

# 铝镁金属抛光工艺粉尘爆炸事故分析与防护研究

陈治平

(榆林市府谷职业中等专业学校 陕西榆林 719499)

**摘要:** 在铝镁金属机械加工中, 表面处理技术包括抛丸、喷砂、打磨以及抛光等。这些技术被大范围使用在制造汽车、摩托车、通讯以及电子产品等方面, 然而, 近些年我国出现多起因铝镁金属打磨和抛光引发粉尘爆炸事件, 导致人们的生命财产受到严重损失。基于此, 本文首先对铝镁金属的用途进行介绍, 其次对铝镁金属抛光工艺粉尘爆炸事故的发生原因进行分析, 然后提出铝镁金属抛光工艺粉尘的防范策略, 以降低粉尘爆炸事故发生概率, 保证工作环境的安全性。

**关键词:** 铝镁金属; 粉尘爆炸; 事故

铝和镁是广泛应用于工业制造中的轻金属, 其特殊性质成为许多行业的重要原材料, 包括航空航天、汽车制造和电子工业等。然而与铝镁金属相关的粉尘爆炸风险已成为工业安全领域的关键问题。铝镁金属抛光工艺作为一种较为常见的制造过程, 一般会产生和处理大量金属粉尘, 铝镁金属粉尘具有特殊性质, 如高温燃烧、自供氧性质以及在特定条件下不需要外部氧气等, 使其在一些情况下易引发爆炸。而粉尘爆炸是一种极具破坏性的火灾类型, 可对生产人员生命安全以及作业环境安全构成严重危害。因此, 对铝镁金属抛光工艺粉尘爆炸事故分析与防护进行研究意义重大。

## 一、铝镁金属的用途

铝镁金属具有出色的抗腐蚀性能和良好的机械特性, 在多个领域有着广泛的应用。在交通工具制造领域, 被广泛应用于航空航天、汽车和船舶制造。在航空航天行业, 可用于制造飞机的机身和结构部件, 而汽车制造中采用铝镁金属, 可减轻车辆的重量, 制造车身、发动机部件和车轮。另外, 铝镁金属具有优异的抗海水腐蚀能力, 也可作为制造船舶和海洋结构的理想材料。铝镁金属的耐候性和抗腐蚀性良好, 在房屋门窗框架、幕墙和屋顶结构施工中, 均可应用铝镁金属。铝镁金属的导热性好, 且具有轻质特点, 因此, 可应用于电子产品外壳和散热部件, 如笔记本电脑和智能手机的外壳。除此以外, 在光学设备、精密仪器和医疗设备的部件制造中, 铝镁金属的应用也十分常见。

## 二、金属镁的冶炼工艺

### (一) 电解法

电解法是一种常用于提炼镁金属的工艺, 其过程可以详细地分为三个主要步骤: 首先, 准备原材料。从镁矿石(如白云石)或海

水中提取镁盐, 并将其转化为氯化镁, 这是电解过程的主要原料。对于镁矿石, 首先需要进行破碎和磨细, 然后通过化学处理提取其中的镁成分。这通常涉及到一系列的化学反应, 最终将其转换成氯化镁。在使用海水作为原料时, 首先要通过蒸发和结晶过程来浓缩海水中的镁盐, 然后通过化学处理提取氯化镁。其次, 熔盐电解。在这一阶段, 先将准备好的氯化镁熔化。熔化的氯化镁是一种电解质, 能够在电解过程中传导电流。将熔融的氯化镁放入电解槽中, 然后在高温(一般在约 700° C 到 800° C 之间)下进行电解。在电解过程中, 电流通过熔融的氯化镁, 导致其分解。镁金属在电解槽的阴极处沉积, 而氯气则在阳极产生并释放。这个过程不仅产生了纯净的镁金属, 还生成氯气, 后者可以回收利用或进行适当处理。最后, 精炼和铸造。从电解槽中提取出来的镁液通常还含有一些杂质, 如铁、硅、铜等, 这些杂质需要通过精炼工艺去除。精炼过程可能包括化学处理、脱气、过滤等步骤, 以确保所得的镁金属具有高纯度。精炼后的镁液然后被铸造成锭或其他所需的形状。这通常涉及到将液态镁倒入预先准备好的模具中, 冷却并固化。

### (二) 热还原法

热还原法, 尤其是其最常见的形式硅热法, 是一种生产金属镁的重要工艺。这个过程可以分为三个主要步骤: 首先, 原料准备。这一阶段的目的是提取氧化镁, 这是热还原法的关键原料。氧化镁可以从含镁矿石(如菱镁矿、白云石)或海水中提取。对于矿石, 需要先进行破碎和磨细, 然后通过焙烧等过程来提取氧化镁。焙烧过程中, 含镁矿石被加热至高温, 从而释放出氧化镁。使用海水作为原料时, 首先通过蒸发和结晶过程浓缩海水中的镁盐, 然后通过化学处理转化为氧化镁。其次, 热还原反应。在这一步骤中, 氧化

镁与还原剂（例如硅粉）混合。硅热法是通过将氧化镁与硅粉混合并在高温下反应来进行的。反应通常在约 1200° C 的温度下进行，氧化镁和硅粉发生化学反应，生成镁蒸气和硅的氧化物（二氧化硅）。最后，冷凝和精炼。产生的镁蒸气随后在较低温度下冷凝成液态镁。这个冷凝过程通常在一个密封的容器中进行，以防止镁蒸气与空气接触，避免氧化。冷凝后的液态镁还含有一定量的杂质，因此需要进一步的精炼。精炼过程包括脱气、过滤等步骤，以提高镁的纯度。精炼后的镁被铸造成锭或其他所需的形状。铸造过程涉及将液态镁倒入模具中，冷却并固化。

