

提高露天煤矿排水系统效率的技术措施

方峥嵘

陕西神延煤炭责任有限公司西湾露天煤矿 陕西 榆林 719300

摘要：露天煤矿作为重要的矿产开采方式，其排水系统的性能和稳定性直接关系到矿区的安全生产和环境保护。随着科技的不断进步，传统的排水系统已无法满足现代矿业的高效、安全、环保要求；因此，本文深入探讨了露天煤矿排水系统的工作原理及现状，并提出了一系列切实可行的技术措施，以期提升排水系统的整体性能，保障矿山的稳定运营。

关键词：露天煤矿；排水系统；效率；技术措施

引言：在科技日新月异的今天，露天煤矿排水系统也面临着技术升级和创新的需求；本文全面分析了露天煤矿排水系统的工作原理、现状，并提出了一系列技术措施以提升排水系统的效率和稳定性。通过优化系统设计、更新升级设备、引入智能控制与管理系统、加强维护与检修、合理布局与改造排水管网、建立水质监测系统以及开展科研与技术创新等举措，旨在确保露天煤矿的安全生产和环境保护。

1 露天煤矿排水系统的工作原理

露天煤矿排水系统的工作原理主要涉及到排水设施的组织和工作机制，以确保矿区的安全生产。（1）露天煤矿排水系统通常由多个关键部分组成，包括排水沟渠、集水坑、水泵和排水管道等；这些部分协同工作，以有效地排除矿区的积水，在雨天或矿区内有水源的情况下，水会流入预先设置的排水沟渠。这些沟渠经过精心设计，能够快速将水流引导至集水坑。（2）集水坑则起到暂时蓄水的作用，同时防止水流直接涌入矿坑，确保采矿作业的安全，集水坑通常设有水位监测设备，当水位达到一定高度时，会自动启动或关闭排水系统。（3）水泵开始工作，将集水坑中的水抽出，并通过排水管道排放到远离矿区的安全区域，水泵的选择通常要考虑其抽水量、扬程和耐用性等因素，以确保排水的高效和稳定。（4）整个排水系统通过自动控制或人工控制进行监控和管理，确保在任何天气条件下矿区的积水都能及时排除，从而保障露天煤矿的安全生产^[1]。

2 露天煤矿排水系统现状分析

2.1 排水系统设施状况

在露天煤矿的运营过程中，排水系统设施的状况对于煤矿的安全和高效运营至关重要；然而，当前许多露天煤矿的排水系统设施都面临着老化的严峻挑战。这些设施长期暴露在恶劣的自然环境中，不仅要承受风吹雨

打，还要应对煤矿作业产生的各种化学物质和颗粒物的影响。随着时间的推移，设备的物理性能和功能逐渐退化，给煤矿的正常运营带来了极大的隐患，特别是那些已经运行多年的老旧设备，如水泵和排水管道，其性能下降尤为明显。水泵作为排水系统的核心设备，其密封性能的下降会直接导致漏水现象的发生，这不仅会降低水泵的效率，增加能耗，还可能对周边环境造成污染，由于长期受到雨水和地下水的侵蚀，排水管道的内壁容易出现腐蚀和破损。

2.2 设计与技术水平

在露天煤矿的排水系统设计中，一些关键问题仍需关注；目前，部分煤矿的排水系统设计仍遵循传统方法，这种方法往往没有针对具体矿区的地质和气候条件进行专门优化。这样的设计在日常运营中或许能够满足基本需求，但在遭遇极端天气如暴雨、暴风雪，或在地质条件复杂、地下水位高的区域，传统的排水系统可能会显得力不从心，导致排水效率低下，甚至有可能出现系统完全失效的情况。从行业整体来看，虽然某些煤矿已经开始尝试引入先进的排水技术，但普及率并不高，很多煤矿还是依赖于多年前的老旧设备和技术，老技术不仅在效率上远不及现代技术，而且更容易出现故障，增加了运营成本和风险；这种技术滞后不仅影响了煤矿的日常生产效率，更可能对矿工的安全构成威胁。

2.3 管理与维护状况

在露天煤矿排水系统的管理与维护方面，存在明显的问题；（1）许多露天煤矿没有组建起专业的维护团队，由于专业维护人员的缺乏，排水系统在日常运营中得不到有效的监控和维护，潜在的故障和问题因此无法被及时发现，更谈不上得到妥善解决^[2]。（2）定期的检查和维修机制不完善也是导致问题严重的一个原因，没有定期检查，就意味着无法及时了解设备的运行状况，

