

# 汽车涂装前处理除铁粉设备

张宇, 林茂武, 王海军, 李 颀  
(中国汽车工业工程有限公司, 天津 300110)

**摘要:** 在涂装前处理脱脂及其后水洗工序清洗工件内外表面时, 槽液中的焊球、铁粉等颗粒如不及时去除, 会再次附着至工件表面, 进入电泳槽, 导致电泳漆膜产生颗粒状凸起缺陷。前处理除铁粉设备的配置及去除效率至关重要。文中主要介绍了涂装前处理常用的全流量除铁粉设备的工作原理、适用的工况、各除铁粉设备的应用对比, 同时也介绍了全流量除铁粉设备后端配置的终端除铁粉设备及其应用对比, 以及目前前处理生产线除铁粉设备的主流配置。

**关键词:** 除铁粉设备; 原理; 对比

中图分类号: TQ639 文献标志码: A 文章编号: 1007-9548(2025)08-0060-03

## Ferrous Powder Removal Equipment of Pretreatment at Automotive Painting Workshop

ZHANG Yu, LIN Mao-wu, WANG Hai-jun, LI Jie  
(Automotive Engineering Corporation, Tianjin 300110, China)

**Abstract:** When cleaning the surface of carbody in degreasing and subsequent water rinsing stage, if the welding balls and iron powder, etc. In the tank are not removed in time, they will reattach to the carbody surface and enter ED tank, then resulting ED defects on paint film. The configuration and efficiency of the iron powder removal equipment in PT are crucial. This article mainly introduces the working principles, applicable operating conditions and comparison of common full-flow iron powder removal equipment. It also introduces the terminal iron powder removal equipment configured at the end of full-flow iron powder removal equipment along with their application comparison, and elaborates on the current main configuration of iron powder removal equipment in PT lines.

**Key words:** ferrous particle removal; principle; comparison

### 0 引言

白车身在焊接和打磨过程中产生的焊球、铁屑、铁粉掉落在车身内外表面, 随工件进入涂装车间前处理生产线, 工件在前处理各工序槽内清洗过程中, 焊球和铁粉等被冲洗到槽液中, 使槽液内铁粉含量不断升高, 如槽内铁粉不及时去除, 超过一定浓度, 会影响工件表面铁粉等的清洗效果, 同时会出现二次附着, 会影响工件的磷化或薄膜质量和电泳漆膜质量, 电泳后会产生颗粒状突起缺陷。电泳漆膜表面的颗粒缺陷必须经过

打磨平整后才能进入后续喷涂工序, 电泳打磨一方面会降低电泳漆膜厚度, 导致车身防腐性能下降, 另一方面打磨过程产生的粉尘会成为后道喷涂工序漆膜再次产生颗粒缺陷的隐患。

图1为国内某厂电泳漆膜质量缺陷分布, 可以看出焊球是电泳漆膜质量的重要因素, 因此在涂装前处理生产线, 槽液的铁粉去除至关重要, 目前汽车涂装前处理均配有除铁粉设备, 用于去除槽液中的铁粉、铁屑等, 本文对前处理线常用的除铁粉设备进行介绍。

### 1 涂装前处理常用的除铁粉设备及工作原理

#### 1.1 磁棒

磁棒是前处理线常用的除铁粉设备, 采用棒形永磁体(外包不锈钢铁皮, 增强其强度), 一般采用磁场强

收稿日期: 2024-10-21

作者简介: 张宇(1996—), 女, 硕士, 高级工程师, 主要从事涂装前处理电泳设计相关工作。E-mail: zhangyu864@chinaaie.com.cn。

度为 10 000 Gs 以上的磁棒。磁棒通常设置在前处理槽体的辅槽内或者袋式过滤器内,可定期取出清理。辅槽磁棒可非标设计,袋式过滤器内磁棒,每袋设置一个磁棒支架,磁棒支架有 3 孔或 4 孔,3 孔安装 1~2 根磁棒,4 孔支架安装 2~3 根磁棒,可根据实际工况选取合适的磁棒支架及磁棒数量。

