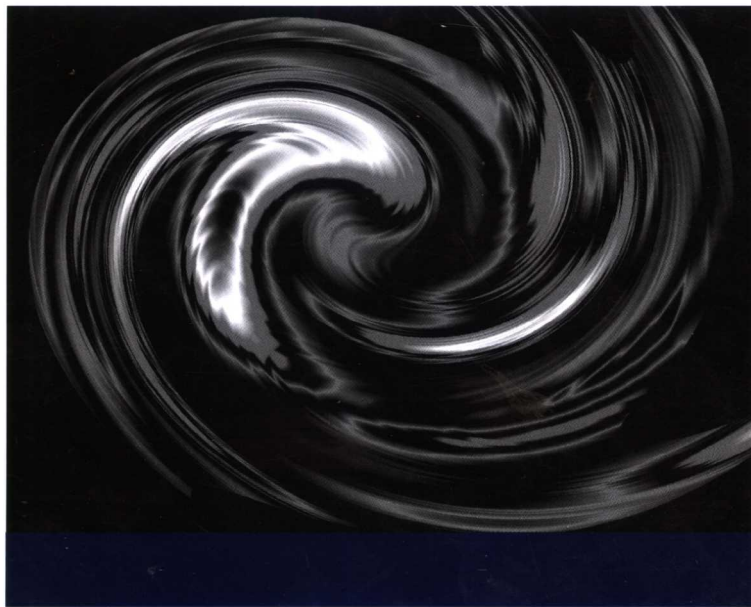


赵敏 主编

涂料毒性与安全 实用手册



Chemical Industry Press



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心



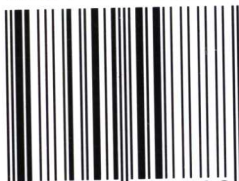
胶黏剂毒性与安全实用手册

涂料毒性与安全实用手册

塑料毒性与安全实用手册

橡胶毒性与安全实用手册

ISBN 7-5025-5888-8



9 787502 558888 >

ISBN 7-5025-5888-8/X · 507 定价：36.00元

销售分类建议：化工/材料/涂料

涂料毒性与安全实用手册

赵 敏 主编



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

涂料毒性与安全实用手册/赵敏主编. —北京: 化学
工业出版社, 2004. 7
ISBN 7-5025-5888-8

I. 涂… II. 赵… III. 涂料-安全生产-技术手册
IV. TQ63-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 077427 号

涂料毒性与安全实用手册

赵 敏 主编

责任编辑: 丁尚林

文字编辑: 焦欣渝

责任校对: 王素芹

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

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 22 $\frac{3}{4}$ 字数 428 千字

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5888-8/X·507

定 价: 36.00 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

涂料是指一种涂覆在物体表面，能形成牢固附着的连续薄膜材料，涂覆在某一个物件表面起保护、装饰作用或赋予某种特殊功能。涂料已广泛应用于金属材料（如钢、铝、铁、铜及其合金等）的涂装，也可以是非金属材料（如混凝土、砖石、木器、塑料、纸张等）的涂装，涉及到建筑、车辆、飞机、船舶、电器等领域，而且在家庭装饰装修中的应用也已相当普及。

涂料一般为多组分物质，除了起基本附着作用的基料以外，还有挥发分、颜料和助剂等。涂料工业生产中的原料和产品绝大部分都是易燃、易爆和有毒品。因此，在涂料生产、运输、贮存和使用中都有不安全因素，近年来，在其生产和使用过程中中毒和火灾事故时有发生，因此，涂料在生产和使用过程中中毒和火灾等安全问题引起了人们的广泛关注。

