

# 钢铁固废的深加工处理技术及应用分析

朱彧

(上海南周冶金炉料有限公司 上海 200942)

**摘要:** 本文主要研究钢铁固废的深加工处理技术及其应用。钢铁行业是国民经济的重要支柱产业,但同时也带来了大量的固废问题。对钢铁固废进行深加工处理是一种有效的途径,可以实现资源的循环利用和环境的保护。本文通过实证分析的方法,对钢铁固废深加工处理技术进行了研究,并探讨了其在不同应用领域中的潜在价值。研究表明,钢铁固废的深加工处理技术包括分类、分离、回收等环节,并可应用于建筑材料、道路基础材料、冶金行业等领域。通过对这些技术的研究和应用,可以有效地减少钢铁固废对环境的污染,促进资源的循环利用和环境的可持续发展。

**关键词:** 钢铁固废; 深加工; 分类; 分离; 回收; 环境保护

## 0 引言

钢铁是现代工业社会的重要材料,广泛应用于建筑、交通、机械制造等领域。然而,随着钢铁产量的增加,也带来了大量的固体废弃物,给环境造成了严重的污染问题。钢铁固废的处理和综合利用已经成为当前环境保护和可持续发展的重要课题。传统的钢铁固废处理方法主要是焚烧和填埋,这些方法存在着严重的环境问题。焚烧会产生大量的二氧化碳和有毒气体,对大气和人体健康造成危害;填埋则会导致土地资源浪费和地下水污染<sup>[1]</sup>。因此,针对钢铁固废的深加工处理技术的研究变得尤为重要。本文综述钢铁固废的深加工处理技术,并探讨其在不同领域中的应用潜力。

## 1 钢铁固废的特性

### 1.1 化学成分

钢铁固废的化学成分主要是铁和其他合金元素,其中包括碳、硅、锰等。这些元素的含量和比例会因不同的钢铁制造过程和原材料而有所变化。此外,钢铁固废中还可能含有少量的有害元素,如镉、铅、汞等,这些元素主要来自原材料和生产过程中的污染物。

### 1.2 物理性质

钢铁固废的物理性质包括颗粒形状、颜色、密度和硬度等。这些性质对于深加工处理技术的选择和工艺设计至关重要:颗粒形状决定了固废在筛分和分离

过程中的行为;颜色可以提供关于成分和污染程度的重要信息;密度是判断固废组成的指标;硬度则反映了其物理强度。准确了解和评估钢铁固废的物理性质,有助于优化处理过程,实现高效的资源回收和循环利用。

### 1.3 粒度分布

钢铁固废的粒度分布范围广泛,从细粉末到块状固体都有。粒度的大小对于固废的处理和利用方式有一定的影响。细粉末状的固废适合进行分离和回收利用,而块状固废可以直接用于建筑材料或填充材料的制备。根据固废的粒度分布特点,可以采用不同的处理技术和工艺来实现高效的固废管理和资源回收。了解粒度分布对于制定合适的处理策略和优化工艺具有重要意义。

## 2 钢铁固废的深加工处理技术

### 2.1 分类和分离技术

分类和分离是钢铁固废深加工处理的首要环节,目的是将固废按照不同的性质和用途进行划分和分离,以便后续的处理和利用。常用的分类和分离技术包括筛分技术、磁选技术、重选技术、浮选技术、气流分选技术等。

#### 2.1.1 筛分技术

筛分技术是一种常用的钢铁固废分类和分离技术,其原理是根据颗粒的大小将固废进行分离。通过使用不同规格的筛网,可以实现对钢铁固废中颗粒的分级和分离。筛分技术的优势在于简单、高效且成本

较低。通过选择合适的筛网孔径,可以实现对不同粒度的固废进行有效的分离,从而便于进行后续的处理步骤。此外,筛分技术还可以帮助提高废物回收的效率,将可回收的物质分离出来,降低资源浪费并促进循环利用。

### 2.1.2 磁选技术

磁选技术是利用磁性物质对固废中的铁磁性物质进行吸附和分离。通过引入磁场,固废中的铁磁性物质会被磁性材料吸附,从而实现其与非磁性物质的分离。这种技术具有高效、可控性强、操作简单的优点。磁选技术可以应用于钢铁固废中的废钢渣、废铁矿石等物质的分离与回收,减少资源浪费,提高资源利用效率。同时,磁选技术还能有效降低固废处理过程中的环境污染风险,具有较好的环境效益。因此,在钢铁固废深加工处理中,筛分和磁选技术的联合应用具有重要的意义。

