漆.

自然,现在的涂料已不是旧时的模样了,它已进入科学的时代.涂料第一次和科学的结合是 20 年代杜邦公司开始使用硝基纤维素作为喷漆,它的出现为汽车提供了快干、耐久和光泽好的涂料.30 年代 W. H. Carothers 以及其后他的助手 P. J. Flory 对高分子化学和高分子物理的研究,为高分子科学的发展奠定了基础,也为现代涂料的发展奠定了基础,此后涂料工业便和高分子科学的发展结下了不解之缘.30 年代开始有了醇酸树脂,后来它发展成为涂料中最重要的品种——醇酸漆.第二次世界大战时,由于大力发展合成乳胶漆,为乳胶漆的发展开阔了道路.40 年代 Ciba 化学公司等发展了环氧树脂涂料,它的出现使防腐蚀涂料有了突破性发展.50 年代开始使用聚丙烯酸酯涂料,聚丙烯酸酯涂料具有优良的性质,如优越的耐久性和高光泽,结合当时出现的静电喷涂技术,使汽车漆的发展又上了一个台阶,例如出现了高质量的金属闪光漆.在 50 年代, Ford Motor 公司和 Glidden 油漆公司发展了阳极电泳漆,以后 PPG 又发展了阴极电泳漆,电泳漆不但是一种低污染的水性漆,而且进一步提高了涂料防腐蚀的效果,为工业涂料的发展作出了贡献.60 年代聚氨酯涂料得到较快的发展,它可以室温固化,而且性能特别优异,尽管价格较贵,但仍受到重视,是最有前途的现代涂料品种之一.粉末涂料是一种无溶剂涂料,它的制备方法更接近于塑料成型的方法,50 年代开始研制,由于受到涂装技术的限制,一直到 70 年代才得到很大发展.80 年代涂料发展的重要标志是杜邦公司发现的基团转移聚合方法,基团转移聚合可以控制聚合物的分子量和分子量分布以及共聚物的组成,是制备高固体份涂料用的聚合物的理想聚合方法.有人认为它是高分子化学发展的一个新的里程碑,但它却首先在涂料上得到应用.至此,可以看到涂料的发展已和高分子科学的发展同步进行了.

尽管高分子科学的发展是涂料科学的最重要的基础,但单是高分子科学并不能使涂料成为一门独立的学科.涂料不仅需要聚合物,还需要各种无机和有机颜料以及各种助剂和溶剂的配合,藉以取得各种性能.为了制备出稳定、合用的涂料及获得最佳的使用效果,还需要有胶体化学、流变学、光学等方面理论的指导.因此,涂料科学是建立在高分

子科学、有机化学、无机化学、胶体化学、表面化学和表面物理、流变学、力学、光学和颜色学等学科基础上的新学科,正因为涂料科学涉及如此多学科的理论,因此,长期以来不能发展成为一门科学.当然,涂料并不是各种相关学科的简单并合,而是以它们为基础建立起具有本身特点的独立学科,包括涂料的成膜理论、表面结构与性能、涂布工艺及各种分析测试手段和理论,以及各种应用品种的有理论等等.

自从80年代以来,能源、材料与环境已成为具有时代特征的三大课题.使用涂料是保护材料的重要手段,也是对各种材料进行改性以赋予新性能的最简便的方法.涂料中大量使用溶剂,它们是大气污染的重要来源,因此,发展低污染的涂料是环境保护的需要;另一方面,又由于有涂料的保护,从而减轻了材料的破坏所引起的环境污染;涂料更是美化环境的重要材料.自然,涂料的使用也和能源有一定的关系.现在,涂料已经和国民经济的发展,人民生活水平的提高,国家高科技和军事技术的发展有着密切的关系.可以说涂料工业的水平是国家现代化标志之一.

