

最新汽车涂装技术

TUZHUANGJISHU

ZUIXINGQICHE

吴涛 刘朝宗 主编

王锡春 曲保忠 主审

江西科学技术出版社



ZUQIANQI
TUZHUANG
JISHU

最新汽车涂装技术

吴 涛 刘朝宗/主编 王锡春 曲保忠/主审

■ 江西科学技术出版社



图书在版编目(CIP)数据

最新汽车涂装技术/吴涛

—江西南昌:江西科学技术出版社

ISBN 7-5390-1252-8

I. 最新汽车涂装技术

II. 吴涛

III. 包装设计

IV. TB·482

国际互联网(Internet)地址:

HTTP://WWW.NCU.EDU.CN:800/

最新汽车涂装技术

吴涛 刘朝宗主编

出版	江西科学技术出版社
发行	南昌市新魏路 17 号
社址	邮编:330002 电话:(0791)8513294 8513098
印刷	江西新余市印刷厂
经销	各地新华书店
开本	787mm×1092mm 1/16
字数	29 万
印张	12
印数	8000 册
版次	1997 年 12 月第 1 版 1997 年 12 月第 1 次印刷
书号	ISBN 7-5390-1252-8/TB·31
定价	20.00 元

(赣科版图书凡属印装错误,可向出版社发行部或承印厂调换)

内容提要

本书系统地介绍了汽车涂装工艺及涂装用材料。全书共分 10 章,包括汽车涂装常用材料性能及其检测方法、汽车用涂料的调制与配色、漆前表面处理、涂装方法及工艺、常见漆膜弊病及防治、涂装生产管理及涂装线环境治理,并附有汽车涂装工艺中常用的、与涂料有关的技术参数等。本书不仅具有一定的理论水平,并且对汽车涂装及汽车用涂料生产具有现实的指导作用。

本书可作为从事汽车涂装、汽车涂料生产与施工应用的工程技术人员的参考书,也可用作汽车涂装生产及涂装施的中、高级技术工人培训教材。

前 言

随着我国国民经济的发展和人民生活水平的提高,各行各业更加重视产品的质量及其装饰性,尤其是车辆工业产品的装饰性、耐候性及耐腐蚀性的优劣已成为国内外市场竞争内容之一。汽车涂装是提高车辆装饰性和保护性的主要工艺手段之一。它在装饰性方面赋予产品丰富的色彩,提高产品的外观质量;它在防护性方面能提高产品的耐蚀性而延长使用寿命;它在功能性方面能提高产品的防腐耐磨性、导电性、反射率、焊接性等特殊功能。

当前,汽车涂装技术已发展成为利用有关现代物理化学、金属学等方面新技术的边缘性综合技术,正在形成一个重要的现代化科学体系。先进国家向着低能耗、低污染、高质量、低成本、多花色、功能性等方面发展。近年来,随着我国汽车工业的发展,我国在汽车涂装工艺、涂装材料等方面做了不少的工作,汽车涂装技术得到了日益蓬勃的发展。

可是,现在从事汽车涂装的技术力量仍很薄弱,操作人员的工艺技术素质偏低,远远满足不了现代化汽车涂装工业的要求。往往因不能正确选择合适的涂料品种、不能正确掌握经济合理的施工方法、涂装技术和涂装设备,不能较好地科学管理而造成车辆产品的涂层质量差,能源消耗大,涂装材料利用率低。

汽车涂装工业的重要性是不言而喻的。但国内迄今尚无一本内容比较齐全的汽车涂装专业书。因此,编写这本《最新汽车涂装技术》已成为当务之急,也符合广大从事汽车涂装工作者的希望和心愿。

本书中采用的名词术语参照国家标准。编写的重点是汽车涂装及涂装的施工方法。书中提供了大量的操作要点和常见漆膜弊病及防止措施。本书可作为汽车涂装专业学生及涂装行业职工培训用书,也可作为大专院校及涂装工程技术人员参考用书。

我们希望本书的出版,能使我国汽车涂装工艺有所改进、有所发展、有所创新,使汽车涂装后更加新颖、美观、耐用,适应我国汽车工业发展和国内外市场的需要。

参加本书编写工作的有:一汽工艺处高级工程师、吉林工业大学兼职教授吴涛、王锡春同志;一汽工艺处油漆涂装室高级工程师林鸣玉、宋华、高宏伟同志;吉林工业大学应用化学系刘朝宗同志。本书聘请了汽车涂装专家、一汽工艺处高级工程师王锡春同志和吉林工业大学应用化学系教授曲保忠同志对全部书稿进行了审查修定,在此深表谢意。本书在编写过程中还得到了吉林工业大学王云鹏博士及江西科学技术出版社有关领导的支持和帮助,在此表示感谢。

