

粉末涂料的静电涂装技术

陆 刚

(广东省江门化工材料公司,广东江门 529100)

摘 要: 粉末喷涂的喷涂效果在机械强度、附着力、耐腐蚀、耐老化等方面优于喷漆工艺,成本也在同效果的喷漆之下。针对粉末涂料的静电涂装及其前景和发展空间,分析了粉末涂料静电涂装的特点及技术要求,阐述了静电粉末喷涂的工作原理,介绍了粉末静电喷涂的基本原料及主要设备,提出了粉末静电喷涂工艺及施工要求,同时指出了粉末静电喷涂作业的常见问题及处理方法。

关键词: 粉末涂料,静电涂装,施工作业

中图分类号: TQ63

The Technology of the Electrostatic Coating of the Powder Coating

LU Gang

(Chemical Materials Company, Jiangmen 529100, Guangdong, China)

Abstract: Powder coating spray effect in mechanical strength, adhesion, corrosion-resistant, anti-aging better than the painting process, costs are also below the painting of the same effect. The analysis of the characteristics and technical requirements of the powder coating electrostatic painting, elaborate works of electrostatic powder coating, powder electrostatic spraying of basic raw materials and major equipment proposed electrostatic powder spraying process and construction requirements, also pointed out that the common problems and treatment methods for electrostatic powder spraying operations

Key words: powder coating, electrostatic painting, construction operations

粉末喷涂是用喷粉设备(静电喷塑机)把粉末涂料喷涂到工件的表面,在静电作用下,粉末会均匀地吸附于工件表面,形成粉状的涂层。粉状涂层经过高温烘烤流平固化,变成效果各异(粉末涂料的不同种类效果)的最终涂层。粉末喷涂的喷涂效果在机械强度、附着力、耐腐蚀、耐老化等方面优于喷漆工艺,成本也在同效果的喷漆之下。

1 粉末涂料的静电涂装及其前景

静电粉末喷涂就是将粉末涂料,通过静电作用涂敷在被涂物体上,并通过一定时间温度的烘烤形成涂层的过程。在此工艺中所涉及的因素有被涂物

件、粉末涂料、喷枪、烘烤设备等。粉末静电涂装是运用高压电场感应效应,使粉末涂料和被涂物件受感应而分别带上彼此相反的电荷,从而把粉末涂料吸到被涂物件上去的一种涂装方法。移动式静电粉末喷涂设备是当粉末涂料通过高压静电喷枪时,粉末涂料带静电,并被吸引到带相反电荷的被涂物上面,然后把被涂物放在烘烤炉烘烤流平成膜。粉末涂料静电涂装是由静电发生装置产生的高电压、低电流使位于喷枪前部的电极针在空气中放电,当粉末经枪头喷嘴喷出的时候,粉末颗粒就带上了电荷,通过静电吸附和气流输送的双重作用而到达已经接地的工件表面。喷枪能够产生足够的电压以保证最大程度的涂覆效果,最大电压可达 100kV,当喷涂内

收稿日期: 2012-09-07

角或深腔部位的时候,喷枪可以有效地克服法拉第笼效应,保证工件各个被要求喷涂的表面都能达到良好的覆盖和均匀的膜厚。喷枪的结构设计须满足粉末的充电要求,功能设计须满足各种形式的喷涂作业和各种形状的工件的喷涂要求。粉末涂装是表面涂装技术上的一项新工艺,是以粉末形态进行涂装并形成涂膜的涂装工艺。在多种场合下可代替传统的油漆工艺。目前,在国内外已得到广泛的应用。

热固性粉末涂料长期以来,一直受到固化温度(常规固化温度为 180°C , 20min)的影响,使工艺应用范围受到限制。近年以来,越来越多的低温固化粉末涂料已面世。据有关报道已可制备 $120^{\circ}\text{C} \times 20\text{min}$ 固化的粉末,当然低温固化粉末尚存在贮存稳定性差等问题,一定程度上制约了应用范围。相信在不久会有改善。电晕式充电喷枪经历了电压充电、电流充电、总能量控制充电(T. E. C)等几个阶段。前两种充电方式使喷涂的工件限于金属类零件,而采用“TEC总能量控制充电”技术则突破了上述局限。其技术主要在于当喷枪和工件的距离变化时,能同时自动调整电流和电压以保持总充电能量,有效地控制粉末的带电量,确保上粉效率。对于超低温固化型粉末,通过运用特种烘道加以固化并且消除MDF在连续高温状态下产生的挥发成分。即在烘道内部将挥发物消耗掉,同时保证固化温度稳定在工艺温度。这有别于紫外线(UV)固化,紫外线固化是先使用红外线灯使粉末熔融流平(100°C 以下),然后用紫外线灯辐照数秒固化成膜。

