

★ 引进版汽车职业技能精品教材 ★

彩色版

CAISEBAN

汽车涂装

QICHE TUZHUANG



(日) 末森清司 加户利一 著
北京全华科友文化发展有限公司 译
程玉光 汪胜国 主审



人民交通出版社
China Communications Press

引进版汽车职业技能精品教材

汽车涂装

(日)末森清司 加户利一 著
北京全华科友文化发展有限公司 译
程玉光 汪胜国 主审



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书为日文引进版图书, 原版书名为《THE 涂装》。

本书以汽车车身维修涂装作业的过程为主线, 主要介绍了汽车涂装工艺特点、涂装材料和涂装工艺流程。本书图文并茂, 直观易懂, 主要内容包括: 涂料与涂装、涂装操作的要领、底漆施涂、遮蔽作业及涂装前的准备、中涂涂装作业、调色作业、上涂涂装、干燥和打磨、特殊的涂装以及安全卫生和质量管理。

本书适合作为职业院校汽车车身修复及其相关专业的教材, 也可作为汽车涂装工人的技能培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车涂装 / (日) 末森清司, (日) 加户利一著; 北京全华科友文化发展有限公司译. -- 北京: 人民交通出版社, 2014. 8

引进版汽车职业技能精品教材

ISBN 978-7-114-11020-7

I. ①汽… II. ①末… ②加… ③北… III. ①汽车—涂装—职业教育—教材 IV. ①U472.44

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第277447号

本书中文版权由日本PROTO RIOS公司授权北京全华科友文化发展有限公司, 中文简体字版由人民交通出版社独家出版发行, 简体字版仅限中国内地销售。

外版图书登记图字: 01-2014-5018

引进版汽车职业技能精品教材

书 名: 汽车涂装

著 作 者: (日) 末森清司 加户利一

译 者: 北京全华科友文化发展有限公司

责任编辑: 智景安

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 14

字 数: 215千

版 次: 2014年8月 第1版

印 次: 2014年8月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-11020-7

印 数: 0001~3000册

定 价: 48.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

序 言

本书是关于汽车涂装实际操作的技术指导书，是继《汽车涂装修理入门》（1975年第1版）及《汽车涂装技术指南》（1987年第1版，1992年修订第2版）之后，有关基础涂装修理技术的最新版本。早期，由于信息技术相对落后，且各厂家及实际操作人员所使用技术不一致，涂装修理技术相关书籍只是在当时美国所用技术的基础之上，将各方信息做了统合。之后30年间，一方面由于涂料制造方提供了大量的信息；另一方面，涂装技术人员之间的交流也进一步扩大，使涂装的技术统合和标准化得到了推进。在此前提下，我们以节省劳力、提高效率及顾客满意度为目的，进一步推进了基础涂装技术的发展。

本书在上述实际操作的基础上，以日本汽车车身修理技术研究所涂装科末森清司先生执笔的《新版汽车涂装修理实践》（于1996年4月至2001年7月约5年间连载于日本《Body Shop 月刊》）为蓝本，同时参考其涂装科必修课程的教材，以及各涂料制造商的文件内容编写而成。此版教材将材料制造方提供的信息与实际技术操作统合在一起，十分便于读者阅读学习。

在21世纪初这样一个具有里程碑意义的时期，我们总结车体修理技术的现状，首次将涂装和钣金两方面的著作同步出版发行，希望能成为新世纪汽车涂装修理的业界标准，供大家参考。



