

# 粉煤灰在高铁建设工程中的应用与注意事项分析

杨云飞

鲁南高速铁路有限公司 山东 济南 250000

**摘要:**随着我国高铁网络的不断扩张,相关建设工程对各种建设材料及技术的需求也越来越大。粉煤灰作为一种常见的工业废弃物,具有很高的再利用价值,而近年来,在我国高铁建设工程中,粉煤灰得到了广泛应用。文章阐述了粉煤灰的特性,分析了其高铁建设中的混凝土、路基、桥墩、隧道等工程中的应用情况,并结合实际探讨了粉煤灰应用的注意事项,希望能为相关设计施工单位提供参考。

**关键词:**粉煤灰;高铁建设工程;应用;注意事项

## Application and matters needing attention analysis of fly ash in high-speed railway construction project

Yang Yunfei

Lunan High-speed Railway Co., LTD., Jinan Shandong 250000

**Abstract:** With the continuous expansion of China's high-speed railway network, the demand for various construction materials and technologies in related construction projects is also increasing. As a common industrial waste, fly ash has high reuse value. In recent years, fly ash has been widely used in China's high-speed railway construction projects in China. This paper expounds the characteristics of fly ash, analyzes the application of concrete, subgrade, pier, tunnel and other projects in the construction of high-speed railway, and discusses the precautions of the application of fly ash combined with the actual situation, hoping to provide reference for relevant design and construction units.

**Keywords:** Fly ash; High speed railway construction project; Application; matters needing attention

### 引言

传统材料无法满足高铁高速运行条件下对建筑物稳定性、抗震性能等要求,因此需要寻找新型材料来满足这些需求<sup>[1]</sup>。粉煤灰是一种来源广泛且再利用价值较高的废弃物,并且其具有多种理化特性,适合在高铁建设工程中应用。因此,探究粉煤灰在该领域中的应用与注意事项具有重要意义。

#### 1 粉煤灰的基本特性

##### 1.1 粉煤灰的定义及来源

粉煤灰,也被称为煤灰或煤矸石灰,是指在燃烧过程中生成的固体废弃物。其主要是一种从煤炭中提取能量后剩余的无机物质。粉煤灰颗粒细小,呈现出类似于粉末的形态。粉煤灰主要有以下几个来源:其一,燃煤电厂。在电厂的锅炉中,通过高温氧化反应将大部分有机质和硫等元素还原为二氧化碳、水和硫酸盐等,而非挥发性无机物则会以固体形式存在于废气中,并随着废气排放到大气中。这些固体颗粒经过除尘系统处理后得到粉末状态的粉煤灰。其二,工业设备<sup>[2]</sup>。除了电厂,其他工业设备如钢铁厂、水泥厂、玻璃制

造厂等也会产生大量的粉煤灰作为副产品。其三,燃用农作物秸秆。一些地区将农作物秸秆与动植物油一同投入火力发电站进行共同消纳利用时,粉煤灰也会作为一种副产品得到产生。

##### 1.2 粉煤灰的物理性质

粉煤灰颗粒的大小可以从纳米级到几十微米不等。一般来说,粒径小于45微米的为细粉煤灰,大于45微米的为粗粉煤灰。由于其颗粒细小、多孔结构等特点,粉煤灰具有较大的比表面积。比表面积越大,反映了其更好的吸附能力、更高的反应活性以及更好的流动性。除此之外,由于不同来源和处理方式导致了不同的物理密度范围,一般来说言,粉煤灰的密度介于1.8-2.6 g/cm<sup>3</sup>之间。

##### 1.3 粉煤灰的化学性质

粉煤灰主要包含二氧化硅(SiO<sub>2</sub>)、氧化铝(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、氧化钙(CaO)、氧化镁(MgO)、氧化钾(K<sub>2</sub>O)等无机物,这些成分使得粉煤灰具有较好的耐火性和抗压强度。根据其来源和燃烧工艺的不同,粉煤灰可能具有一定的化学活性。部分粉煤灰中含有大量未反应的氢氧化钙(Ca(OH)<sub>2</sub>),

当与水接触时会发生反应产生胶凝物质,从而具备良好的水化硬化能力。由于其多孔结构和较大比表面积,粉煤灰具有很强的吸附能力。它可以吸附并去除水中的重金属离子、染料、有机物等污染物<sup>[3]</sup>。

#### 1.4 粉煤灰的分类及等级划分

根据化学成分分类,粉煤灰可以分为硬质粉煤灰和软质粉煤灰,其中硬质粉煤灰主要含有氧化硅、氧化铝以及少量的氧化钙、氧化镁等,具有较高的硬度和耐火性。而软质粉煤灰主要含有二氧化硅和氧化铝,其含量相对较高,但不同于硬质粉煤灰缺乏明显钙基活性。按照细度,可以分为Ⅰ类、Ⅱ类和Ⅲ类。其中,Ⅰ类粉煤灰细度为大于20%~60%,通过0.08mm筛目;Ⅱ类粉煤灰细度为大于60%~80%通过0.08mm筛目;Ⅲ类细度为大于80%通过0.08mm筛目。