这本书在各方面的支持和关怀下,经全体编审人员通力合作,终于与广大读者见面了。限于我们的经验和理论水平,书中缺点错误在所难免,诚望广大读者教正。

编 者

一九九六年九月于长春

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 涂装的定义及功能	(1)
第二节 汽车涂装的发展简史及发展趋势	(2)
第三节 汽车涂装的目的及特点	(3)
第四节 涂装的基本要素	(4)
第二章 汽车涂装常用材料	(6)
第一节 漆前处理材料	(6)
第二节 涂料性能及检测方法	(10)
第三节 汽车用涂料	(18)
第四节 漆后处理材料	(29)
第五节 其它辅助材料	(30)
第三章 涂料调制与配色	(31)
第一节 涂料调制注意事项及方法	(31)
第二节 色彩与颜色调配	(32)
第三节 配色选例	(37)
第四章 漆前表面处理	(41)
第一节 脱脂	(41)
第二节 除锈	(46)
第三节 磷化处理	(51)
第四节 钝化处理	(60)
第五节 常用漆前表面处理方法及设备	(62)
第六节 典型漆前表面处理工艺	(62)
第五章 涂装方法	(69)
第一节 手工工具涂装法	(69)
第二节 机动工具涂装法	(71)
第三节 器械装备涂装法	(77)
第六章 漆膜的干燥和固化方法及其装备	(85)
第一节 涂料的成膜过程	(85)
第二节 漆膜的干燥方法及过程	(86)
第三节 烘干设备	(90)
第七章 常见漆膜弊病及防止方法	(96)
第一节 喷涂过程中产生的漆膜缺陷及其防止方法	(96)

第二节	在使用过程中产生的漆膜破坏状态及防止方法	(111)
第三节	电泳涂装过程中产生的漆膜缺陷及防止方法	(116)
第八章	典型汽车的涂装工艺	(125)
第一节	汽车车身、车厢的涂装工艺	(125)
第二节	汽车零部件的涂装工艺	(132)
第九章	涂装生产管理	(136)
第一节	工艺文件	(136)
第二节	材料质量保证体系	(137)
第三节	工艺控制	(138)
第四节	涂装设备及涂装环境的管理	(141)
第五节	涂装工艺管理中的 Audi T 考核	(142)
第十章	涂装安全、涂装公害及其防治	(143)
第一节	涂装工厂的安全、卫生技术	(143)
第二节	涂装公害	(152)
第三节	涂装工厂的三废处理	(154)
附录		(162)
附录 1	常用涂料及涂膜检测标准	(162)
附录 2	常用混合剂的性质、配方和用途	(168)
附录 3	各种有机涂料的装饰性和施工应用性能表	(170)
附录 4	涂装方法的种类及特征	(172)
附录 5	各种有机涂料的物理性能表	(174)
附录 6	涂料常用有机溶剂常数表	(176)
附录 7	涂装过程中产生的漆膜弊病及其原因一览表	(178)
附录 8	涂装方法与涂料及被涂物相适应关系	(182)
参考文献		(184)

第一章 概论

汽车是现代化交通工具之一,其外表面 90% 以上是涂漆面。涂层质量(外观、鲜映性、光泽、颜色等)的优劣是人们对汽车质量的直观评价,因此它直接影响汽车的市场竞争能力。另外,涂装也是提高汽车产品的耐腐蚀性和延长汽车使用寿命的主要措施之一。因此汽车制造行业越来越重视产品的涂装,尤其是汽车车身的涂装已成为汽车制造的最主要工艺过程之一。

汽车涂装系指轿车、大客车、载重汽车、吉普车等各种类型汽车车身及零部件的涂漆装饰,有时也包括部分农机产品(如拖拉机、联合收割机等)和摩托车的涂装。按涂装对象,汽车涂装可分为新车涂装和修补涂装。

第一节 涂装的定义及功能

涂装系指涂料涂布到清洁的(即经过表面处理的)物面上干燥成膜的工艺。涂装工艺一般由漆前表面处理(包括净化表面和化学处理)、涂布和固化(包括烘干、干燥)这三大基本工序组成。有时也将涂料在被涂物表面扩散开的操作称为涂装,俗称“涂漆”或“油漆”。已固化的涂料膜称为涂膜或涂层。涂层一般也可指由两层以上的涂膜所组成的复合层。

涂装有以下几方面的功能:

1. 保护作用:保护被涂物,使其免受周围介质的侵蚀,起防腐蚀、抗老化和耐各种介质的作用,如金属或金属制品表面与其周围介质发生的化学或电化学反应,使金属遭到腐蚀破坏,腐蚀使金属失去本来面目,使金属制品丧失功能而报废。世界上每年因腐蚀造成的损失可达钢铁总产量的 $1/4 \sim 1/5$ 。涂装是最方便、最可行的防腐蚀方法之一。在物体表面上涂布一层具有一定耐水性、耐候性和耐油、耐化学品等性能的涂膜,可获得保护物体,延长其使用寿命的效果。

2. 装饰作用:如果人们生活环境中没有装饰色彩点缀,那将是不可思议的。涂装可使被涂物具有色彩、光泽、鲜映性、平滑性、立体感和标志等,给人以美的、舒适的感觉。

3. 特种功能:涂装能调节热、电等的传导性,防止生物的附着(杀菌),示温,控制声波的散发、反射和吸收、产生夜光等。在美化的同时还起到色彩调节作用,能改善工厂、医院、学校、船舶和车辆等的内部环境,防止灾害和提高工作效率等。