末森清司
加户利一

目 录

第一章 涂料与涂装	1
第一节 涂装的目的	1
第二节 新车涂装	1
第三节 涂色和涂膜的构造	3
第四节 涂料的组成	4
第五节 硬化和干燥	5
第六节 喷涂设备	6
第二章 涂装操作的要领	13
第一节 涂装修理的范围	13
第二节 涂装修理的目的	14
第三节 作业的安排	15
第四节 涂装修理的工序	23
第三章 底漆施涂	29
第一节 底漆施涂的目的及其重要性	29
第二节 操作前注意事项	29
第三节 底漆涂料	33
第四节 相关器材	36
第五节 涂膜的剥离	48
第六节 旧涂膜脱落的制作(羽状边的制作)	54
第七节 清洁处理和脱脂	58
第八节 防锈和金属面处理	61
第九节 刮腻子之前	65
第十节 和腻子	68
第十一节 刮腻子	71
第十二节 作业处个别的腻子涂抹方法	73
第十三节 腻子的干燥处理	80
第十四节 打磨腻子	80
第十五节 聚酯腻子的操作	84
第四章 遮蔽作业及涂装前的准备	87
第一节 遮蔽	87
第二节 涂装设备的种类与构造	96

第三节	涂装质量管理用具	102
第五章	中涂涂装作业	105
第一节	中涂涂装的目的	105
第二节	中涂涂料	106
第三节	中涂底漆的调配与喷涂	109
第四节	中涂底漆的打磨	116
第六章	调色作业	127
第一节	色的性质	127
第二节	调色的目的	128
第三节	调色的方法	128
第四节	光源和比色	129
第五节	调色机器	131
第六节	色母的种类和特性	139
第七节	调色作业的顺序	142
第八节	调色的要领	145
第七章	上涂涂装	149
第一节	上涂涂料	149
第二节	上涂用添加剂	153
第三节	上涂涂料的调配	153
第四节	上涂涂装的准备	156
第五节	上涂各种色漆的喷涂方法	158
第八章	干燥和打磨	175
第一节	自然干燥和强制干燥	175
第二节	抛光	177
第三节	涂装完成到交车	182
第四节	涂膜的缺陷	184
第九章	特殊的涂装	195
第一节	钢板以外的素材	195
第二节	涂料彩绘	198
第三节	小范围损伤的修补	201
第十章	安全卫生和质量管理	207
第一节	涂装作业的安全卫生	207
第二节	质量保证	212
附录 A	换算表	217

本章将从基础知识开始，讲解新车涂装，以及与涂装相关的各种机器设备。其中着重讲解涂装作业中必不可少的空气供应系统，以及另一项核心设备——喷漆房。

第一节 涂装的目的

一般来讲，“涂装”和“上色”，主要有以下三个目的。

1. 保护车体

涂装用于保护车体使其不生锈、不被腐蚀以及污染。

汽车涂装就是保护车辆外板、底盘以及悬架系统，不受外界的侵蚀。

2. 提升外观效果

将车身着色，不仅在视觉上可使其更加美观，且从经济角度考虑，还可以提高汽车的商品价值。汽车根据自身色泽、光洁度和亮度的不同具备不同的商品价值，有时为了提高车身档次，还会使用特殊涂料，配耐久性良好的涂膜，通过多层次涂装增加颜色的饱满程度。

3. 增强外观识别

有时，通过特定的颜色以及喷涂方式，可以快速识别车辆的功能及属性。例如消防车为红色、救护车为白色、巡逻车为蓝白相间色等，也有企业为宣传产品，在其商用车的车身喷涂印象色彩等。

第二节 新车涂装

新车涂装是在进行表面处理（防锈、强化漆面附着力处理）之后，进行的三层涂装，包括：底漆涂装（防锈、耐水）、中涂漆涂装（加强手感和平滑性）以及面漆涂装（加强光泽、美观和耐久性）。根据车辆种类不同，有时会省略中涂漆涂装，或者采用多层面漆的涂装方式。

