

煤矿深部开采中存在的问题与策略

孙 轲 陈广鲁

鄂尔多斯市营盘壕煤炭有限公司 内蒙古鄂尔多斯 017300

摘要：煤矿深部开采是煤炭开采行业面临的重要难题，目前我国多数矿井都已经进入到深部开采阶段，想要高质量、安全的开采煤炭，就必须研究深部开采技术，找到目前深部开采面临的问题，并提供对应的解决策略。本文分析了我国煤矿深部开采现状，列举了目前煤矿深部开采存在的问题，并提出了对应的解决策略，希望能为相关从业者开展工作提供一定的理论依据。

关键词：煤矿；深部开采；问题与策略

前言

煤炭是我国重要资源，无论是工业生产还是能源供应都离不开煤炭。我国煤炭资源虽然较为丰富，但由于煤炭需求量较大，这仍然导致我国需要大量进口煤炭。而在国内，部分煤矿的开采年份较长，其开采深度逐年增加，一些中老矿井的开采深度已经超过800米，进入了深部开采阶段。深部开采相比于浅部开采有着更高的难度，由于深度较高，地质环境变化较多、地下温度也较高，地质结构也相对不稳定，这使得深部开采具有较高的危险性和成本。但为了获取更多的煤炭资源，确保煤炭资源能够最大化开采，就需要企业对深部开采工作进行研究，找到其中存在的问题和解决策略，这样才能最大化开采煤炭资源，实现矿井的安全高效开采。

一、我国煤矿深部开采现状

我国煤炭开采深度已经逐渐接近世界发达国家，根据统计得知，我国目前深度达到1000米的煤矿多达数百座。并且由于持续的开采，其深度还在逐渐增加，平均每年矿井的深度都会增加8-16米。

表1 国外煤矿开采深度表

国家	德国	日本	英国	俄罗斯	波兰
平均开采深度 (米)	970	1130	800	1350	750

根据表1数据得知，发达国家的煤矿开采深度处在800米-1300米之间，而我国目前平均开采深度已经达到1200米，已经与世界发达国家相当。这导致我国无法直接吸收发达国家已有的开采经验，而需要独立探索开采技术，这给工作人员提出了较大的难题。

同时，我国幅员辽阔，有着诸多的地形地貌，各区域地质条件有着极大差异，这就导致在对不同矿井开展深部开采工作时，使用的技术也大相径庭。不同地质条件需要采用差异化的技术开采，这就要求相关工作人员必须要根据不同地形、地质结构设计不同的开采技术和策划，这样才能更好的开采煤炭资源^[1]。

二、煤矿深部开采存在的问题

(一) 地面沉降问题

我国部分煤矿位于平原区域，在挖掘时表层主要以土壤为主，缺乏岩层支撑。在挖掘过程中，一旦在地表下形成空洞，那么缺乏岩层支撑的土壤在受到雨水侵蚀后就可能会出现变形、沉降等问题。这会给井下工作人员带来较大的安全风险，同时也会破坏地表状态，引发地表塌陷问题，对矿井周边居民的生命财产安全造成危害。

(二) 开采成本大幅度提升

相比于浅层煤炭，深层煤炭的开采难度较高，随着矿洞深度不断增加，岩体塑性不断增大，原岩应力也在不断增大，这会导致矿压变得十分明显且强烈。并且随着矿井深度的增加，覆石承受的压力也会越来越大，整个结构承载体系被破坏也会愈发严重，这可能会导致围岩变形，甚至带来较大安全风险。同时，由于地压的不断增大，围岩会受到深部高应力的影响，从而出现移动、变形等问题，这可能会引发巷道变形、巷道坍塌等问题。因此，为了保证开采安全，企业往往需要耗费大量资金构建支护结构。并且由于承载的压力较大，巷道和支护结构还需要经常维护，这一定程度上也提升了开采成本。

同时，由于深部开采的深度都在800米左右，想在

如此深度开采煤炭，需要特殊设备，同时还需要为工作人员准备特殊的防护物品，还需要为工作人员提供深部开采技能培训，这也使得开采成本显著增加。并且从几百米深度的矿井中将煤炭输送到地面上也需要投入较高的成本，这也使得开采成本大幅度提升^[2]。

