



COATINGS
AND
ADHESIVES

涂料和黏合剂

主编 代少俊 张 峰

涂料和黏合剂

主编 代少俊 张 峰



图书在版编目(CIP)数据

涂料与黏合剂 / 代少俊, 张峰主编. — 镇江: 江苏大学出版社, 2014. 7

ISBN 978-7-81130-735-1

I. ①涂… II. ①代… ②张 III. ①涂料—高等学校—教材②胶粘剂—高等学校—教材 IV. ①TQ63②TQ43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 154923 号

涂料和黏合剂

Tuliao he Nianheji

主 编/代少俊 张 峰

责任编辑/李菊萍

出版发行/江苏大学出版社

地 址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编: 212003)

电 话/0511-84446464(传真)

网 址/http://press. ujs. edu. cn

排 版/镇江文苑制版印刷有限责任公司

印 刷/句容市排印厂

经 销/江苏省新华书店

开 本/787 mm×1 092 mm 1/16

印 张/16.5

字 数/422 千字

版 次/2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

书 号/ISBN 978-7-81130-735-1

定 价/36.00 元

如有印装质量问题请与本社营销部联系(电话:0511-84440882)

 目 录

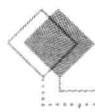
第一章 黏合剂和涂料概论	1
第一节 黏合剂概论	1
第二节 涂料概论	7
第二章 胶接基础	11
第一节 形成胶接的条件	11
第二节 影响胶接作用的因素	14
第三节 胶接理论	17
第三章 环氧树脂黏合剂	21
第一节 环氧树脂概述	21
第二节 双酚 A 缩水甘油醚型环氧树脂的合成	24
第三节 环氧树脂的固化	28
第四节 环氧树脂添加剂	37
第四章 聚氨酯树脂黏合剂	40
第一节 概 述	40
第二节 聚氨酯化学	42
第三节 合成聚氨酯的原料	46
第四节 多异氰酸酯黏合剂	58
第五节 双组分聚氨酯黏合剂	59
第六节 水性聚氨酯	66
第七节 水性聚氨酯的应用	74
第五章 酚醛树脂黏合剂	76
第一节 酚醛树脂的合成	76
第二节 酚醛树脂的改性	81
第三节 酚醛树脂黏合剂	84
第六章 氨基树脂黏合剂	88
第一节 脲醛树脂黏合剂	88
第二节 三聚氰胺树脂黏合剂	96



第七章 聚酯树脂黏合剂	100
第一节 概 述	100
第二节 聚酯合成主要原料	101
第三节 聚酯配方设计	104
第四节 聚酯树脂的合成	105
第五节 不饱和聚酯	108
第六节 水性聚酯树脂	111
第八章 其他黏合剂	115
第一节 聚醋酸乙烯酯黏合剂	115
第二节 橡胶黏合剂	121
第三节 天然黏合剂	123
第九章 涂料配方基本原理	133
第一节 油	133
第二节 颜料与体质颜料	134
第三节 溶 剂	139
第四节 辅助成膜物质	145
第五节 颜料体积分数	149
第六节 涂膜的干燥与固化	152
第十章 醇酸树脂涂料	156
第一节 醇酸树脂概述	156
第二节 醇酸树脂的合成原料	158
第三节 醇酸树脂的合成	162
第四节 醇酸树脂的改性及其应用	168
第十一章 丙烯酸树脂涂料	174
第一节 丙烯酸树脂概述	174
第二节 丙烯酸树脂的配方设计	179
第三节 溶剂型丙烯酸树脂	183
第四节 水性丙烯酸树脂	187
第十二章 元素有机树脂涂料	206
第一节 有机硅树脂	206
第二节 有机氟树脂涂料	220



第十三章 涂料的制备	227
第一节 色漆的制备	227
第二节 乳胶漆的制备	234
第三节 粉末涂料的制备	239
第十四章 涂料性能检测及涂料施工	245
第一节 涂料性能检测	245
第二节 涂料施工	250
参考文献	257



第一章



黏合剂和涂料概论

第一节 黏合剂概论

黏合剂(adhesive),又称胶黏剂、粘接剂,俗称胶。它是一种能够将两种同类或不同类材料紧密地结合在一起的物质。采用胶黏剂将各种材料或部件连接起来的技术称为胶接技术。

