

# 深部煤矿开采中的矿建工程技术挑战与对策

温济刚

重庆巨能建设集团路桥工程有限公司 重庆 401100

**摘要:** 随着中国煤炭资源的日益消耗,深部煤炭资源的开采逐渐成为了行业发展的重要方向。然而,深部煤矿开采面临着诸多技术挑战,对矿建工程技术提出了更高的要求。本文系统分析了深部煤矿开采中矿建工程技术所面临的主要挑战,并提出了相应的解决对策,以期对相关工程实践提供理论参考。

**关键词:** 深部煤矿; 矿建工程; 技术挑战; 对策

## 引言

深部煤炭资源因其储量大、品质优等特点,对于中国这样一个煤炭消费大国而言具有不可替代的战略意义。然而,随着开采深度的增加,煤矿地质条件变得更加复杂,矿建工程技术所面临的挑战也日益凸显。因此,深入研究深部煤矿开采中的矿建工程技术问题,对于提高煤炭资源的开采效率与安全性具有重大意义。

### 1 深部煤矿开采面临的主要技术挑战

#### 1.1 高地应力问题

深部煤矿开采中,高地应力问题是一个极为关键且复杂的技术挑战。随着煤层埋藏深度的逐渐增加,上覆岩层的重量对下部煤岩体产生的压力也随之急剧增大。这种持续增大的地层压力,导致了煤岩体内部应力的集中与重新分布。在这种高地应力的作用下,煤岩体的物理和力学性质会发生显著变化,其强度和稳定性会受到严重影响。具体而言,高地应力环境会导致煤岩体内部的微裂隙增多,裂隙的扩展和连通性增强,从而降低煤岩体的整体强度和稳定性。这种情况下,巷道的掘进和维护难度会大大增加,巷道变形、片帮、冒顶等事故的风险也会显著提升。同时,高地应力还会加剧煤与瓦斯突出的危险性。在应力集中的区域,煤体的透气性会降低,瓦斯压力会升高,从而增加煤与瓦斯突出的可能性<sup>[1]</sup>。除了对巷道和瓦斯突出的直接影响外,高地应力还可能引发一系列连锁反应,对深部煤矿的开采造成更广泛的影响。例如,高地应力可能导致地下水动力条件的改变,增加矿井水害的风险。同时,高地应力还可能对井下的通风系统、运输系统等其他基础设施造成影响,进一步加大深部煤矿开采的难度和复杂性。

#### 1.2 高温高压环境

在深部煤矿开采过程中,高温高压环境是另一个显著的技术挑战。随着矿井开采深度的不断延伸,地层温度逐渐上升,这种自然增温现象与地球内部的热流传

导机制密切相关。同时,地下水受到上覆岩层压力的作用,其压力也随之增加,形成了特有的高温高压井下工作环境。高温环境对井下作业人员的影响是多方面的。首先,长时间在高温环境中工作,人体的体温调节系统会受到极大挑战,容易出现中暑、热射病等健康问题,严重时甚至危及生命。其次,高温还会加速人体的新陈代谢,导致作业人员体力消耗加快,容易产生疲劳,从而影响工作效率和安全操作。此外,高温高压环境对井下设备和材料也提出了更为苛刻的要求。传统的矿用设备和材料在高温环境中容易出现性能下降、老化加速等问题。例如,电气设备的绝缘材料在高温下容易失效,液压系统的密封件和润滑油也需要更高的耐高温性能。同时,高压环境要求设备和材料具有更高的承压能力,以确保在极端条件下的安全可靠运行。除了对人员和设备的直接影响外,高温高压环境还可能引发其他安全问题。例如,高温可能加剧煤层的自燃倾向,增加火灾风险;高压则可能导致地下水涌入矿井,引发水害事故。

#### 1.3 瓦斯突出与防治难题

在深部煤矿开采过程中,瓦斯突出与防治难题一直是悬在矿业头上的达摩克利斯之剑。随着开采深度的加深,瓦斯问题愈发凸显,对煤矿的安全生产构成极大威胁。深部煤层由于其特殊的成煤环境和长时间的地质作用,往往蕴含大量的瓦斯气体。这些瓦斯在煤层中以游离态和吸附态存在,随着煤层的开采扰动,瓦斯的平衡状态被破坏,极易发生突出事故。瓦斯突出是一种极其复杂的动力现象,它能在极短的时间内释放出大量的瓦斯和煤粉,对矿井造成巨大的破坏,甚至引发人员伤亡。瓦斯压力是深部煤层的另一个显著特点。随着开采深度的增加,地层的静压力逐渐增大,煤层中的瓦斯也承受着越来越高的压力。这种高压状态使得瓦斯更难以控制和管理,一旦发生突出,其危害程度将成倍增加。瓦斯突出的防治一直是煤矿安全领域的研究重点。