这两种方法各有优劣：电解法能产出较高纯度的镁，但成本较高；热还原法成本相对较低，但可能需要额外的精炼步骤来提高产品纯度。不同的应用场合和成本考量会决定采用哪种冶炼方法。

### 三、铝、镁粉尘的燃烧爆炸机理

在空气中，铝粉尘和镁粉尘都会迅速形成一层薄薄的氧化保护层，分别是氧化铝和氧化镁。然而，在高温情况下，保护层会被破坏，使得金属粉尘与空气中的氧气直接接触。在此期间，铝和镁与氧在化学反应过程均会出现放热现象，并逐步生成氧化铝和氧化镁，同时释放出大量的热量，导致周围金属粉尘迅速升温并燃烧。当金属粉尘在空气中达到一定浓度，并遇到足够激发能量时，会发生爆炸性燃烧，产生大量热量和高压气体，从而形成爆炸。铝和镁粉尘燃烧温度较高，能够达到数千摄氏度，使燃烧过程较为剧烈。与此同时，金属粉尘在某些条件下可能不需要空气中的氧来维持燃烧，其主要原因是可从水分子或二氧化碳中提取氧，表现出自供氧的性质。此特性与空气中的分散和悬浮的粉尘相结合，会扩大燃烧面积，显著增加爆炸的可能性。另外，由于这些特性，由金属粉尘引起的火灾难以用常规方法进行扑灭，增加处理火灾的难度和复杂性<sup>[3]</sup>。

### 四、铝镁金属抛光工艺粉尘的防控策略

#### （一）局部排风系统

在铝镁金属抛光过程中，安装高效的局部排风装置对于控制粉尘至关重要，包括靠近抛光源头的吸尘罩或风机，专门设计用于捕捉产生的粉尘并防止其扩散到车间的其他区域。吸尘罩需覆盖整个抛光区域，确保所有粉尘都被有效吸收，其形状、大小和位置对捕捉效率极为关键。同时，选择风机时要考虑所需的吸尘能力，包括适当的流量和风速，以确保粉尘能有效地从工作区域被吸走并输送到集尘系统。系统的设计和配置应综合考虑工作站的布局和工艺流程，以最大化吸尘效率，同时避免干扰正常的生产操作。在特定情况下，可能需要安装多个吸尘点或使用可移动的吸尘罩，以适应不

同工作站和操作的需求。一旦粉尘被吸尘罩捕集，即可通过排风管道被输送到集尘系统。管道设计需考虑空气流动效率，避免粉尘在管道中沉积。集尘系统一般包括滤袋或其他类型的过滤器，用于捕捉和收集粉尘，定期清理或更换，以保持系统的高效运行。

#### （二）封闭式抛光装置

封闭式抛光装置的作用是在抛光过程中限制粉尘扩散到外部环境。全封闭的系统提供最大程度的封闭，几乎完全阻止粉尘逸出，而半封闭系统虽然防尘效果稍逊，但仍能显著降低粉尘在工作区域的传播。确保封闭式抛光装置的密封性至关重要。密封性差，将导致粉尘泄漏，降低整个系统的效率。因此，需检查封闭装置的所有密封部分，如门窗、接缝和其他可能的泄露点。

#### （三）湿式抛光工艺

湿式抛光工艺是铝镁金属抛光中用于减少粉尘产生的一种有效方法，在抛光过程中使用水或其他液体介质，使得在干式抛光过程中被释放到空气中的粉尘颗粒被困在水或液体中，从而减少其在工作环境中的扩散。不仅可改善车间的空气质量，也显著降低了工作人员吸入粉尘的风险。为了确保湿式抛光工艺的效果，需选择和使用能够有效捕捉和结合粉尘颗粒的液体。对此，要求抛光材料的性质和工作环境的特定需求，对液体的类型和使用方法进行调整。例如，某些添加剂可以加入水中以增强其捕尘能力，或者使用特定的液体配方以适应特定类型的金属抛光。

#### 结语：

综上所述，铝镁金属抛光工艺中粉尘爆炸事故是一个多因素综合作用的结果。对此，必须结合生产工艺选择有效的防范措施，降低铝镁金属粉尘产生量，可以显著降低爆炸风险。此外，对应用粉尘收集清理设备，对生产工艺进行优化调整，为作业人员提供防范设备等，提高员工安全意识和应急响应能力，为铝镁金属抛光工艺提供可靠的安全保障。

#### 参考文献：

- [1]王秋红, 汪雪繁, 邓军等.基于组合赋权-突变级数法的铝镁合金抛光现场爆炸风险分析[J].安全与环境学报, 2022, 22(05): 2313-2321.
- [2]施倚.铝镁金属机械加工中除尘系统存在哪些较大危险因素[J].劳动保护, 2016, (09): 107.
- [3]李知衍.车间混合金属粉尘爆炸特性及防控技术研究[D].西安建筑科技大学, 2021.
- [4]刘志敏.镁铝混合粉尘爆炸特性研究[D].中北大学, 2015.