

防护车间设计与设备

主 编 崔作兴 郝建军 安成强
副主编 文松林 刘秀晨 赵 平



NEUPRESS
东北大学出版社

前 言

近年来,随着涂装、电镀行业的不断发展,尤其是涂装行业的迅速发展,各种特殊功能涂、镀层的新技术、新工艺不断涌现。高质量的防护、防护装饰性及特殊功能性涂、镀层给防护车间设计提出了更高的设计要求,而用新技术、新工艺带来的各种先进的设备更是层出不穷。为了提高工科院校本科生的水平,加强设计与工程方面的基础知识,根据腐蚀与防护专业该课程教学大纲的要求,我们编写了此书。

全书共分为两篇。第一篇主要阐述了防护车间设计的基本原理,通过车间的工艺设计,车间平面布局及车间水、电、汽的消耗以及通风、车间建筑物防腐等主要项目的设计内容,使学生掌握一定的工程设计基础知识。第二篇选择与本专业教学、科研、生产联系最为密切的电镀、涂装车间的典型设备进行了介绍,其目的是使学生在深刻理解车间设计的基本原理的基础上,比较全面地掌握涂、镀车间的设备结构、原理,以提高学生的工程设计能力。学生应该在学完电化学原理、电镀理论与工艺、涂装工艺学的基础上,再学习本课程。

本书由沈阳工业学院应用化学教研室编写。第一篇第2章由刘秀晨编写;第一篇第8章由安成强编写;第二篇第13章至第16章由文松林编写;第二篇第9章由谭勇、赵平编写;第二篇第17章由高景龙、牟世辉编写;第一篇第1章、第二篇第11章和第12章由崔作兴编写;第一篇第3章至第7章、第二篇第10章由郝建军编写;并由崔作兴、郝建军统纂全书。在编写过程中引用了许多参考书,特向有关作者致谢。

由于编者水平所限,书中缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2001年10月

目 录

第一篇 防护车间设计	1
第1章 绪 论	1
1.1 设计基础材料	1
1.2 车间设计阶段和内容	3
1.3 防护车间设计原则	5
第2章 工艺设计	6
2.1 涂装工艺设计	6
2.2 电镀工艺设计	27
第3章 动力设施设计	41
3.1 水消耗量	41
3.2 蒸汽消耗量	43
3.3 压缩空气	53
第4章 电气设计	57
4.1 直流供电	57
4.2 电力与照明	64
第5章 给排水设计	66
5.1 给 水	66
5.2 排 水	70
第6章 通风设计	73
6.1 采 暖	73
6.2 局部通风	73
6.3 全面通风	85
6.4 通风机	85
6.5 通风系统的组织和布置	87
第7章 防护车间厂房建筑设计	89
7.1 车间对建筑物的要求	89

7.2 车间的建筑物形式及参数.....	90
7.3 建筑制图的基础知识.....	93
7.4 车间防腐措施.....	93
第8章 车间平面布置设计.....	100
8.1 车间组成	100
8.2 车间平面布置	100
8.3 管道布置	104
第二篇 防护车间常用设备.....	106
第9章 电镀、涂装前处理设备.....	106
9.1 浸渍式前处理设备	107
9.2 其他前处理设备	113
第10章 自动生产线	117
10.1 直线式电镀生产线.....	117
10.2 环形电镀自动线.....	121
10.3 涂装生产线.....	122
第11章 滚镀设备	134
11.1 滚筒的典型结构.....	134
11.2 外 槽.....	135
11.3 常用的几种滚镀设备.....	136
第12章 粉末涂装设备	141
12.1 静电粉末喷涂设备.....	141
12.2 流化床涂装设备.....	151
第13章 自动静电喷涂设备 (ESTA)	154
13.1 高转速离心力雾化的电喷枪.....	154
13.2 侧喷机与顶喷机.....	157
13.3 供漆系统.....	159
13.4 高压发生器及供电系统.....	161
13.5 控制系统.....	163
第14章 喷漆设备	165
14.1 空气喷涂装置.....	165
14.2 高压无空气喷涂装置.....	168

14.3 喷漆室的构成.....	172
第 15 章 电泳涂装设备	177
15.1 电泳槽、备用槽和电泳涂装室.....	177
15.2 电泳槽液循环系统.....	179
15.3 超滤 (UF) 系统	183
15.4 供电系统.....	186
15.5 电泳后清洗设备.....	189
15.6 电泳涂料补加装置.....	191
第 16 章 其他涂装设备	192
16.1 浸涂设备.....	192
16.2 淋涂设备.....	194
16.3 辊涂设备.....	195
第 17 章 干燥设备	197
17.1 涂料的成膜.....	197
17.2 烘干设备.....	199
参考文献.....	205