目前，由于我国涂料安全生产和使用方面的文献资料很少，远不能满足现今涂料工业快速发展的需要。为此，我们编写了这部手册，手册中收录了大量涂料原料的毒理学数据以及与燃烧性能相关的性能参数，编写了涂料厂设计、生产和使用中的中毒与火灾等安全问题，把室内装饰装修涂料的毒性和火灾危险性等人们最为关心的问题也列入了本手册中。另外，手册中还收录了涂料毒性指标、火灾危险性指标和典型毒性物质的测定方法等。旨在为广大涂料企业和涂料使用者提供较全面的涂料毒性和火灾危险性方面的数据和资料，以满足涂料生产和使用中的安全需要。

安全是一门综合性学科，为了编好这部手册，我们集中了从事消防安全、化工安全等方面学者的优势，共同编写完成了这部手册。其中，第1、2、3、6、7、8、11章由赵敏执笔，第4、10章由赵宝辉执笔，第5、9章由肖明艳执笔，附录由赵兴艺执笔，全书由赵敏统稿。

本手册可供从事涂料研究、企业管理、涂料生产和使用的人员阅读，也可供从事安全管理及消防工作的人员使用。

尽管作者已做了很大努力，力图使本手册尽量完美，以不负同仁厚望，但限于作者的水平和精力，谬误和不妥之处在所难免，恳请读者不吝批评指正。

赵 敏

中国人民武装警察部队学院消防工程系（河北，廊坊市）

2004年4月

目 录

第 1 篇 涂料毒性与安全基本知识

第 1 章 涂料概述	2
1.1 涂料的作用和组成	3
1.1.1 涂料的作用	3
1.1.2 涂料的组成	3
1.2 涂料的分类	5
1.2.1 油基涂料	6
1.2.2 合成树脂涂料	8
1.2.3 其他合成树脂涂料.....	11
1.2.4 水性涂料.....	11
1.2.5 高固体分涂料.....	12
1.2.6 粉末涂料.....	13
1.2.7 光敏涂料.....	13
1.2.8 功能性涂料.....	14
1.2.9 导电涂料和磁性涂料.....	16
1.2.10 航空航天特种涂料	17
1.3 涂料的选择.....	18
1.3.1 涂料选择的影响因素.....	18
1.3.2 涂料的选用原则.....	21
第 2 章 涂料的毒性与预防	22
2.1 卫生毒理学概述.....	22
2.1.1 毒理学基本概念.....	22
2.1.2 卫生毒理学研究方法.....	24
2.1.3 外来化合物对机体的生物学作用.....	25
2.2 毒性指标.....	32
2.2.1 急性毒性作用.....	32
2.2.2 亚慢性毒性作用.....	34
2.2.3 慢性毒性作用.....	34

2.2.4	外来化合物致突变作用	34
2.2.5	外来化合物致癌作用	36
2.2.6	外来化合物的生殖发育毒性	37
2.3	外来化合物的危险度评定及安全性评价程序	38
2.3.1	外来化合物危险度评定	38
2.3.2	外来化合物毒理学安全性评价程序	39
2.4	涂料的卫生危害性	42
2.5	毒性防护与应急处理	43
2.5.1	职业中毒的预防	44
2.5.2	职业中毒的控制	45
2.5.3	急救	49
第3章	涂料的燃烧性能与消防安全	53
3.1	消防安全基本常识	53
3.1.1	消防安全术语	53
3.1.2	燃烧的三要素	53
3.1.3	火灾种类	54
3.2	涂料的燃烧性能	54
3.2.1	涂料燃烧概述	54
3.2.2	闪点和燃点	55
3.2.3	爆炸温度极限	56
3.2.4	自燃温度	57
3.2.5	蒸发热	58
3.2.6	燃烧热	58
3.2.7	液体的燃烧速度	58
3.3	涂料火灾危险性评定	58
3.3.1	评定物料火灾危险性的主要标志	58
3.3.2	物品火灾危险性分类	60
3.3.3	涂料的火灾危险性	61
3.4	火灾的预防	64
3.4.1	工业企业消防安全设计	64
3.4.2	点火源的控制	64
3.4.3	消防安全管理	65
3.5	灭火剂与灭火设施	69
3.5.1	灭火的原理及措施	69