1. 表面处理

将只有骨架部分的白车身浸泡在盛满磷酸锌盐类溶液的槽内（浸渍处理），用以增强其防锈能力以及提高其与涂料的附着力。

2. 底漆涂装

底漆涂装可防止面板生锈,并有利于中层涂料的附着。生产线上将车身完全浸在涂料槽内,如图1-1所示。通过外加电场使涂料附着在车体的每一个角落,这种方法称为电泳(ED)涂装。在底层涂装之后,为加强防锈能力,在车身内侧进行涂装,在钢板的接缝处涂布填充材料。车身底板下部喷涂底盘涂料,防止在行进过程中由于飞溅的石子刚蹭造成的伤痕而引起生锈。在汽车保护板等处喷涂的多样形态的涂膜中,也有这种类型的表层涂装。



图1-1 新车涂装生产线

3. 中漆涂装

填补金属表面的凹凸不平,使涂膜整体具有一定的厚度,增强表层涂料的功效以及附着力。在这一过程中,使用热硬化性聚酯树脂材料。

4. 面漆涂装

使车身外观变得有光泽,从而提高新车的商品价值。使用在150℃高温条件下发生反应且固化的烤漆。色漆涂装使用热硬化性的聚酯系涂料,金属色漆使用亚克力合成树脂类涂料即透明度较高的亚克力合成树脂和三聚氰胺树脂。

具有特定机能的含氟类水性清漆有:以氟树脂与三聚氰胺树脂为主要成分的清漆,也有用含氟元素的氨基甲酸酯树脂制成的清漆,以及容易维护的亲水性保护清漆;防酸雨的氨基甲酸酯类的清漆等。

为保护环境,现多采取静电涂装,另外水性涂料的使用也在逐年增加。

5. 涂膜的厚度

新车涂装的涂膜根据涂色的不同,其厚度也各异。一般为100~110 μm 。另外,水平面的涂膜厚度要高于垂直面。

保险杠等树脂类部件,由于涂料材质的不同及耐热性较低,有时要与车体分开涂装后再组装。

第三节 涂色和涂膜的构造

面漆涂装有各种各样的涂装方式，新车采用的涂装有以下几种类型，如图 1-2 所示。

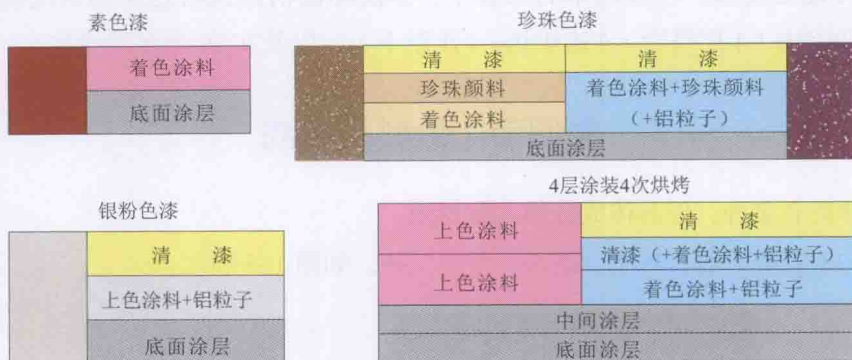


图1-2 面漆涂膜的分类

1. 纯色漆

纯色漆是最简单的涂膜构成，着色的涂面漆只有一层。不过，有些为了创意采用以底漆涂装组合：同一素色漆层、一般的烘烤清漆、浅色清漆（加入了少量上色涂料的清漆）、特殊清漆（耐擦耐磨等）；也有用两层的纯色漆涂装。

2. 金属银粉色漆

用含有铝微粒的金属底色漆涂装，然后喷涂清漆的两层结构。若只喷涂含铝颜料，将会变成银色。为了使清漆具有更多功能，也可以在一般的清漆层上再加涂一层功能清漆。

金属色的特征是涂膜具有金属的光泽和立体感，与素色漆相比，会呈现更美观的视觉效果。

3. 珍珠色漆

除添加了云母颜料的涂装之外，也有再添加金属粉或其他特殊颜料的涂装。珍珠色漆的涂膜有两种构造，一种是和金属色涂装一样加了清漆的两层珍珠色漆；另一种是由着色层、珍珠色漆层和清漆组成的3层构造。