第一篇 防护车间设计

第1章 绪 论

防护车间设计是指现代化化工工业企业对电镀车间及涂装车间的组织和技术问题的综合设计任务。在车间的整体设计过程中应该考虑工艺设计、厂房建筑设计、给水排水设计、通风设计、动力设施设计以及供电照明设计等问题。车间设计是车间进行基本建设、改建和扩建前的全面规划工作,根据生产任务、年生产纲领、确定车间的规模、生产工艺、设备、人员、面积和经济投资。车间设计必须符合我国国情,同时借鉴国外的先进经验,力求技术先进、经济合理、安全适用。由于防护车间属于化学、电化学生产性质的车间,车间内部管沟线路比较复杂,生产过程中需耗用大量化学原料、水、电、蒸汽及压缩空气等,因而车间既是一个环境的污染源,又是一个动力消耗大和其他危险性大(如火灾等)的作业单位。所以防护车间设计工作是一项复杂的综合性任务,尤其是随着近几年来大批量流水线工业生产的推广和对涂、镀层质量要求的不断提高,都给设计工作带来了许多新的问题。因此高质量的车间设计工作对防护车间乃至整个表面处理行业来说都是十分重要的。

1.1 设计基础材料

设计工作的开始必须要有一定的技术资料作为保证,这些资料包括:工厂设计计划任务书;工艺技术资料(如产品图纸、数量、技术条件等);设计协作关系;自然资料(如地形、地质、水文资料等);经济资料(如投资、材料价格、消耗等);改建厂、扩建厂设计时,应有老厂的现有车间规模、生产任务、工艺过程、人员指标、设备等各方面有关资料及工厂对今后改扩建的意见。防护车间设计的基础材料包括以下几个方面:

1.1.1 车间生产任务

电镀或涂装工作量的大小取决于加工工件的特性和数量,以及对涂镀层的技术要求(如耐久性、耐腐蚀性)。所以在设计前必须明确被加工工件的年产量,依据设计任务书所规定的产品品种数量和产品图纸或实物编制车间任务书,列出加工件零部件清单,包括零件名称、规格(外形尺寸、质量、涂镀面积、材质)、图号、每套产品件数、年产量等(见表 1-1)。此外,在车间设计任务书中应该明确提出产品的技术条件。

表 1-1 加工件零部件清单

序号	零件号	零部件名称	零 件 规 格				每套产品件数	年 生 产 任 务				技术条件		备注	
			外形尺寸 长×宽×高 /cm	质量 /kg	面积 /m ²	材 质		件 数			质量 /t	面积 /m ²	标准代号 ^①		工艺卡号
								基本	备品	合计					

1.1.2 生产纲领

车间生产纲领即被加工工件的年产量、品种、规格等,是车间在单位时间内(年、月、日)分工种的任务指标,计算单位为表面积(m²)或质量(t)。它决定了车间的规模,是车间设计最基本、最重要的依据。生产纲领是由工厂决策者根据国家产业政策、市场需求、企业中长期发展规划而决定的。工艺设计人员根据有关资料统计成《车间生产纲领表》《零部件明细表》,见表 1-2 和表 1-3。

表 1-2 车间生产纲领表

序号	产品型号名称	单位	单位产品加工件				基本生产纲领	备品率	年生产纲领			备注
			种数	件数	质量	表面积			零部件件数	质量	表面积	

表 1-3 零部件明细表

序号	产品型号名称	单位	单位产品加工件		年产量				备注
			质量/(kg/t)	表面积/m ²	数量	质量/(kg/t)	表面积/m ²	...	

1.1.3 工作制度与年时基数

车间工作制度可根据车间生产量和生产条件来决定。当车间规模较小或生产量较小时,采用一班制;当生产量较大,一班制不能完成任务时可采用二班或三班制生产;中途不能停顿的连续生产要采用三班制,每班的工作时间遵照国家的现行规定执行,一般一、二班制为每班 8h,三班制为每班 7h。

年时基数就是每年生产的实际时数,可分为工人的年时基数、工位年时基数和设备的年时基数。工人的年时基数是每人每年实际的工作时数,即扣除病、事、产假及其他停歇时间损失后的有效工作时间。工位年时基数是指每个工位每年实际工作时数。设备年时基数是每台设备每年实际工作的时数,即扣除设备检修及其他必要的停工时间损失后的有效工作时间。

工作制度与年时基数是确定人员数量、计算设备能力的重要数据。根据国家的有关规定和企业的经验,归纳成表 1-4。

表 1-4 操作人员、工位和设备的年时基数

年时基数/天	工作制度	每天工作时间/h	工位年时基数/h	设备年时基数/h	操作人员年时基数/h
280	一班制	8	2240	2150	2040
	二班制	16	4480	4210	2040
	三班制	23	6440		

1.1.4 生产节奏

生产节奏是指平均多长时间生产一件产品,可用下式计算求得;

$$t = \frac{60 \times T \times e \times p}{M \times n}$$

式中: t ——生产节奏,分钟/件;

M ——年生产任务,套/年;

n ——每套产品所需加工件数;

p ——合格率, %;

T ——年时基数, h;

e ——设备利用系数(或称开工率),一般为 80%~85%。

生产节奏是车间设计的重要基础数据,可以根据它和每套产品的加工工作量大小来选择车间的生产方式(批量生产或流水线生产方式)和生产工序间的运输方式。

例:已知某车间采用两班制生产,电泳涂装汽车车身,年生产任务为 10 万件,产品返修率为 5%,设备利用系数为 80%,试求生产节奏为多少?