3.5.2	灭火剂及其应用	71
3.5.3	灭火器及其应用	72
3.5.4	灭火设施	73
3.6	火灾自救基本方法	74
3.6.1	熟悉环境	74
3.6.2	迅速撤离	75
3.6.3	毛巾保护	75
3.6.4	通道疏散	75
3.6.5	绳索滑行	75
3.6.6	低层跳离	75
3.6.7	借助器材	76
3.6.8	暂时避难	76
3.6.9	标志引导	76
3.6.10	利人利己	76
3.6.11	身上着火须知	77

第 2 篇 涂料生产与涂装中的毒性与安全

第 4 章	涂料原材料理化性能及安全性能数据	79
4.1	基料（树脂）的理化性能与安全数据	79
4.1.1	热固性树脂	79
4.1.2	热塑性树脂	84
4.1.3	橡胶	88
4.2	溶剂的毒性与安全	90
4.2.1	涂料用溶剂概述	90
4.2.2	涂料用溶剂的理化性能与安全性能数据	92
4.3	增塑剂性能数据	122
4.3.1	邻苯二甲酸酯类	122
4.3.2	脂肪二酸酯类	125
4.3.3	磷酸酯类	129
4.4	防老剂性能数据	132
4.4.1	胺类防老剂	132
4.4.2	酚类防老剂	133
4.5	引发剂性能数据	135
4.5.1	有机过氧化物引发剂	135
4.5.2	其他常用引发剂	137

4.6	固化剂性能数据	139
4.6.1	脂肪胺类	139
4.6.2	芳香胺类	142
4.7	填料	144
4.7.1	铝粉	144
4.7.2	氧化锌	145
4.7.3	二氧化钛	146
4.7.4	三氧化锡	146
4.8	常用单体的毒性与安全数据	147
4.8.1	烯类单体	147
4.8.2	其他类型单体	157
4.9	颜料	162
4.10	分解产物的毒性数据	166
4.10.1	一氧化碳	166
4.10.2	二氧化碳	167
4.10.3	二氧化氮	168
4.10.4	二氧化硫	169
4.10.5	光气	170
4.10.6	氰化氢	171
4.10.7	硫化氢	171
4.10.8	三氧化二氮	172
4.10.9	一氧化氮	173
第5章	涂料企业的安全设计和特殊场所的防火	175
5.1	涂料企业消防安全设计	175
5.1.1	区域规划	175
5.1.2	工厂总体布置	176
5.1.3	化工装置	178
5.1.4	固定灭火装置	179
5.2	安全防护措施	180
5.2.1	自动控制系统	180
5.2.2	信号报警、保险装置和安全连锁	180
5.2.3	安全装置和局限化设施	180
5.3	库房防火	183
5.3.1	库房的火灾危险性	183

5.3.2	库房防火对策	185
5.4	堆场防火	188
5.4.1	堆场的火灾危险性	188
5.4.2	堆场发生火灾的主要原因	189
5.4.3	堆场防火对策	190
5.5	液体贮罐的安全防火要求	192
5.5.1	液体贮罐的选择	192
5.5.2	可燃液体的装卸	192
5.5.3	可燃液体贮罐区消防设施	192
5.5.4	可燃液体贮罐区的消防管理	193
第6章	涂料生产过程中的毒性与安全	194
6.1	原料准备	194
6.1.1	原料火灾危险性概况	194
6.1.2	物料输送	194
6.1.3	干燥	197
6.1.4	粉碎、混合和筛分	201
6.2	涂料的生产方法	203
6.2.1	清油、漆料及清漆	204
6.2.2	色漆	206
6.2.3	粉末涂料生产工艺	216
6.3	涂料生产过程中的毒性与安全	217
6.3.1	涂料生产中的职业毒害	219
6.3.2	车间空气中毒物的测定与评价	224
6.3.3	毒害预防与控制	232
6.3.4	生产过程的火灾危险性评定	235
6.3.5	涂料生产的火灾危险性分析	236
6.3.6	火灾预防与控制	240
6.3.7	涂料生产中的主要失火爆炸原因及技术安全措施	242
6.4	典型涂料生产工艺过程的安全技术	243
6.4.1	植物油精制和催干剂的安全操作	244
6.4.2	油基漆料和合成树脂生产的安全操作	246
6.4.3	色漆生产的安全操作	248
6.4.4	挥发性漆生产的安全操作	249
6.5	涂料产品的贮存	251