目前,全国各地汽车及轻工业比较发达,尤其是沿海各省市,金属加工业更加发达,金属表面处理的工艺更加多样化,比如:喷漆、喷塑、电泳、浸塑、电镀等等。其中喷塑工艺被广泛运用,比如:汽车部件、彩钢板、冰箱外壳、空调外壳、配电柜等各类金属外壳表面的处理。其有效地防止了金属表面易氧化、易生锈的弊端。由于喷塑工艺在我国发展较慢,所以喷塑设备的生产与制造,具有良好的前景和发展空间。

2 粉末涂料静电涂装的特点及技术要求

2.1 粉末涂料静电涂装的特点

粉末涂料静电涂装的涂膜厚薄均匀且容易控制;涂料的适应性强,大多数粉末涂料都可以采用静电粉末喷涂法进行涂装;对被涂物的适应性强,可以

喷大小工件,也适于涂装不同形状的工件;施工操作简单,涂装工件废品率低;不含任何溶剂,在使用中不存在溶剂带来的安全和卫生问题;可以同溶剂型涂料或电泳沉积涂料进行混合型涂装。粉末涂料静电涂装的涂料由特制树脂、颜填料、固化剂及其它助剂,以一定的比例混合,再通过热挤塑和粉碎过筛等工艺制备而成。它们在常温下,贮存稳定,经静电喷涂、摩擦喷涂(热固方法)或流化床浸涂(热塑方法)再加热烘烤熔融固化,使形成平整光亮的永久性涂膜,达到装饰和防腐蚀的目的。

粉末涂料静电涂装的特性如下:该产品不含毒性,不含溶剂和不含挥发有毒性的物质,故无中毒、无火灾、无“三废”的排放等公害的问题,完全符合国家环保法的要求。原材料利用率高,一些知名品牌的粉末供应商生产的粉末,其过喷的粉末可回收利用,最高的利用率甚至能达99%以上。被涂物前处理后,一次性施工,无需底涂,即可得到足够厚度的涂膜,易实现自动化操作,生产效率高,可降低成本。涂层致密、附着力、抗冲击强度和韧性均好,边角覆盖率高,具有优良的耐化学药品腐蚀性能和电气绝缘性能。粉末涂料存贮、运输安全和方便。

与传统的油漆工艺相比,粉末涂装的优点是:由于是一次性成膜,可提高生产率30%~40%;降低能耗约30%;污染少,无有机溶剂挥发(不含油漆涂料中甲苯、二甲苯等有害气体);涂料利用率高,可达95%以上,且粉末回收后可多次利用;涂膜性能好,一次性成膜厚度可达 $50 \sim 80\mu\text{m}$,其附着力、耐腐蚀性等综合指标都比油漆工艺好;成品率高,在未固化前,可进行二次重喷。粉末涂装工艺种类较多,常见的有静电喷粉和浸塑两种。

粉末涂料是一种新型的不含溶剂的100%固体粉末状涂料。具有不用溶剂、无污染、节省能源和资源、减轻劳动强度和涂膜机械强度高等特点。

2.2 静电喷涂法对粉末涂料的技术要求

静电喷涂法对粉末涂料的要求:从粉末涂料带电、喷涂、附着和涂膜情况考虑,合适的细度范围为 $10 \sim 80\mu\text{m}$ 之间,且分布范围越窄越好。从粉末涂料的带电和加热时熔融流平情况考虑,接近球状的粒子效果较好。粉末涂料的体积电阻要适当,太低时粉末不易带电,太高时粉末也不易吸附在工件上。粉末涂料的表面电阻要高,若低,则容易使工件棱角处的电荷泄漏,引起粉末涂料从工件上掉下来。这种电荷消失的速度是以一定表面电阻为界限而迅速增加的。