解:已知: $M=10$ 万件,每辆汽车 1 个车身(即 $n=1$),二班制生产 $T=4480$ h;产品合格率 $p=95\%$,代入公式中即得生产节奏为:

$$t = \frac{60 \times 0.8 \times 0.95 \times 4480}{100000} = 2.04 \text{ (min/辆)}$$

1.1.5 涂镀标准

涂镀标准是产品设计对涂镀层的技术要求,是防护车间设计的重要基础资料,是工艺设计和确定质量检查验收标准的依据。在没有涂镀标准时,应该在车间设计前,根据产品的使用条件、涂镀层类别应参照类似产品的涂镀技术条件确定,并应获得各有关技术部门认可。

1.2 车间设计阶段和内容

车间设计是一项集体创作的细致而复杂的工作,包括土建、通风采暖、供排水、动力等诸多方面。因此,在进行车间设计时,为了避免因考虑不周而造成的返工,保证设计工作的顺利进行,设计工作通常都要遵循一定的阶段和程序。

车间设计包括 4 个阶段:①设计前期工作阶段;②初步设计工作阶段;③施工图设计阶段;④施工、安装、调试、使用阶段。以上所列出的设计阶段与程序是在一般情况下经常使用的,但也不是一成不变的。根据项目的大小、复杂程度、资金来源、主管部门的要求等,是可以灵活改变的。如项目较小时,可以把可行性研究阶段与初步设计阶段“合二为一”,写成“实施方案”文件,待有关部门审批后,即可进行施工图设计。

1.2.1 设计前期工作阶段

设计前期工作包括规划方案、项目建议书、可行性研究报告。工艺设计人员在本阶段的工作内容如下。

(1) 收集设计原始资料。一是产品生产纲领,二是被加工工件资料,三是生产技术条件、

标准,四是车间现状及存在问题(工艺、设备、人员、厂房、定额、环保、能耗等),五是工厂可供车间使用的水、电、气、汽等公用动力设置情况。

(2) 与总图(整个工厂的平面布置图)及其他专业反复协商,大致确定防护车间的总图位置。

(3) 初步划分防护工序在全厂生产工艺中的组织形式。

(4) 选定基本的工艺流程。

(5) 主要标准生产设备的选用及非标准设备的估算。

(6) 车间工艺区划图或工艺平面布置图。

(7) 概略提出土建、公用、动力资料、总图经济设计数据,其中投资、面积、设备、人员四大指标不可缺少。

(8) 配合项目总设计师编制设计文件。

(9) 在国内外有关厂家中,调研未落实的工艺及设备问题。

(10) 配合有关部门编制“环境影响报告书”。

1.2.2 初步设计阶段

初步设计是确定车间建设原则、规模、产品工艺方案、设备、面积、人员、动力消耗、投资及车间技术经济指标等的过程。初步设计是根据设计任务书进行的,其主要内容如下:

(1) 编制涂镀处理零件表,统计处理种类;

(2) 确定车间生产任务、协作关系;

(3) 编制车间的生产纲领;

(4) 确定生产工艺方案,选用和编制工艺过程;

(5) 选用和计算车间所用各种设备;

(6) 确定车间组成,进行工艺设备的平面布置,绘制工艺设备平面布置图,计算车间面积,编制工艺设备明细表;

(7) 确定车间人员组成和定员;

(8) 计算动力消耗(水、蒸汽、压缩空气、设备电容量等);

(9) 向建筑、供排水、通风采暖、供电照明及非标设备等有关专业提出初步设计任务书;

(10) 配合有关专业考虑“三废”处理等问题;

(11) 提出初步设计中存在的问题和需要进一步落实及进行调研解决的问题;

(12) 编写车间设计工艺设计说明书。说明书内容包括:车间任务和年生产纲领;工作制度 and 年时基数;工艺过程;设备选择与计算;车间组成、工艺布置和面积;人员编制;车间运输及运输量;动力消耗“三废”治理和劳动保护;存在问题和建议;主要数据及技术经济指标。以及附表等。

初步设计阶段,车间工艺设计所提出的文件主要有:初步设计说明书;工艺设备明细表;工艺设备平面布置图。

1.2.3 施工图设计阶段

施工图设计是在落实初步设计的基础上,作出施工图,确定工艺设备在施工图上的具体尺寸位置,工艺地坑大小、深度及其具体位置尺寸,并对各专业设计的管沟线路作详细的协调核对。

施工图设计是根据已经批准的初步设计进行的,其主要内容如下:

- (1) 落实初步设计中的遗留问题;
- (2) 进行施工图设计的工艺设备平面布置(注明工艺设备位置的尺寸);
- (3) 向建筑、供排水、通风采暖、供电照明等有关专业提出施工图设计任务书;
- (4) 与各专业密切配合,共同协调解决设计中的问题;

如果施工图设计与初步设计有较大变动时,应写出施工图设计的简要说明。

施工图设计阶段,车间工艺设计所提出的主要文件有:车间工艺设备明细表、施工图设计工艺设备平面布置图。

1.3 防护车间设计原则

为使防护车间设计能够充分体现先进、合理、经济、可靠,在设计过程中必须遵循以下设计原则:

(1) 根据产量的大小、产品的特点、上下加工工序之间的关系和运输距离等因素,工作点应该尽可能集中,以节省投资,提高工艺和自动化水平。

(2) 工艺设计应掌握先进、合理、经济、可靠的原则,努力推广、采用节能、低污染和无污染的技术和装备,使新的车间在各项技术、经济指标都具有较先进的水平。

(3) 应该根据当地的能源情况选用供应充足、最经济的能源,并在工艺和设备设计中从节能的角度全面衡量各种设施,保证各种余热达到充分地综合利用。

(4) 新设计的防护车间操作工作环境应该符合劳动保护和生产工艺的要求,并应具备“三废”的防治措施。

(5) 新设计的防护车间要考虑到发展改造的可能性,各种设备应该具有较高的适应性。

第2章 工艺设计

工艺设计是一项技术性较强的工作,其设计水平不但可以具体反映出工厂建设是否先进,经济上是否合理,而且对投产后的生产和质量有着重要的影响,因此必须重视工艺设计工作。

2.1 涂装工艺设计

在这一节中主要介绍如何根据物件涂装的技术要求及其使用条件来设计涂层;也将介绍主要涂装工序的基本知识、操作要点和涂层干燥方法、温度、时间的确定。

涂装是物体表面的最终修饰,涂装质量的优劣对物体的价值有直接影响。影响涂装质量优劣的三要素是涂料、涂装技术(方法、工艺、涂装设备及环境)和涂装管理。三者是互为依存的关系,忽视哪一方面都不可能达到良好的涂装效果。

为综合上述三要素达到涂装目的而进行规划,称为涂装设计。涂装设计主要包括:涂料品种的选用,涂装方法的选定和涂装工艺制定等三方面内容,涂装设计通常可划分为以下几个阶段。

第一阶段,明确涂装目的即涂装标准或等级,查清涂装时的条件、底材的种类。涂装目的取决于被涂物的条件,如:

(1) 被涂物的使用条件(使用目的、被涂物的大小和形状、数量、使用年限、经济效益等);

(2) 被涂物的环境条件,即被涂物在使用过程中所处的环境条件。外界因素的影响包括:①被涂物所处位置(室内还是户外、地上、地下或水中、淡水、海水、溶液);②环境外界的影响(空气、水分、温度、光源、化学药品、海盐粒子、电流、尘埃等其他物质);③被涂物自身的条件(底材的种类和性质,被涂物被涂面的状态)。

第二阶段,根据第一阶段所得情况,选择性能和经济上适宜的涂料。所选用涂料的基本条件应符合:与被涂物底材相配套,在被涂物所处的环境下,保持适当的性能;与被涂物的涂装条件相适应。

第三阶段,根据涂装场所、被涂物的形状、大小、材质、产量、涂装品种及涂装标准等关系,选定合适的涂装方法。涂装方法的种类很多,要选择适当,必须充分了解各种涂装方法的特性,并熟知哪种涂装方法最应该被涂物。

第四阶段,根据涂料、底材、涂装环境、涂装方法、资源利用和污染等制订多种方案进行比较,通过价值工程计算,最后选定作业条件。这两项对所形成涂层的性能影响很大,所以与涂料选择同样重要。

2.1.1 涂层分类

各种产品一般都有涂漆标准或技术要求,如汽车、轻工(自行车和缝纫机)、建筑、电器、产品、飞机、船舶、兵器等都有统一的涂漆标准,根据被涂物对外观装饰性的要求、涂层的使用条件和涂层的性能,一般可将涂层分为下列五种类型。

(1) 高级装饰性涂层

涂层外观极漂亮,镜物清晰,光亮如镜,色泽鲜艳或表面平整光滑无光,涂面应无肉眼能见的缺陷(划伤、皱皮、小泡和难看的桔皮等),漆膜坚硬,供户外使用时还应具备足够好的耐候性和耐潮湿性,这一涂层也称为一级涂层。

一级涂层一般是由底漆、中间涂层和2~5道面漆配套组成,有时还采用抛光打蜡等工序来提高涂层的装饰性。

按一级涂层涂装的产品有:高、中级轿车车身,钢琴,各种仪器仪表,计算机,缝纫机,高档自行车,高级木制家具,家用电器等。

(2) 装饰性涂层

又称二级涂层,装饰性、平滑度较一级涂层稍差,有细小缺陷,但外观应漂亮,色泽鲜艳,涂层的机械性能甚至优于一级涂层,供在户外产品使用时也应具有优良的耐候性、耐潮湿性。