第7章 涂料涂装中的危险与安全防护	252
7.1 涂装简介	252
7.1.1 涂料涂装前准备工作	252
7.1.2 涂装预处理	253
7.1.3 涂装工序	253
7.1.4 涂装方式的选择	256
7.2 涂料涂装中的毒性与安全	257
7.2.1 涂装危害现状	257
7.2.2 毒性物质来源	259
7.2.3 涂装作业中火灾爆炸危险性	260
7.2.4 涂装作业中粉尘危害与防护	262
7.2.5 涂装作业中的静电产生及其危害	263
7.2.6 个人安全技术措施	263
7.3 几种典型涂装作业的安全规程	266
7.3.1 涂装前处理工艺及其通风净化	266
7.3.2 涂漆工艺通风净化和喷漆室安全技术规定	269
7.3.3 涂层烘干室安全技术规定	274

第8章 室内装饰装修涂料中有害物质及其限量	278
8.1 室内装饰装修涂料中的甲醛来源、危害及其限量	278
8.1.1 甲醛的来源及其危害	278
8.1.2 游离甲醛规定限量	279
8.2 涂料中苯及苯衍生物的来源、危害及其限量	280
8.2.1 苯系物的来源及其危害	280
8.2.2 苯系物的含量限量	281
8.3 游离甲苯二异氰酸酯的来源及其危害	282
8.4 挥发性有机物	283
8.4.1 挥发性有机物的来源及其危害	283
8.4.2 挥发性有机物限量与免除溶剂	286
8.5 重金属	288
8.6 几种常用涂料的有害物质限量国家标准	289
8.6.1 溶剂型木器涂料中有害物质限量	289
8.6.2 内墙涂料中有害物质限量	290

第3篇 毒性与安全性能指标的检测

第9章 毒性指标检测方法	292
---------------------------	-----

9.1	急性毒性作用及其试验方法	292
9.1.1	急性毒性试验概述及染毒方法	292
9.1.2	急性毒性试验程序	295
9.1.3	急性毒性评价	296
9.2	亚慢性毒性作用及其试验方法	297
9.2.1	亚慢性毒性试验概述及染毒方法	297
9.2.2	亚慢性毒性试验程序	298
9.2.3	亚慢性毒性作用评价——蓄积作用	299
9.3	慢性毒性作用及其试验方法	300
9.3.1	慢性毒性试验概述及染毒方法	300
9.3.2	慢性毒性试验程序	301
9.3.3	慢性毒性作用评价	302
9.4	外来化合物致突变作用及其评价	302
9.4.1	诱发突变的类型及危害	302
9.4.2	致突变试验	303
9.4.3	试验结果的评定	306
9.5	外来化合物致癌作用及其评价	307
9.5.1	致癌作用基本知识	307
9.5.2	化学致癌物危险评价	308
9.6	外来化合物的生殖发育毒性及其评价	311
9.6.1	生殖发育毒性基本知识	311
9.6.2	发育毒性评定——致畸试验	312
第 10 章	涂料燃烧性能的测定	317
10.1	闪点和燃点	317
10.1.1	实验的基本原理	317
10.1.2	实验方法要点	317
10.1.3	影响因素	320
10.2	爆炸温度极限	320
10.2.1	爆炸极限浓度实验原理	321
10.2.2	试验装置	321
10.2.3	试验步骤	321
10.2.4	测试结果的计算	322
10.3	自燃温度 (引燃温度)	323
10.3.1	自燃温度 (引燃温度) 的测定原理	323