一、黏合剂的发展历史

人类使用胶黏剂已有悠久的历史。从考古发掘中发现,5 000年前的人类就用水和黏土作为石料的胶黏剂;4 000多年前,人类就会用生漆做胶黏剂和涂料制造器具;3 000年前的周朝已用动物胶作木船的填缝密封胶;2 000年前的秦朝用糯米浆与石灰制成灰浆黏合长城的基石,使得万里长城屹立至今,成为中华民族伟大文明的象征之一。东汉时期用糯米浆密封棺木,配以防腐剂,使马王堆古尸出土时肌肉及关节仍有弹性,足见中国古代胶接技术之高超。古罗马人和中国人早就知道用树脂黏液来捕捉小鸟,或用骨胶粘接油烟(或炭黑)制成的墨,这在我国的文化发展史上起着重要的作用。

早期的胶黏剂是以天然物质为原料的,而且大多是水溶性的。从19世纪开始,木材加工、机械、交通、纺织工业逐渐发展,被胶接材料与物件随之增加,天然胶黏剂不论产量还是品种都已不能满足要求,因而促使了合成胶黏剂的产生和不断发展。随着经济的发展,需要量逐渐增加,胶黏剂的生产由分散的手工作坊向工业化发展。1690年,荷兰首先创建了生产天然高分子胶黏剂的工厂;英国在1700年建成了以生产骨胶为主的工厂;美国于1808年建成了第一家胶黏剂工厂。

合成树脂胶黏剂的生产是从1909年Backeland发明工业酚醛树脂开始的。1912年出现用酚醛胶黏剂粘接的胶合板,大大降低了生产成本,而且提高了胶合板的耐久性和粘接强度。第二次世界大战期间,由于军事工业的需要,胶黏剂也有了相应的变化和发展,尤其是在飞机的结构件上应用了胶黏剂,出现了“结构胶黏剂”这一新的名称。1941年,英国Aero公司发明的酚醛-聚乙烯醇缩醛树脂混合型结构胶黏剂,用于战机主翼的粘接,并获得成功。

20世纪50年代开始出现环氧树脂胶黏剂,与其他胶黏剂相比,它具有强度高、种类多、适应性强等特点,成为主要的结构胶黏剂。

在制鞋、汽车制造行业中,橡胶型胶黏剂的应用也很广。在二次大战前,溶剂型天然橡

胶占多数,自1932年出现氯丁橡胶胶黏剂后,合成橡胶类胶黏剂逐渐成为主流,而且它与环氧树脂或其他树脂相配合,大大扩大了应用范围。

在木器制作、纸品加工及包装行业中,聚乙酸乙烯乳胶占据主导地位。它是一种优良的水溶性胶黏剂。1943年,德国根据异氰酸酯的高反应性,开发了聚氨酯树脂。十多年以后,出现了聚氨酯树脂胶黏剂,并用于制鞋、织物及包装等工业部门,这类胶黏剂具有强度高、弹性好的特点。

1957年,美国Eastman公司发明的氰基丙烯酸酯胶黏剂,开创了瞬间粘接的新时期。这类胶黏剂在常温无溶剂的普通条件下,几秒到几十秒内就可以产生强有力的结合。此外,还出现了隔绝空气即会发生粘接的厌氧胶等。

20世纪60年代开始出现热熔胶黏剂,70年代有了第二代丙烯酸酯胶黏剂,以后又出现了第三代丙烯酸酯胶黏剂;80年代以后,胶黏剂的研究主要在原有品种上进行改性、提高性能、改善操作性、开发适用涂布设备和发展无损检测技术。

二、黏合剂的应用

1. 航空与航天

粘接一架波音747飞机和一架C-5A银河(LookheedC-5A)几乎要用16200 m²的胶膜,其中一架波音747约耗用3700 m²的胶膜、431 kg的聚硫密封胶和23 kg的硅橡胶密封胶。

2. 汽车工业

汽车、卡车、摩托车和有关的交通工具中应用胶黏剂,工艺简便、性能可靠、经济高效。

胶接物体:金属、塑料、织物、玻璃、橡胶等本身或相互之间和涂漆表面的结构连接、固定、密封。

种类及数量:大约有25种类型的胶黏剂适用于汽车的组装,每台典型的机动车用胶量约9 kg。

3. 建筑业(结构与装饰,包括木材工业)

- (1) 整体衬板墙面与木框架粘接。
- (2) 带衬板的地板和天花板与桁条和椽子粘接,起到T型梁的作用。
- (3) 各种表面受力的夹层板。
- (4) 胶合木顶桁架的装配。
- (5) 用作桁条或椽子箱形梁和其他类型的组合梁。
- (6) 将所有的部件粘接成最后的结构件。

4. 电气/电子工业

- (1) 管心粘接。
- (2) 电路元件与基板粘接。
- (3) 封装。
- (4) 印制线路板。

5. 消遣娱乐(环氧树脂胶黏剂)