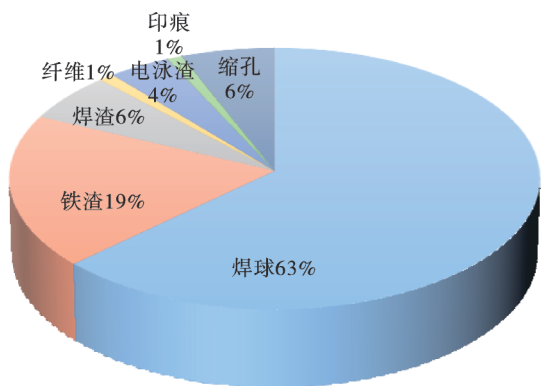


图1 某厂电泳漆膜质量缺陷分布

### 1.2 单管旋液分离器

槽液自切向进入旋液分离器,含固体颗粒的液体进入旋流器单元进行加速,密度大于槽液的固体物质通过离心作用分离并堆积在收集室中,清液被抽入到旋流中,向上流向旋液分离器出口。旋液分离器底部设置气动阀门,定期排放收集室中的含铁粉的渣液,排放至终端除铁粉设备进行进一步的浓缩分离。单管旋液分离器对密度和粒径较大的铁粉颗粒去除效果较好,对于粒径 40 μm 以上,密度 2.6 g/cm<sup>3</sup> 以上的铁粉颗粒去除效率达 90% 以上。

### 1.3 多管旋液分离器

多管旋液分离器原理与单管旋液分离器相同,其是由多个小尺寸的旋流子安装在罐体中,实现固液分离。多管旋液分离器旋流子结构与单管旋液分离器不同,高速流动区域的距离较单管旋液分离器长,从而达到更精细的分离能力。多管旋液分离器对于粒径大于 10 μm 的颗粒去除效率达 95% 以上。

### 1.4 全自动磁性过滤器

全自动磁性过滤器内部密集排列高磁感应强度的磁棒,当含有铁粉的槽液经过磁性过滤器时,铁性颗粒被吸附在磁棒套管上,清洁液经出口返回,当铁粉聚集到一定量,关闭进出口,磁棒自动举升,失去吸附作用的铁粉经冲洗掉落,通过排污管道排出,如此循环。

图 2 为目前常用的两种磁性过滤器原理对比。A 型磁性过滤器通过结合永久磁性与特定的流体流动,降低液体的横向流速,达到高效除铁粉效率。B 型磁性过滤器通过内部特殊结构设置,经过两级过滤室,流体下进经过第一过滤室后上出进入二级过滤室过滤,达

到高效除铁粉效率。

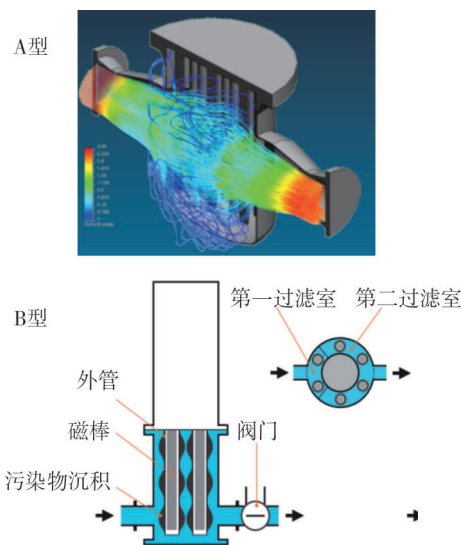


图2 常用磁性过滤器原理对比

表 1 为 A、B 型磁性过滤器参数对比。由表中数据可以看出,磁性过滤器对 10 μm 以上的铁粉颗粒有较高的去除效率。

表 1 A/B 型磁性过滤器参数对比

参数	A 型磁性过滤器	B 型磁性过滤器
磁场强度/Gs	固有强度	12 800
	效率强度	6 500
除铁粉效率(10 μm 以上)/%	70	90
磁棒提升方式	液压	压缩空气
反冲洗方式	冲洗喷头	反冲洗泵

### 1.5 袋式过滤器

袋式过滤器采用滤袋作为过滤元件,液体由上部进入滤袋内侧,固体颗粒在通过滤袋时被拦截,通过进出口压力差判断滤袋堵塞情况,及时进行更换。滤袋材质通常选用尼龙单丝材质或聚丙烯,尼龙单丝可清洗循环使用。前处理线滤袋精度通常选用 10~150 μm。

### 1.6 组合过滤器

组合过滤器是将过滤装置、磁棒吸附装置集成为一体的过滤器,通过在各级过滤设置不同的过滤材料,达到初效过滤、中效过滤、精细过滤的效果。通常设置为一级过滤区、一级磁棒区、二级过滤器、二级磁棒区、斜板沉降区,斜板沉降区可去除磁棒区不能吸附的颗粒及前端未过滤的其他固体杂质。组合过滤器需配套缓冲水箱组合使用,工艺槽重力自流进入组合过滤器,经过滤后进入缓冲水箱,后续水泵从缓冲水箱取液。