### 2.1.3 重选技术

重选技术是另一种常用的分类和分离技术,可用于钢铁固废的深加工处理,其原理是利用固废中不同密度的物质在液体介质中的分离差异,通过调节介质密度和流速来实现固废的分离。在筛分重选中,固废首先经过筛分过程,将其按照粒度进行分类。然后,将固废放入特定介质(如水、重介质液体)中,根据不同物质的密度差异,通过调节介质的密度和流速,使不同密度的物质在介质中产生分层效应,较轻的物质浮在液体表面,而较重的物质沉淀到底部。通过控制分离时间和液体流速,可以实现固废中不同密度物质的有效分离。

### 2.1.4 浮选技术

浮选技术是利用固废中不同表面性质和浸润性的物质在气体或液体中的分离差异,通过泡沫和液体的作用将固废分离出来。在筛分浮选中,固废首先经过筛分过程,将其按照粒度进行分类。其次,将固废放入含有特定浮选剂的液体中。浮选剂通常是能够与特定物质发生化学反应或吸附的物质。然后,通过搅拌和注入气体或生成气泡,浮选剂会在液体中形成泡沫,并与固废中的特定物质相互作用。最后,特定物质会吸附在泡沫上,并上升到液体表面形成浮泡,通过机械或物理方法就能将浮泡集中并分离出来。

### 2.1.5 气流分选技术

气流分选技术是利用气流的速度和方向对固废中

不同密度、形状和大小物质进行分离,特别适用于细颗粒的分选。在筛分浮选后,将固废放入具有气流流动的分选装置中。通过调节气流速度和方向,不同颗粒的物质会在气流中产生不同的运动轨迹。根据物质的密度差异,较重的物质会向下沉降,而较轻的物质会被气流带走,实现固废中不同密度物质的有效分离。

## 2.2 回收和利用技术

回收和利用是钢铁固废深加工处理的核心环节,通过对固废中有价值的组分进行提取、精炼和再加工,实现资源的循环利用和经济的可持续发展<sup>[2]</sup>。钢铁固废的回收和利用技术主要包括:金属回收、矿渣利用、废渣浆综合利用、能源回收利用、资源化回收利用。

### 2.2.1 金属回收

金属回收是指通过熔炼、磁选、浮选等技术,有效地将固废中的金属元素提取出来,用于再生钢铁生产或其他金属制品的制造。在金属回收过程中,首先将钢铁固废进行预处理,包括筛分、磁选和重选等步骤,以去除杂质和分离金属物质。随后,通过熔炼过程,将固废中的金属物质加热至高温,使其融化并与其他金属分离。此外,磁选和浮选技术也可以用于特定金属的分离和回收。

### 2.2.2 矿渣利用

矿渣利用是指通过对钢铁固废中的炉渣进行研磨、筛分等处理,可以将其用作建筑材料、道路基础材料、水泥制品等。在矿渣利用过程中,炉渣经过粉碎和筛分等工艺,使其达到适合特定应用领域的要求。例如,经过适当处理后的炉渣可以作为替代材料用于混凝土、砖块和砂浆等建筑材料的制造。此外,研磨后的炉渣可以用作道路基础材料的填料,提高道路的承载能力和使用寿命。

### 2.2.3 废渣浆综合利用

废渣浆综合利用是一项关键技术,通过浓缩和过滤处理,废渣浆可以用于土壤改良、园林绿化和环境修复。经过处理的废渣浆可以作为土壤修复剂,改善土壤结构和肥力,提高土壤的抗侵蚀能力和植物生长条件。这种综合利用不仅减少了废渣的排放,还有效地将废渣转化为有益资源,促进环境的可持续发展。

### 2.2.4 能源回收利用

能源回收利用是指通过利用钢铁固废中的有机物质进行焚烧,可以产生热能或电能,进而用于供热、

发电等应用领域。在能源回收利用过程中,有机物质在适当的条件下被高温焚烧,释放出燃烧热能。这种热能可以被捕获和利用,用于供暖、加热工艺过程,甚至用于发电。通过能源回收利用,不仅可以减少钢铁固废的体积,降低对垃圾填埋场的压力,还可以实现固废资源的再利用,减少对传统能源的依赖。