- (1) 雪橇(玻璃钢)、箭弓、网球拍、溜冰场。
- (2) 由层压木材、热塑性塑料和高级增强材料建成的高尔夫俱乐部。

6. 包装工业

- (1) 制造瓦楞纸箱、裱糊瓦楞纸板、箱子密封、制箱；
- (2) 折叠箱。
- (3) 层压。
- (4) 管子缠绕(卷旋和螺旋形缠绕)。
- (5) 组装箱。
- (6) 袋。
- (7) 标签。

7. 在其他方面的应用

- (1) 压敏胶带(包装封带、玻璃纸胶带、掩蔽胶带、增强包装带、电工胶带、医用胶带)。
- (2) 胶纸(再湿性的,用于邮票和货运标签)。
- (3) 浆糊和胶水(办公室、学校和图书馆用)；
- (4) 手工艺品(环氧胶、氰基丙烯酸酯胶、白乳胶、丁腈-酚醛胶、脲醛胶)。
- (5) 壁纸粘贴。
- (6) 光学元件(粘接透镜元件)。

随着科学技术的发展,目前不同行业对黏合剂及粘接技术的要求越来越高。1997年世界黏合剂总需求量为1 700万吨,2010年达到2 500万吨。

我国目前已有黏合剂生产企业1 200多家,品种牌号3 000多个,黏合剂生产能力300万吨。其中产量最大的仍然是三醛胶(酚醛、脲醛和三聚氰胺甲醛)和乳液型胶,二者分别占总产量的45.2%和29.2%。

从市场应用看,建筑业用量最大,约占总胶量的51.8%;其次是纸包装业,约占总胶量的12.6%;第三是制鞋业,约占总胶量的9.0%。

三、黏合剂组成

黏合剂通常是由基料、固化剂、促进剂、填料、增韧剂、稀释剂、偶联剂、稳定剂、防老剂、增黏剂、增稠剂等配合而成的。

➤ 基料: 又称黏料,是黏合剂的主要成分,有天然聚合物、合成聚合物及无机物三大类。

➤ 固化剂: 使液态基料通过化学反应,发生聚合、缩聚或交联反应,转变成高分子量固体,它是使胶接头具有力学强度和稳定性的物质。不同的基料应选用固化快、质量好、用量少的固化剂。

➤ 填料: 不参与反应的惰性物质,可提高胶接强度、耐热性、尺寸稳定性,并可降低成本。其品种很多,如石棉粉、铝粉、云母、石英粉、碳酸钙、钛白粉、滑石粉等,各品种具有不同效果,应根据要求选用。

➤ 增韧剂: 能提高黏合剂的柔韧性,降低脆性,改善抗冲击性等。

➤ 稀释剂: 降低黏合剂的黏度,便于施工操作,有能参与固化反应的活性稀释剂和惰性稀释剂两种。

➤ 偶联剂: 具有能分别和被粘物及黏合剂反应成键的两种基团,可提高胶接强度,多为硅氧烷或聚对苯二甲酸酯化合物。

➤ 稳定剂: 防止黏合剂长期受热分解或贮存时性能发生变化的成分。

四、黏合剂常用概念

➤ 黏合(adhesion):两个物体表面依靠化学力、物理力或两者兼有的力使之结合在一起的状态。

➤ 内聚(cohesion):单一物质内部各粒子靠主价力、次价力结合在一起的状态。

➤ 黏附破坏(adhesion failure):黏合剂和被粘物界面处发生的目视可见的破坏现象。

➤ 内聚破坏(cohesion failure):黏合剂或被粘物中发生的目视可见的破坏现象。

➤ 固化(curing):黏合剂通过化学反应(聚合、交联等)获得并提高胶接强度等性能的过程。

➤ 硬化(hardening):黏合剂通过化学反应或物理作用(如聚合反应、氧化反应、凝胶化作用、水合作用、冷却、挥发性组分的蒸发等),获得并提高胶接强度、内聚强度等性能的过程。

➤ 贮存期(storage life):在规定条件下,黏合剂仍能保持其操作性能和规定强度的最长存放时间。

➤ 适用期(pot life):配制后的黏合剂能维持其可用性能的时间。其同义词为“使用期”。

➤ 固体含量(solids content):在规定的测试条件下,测得的黏合剂中不挥发性物质的质量百分数。其同义词为“不挥发物含量”。

五、黏合剂的优缺点

➤ 黏合剂的优点:应力分布均匀,压力承受区域大;可胶接厚薄不同、形状不同的材料;可胶接同种或不同种材料;胶接不同种材料时,可防止电化学腐蚀(机械接合则不同,如钉子接合);抗疲劳和循环载荷;外表光滑;密封胶接,可抵抗环境影响;热绝缘、电绝缘;对金属来说,不会降低其胶接强度;对湿度有振动吸收作用,并能在一定程度上进行调整;较高的比强度;比机械胶接快,成本更低。

