

# 露天煤矿边坡管理研究：策略与未来展望

任加科

永平县羊街煤炭有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i5.7696

**[摘要]** 在广袤的大地上, 露天煤矿如巨大的棋盘, 每一块煤田都蕴藏着无尽的黑能量。然而, 在这看似平静的开采过程中, 边坡管理却是一项充满挑战的任务。边坡的失稳不仅可能打断矿山生产的节奏, 更可能引发连锁反应, 造成无法挽回的安全事故。因此, 对露天煤矿边坡进行精细化而科学的管理, 就如同为这座能源之城筑起一道坚实的防线。本文将深入剖析边坡稳定性的内在逻辑, 探索先进的监测技术, 并讨论有效的防治措施, 为矿山管理者提供一套切实可行的管理策略, 确保矿山生产的安全与稳定。

**[关键词]** 边坡管理、稳定性分析、监测技术、防治措施、集成化发展

## Research on Slope Management in Open pit Coal Mines: Strategies and Future Prospects

Ren Jiako

Yongping County Yangjie Coal Co., Ltd

**[Abstract]** On the vast land, open-pit coal mines are like huge chessboards, and each coalfield contains endless black energy. However, in this seemingly calm mining process, slope management is a challenging task. The instability of slopes may not only disrupt the rhythm of mining production, but also trigger a chain reaction, causing irreparable safety accidents. Therefore, precise and scientific management of open-pit coal mine slopes is like building a solid defense line for this energy city. This article will delve into the inherent logic of slope stability, explore advanced monitoring techniques, and discuss effective prevention and control measures, providing a practical and feasible management strategy for mine managers to ensure the safety and stability of mine production.

**[Key words]** slope management, stability analysis, monitoring technology, prevention and control measures, integrated development

### 一、引言

在煤炭开采的宏大画卷中, 露天煤矿以其高效、直接的开采方式占据着重要的地位。然而, 随着开采的降深, 边坡管理的问题也日益凸显。边坡的失稳, 如同隐藏在平静水面下的暗流, 随时可能打破现有的平衡, 给煤矿生产带来无法预料的冲击。因此, 对露天煤矿边坡进行细致而深入的管理研究, 不仅是对矿山生产安全的保障, 更是对矿工生命安全的尊重。

### 二、露天煤矿边坡稳定性分析

1. 边坡地质条件的奥秘: 露天煤矿边坡的稳定性, 首先取决于内因的地质条件。地层岩性的坚硬与脆弱、地质构造的复杂与简单、水文地质涉及多种地质、水文以及环境因素, 都是影响边坡稳定性的重要因素。这些因素相互交织、相互影响, 共同组成了边坡稳定的安全影响因素<sup>[1]</sup>。

2. 稳定性评价方法的探索: 为了探索露天煤矿边坡稳定性的神秘面纱, 我们采用了多种评价方法。定性分析法如同一位经验丰富的矿工, 通过观察和经验判断边坡的稳定性; 而定量分析法则如同一位精确的数学家, 通过数学模型和计算来评估边坡的稳定性。极限平衡法和有限元法就是其中的佼佼者, 它们能够根据边坡的实际情况进行精确的计算和评估。

3. 边坡稳定性计算与预测的智慧: 通过综合分析边坡地质条件和影响因素, 可以计算边坡稳定性平滑指数并预测短期变化趋势。这种智慧计算和预测方法为边坡管理提供了重

要依据, 帮助实现对边坡稳定性的有效监测和预防措施的制定。这就如同为矿山管理者提供了一双透视眼, 让他们能够提前发现潜在的边坡稳定性问题, 从而采取相应的措施加以应对。

在未来的研究中, 我们将不断探索更先进的边坡管理技术和方法, 以提升露天煤矿的安全生产保障。新兴的人工智能算法将助力边坡稳定性评估, 通过机器学习和预测分析, 这些算法能够识别传统方法难以发现的微小变化, 从而为边坡管理提供更加智能化的支持。我们期望这些技术的发展能够引发更多对露天煤矿边坡管理问题的关注, 共同促进矿山安全生产的进步和可持续发展。