总之,涂装与整个国民经济以及人民生活是紧密相连的,从建筑物、大油轮到细小的工业制品,都要用涂料来保护和修饰,以提高制品的机能,延长其使用寿命。尤其是涂膜的光泽和色彩能丰富人民生活,给人们创造五光十色、绚丽多彩的美好环境。

第二节 汽车涂装的发展简史及发展趋势

汽车涂装已有 70 多年的历史,在近 40 年内发展较快,尤其在近 20 多年中突飞猛进。以汽车的主要部件车身涂装为例来研究其历史,世界汽车涂装的发展过程可划分为五个阶段(参见表 1—1)。

表 1—1

汽车车身涂装发展史

阶段	阶段名称 (主攻方向)	所用涂料	漆前处理	涂装方法	干燥方法	人工劳动工时/台
第一阶段 (1930 年 前)	原始阶段	油性漆等自干型 涂料	手工擦洗	手工刷漆刮 腻子	自然干燥	80~20
第二阶段 (1930~ 1946 年)	手工喷涂阶段 (适应产量和快 干燥施工需要)	汽车喷涂漆(硝 基漆、酚醛或醇 酸合成树脂涂 料)	碱液清洗	手工喷涂	自然干燥 和烘干	20~5
第三阶段 (1946~ 1963 年)	提高汽车涂层质 量阶段(提高涂 层的装饰性、耐 湿性和底板的耐 腐蚀性)	浸用合成树脂底 漆和水性底漆、 氨基面漆、热缩 性(1958 年)和热 固性(1963 年)丙 烯酸面漆	磷化处理喷 射式(1947 年)和转动 浸喷式 (1950 年)	拖式或转动 浸涂底漆、 手工喷漆 法、静电喷 漆法(空调 喷漆室)	烘干 湿碰湿烘 干	5~3
第四阶段 (1963~ 1974 年)	电泳涂装和自动 喷漆阶段(节省 劳动力、提高焊 缝、内腔的耐腐 蚀性)	第一代电泳漆后 采用第二代高泳 透力电泳底漆 (1970 年)、金属 闪光色面漆	磷化处理 (薄膜化)几 乎 100%进 行磷化处理	阳极电泳涂 装法自动静 电喷漆(程 序控制)	烘干 烘底漆采 用辐射与 对流结合 方式	3
第五阶段 (1975 年 以来)	净化工程阶段 (进一步提高耐 腐蚀、防止公害 、节能、提高资源 利用率)	阴极电泳涂料 (1976 年)厚膜阴 极电泳涂料 (1990 年)粉末涂 料、高固体分涂 料、水性中涂及 面漆(1991 年)等 低公害性涂料	浸、喷结合 式 磷化处理 前处理废水 回收利用	阴极电泳涂 装法(1976 年)、机械手 自动喷漆、 高速杯式自 动静电喷漆 (喷漆室排 风能量回 收)	烘干室废 气燃烧净 化热能综 合利用	3 以下

注:表中所列各阶段的新材料、新工艺、新技术是指该阶段有代表性的技术进步,括号中的年份为投产时间。

因工业发展条件的不同,各国汽车工业的涂装水平也不平衡。北美和西欧的汽车涂装技术较先进,开发了不少新的涂装技术和汽车用涂料新品种;前苏联在 70 年代引进了国外涂装

技术,装备了伏尔加和卡马河汽车厂;日本在 60 年代初与我国汽车涂装水平差不多,由于发展迅速,现在其汽车涂装技术水平已进入世界先进行列;我国于 80 年代初引进汽车涂装技术,使一汽和二汽等几个汽车厂涂装技术水平一跃从 60 年代初跨入国际 70 年代末水平。进入 90 年代以来,我国又先后引进轿车涂装技术,建成了具有国际 80 年代末水平的轿车车身涂装线,使我国的汽车涂装技术水平跨入世界先进行列。

目前汽车涂层的耐腐蚀性和耐候性通过汽车涂料和涂装技术的更新,已达到一定高的水平,今后一段时期内汽车涂装技术的主要发展趋势有以下几方面:

(1)为适应市场竞争的需要和追赶新潮流,努力提高汽车涂层的外观装饰性(高光泽、高鲜映性、多色彩化、增加立体感等)、耐擦伤性、抗石击性和耐环境对涂膜的污染性。

(2)为控制汽车涂装生产带来的环境污染,美国和欧洲的环保法规对挥发有机物(VOC)都有明确规定。德国的法规自 1993 年 3 月以来限制 VOC 的排放量为:本色漆涂层 $60\text{g}/\text{m}^2$;金属闪光色涂层 $120\text{g}/\text{m}^2$ 。1994 年 7 月欧洲提出了汽车涂装中的 VOC 排放限制法令,限定现有的涂装车间于 10 年内达到最低许可量(详见表 1—2)。