➤ 黏合剂的缺点:胶接区域不可见;需表面处理(通常用腐蚀性的化学药品);较长的固化时间,特别是在温度不高的场合;需固定设备(反应锅,釜);某些胶黏剂在粘接过程中需加温,加压固化;过程控制严格(包括清洁处理);胶接耐久性对所处环境有依赖性;天然胶黏剂易受到细菌、霉菌、啮齿动物、寄生虫的侵害等环境、健康问题。

六、主要黏合剂品种

1. 环氧树脂黏合剂

环氧树脂黏合剂于1927年问世,1950年商品化。其黏合强度高,收缩率小,尺寸较稳定,电性能优良,耐介质性好,易于改性,几乎能黏合各种材料,用途广泛。

环氧树脂是热塑性线型结构,不能直接使用,必须加入固化剂固化交联之后,才能发挥其优良的黏合性。固化剂种类很多,可分为脂肪胺、芳香胺、改性胺、低分子聚酰胺、咪唑及其衍生物、酸酐及潜伏性固化剂等。

2. 酚醛树脂

酚醛树脂由酚类和醛类缩聚而成,分为热固性酚醛树脂和线型热塑性酚醛树脂两大类。酚醛树脂有极性大、黏合力强、耐热性好、耐老化、耐水、耐油、耐化学介质、耐霉菌、电绝缘性

优良等特点。

但其脆性大,剥离强度不高,需加热加压固化,收缩率较大,颜色深,有酚类气味等不足之处。酚醛-丁腈、酚醛-环氧、酚醛-聚乙烯醇缩醛都是优良的结构黏合剂。

3. 聚氨酯黏合剂

聚氨酯黏合剂为主链上含有氨基甲酸酯基—NHCOO—的黏合剂。

聚氨酯黏合剂可分为三类:多异氰酸酯可直接用作黏合剂;预聚体类聚氨酯黏合剂,由异氰酸酯和含端羟基的聚酯或聚醚反应而得,是最主要的品种;端封型聚氨酯黏合剂,用苯酚或羟基将异氰酸基封闭,可制成水溶液或乳液黏合剂,使用时加热,端基重新活化而起黏合作用。

4. 丙烯酸酯类黏合剂

其以丙烯酸乙酯、丁酯、异辛酯为主,与甲基丙烯酸酯类、苯乙烯或醋酸乙烯共聚而得。丙烯酸酯类黏合剂具有良好的耐水性和广泛的粘接性,改变共聚组分,可获得一系列有用的黏合剂。这一类黏合剂还可详细分为以下几种。

(1) 溶液型丙烯酸酯黏合剂:可以粘塑料。

(2) 乳液型丙烯酸酯黏合剂:可合成多种共聚乳液,应用于无纺布、织物、植绒、复合薄膜、纸张上光、建筑密封及涂料。

(3) α -氰基丙烯酸酯:为单液型,黏度低,固化特别快,见潮即可在几十秒内聚合,常称为瞬干胶。其强度高、透明、毒性小、使用方便,但脆性大、耐久性差、价格昂贵,可粘接各种材料,最适于应急修补。

(4) 厌氧胶:是由丙烯酸和甲基丙烯酸的双酯或某些特殊的丙烯酸酯,如甲基丙烯酸羟丙酯为主构成的,在隔绝空气条件下(无氧)可自行室温固化。现已发展成几百个品种,具有单组分、无溶剂、低黏度、使用方便、常温快速固化、耐热、耐溶剂、耐酸碱、适用期长、贮存稳定的特点,主要用于管道螺纹、法兰面及机械箱体防漏,螺纹螺栓紧固和轴承、插件、嵌件固定。

(5) 丙烯酸结构黏合剂:20世纪70年代杜邦公司开发的新型二液型改性丙烯酸酯黏合剂,又称第二代丙烯酸酯黏合剂(SGA),分底涂型及双主剂型两大类。

底涂型的主剂包括聚合物、丙烯酸酯单体(如甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯等)、氧化剂(过氧化物)、稳定剂(如对苯二酚);底剂包括促进剂(如胺类还原剂)、助促进剂(如环烷酸钴金属盐)及溶剂。

