

露天煤矿排土场地基处理方式分析

赵利权

内蒙古伊泰煤炭股份有限公司纳林庙煤矿 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要：露天煤矿排土场地基处理是一项复杂而重要的任务。本文分析了露天煤矿排土场的形成特点与地基处理中存在的问题，探讨了多种地基处理技术，包括换填法、强夯技术、碎石桩技术、注浆加固技术等，以及近年来兴起的智能压实技术和基于MICP微生物注浆地基处理技术。提出了强化排水与防水措施、加强监测与评估以及综合优化等优化露天煤矿排土场地基处理方式的策略，旨在提高地基的承载力和稳定性，降低处理成本，确保矿山的安全生产和环境保护。

关键词：露天煤矿；排土场；地基处理；技术分析

引言：露天煤矿排土场作为矿山开采过程中产生的大量废料的堆放场所，其地基处理对于矿山的安全生产和环境保护至关重要。由于排土场的地质条件复杂多变，地基处理面临诸多挑战。本文旨在探讨露天煤矿排土场地基处理的技术和方法，分析存在的问题，并提出优化策略，以期为矿山的地基处理提供科学依据和技术支持。

1 露天煤矿排土场的形成与特点

1.1 露天煤矿排土场的形成

在露天煤矿开采过程中，为了获取煤炭资源，必须剥离覆盖在矿体上部的表土和周围岩石。这些剥离物被运输到专门设置的场地进行堆放，这一场地即被称为排土场。排土场的形成是一个动态且持续的过程，随着采矿活动的进行，剥离物不断被运至排土场进行堆放，逐渐形成规模庞大的堆积体^[1]。排土场的形成受到采矿工艺和剥离物性质的影响，与地形、地质条件密切相关。在露天煤矿开采中，剥离物的堆放方式、堆放高度以及堆放顺序等都会影响到排土场的稳定性和安全性。排土场的形成还需考虑环境保护和土地利用等因素，确保在采矿活动结束后，排土场能够得到有效治理和复垦。

1.2 露天煤矿排土场的特点

露天煤矿排土场具有以下几个显著特点：（1）结构复杂。排土场是一个典型的大型人工堆积体，其结构复杂且多变。由于剥离物来源广泛，性质各异，导致排土场的物理力学特性差异显著。这种复杂性使得排土场的稳定性和安全性评估变得尤为困难。（2）稳定性受多种因素影响。地形、地质条件、气候条件以及采矿工艺等都会对排土场的稳定性产生影响。降雨会导致排土场边坡岩土体表面的体积含水量增加，进而削弱岩土体的有效应力，增大滑体的下滑力，从而引发滑坡等地质灾害。

（3）环境保护和土地利用的双重压力。在采矿过程中，剥离物的堆放会占用大量土地资源，对周边环境造成一定影响。在排土场的设计和运行过程中，必须充分考虑环保和复垦要求，确保在采矿活动结束后，排土场能够得到有效治理和再利用。

2 露天煤矿排土场地基存在的问题

2.1 地质因素

基底岩性的优劣直接影响排土场的承载能力。当排土场基底为软弱岩层或风化严重的岩石时，其承载力低，易变形，从而对排土场的稳定性构成潜在威胁。断层、裂隙等地质构造为地表水和地下水的活动提供了通道，加剧了排土场的水土流失和滑坡风险。

2.2 地形因素

地形条件同样对排土场地基的稳定性产生重要影响。南方露天煤矿排土场多处于沟谷之中，沟谷的宽度、坡度、泉眼及河流分布等因素对排土场的稳定性有重大影响。沟谷地形易导致雨水汇集，增加排土场边坡的滑坡风险。露天矿边坡角的大小也直接影响边坡的稳定性。边坡角过大，可能导致严重的滑坡事故；边坡角过小，则剥离量增加，开采成本增高。

2.3 气候因素

降雨是导致排土场滑坡的主要因素之一。雨水渗入排土场内部，使土石体软化，降低其抗剪强度，增加滑坡的可能性。特别是在南方地区，年降雨量较大且集中，对排土场的稳定性构成严重威胁。在寒冷地区，冰雪和冰冻也可能导致排土场边坡的失稳。冰雪融化产生的地表径流和冰冻产生的膨胀力都可能对边坡稳定性产生不利影响。

2.4 人为因素

排土工艺的不合理、边坡管理不善以及建筑物和设

施的影响都可能导致边坡失稳。排土未分层碾压、均匀性差等排土工艺问题,会导致排土场长期处于欠固结状态,增加沉降和滑坡的风险。未及时清理边坡上的浮石、险石或未按规定进行边坡监测和维护,也可能导致边坡失稳^[2]。在排土场周围或上方建设建筑物和设施,如输煤系统、小型场地等,可能对排土场的稳定性产生不利影响。