### 1.7 除铁粉设备对比

上述设备为目前汽车涂装前处理线应用较多的除铁粉设备,表 2 为以上各除铁粉设备的对比。

表 2 各除铁粉设备对比

项目	投资	是否有耗材	设备占地空间	适用工况	能耗	维护
磁棒	低	无	小	铁性颗粒	无	易
单管旋液分离器	一般	无	一般	密度>水密度颗粒	低	易
多管旋液分离器	较高	无	大	密度>水密度颗粒	低	较难
全自动磁性过滤器	高	无	大	铁性颗粒	较高	易
袋式过滤器	一般	有	一般	颗粒及其他杂质	无	易
组合过滤器	高	有	大	颗粒及其他杂质	较高	较难

### 1.8 终端除铁粉设备

纸带过滤机、组合磁辊过滤器、常压过滤器处理量较小，通常作为旋液分离器和磁性过滤器等的终端除铁粉设备，即旋液分离器和磁性过滤器底部渣液进入终端除铁粉设备进一步浓缩分离，铁粉等杂质排出线体外，清液返回工艺槽。对于产能较小的生产线也可单独作为除铁粉设备应用。

#### 1.8.1 常压过滤器

常压过滤器呈箱式结构，内部设置顶板、过滤网篮及过滤袋，过滤器上方设置进液分配管，进入各过滤器进行常压过滤，清液从箱体底部排放或返回工艺槽。

#### 1.8.2 纸带过滤机

目前常用的纸带过滤机分为两种，一种是重力型纸带过滤，另一种是抽真空纸带过滤。重力型纸带过滤依靠重力过滤，根据滤布上方液位检测，达到高液位自

动走纸更新滤布，滤布精度有 15~60  $\mu\text{m}$  可供选择。抽真空纸带过滤是在下部水箱设置有抽真空设备，以真空负压为推力来实现滤布上方的固液分离，滤袋精度一般为 5  $\mu\text{m}$ ，分离效率较重力型高。

#### 1.8.3 组合磁辊过滤器

组合磁辊过滤器是将缓冲水箱、磁辊过滤器、常压过滤器、清液回流泵、控制系统集成的一套终端除铁粉设备，上级渣液首先进入缓冲水箱，再进入磁辊区，磁辊区由减速电机带动磁辊作圆周运动，实现铁粉和液体的不断分离，吸附到磁辊外壁的铁粉由刮板自动去除，经磁辊分离后的液体进入常压过滤器进一步分离，常压过滤器滤袋精度通常为 10~50  $\mu\text{m}$ 。

#### 1.8.4 终端除铁粉设备对比

表 3 为以上几种终端除铁粉设备的对比，可根据投资及实际工况选择合适的设备。

表 3 终端除铁粉设备对比

参数	重力型纸带过滤机	抽真空纸带过滤机	组合磁辊过滤器	常压过滤器
投资成本	国产低,进口高	高	较低	低
耗材及成本	滤纸,高	滤纸,高	滤袋,低	滤袋,低
操作方式	自动,需手动更换滤纸	自动,需手动更换滤纸	自动,需手动更换滤袋	自动,需手动更换滤袋
处理量/( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ )	9~72	15/30	3~12	四袋/六袋,可非标设计
除铁粉效率	好	非常好	好	一般

## 2 前处理线除铁粉的设备配置

一般汽车涂装生产线的除铁粉设备设置在脱脂段，尽可能在前处理线前几道工序将铁粉、铁屑等去除，避免对磷化膜或薄膜的影响，尤其近几年采用的薄膜工艺对脱脂的除油除铁粉要求极高，要达到高效的去除铁粉，就需要配置合理的除铁粉设备。

实际生产线应用中，除铁粉设备可单独使用，也可组合使用。如 A：袋式过滤器（带磁棒），B：终端除铁粉设备任选其一，C：旋液分离器（单管或多管）+袋式过滤器（带磁棒）+终端除铁粉设备任选其一，D：自动磁性过滤器+袋式过滤器（带磁棒）+终端除铁粉设备任

选其一，E：组合过滤器+袋式过滤器，F：旋液分离器（单管或多管）+自动磁性过滤器+袋式过滤器（带磁棒）+终端除铁粉设备任选其一。可根据具体生产线情况选配，对于车身质量要求较高、白车身结构复杂携带铁粉较多、产能较大的轿车生产线，常规在脱脂段的除铁粉配置如图 3 所示。对于车身质量要求不高、白车身质量较高、产能低的生产线，可配置 A 项，再根据投资及铁粉颗粒特性从 C~F 项进行选配。

## 3 结语

现今涂装生产线中，电泳“零打磨”的概念受到越来越多的重视，车企都要求提高电泳漆（下转第 67 页）