### 2 粉煤灰在高铁建设工程中的应用

新建贵阳至南宁铁路是包头至海口通道的重要组成部分,属于国家《中长期铁路网规划》中“八纵八横”高速铁路主通道,同时它也是我国西南地区首条设计时速达到350km/h的高速铁路。本研究案例为该高铁工程中的一段,长度为150公里,设有多个工程段,穿越贵州和广西两个省份。工程内容包括新建线路、隧道、桥梁和车站等。该新建线路将按照设计时速350km/h的标准进行布置,采用最先进的高速铁路技术和设备。线路沿途经过多个城市以及自然景观区域,为提高通行效率,还将设置适当数量的中转站和货运站。此外,还需建设大量的桥梁,跨越山谷、河流和道路等障碍物,确保线路通行的顺畅。在改线路的建设中,施工单位对粉煤灰材料进行了有效应用,其主要在以下几个方面:

#### 2.1 粉煤灰混凝土技术

在该高铁建设工程的混凝土施工中,施工单位将粉煤灰用作部分混凝土的替代材料。传统的水泥制备过程会排放大量二氧化碳,而使用粉煤灰可以部分替代水泥,减少对环境的负面影响。此外,粉煤灰还可以提高混凝土的耐久性和强度,改善其抗渗性和抗裂性能。同时,施工单位通过添加适量的粉煤灰到钢筋混凝土中,显著降低温度升高对钢筋产生的影响,提高结构的耐火性能<sup>[4]</sup>。

#### 2.2 粉煤灰在路基填料中的应用

粉煤灰可以作为一种理想的路基填料,由于其颗粒细小且均匀,可以有效填充土壤空隙,并增强土体的密实度和稳定性。这使得使用粉煤灰作为路基填料能够降低沉降变形,并提高工程的承载能力和抗冲刷性能。在该项目的建设过程中,施工单位通过合理控制混合比例和配筛过程,有效调控粉煤灰填料中孔隙结构的大小和分布,从而实现良好的排水效果。该项目途径山区较多,气候湿度高、多雨,通过该方法可以保持路基材料内部干燥、提高抗渍性以及防止水分损害。此外,粉煤灰具有一定的胶结特性,能够提高填料的粘结力和内聚力,这对于减少填料颗粒的运动和分散,增加材

料整体的稳定性和抗剪强度非常有益。

#### 2.3 粉煤灰在混凝土桥墩中的应用

在该高铁新建工程的建设中,涉及到大量的桥梁建造,而桥梁桥墩作为至关重要的支撑构件,其稳定性与可靠性至关重要。而施工单位用到的粉煤灰材料具有细小颗粒和较高比表面积,可以填充混凝土内部微孔和毛细孔,改善混凝土的致密性和导水性能。这样可以有效防止水分渗透和化学物质侵蚀,延长桥墩的使用寿命。同时,由于粉煤灰具有良好的活性,并与水泥反应生成胶体物质,在硬化过程中形成致密、连续、均匀分布的胶体骨架结构。这种骨架结构可以有效控制混凝土内部应力集中,提供更好的抗裂性能。

#### 2.4 粉煤灰在隧道工程中的应用

在该项目的隧道工程施工中,隧道衬砌是保护隧道结构、承担地压力和防水作用的重要组成部分。施工单位通过添加适量粉煤灰到衬砌混凝土中,有效提高了混凝土的流动性和自密实性能,确保施工过程中的稳定性和安全性。同时,使用粉煤灰填充松散或不稳定地质层能够增加地基承载能力,提高整体结构稳定性,在施工过程中减少沉降变形风险。由于粉煤灰具有一定的胶凝特性和细小颗粒大小,在掺入适当比例后可以改善支护体与围岩之间界面接触状态,增加支护体与围岩的黏结力和内聚力,而这对于提高隧道施工的稳定性和减少泥浆渗漏以及防止地下水涌入具有积极意义。

#### 2.5 粉煤灰在其他高铁工程中的应用

随着相关技术工艺的不断深入实践,粉煤灰在高铁工程建设中的多个领域都得到了重要应用。比如,该项目途径区域存在着大量的喀斯特地貌或软土地层区,在这些地质条件较差或软弱地基区域,施工单位通过使用粉煤灰进行路基加固,很好地提升了地基稳定性和抗沉降能力。其主要做法时将粉煤灰与原有土壤充分混合,在改善土壤颗粒结构和增加土体密实度的同时,增强地基构件的整体支撑能力。