以喷粉量为 170 ~ 200g/min ,电压为 70kV ,喷枪同被涂物的距离为 20cm 为宜。当温度在 20 ~ 30℃ ,湿度在 60% ~ 80% 时粉末涂料的涂着效率较好 ,而且涂膜较厚。

在粉末涂料中 ,涂膜厚度越厚 ,表面越趋于平整。影响粉末涂料涂膜平整性的主要因素是粒度大小及其分布、熔融黏度、颜料和固化剂的分散状态等。对于熔融黏度高的树脂 ,如果要获得 40 μm 涂膜厚度的平整涂膜 ,那么粉末粒度最大粒径约为 60 μm 。在静电粉末涂装中 ,由于喷出粉末的不均匀性使涂膜厚度的不均匀程度大约为溶剂涂装的 2 倍 ,要正确掌握涂装设备的有效喷束图形、控制好喷涂的间接时间 ,防止喷涂的不均匀性。被涂物面积大于涂装设备的喷束图形时 ,采用往复式喷粉枪结构是比较适宜的。当并联长冲程排列时 ,被涂物的中央部位涂膜较薄 ,而采用串联短冲程排列 ,被涂物中央部位涂膜则较厚。

影响粉末涂料涂着效率的主要因素是涂装设备对涂料的带电方式、粉末的粒度分布 ,涂装环境的温度和湿度等。为此 ,合适的粉末涂料的范围为 10 ~ 80 μm 。相对于粒子的重量 ,静电力随着粒子直径的减少而增加 ,粒子小为 36 ~ 100 μm ,150 ~ 400 目的粉体可完全附着冷态被涂物 ,粒子在喷射后 ,粉体可能从被涂物掉落。环氧树脂的粒度 20 ~ 100 μm ,平衡的粒子径分布标准为 10 ~ 80 μm ,最细的下限是 10 μm 以下为 10% 以内 ,60 μm 以下的粒子为 60% 以下 ,宜成 20 ~ 50 μm 的尖锐粒度分布 ,因 20 μm 以下的微粉末容易飞扬 ,涂料损失也多。

产生的原因为粉末涂料中混进胶化 ,难溶性粒子和杂质等造成。粉末涂料中的微细粒子容易堆积在涂装设备后喷枪头部或管道内改变气流方向的位置 ,当堆积到某种程度时以凝集状态喷出来附着在被涂物上面 ,烘烤时不会熔融而变成直径为 0.5 ~ 3mm 程度的颗粒 ,附着在喷粉室内壁和回收设备内的胶化物;制造粉末涂料过程中由于颜料产生凝聚物;在熔融混合过程中有部分树脂进行固化反应产生胶化粒子 ,这些粒子都会形成涂膜上的颗粒。静电喷涂施工中 ,环境粉尘问题也应该引起足够的重视。灰尘来自空气 ,操作人员的工作胶布袋回收设备上的纤维和烘烤设备上的剥落物等 ,这些灰尘在静电喷粉过程中也会引起涂膜的污染和带上颗粒。

3 静电粉末喷涂的工作原理

静电粉末喷枪 ,是将粉末涂料喷涂到被涂物上面去的主要工具 ,人们通过静电粉末喷枪来完成喷涂过程。喷枪端部加 30 ~ 100kV 高电压 ,由喷枪端部针状电极的电晕放电 ,使粉末涂料颗粒带上负电荷 ,这种喷枪叫做电晕放电式静电粉末喷枪;它由高压静电发生器(由高频变压器和升压回路组成)、电晕放电电极(由针电极和环状电极组成)、喷束调节器、枪体、空气和粉末涂料管道等部分组成。粉末涂料的颗粒 ,用气流送入喷枪管内 ,从喷枪管向前喷出 ,由于针电极的电晕放电 ,喷出的颗粒都带上了电荷 ,颗粒离开喷枪管出口 ,即向被涂物飞去 ,完成了喷涂任务。