也无法预防可能出现的问题，这种管理上的疏忽往往会导致设备在关键时刻出现故障，给煤矿的正常运营带来严重影响。(3)部分煤矿对排水系统的重视程度不够，这也是导致管理与维护缺失的重要原因，由于资金投入不足，必要的维护和更新工作往往被搁置，长期下来，不仅加剧了排水系统的老化，还可能引发更大的安全隐患。

3 提高排水系统效率的技术措施

3.1 优化排水系统设计

为了提升露天煤矿排水系统的效率和稳定性，首先需要从设计层面进行优化。现代化设计理念，如模块化和智能化，应该被引入到排水系统的设计中，模块化设计允许系统更容易地进行扩展和维护，而智能化设计则能够提升系统的自动控制和调节能力。第一，模块化设计可以将排水系统分解为若干个独立但相互关联的功能模块，如水泵模块、管道模块、控制系统模块等；每个模块都可以独立设计、生产和测试，这样不仅提高了生产效率，还便于未来的维护和升级。第二，智能化设计则主要体现在自动控制系统上。通过引入先进的传感器、执行器和控制器，实现排水系统的自动调节和控制；第三，针对不同地质和气候条件进行定制化设计也是提升排水系统性能的关键，不同的地质和气候条件会对排水系统产生不同的影响；因此，在设计时需要充分考虑这些因素，以确保排水系统能够在各种环境下稳定运行。

3.2 更新与升级设备

在露天煤矿的排水系统中，设备是确保系统正常运行的核心，更新与升级设备成为提高排水系统效率和稳定性的关键步骤。(1)新型水泵和电机通常采用先进的节能技术和材料，具有更高的能效比和更长的使用寿命，这意味着在相同的排水量下，新型设备消耗的能源更少，从而为企业节省了大量的能源成本，设备的维护简便性也是一个重要的考虑因素。(2)传统设备可能需要频繁的维护和检修，不仅增加了企业的运营成本，还可能影响煤矿的正常生产；而新型设备通常具有更高的可靠性和更少的故障率，减少了维护和检修的频率，从而提高了煤矿的生产效率^[1]。(3)自动化监控系统能够实时监测排水系统的运行状态，包括水位、流量、压力等关键参数，确保系统始终处于最佳工作状态，一旦发现异常情况，如水位过高或设备故障，系统可以立即发出警报并采取相应的控制措施，如自动启动备用设备或关闭故障设备等，从而确保排水系统的安全运行。

3.3 引入智能控制与管理系统

随着科技的持续进步，物联网(IoT)技术在露天

煤矿排水系统中的应用已经引发了深刻的变革；通过物联网传感器，我们能够实时且全面地收集到关于水位、流量、温度、压力等多维度数据。例如，在某露天煤矿中，我们安装的水位传感器每分钟都在记录数据，显示过去一个月的平均水位为1.2米，水位峰值为1.8米，而最低值则为0.8米；同时，通过流量传感器的测量，我们了解到排水系统的平均日排水量为2000立方米，最大日排水量甚至达到了2800立方米。

利用大数据和AI技术，我们对这些宝贵的历史数据进行了深入分析，基于过去一年的数据，智能系统能够预测即将到来的雨季中水位的变化趋势，预计平均水位将上升0.3米，最高可能达到2.2米。有了这样的预测，系统能够自动调整排水策略，比如增加排水泵的运行时间和功率，从而确保矿区的安全。

此外，智能控制与管理系统还实现了远程监控和操作的功能，管理人员只需通过手机APP，就能随时查看当前的实时状态，比如当前的水位和排水流量，以及过去一周的平均每日排水量和峰值等详细数据报表，引入这套智能系统后，带来的效益也是显而易见的。首先，人力成本大幅降低，原本需要5人轮班进行的手动监控工作，现在仅需1人进行远程监控即可完成，有效减少了4个人力资源的使用。其次，管理难度也随之下降，系统能够自动进行预警和调整策略，管理人员只需在必要时进行干预，大大提高了管理效率。最后，工作效率也得到了显著提升，无论是响应时间还是处理问题的速度，都比以往更加迅速和高效。如表1所示，为露天煤矿水位与排水量数据。

表1 露天煤矿水位与排水量数据

项目	平均值	峰值	最低值
水位(米)	1.2	1.8	0.8
日排水量(立方米)	2000	2800	-

3.4 加强维护与检修

为了确保露天煤矿排水系统的持续高效运行，加强维护与检修工作至关重要，这包括两个核心方面：定期进行设备检查与维护，以及建立完善的故障预警与应急响应机制。(1)定期进行设备检查与维护是预防故障、延长设备使用寿命的关键。这意味着需要制定详细的检查计划，包括定期更换易损件、清洁设备、检查紧固件等；此外，对泵站、电机、水泵等关键设备，应进行深入的专业检查，确保其内部零件的正常运行，在检查过程中，一旦发现任何异常或潜在问题，应立即进行修复，以避免小问题演变成大故障。(2)建立完善的故障预警与应急响应机制同样重要。通过安装传感器和监控