双主剂型不用底剂,两组分均为主剂。其中,一个主剂含氧化剂,另一个含促进剂及助促进剂。两剂分别涂于被粘物的一面,叠合后很快发生反应而固化。此胶室温固化快,胶接强度高,可以在油面上直接涂胶粘接,耐水、耐油、耐介质、耐老化、耐热、耐寒性好,使用方便,不需精确计量,应用面广,但气味较大,贮存期较短。

5. 不饱和聚酯黏合剂

在主链上含有不饱和双键的聚酯,称为不饱和聚酯。将其溶于苯乙烯中,即得不饱和聚酯黏合剂或涂料。使用时加入过氧化物作引发剂,即可加热固化;若再加入少量环烷酸钴,则可常温固化。这种黏合剂具有黏度小、使用方便、价廉、耐酸碱等特点;但收缩性大,性脆。不饱和树脂除用于制造玻璃外,还用于家具涂料及人造板表面装饰等。

6. 脲醛树脂黏合剂

脲醛树脂黏合剂是一类以尿素与甲醛缩聚产物为基料配制而成的水基型热固性树脂黏合剂。这类黏合剂无色,不污染制品,毒性小,胶接强度优于动植物胶,工艺性好,使用方便,价廉,但耐水性差,性脆;加入氯化铵,可室温固化。此胶主要用于木材制品、胶合板、纤维板及家具。

7. 橡胶类黏合剂

橡胶类黏合剂是指以橡胶或弹性体为基料,配以助剂、溶剂制成的一大类黏合剂,是构成现代溶剂型非结构黏合剂的一大支柱。它具有弹性好、耐冲击、抗疲劳强度好、应用面广的特点,产品有胶液、胶膜、胶带、腻子等多种形式。其中胶液用量最大,又分溶液、乳液和预聚液三类。基料包括氯丁、丁腈、丁基、异丁烯、丁苯、硅氧烷等合成橡胶、天然橡胶、SBS等,不但品种多,而且各具特色。

➤ 氯丁橡胶黏合剂(简称氯丁胶):黏合强度高,初粘力大,可粘接大多数材料。

➤ 丁腈胶:耐油性、耐水性最好,有良好的耐热、耐磨、耐老化及耐介质性。

➤ 丁基胶:密封性特优,有优良的电绝缘性,耐老化、耐酸碱、耐氧化、耐臭氧化及化学介质。

➤ 聚异丁烯胶:有透明、耐老化、耐氧化、耐低温和优良的电绝缘性,能粘聚乙烯、聚丙烯等难粘材料。

➤ 丁苯胶:耐热、耐磨、耐老化、价廉。

➤ 硅橡胶:有优异的耐高低温和耐老化性能,电绝缘性、耐水性和透气性好,但黏合性差、强度低,多用于耐高温、耐低温场合。

➤ 天然橡胶:初粘力大,弹性及电绝缘性优良,价廉,但耐热性差、黏合强度略低,是传统的橡胶黏合剂。

8. 热熔黏合剂

热熔黏合剂常称热熔胶,是以热塑性树脂或热塑性弹性体为主要成分,以增黏剂、增塑剂、抗氧化剂、阻燃剂及填料为添加成分经熔融混合而制成的不含溶剂的固体状黏合剂。常温下它是固体,具有单组分、无溶剂、无污染、无毒害、贮存运输安全、价廉、黏合性优、能反复使用、基本无废料、应用面广等特点,是当今黏合剂的主要发展方向之一。

热熔黏合剂按基料可分为EVA、聚氨酯、聚酰胺、聚酯等几类,用于粘接金属、玻璃、木材、塑料等各种材料。

9. 无机黏合剂

无机黏合剂是由无机盐类、酸类、碱类、金属氧化物及氢氧化物组成的一大类黏合剂。它具有耐高温、耐低温、毒性小、不易燃、耐辐射、耐油、耐老化、价廉、使用方便,但脆性大等特点,只能用于套接、槽接,可粘接金属、玻璃、陶瓷、石料等,应用较普遍。以氧化铜和磷酸为主料配制成的无机黏合剂性能优良。

10. 压敏黏合剂

压敏黏合剂是指对压力敏感,只需轻微施压或用手指一按,即能粘住的一类黏合剂,俗称不干胶。这种胶一般都是先涂于塑料薄膜、织物、纸张或金属箔上,做成胶带或胶膜。

不干胶可多次重复使用,有一定剥离强度,不污染被粘物表面,无毒、安全、易贮运,但耐久性、耐热性较差,分橡胶型(如以天然橡胶、聚异丁烯、丁基橡胶等为基料)和树脂型(如以