喷枪的喷涂 ,从低压电源提供的电 ,经过喷枪内部多段升压装置转变成高压电 ,施加到喷枪端部的电晕放电电极或环状电极时 ,电极放电使周围的空气离子化 ,同时喷枪端部和被涂物之间产生电场 ,被涂物通过接地诱导带正电。当被压缩空气输送的粉末涂料到达喷枪口时 ,由于喷枪周围存在电荷的影响 ,使粉末涂料带负电荷。带负电荷的粉末涂料在输送空气和电场力的作用下 ,飞到被涂物的上面 ,与被涂物上所诱导的正电荷相互吸引 ,附着到被涂物的上面。喷枪的使用范围广 ,采用不同带电方式的喷枪 ,可以满足各种不同形状和大小的被涂物的涂装;几乎所有粉末涂料都有可以用电晕放电式静电粉末喷枪涂装 ,对各种粉末涂料品种和适应性强;涂装效率比较高;涂膜厚度容易控制 ,在手工喷涂线和自动化流水线上都可以得到理想的厚度。

电晕放电式静电粉末喷枪 ,由于空气电离和粉末层的电离排斥 ,涂膜厚度控制不好时 ,涂膜外观的平整性差一些;当被涂物的结构太复杂时 ,涂膜各部位的均匀差;静电喷涂设备的内置式高压模块 ,主要由变压器和倍压整流电路组成 ,以及与它们连接的两个输入端子、一个输出端子 ,变压器和倍压整流电路的各元件包裹式封装在环氧树脂层内 ,两个输入端子和一个输出端子的外端分别设置在环氧树脂层外 ,具有极好的抗老化性 ,绝缘性好 ,密封性更强 ,能提高产品的安全性 ,外形更加小巧 ,更适合用内置式静电喷枪涂内。

粉末涂料微粒(直径为 5 ~ 90 μm) ,经过与高压电源相连接的静电喷枪 ,由于电晕放电使电极附近带上了负电 ,涂料微粒在输送空气和静电力的作用

下带有负电荷并飞离喷枪,又从联接电力线的路线飞向带正极(接地)的工件上,并按工件表面电力线分布密度排列,由于涂料微粒带的电精与工件上感应电荷之间的作用力,而使涂料牢牢地吸附在工件上。一般只需经过几秒钟就可使涂层厚度达到 $50 \sim 150 \mu\text{m}$,涂层达到规定厚度后,可将涂物送入烘炉内固化。即可获得厚度均匀平整光滑的涂层。

固化:粉末固化的基本原理:环氧树脂中的环氧基、聚酯树脂中的羧基与固化剂中的胺基发生缩聚、加成反应交联成大分子网状体,同时释放出小分子气体(副产物)。固化过程分为熔融、流平、胶化和固化4个阶段。温度升高到熔点后工件上的表层粉末开始融化,并逐渐与内部粉末形成漩涡直至全部融化。粉末全部融化后开始缓慢流动,在工件表面形成薄而平整的一层,此阶段称流平。温度继续升高到达胶点后有几分短暂的胶化状态(温度保持不变),之后温度继续升高粉末发生化学反应而固化。粉末固化的基本工艺:采用的粉末固化工艺为 180°C 烘15min,属正常固化。其中的温度和时间是指工件的实际温度和维持不低于这一温度的累积时间,而不是固化炉的设定温度和工件在炉内的行走时间。但两者之间相互关联,设备最初调试时需要使用炉温跟踪仪测量最大工件的上、中、下3点表面温度及累积时间,并根据测量结果调整固化炉设定温度和输送链速度(它决定工件在炉内的行走时间),直至符合固化工艺要求。这样就可以得出两者之间的对应关系,因此在一段时间内只需要控制速度即可保证固化工艺。

4 粉末静电喷涂的基本原料及主要设备

粉末静电涂装的涂料有三大类:热塑性粉末涂料、热固性粉末涂料、建筑粉末涂料。

粉末静电喷涂设备主要由带电粉末喷枪、供粉装置、供气系统及回收装置等部分组成。

粉末静电涂装作业中的喷枪或喷盘、喷杯、涂料微粒部分接负极,工件接正极并接地,在高压电源的高电压作用下,喷枪(或喷盘、喷杯)的端部与工件之间就形成一个静电场。涂料微粒所受到的电场力与静电场的电压和涂料微粒的带电量成正比,而与喷枪和工件间的距离成反比,当电压足够高时,喷枪端部附近区域形成空气电离区,空气激烈地离子化和发热,使喷枪端部锐边或极针周围形成一个暗红