然而，由于瓦斯突出机理的复杂性和影响因素的多样性，目前还没有一种方法能够完全有效地预测和防治瓦斯突出。虽然现代科技在瓦斯监测、预警和抽采方面取得了一定的成果，但这些技术在面对深部煤层的瓦斯突出时仍显得捉襟见肘<sup>[2]</sup>。深部煤矿的瓦斯突出与防治难题不仅仅是一个技术问题，更是一个涉及到人员安全、经济效益和环境保护的多维度问题。瓦斯的高效防治不仅需要先进的技术支持，更需要科学的管理体系和全面的安全文化。因此，如何在深部煤矿开采过程中有效地应对瓦斯突出与防治难题，是当前和未来一段时间内煤矿安全领域需要重点关注和深入研究的课题。

#### 1.4 巷道支护与围岩控制

在深部煤矿开采中，巷道支护与围岩控制是确保矿井安全稳定的关键环节。由于深部巷道所处环境的特殊性，其围岩控制难度极大，支护结构也面临着前所未有的挑战。深部巷道的围岩往往承受着高地应力、高温高压等多重因素的复合作用，这使得围岩的变形和破坏行为变得极为复杂。在这种环境下，传统的支护方式往往难以有效地控制围岩的变形，支护结构也容易出现损坏，严重威胁矿井的安全生产。具体来说，深部巷道的围岩控制困难主要体现在以下几个方面：一是围岩的应力分布不均，存在应力集中现象，这增加了支护结构的承载压力；二是围岩的变形量大且速度快，对支护结构的稳定性和耐久性提出了更高要求；三是高温高压环境加速了支护材料的老化和失效，降低了支护效果。因此，针对深部巷道的围岩控制问题，需要深入研究围岩的变形破坏机理，掌握其应力分布和变形规律。同时，还需要积极探索新型的支护技术和材料，以适应深部巷道的特殊环境。这些新型技术和材料不仅需要具备高强度、高稳定性等基本性能，还需要具备良好的耐高温、耐高压等特性，以确保在极端环境下的支护效果。此外，巷道支护与围岩控制还需要充分考虑矿井的整体稳定性和安全性。在实际操作中，需要根据矿井的具体地质条件和开采情况，制定合理的支护方案和围岩控制措施。同时，还需要加强巷道的监测和维护工作，及时发现和处理潜在的安全隐患，确保矿井的安全稳定运行。

## 2 深部煤矿开采中矿建工程技术的对策

### 2.1 发展高效卸压技术

面对深部煤矿开采中的高地应力问题，发展高效卸压技术显得尤为关键。高地应力环境下，煤岩体应力集中、变形加剧，这不仅影响了巷道的稳定性，还大大增加了煤与瓦斯突出的风险。为了解决这一问题，矿业工程领域必须致力于研发和应用更为高效的局部卸压技

术。高压水射流卸压技术是一种具有广阔应用前景的卸压方法。该技术利用高压水流的冲击力和切割作用，对煤岩体进行局部卸压。通过精确控制水流的压力和喷射方向，可以有效地降低煤岩体中的应力集中程度，从而改善巷道的稳定性。此外，高压水射流卸压技术还具有操作简便、效果显著等优点，因此在深部煤矿开采中具有广泛的应用前景。除了高压水射流卸压技术外，深孔爆破卸压技术也是解决高地应力问题的有效手段。深孔爆破卸压技术通过在煤岩体中钻设深孔并填充炸药进行爆破，利用爆炸产生的冲击波和气体压力对煤岩体进行卸压。这种技术能够迅速有效地降低煤岩体中的应力水平，提高巷道的稳定性。但需要注意的是，深孔爆破卸压技术的实施需要精确的爆破参数设计和严格的安全控制措施，以确保爆破过程的安全性和卸压效果的有效性<sup>[3]</sup>。发展高效卸压技术是解决深部煤矿开采中高地应力问题的关键所在。通过不断研发和应用新型卸压技术，如高压水射流卸压和深孔爆破卸压等，我们可以有效地降低煤岩体中的应力集中程度，提高巷道的稳定性，从而为深部煤矿的安全高效开采提供有力保障。

### 2.2 优化围岩控制技术

在深部煤矿开采过程中，优化围岩控制技术是确保巷道稳定、防止围岩变形和破坏的关键。针对深部巷道的特殊环境，单一的支护方式往往难以满足需求，因此，采用主动支护与被动支护相结合的方式成为了一种有效的策略。主动支护，以锚网索支护为代表，其核心思想是通过在围岩中安装锚杆、锚索等构件，主动对围岩施加预紧力，从而改善围岩的应力状态，提高其整体性。这种支护方式能够充分发挥围岩的自承能力，有效抵抗高地应力等外部因素引起的变形。同时，锚网索支护还具有施工简便、成本较低等优点，在深部煤矿开采中得到了广泛应用。被动支护，如注浆加固，则是在围岩发生变形或破坏后，通过向围岩裂隙中注入浆液，使松散的围岩重新胶结成一个整体，恢复其承载能力。注浆加固能够显著提高围岩的强度和稳定性，防止围岩进一步变形和破坏。同时，注浆材料还具有良好的渗透性和粘结性，能够有效填充围岩中的裂隙和孔洞，提高巷道的密封性和安全性。通过主动支护与被动支护的有机结合，可以充分发挥两者的优势，实现对围岩变形的有效控制。在实际应用中，需要根据巷道的地质条件、开采深度等因素，合理选择支护方式和参数，确保支护效果的最大化。同时，还需要加强巷道的监测和维护工作，及时发现和处理潜在的安全隐患，确保矿井的安全稳定运行<sup>[4]</sup>。优化围岩控制技术是深部煤矿开采中不可

