

汽车冲压铝件返工间方案设计浅谈

邓宏伟

北京奔驰汽车有限公司 北京丰台100176

摘要：汽车轻量化的趋势带来铝制冲压件的大量使用。铝件在冲压生产后需要对不良品进行返工，返工的主要内容是对冲压件表面面品不良区域的打磨作业。打磨作业所产生的铝粉可持续悬浮在空气中形成粉尘云或沉积到物体表面形成粉尘层，由于铝合金粉尘具有燃爆性，国标对于铝镁制品加工有明确的标准和要求，所以一般汽车厂在冲压车间会设立专门的铝制冲压件返工间。阐述了冲压件返工间方案的设计、原理及使用相关的方法和标准。

关键词：轻量化；铝件；除尘；防爆

汽车工业的快速发展以及能源危机的加剧，对汽车的轻量化目标提出越来越高的要求。在汽车覆盖件的材料应用中，铝板密度为 2.7g/cm^3 ，仅为钢的 $1/3$ 左右，在不降低车身性能的前提下，使用铝板替代钢制件，理论上可实现40%以上的减重。目前已成为汽车轻量化技术中最理想的材料之一，广泛应用于汽车车身结构的设计和制造中。

如图1数据显示，国内豪华品牌汽车大型覆盖件中，铝件平均比例在未来三年将持续提升。

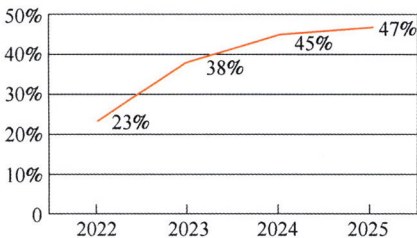


图1 铝件比例趋势

铝返工间建设必要性分析

在冲压加工工艺中，由于冲压件表面的质量缺陷，不可避免地需要对冲压件进行返工。在对铝板进行返工时，除石英砂粉尘及飞絮物外，还会产生少量铝合金粉尘，危害工人的身体健康。由于铝合金粉尘具有燃爆性，如果不及时有效地进行粉尘治理，存在较大的安全风险。

根据粉尘爆炸环境出现的频繁程度和持续时间，冲压铝返工作业区危险分区存在21区和22区，如图2所示，故需要建设专业的返工间，采取必要的隔爆、抑爆和泄爆措施，将粉尘爆炸的风险降到最低

国内大型主机厂设计产能一般在30万台/年，根据业内返工平均数据统计（见图3），预计一年铝件返工总数为17万件，而同期钢件冲压件返工总数约为7万件。从数据上可以看出铝制冲压件的返工需求将远远大于钢件，而随着铝件比例的上升，铝件返工需求将

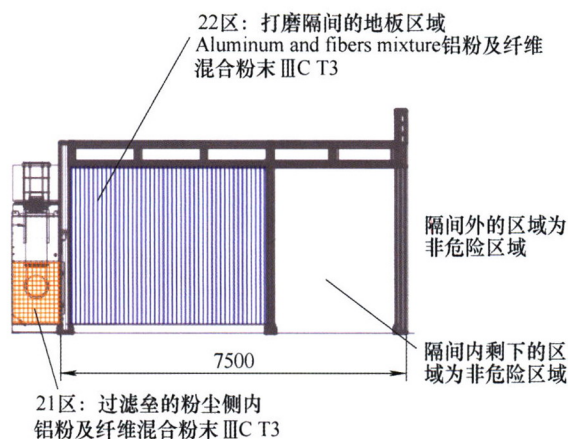


图2 返工间风险区域划分

进一步扩大，专业返工间的使用率将越来越高。

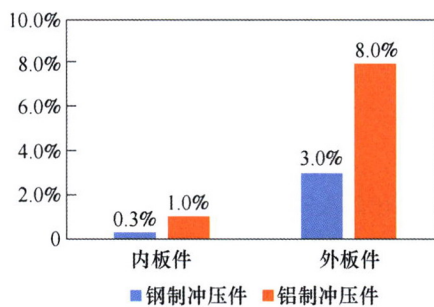


图3 返工率数据统计

铝返工间方案的设计

1.主要指标

根据铝冲压件返工的内容及作业特性，返工间主要指标见表1。

表1 返工间主要指标

序号	名称	参数	单位
1	粉尘浓度	<3	mg/m ³
2	粉尘排放浓度	<1.5	mg/m ³
3	烟尘捕集率	≥85-90	%
4	过滤效率	≥99.86	%
5	风机外噪声	≤80	dB(A)