丙烯酸酯、硅树脂或硅橡胶等为基料)两类。

压敏胶不宜现用现涂,而必须事先涂在载体基材上。载体基材有棉布(如医用胶布)、纸张(如封箱带、标签、标贴),更多的是用聚丙烯、聚氯乙烯、聚酯及玻璃纸薄膜。压敏胶普遍用于包装、封箱、标签、瓶贴、办公、装饰、面板保护及家庭日常。

七、黏合剂的发展趋势

1. 发展无溶剂黏合剂

现行的许多黏合剂都含有大量挥发性很强的溶剂,这些溶剂不仅危害人的身心健康,而且会破坏大气层中的臭氧层。近年来,这一问题引起了公众和政府的高度重视,从而促使黏合剂工业产生了一种新的发展趋势,即向无溶剂的黏合剂发展。

2. 发展特种黏合剂

特种黏合剂具有独特作用,倍受青睐。例如,阿波罗飞船上的指挥舱和登月舱用的钛铝合金蜂窝夹层结构,采用了耐高温的环氧-酚醛黏合剂。卫星与飞船外表的耐高温烧蚀材料与容器的固定需要耐高温黏合剂,火箭液体燃料保温材料与容器固定需要超低温黏合剂。

3. 天然胶的改性

天然胶具有如下优点:① 原料易得,可以直接取自于大自然;② 价格低廉;③ 生产工艺简单;④ 使用方便;⑤ 大多为低毒或无毒;⑥ 能够降解,不产生公害。

通过对其改性,可以得到性能优良的黏合剂。

第二节 涂料概论

涂料(coating),即涂于物体表面能形成具有保护、装饰或特殊性能(如绝缘、防腐、标志等)固态涂膜的一类液体或固体材料。

涂料既可以是无机的,如搪瓷釉、电镀铜、电镀镍、电镀锌等,也可以是有机的。有机高分子涂料构成了涂料的主要品种。

涂料早先都是由植物油和天然树脂加工而成的,因此通常叫作油漆(paint)。随着工业的发展,涂料品种日益增多,质量和性能不断提高,许多新型涂料已不再含有油的成分,这样“油漆”这个名词就显得不够确切了。因此,现在把用于涂装物面的各种材料统称为涂料。总体上涂料和漆差别不大,可相互使用,前者似乎更为科学,在现代科技和工业领域的意义也更广些。

一、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已有 4 000 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。11 世纪欧洲开始用亚麻油制各油基清漆,17 世纪含铅的油漆得到发展,而且 1762 年波士顿开始用石磨制漆,此后工业制漆得到较快的发展。

涂料和科学第一次结合的标志是 20 世纪 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。20 世纪 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。第二次世界大战期间,各国大力发展合成乳胶,从而为乳胶漆的发展拓宽了道路。20世纪40年代,Ciba化学公司等研发了环氧树脂涂料,它的出现使防腐蚀涂料有了突破性发展。20世纪50年代开始使用聚丙烯酸酯涂料,它具有优良的性质,尤其是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,出现了高质量的金属闪光漆。同期,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,而且它进一步提高了涂料防腐蚀的效果,为工业涂料的发展做出了贡献。20世纪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,在20世纪50年代开始研制,由于受到涂装技术的限制,一直到70年代才得到较大发展。20世纪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,是制备高固体分涂料用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,但却首先在涂料上得到了应用。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。

综上所述,涂料的发展可粗略地划分为天然树脂阶段、合成树脂阶段和“节约型”阶段。

二、涂料的功能

随着涂料性能的发展,其应用日益广泛,总结起来主要有以下几个方面。

1. 保护作用

涂料能在物体表面形成一层保护膜,以阻止或延迟物体因长期暴露于空气中受到水分、空气、微生物等的侵蚀而造成的金属锈蚀、木材腐蚀、水泥风化等破坏现象。例如,不加涂料保护的钢铁结构的桥梁,寿命仅为几年,而涂料使用得当则可使其百年巍然挺立。

2. 装饰作用

随着人民生活水平的提高,选择商品的标准不只限于其质量,外表也越来越受到重视。因此,涂料的装饰性也成为品种开发的重要因素。

3. 色彩标志作用

在国际上,应用涂料作标志的色彩已经逐渐标准化。例如,可用涂料来标记储存或运输各种各样化学品、危险品的容器、管道;如氢气钢瓶是深绿色的,氯气钢瓶则是草绿色的;机械设备也可以用各种颜色的涂料作为标志;交通运输中也常用不同色彩表示警告、危险、前进、停止等信号以保证安全。