表 1—2 欧洲溶剂法规(1994 年 7 月审定) (单位: g/m^2)

注解 (轿车车身)	新建厂	现有老厂	
	1997 年	2002 年	2007 年
> 5000 台/年 < 6 座位	45	90	60
> 5000 台/年 $\geq$ 6 座位	70	120	90
$\leq$ 5000 台/年	90	120	90

为减少 VOC 的排放量,汽车涂料向水性化、高固体化和粉末涂料方向发展。为提高涂装效率,减少 VOC 的排放量,中涂、面漆喷涂将普遍采用高转速杯式自动静电涂装机涂装和机械手补喷涂工艺。

(3)尽可能提高涂装生产效率,减少材料及能源消耗,降低成本。

总之,将来汽车涂装领域发展方向是在不提高汽车成本的条件下提高产品质量,减少对环境的污染,使涂装对环境的污染降到零。

第三节 汽车涂装的目的及特点

汽车涂装的目的是使汽车具有优良的耐腐蚀性和高装饰性外观、以延长其使用寿命,提高其商品价值。汽车生产一般都是大量流水生产,在工业发达国家,一条涂装线的年生产能力达几十万台车身,甚至上百万件汽车零部件。汽车涂装质量要求很高,是工艺最现代化的工业涂装的典型代表之一,很多涂装新工艺、新技术是由汽车工业开发的,很多涂料新品种的探索及开发是由汽车工业促进的。综上所述,可见汽车涂装具有下列特点。

(1)汽车涂装属于高级保护性涂装,所得涂层必须具备极优良的耐腐蚀性、耐候性和耐沥青、油污、酸、碱、鸟粪等物质的侵蚀作用。汽车属户外产品,因而要求汽车涂层适应寒冷地区、湿热带、工业地区和沿海等各种气候条件;在国际市场上具有竞争能力的汽车应适应世界各地的气候条件。

在湿热带的沿海地区使用的汽车腐蚀特别严重,涂装不完善的汽车车身或车箱,几个月就能锈蚀穿孔。北美、北欧等国家在严寒季节为防止路面结冻打滑,在高速公路上撒盐、撒砂,造成汽车车身的严重腐蚀。许多国家颁布了汽车涂层的防蚀基准,如果达不到基准要求,用户有索取赔偿的权利。表 1—3 是加拿大政府颁布的基准。

表 1—3 加拿大汽车涂层的防蚀基准

生产汽车 的年度	所要求的耐腐蚀性		
	外板无锈蚀	外板无穿孔锈蚀	不应有损坏结构的锈蚀
1978 ~ 1980 年	1 年或 40000km 以上	3 年或 120000km 以上	6 年或 240000km 以上
1981 年以后	1.5 年或 60000km 以上	5 年或 200000km 以上	同上
1985 年	5 年	10 年	20 年或 300000km

注: * 系指国外汽车制造厂的奋斗目标,希望车身使用寿命达到 20 年或 300000km 以上。

汽车车身表面在储运和使用过程中常落上鸟粪、路面的沥青、油污等,如果涂层不耐上述污物的侵蚀,易产生斑印,影响汽车的装饰性。汽车在高速行驶过程中,常受前车扬起的尘土和砂石的冲击,如果汽车涂层的耐崩裂性不好,则易产生麻坑、影响涂层装饰性和耐腐蚀性。耐崩裂性是轿车涂层的主要指标之一,因轿车的行驶速度高,车身又离路面低。

在高温高湿条件下,涂层易起泡,在严寒地区使用涂层易开裂,在热带地区强日照的条件下使用,涂层易失光、变色、粉化。

(2)汽车涂装(以汽车车身涂装为主)又属于中高级装饰涂装,必须进行精心的涂装设计和具备良好的涂装环境及条件,才能使涂层具有优良的装饰性。汽车是城市和运输的主要交通工具,汽车的装饰性除车型设计外,主要是靠涂装,因此汽车涂层的装饰性直接影响汽车的商品价值。

汽车涂层的装饰性主要取决于色彩、光泽、丰满度和外观等方面。汽车的色彩一般根据汽车类型、汽车外形设计和时代流行的色彩来选择。除特殊用途的汽车(如军用汽车)外,一般都希望汽车涂层具有极好的光泽。光泽的优劣不仅取决于所选用的涂料,还与汽车车身外形设计、车身加工(钣金加工、装配)的外表精度有关,一般感觉圆弧面或凸出面的光泽较平面要好。另外光泽还与涂层的配套工艺有关。

涂层的外观优劣直接影响涂层的装饰性,主要影响涂层外观的是漆膜呈现橘皮和颗粒状。一般要求汽车外表涂层平整光滑,镜物清晰,不应有颗粒。

(3)汽车涂装是最典型的工业涂装,除修补涂装外,生产节奏一般为几十秒至几分钟。为此,必须选用高效快速的漆前处理方法,涂漆方法,干燥方法,传送方式和工艺装备。

(4)汽车涂装一般均系多层涂装,因靠单层涂装一般达不到上述优良的保护性和装饰性。例如,轿车车身涂层就是由底涂层、中间涂层、面漆层组成,涂层的厚度控制在 100 μ m 左右。