色的晕圈,在黑暗中能明显看见,这时空气产生强烈的电晕放电。涂料中的成膜物即树脂和颜料等大多数是由高分子有机化合物组成,多为导电的电介质,溶剂形涂料除成膜物外还有有机溶剂、助溶剂、固化剂、静电稀释剂及其他各类添加剂等物质。这类溶剂性物质除了苯、二甲苯、溶剂汽油等,大多是极性物质,电阻率较低,有一定的导电能力,它们能提高涂料的带电性能。电介质的分子结构可分为极性分子和非极性分子二种。极性分子组成的电介质在受外加电场作用时显示出电性;非极性分子组成的电介质在外好。涂料经喷嘴雾化后喷出,被雾化的涂料微粒通过枪口的极针或喷盘、喷杯的边缘时因接触而带电,当经过电晕放电所产生的气体电离区时,将再一次增加其表面电荷密度。这些带负电荷的涂料微粒在静电场作用下,向正极性的工件表面运动,并被沉积在工件表面上形成均匀的涂膜。

室内型环氧聚酯粉末涂料,它的主要成分是环氧树脂、聚酯树脂、固化剂、颜料、填料、各种助剂(例如流平剂、防潮剂、边角改性剂等)。粉末加热固化后在工件表面形成所需涂层。辅助材料是压缩空气,要求清洁干燥、无油无水。粉末静电喷涂的主要设备如下:

喷枪和静电控制器。喷枪除了传统的内藏式电极针,外部还设置了环形电晕而使静电场更加均匀,以保持粉末涂层的厚度均匀。静电控制器产生需要的静电高压并维持其稳定,波动范围小。

供粉系统:供粉系统由新粉桶、旋转筛和供粉桶组成。粉末涂料先加入到新粉桶,压缩空气通过新粉桶底部的流化板上的微孔使粉末预流化,再经过粉泵输送到旋转筛。旋转筛分离出粒径过大的粉末粒子($100 \mu\text{m}$ 以上),剩余粉末下落到供粉桶。供粉桶将粉末流化到规定程度后通过粉泵和送粉管供给喷枪喷涂工件。

回收系统:喷枪喷出的粉末除一部分吸附到工件表面上(一般为 $50\% \sim 70\%$)外,其余部分自然沉降。沉降过程中的粉末一部分被喷粉棚侧壁的旋风回收器收集,利用离心分离原理使粒径较大的粉末粒子($12 \mu\text{m}$ 以上)分离出来并送回旋转筛重新利用。 $12 \mu\text{m}$ 以下的粉末粒子被送到滤芯回收器内,其中粉末被脉冲压缩空气振落到滤芯底部收集斗内。

分离出粉末的洁净空气(含有的粉末粒径小于 $1 \mu\text{m}$ 、浓度小于 $5 \text{g}/\text{m}^3$)排放到喷粉室内以维持喷粉室内的微负压。负压过大容易吸入喷粉室外的灰尘

和杂质,负压过小或正压容易造成粉末外溢。沉降到喷粉棚底部的粉末收集后通过粉泵进入旋转筛重新利用。

喷粉室体:顶板和壁板采用透光聚丙烯塑料材质,以最大限度减少粉末黏附量,防止静电荷累积干扰静电场。底板和基座采用不锈钢材质,既便于清洁又具有足够的机械强度。

辅助系统:包括空调器、除湿机。空调器的作用一是保持喷粉温度在 35°C 以下以防止粉末结块;二是通过空气循环(风速小于 0.3m/s)保持喷粉室的微负压。除湿机的作用是保持喷粉室相对湿度为 $45\% \sim 55\%$,湿度过大空气容易产生放电击穿粉末涂层,过小导电性差不易电离。