1.2 涂料的功能

最早的油漆主要用于装饰,并且经常和艺术品相联系.现代涂料更是将这种作用发挥得淋漓尽致.涂料将我们周围的世界,包括城市市容、家庭环境乃至个人装点得五彩缤纷.通过涂料的精心装饰,可以将火车、轮船、自行车等交通工具变得明快舒畅,可使房屋建筑和大自然的景色相匹配,形成一幅绚丽多彩的图画,更可使许多家用器具不仅具有使用价值,而且成为一种装饰品,可以说涂料的作用是油画家油墨的扩展,是美化生活环境不可缺少的,对于提高人们的物质生活与精神生活有不可估量的作用.

涂料的另一个重要功能是保护作用,它可保护材料免受或减轻各种损害和侵蚀.金属的腐蚀是世界上的最大浪费之一,有机涂料的使用可将这种浪费大大地降低.火灾是对人类生命安全最大的威胁,用防火涂料是一重要的防火措施.涂料还可以保护各种贵重设备在严寒酷暑和各种恶劣环境下正常使用,可以防止微生物对材料的侵蚀.世界上许多古文物包括古埃及金字塔、我国的敦煌石窟,以及其它古建筑,由于缺乏涂料的合理保护,受到风雨侵蚀而面临破坏,使用现代涂料是防止它们进一步损害的最重要的保护措施.

涂料的第三个作用是标志,特别是在交通道路上,通过涂料醒目的颜色可以制备各种标志牌和道路分离线,它们在黑夜里依然清晰明亮.在工厂中各种管道、设备、槽车、容器常用不同颜色的涂料来区分其作用和所装物的性质.电子工业上的各种器件也常用涂料的颜色来辨别其性能.有些涂料对外界条件具有明显的响应性质,如温致变色、光致变色涂料等更可起到警视的作用.

除此之外,涂料还可赋予物体一些特殊功能,例如,电子工业中使用的导电、导磁涂料;航空航天工业上的烧蚀涂料、温控涂料;军事上的伪装与隐形涂料等等,这些特殊功能涂料对于高技术的发展有着重要的作用.高科技的发展对材料的要求愈来愈高,而涂料是对物体进行改性最便宜和最简便的方法,不论物体的材质、大小和形状如何,都可以在表面上覆盖一层涂料,从而得到新的功能,从这个意义上来说,涂料科学对高科技的发展具有重要的作用.

1.3 涂料的基本组成及其作用

一般涂料由三个组分组成,它们是成膜物、颜料和溶剂.除三个主要组分外有时还加有各种添加剂.

成膜物也称粘结剂或基料,它是涂料中的连续相,也是最主要的成分,没有成膜物的表面涂覆物不能称之为涂料.成膜物的性质对涂料的性能(如保护性能、机械性能等)起主要作用.成膜物一般为有机材料,在成膜前可以是聚合物也可以是低聚物,但涂布成膜后都形成聚合物膜,例如干性油,各种改性的天然产物(如硝基纤维素、氯化橡胶等)以及合成聚合物等.无机的成膜物种类不多,用途有限,例如原硅酸乙酯和碱性硅酸盐等.

颜料一般是 $0.2\text{--}10\mu\text{m}$ 的无机或有机粉末.颜料主要起遮盖和赋色的作用.但一些透明的不起遮盖作用的也被叫作颜料,前者是“真正”的颜料,后者有时被称为惰性颜料,填料或增量剂.除了遮盖和赋色作用外,颜料还有增强,赋予特殊性能,改善流变性能,降低成本的作用.

溶剂通常为能溶解成膜物的易挥发有机液体,涂料在涂覆于表面后,溶剂应该基本上挥发尽,因此溶剂只是用来改善涂料的可涂布性,帮助成膜物/颜料混合物转移到被涂物表面上,而对最终的涂膜的性质没有重要的影响.溶剂的挥发是涂料对大气污染的主要根源,对于溶剂的种类和用量各国都有严格的限制.