10.3.2	试验装置	323
10.3.3	试验步骤	324
10.3.4	引燃温度的确定	324
10.3.5	影响自燃温度的因素	324
10.4	液体的燃烧速度	325
10.4.1	燃烧速度的表示方法	325
10.4.2	液体燃烧速度的测定	325
10.4.3	影响液体燃烧速度的因素	325
第 11 章	室内装饰涂料中典型毒性物质的测定	326
11.1	溶剂型木器涂料中苯、甲苯、二甲苯的测定 (GB 18581—2001 附录 A)	326
11.1.1	试剂和材料	326
11.1.2	仪器	326
11.1.3	色谱测定条件	326
11.1.4	试验步骤	327
11.1.5	结果的计算	328
11.1.6	重复性	328
11.2	溶剂型木器涂料中重金属的测定 (GB 18581—2001 附录 B)	328
11.2.1	试剂和仪器	328
11.2.2	试验步骤	329
11.2.3	结果的计算	329
11.3	内墙涂料中挥发性有机化合物的测定 (GB 18582—2001 附录 A)	330
11.3.1	气相色谱法测定水分含量	330
11.3.2	卡尔·费休 (Karl Fischer) 法测定水分含量	331
11.3.3	密度的测定	332
11.3.4	挥发性有机化合物含量的计算	332
11.4	内墙涂料中游离甲醛的测定 (GB 18582—2001 附录 B)	332
11.4.1	试剂和仪器	333
11.4.2	试验步骤	333
11.4.3	结果的计算	334
11.5	内墙涂料中重金属的测定 (GB 18582—2001 附录 C)	334
11.5.1	试剂和仪器	335
11.5.2	试验步骤	335

11.5.3 结果的计算.....	336
附录	337
附录1 重大危险源辨识 GB 18218—2000	337
附录2 中国消防安全标志	342
附录3 危险货物分类与标志	343
参考文献	348

第1篇 涂料毒性与安全基本知识

■ 第1章 涂料概述

■ 第2章 涂料的毒性与预防

■ 第3章 涂料的燃烧性能与消防安全

第1章 涂料概述

涂料是指一种涂覆在物体表面，能形成牢固附着的连续薄膜材料。与塑料、橡胶和纤维等合成高分子材料不同，涂料一般不单独作为工程材料使用，而总是涂覆在某一个物件表面起保护、装饰作用或赋予某种特殊功能。被涂覆的物件通称为基材或底材，基材既可以是金属材料，如钢、铝、铁、铜及其合金等；也可以是非金属材料，如混凝土、砖石、木器、塑料、纸张等。这些被涂的物件既可用于室内，也可用于室外；既可以在通常的环境下使用，又可以在恶劣的环境下使用（如高温、低温、高湿度、紫外线等）。

由于最早的涂料通常是利用植物油和天然树脂为主要原料，因而称为油漆。随着石油化工和合成聚合物工业的发展，当前涂料的主要原料为合成聚合物或改性的植物油和天然树脂，因而油漆已远远不能包括涂料的所属范畴。它既可以是无机的，如搪瓷釉、电镀铜、电镀镍、电镀锌等；也可以是有机的，如大多数有机高分子材料。其中有机高分子涂料构成了涂料的主要品种，故除特别注明外，本书所讨论的均是有机高分子涂料。

涂料的发展可以粗略地划分为天然树脂阶段、合成树脂阶段和“节约型”阶段。

天然树脂阶段即主要以天然油脂、大漆、虫胶等天然树脂或改性的天然树脂为原料制成的溶剂型涂料和天然树脂涂料。特点是原料易得、制备工艺简单，但涂料的性能和用途都极为有限。