粉末固化的主要设备主要包括供热燃烧器、循环风机及风管、炉体3部分。热燃烧器使用 $0 \sim 35\#$ 轻柴油。具有发热效率高、省油的优点。循环风机进行热交换,送风管第一级开口在炉体底部,向上每隔 600mm 有一级开口,共三级。这样可以保证 1200mm 工件范围内温度波动小于 5°C ,防止工件上下色差过大。回风管在炉体顶部,这样可以保证炉体内上下温度尽可能均匀。炉体为桥式结构,既有利于保存热空气,又可以防止生产结束后炉内空气体积减小吸入外界灰尘和杂质。检查固化后的工件,日常主要检查外观(是否平整光亮、有无颗粒、缩孔等缺陷)和厚度(控制在 $55 \sim 90\mu\text{m}$)。如果首次调试或需要更换粉末时则要求使用相应的检测仪器检测如下项目:外观、光泽、色差、涂层厚度、附着力(划格法)、硬度(铅笔法)、冲击强度、耐盐雾性(400h)、耐候性(人工加速老化)、耐湿热性(1000h)。

5 粉末静电喷涂工艺及施工要求

粉末静电喷涂技术的典型工艺流程为:工件前处理→喷粉→固化→检查→成品。

前处理:工件经过前处理除掉冷轧钢板表面的油污和灰尘后才能喷涂粉末,同时在工件表面形成一层锌系磷化膜以增强喷粉后的附着力。前处理后的工件必须完全烘干水分并且充分冷却到 35°C 以下才能保证喷粉后工件的理化性能和外观质量。

喷粉:工件通过输送链进入喷粉房的喷枪位置准备喷涂作业。静电发生器通过喷枪枪口的电极针向工件方向的空间释放高压静电(负极),该高压静电使从喷枪口喷出的粉末和压缩空气的混合物以及

电极周围空气电离(带负电荷)。工件经过挂具通过输送链接地(接地极),这样就在喷枪和工件之间形成一个电场,粉末在电场力和压缩空气压力的双重推动下,到达工件表面,依靠静电吸引在工件表面形成一层均匀的涂层。

粉末静电喷涂电压应在一定范围内,喷涂电压增大粉末附着量增加,但当电压超过 90kV 时粉末附着量反而随电压的增加而减小。电压增大时粉层的初始增长率增加,但随着喷涂时间的增加电压对粉层厚度增加率的影响变小。当喷涂距离(指喷枪头至工件表面的距离)增大时,电压对粉层厚度的影响变小。一般距离应掌握在 $150 \sim 300\text{mm}$ 之间。喷涂电压过高会使粉末层击穿影响涂层质量。喷涂电压应控制在 $60 \sim 90\text{kV}$ 之间。供粉气压指供粉器中输粉管的空气压力在其它条件不变情况下,以 0.05MPa 气压为最佳。粉层厚度的初始增长率与喷粉量成正比,但随着喷涂时间的增加喷粉量对粉层厚度增长率的影响不仅变小,还会使沉积效率下降,故喷粉量掌握在 $100 \sim 200\text{g/min}$ 较为合适。当喷枪施加的静电电压不变,喷涂距离变化时,电场强度也将随之发生变化。喷涂距离直接影响工件吸附的粉层厚度和沉积效率,最佳的距离为 250mm 左右。

粉末静电喷涂的静电高压 $60 \sim 90\text{kV}$,电压过高容易造成粉末反弹和边缘麻点;电压过低上粉率低。静电电流 $10 \sim 20\mu\text{A}$,电流过高容易产生放电击穿粉末涂层;电流过低上粉率低。流速压力 $0.30 \sim 0.55\text{MPa}$,流速压力越高则粉末的沉积速度越快,有利于快速获得预定厚度的涂层,但过高就会增加粉末用量和喷枪的磨损速度。雾化压力 $0.30 \sim 0.45\text{MPa}$,适当增大雾化压力能够保持粉末涂层的厚度均匀,但过高会使送粉部件快速磨损。适当降低雾化压力能够提高粉末的覆盖能力,但过低容易使送粉部件堵塞。清枪压力 0.5MPa 。清枪压力过高会加速枪头磨损,过低容易造成枪头堵塞。供粉桶流化压力 $0.04 \sim 0.10\text{MPa}$ 。供粉桶流化压力过高会降低粉末密度使生产效率下降,过低容易出现供粉不足或者粉末结团。喷枪口至工件的距离 $150 \sim 300\text{mm}$,喷枪口至工件的距离过近容易产生放电击穿粉末涂层,过远会增加粉末用量和降低生产效率。输送链速度 $4.5 \sim 5.5\text{m/min}$ 。输送链速度过快会引起粉末涂层厚度不够,过慢则降低生产效率。