3层涂装涂膜中的珍珠颜料在光线的反射以及折射作用下，从不同角度展现出珍珠的光泽以及彩虹般的色泽，能体现出与银粉色漆不同的视觉美感。

4. 其他

在银粉色漆以及珍珠色漆涂装中，虽然也包含其他新颜料的涂色，但分类大体只有以上三种。不过，有的新车会用到变色涂料，从不同的角度观看，呈现出不同的色彩。汽车生产厂家和涂料生产商时刻致力于新型涂色的开发，因此今后会有更多独具匠心的

涂色问世。

5. 多层涂装

为提升视觉效果，在高档车的涂装中，多层喷涂清漆或着色层的情况也很多。例如，常见的4C4B（4层喷涂+4次烘烤=4次烘干），以及7C5B等多层涂装。

第四节 涂料的组成

涂料种类有多种，但具体成分都大致相同。

涂料的主要成分有：树脂、颜料、溶剂三种，如图1-3所示。



溶剂：溶解树脂
树脂：涂料的主要构成部分
颜料：上色用

图1-3 涂料的成分

1. 树脂

喷涂前的涂料具有一定的流动性，是因为树脂溶解在其中，形成涂膜的成分就是树脂本身。涂料的种类以及干燥方式也由树脂的种类决定。

2. 颜料

颜料有两类。一种是白、红、蓝、黄、金属色、珍珠色等着色颜料；另一种是具有防止生锈或填补凹陷功能的颜料，一般称为防锈颜料或填充颜料。

面漆涂装的涂料中主要包含着色颜料，但是透明的清漆里不含有颜料。

底漆涂装的涂料中混合有着色及防锈颜料和填充颜料。

3. 溶剂

溶剂是溶化树脂的成分，有很多种类。在涂料变成涂膜，即硬化干燥后，溶剂便会蒸发。将几种溶剂混合后作为稀释溶液，在喷涂作业时可通通过稀释涂料以调整黏度。

4. 其他成分

具有凝固涂料中颜料和树脂功能的稳定剂，也是提高涂膜性能的一种成分。

第五节 硬化和干燥

涂料会随着溶剂的挥发由液态变成固态，在此过程中，树脂的大多数成分会在干燥后发生变化。按照干燥硬化方式的不同，涂料可分为以下几类。

1. 溶剂蒸发型

硝基系列涂料就属于溶剂蒸发型涂料。只要溶剂蒸发就变成涂膜，如图 1-4 a) 所示。在干燥前后其树脂构造不发生变化。硝基狭义上指以硝化棉为主要材料的单组分（1K）挥发性涂料。广义上是含有亚克力树脂的单组分（1K）挥发性涂料的总称。

2. 反应型

反应型涂料是指树脂和硬化剂经化学反应变硬的涂料。双组分（2K）型涂料多属此类，基本上不需做任何加工涂料便可干燥成为涂膜。为加速化学反应使涂料在短时间内形成涂膜，可加热使其干燥（强制干燥）。修理用的氨基甲酸酯涂料和钣金腻子以及聚酯腻子属于此类。氨基甲酸酯涂料指以亚克力树脂或聚酯类树脂为主要成分，通过聚氨基甲酸酯反应而成，如图 1-4 b) 所示。除此之外，也有加速干燥时间的速干型。钣金腻子两种液体的反应方式，但是其反应速度极快，可在短时间内实现硬化干燥。