2. 位置设计思路

根据《铝镁制品机械加工粉尘防爆安全技术规范》标准，如果铝镁制品机械加工粉尘爆炸危险区域设置在联合厂房内，应符合下列要求：

1) 布置在联合厂房的外侧。

2) 粉尘爆炸危险区域设置耐火极限不低于3.00h的实体结构隔墙，与其他加工方式的作业区隔离。

基于主机厂工艺布局的实际情况，一般情况下冲压车间无法提供靠近外墙的区域，所以在规划返工间时与车间其他区域进行了隔离设置，设立非燃烧体的实体结构隔离墙房间的间隔墙采用耐火极限不低于3h的实体隔墙，并且防火板需进行耐火性能检验，确保符合法规要求。

3. 除尘设计原理

铝返工间除尘系统设计的原理是根据现场工况组织局部气流来控制悬浮粉尘流向，从而达到就地过滤、除尘的目的。因此采用侧自然补风加侧上送风，对侧排风气流组织的技术方案，如图4所示。

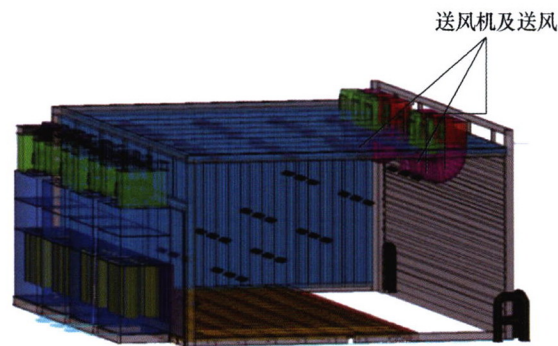


图4 除尘原理

按照参考法规要求返工间应形成负压，在打磨过程中，采取高负压气动砂磨机对零件进行打磨，打磨产生的粉尘首先通过砂磨机末端粉尘吸收孔进行捕捉和收集；同时返工间内形成局部气流来控制悬浮粉尘流向，通过自然补风及局部送风，保证隔间内部气流流向。气流将漂浮的粉尘带入除尘器，经过粉尘净化过滤箱（除尘效率>99.86%）处理后的空气粉尘排放浓度<1.5mg/m³（GB-16297-1996《大气污染物综合排放标准》），可直接排放。

另外，捕捉粉尘的气流组织，在操作者的呼吸带区域形成的捕捉气流风速均在0.5~0.65m/s以上，在此气流风速情况下，能有效捕捉飘浮在操作者呼吸带的飘尘，从而能有效保护操作者不受粉尘的侵害。捕捉粉尘气流组织模拟如见图5所示。