第四节 涂装的基本要素

为使涂层满足底材、被涂物的技术条件和使用环境所需的功能,保证涂装质量,获得最佳的涂层,取得最大限度的经济效益,必须精心进行涂装工艺设计,掌握涂装各要素。涂装工程

的关键,即直接影响涂层质量的因素,是涂装材料、涂装工艺、涂装工具及设备、涂装作业人员的技能和涂装工艺管理这几个要素。

(1)涂装材料的质量和作业配套性,是获得优质涂层的基本条件。在选有涂料时,要从涂膜性能、作业性能和经济效果等方面综合衡量,吸取他人的经验,或通过试验确定。如果忽视涂膜性能,单纯考虑涂料的低价格,会明显缩短涂层的使用寿命,造成早期补漆或重新涂漆,反而带来更大的经济损失。如果涂料选用不当,即使精心施工,涂层也不可能耐久,如将内用涂料用作户外面漆,就会早期失光、变色和粉化。

(2)涂装工艺的合理性、先进性,是获得优质涂层的必要条件,是降低涂装生产成本、提高经济效益的先决条件。合理而先进的涂装工艺,不仅能最大限度地利用已有的生产条件,获得高质量的涂层,而且便于管理,节省材料及生产运行的开支。反之,即使再好的材料及施工设备都发挥不出应有的作用,也收不到好的效果。

(3)涂装工具及设备是提高涂装施工效率及自动化强度,减少人为因素对涂层质量影响的主要手段,也是涂装生产的必备条件。随着汽车工业的高速发展,汽车产品的涂装设备在汽车生产中的作用越来越显得重要,汽车制造厂家都不惜巨大的代价提高涂装线的自动化水平,目的就是确保涂层有稳定的高质量。

(4)涂装作业人员的技能体现在喷涂操作及涂装设备及工艺参数的控制方面,可以想象,不懂涂装要领的作业人员,从事高技术含量的涂装施工,会给涂装生产带来什么结果。

(5)涂装工艺管理是保证涂装工艺能得到正确实施必不可少的环节。一般汽车产品的涂装从漆前表面处理到最终成品要经几十道工序才能完成。每道工序都有几个甚至几十个因素或工艺参数直接影响涂层质量,要保证这些因素或参数满足要求,主要靠工艺管理来实现。

对以上各要素不能有任何忽视,否则就不可能达到优质涂装的目的。

第二章 汽车涂装常用材料

汽车涂装材料一般系指涂装和修补轿车、载重汽车、客车和其它变型车和零部件所用的涂料及辅助材料(如漆前表面处理材料及漆后处理材料等)。

按在涂装工艺及涂层中的功能,汽车涂装常用材料可分为:

- (1)漆前处理材料:主要包括脱脂、除锈、磷化及钝化材料。
- (2)涂料:主要包括底漆、中涂、面漆、抗石击涂料、密封涂料、腻子及修补涂料。
- (3)漆后处理材料:主要包括增光、抛光及保护材料。
- (4)辅助材料:主要包括打磨、擦净、遮蔽、密封、防声绝热材料。

第一节 漆前处理材料

漆前清除被涂物表面上的所有污物(如油污、锈蚀层、氧化皮、灰尘、型砂、焊渣、盐碱斑等),或用化学方法生成一层有利于提高涂层耐蚀性的磷酸盐转化膜的处理工艺,统称为漆前表面处理。

根据表面处理方法及使用的设备不同,被处理的对象不同,可把表面处理分为物理(机械)处理和化学处理。以下重点介绍化学处理所涉及的材料。

一、脱脂材料

清除被涂物表面上的油脂、油污及脱膜剂等所用材料,统称脱脂材料。常用的品种如下。

1. 有机溶剂:有机溶剂对油污的溶解力较强,除油效率高,但不能溶解盐和碱类。在涂装中,去油常用的有机溶剂有白醇(又称 200[#] 溶剂汽油或松香水)或各种含氯溶剂(见表 2—1)。

表 2—1 常用的蒸气清洗溶剂的性质

性质 \ 溶剂名称	三氯乙烯	全氯乙烯	二氯甲烷	四氯化碳	甲基氯仿
沸点(℃)	86.7	121	39.8	76.7	74.1
可燃性	不燃	不燃	不燃	不燃	不燃
闪点	无	无	无	无	无
蒸发潜热(kJ/kg)	239.9	209.34	331.18	195.13	221.06
比热容(液体)(kJ/kg·K)	6.134	5.602	7.465	0.868	6.929
密度(蒸气相对空气)	4.54	5.73	2.93	5.32	4.5
密度(液体)	1.464	1.623	1.326	1.595	1.327
30℃时的蒸气压(kPa)	12.53	4.4	70.66	18.67	16
最大允许浓度(10 ⁻⁶)	200	200	500	25	500

在没有漆前处理设备的小批量生产情况下,一般采用白醇进行人工擦洗或浸洗。

含氯溶剂主要用于溶剂蒸气清洗,分别介绍如下:

三氯乙烯在大多数蒸气清洗中得到应用,因为它的特性对大多数清洗来说,无论在效率上还是在成本上都是适宜的。市场上出售的大多数供金属清洗用的三氯乙烯均含有少量稳定剂,在清洗条件下没有明显的水解倾向。三氯乙烯对大多数污垢具有很强的溶解能力,而且不侵蚀高精度的金属工件。

全氯乙烯用于需要高沸点和较多冷凝液量的情况。其中包括:清洗在紫外线检查前所用的高熔点沥青及石蜡;在溶剂干燥工序中除去大量的水;清洗某些电焊缝隙和精密的小孔,以及单一蒸气清洗时需要大量冷凝液清洗轻型金属工件的情况。供清洗用的全氯乙烯在蒸气清洗的条件下是比较稳定的,水解的倾向很小。对大多数污垢均具有良好的溶解能力,通过简单蒸馏就能容易地回收,在正确使用时,并不侵蚀高精度的金属工件。

二氯甲烷常在需要其独特的溶解能力或需要较低蒸气温度的情况下选用。例如,在用某些封闭化合物浸透镁铸件后,二氯甲烷能有效地从铸件表面除去多余的化合物,而不会除去铸件孔中的封闭化合物。

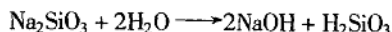
三氯三氟乙烷一般被选用在需要温和溶解作用的特殊场合,例如,许多塑料、橡胶、涂料不受该溶剂的影响,而三氯乙烯或全氯乙烯则能溶解或软化它们。

2. 酸性脱脂剂:酸性脱脂剂主要由表面活性剂(如 OP 类非离子表面活性剂、阴离子磺酸钠型)、普通无机酸和缓蚀剂三大部分组成。由于它兼有除锈与除油双重功能,人们称之为“二合一”处理液。这种脱脂剂可能对后序的处理有不良影响,在汽车涂装中已不使用。

3. 强碱液脱脂剂:强碱液除油是一种传统的有效方法。它是利用强碱对植物油的皂化反应,形成溶于水的皂化物而达到除油目的。常用的碱类有氢氧化钠、硅酸钠和磷酸钠等强碱或强碱弱酸盐。

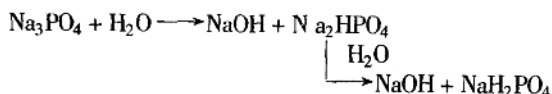
氢氧化钠属强碱性化合物,在清洗时主要起化学作用,与动植物油脂和酸性污垢反应,生成皂类或水溶性盐而被除去。

硅酸钠俗称水玻璃,在水中强烈水解,生成氢氧化钠和硅酸:



其碱性接近氢氧化钠,具有很强的皂化能力。在水溶液中,水解产物硅酸呈胶态,对固体污垢和矿物油脂具有分散作用,因而乳化作用也较强。

磷酸盐包括磷酸三钠、三聚磷酸钠、磷酸二钠等。在水解过程中,也离解出氢氧化钠和水解度较小的磷酸氢根等,从而呈碱性。反应如下:



磷酸盐具有较显著的分散作用,可将大颗粒的污垢分散成近似胶体粒子的小颗粒,因而乳化能力较强。

碳酸钠是一种价格低廉的碱性化合物,它在水溶液中可水解为氢氧化钠。其碱性比较弱,皂化能力较弱,乳化作用也不强。但其有较大的缓冲能力,而且作为水解产物之一的二氧化碳可挥发,特别是在较高清洗温度下,能不断地产生氢氧化钠,补充溶液中的氢氧化钠,且价格低廉,因此被大量地用于要求不高的清洗(如焊接前的清洗,工序间的清洗),与其它碱类配合,也

可被用于漆前的脱脂清洗。

工业上很少用单独一种碱,而是用多组分,由多种碱类,有时还添加表面活性剂和多价螯合剂等各种助剂混合而成,通常称这种脱脂剂为复合碱性脱脂剂。因为由强碱、弱酸、聚合碱性盐、表面活性剂等适当配合而成的复合碱性脱脂剂能发挥其各自的清洗特性,所以能显著地提高洗净效率。

碱性脱脂剂的配方是根据所清洗的油污种类、被清洗物的材质、清洗方式等通过试验确定的。最简单而使用较普遍的强碱性脱脂剂的配方为:碳酸钠/氢氧化钠/磷酸钠 = 8/4/3, 俗称复合碱。

4. 弱碱性脱脂剂:弱碱性脱脂剂是当前应用最广泛的一种脱脂剂,主要由无机弱碱、表面活性剂和消泡剂等组成。无机弱碱主要有硅酸钠、三聚磷酸钠、磷酸钠、碳酸钠等。其作用是提供一定的碱度,起分散悬浮作用,可防止脱下来的油脂重新吸附在工件表面上。表面活性剂主要常用非离子型及阴离子型,在脱脂清洗过程中起主要作用。在有特殊要求时还需要加入一些其它添加物,如喷淋时需要加入消泡剂,有时还加入表面调整剂,使之具有脱脂、表面调整的双重功能。