或缺的一环。通过采用主动支护与被动支护相结合的方式,我们可以有效改善围岩特性,提高其自承能力,从而实现对围岩变形和破坏的有效控制,为矿井的安全高效开采提供有力保障。

### 2.3 加强热害防治与井下制冷技术研发

深部煤矿开采中,随着开采深度的不断增加,地热问题日益凸显,井下高温环境对矿工的健康和作业效率构成了严重威胁。因此,加强热害防治与井下制冷技术研发显得尤为重要。在热害防治方面,通风降温技术是一种传统而有效的手段。通过合理布置通风系统,增加风量、优化风流路径,可以有效降低井下作业环境的温度。同时,针对深部矿井的特殊环境,还可以采用局部通风降温技术,对高温区域进行重点治理,确保矿工在相对舒适的环境中工作。然而,仅仅依靠通风降温技术往往难以完全解决深部煤矿的热害问题。因此,井下制冷技术的研发与应用成为了另一重要方向。井下制冷技术通过制冷设备将井下空气冷却后再送入作业区域,从而有效降低环境温度。目前,一些先进的井下制冷系统已经能够实现自动化控制,根据井下温度实时调节制冷量,确保作业环境的稳定性。除了上述技术手段外,开发高效、环保的降温新材料也是热害防治的重要一环。这些新材料应具有良好的导热性能和环保特性,能够在降低环境温度的同时,减少对井下环境的污染。例如,研发具有高导热系数的复合材料,用于井下设备的散热片或热交换器,可以显著提高设备的散热效率,降低其运行温度<sup>[5]</sup>。加强热害防治与井下制冷技术研发是改善深部煤矿作业环境的关键举措。通过综合运用通风降温技术、井下制冷技术以及开发高效降温新材料等手段,我们可以有效降低井下作业环境的温度,提高矿工的工作效率和安全保障,推动深部煤矿开采事业的可持续发展。

### 2.4 提升瓦斯抽采与利用技术

在深部煤矿开采过程中,瓦斯问题一直是威胁矿井安全的首要因素。为了有效降低瓦斯突出风险,提升煤矿安全生产水平,加强瓦斯抽采技术的研究与应用显得尤为重要。瓦斯抽采技术的核心在于高效、安全地将

煤层中的瓦斯抽出,从而减少矿井中的瓦斯含量,降低瓦斯突出的可能性。目前,常用的瓦斯抽采方法包括预抽、边采边抽以及采空区抽采等。这些方法各有优势,适用于不同的开采条件和瓦斯赋存状态。为了实现瓦斯的高效抽采,首先需要深入研究瓦斯的赋存规律和运移特性,为抽采方案的设计提供科学依据。同时,还应积极引进和研发先进的瓦斯抽采设备和技术,如大功率、高效率的瓦斯抽采泵,以及智能化的瓦斯抽采监控系统等。这些设备和技术的应用,能够显著提高瓦斯抽采的效率和安全性。此外,瓦斯的综合利用也是提升瓦斯抽采技术的重要方面。通过将抽采出的瓦斯进行净化处理,可以将其作为清洁能源进行利用,如发电、供热等。这不仅能够减少矿井的能源消耗,降低生产成本,还能够有效减少瓦斯的排放,保护环境。提升瓦斯抽采与利用技术是降低瓦斯突出风险、提高煤矿安全生产水平的关键举措。通过加强瓦斯抽采技术的研究与应用,实现瓦斯的高效抽采和综合利用,我们能够为深部煤矿的开采提供更加安全、环保、经济的解决方案。

### 结语

深部煤矿开采是煤炭行业未来的重要发展方向,但也面临着诸多新建工程技术挑战。只有通过不断的技术创新和对策研发,才能有效应对这些挑战,保障深部煤炭资源的安全高效开采。未来,应进一步加大科研投入,推动深部煤矿开采技术的全面升级和发展。

### 参考文献

- [1]陈晓龙.煤矿工程采矿技术与施工安全管理分析[J].能源与节能,2022(6):55-56+59.
- [2]冯江兵.浅析煤矿工程采矿技术与施工安全管理中存在的问题[J].矿业装备,2021(6):162-163
- [3]王海龙.煤矿工程采矿关键技术与安全监督管理[J].矿业装备,2023(04):109-111.
- [4]石梦莹.煤矿工程造价的有效控制及管理探讨[J].内蒙古煤炭经济,2022(23):136-138.
- [5]李阳,杨旭.煤矿工程施工技术与施工安全管理浅析[J].内蒙古煤炭经济,2022(19):118-120.