20世纪50年代后期以来，随着石油工业和化学工业的发展，特别是高分子科学的发展，人们对高分子化合物的合成、性能和结构有了较系统、深入的研究，以石油化工产品为原料的合成树脂品种日渐增多和成熟，产量不断扩大，涂料的发展也就进入了以合成树脂为主要原料的阶段。这个阶段的特点是原料来源丰富，产品性能得到了很大的提高，基本上可以满足各种用途的需要，但这时的涂料仍以溶剂型涂料为主。

随着世界经济的快速发展和人们生活品质的不断提高，保护环境和节约能源越来越受到重视，世界涂料的发展方向和产品结构都发生了根本变化，其中以美国加利福尼亚州著名的“66法则”和美国环保局1977年提出的所谓“四E”原则（即经济、效率、环保和节能原则）为转折点，涂料的发展朝着省资源、省能源、无污染方向发展，相继出现了水性涂料、粉末涂料、辐射固化涂料、高固体分涂料等，即进入了所谓“节约型”涂料阶段。其特点是有机溶剂少或基本上无

溶剂, 树脂的合成也有了許多新的原理和方法, 涂料的品种更加繁多, 性能和用途更加广泛。尤其是进入 20 世纪 90 年代以来, 保护环境和节约能源成了人们共同关心的话题, 世界各国纷纷制定相应法规, 限制 VOC (volatile organic compound, 挥发性有机化合物) 的排放量, 加强行业管理, 使得“节约型”涂料得到了长足的发展。目前世界涂料总产量超过 $23 \times 10^6 \text{t}$, 其中美国约 $5.5 \times 10^6 \text{t}$, 西欧约 $5.4 \times 10^6 \text{t}$, 日本约 $2 \times 10^6 \text{t}$ 。

1.1 涂料的作用和组成

1.1.1 涂料的作用

涂料总是涂覆在被涂物件表面, 通过形成涂膜而起作用。涂料最早主要用于装饰, 涂料涂覆在物体上或建筑物上, 赋予鲜艳的色彩和色调, 美化物体及生活环境。当今涂料的作用远大于此。对被涂物件而言, 涂料的作用可概括为以下几个方面:

(1) 保护作用

物件暴露在大气中, 总是受到光、水分、氧气及空气中的其他气体(如二氧化碳、一氧化氮、硫化氢等)以及酸、碱、盐水溶液和有机溶剂等的侵蚀, 造成金属腐蚀、木材腐朽、水泥风化等破坏现象, 在物件表面涂上涂料, 形成一层保护膜, 可使物件免受侵蚀, 使材料的寿命得以延长。一般工业用涂料均要求具有保护作用。

(2) 装饰作用

在被涂物件表面涂上涂料, 形成具有不同颜色、不同光泽和不同质感的涂膜, 可以得到五光十色、绚丽多彩的外观, 起到美化环境、美化人们生活的作。例如, 大家熟悉的建筑物的内外墙涂料、汽车涂料等。

(3) 特殊功能作用

涂料除了保护和装饰作用外, 还可以经过适当的配方设计, 得到具有特殊功能的涂膜, 如用于饮料厂或食品厂等场合的防霉涂料可以使涂饰该涂料的墙面具有防止霉菌生长的功能; 输油管内壁的防结蜡涂料, 除了防腐作用外, 还可减少石蜡黏结在管壁上, 减少输送阻力; 防火涂料能够使被涂覆的物件具有防火特性; 军事设施上的防红外线伪装涂料; 火箭和宇宙飞船表面上的耐烧蚀涂料等。此外还有防水涂料、防结露涂料、导电涂料、绝缘涂料、静电屏蔽涂料、防辐射涂料、示温涂料、隔热涂料、防污涂料等。从上述可见, 涂料已成为国民经济及人民生活中不可缺少的材料。

1.1.2 涂料的组成

涂料是多组分体系, 涂料的组成可分为成膜材料、颜料、分散介质、助剂 4