弱碱性脱脂剂的碱度低,一般 pH 值为 9~12,对设备腐蚀较小,对工件表面状态破坏小,可在低温和中温下使用,脱脂效率较高,特别在喷淋时使用,脱脂效果更佳。

二、除锈材料

金属表面除锈的方法较多,通常可分为两大类,即机械除锈和化学除锈。机械除锈主要使用各种工具和专用设备进行,所用除锈材料种类不多,仅有砂布、钢丸、砂子等。化学除锈则根据被处理材料的不同,采用不同类型的除锈剂。。

金属锈蚀产生的金属氧化物,可利用酸溶液除掉。酸洗反应主要生成物是可溶性的盐类和水,并有氢析出。氢析出有利于除锈,但也有负作用,如扩散至金属内部导致氢脆,从酸洗液中逸出,形成酸雾。为了改善酸洗处理过程,缩短酸洗时间,提高酸洗质量,防止产生过蚀、氢脆及减少酸雾的形成,可在酸洗液中加入各种酸洗助剂,如缓蚀剂、润湿剂、消泡剂和增厚剂等。消泡剂和增厚剂一般仅应用于喷射酸洗。下面对常用的酸洗缓蚀剂和润湿剂等作一介绍。

1. 缓蚀剂:缓蚀剂的作用是在酸洗过程中吸附在金属表面形成保护膜,阻止酸与金属反应。因为氧化皮和铁锈的表面不带电荷,所以不能产生吸附膜。各种缓蚀剂在不同的酸液中加入量都有一个极限值。随着酸洗温度的增加,缓蚀剂的缓蚀效率也会降低,甚至会完全失效,因此每种缓蚀剂都有一定的允许使用温度。随着酸洗时间的增长,缓蚀剂缓蚀效率也会降低,所以需定期向酸洗液中补充一定的缓蚀剂。常用缓蚀剂的特性见表 2—2。

表 2—2 各种酸洗缓蚀剂在酸液中的使用特性

名 称	添加量 (g/L)	缓蚀效率 (%)			允许使用温度 (℃)
		在 10% 硫酸中	在 10% 盐酸中	在 10% 磷酸中	
“KC”缓蚀剂(磺酸化蛋白质)	4	60	—	—	60
六次甲基四胺(乌洛托平)	5	70.4	89.6	—	40
沈 1—D 缓蚀剂	5	—	96.2	—	50
54 牌缓蚀剂(苔丁)	5	96.3	—	98.3	80

续表

名 称	添加量 (g/L)	缓蚀效率(%)			允许使用温度 (℃)
		在 10% 硫酸中	在 10% 盐酸中	在 10% 磷酸中	
硫脲 + 4502	1 + 1	—	—	99	90
六次甲基四胺 + 三氧化二砷	5 + 0.075	93.7	98.2	—	40
9 号缓蚀剂	2	—	—	98.5	60
硫脲	4	74	—	93.4	60

2. 润湿剂:酸洗液中所用的润湿剂,大多是非离子型和阴离子型表面活性剂,通常不使用阳离子型活性剂。这是因为非离子型表面活性剂在强酸介质中很稳定,阴离子型表面活性剂只能采用碘酸盐型一种。利用表面活性剂所具有的润湿、渗透、乳化、分散、增溶和去污等作用,能大大改善酸洗过程,缩短酸洗时间。常用的润湿剂有平平加、OP 乳化剂、曲通(triton)X—10,吐温(tween)—80、601 洗涤剂。

3. 酸洗所用的酸:酸洗所用的酸有无机酸和有机酸。无机酸有硫酸、盐酸、硝酸、磷酸、氢氟酸等;有机酸有醋酸、乳酸、草酸、柠檬酸等。

有机酸作用和缓,残酸无严重后果,不易重新锈蚀,物件处理后表面干净。但有机酸价格较贵,除锈效率低,故多用于清理特殊要求的构件。

无机酸除锈效率高、速度快、原料来源广、价格低廉,缺点是如浓度控制不当,会产生金属“过蚀”现象,而且残酸腐蚀很强,如酸液清洗不彻底,会影响涂层的保护性能。用磷酸则没有这些缺点,因为它能在金属表面产生一层不溶于水的磷酸盐层(磷化膜),可防止锈蚀,同时也是涂漆时良好的底层。硝酸主要用于高合金钢的处理,又常与盐酸混合用于有色金属的处理。氢氟酸一般用得很少,主要用于处理表面上含有残余型砂的铸件。氢氟酸和硝酸的混合液多用于处理不锈钢,但氢氟酸腐蚀性很强,硝酸会放出有毒的氮化物,难以处理,应用时要特别注意安全保护。