二级涂层一般由1道底漆,2~3道面漆配套组成。

按二级涂层涂装的产品有:载重汽车和拖拉机的驾驶室及覆盖件,自行车,机床,火车车厢,公共汽车等。

(3) 保护装饰性涂层

又称三级涂层,这一涂层是以保护性为主,装饰性次之。涂层表面不应有皱纹、流痕、针孔和影响涂层保护性能的夹杂物、垃圾等。这种涂层应具有较好的耐腐蚀性、耐潮湿性,户外使用也应具有较好的耐候性。

三级涂层一般是由1道底漆、1~2道面漆配套组成。在个别情况下,涂层的道数可根据涂料品种和涂层的使用条件增加。

按三级涂层的涂装物有:工厂设备,集装箱,农业机械,管道,钢板屋顶,汽车和货车等。

(4) 一般保护性涂层

主要是供一般防腐蚀用,对装饰性无要求,一般1~2道漆,厚度在20~60 μm 范围内。这类涂层使用于外观无要求,使用条件不十分苛刻的制品或部件涂装使用。

(5) 特殊保护性涂层

它是对物件起特殊保护作用的涂层,从广义上来讲,绝缘、耐酸、耐碱、耐盐水、耐化学试剂、耐油、耐热、防污、防霉等涂层及水下、地下用的防腐蚀涂层均属于这一类。

这一类涂层的主要功能是保护底材,耐某种介质的浸蚀作用或绝缘作用。涂层的完整性是这一类涂层的施工重点,为此一般都是多层涂装。如耐化学试剂涂层涂底漆、面漆、清漆十多道;又如输油管道涂装,为提高涂层的强度和厚度,边涂边包裹玻璃纤维布,再在玻璃布上涂几道漆。

还有的涂层外表具有皱纹、锤纹、冰纹等,称为美术装饰涂层,或具有能示温、夜光等特殊功能的涂层。

2.1.2 涂料的选用

为使涂层具有所需的保护性和装饰性,必须首先正确选择涂层体系,即正确地选择底漆、中间涂层(或刮腻子)和面漆用的配套品种。在选择涂料时,必须从下列特性考虑。

(1) 颜色、外观和漆膜力学强度应满足产品设计要求,并在其使用过程中耐久、稳定,应耐使用环境介质的侵蚀。

(2) 对被涂表面应具有优良的附着力。在多层涂装场合各涂层间的配套性应良好,涂层间应具有的结合力,并且应该相互增强,不因配套不良而引起涂层弊病。如在选择底漆材

料时,底漆对被涂底材应具有优良的附着力,而且与中间涂层或面漆之间的结合力也应良好。同时,还应注意底漆对底材不应产生副作用,如铝制品的底漆应采用铬酸锌系颜料,如错用铅系颜料,则不仅起不到防腐作用,反而促进底材的腐蚀。

在涂层的配套方面,还应注意各涂层的硬度和烘干方式的配套,底漆的硬度与面漆的硬度应相仿或略高,如在硬度低的油性漆底层上涂硬度高的短油度合成树脂面漆,则易引起面漆早期开裂。在烘烤型涂装场合,底漆的烘干温度(或耐温性)应高于面漆的烘干温度或相仿,反之,易产生涂层过烘干现象。

(3) 所选用涂料的施工性能、干燥性能、涂装性能等应与所具备的涂装条件相适应,涂料的干燥速度(自干或烘干)在流水线的工业涂装中具有极其重要意义。从节能角度来考虑,在综合平衡的前提下应尽可能选用低温烘干型涂料。为获得一级涂层的装饰性,应选用具有优良打磨和抛光性能的涂料。在工业涂装中要求选用的涂料能适用于高效涂装法(如静电喷漆法、电泳涂装法等),如果在选用受涂装方法限制的涂料时,则在涂装设计中要全面地分析权衡涂装方式、涂料的品质和被涂物。

(4) 要考虑所要求的漆膜性能和经济性,选用在价值工程计算中功能值高的涂料,即选用价廉物美的涂料品种。应注意在高效的工业涂料中材料成本费用占的比例较大,但也要注意漆膜性能与材料价格之间的合理性。应考虑漆膜对产品的商品性影响,如果所选用的涂料质低,则可能引起涂层的早期损坏而返修,给用户和社会造成更大的浪费,尤其是修补涂装的工本费用远远超过涂料的费用,因此采用价格贵一点但性能较好的涂料还是有益的。

(5) 对于涂料的毒性和涂装污染问题也应给以足够的重视,在新的涂装设计中应尽可能选用毒性小、低污染或无污染的涂料(如水性涂料、粉末涂料、高固体分涂料等)。随着工业的发展,水质和大气的污染,引起了社会的重视,许多国家和地区都已制定了环境保护法规。涂装工厂是污染源之一,如无可靠的环境保护措施,就不允许建厂。在涂装设计时,选用低污染或无污染的涂料是防止涂装污染的根本性措施之一。