为了确保设备的有效运行，安装在返工间内部的粉尘浓度检测仪会对作业区域的粉尘浓度进行实时监

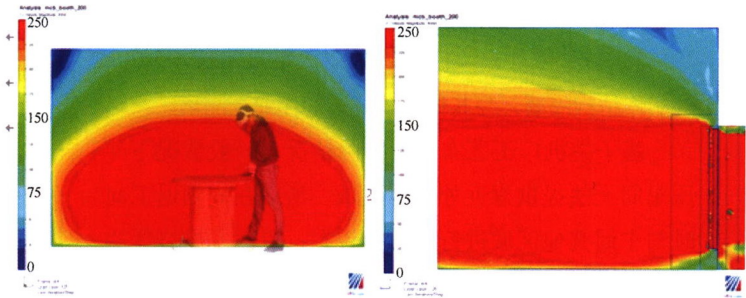


图5 粉尘气流组织模拟

测，并将数据上传至控制系统。一旦粉尘浓度超过标准，将启动报警以提示操作人员对设备进行检查，排除潜在的安全风险。

4. 主要设备选型

为达到铝返工间对于粉尘收集和过滤的相关要求，对于隔间内悬浮于空气中的粉尘，根据修磨机工作时产生的粉尘浓度、粉尘颗粒直径大小，参照图6所示，选择合适的除尘设备。

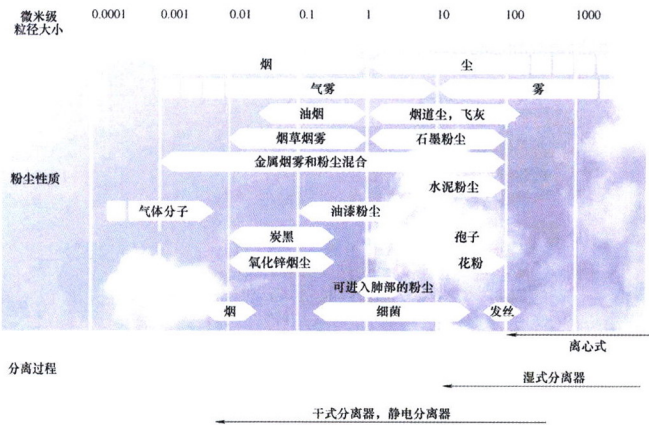


图6 粉尘颗粒及分离过程分析

根据图6，除尘器采用迷宫板式预过滤器作为第一级过滤，用以过滤较大的粉尘颗粒及起到火花熄灭的功能要求，采用滤筒除尘器作为第二级过滤，用以过滤颗粒较小粉尘。通过高效地除尘过滤（除尘气流走向见图7），除尘效率达到>99.8%，主要工作区域21区的粉尘浓度低于3mg/m³。同时滤筒式过滤器的选用主要选择适用于铝镁粉尘的除尘过滤，采用抗静电材质，并且过滤器内部严格接地，避免了因静电跳火而引起的粉尘爆炸。

同时，铝返工间设计时除尘器需要配置泄爆装置及灭火系统。本方案采用无焰泄爆装置，与除尘器箱

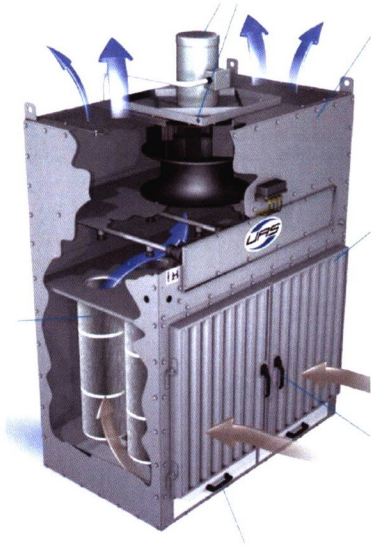


图7 过滤设备气流走向

体直接连接；消防灭火系统在除尘器箱体中连接温度传感器及烟雾传感器并与设备控制系统联动。一旦发生粉尘燃爆，系统能够在温度上升的第一时间得到信息反馈，关闭防火阀并启动灭火系统，对除尘器内部进行降温；在燃爆发生的时候泄爆器通过压力传感器确认并进行泄爆，扑灭和消除火焰。

5. 验收及使用

铝返工间的测试主要是针对粉尘排放、防静电接地效果及噪声进行检测。

在日常使用中，操作工需要在作业前提前启动除尘设备，穿戴静电耗散鞋并按要求对返工间设备进行定期清理和点检，以保证整个返工作业处在风险可控的环境之下。

从设备系统运行的角度分析，该返工间方案智能化运行程度较高，能够通过多项数据的有效采集对作业环境进行安全判断并提供安全保障。

结语

铝返工间采用干式除尘、自动检测的设计思路，满足了法规对于铝制品加工现场防爆、泄爆的安全要求，同时相对于传统的湿式除尘方案，该方案从成本控制、项目周期、能源消耗、占地面积、运维成本及日常使用效率多方面评估，都具有相当大的优势，具有很强的实用性和推广性。AUTO1950