2.5 技术和管理因素

目前虽然有一些边坡稳定性监测技术,但这些技术在露天煤矿排土场的应用还不够广泛。这导致对边坡稳定性的监测不够及时和准确,难以及时发现和处理边坡失稳迹象。矿山企业在排土场的管理上可能存在不到位的情况,如未按规定进行边坡监测、未及时采取措施处理边坡失稳迹象等。这些问题都加剧了排土地基稳定性的挑战。

3 排土地基处理技术分析

3.1 换填法技术

换填法技术主要是将地基中不满足承载力或稳定性要求的软弱土层挖除,然后回填强度高、压缩性低、稳定性好的材料,如砂、碎石、灰土等。这些回填材料经过分层填筑、分层压实或夯实后,能显著提高地基的承载力和稳定性。在排土地基处理中,换填法技术具有施工简便、成本低廉、效果显著等优点。通过换填,可以有效改善地基的力学性质,减小地基的沉降变形,提高地基的抗剪强度和抗滑移能力。换填法技术还能加速地基的排水固结过程,提高地基的强度和稳定性。但换填法技术的实施需要占用一定的施工场地,且对周围环境可能产生一定影响。

3.2 强夯技术

强夯法,也称为动力固结法,是一种通过施加高能级冲击力来加固地基的技术。其基本原理是利用重锤自由落下的冲击力,对地基土进行强烈的动力作用。在冲击力作用下,地基土颗粒发生重新排列,土体结构发生变化,从而提高地基的密实度和强度。同时,强夯法还能使地基土中的水分和气体排出,进一步加速地基的固结过程。强夯法适用于各种土质,尤其对砂土、碎石土等透水性好的土层效果显著。在露天煤矿排土地基处理中,强夯法能够显著提高地基的承载力和稳定性,减小沉降变形。但强夯法在施工过程中可能会产生较大的振动和噪音,对周围环境造成一定影响。在选择强夯法时,需要综合考虑工程条件、地质情况、施工条件以及环境保护要求等因素。

3.3 强夯置换技术

强夯置换法在强夯的基础上,通过夯击将部分软弱土层置换为强度较高的材料(如砂、碎石等),从而提高地基的承载力和稳定性。这种方法适用于软土、淤泥等透水性差、强度低的土层。在露天煤矿排土地基处理中,强夯置换法能够显著提高软弱地基的承载力和稳定性,适用于处理深厚软弱土层^[3]。强夯置换技术的优点在于能够显著提高地基的承载力和稳定性,同时控制地基的沉降和变形。该方法在施工过程中需要消耗大量的置换材料,且施工难度较大,成本较高。

3.4 碎石桩技术

碎石桩技术是一种通过在填土层中设置碎石桩来加固地基的方法。其基本原理是利用碎石桩的排水固结和挤密作用,提高地基的承载力和稳定性。在露天煤矿排土地基处理中,碎石桩技术能够显著提高地基的排水性能和承载能力,减小沉降变形。碎石桩技术的施工步骤包括先在填土层中处理好碎石桩,加强地基土的排水固结以及挤密工作,然后选择合适的强夯点,在机械设备的辅助下,打散碎石桩,再根据碎石桩打入的粒径,将碎石填进护土内部。这一时期的地基就会形成密实的碎石,大量的碎石同土层混合在一起,形成联合的碎石桩,最终形成复合性地基,有利于增强地基的稳定性。

3.5 夯实桩技术

夯实桩技术是一种通过在地基中设置夯实桩来加固地基的方法。其基本原理是利用夯实桩的夯实作用,提高地基的密实度和承载能力。在露天煤矿排土地基处理中,夯实桩技术能够显著提高地基的承载力和稳定性,减小沉降变形。夯实桩技术的施工步骤包括在地基中设置夯实桩,然后利用机械设备对夯实桩进行夯实处理。夯实桩的选择应根据工程条件、地质情况、施工条件以及经济性等因素综合考虑。夯实桩技术具有施工简便、成本低廉、效果显著等优点,在露天煤矿排土地基处理中得到了广泛应用。

3.6 注浆加固技术

注浆加固技术是一种通过向地基中注入水泥浆或其他化学浆液来加固地基的方法。注浆加固技术能够填充土体孔隙,增强土体的整体性和强度,从而提高地基的承载力和稳定性。在露天煤矿排土地基处理中,注浆加固技术能够显著提高地基的承载力和抗变形能力。注浆加固技术的施工步骤包括在地基中设置注浆孔,然后向注浆孔中注入水泥浆或其他化学浆液。注浆浆液的选择应根据工程条件、地质情况、施工条件以及经济性等因素综合考虑。