涂料选用得恰当与否直接影响所形成的漆膜性能,所以十分重要。涂装设计人员应像中医大夫熟悉各种中药那样熟知各种涂料的特性、用途及其配套性和施工性能,只有这样,才能正确合理地选用好涂料。还应参照兄弟单位的经验和国内外先进的涂装技术,逐项仔细分析权衡所选用涂料与被涂物、涂装方法、涂装条件等之间的复杂关系。在无经验可借鉴的场合,应通过相似条件的涂装试验,再选择涂料。

2.1.3 涂装方法的确定

涂装方法有几十种,而且随着工业发展的需要和更新,还在不断发展新的涂装方法。涂装方法一般根据涂料的物性、施工性能和被涂物的类型、大小、形状及生产方式(涂装条件)来选择。涂装方法是涂装工艺设计的主要工序之一,选择恰当与否直接影响涂层质量、涂装效率和涂装成本,因此它与涂料的选用一样重要。

为便于涂装工艺人员选择,现将涂装方法的种类、特征和适用范围等归纳于表 2-1 中,并对主要涂装方法予以介绍。

涂装方法是指将涂料薄而均匀地涂布在被涂物表面上的工艺。在近百年的涂装史中,尤其是近一二十年以来,随着工业生产的发展和技术的进步,新型涂料的出现和对涂层质量要求的提高,涂装方法取得了很大的进步,发生了显著地变化,并已逐步向自动化、无污染和高效率化的方向发展。

表 2-1

涂装方法的种类及特征

涂装方法	方 式	适用的涂料			特 征	适用范围 (被涂物)	作业效率	设备费
		溶剂蒸发速度	黏 稠 度	种 类				
刷 涂	使用刷子	挥发慢的好	稀稠均适用	调和漆、合成磁漆、其他水性漆	一般	一般都适用	小	小
刮 涂	使用刮刀	初期挥发慢的好	塑性流动大的涂料	各种腻子类	一次能涂得较厚	比较平滑的被涂物	小	小
空气喷涂	用压缩空气雾化涂料喷射涂布	挥发快的较好	触变性小的涂料	挥发性涂料(硝基漆)	膜厚涂得均匀,稀释剂用量大	一般都适用	大	中
高压无气喷涂	给涂料加高压,由特殊喷嘴喷射雾化	挥发稍慢较好	触变性小的涂料	挥发性涂料(硝基漆)	喷雾的反弹少	一般都适用	大	中
高压无气热喷涂	涂料加热和靠泵加压喷射	挥发稍慢较好	同上,热时流动性好的涂料	挥发性涂料(硝基漆)	能厚膜涂装、节约稀释剂	中型物件	大	中
热喷涂	用加热器将涂料加热后喷涂	挥发稍慢较好	同上	挥发性涂料、磁漆	能厚膜涂装、白化少	一般都适用	大	中
淋 涂	将涂料浇流到被涂物上	挥发稍慢较好	有塑性流动的涂料	沥青涂料、磁漆底漆类	涂料用量小,易产生漆膜厚薄不均	中型物件	大	中
幕式淋涂	涂料幕状流下,被涂物在下移动	挥发得快较好	触变性小的涂料	硝基漆、磁漆	涂料损失小	平面被涂物	大	大
静电涂装	静电场雾化涂料,被涂物被吸引	挥发慢好	触变性小的涂料	磁 漆	涂料损失小	金属制品均好	大	大
电泳涂装	被涂物在水性涂料中,通电涂装	无关系	无关系	水性涂料	节约涂料	汽车车身等	大	大
浸 涂	被涂物浸入涂料中	挥发稍慢的好	具有塑性流动的涂料	沥青涂料、磁漆	作业简单、有流痕	复杂型工件、小型物件	大	大
转鼓涂装	被涂物装入涂料容器中,转动涂装	挥发快的较好	低黏度、有塑性、流动性的	磁 漆	均匀地厚涂	形状复杂的极小型被涂物	中	小
滚筒涂装	通过金属、橡胶滚筒将涂料转动而涂装	挥发稍慢较好	需一定的黏度	磁 漆	节省涂料,涂膜厚度均匀	胶合板等	大	大
离心力涂装	浸入涂料中,靠离心力除去多余的漆	挥发稍慢较好	稀稠均适用	磁 漆	小型物品的临时涂装,且涂膜不黏附	极小型物件	中	小
粉末涂装	靠静电涂布	无关系	加热时具有流动性	粉末涂料	不用稀释剂,涂料损失小	金属网、其他金属制品	中	大