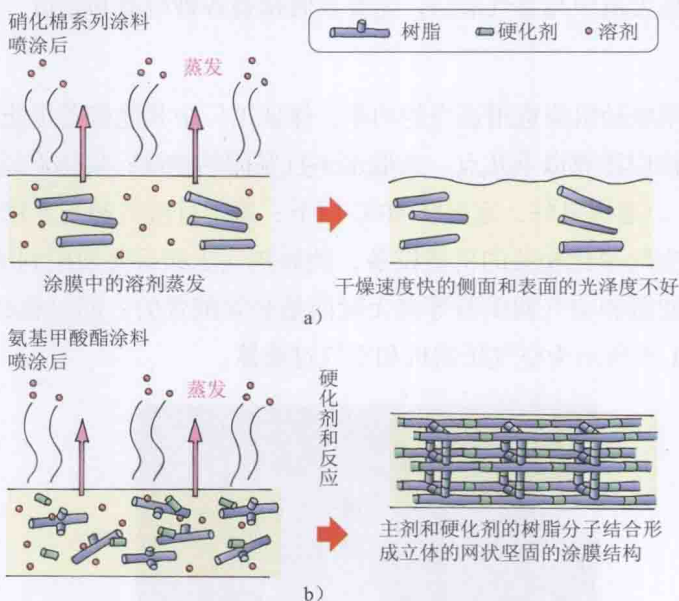


图1-4 涂料的硬化干燥方式

3. 烘烤型

烘烤型涂料是指在高温条件下，使树脂的构造发生变化而硬化的涂料。新车生产线

上所使用的涂料就是这种涂料。

4. 氧化型

氧化型涂料接触空气中的氧气便会硬化，被称为油漆的涂料多属此类。汽车修理厂中一般不使用此类涂料。

第六节 喷涂设备

1. 空气管道

压缩空气作为汽车修理厂的动力源是必不可少的。涂装工具喷枪及涂层表面打磨、部件装卸等操作所使用的工具中，大部分是靠压缩空气来驱动的。因此，必须保证压缩空气的压力适中与清洁。

由于空气中本身含有杂质，所以经压缩机压缩后的空气将会比普通空气多出数倍的杂质。除此之外，空气在工厂内的各作业场所被输送时，在管道内以及压力调整机器内也会产生残留物。如果使用这些带有杂质的空气进行涂装操作，很有可能造成工具的损坏，进而引起故障。另外，对于喷枪等靠压缩空气驱动的设备来说，也需要最适当的压力。

所以，为保证压力适中与空气清洁，需要及时检查各种机器和管道。

1) 空气压缩机

空气压缩机所用电动机应选用适当的功率，保证工厂中其他机器也能够正常运转。

安装空气压缩机应注意以下几点：选取水平且坚固的地面；周围有适当的空间（离开墙壁 30cm 以上）；通风良好，室温在 40℃ 以下；避雨且湿气和灰尘较少的地方。

作为与压力和空气净化相关的机器设备，例如空气压缩后要使用到的冷却器、空气烘干设备、空气过滤器和空气调压器等毫无疑问是必须配置的，同时也必须确保其有充足的运作能力，图 1-5 所示为空气压缩机和空气过滤器。

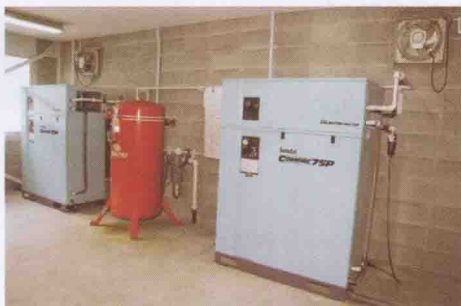


图1-5 空气压缩机和空气过滤器

由于空气经压缩机压缩之后温度会上升,因此需输送到冷却器及空气烘干机使其降温。空气在蒸气状态时含有水分,且水分集聚到一定量后会变成水滴,但随着温度的降低,水分的含量会逐渐减少。因此,便需要快速冷却使空气中的水分含量降到最低,当温度恢复之后,就可以获得湿度较低的干燥空气。

空气过滤器可除去空气中的水、油、灰尘等,在空气压缩机的附近配置大型空气过滤器,在用气设备的附近配置小型空气过滤器。空气调压器可将空气的压力根据所使用的设备要求调整到最适当的压力。