烘烤固化采用红外线隧道式烘炉或红外线烘箱均可。箱式炉的温度要保持在 $180 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 之间,烘烤时间为 $25 \pm 5\text{min}$ 。隧道式烘炉的炉温为 $170 \sim$

180℃,烘烤时间应保持20~25℃。烘烤的部件应距烘炉底部及侧壁80~100mm。烘烤后出炉的部件温度比较高,应马上淬水冷却,并进行检验及冷却验收,以保证涂层质量。

为使粉末涂装的特性能充分发挥和延长涂膜使用寿命,被涂物表面首先严格进行表面前处理。喷涂时被涂物须完全接地,以增加粉末涂装的喷着效率。对有较大表面缺陷的被涂物,应涂刮导电腻子,以保证涂膜的平整和光滑感;喷涂后物件需进行加热固化,固化条件以粉末产品技术指标为准,但必须充分保证其固化温度和时间,避免固化不足造成质量事故。

喷粉后立即检查,若发现缺陷应及时处理,若固化后发现缺陷,其范围小仅局部而不影响被涂物表面装饰,可用同色粉末加丙酮稀释后进行修补,如果范围大又影响表面质量,则用砂纸打磨后,再喷涂一次或用脱漆剂去掉涂层,再重新喷粉。

回收粉须经过筛选除去杂物后,按一定比例与新粉混合使用。供粉桶、喷粉室及回收系统应避免其它不同颜色粉末的污染,故每次换色时一定要吹扫干净。

粉末涂料储藏应远离火源、避免日光直接照射,置于通风良好、温度在35℃以下场所;避免存放在易受水、有机溶剂、油和其它材料污染的场所;粉末涂料用后勿随意露于空气中,随时加盖或匝紧袋口避免杂物混入;避免皮肤的长期接触,附着于皮肤的粉末应用肥皂水冲洗干净,切勿使用溶剂。涂装施工场所的涂装作业使用设备均要完好地接地消除静电;避免涂装机无端放电现象;喷粉室内,浮游粉尘的浓度尽量控制在安全浓度以下,避免粉尘着火爆炸的危险。

6 粉末静电喷涂作业的常见问题及处理方法

6.1 涂层杂质颗粒

常见主要来源于喷粉环境中的颗粒,以及其他各种因素引起的杂质。

粉末涂料中夹杂半固化板结小颗粒,起因是粉末涂料生产厂家螺旋挤出杆未清理干净,导致少量半固化板结的粉末颗粒混入粉中,造成喷粉时出现大面积的颗粒。这些颗粒在涂层上随处可见,且各面分布均匀,大小基本一致。只要将喷粉设备以及型材表面清理干净即可。

固化炉内杂质处理方法是湿布和吸尘器彻底清洁固化炉的内壁,重点是悬挂链和风管缝隙处。如果是黑色大颗粒杂质就需要检查送风管滤网是否有破损处,有则及时更换。

喷粉室内杂质主要是灰尘、衣物纤维、设备磨粒和喷粉系统积垢。每天开工前使用压缩空气吹扫喷粉系统,用湿布和吸尘器彻底清洁喷粉设备和喷粉室。悬挂链杂质主要是悬挂链挡油板和一次吊具接水盘(材质为热镀锌板)被前处理酸、碱蒸气腐蚀后的产物,应定期清理这些设施。

粉末杂质主要是粉末添加剂过多、颜料分散不均、粉末受挤压造成的粉点等,应提高粉末质量,改进粉末储运方式;前处理杂质主要是磷化渣引起的大颗粒杂质和磷化膜黄锈引起的成片小杂质。应采取及时清理磷化槽和喷淋管路内积渣,控制好磷化槽液浓度和比例来解决。水质杂质主要是前处理所使用的水中含砂量、含盐量过大引起的杂质。可采取增加水过滤器,使用纯水做为最后两级清洗水的措施来解决。

粉末涂料温度未完全降下工件就装箱,粉末涂料自身性能不佳,运输中重压、受潮都可能产生大块板结。使用此类有问题的粉末涂料会导致涂层上产生较大颗粒,同时伴有堆积、肥边、桔皮等缺陷。预防措施是选择信誉好的粉末涂料生产厂家,粉末涂料开箱后用手抓,并用孔径为300μm的网筛检查。手抓一把粉末涂料,然后松开,看粉末是否结团,如果粉末很容易松散开,则无问题;如果有大小不均的结团则不用。如筛出颗粒物,则此粉末涂料绝不能使用。