（三）地下温度较高

随着矿井深度的不断提升，距离地壳的距离也越来越近，温度会逐渐开始上升。地下温度的高低对开采工作有着重要影响，这种温度也可以被称为矿井温度。温度提升会导致矿井内的工作环境变得十分恶劣，再加上矿井深度提升，会使得矿井内空气的压力发生变化，当风流顺着巷道向下流动时，巷道内的空气压力值会逐渐增大，空气会逐渐压缩，此时空气会大量吸热，使得矿井内的温度会进一步提升。

同时，由于巷道温度增加，再加上距离地壳越来越远，地下岩层的温度可能会高达60℃，这不仅会影响挖掘效率，也会影响工作人员的健康，诱发各类疾病。同时，恶劣的工作环境还会影响工作人员的工作状态，使得工作人员难以长时间保持专注，这会带来一定的安全风险^[3]。

（四）掘进难度增大

由于深度增加，岩石特性也在逐渐发生变化，早期的浅部岩性变化较小，对巷道掘进影响也较小。但随着巷道不断加深，其岩性可能会发生巨大变化，使用与浅部相同的支护措施和支护参数无法再保证巷道稳定性。在深部开采时，岩性对于巷道位置选择以及支护技术使用有着主导性作用，并且随着巷道加深，巷道岩性还会变得更加复杂，可能A区域属于某种岩性，而数十米后的B区域则属于另一种岩性，这就需要工作人员对岩性具有良好的把握，这样才能使用正确的支护技术，确保巷道稳定性。

三、煤矿深部开采策略

（一）强化支护技术使用

深部挖掘相比于浅部挖掘，其更容易受到矿压的影响。因此，在矿井内部十分容易出现坍塌问题，当地质条件较差时，矿压就可能会导致煤层或岩石坍塌，这就可能会引发地面塌陷或是沉降问题。目前针对这种问题，部分采煤企业选择采空区充填的方式来解决改问题。采空区充填与传统支护技术有着较大差异，该支护技术是在采掘完毕后进行。在将煤炭采掘后，在地层下会形成较大的空洞，这会破坏原本的承载体系，导致围岩承受的

压力大幅度提升，从而带来坍塌风险。该技术是在采掘完毕后，将水泥、砂浆或是其他填充物注入到采空区内，这就能消除采空区内的矿压，提升围岩的承载力，从而保证承载体系稳定，降低巷道塌陷和地面沉降风险。

硬化砂浆支护也是常用的支护技术。该技术与采空区充填技术有着一定的相似性，但能够被用于掘进期间的支护。该技术是将水泥砂浆、硬化砂浆注入到煤层或是岩石缝隙之中，当这些砂浆硬化后，就能形成一层支护层，这能够提升围岩的承载能力，起到抵抗矿压的作用。锚杆支护、钢筋网支护则是能够被应用于浅部和深部的支护技术，在应用这些技术时必须提前考察岩层情况，了解其承载力、矿压、岩性，正确使用支护技术，这样才能避免出现坍塌、沉降等问题^[4]。

（二）解决成本问题

想要降低开采成本，就要尽可能减少浪费情况，这就要求开采之前做好前期勘察工作，避免出现随意掘进、随意开采的情况。岩性与掘进、开采有着密切联系，在掘进之前，工作人员需要对岩层的岩性、结构等内容开展调查和检测，选择合理的掘进方式和支护方式，这不仅能够保证掘进效率和掘进质量，降低掘进风险，还能一次性完成支护工作，避免出现多次施工的情况，这就能有效降低掘进和支护成本。

企业还可以建立一套地质岩层运动监测系统，利用信息技术对岩层结构变化、岩性变化、矿压变化进行监测。在建立系统之后，将大量传感器置入到围岩和支护系统之中，传感器就能不断收集数据信息，通过对数据信息进行分析，工作人员就能了解到矿压是否发生变化，巷道是否出现形变。从而及时对巷道支护系统进行维护，或是通知工作人员撤离，这不仅能降低安全风险，还能更好的对巷道支护系统进行控制，避免无谓的维护工作，从而降低成本。

在机械设备和防护装备方面，企业要为其提供良好的维护，同时要对工作人员灌输爱护公物的思想，尽可能减少这些物品的损耗，这样也能一定程度上控制成本。企业还可以采用全机械化的方式运输煤炭，将过去的小型机械更换为大型机械，这虽然在初期导致成本增加，但在维护、使用上为企业提供了较大便利。相比于多台小型机械，大型机械有着更高的效率，综合使用成本也更低^[5]。