#### 2.2.5 资源化回收利用

资源化回收利用是钢铁固废深加工处理的一项重要技术,主要针对钢铁固废中的非金属有机物质进行分解和提纯,以实现其在化工、农业等领域的有效利用。在资源化回收利用过程中,非金属有机物质通过适当的分解和提纯技术,可以得到高纯度的化学品、有机肥料或其他有机物质。这些物质可以作为原料用于化工工业,用于生产各种化学产品,如溶剂、涂料、塑料等。此外,它们还可以用于农业领域,作为有机肥料,提供植物所需的养分,改善土壤质量。

### 3 钢铁固废深加工处理技术的应用

#### 3.1 建筑材料领域

在建筑材料领域,钢铁固废的深加工处理技术具有广泛的应用潜力。

(1) 水泥生产:废钢渣和炉渣可以用作水泥生产的原料。通过研磨和烧结等工艺,可以将废钢渣和炉渣与石灰石、粉煤灰等混合,制成高性能水泥。这种水泥不仅具有良好的力学性能,还可以降低水泥生产的能耗和二氧化碳排放量。

(2) 混凝土制品:钢铁固废可以用作混凝土制品的配料。例如,废钢渣可以作为矿渣粉的替代品,用于制备高性能混凝土。废钢渣的添加可以改善混凝土的强度、耐久性和抗裂性能,同时减少水泥的使用量,降低施工成本。

(3) 砖块制造:钢铁固废可以用于制造砖块和建筑砌块。通过对废钢渣和炉渣的处理,可以将其与粘土、砂等材料混合,制成高强度、耐火、隔热的砖块。这种砖块不仅具有良好的力学性能,还可以减少天然资源的消耗,降低砖块生产的能耗和环境影响。

(4) 路基填料:钢铁固废可以用作道路基础材料的填料。例如,废钢渣可以作为道路基层材料的填料,提高道路的承载能力、稳定性和耐久性。通过适当的工艺处理,废钢渣可以达到符合道路工程要求的粒度和强度指标,从而实现钢铁固废的有效利用和道路工程的可持续发展。

#### 3.2 道路基础材料领域

在道路基础材料领域,钢铁固废的深加工处理技术也具有广泛的应用前景。

(1) 填料材料:钢铁固废可以作为道路基层材料的填料,用于填充路基的空隙和增加材料的密实度。废钢渣、废炉渣和废矿石等可以通过适当的处理和筛分,制成适合道路工程使用的填料材料。这些固废填料具有良好的力学性能,可以提高道路的承载能力和稳定性。

(2) 路基改良:钢铁固废可以用于道路路基的改良和加固。通过将固废材料与土壤进行混合,可以改善土壤的力学性质和工程性能,提高路基的抗沉降能力和抗裂性能。废渣浆和固废混合料也可以用于路基填筑和土壤改良,增强路基的稳定性和耐久性。

(3) 道路修复和改造:钢铁固废在道路修复和改造中具有潜在的应用价值。例如,废钢渣可以用作道路表面修复的填料,填补路面的裂缝和坑洼,提高道路的平整度和驾驶舒适性。废矿石可以用于路面改造,增加路面的抗滑性和耐久性。

此外,钢铁固废作为道路基础材料的填料,具有良好的环保性能。通过将废弃的钢铁材料转化为有用的填料,可以减少对天然石料的需求,降低对自然资源的开采和消耗。同时,钢铁固废填料的应用还可以减少固废的堆放和排放,降低环境污染的风险。

#### 3.3 冶金行业领域

在冶金行业领域,钢铁固废的深加工处理技术在冶金炉料的应用方面具有重要的意义。钢铁固废可以用于补充冶金炉料:废钢渣可以用作冶金炉料的补充,例如在高炉、电炉和转炉等冶金过程中使用废钢渣。废钢渣含有铁、钢和其他有价值的金属成分,可以作为冶金炉料中的铁源和合金元素补充。通过将废钢渣与原料矿石混合使用,可以减少对原始矿石的需求,降低矿石的消耗和采矿的环境影响。钢铁固废在冶金行业的应用具有以下优势:

(1) 能源消耗降低:废钢渣的应用可以降低冶金过程中的能源消耗。废钢渣中的还原性物质可以在冶金炉中参与还原反应,提供部分燃料和热能,从而降低外部能源的需求。这有助于减少燃煤或燃气的使用量,减少温室气体排放和环境污染。