另外也有在喷枪上安装空气过滤器和调压器。

2) 空气输送管道

空气过滤器和调压器一般安装在空气压缩机和其他使用设备之间。

同时应注意,空气输送管道越长或输气管道内径越大,用气设备端的空气压力就越低,这样就越容易在管道内残留水分。

因此,为防止出现上述情况,应当:①在输气主管道上安装一个前端向下倾斜的弧形弯管;②在弧形弯管前端以及支管的前端安装自动排水管定期排水;③注意防止在空气接口以及空气输送软管处漏气;④勿将输气管道转弯处折成 90° 直角,最好是圆角;⑤注意支管向上分叉后使其立即垂直向下。图1-6所示为理想的空气输送管道。

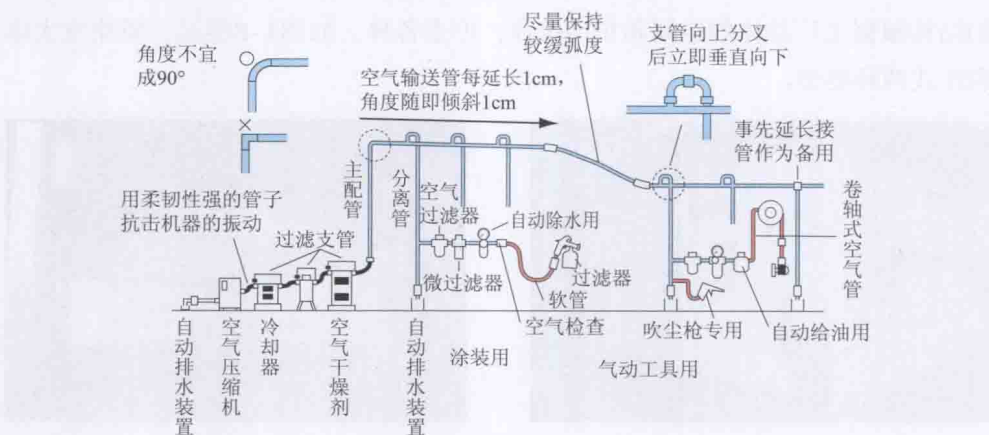


图1-6 理想的空气输送管道

2. 喷涂室

正规的喷涂室同时兼有喷漆房和烘干室的功能。底漆和面漆涂装时涂料的微小颗粒及有机溶剂会向四周喷散,不仅污染空气,也对涂装作业者身体有害。在预防有机溶剂中毒的相关法规中,也有涉及像涂装这种在室内使用有机溶剂时防止中毒的条款。汽车钣金涂装的烤漆房(分别有进排气装置)的设备,其构造和内部风速等是有规定的,如图1-7所示。