三、表面调整剂

表面调整剂的作用是在进行磷化处理前用其对金属表面进行活化处理。经调整处理的金属表面具有均匀的化学活性,可提高后序磷化处理反应的均匀性,从而提高磷化膜的均匀性和致密度。目前普遍采用的表面调整剂有两类,一类是弱酸性表面调整剂(如草酸),一类是活性的胶体钛。表面调整剂的活性很容易受外界因素影响而失效,例如 pH 值要控制在较窄的范围内(一般为 8~9),配好的处理液较长时间不用也会失效。

四、磷化剂

磷化工艺在工业上应用广泛,根据用途不同(如金属加工成形、润滑、防锈、涂装前处理等),处理温度不同(如低温磷化、中温磷化、高温磷化),被处理的材料不同(如钢铁、锌或铝等)及催化剂种类不同(如无机催化、有机催化)等等而有多种不同的配方。

根据所形成的磷化膜的组成,磷化液可大致分为磷酸锌系、磷酸锰系和磷酸铁系三大类。

在汽车涂装中,最早使用的磷化液为高温锰系磷化液,其主要成分是马日夫盐,它是酸式磷酸锰与酸式磷酸铁的混合物。后来又发展成为高温高锌磷化液,其主要成分为氧化锌或磷酸二氧锌、硝酸、磷酸等。由于其处理温度高,磷化残渣多,磷化膜与油漆配套不好,因而已逐渐被淘汰。目前涂装前的磷化普遍采用的是中低温低锌磷化液,其主要成分为氧化锌、磷酸、

硝酸、及一些细化晶粒的添加剂(如锰和镍)、催化剂(主要是亚硝酸钠或有机催化剂)等。

为使磷化膜与电泳漆更好地配套,要求磷化膜有较好的耐碱性(用于阴极电泳)或耐酸性(用于阳极电泳),并且膜要薄而致密,结晶细,呈粒状或柱状。这常常靠在磷化液成分中添加某些金属离子来实现。如加入锰可提高磷化膜的耐碱性,加入钙能抑制磷酸锌晶粒的粗大生长等。

含有硝酸盐和亚硝酸盐或氯酸钠的锌盐磷化液,能使钢铁及锌获得良好的磷化膜,但对铝则不能生成磷化膜。这是因为铝能溶解于稀的磷酸中,尤其是在有去极化的氧化剂存在的情况下,而磷化液中铝离子的浓度只要达到 0.3g/L 时,就能完全阻止锌盐磷化膜生成。当前,进行磷化处理的一些组合件,如汽车车身等,除了钢铁制件外,越来越多地同时出现锌与铝的制件,因而要求在磷化处理时,不但在钢、锌制件上,而且也应在铝件上,能够同时形成良好的磷化膜。当氟化物加入到锌盐磷化液时,从铝表面溶解下来的铝离子就转换成为不溶的氟化铝而沉淀下来,可保证磷化处理过程在铝件上进行。

催化剂是磷化液的重要组分,用量不足,磷化速度减慢,不能在规定的时间内形成完整的磷化膜,用量过多,则生成大量的磷化残渣,不但增加了设备清理维护的工作量,而且也加剧了磷化剂的消耗。亚硝酸钠是应用最普遍的催化剂,它催化效果好,价格低廉,但在酸性溶液中容易分解,必须作为第二组分(通常配成20%的浓溶液)不断地逐步添加。其它种类的催化剂还有过氧化氢、氯酸盐和硝酸盐等。过氧化氢催化效果好,也不像亚硝酸钠那样分解产生二氧化氮气体,但它很不稳定,不易控制。氯酸盐在酸性溶液中稳定,但是由于氯离子在槽液中积聚,若在随后的水洗不充分,使氯离子留在被处理物上,将会给涂层带来不利的影响。另外,氯酸盐催化所产生的残渣很细,容易使磷化膜上产生浮灰。有机催化剂在酸性溶液中较稳定,可按一定比例加入磷化液中,控制容易,但催化效果不如亚硝酸钠,且价格较贵,应用不普遍。

五、钝化材料

钝化的作用是除去磷化膜表面的疏松层,并对磷化膜不完整的部分或孔隙进行封闭。这对采用阴极电泳涂装工艺的前处理非常重要。常用的钝化剂为三价铬和六价铬的混合物,由于环保法规的限制,无铬钝化剂也被开发出来,但与含铬钝化剂相比较稍差,所以应用不普及。在日本为防止公害,不允许有铬排放,因此不采用钝化,为弥补此缺陷,他们在磷化剂的研究方面投入较多,将磷化的缺陷减小到最低限度。

第二节 涂料性能及检测方法

一、涂料的组成及其功能

涂料是一种流动状态或粉末状态的有机物质,涂敷在物体表面上干燥固化后形成连续的牢固附着的一层膜。通常是以树脂或油为主,加入或不加颜料、填料,通称为涂料。涂料的种类很多,但每种涂料至少是由成膜物、颜料、溶剂和助剂四种成分中的两种或三种基本成分所组成。

成膜物是形成漆膜的物质,主要是由树脂或油组成,是构成涂料的基础,也是决定漆膜性质的主要因素。

颜料、填料本身不能单独成膜,但可使涂料呈现颜色及遮盖力,亦可增强漆膜的机械性能