（三）使用井下高温控制技术

通风降温是最常见的井下高温控制技术，一般深度

不超过1000米时,使用普通的通风降温技术就能获得良好效果,但超过1000米的矿井则需要采用人工制冷来控制井下温度。目前我国多数矿井采用的通风降温设备是通风机,在使用通风机构建通风系统后,就能将外部的正常空气送入矿井内,将矿井内的高温空气送出,这不仅能控制温度,也能保证瓦斯等有害气体含量较低,避免引发安全问题。

随着矿井深度的加深,传统通风降温已经无法满足需求,此时就需要进行人工制冷降温。人工制冷降温有两种方式,水冷和冰冷。水冷是将地面或是地下的冷水送入井下工作站,之后通过高低压换热器和空冷器吸收井下的热量,之后再将其排出,从而达到降温效果。而冰冷则是在井上制造冰,之后将冰送入井下的融冰池,融冰后形成的冷水就可能送到井下工作面进行喷雾降温。

部分井下也采用了空调制冷的方式来控制温度。例如,在某煤矿中存在严重的高温热害问题,为了解决该问题,该煤矿采用矿井空调制冷降温技术。该系统主要包括地面制冷和井下供冷两个系统。瓦斯发电先期总装机功率3.6MW,每小时消耗1200m³纯瓦斯量,利用产生的余热制取饱和蒸汽3t/h;制冷总容量为21MW。系统采用了2台1800KW高浓瓦斯发电机组,3台制冷功率5MW蒸汽式溴化锂制冷机组,3台单机制冷功率5MW离心式电制冷机组,1套交换能力为17.3MW井下三腔冷媒分配设备。采取掘进工作面串接直供式的降温方式后,各工作面平均掘进工作面温度降到25℃左右^[6]。

(四) 采用更加先进的掘进技术

掘进技术与深部开采工作质量有着直接联系,良好的掘进技术能够避免大量问题,提升开采效率和质量。传统掘进是采用机械或是爆破的方式,这种方式或是会产生较大震动,引发地层结构变化,或是工作效率较低。

随着科技发展,大量全新的掘进技术和设备开始出现。目前针对深部掘进出现了专业煤矿掘进机,该机械相比于传统的挖掘设备具有掘进效率高、掘进安全等优点。该设备在掘进过程中,能够采用一边掘进一边支护的方式开展工作,这就能大幅度提升掘进效率和掘进安

全性,尽可能避免在掘进过程中由于岩层结构遭到破坏而引发的巷道坍塌问题。

先进的掘进技术也能够提升掘进安全性和效率。在目前,矿井掘进开始大量使用定向爆破,在开始爆破之前,要仔细评估爆破威力,选择正确的装药量、装药深度,并使用计算机系统模拟爆破情况。这就能一定程度上降低爆破风险,确保爆破能够达到预期效果^[7]。

结语

煤矿深层开采有着较高的难度,在开采过程中可能会面临矿压较高、温度较高、地质变化较为频繁等问题,这给开采工作带来了一定的不确定性以及风险。为了解决这一问题,相关工作人员就应该对深部开采进行细致的研究,找到其中存在的问题,并尽可能使用现代化技术解决这些问题,从而提升开采效率、开采质量,保证开采安全性。在实际的开采过程中,同样要重视对岩层的监测,尽可能将信息技术应用其中,建立其完善的信息化监测系统,这样就能尽可能减低开采风险,并为后续的开采工作提供足够的技术支持。

参考文献

- [1] 赫焕丽.浅析煤矿深部开采在机电方面存在的问题及解决方法[J].安防科技,2020,000(010):P.120-120.
- [2] 薛光辉,管健,柴敬轩,等.基于神经网络PID综掘巷道超前支架支撑力自适应控制[J].煤炭学报,2019,44(11):8.
- [3] 刘鹏城.煤矿开采过程中存在问题及应对措施浅析[J].中国战略新兴产业:理论版,2019(17):1.
- [4] 高飞,王晓鹏.煤矿井下采矿技术存在问题及优化措施[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(003):000.
- [5] 张永生.煤矿开采过程中凸显的问题研究[J].能源与节能,2020(9):2.
- [6] 谢志旭.金矿深部开采现状及发展策略[J].工程建设(重庆),2021,4(3):3.
- [7] 徐保财.我国煤矿深部开采现状及灾害防治分析[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(16):2.