4. 特殊功能作用

涂料可以起到很多特殊的功能作用,如电性能方面的电绝缘、导电、屏蔽电磁波、防静电产生;热能方面的高温、室温和温度标记,吸收太阳能、屏蔽射线;机械性能方面的防滑、自润滑、防碎裂飞溅等。此外,还有防噪声、减振、卫生消毒、防结霜、防结冰等各种不同作用。

三、涂料的基本组成及其作用

一般涂料由4个组分组成,它们是成膜物、颜料、溶剂和各种助剂。

➤ 成膜物:又称基料,是使涂料牢固附着于被涂物面上形成连续薄膜的主要物质,也是构成涂料的基础,决定着涂料的基本性质。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。无机的成膜物种类不多,用途有限。

➤ 颜料:分散在漆料中的不溶的微细固体颗粒,分为着色颜料和体质颜料,主要起遮盖和赋色的作用,还有增强或赋予特殊性能,改善流变性能,降低成本的作用。

➤ 溶剂:通常是能溶解成膜物的易挥发有机液体,主要作用是使基料溶解或分散成为黏稠的液体,以便涂料的施工。

➤ 助剂:涂料中一般都加有助剂,主要用来改善涂料某一方面的性能,如消泡剂、分散剂、润湿剂、增稠剂、防沉剂、防结皮剂、催干剂、防霉剂等。

四、涂料的分类和命名

1. 涂料的分类

➤ 按成膜机理分:可分为两大类,一类是转移型或反应型涂料,另一类是非转移型或挥发型涂料。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,成膜物相当于热固性聚合物。转移型涂料又分为两类,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。非转移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,成膜物是热塑性聚合物,如硝基漆、氯化橡胶等。

➤ 按溶剂分:可分为有溶剂涂料和无溶剂涂料。有溶剂涂料又可分为水性涂料和溶剂型涂料,溶剂含量低的又称为高固体分涂料;无溶剂涂料包括粉末涂料、光固化涂料以及干性油等。

➤ 按颜料分:可分为无颜料的清漆和加颜料的色漆。色漆又可按颜料的品种和颜色分类。

➤ 按施工方法分:可分为刷涂涂料、辊涂涂料、喷漆、浸渍漆、电泳漆、烘漆等。

➤ 按用途分:可分为建筑涂料、汽车涂料、塑料涂料、纸张涂料、油墨等。

➤ 按施工顺序分:可分为面漆(包括罩光漆)和底漆两大类。底漆又可分为封闭底漆、腻子或填孔剂、头道底漆、二道底漆等。底漆注重附着牢固和防腐蚀保护作用,面漆注重装饰和户外保护作用。常将面漆称为磁漆(瓷漆),磁漆中选用耐光和着色良好的颜料,漆膜通常平整光滑,坚韧耐磨,像瓷器一样。

➤ 按成膜物种类分:我国一般将涂料分为 18 大类,其中第 18 类为涂料用辅助材料。

2. 涂料的命名

我国国家标准 GB/T2705—2003 中对涂料的命名原则有如下规定:

涂料全名=颜料或颜色名称+成膜物质+基本名称

颜色包括红、黄、蓝、白、黑、绿、紫、棕、灰等,需要在颜色前加深、中、浅(或淡)等词。若颜料起显著作用,则可用颜料名称代替颜色名称,如铁红、锌黄、红丹等。

成膜物名称可适当简化,如环氧树脂简化为环氧,硝基纤维素简化为硝基,聚氨基甲酸酯简化为聚氨酯等。涂料中含多种成膜物时,用起主要作用的成膜物命名。必要时可用两种或三种成膜物命名,主要成膜物在前,次要成膜物在后,如黑环氧硝基磁漆。