系统，可以实时监测设备的运行状态，一旦发现异常，系统应立即发出预警；同时，应制定详细的应急响应计划，包括故障排查流程、备件库存管理、专业人员调配等，以确保在故障发生时能够迅速、有效地进行应对。

3.5 合理布局与改造排水管网

排水管网，作为露天煤矿排水系统的“血脉”，承载着将矿坑内的积水迅速、有效地排出的重要任务，在对现有的排水管网进行合理布局和优化之前，需要对整个管网进行全面的“体检”，这包括检查管道的完整性、通畅性以及是否存在堵塞或破损等问题。通过先进的检测设备和技术，如CCTV（闭路电视）检测系统，可以清晰地看到管道内部的情况，从而准确地识别出可能存在的瓶颈和堵塞点。了解了现有管网的状况后，下一步就是根据矿区的实际情况进行布局优化，这需要综合考虑多个因素，如地形、气候条件、涌水量以及矿山的开采计划等。例如，在地势较低的区域增加排水管道，以确保水能够顺利排出；在涌水量大的区域，可以考虑增大管道直径或增设并行管道，以提高排水能力。因此，一旦发现这类问题，应立即进行更换或修复，在更换或修复过程中，可以考虑使用更耐用、更环保的材料和技术，以提高管道的寿命和性能。

3.6 建立水质监测系统

在露天煤矿排水过程中，水质是一个不容忽视的问题，需要在关键位置设置水质监测点，这些位置应该能够代表整个排水系统的水质状况，包括矿坑出水口、泵站进出口等；在每个监测点，安装在线水质监测设备，这些设备能够连续、自动地监测水中的各种指标^[4]。一旦水质监测设备检测到异常数据，如某项指标超标，系统应立即发出警报，这个警报可以通过多种方式传达给相关人员，如短信通知、电子邮件或APP推送等。通过建立这样一个水质监测系统，我们不仅可以确保排水的高效性，还能有效保护周边环境免受污染，这对于露天煤矿的可持续发展和周边社区的和谐共处具有重要意义。

3.7 开展科研与技术创新

在科技日新月异的今天，露天煤矿排水系统也面临着技术升级和创新的需求，为了提高排水系统的效率和可靠性，与高校、科研机构等合作开展科研和技术创新工作成为了行业的必然选择。这种合作不仅仅是技术的交流与共享，更是资源的整合与优化，高校和科研机构拥有丰富的研究资源和创新能力，而露天煤矿则提供了实际的应用场景和需求。通过深度合作，双方可以共同研发出更高效、更节能的水泵和电机，开发出智能化的排水系统控制策略，以及应用新材料和新工艺来提高设备的耐用性和性能。例如，通过研发新型的水泵和电机，可以提高排水系统的能效比，降低能耗和运行成本，智能化的排水系统控制策略则可以根据实际情况自动调整设备的运行状态，以达到最佳的排水效果；而新材料和新工艺的应用，则可以延长设备的使用寿命，减少维修和更换的频率。

结语：通过本文的探讨，我们可以看到，提高露天煤矿排水系统的效率和稳定性是一个系统工程，涉及多个方面的技术和管理创新。从优化设计到设备升级，从智能控制到科研创新，每一个环节都至关重要。只有全面推进这些技术措施，才能确保露天煤矿排水系统的高效、安全、可靠运行，从而保障矿山的正常生产和周边环境的和谐共处。未来，随着科技的不断发展，我们有理由相信，露天煤矿排水系统将迎来更多的创新和突破。

参考文献

- [1]蒋海江,彭树梁,张记,等.大型矿用潜水泵在布沼坝露天煤矿防洪排水系统中的应用[J].露天采矿技术,2021,36(03):63-65.
- [2]王鹏.河曲旧县露天煤矿排水系统改进设计与实践[J].机械管理开发,2020,35(07):151-152+155.
- [3]陈诗.露天煤矿矿区排土场治理关键技术应用措施研究[J].地下水,2020,41(06):170-171.
- [4]于鹏,邢朕国,赫云兰.露天煤矿桥式自动排水系统技术研究与实践[J].煤炭技术,2019,37(06):203-205.