涂料的上述三个组分中溶剂和颜料有时可被除去,没有颜料的涂料被称为清漆,而含颜料的涂料被称为色漆.溶剂和成膜物相结合在制漆过程中又被称为漆料或载色剂.没有溶剂的涂料称为无溶剂涂料.

除上述 3 个主要组分外,涂料中一般都加有添加剂,例如催干剂、抗沉降剂、防腐剂、防结皮剂、流平剂等等.

1.4 涂料的分类与命名

可从不同角度对涂料进行分类,如根据成膜物、溶剂、颜料、成膜机理、施工顺序和作用,以及功能等.

从成膜物分类,可分为两大类,一类是转换型或反应型涂料,另一类是非转换型或挥发型涂料.前者在成膜过程中伴有化学反应,一般均形成网状交联结构,因此,成膜物相当于热固型聚合物.转换型涂料又分为两类,一类是气干型的,在常温下可交联固化,如醇酸树脂涂料;另一类是烘烤型的,需在高温下完成反应,如氨基漆等.非转换型涂料的成膜仅仅是溶剂挥发,成膜过程中聚合物未发生任何化学反应,成膜物是热塑型聚合物,如硝基漆、氯化橡胶漆等.这二类涂料的比较列于表 1.1.

从溶剂来分类,可分为有溶剂涂料与无溶剂涂料.前者又可分为水性涂料和溶剂型涂料,溶剂含量低的又称高固体份涂料.无溶剂涂料包括粉末涂料、光敏涂料以及干性油等.

从颜料来分类,有无颜料的清漆和加颜料的色漆.色漆又可按颜料的品种及颜色分类.

从用途来分类则更是种类繁多,但主要有建筑涂料、汽车涂料、卷材涂料、罐头涂料、

塑料涂料、纸张涂料、油墨等。从销售角度国外通常分为工业涂料和外售涂料。

表 1.1 两类涂料的比较

性 质	热 塑 性	热 固 性
在涂刷粘度下的固体含量(包括颜料)	低(20%—30%)	较高(~50%—70%)
主要溶剂	酯类、酮类,价钱较贵	烃类,价钱便宜
漆干的条件	可自然干燥,也可在高温下进行.条件要求不严	条件比较严格.可能要求特殊条件和催化剂.可气干或烘干
漆膜的性质	对溶剂敏感,可重新溶解.损坏后易于修复.需用抛光的办法才能取得高光泽	漆膜不再可溶,修补困难.不需要抛光就可得到高光泽的漆面
单位面积(相同厚度)的漆膜需用量比较	2—3	<1

按施工顺序系分类,可分为面漆(包括罩光漆)和底漆两大类.底漆又分为封闭底漆(sealer),腻子或填充剂,头道底漆,二道底漆等,其作用分别介绍如下:

封闭底漆:是一层薄涂层,用于防止涂层与底材间物质的渗透,一些多孔材质很容易吸收涂料中液体漆料,导致涂料的颜料体积浓度升高,封闭底漆的作用就是封闭底材的小孔.

腻子或填充剂:是一种高颜料含量的涂覆物质,用于填平和嵌补被涂物表面的凹孔及较深的不平处,以便使物体在涂下一道漆时有一个平整的表面.

表 1.2 涂料按成膜物分类

序号	涂料类别	主 要 成 膜 物
1	油脂漆	天然植物油、鱼油、合成油
2	天然树脂漆	松香及其衍生物、虫胶、乳酪素、动物胶、大漆及其衍生物
3	酚醛树脂漆	酚醛树脂、改性酚醛树脂、甲苯树脂
4	沥青漆	天然沥青、煤焦沥青、石油沥青等
5	醇酸树脂漆	醇酸树脂及改性醇酸树脂
6	氨基树脂	脲醛树脂、三聚氰胺甲醛树脂
7	硝基漆	硝基纤维素、改性硝基纤维素
8	纤维素漆	苧基纤维、乙基纤维、羟甲基纤维、乙酸纤维、乙酸丁酸纤维
9	过氯乙烯漆	过氯乙烯树脂(氯化聚氯乙烯)、改性过氯乙烯树脂
10	乙烯树脂漆	氯乙烯共聚树脂、聚乙酸乙烯及其共聚物、聚乙烯醇缩醛树脂,含氯树脂、氯化聚丙烯、石油树脂等
11	丙烯酸树脂漆	丙烯酸树脂
12	聚酯树脂漆	不饱和聚酯、聚酯
13	环氧树脂漆	环氧树脂、改性环氧树脂
14	聚氨酯漆	聚氨酯
15	元素有机漆	有机硅、有机氟树脂
16	橡胶漆	天然橡胶、合成橡胶及其衍生物
17	其他漆类	聚酰亚胺树脂、无机高分子材料等