(2) 资源利用效率提高:钢铁固废的应用可以提高冶金行业的资源利用效率。通过将废钢渣回收利用,可以最大限度地提取其中的金属成分,减少资

源的浪费。此外，废钢渣中的矿石和其他有用成分也可以被冶金过程有效地利用，提高冶金工艺的效率和产出。

(3) 环境污染减少：钢铁固废在冶金行业的应用可以降低环境污染。废钢渣中的有害物质经过适当的处理和控制在一定程度上可以减少其对环境的危害。同时，通过减少原始矿石的采矿和能源消耗，可以减少环境中的矿物资源开采压力和温室气体排放。

### 3.4 环境修复领域

(1) 土壤改良：废渣浆可以用作土壤改良剂，用于修复受污染或贫瘠的土壤。废渣浆中含有丰富的营养物质和有机质，可以改善土壤的结构和肥力，增加土壤的保水能力和通气性。通过添加废渣浆，可以提高土壤的养分含量和微生物活性，为植物的生长提供更好的条件。

(2) 土壤污染修复：钢铁固废的深加工处理技术可以应用于土壤污染的修复。例如，废渣浆中的一些成分具有吸附和固定污染物的能力，可以用于土壤污染物的吸附和稳定化处理。废渣浆可以与受污染的土壤混合，减少有害物质的迁移和释放，从而降低土壤污染的风险。

(3) 抗侵蚀措施：钢铁固废的应用还可以用于抗侵蚀措施的实施。废渣浆具有一定的粘性和黏结性，可以用作抗侵蚀的覆盖层或固化剂。在土地复垦、坡面保护和河岸修复等工程中，通过施加废渣浆覆盖层，可以增加土壤的抗冲刷能力，减少水土流失和河道的冲刷。

(4) 植物生态恢复：钢铁固废的应用可以促进植物的生态恢复。废渣浆中的养分和有机质可以提供植物生长所需的营养，为植物的定植和生长创造良好的环境。通过合理利用废渣浆，可以促进受损生态系统的恢复和植被的再生。

### 3.5 能源利用领域

钢铁固废中的有机物质可以进行能源回收利用，在能源利用方面具有重要意义<sup>[3]</sup>。通过焚烧固废中的有机物质，可以转化为热能或电能，用于供热、发电等用途。

(1) 焚烧技术：钢铁固废中的有机物质可以通过焚烧技术进行能源回收。焚烧过程中，将固废在高温条件下进行燃烧，产生高温烟气。通过烟气余热回收系统，可以将烟气中的热能转化为蒸汽或热水，用于供热或发电。这种方式不仅可以有效利用有机物

质的能量，还能减少钢铁固废的体积，降低对垃圾填埋场的压力。

(2) 生物质能源利用：钢铁固废中的有机物质还可以通过生物质能源利用技术进行能源回收。将有机物质进行生物降解，产生可燃性气体如甲烷，再通过生物质气化或沼气发电技术转化为电能或热能。这种方法利用了固废中的有机物质，既减少了对化石燃料的依赖，又减少了温室气体的排放，具有较好的环境效益。

(3) 热解和气化技术：钢铁固废中的有机物质还可以通过热解和气化技术进行能源回收。热解是将有机物质在高温下分解为固体炭、液体油和气体的过程，而气化则是将有机物质在高温和缺氧条件下转化为可燃气体。这些产物可以用作燃料，用于供热或发电。热解和气化技术具有较高的能源利用效率和灵活性，可以适应不同类型的钢铁固废。

(4) 发电和热能供应：通过钢铁固废的能源回收利用，可以将产生的电能和热能供应给工业厂区、社区或城市。这样可以实现能源自给自足，减少对传统能源的依赖。同时，通过钢铁固废能源的地方化利用，可以降低能源输送和分配的损耗，提高能源利用效率。

## 4 结语

通过对钢铁固废的深加工处理技术的研究和应用，可以实现固废资源的循环利用、环境保护和可持续发展的目标。然而，钢铁固废深加工处理技术仍面临着技术成熟度、经济性、法律法规等方面的挑战，需要进一步研究和推广应用。

### 参考文献：

- [1] 苏长永, 李新宇, 林严, 等. 钢铁行业固废绿色低碳高质量发展路径[J]. 烧结球团, 2022, 47(06): 1-7.
- [2] 黄小卫, 郎丽媚. 钢铁工业固废化学污染危害及回收利用研究[J]. 化纤与纺织技术, 2022, 51(11): 59-61.
- [3] 朱斌鹏. 冶金固废资源化利用现状及发展[J]. 世界有色金属, 2021(23): 7-9.

作者简介：朱彧（1980.05-），女，汉族，上海人，本科，工程师，研究方向：钢铁与金属制造技术。