涂装方法可按表 2-2 进行分类。

表 2-2 涂装方法一览表

分 类	涂 装 方 法	所用的主要工具和装备
手工工具涂装	刷 涂 揩 涂 滚刷涂 气溶胶喷涂 刮 涂	各种刷子 棉布包的棉花团 滚筒刷子 气溶胶罐及涂料 刮 刀
机动工具涂装	空气喷涂 无空气喷涂, 高压、低压 热喷涂 转鼓涂装	各种喷枪、压缩空气机、轴漆装置 无空气喷涂装置 油漆加热器, 其他与上述两者相同 滚 桶
器械装备涂装	抽涂(又称挤压涂装) 滚筒涂装(辊涂) 离心涂装 浸 涂 淋 涂 幕式涂装 静电喷涂: 手提式、固定式 自动喷漆: 往复式、机械手式 电泳涂装: 阳极、阴极 化学泳涂流 粉末涂装: 热熔融法、静电涂装、黏附法	抽涂机 辊涂机 离心涂装机 浸涂设备 淋涂设备 幕式涂装机 静电喷枪、高压静电发生器 自动涂装机械手 电泳涂装设备 化学泳涂设备 各种粉末涂装机

在指定涂装工艺时, 正确地选择涂装方法极为重要。它直接影响涂层的质量和涂装效率。因此, 只有熟悉涂料和掌握涂装方法及相应器械的基本知识才能正确选择。涂装方法与涂料及被涂物的适应关系列表与 2-3 中。

表 2-3 涂装方法和涂料及被涂物相互适应关系

涂 装 方 法	涂 料											被 涂 物										
	油性调和漆	醇酸树脂漆	硝基漆	氨基醇酸树脂漆	热固性丙烯酸树脂漆	过氯乙烯树脂漆	环氧树脂漆	苯乙 烯 改 性 醇 酸 漆	有机硅树脂漆	不 饱 和 聚 酯 漆	水性涂料	粉末涂料	家庭用具	铁道车辆	机械	家用电器	金属制品	船舶	铁制大型构造物	木工制品	建筑物	道路车辆
刷 涂	⊙	○		⊕		⊕	⊕			○	⊕		○	○	○			○	○	○	⊙	○
滚刷涂	⊙												○					○			○	
空气喷涂	○	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕			○	○	○	○		○	○	○	○
无气喷涂	○	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕			⊕			○			○	○	○	○		
静电喷涂		○	⊕	⊙	⊙		○	⊙			⊕			⊙	○	⊙	⊙			○		○
淋 涂		○		○				⊙			○					○	○			○		
辊 涂				○	○	○			○								○					
浸 涂		○		○					○		○					○	○					
电泳涂装											○					○	○					○
粉末涂装												⊙				○	○					○

注: ⊙最适宜, ○可使用, ⊕需调整后才能使用, 无符号者不能使用或效果不佳。

2.1.3.1 手工涂装法

(1) 刷涂

刷涂是人工以刷子涂漆的一种方法。它是最早、最简单的涂漆方法,适用于油性漆、油性磁漆等初期干燥较慢涂料的涂装。

此法的优点:适用于涂刷各种形状的被涂物,省漆料,工具简单,施工不受场地的限制。因在涂刷时机械作用较强,能使涂料渗入底材,起着增强漆膜附着力的效果。

此法的缺点:劳动强度大,生产效率低,刷涂硝基漆那样的快干涂料较困难,被涂物表面漆膜易出现刷痕。刷涂的漆膜外观、涂刷效率和涂料的使用量在很大程度上取决于操作者的熟练程度和经验。

刷涂的操作是先将漆刷沾少许漆料,然后按涂敷、抹平、修饰三步进行刷涂。涂敷就是在手能弯曲的范围内将涂料深度敷在被涂物面上,使涂料分开。抹平就是用漆刷将涂料纵、横反复刷抹至均匀。而修饰就是用漆刷按一定方向轻轻地涂刷,消除掉刷痕及堆积现象。刷涂的三步法如图 2-1 所示。这是涂刷防锈涂料、油性清漆、油性磁漆等油性系涂料的操作要领。水乳胶漆用此方法操作也可以,但在底材吸漆性大的场合,可省去抹平这一步,在涂敷之后,就可以立即进行修饰。



图 2-1 漆刷的运行(油性漆)

在涂刷虫胶漆及硝基清漆等快干型涂料时,不宜反复刷涂,必须顺着木纹涂敷,同时要连续地进行抹平和修饰,并从被涂物的一边按序地进行,如图 2-2 所示。

(2) 揩涂

揩涂也是一种常用的手工操作涂漆法(俗称抛光涂饰)。它是用手工蘸有稀漆的棉球揩拭被涂物,进行装饰性涂装的方法。其特点是工具简单,通常用纱布(或棉布包)以脱脂棉制成的棉球(大小像个鸡蛋)。此法最适用于硝基清漆、虫胶清漆等挥发型清漆的涂装。

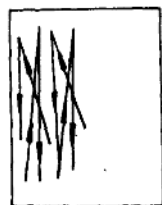


图 2-2 挥发性涂料的刷涂

因为挥发型漆膜干燥后仍可被溶剂溶解,所以在已涂过漆的表面进行揩拭时,漆膜高处被揩平,漆膜低凹处则被填平,结果很快就得到平整光滑的涂面,木器家具的涂装采用此法较多,但揩涂方法没有专门工具,全靠手工操作,经验与手法颇为重要。

