工程机械粉末涂装应用的探讨

The discussion on powder coating applied in construction machinery

王春英[1]，张　瑞[2]，姜立勇[3]
WANG Chun-ying, ZHANG Rui, JIANG Li-yong
（1. 济宁山推石油化工有限公司，山东 济宁 272000；2. 山东山推机械有限公司，山东 济宁 272000；
3. 山推工程机械股份有限公司，山东 济宁 272000）

[摘　要] 介绍了粉末涂料与涂装及其在工程机械行业的应用现状，并针对工程机械行业产品特点，分析了粉末涂料与涂装在工程机械行业的应用前景广阔及推广中待解决的工艺问题。

[关键词] 工程机械；粉末涂装；应用

1　粉末涂装概述

1.1　粉末涂装简介

粉末涂装俗称喷粉，起始于20世纪30年代后期，是用喷粉设备把粉末喷涂到工体表面，在静电作用下，粉末均匀吸附在工体表面，经过高温烘烤、流平固化，形成最终涂层。

1990年粉末涂装在部分汽车零部件上获得成功应用。随着涂装技术的日趋完善和粉末涂料性能的提高，现已完全能满足轿车涂装的外观装饰性、耐候性、耐化学性、抗划伤性、抗紫外线性等各项要求。1994年第一辆粉末涂装汽车下线。如今，随着对环保的重视和涂料产品及涂装技术的发展，粉末涂装越来越受欢迎，在家用电器、金属家具、汽车、仪器仪表、自行车、缝纫机、机电设备、轻工器材、农业机械、建筑五金等产品的外壳和零部件上广泛应用。在过去的10年内，世界上粉末涂料的发展速度很快，年平均增长率为8%～15%。据估计，在未来的几年内，粉末涂料的年平均增长率至少达到15%。

1.2　粉末涂装特点

与溶剂型涂料喷涂相比，粉末涂装有以下优点：①粉末涂料是一种新型的100%固体粉末，不含有机溶剂和水，有机溶剂挥发物(VOC)等于零，避免了光化学反应和毒性所造成的大气污染、废水处理等问题，也避免了有机溶剂对操作人员健康的危害和生产、贮存及运输中存在的火灾危险等问题，是符合环境保护要求得比较理想的涂料品种；②在粉末涂装中，粉末涂料在封闭的体系中循环，喷溢的粉末涂料可以回收再用，节省了资源、涂料的利用率达到95％以上，如果回收设备的回收效率好，甚至可达99％；③在粉末涂装中，涂膜厚度容易控制，一次涂装厚度可达50～500μm(被涂物冷喷时，涂膜厚度100μm以下，被涂物预热喷涂时可达500μm)，相当于溶剂型涂料涂几道至十几道的厚度，可以减少涂装道数，提高劳动生产率；④粉末涂料用树脂的分子量比溶剂型涂料大，因此涂膜的物理机械性能和耐化学介质等性能比溶剂型涂料好；⑤粉末涂装不需要很熟练的操作技术，容易掌握，涂膜厚涂时也不容易产生流挂等弊病，容易实施自动化流水线涂装；⑥涂料是粉末状态，不需要像溶剂型涂料那样随季节调节黏度，也不需要喷涂后放置一段时间使溶剂挥发后再进烘烤炉，可以节省涂装时间，同时大大减少待烘工件的堆放场地。

但是，粉末涂装技术也存在以下问题：①粉末涂料的涂装设备需要安装粉末涂料回收装置，

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

不像溶剂型涂料施工那么简单，同时还要考虑防止粉尘爆炸等问题，设备投资较大；②粉末涂料用树脂软化点一般在85℃以上，粉末涂料烘烤温度多数在150℃以上，烘烤温度高、不适合于耐热性差的塑料、木材、纸张等基材的涂装；③由于涂装设备和烘烤温度等问题，原来用于涂装溶剂型涂料或水性涂料的涂装设备或涂装线不能直接用来涂装粉末涂料。

1.3 粉末涂装工艺与设备

目前粉末涂装工艺主要采用静电粉末涂装法，其次是流化床浸涂法。静电粉末喷涂法的工艺流程包括：表面处理(前处理)、粉末喷涂、烘烤和冷却。粉末喷涂工艺的设备有：静电粉末喷枪、喷粉室、供粉装置和粉末回收装置。静电粉末喷枪有高压电晕放电带电喷枪和摩擦带电喷枪，并以前者为主。近来，摩擦带电喷枪的发展很快，在带电效果和粉末涂着率上有较大提高，相应的喷头和喷嘴得到改进，匹配的粉末涂料品种也增多。在喷粉室的结构方面，可以做到自动快速清扫，换色也方便。供粉装置已达到供给系统自动化，供粉精确度高。

2 粉末涂装在工程机械中的应用现状

工程机械绝大多数是野外作业，且工况恶劣，涂装的主要功能是对车体进行防锈保护，延长整机寿命。获得光滑、均匀、饱满的涂层，提高产品外观质量也已成为工程机械涂装的一个主要目的，并以此提高产品的市场竞争能力。工程机械涂装以普通溶剂型涂料涂装为主，电泳涂装、粉末涂装也都得到不同程度的应用。粉末涂装涂层在工程机械产品中主要是作装饰性面漆涂层，涂层丰满，光泽度高，防腐蚀性强。其工艺前处理和底涂层要求与溶剂型涂料涂装相同，喷涂上采用静电喷涂。粉末涂料用树脂的分子量比溶剂型涂料大，因此涂膜的物理机械性能和耐化学介质等性能比溶剂型涂料好。采用粉末涂装的工件会具有更强的防腐蚀性能，使工件及工程机械设备具有更长的寿命。因此，粉末涂装正成为工程机械涂装的选择方向，应用范围会不断扩大。