3.7 智能压实技术

智能压实技术是一种新型的地基压实方法,它采用先进的传感器和控制系统,可以实时监测土体的压实状态,并根据实际情况调整压实参数。智能压实技术能够提高压实效率、保证压实质量、减少对环境的影响。在露天煤矿排土地基处理中,智能压实技术能够显著提高地基的压实度和承载能力。智能压实技术的施工步骤包括在地基中设置传感器和控制系统,然后利用机械设备进行压实处理。智能压实技术能够实时监测土体的压实状态,并根据实际情况调整压实参数,从而确保地基的压实质量和稳定性。

3.8 基于MICP微生物注浆地基处理技术

MICP(微生物诱导碳酸钙沉淀)是一种新型的地基处理技术,它利用微生物在土体中产生碳酸钙沉淀来加固土体。MICP技术具有环保、经济、高效等优点,是地基处理领域的前沿研究方向之一。在露天煤矿排土地基处理中,MICP技术能够显著提高地基的承载力和稳定性,同时减少对环境的影响。MICP技术的施工步骤包括在地基中注入含有微生物的溶液,然后利用微生物的代谢作用产生碳酸钙沉淀。碳酸钙沉淀能够填充土体孔隙,增强土体的整体性和强度,从而提高地基的承载力和稳定性。

4 优化露天煤矿排土地基处理方式的策略

4.1 强化地基处理中的排水与防水措施

排水与防水措施是露天煤矿排土地基处理中的关键环节。有效的排水系统能够降低地基中的含水量,提高地基的强度和稳定性。以下是一些优化排水与防水措施的策略:(1)完善排水系统。在排土场设计之初,结合水文地质条件,合理规划排水系统。包括设置排水沟、排水井、集水井等设施,确保雨水、地下水能够及时排出,避免地基长期浸泡在水中。(2)采用多层次排水。多层次排水系统能够更有效地降低水位,改善矿区的排水环境。通过在不同高程设置排水设施,形成立体的排水网络,使水流能够顺畅排出,减少水对地基的侵蚀和软化作用。(3)加强防水处理。在排土场的边坡和底部,采取防水措施,如铺设防水层、喷射混凝土加固等,以防止水分渗入地基。对排水设施进行定期检查和维护,确保其正常运行。

4.2 强化地基处理效果的监测与评估

通过实时监测地基的变形、沉降等参数,可以及时发现和处理潜在的安全隐患,确保矿山的安全生产。以下是一些优化监测与评估策略的建议:(1)建立监测体系。在排土地基处理过程中,建立全面的监测体系,

包括沉降观测、变形监测、地下水位监测等。通过定期观测和记录,可以全面了解地基的变化情况。(2)采用先进监测技术。利用遥感技术、无人机监测等先进手段,可以实现对排土地基的远程、实时、高精度监测。(3)定期评估地基稳定性。结合监测数据,定期对地基的稳定性进行评估^[4]。通过对比分析地基的变形、沉降等参数,可以判断地基是否处于稳定状态,及时采取必要的加固措施。(4)制定应急预案。针对可能出现的地基安全问题,制定详细的应急预案。包括应急处理流程、人员疏散方案、抢险救援措施等,以确保在紧急情况下能够迅速、有效地应对。

4.3 排土地基处理综合优化策略

从整体上对露天煤矿排土地基处理方式进行综合优化。这包括:

(1)科学规划排土场布局:在排土场设计之初,充分考虑地形、地质、水文等因素,合理规划排土场的布局和排放方式。通过优化布局,可以减少地基处理难度和成本,提高地基的稳定性和安全性。(2)加强地基处理技术研发:积极引进和研发先进的地基处理技术,如深层搅拌法、注浆加固法等。这些技术能够更有效地提高地基的承载力和稳定性,降低处理成本 and 环境影响。(3)强化施工管理:在地基处理过程中,加强施工管理,确保施工质量和安全。通过制定详细的施工方案、加强现场监管、落实安全措施等,可以确保地基处理工作的顺利进行。

结束语:通过深入分析地基处理技术和存在的问题,提出了多项优化策略,旨在提高地基的承载力和稳定性,降低处理成本,确保矿山的安全生产和环境保护。随着科技的进步和矿山开采技术的不断发展,露天煤矿排土地基处理技术也将不断创新和完善,为矿山的安全生产提供更加坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]宋仁忠,韩兴,杨日,等.基于岩土重塑特性的排土场分层和稳定性评价方法[J].煤矿安全,2020,51(12):283-287.
- [2]杨福卿,陆翔,周伟,等.露天煤矿排土场土石混体K0系数试验研究[J].煤炭工程,2021,53(9):138-139
- [3]宋仁忠,韩兴,杨日,等.基于岩土重塑特性的排土场分层和稳定性评价方法[J].煤矿安全,2020,51(12):283-287.
- [4]赵洪宝,魏子强,罗科,等.降雨工况下露天矿排土场边坡稳定性与治理措施[J].煤炭科学技术,2019,47(10):67-74.