此外,亦可用废纱头、细麻丝等浸漆揩涂金属或木材表面,一般用于装饰性要求不高的物面,如船舶、管道等表面的底漆。一般揩涂木器家具常需要二三十次,否则漆膜薄而不光亮。

2.1.3.2 浸涂、淋涂法

浸涂和淋涂是一种生产效率高、技术简单的涂装方法,它们应用于各种流线型不兜漆的被涂物,适用于装饰性要求不高的涂装。

(1) 浸涂

将被涂物浸入涂料中吊起后滴尽多余的涂料的方法称为浸渍法(简称浸涂)。浸涂的特点是生产效率高、操作简单、涂料损失少。适用于形状复杂的、骨架状的被涂物,可使被涂物的里外同时进行涂装,当然,涂料的均匀流尽是采用浸涂法的必要条件。浸涂主要应用于烘烤型涂料的涂装,但也有用于自干型涂料的涂布,一般不适用于挥发型快干涂料(如硝基漆等)。

浸涂适宜于大批量流水线生产,易实现涂装自动化。小批量生产时也可采用手工浸涂,所用的设备较简单。

浸涂的缺点是被涂物上、下部的漆膜有厚度差,尤其在被涂物的下边缘呈肥厚积存。为提高涂层的装饰性,在小批量浸涂大型件时自然滴漆后要用刷子手工除掉这些漆滴。但是这样手工劳动量很大,也可用离心力或静电引力来除去。

(2) 淋涂

用喷嘴将涂料淋在被涂物上形成涂层的方法称淋涂法。它是浸涂法的改进,虽需增加一些装置,但仍不失为一种经济而高效的涂装方法,适用于大批量流水线生产方式。与浸涂法相比,其优点是:用漆量少(约为1/5),能得到比较厚而均匀的涂层,适用于因漂浮而不能浸涂的中空容器(如油桶、气瓶等)或形状复杂浸涂有“气包”那样被涂物的涂装,既适用于大型物件,又适用于小型物件。其缺点是溶剂的消耗量大。

淋涂适用于初期干燥较慢的烘烤型涂料,可涂布油性磁漆和合成磁漆,随着水性涂料和消泡技术的进展,近年来有推广淋涂法涂布水性涂料的趋势,这样既能克服淋涂的溶剂耗量大、火灾危险性大等缺点,又能弥补水性涂料使用稳定性差的缺点。

2.1.3.3 空气喷涂法

空气喷涂是靠压缩空气的气流使涂料雾化成雾状,在气流的带动下,涂到被涂物表面上的一种涂装方法。

空气喷涂法最初是为解决硝基漆之类快干型涂料的涂布面开发的施工方法,由于效率高,作业性好,每小时可涂装 $150\sim 200\text{m}^2$ (约为刷涂的8~10倍),且能得到均匀美观的漆膜,因此合成树脂涂料的施工普遍采用此法。目前虽然各种自动化涂装法不断发展,但空气喷涂法对各种涂料、各种被涂物几乎都能适应,仍然不失为一种广泛应用的施工方法。此法的缺点是涂料损耗量大,漆雾飞散多,涂料利用率一般只有50%~60%。

空气喷涂法一般分为热喷涂和冷喷涂。喷涂加热的涂料称之为热喷涂,喷涂常温的涂料称之为冷喷涂。热喷涂主要适用于稀释剂用量多的硝基漆涂装,也可用于乙烯系和氨基树脂系等涂料的涂装。像油性系涂料那样一次喷涂的漆膜厚而干得又慢,容易起皱的涂料,则不采用热喷涂涂装,热喷涂的优点如下:

- (1) 减少了稀释剂的用量,对节省资源和减轻大气污染有利。
- (2) 不挥发分含量较高,因而能获得较厚的涂层,可减少涂装次数。
- (3) 漆膜的流平性好,因而光泽提高。
- (4) 不受气候的影响,就是在潮湿度大的时候漆膜也不产生白化弊病,不同季节施工不需调整涂料黏度。
- (5) 漆膜丰满,不易产生流挂、垂流等弊病等。

2.1.3.4 无空气喷涂法

无空气喷涂法是靠密闭容器内的高压泵压送涂料,获得高压的涂料从小孔中喷出时,其速度非常高(约 100m/s),随着冲击空气和高压的急速下降涂料内溶剂急剧挥发,体积骤然膨胀而分散雾化,高速地涂着在被涂物上。因涂料雾化不用压缩空气,所以称之为无空气喷涂,它是利用高的液压,故又称之为高压无空气喷涂。

无空气喷涂还可分为热喷型、冷喷型和静电涂装型。热喷型是无空气喷涂与热喷涂法的结合,用无空气喷涂法喷涂加热过的涂料,主要用于喷涂硝基漆;用无空气喷涂法喷涂常温涂