基本名称表示涂料的基本品种、特性和专业用途,见表 1-1。

表 1-1 基本名称

基本名称	基本名称	基本名称	基本名称
清油	船壳漆	罐头漆	机床漆
清漆	船底防锈漆	木器漆	工程机械用漆
厚漆	饮水舱漆	家电电器涂料	农机用漆
调合漆	油舱漆	自行车涂料	发电、输配电设备用漆
磁漆	压载舱	玩具涂料	内墙涂料
粉末涂料	化学品舱漆	塑料涂料	外墙涂料
底漆	车间预涂漆	(浸渍)绝缘漆	防水涂料
腻子	耐酸漆、耐碱漆	(覆盖)绝缘漆	地板漆、地坪漆
大漆	防腐漆	抗弧(磁)漆、互感器漆	锅炉漆
电泳漆	防锈漆	(粘合)绝缘漆	烟囱漆
乳胶漆	耐油漆	漆包线漆	黑板漆
水溶(性)漆	耐水漆	硅钢片漆	标志漆、路标漆、 马路划线漆
透明漆	防火涂料	电容器漆	
斑纹漆、裂纹漆、桔纹漆	防霉(藻)涂料	电阻漆、电位器漆	汽车底漆、汽车中涂漆、 汽车面漆、汽车罩光漆
锤纹漆	耐热(高温)涂料	半导体漆	
皱纹漆	示温涂料	电缆漆	汽车修补漆
金属漆、闪光漆	涂布漆	可剥漆	集装箱漆
防污漆	航空、航天用漆	卷材涂料	铁路车辆用漆
	桥梁漆、输电塔漆及其他 (大型露天)钢结构漆	光固化涂料	胶液
甲板漆、甲板防滑漆	铅笔漆	保温隔热涂料	其他未列出的基本名称

在成膜物和基本名称之间,必要时可插入专业用途和特性。例如,白硝基外用磁漆、红过氯乙烯静电磁漆。需经烘烤才能干燥的涂料,涂料名称中应有烘干字样,如黑环氧树脂烘干电泳漆。无烘干字样者,表示该涂料系自然干燥或自然干燥、烘干均可。双组分或多组分涂料,在涂料名称后应加“双组分”或“三组分”字样,如聚氨酯木器漆(双组分)。稀释剂不能视为涂料的组分。

五、涂料的发展趋势

今后将重点发展以下几种涂料:

- (1) 高固体分涂料:一般固体含量在 65%~85%。
- (2) 无溶剂涂料:又称活性溶剂涂料,指溶剂最终成为涂膜组分,在固化成膜过程中不向大气中排放 VOC(挥发性有机物)。典型的无溶剂涂料是粉末涂料。
- (3) 光固化涂料:以采用辐射固化技术为特征的环保节能型涂料。
- (4) 水性涂料:以水为溶剂或分散介质的涂料均称为水性涂料。

胶接是一个复杂的物理、化学过程,包括黏合剂的液化、流动、湿润、固化、变形、破坏等诸多过程,胶接力的生成也与诸多因素相关。胶接涉及界面化学、热力学、材料力学、流变学、高分子化学、高分子物理及固体表面学等。

第一节 形成胶接的条件

一、胶接的基本过程

1. 理想的胶接

理想的胶接是当两个表面彼此紧密接触之后,分子间产生相互作用,达到一定程度而形成胶接键,胶接键可能是次价键或主价键,最后达到热力学平衡的状态。

理想的胶接强度,可以在一些假定的前提下计算出来。因为这是从理想状态出发的,没有考虑一系列可能影响胶接强度的实际因素,所以理想的胶接强度比实际测得的胶接强度要大几个数量级。理想的胶接有理论意义,有利于分析理解胶接的机理,对实际的胶接过程有重要的指导意义。

在温度和压力不发生变化的前提下,把两个已经胶接起来的相,从平衡状态可逆地分开到无穷远,彼此的分子不再存在任何相互作用的影响时,所消耗的能即为黏合能,也就是胶接功。单位面积上所需的胶接功,称为理想胶接强度,以 σ_a 表示。 σ_a 与两相达到平衡时的距离 Z_0 和胶接功 W_a 有关。

在大多数聚合物的分子相互作用,只存在色散力的情况下,一般 $Z_0 = 0.2 \text{ nm}$, $W_a = 10^{-5} \text{ J/cm}^2$, 于是 $\sigma_a \approx 1\,500 \text{ MPa}$ 。

如果分子相互作用力不仅是色散力,还有氢键力、诱导力甚至化学键力,则该值要大得多。即使如此,按此计算出来的理想胶接强度,也要比实际胶接强度大两个数量级以上。

2. 实际的胶接

实际的胶接,大多数都要使用黏合剂,才能使两个固体通过表面结合起来。聚合物处于橡胶态温度以上时(未达熔融态),通过加压紧密接触,使两块处于橡胶态的聚合物通过界面上分子间的扩散,生成物理结点或分子相互作用引力,这时不需要黏合剂也可能使聚合物胶接起来。不过,由于所需要的压力大,时间长,又要消耗热能,而且有许多降低胶接力的影响因素并未排除,使分子间不易达到紧密接触,得到的胶接强度并不理想。

金属、无机材料不存在橡胶态,在固态的情况下,即使加压、加热,也不可能达到分子接触,因此更需要依靠黏合剂来实现胶接。