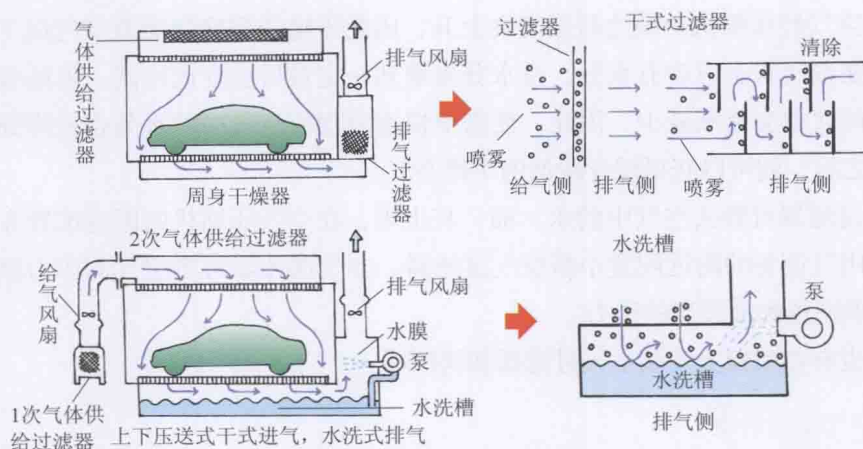


图1-7 喷涂室的构造

另外，在涂装过程中为防止灰尘及其他杂质附着，可在一定温度下进行强制烘干。喷涂室对于涂装工厂来说不可或缺，大致分为以下几类。

1) 1室、2室

1室指在同一空间内完成涂装和烘干两项任务。2室指喷涂房和烘干室相连，中间由活动门隔开。

此外，在设备雄厚的工厂内多室并排的情况也有，还有的仅为部分相同。总之，喷涂室的结构根据工厂总体的空间和布局设计，形态各异。如图1-8所示，喷涂室大体分为简易和正式两种类型。



正式型



简易型

图1-8 喷涂室

2) 自然供气和强制供气

根据空气的流动分为自然供气和强制供气。因为都是强制排气，所以正确地说是分为自然供气与强制排气和强制供气与强制排气两种。自然供气类的室内压力为负值，可能会从缝隙处吸进灰尘。强制供气室内压力大都设定为正压力值，不会吸进灰尘。

此外，根据空气的流动方向的不同，还可分为以下两类：①供气和排气在水平方向

上；②气流从顶部进入，水平排出。正规喷涂室为后者所述空气上下流动的压送型。

3) 干式、水洗式

空气通过过滤器从顶部进入，被吸到地面后通过过滤器流出，这种是干式喷涂室。另外也有通过水洗除去杂质，然后通过过滤器将水排出的水洗式喷涂室。

4) 烘干方式

烘干时可用热风循环式，也可在室内设置多种干燥设备。热风发生机的能源为柴油、天然气、液化石油气等，有直接加热和间接加热两种。在室内安置烘干设备的方式是红外线和远红外线并列的格局。远红外线的烘干设备除以电能为主之外也有燃烧燃油的烘干设备。

热风循环式是将被加热的空气从上至下在室内流通，将室内整体加热至所需要的温度。

5) 附属设备——门、轨道、举升器、除静电装置、针对水性涂料的设备

上述附属设备，能够使喷涂室更加方便使用。根据不同需要，门可以安装在正面，也可以安装在侧面，其开关有上下式和左右式两种，材质为玻璃等。

喷涂室内安装的轨道，主要为了使生产流水线化，通过传送带轻松移动车辆。

在喷涂室内安装举升器，有助于汽车顶部、底盘底部及大型车辆的涂装。升降器根据其不同功能，分为作业者用升降器（涂装汽车顶部及大型车辆）和作业车用升降器（涂装汽车底盘）两类。

除静电设备安装在进气部位，可减少杂质的吸附，尤其在银粉漆喷涂中可使金属颜料的分布更加均匀。

针对水性涂料的设备与喷涂室上部安装的送风装置一起使用，通过空气的流动加速水性涂料的干燥。

3. 简易喷涂室、小型喷涂室

喷涂室的主体一般都采用隔热的板材（三明治式钢板），也有的由 PVC 等合成树脂（PVC有吸附杂质和灰尘的功能）围成，这种属于简易喷涂室。还有一类是金属材质，垂吊式，且可前后伸缩，称为蛇腹式，又称手风琴式。可在不使用的时候将其折起，以将作业场地留作它用。

此外，由于喷涂对象有时为整辆车，有时为个别零部件，因此用途不同，喷涂室的种类也不同。总之，根据工厂的布局和作业内容的不同分开使用，可以提高涂装和烘干的效率。

4. 烘干机

涂料通过加热，可以加速干燥。以此为目的的设备称为烘干机。

1) 根据用途分类

(1) 喷烤漆房。在喷烤漆房以及部件专用的喷烤漆房,都设置有相应类型的烘干装置。

(2) 小范围修理用烘干设备。小范围修理烘干多使用可移动式的烘干机。包括可携带型、固定式以及附带的活动装置等,这些烘干设备可带至需要的地方,利用辐射产生的热量实现干燥。