### 三、露天煤矿边坡监测技术研究之旅

1. 传统监测方法的局限: 想象一下, 一群工人手持工具, 在边坡上艰难地巡查, 这就是传统边坡监测的写照。这种方法不仅监测范围有限, 而且监测频率也相对较低, 往往难以捕捉到边坡的微小变化<sup>[2]</sup>。此外, 数据处理也是一项繁琐而艰巨的任务, 需要耗费大量的人力和时间。

2. 现代监测技术的革新: 如今, 随着科技的飞速发展, 遥感监测、GPS 监测、GNSS 监测、无人机航摄<sup>[3]</sup>和边坡雷达监测等现代技术纷纷涌现。它们如同拥有千里眼的守护者, 能够实时监测边坡的变化, 并将数据迅速传输到处理中心。这些技术不仅提高了监测的准确性和效率, 还为边坡管理提供了科学的依据。

此外, 物联网技术和传感器技术也为边坡监测带来了新

的突破<sup>[4]</sup>。它们能够实时采集边坡的各种数据,如位移、岩体应力、地下水位、降雨量、倾斜、温度等,为边坡稳定性的评估提供了更加全面的信息。

3. 监测数据的智慧处理:在海量监测数据面前,智慧处理成为了关键。如何高效分析这些数据,挖掘其中隐藏的价值,成为了我们面临的重要挑战。专业的数据处理和分析方法如同智慧的钥匙,能够解锁数据的奥秘。通过这些方法,我们可以及时发现异常数据,并对其进行深入分析和预测。这为采取相应的措施提供了有力的依据,使得边坡管理更加精准和高效。

#### 四、露天煤矿边坡失稳防治的双重策略

1. 工程措施的加固:在防治边坡失稳方面,工程措施如同一道坚实的屏障。边坡加固技术、排水系统设计和植被恢复与生态修复等措施共同构成了这道屏障的基石。它们能够有效提高边坡的稳定性,减少边坡失稳的风险。这些措施的实施需要专业的团队和精细的操作,以确保其效果和安全性。

2. 管理措施的守护:除了工程措施外,管理措施同样重要。制定边坡管理规范、加强现场监管与巡查以及应急预案制定与演练等措施共同构成了边坡管理的安全网。这些措施能够确保边坡管理的规范化和科学化,降低边坡失稳的发生概率。同时,定期组织员工进行应急演练也是非常重要的,它能够提高员工应对突发事件的能力,确保在紧急情况下能够迅速而有效地采取措施。

#### 五、未来研究方向与展望

通过持续努力和研究,我们期待为露天煤矿边坡管理提供更多的科学依据和技术支持。未来的研究方向主要包括以下几个方面:

(一) 继续完善和创新边坡监测技术,提高监测的准确性和时效性。

##### 1. 监测技术的智能化发展

未来,露天煤矿边坡监测技术将迈向智能化新纪元。物联网、大数据与人工智能的深度融合,将赋予边坡监测前所未有的智慧与力量。智能监测设备将如魔法般实时捕捉边坡的微妙变化,如位移、岩体应力、地下水位、降雨量、倾斜、温度等数据尽在掌控,通过智能算法,我们可精准预测边坡稳定性,确保煤矿生产安全。

##### 2. 监测技术的集成化发展

未来的露天煤矿边坡监测技术还将朝着集成化的方向发展。各种监测技术,如遥感监测、GPS监测、GNSS监测和边坡雷达监测、无人机航拍技术等,将被集成在一起,形成一个全面的可视化监测系统。这个系统将能够实时监测边坡的变化,并将数据迅速传输到处理中心。通过这种方式,我们将能够更全面、更准确地了解边坡的稳定性。