6.2 涂层缩孔

前处理除油不净或者除油后水洗不净造成表面活性剂残留而引起的缩孔,可采取控制好预脱脂槽、脱脂槽液的浓度和比例,减少工件带油量以及强化水洗效果等措施。

水质含油量过大而引起的缩孔,应增加进水过滤器,防止供水泵漏油;压缩空气含水量过大而引起的缩孔,应及时排放压缩空气冷凝水;粉末受潮而引起的缩孔,应改善粉末储运条件,增加除湿机以保证回收粉末及时使用;悬挂链上油污被空调风吹落到工件上而引起的缩孔应改变空调送风口位置和方向;混粉而引起的缩孔,应换粉时彻底清理喷粉系统。

6.3 涂层色差

粉末颜料分布不均匀引起的色差,应提高粉末

质量,保证粉末的分布相差不大而且正负统一;固化温度不同引起的色差,应控制好设定温度和输送链速度,以保持工件固化温度和时间的一致性和稳定性;涂层厚薄不均匀引起的色差,应调整好喷粉工艺参数和保证喷粉设备运行良好以确保涂层厚度均匀一致;涂层附着力差,前处理水洗不彻底造成工件上残留脱脂剂、磷化渣或者水洗槽被碱液污染而引起的附着力差,应采取加强水洗、调整好脱脂工艺参数以及防止脱脂液进入磷化后的水洗槽等措施;磷化膜发黄、发花或者局部无磷化膜而引起的附着力差,应调整好磷化槽液浓度和比例,提高磷化温度;工件边角水分烘干不净而引起的附着力差,应提高烘干温度;固化温度不够而引起的涂层大面积附着力差,应提高固化温度。

7 结束语

粉末静电喷涂是近些年来在涂装行业展开的新工艺。它的特点是环保节能、出产效率高、颜色丰厚

靓丽、涂层的物理及化学功用优异,当前几乎成为普及家电、汽车及铝型材等行业涂装的发展趋势。粉末静电喷涂技术及其应用方法很多,要在实践中灵活运用。在粉末涂料静电喷涂作业的过程中,只要对常见问题的及时处理,尤其要对颗粒的形状、大小、颜色、质地、形成部位等特征认真观察、分析、试验,并对应实施解决措施,一定能控制缺陷,生产出高质量的产品。

参考文献

- [1] 刘宏编著. 铝型材粉末涂料静电喷涂与生产 [M]. 化学工业出版社 2009.
- [2] 孙洪,陈献忠,刘万一. 大显身手的粉末涂料及粉末静电喷涂技术 [J]. 中国物资再生, 1999 (2).
- [3] 刘宏,刘长德. 粉末静电喷涂中缩孔、针孔弊病的探讨 [J]. 中国涂料, 2004 (9).
- [12] 卫保娟. 碳纳米管与石墨烯增强环氧树脂复合材料的制备及性能研究 [D]. 汕头: 汕头大学, 2011.
- [13] 顾皓,周宁琳,樊云婷,等. 聚乙烯醇/羧基氧化石墨烯-谷氨酸纳米复合材料的研究 [A]. 南京: 中国化学会第三届全国热分析动力学与热动力学学术会议 [C], 2011, 161-162.
- [14] 王德瑾. 几种纳米材料对聚乳酸结晶及力学性能的影响 [D]. 大连: 大连理工大学, 2011.
- [15] 吕晴,于杰,秦军,等. 改性石墨烯的制备及对石墨烯/HDPE 非等温结晶动力学的影响 [J]. 复合材料学报, 2011, 28(4): 70-75.
- [16] 乔伟强,刘丹. 高电活性石墨烯/聚苯胺纳米复合材料的制备和表征 [J]. 广州化工, 2011, 39(24): 90-93.
- [17] 吕鹏,冯奕钰,张学全,等. 功能化石墨烯的应用研究新进展 [J]. 中国科学: 技术科学, 2010, 40(11): 1247-1256.

(上接第 31 页)