鉴于产品定位、设备投资、技术等方面原因，粉末涂装技术在工程机械行业的应用还较少，但正在受到关注，一些工程机械配套厂家采用了粉末涂装工艺。目前，推土机、挖掘机、压路机、装载机等工程机械的主要覆盖件如驾驶室、油箱、护罩等都不同程度地采用了粉末涂装。

3 工程机械粉末涂装亟待解决的问题

无论是涂料的物理状态，还是施工工艺与设备方面，粉末涂装与溶剂型涂料的涂装都存在着极大的差异（表1）。

表1 粉末涂装与溶剂型涂料涂装的比较

比较项目	溶剂型涂料的涂装	粉末涂装
涂料状态	液态	粉末状
是否现场调配	双组分涂料需现场调漆	直接使用
换　色	容易	不容易
涂料利用率	30%～60%	可达90%以上
喷涂方法	空气喷涂、无气喷涂、静电空气喷涂、刷涂、浸涂、滚涂	静电喷涂、流化床浸涂
喷　枪	空气喷枪、高压无气喷枪、静电空气喷枪	静电粉末喷涂、流化床
喷涂房	干式或湿式喷漆室、露天	封闭喷粉室（若不回收，可在敞开环境喷涂）
干燥条件	低温烘干、常温自干	高温烘干

3.1 工艺问题

从表1可以看出，粉末涂装工艺及设备与溶剂型涂料的涂装工艺及设备截然不同，几乎不存在通用的东西。因此，粉末涂装需要采用全新的工艺与设备，原有的喷涂设备、喷漆室、烘干室都无法继续使用，必须依据粉末涂装的要求新建专门的粉末涂装生产线。

溶剂型涂料可采取低温烘干（60～80℃）或常温自干，但粉末涂料的干燥必须采用高温烘干，一般在180℃左右。考虑到粉末涂装涂层的耐蚀性较油漆涂层的耐蚀性要好，且粉末涂料的利

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

用率较油漆利用率平均提高一倍，使得单位面积的涂装费用降低，再加上粉末涂装不存在有机废气排放，因此采用粉末涂装是一个很好的选择。

但是，工程机械行业的产品和零部件有自身的特点，除了驾驶室、油箱等覆盖件采用的是薄板，其他绝大多零部件都是采用厚钢板或铸锻件焊接成型，部分工件尺寸庞大。这就为粉末涂装在工程机械行业的应用带来了困难。首先，庞大的工件需要庞大的喷粉室，而喷粉室过大，设备投资会很大，且粉末的回收就会困难，不仅工程机械企业望而却步，就连粉末涂装设备生产厂家也不敢接招。其次，在粉末烘烤成膜过程中，厚板件或铸锻件需要吸收大量的热量才能使表面温度达到工艺要求，不仅升温速度慢，能耗消耗多，工件冷却速度也较慢，不利于生产节拍的加快和产能的提高。

3.2 成本问题

工程机械粉末涂装的成本问题主要有3方面。一是设备价格较普通溶剂型涂料涂装的设备价格要贵得多。由于粉末涂装对涂装环境及工艺参数要求十分严格，因此对涂装设备的要求很高，对设备的一次性投入较大。二是涂层干燥能耗大。粉末涂层本身的烘干温度要求达到180℃，而工程机械行业所使用溶剂型涂料涂层的烘干温度只需要60～80℃，另外，厚钢板需要吸收的热量较多，这就导致生产过程能耗增大。三是配套的腻子、密封胶等辅料价格较贵。粉末涂层在工程机械中一般作为表面装饰涂层，因此在喷粉前已电泳了底漆并在缺陷部位刮涂了腻子。普通腻子不具有耐高温性能，在进行高温烘烤时，会出现裂纹，影响表面粉末涂装涂层质量。因此，与粉末涂料涂装配套腻子须是耐高温腻子，而耐高温腻子价格较普通腻子价格要贵。同样，密封胶也需要具有耐高温性能。

当然，成本应综合考虑。虽然工艺成本增加，但是由于涂料利用率高，粉末涂装的综合成本也就降了下来。据某工程机械薄板件配套企业介绍，采用粉末涂装的生产成本低于采用溶剂型涂料涂装的生产成本，每平方米价格相差4～10元。（和粉末涂装生产线实际生产负荷及涂料种类有关，产量越大，负荷越高，单位面积涂装成本越低）。

虽然粉末涂装在工程机械中的应用还面临上述的问题，但是由于工程机械市场需求的快速发展，粉末涂装本身的优点以及工程机械涂装质量要求、环保要求不断提高，粉末涂装在工程机械中的应用有着巨大的市场前景。

如果粉末涂装目前存在的问题得到解决，粉末涂装在工程机械行业的应用范围可以扩大1倍以上，工程机械行业将成为粉末涂料的一个巨大市场，工程机械的涂装质量也将因此而得到提升。近年来，粉末涂装生产企业和粉末静电喷涂设备制造企业开始关注快速发展的工程机械行业，通过多种途径、方式与工程机械涂装技术人员进行了交流互动，对粉末涂料在工程机械行业的推广进行了广泛的探讨。因此，随着涂装工艺的进步，环保的粉末涂料将成为工程机械涂装的主要涂料之一。

（编辑　贾泽辉）

[中图分类号] TQ637.82;TQ639
[文献标识码] B
[文章编号] 1001-1366(2011)07-0073-03
[收稿日期] 2011-04-11

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net