##### 3. 监测数据的深度处理与分析

海量监测数据的有效处理和分析已成为未来监测技术实现统一存储、协同工作的关键。先进的数据处理和分析方法可帮助及时发现异常数据并对其进行深入分析和预测,为边坡管理提供有力依据。这使得边坡管理工作更加精准和高效,为制定更科学的防治措施提供支撑。

(二) 继续深入研究边坡稳定性多元化评价方法,为制定更科学的边坡防治措施提供依据。

##### 1. 地质结构对边坡稳定性的影响

露天煤矿的边坡岩体稳定性受到多种因素的影响,包括地质构造复杂性以及水文地质条件错中复杂。岩性的软硬程度、构造特征及水文地质条件的饱和程度,这些因素相互交织、相互影响,共同构成了边坡稳定性的复杂网络。此

外,还需要考虑地下水活动、地震活动等自然因素,它们也可能对边坡稳定性产生影响。

##### 2. 边坡稳定性评价方法的完善

为了更精确地评估边坡稳定性,我们亟需深化边坡稳定性评价体系的创新与完善。除了传统的定性分析与定量评估,我们还应积极探索数值模拟和遥感技术等新兴手段。数值模拟能够精准模拟边坡在各种条件下的响应,而遥感技术则能全面捕捉边坡及其环境信息,为分析影响稳定性的因素提供有力支持。

##### 3. 边坡稳定性预测的挑战

边坡稳定性的预测是一项极具挑战性的任务。边坡稳定性受到众多因素交织影响,这些复杂多变的相互作用让边坡稳定性预测变得异常棘手。更棘手的是,边坡失稳常常突如其来,充满了不确定性,给防范工作带来了极大的挑战。因此,我们需要开发更先进的预测技术,以提高边坡稳定性预测的准确性。

(三) 优化和完善工程措施和管理措施,提高边坡管理的效率和效果。

##### 1. 工程措施的优化

为了防治边坡失稳,工程措施是必不可少的一环。未来的露天煤矿边坡管理将更加注重工程措施的优化。通过使用先进的边坡加固技术、排水系统设计和植被恢复与生态修复等措施,将能够更有效地提高边坡的稳定性,减少边坡失稳的风险。

##### 2. 管理措施的规范化

管理措施也是防治边坡失稳的重要环节。未来的露天煤矿边坡管理将更加注重管理措施的规范化。通过制定边坡管理规范、加强现场监管与巡查以及应急预案制定与演练等措施,将能够确保边坡管理的规范化和科学化,降低边坡失稳的发生概率。

##### 3. 监测技术与防治措施的结合

未来的露天煤矿边坡管理将更加注重监测技术与防治措施的结合。通过实时监测边坡的变化,并将监测数据用于指导边坡防治措施的制定和实施,将能够更有效地提高边坡的稳定性,保障矿山的安全生产。

#### 六、结论

露天煤矿边坡管理是一项充满挑战的任务,但也是保障矿山安全生产的重要环节。通过对边坡稳定性的深入分析,先进的监测技术,以及有效的防治措施,我们可以确保露天煤矿生产的安全与稳定。未来的露天煤矿边坡管理将朝着智能化、集成化、规范化方向发展,通过监测技术与防治措施的结合,更有效地提高边坡的稳定性,保障露天煤矿的安全生产。

#### [参考文献]

[1]张青松,韦祖宁,王跃,张士海.露天矿采区边坡安全管理研究[J].中国科技期刊数据库 工业A,2024(2):0085-0088

[2][1]刘定帅,赵兆龙.无人机技术在布沼坝露天矿边坡管理中的应用[J].露天采矿技术,2022,37(03):85-87. DOI: 10.13235/j.cnki.ltcn.2022.03.021.

[3]高明阳.基于无人机测绘技术的露天矿区边坡变形识别方法[J].科技与创新,2024,(07):185-187. DOI: 10.15913/j.cnki.kjycx.2024.07.054.

[4]尹航.GNSS技术在地质灾害安全监测预警系统中的应用[J].中国高新科技,2024,(03):53-55. DOI: 10.13535/j.cnki.10-1507/n.2024.03.12.