### 3 粉煤灰应用的注意事项

#### 3.1 粉煤灰的质量控制

在高铁建设工程中使用粉煤灰需要特别关注其质量控制,首先需要确保粉煤灰的来源可靠,并且符合相关国家标准和规定。并且,应对粉煤灰进行适当的筛选和分级,以确保所使用的粉煤灰具有一致的颗粒大小和化学成分。从相关行业及管理系统的角度来看,需要加强供应链管理,选择正规可信赖的供应商,并在进场前对每批次到货样品进行检测。另一方面,施工现场需要建立质量管理体系,对粉煤灰进行定期抽检,并及时处理不合格品。

#### 3.2 粉煤灰的环保问题

粉煤灰的产生是与燃煤相关的,因此它可能含有一些有害物质,因此在选择和使用粉煤灰时,需要确保其符合国家相关环保标准,并进行必要的检测和监测。在高铁建设工程中使用粉煤灰时,首先要优先选择具有环境管理认证并能提供环境监测报告的企业。在施工现场会合理安排和采取防护

措施,避免粉煤灰扬尘对周围环境造成污染。对于产生的废弃物也要进行妥善处理,避免对土壤、水源等造成污染。在施工中,要通过加强监督检查、建立健全的废弃物管理制度以及推动清洁能源替代等方式来减少或消除由于粉煤灰带来的环境问题。

### 3.3 粉煤灰的应用比例

在实际应用中,根据不同工程要求和粉煤灰质量,可以确定适当的粉煤灰掺量。一般来说,在高铁建设工程中,混凝土中掺入10%~30%的粉煤灰是常见的做法。同时,还需要根据具体情况进行试验和评估,以确保所选取的掺和比例满足工程设计要求,并且具备良好的力学性能、耐久性等。在确定粉煤灰应用比例时还需要考虑其与其他材料(如水泥、骨料等)相互配合性。

### 3.4 粉煤灰的储存与运输

在储存方面,粉煤灰需要存放在干燥、通风良好的仓库或堆场中,以防止其吸湿、结块等问题。此外,要定期清理和维护储存场地,避免杂物和污染物与粉煤灰混合。对于大规模高铁建设项目来说,可能会选择建立专门的粉煤灰仓库,通过密封、隔离等措施来保持其稳定性。在运输方面,需要采取适当的包装和保护措施,以减少粉煤灰颗粒的飞散和丢失。常见的运输方式包括散装运输和袋装运输。对于散装运输,可以使用罩篷覆盖车辆或加装防尘设备来控制扬尘。

### 3.5 粉煤灰的施工工艺

在实际应用中,首先要保证粉煤灰与其他材料的搅拌和混合充分均匀,通过控制搅拌时间、速度和搅拌机具等参

数,确保粉煤灰能够与水泥、骨料等充分混合,并形成均匀适宜的浆料或混凝土。其次,需要注意粉煤灰浆料或混凝土的施工温度,特别是在低温季节,要避免过早冻结、脱水收缩等问题发生。可以采用预热原料或加入外加剂等方式来提高施工温度,并控制好环境温度、湿度等因素。此外,在施工过程中也要注意对粉煤灰浆料或混凝土的养护管理。保持适宜的湿度和温度,避免过早干燥或过快硬化,以确保材料能够充分发挥其力学性能、耐久性等特点。

## 4 结论

综上所述,粉煤灰在高铁建设工程中具有广阔的应用前景,通过充分发挥其优势,可以在保证高铁工程建造质量的基础上实现资源的有效利用。然而,针对粉煤灰在实际应用过程中可能存在的问题,我们需要加强相关技术研究,提高其性能并解决潜在风险。只有不断完善粉煤灰的应用与注意事项,才能更好地发挥其在高铁建设工程中的作用,推动社会的稳定发展。

## 参考文献

- [1]陈波,王伟鱼,丰雨秋,等. 蒸养条件下矿粉、粉煤灰对高铁相硅酸盐水泥基材料毛细孔和抗侵蚀性能的影响[J]. 硅酸盐通报,2023,42(1):162-169.
- [2]胡剑泉,段梦强,高源,等. 高铁粉煤灰强化厌氧生物法处理造纸废水[J]. 工业水处理,2022,42(8):73-77.
- [3]李泳佳,郑仙荣,田广元,等. NaClO改性多孔高铁粉煤灰脱除SO<sub>2</sub>性能[J]. 硅酸盐学报,2023,51(7):1792-1799.
- [4]张昆,曹太然,张建康,等. 京雄高铁雄安站房泵送大体积清水混凝土性能研究[J]. 混凝土,2021(9):102-105.