另外,在采用流水作业系统的工厂内,烘干设备被吊起来的情况也有。这种情况下烘干设备可沿着室内顶棚处的轨道来回移动,也可上下移动。在车体的附近放下来使用,不用的时候升上去,优点是不占地方。

(3) 试验板用烘干机。试验板专用的烘干机是一个带有红外线或远红外线光源的盒状物体,一般放置在调色作业区。

2) 根据烘干方式分类

大面积的涂装修理及烘干在喷烤漆室内操作,小范围修理时所用的强制烘干机有以下几种。

(1) 单点式。此类烘干设备由一个卤素电灯和插口组成,靠近聚光灯等卤素电灯便会发热,然后利用其发出的热量进行烘干作业。不仅可以手持使用,也可以设置在架子上使用。

因为其轻捷便携,所以不仅可以在底漆和面漆加速干燥时使用,也可用于涂装板的干燥、水分烘干、模板胶带和设计图案的剥离,以及调色时确认颜色。

(2) 热风。燃烧煤油或者废油产生的热量使周围空气升温,升温的空气经由送风机送出成为热风。因为热量会向四周扩散,故多作暖气用。

另外,也有用来增强单点式空气烘干机功效的热风加热器,用于修理树脂零件的熔焊机。

(3) 红外线。将太阳光线或者高温的物体发出的光用光谱仪进行分析,可以发现一种比可见光波长更长的光线,称为不可见光。这种不可见光线是一种具有强烈加热效应的放射线,因为在红色光线以外,所以被称为红外线。波长在 $0.8\sim 2\mu\text{m}$ 的为短波红外线, $2\sim 4\mu\text{m}$ 的为中波红外线, $4\mu\text{m}$ 以上的为长波红外线。红外线烘干机的种类见表 1-1。

红外线烘干机的种类

表 1-1

光线	特点	加 热 元 件	加热器内部温度(℃)	完成时间	可视光线	用 途
近红外线(短波)		主要使用卤钨灯等的瓦斯灯泡	约2 000	2s	白色	2:1聚氨酯PU涂料
中红外线(中波)		和短波一样,使用通常使用的电灯	800	60~90	橙色	近红外线和远红外线之间的状态
远红外线(长波)		陶瓷	400~800	几分钟	无色	速干聚氨酯PU涂料

红外线烘干机一般情况下装有几个用电的红外灯，波长的范围有的在可视光线范围内，如果可以看到红灯发亮，则可以确认处于工作状态。

另外，燃烧煤油产生红外线如图 1-9 c) 所示。

(4) 近(短波)红外线。此种烘干机的光波比一般的红外光波长，但比远红外光波要短，接近于烤箱中的近红外线灯发出光线的波长。可发出红色的光，如图 1-9 b) 所示，因此可辨别红外线灯是否打开。比较适合于容量较大、硬化剂比例在 2:1 等比较高的氨基甲酸酯。

这种加热器可作为一个或几个加热单元组成的可移动式加热装置。

(5) 远(长波)红外线。远(长波)红外线加热器灯的形状，有旋涡状、棒状、板状等，如图 1-9 d) 所示，其表面多用陶瓷制成。这种加热器的光波都在不可视范围内，即使打开灯肉眼也看不到光线。远(长波)红外线最适合速干型的氨基甲酸酯，通过被涂膜吸收，可让表面和内部都完全干燥。



a) 照明灯



b) 短波红外线



c) 中波红外线



d) 长波红外线

图1-9 红外线烘干机的种类

远(长波)红外线加热器的用电类型是一个或几个加热器组成一组。另外还有煤油加电以及液化气式。图 1-10 所示为IEC所规定的红外线波长的划界标准。