头道底漆：指直接涂在底材（或经过嵌填的平面）的涂料，它可以增加面漆对底材的粘附力，提供适当的弹性。

二道底漆（中间涂层）：二道底漆的颜料组分含量很高，容易用砂纸打磨，可增加涂膜厚度，为施工提供光滑平整的表面。

从成膜物种类来分类，我国一般将涂料分为 17 大类，详见表 1.2。

1.5 涂料面临的挑战

涂料发展的早期人们关心的只是其外观和保护性能，例如，最早的热塑性油漆，有的固含量仅为 5%，这意味着有 95% 的溶剂飞逸到大气中成为污染物。随着人们对环境问题的关心，对于涂料的污染和毒性问题也越来越重视。1966 年美国洛杉矶地区首先制定了 66 法规，禁止使用能发生光化反应的溶剂，其后发现几乎所有涂料溶剂都具有光化反应能力，从而修改为对溶剂用量的限制，涂料的固含量需在 60% 以上。自从 66 法规公布以后，其他地区及环保局也都先后对涂料有机溶剂的使用作了严格的规定。铅颜料是涂料中广泛使用的颜料，1971 年美国环保局规定，涂料中铅含量不得超过总固体含量的 1%，1976 年又将指标提高到 0.06%。乳胶漆中常用的有机汞也受到了限制，其含量不得超过总固体量的 0.2%。以后又发现在水性涂料中使用的乙二醇醚和醚酯类溶剂是致癌物，从而被禁止使用。这些严格的规定是对涂料发展提出的挑战，因此涂料的研究必然要集中到应战这一目标上来。不言而喻，发展无毒低污染的涂料是涂料研究的首要任务，因此研究和开发高固体份涂料、水性涂料、无溶剂涂料（粉末涂料和光固化涂料）成为涂料科学的前沿研究课题。

涂料发展面临的另一挑战是对涂料性能上的要求越来越高。随着生产和科技的发展，涂料被用于条件更为苛刻的环境中，因此要求涂料在性能上要有进一步的提高，例如石油工业中所用石油海上平台和油田管道的重防腐涂料，各种表面能很低的塑料用涂料，烟囱衬里用的耐高温涂料，微电子工业中用的耐高温、导热性好但绝缘的封装材料，以及其他种种具有特殊性能的专用涂料。发展这些高性能的涂料不仅是涂料界研究的重要任务，也是其他行业的重要研究课题。

另外，由于很多高性能的涂料经常需要高温烘烤，能量消耗很大，为了节约能量，特别是电能，在保证质量的前提下，降低烘烤温度或缩短烘烤时间，即达到“低温快干”，也是涂料发展的一个方向。

1.6 涂料的研究

涂料的研究工作和一般学科的研究工作不同，有它的一些特点，讨论如下：

1. 涂料研究的实用性：不管是涂料的基础研究还是应用研究都一定有其实用背景，研究成果比较容易转化为生产力。由于涂料必须具备一些最基本的要求，如成膜性、必需的物理和化学性能，因此研究课题开始的时候，便有明确的边界条件，且要求用多因子的统计的实验方法，最终效果则应由实用效果来判断，一般学科常用的单因子实验法，以及强化模拟条件的实验，其结果往往是不可靠的。