

掘进工作面顶板管理与冒顶事故预防技术

李卫栋

国电建投内蒙古能源有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017209

摘要: 煤矿掘进工作面顶板管理与冒顶事故预防是保障煤矿安全生产的关键环节。本文深入探讨了顶板管理的重要性,全面分析了冒顶事故的原因,包括复杂地质因素、支护措施不到位、掘进工艺不合理以及人为因素等。在此基础上,提出了一系列针对性的预防措施,如加强地质勘探与预报、优化支护设计、合理控制掘进速度、提高支护材料质量、加强安全教育与培训、制定应急预案等。通过科学管理和技术创新,可有效降低冒顶事故风险,保障矿工生命安全。

关键词: 煤矿掘进; 顶板管理; 冒顶事故; 预防技术

1 引言

煤炭作为我国重要的能源资源,在国民经济中占据着举足轻重的地位。随着煤炭资源需求的持续增长,煤矿掘进工作面的安全生产问题日益凸显。顶板管理是煤矿掘进作业中的核心环节,其直接关系到矿工的生命安全和煤矿的正常生产。冒顶事故作为煤矿掘进中常见且危害严重的事故类型,一旦发生,往往会造成人员伤亡、设备损坏和生产中断,给煤矿企业带来巨大的经济损失和社会影响。因此,深入研究煤矿掘进工作面顶板管理与冒顶事故预防技术,对于提高煤矿安全生产水平、保障矿工生命安全具有深远的现实意义。

2 煤矿掘进工作面顶板管理的重要性

2.1 顶板管理对安全生产的影响

顶板是煤矿掘进工作面的重要构成部分,它承受着上覆岩层的巨大压力。在掘进过程中,顶板的稳定性至关重要。一旦顶板管理不善,就可能发生冒顶事故。冒顶事故不仅会导致矿工被困、伤亡,还会破坏巷道内的设备和设施,使生产陷入瘫痪。据统计,冒顶事故在煤矿事故中占有较大比重,且往往造成严重的后果。因此,加强顶板管理是保障煤矿安全生产的重要措施之一。

2.2 顶板管理对生产效率的影响

良好的顶板管理不仅有助于保障安全生产,还能提高煤矿的生产效率。通过合理的支护设计和顶板控制措施,可以减少顶板垮塌和冒顶事故对生产进度的影响,确保掘进作业的连续性和稳定性。当顶板得到有效管理时,掘进设备可以正常运行,矿工能够安心作业,从而提高掘进速度和生产效率。相反,如果顶板管理不善,频繁发生冒顶事故,将导致生产中断,设备损坏,维修和更换成本增加,严重影响煤矿的生产效率。此外,有效的顶板管理还能降低因事故导致的设备维修和更换成

本,提高煤矿的经济效益。

3 煤矿掘进工作面冒顶事故的原因分析

3.1 地质因素

3.1.1 复杂的地质构造

煤矿地质条件复杂多变,地层结构不稳定、岩石强度低、节理发育等情况都会给顶板带来一定程度的威胁。例如,断层、褶皱等地质构造会使岩层产生错动和位移,破坏岩层的完整性,导致顶板容易出现离层、冒落等现象。在掘进过程中,如果遇到这些地质构造区域,顶板管理的难度将大大增加^[1]。以某煤矿为例,在掘进过程中遇到了一条大型断层,由于断层带附近岩层破碎,顶板稳定性差,尽管采取了多种支护措施,但仍发生了冒顶事故,造成了人员伤亡和设备损坏。此外,地下水也是影响顶板稳定性的重要因素。水对岩石具有弱化作用,尤其对含泥质的岩石,可使岩石强度急剧下降,甚至发生崩解或体积膨胀。地下水压力还有水楔作用,会进一步加剧顶板的破坏。当水渗入岩层裂隙中时,会产生水楔力,使裂隙进一步扩大,导致顶板失稳。

3.1.2 岩石性质

岩石的力学性质,如抗压强度、抗拉强度、抗剪强度等,对顶板的稳定性有着重要影响。软弱岩石的强度低,受力后容易产生变形和破坏,在掘进过程中遇到这类岩石时,顶板容易发生冒顶事故。例如,泥岩、页岩等软弱岩石,其抗压强度和抗拉强度较低,在顶板压力作用下容易破碎、垮塌。而坚硬岩层虽然不易变形和破坏,但在采动影响下,也可能因应力集中而发生大面积冒落。如砂岩、石灰岩等坚硬岩层,当受到采动影响时,应力会在某些部位集中,一旦超过岩层的承载力,就会发生冒落。

3.2 支护措施不到位

3.2.1 支护方式不合理

不同的地质条件和掘进工艺需要采用不同的支护方式。然而,在实际生产中,有些煤矿为了追求经济效益或施工进度,没有根据具体情况选择合适的支护方式。例如,在顶板破碎、压力较大的区域,仍然采用简单的木支护或金属支架支护,无法有效抵抗顶板的压力,导致冒顶事故的发生。木支护的强度较低,容易腐朽和变形,在顶板压力作用下容易失效。金属支架支护如果选型不当或安装质量差,也无法提供足够的支护力。

3.2.2 支护材料质量低劣

支护材料的质量直接关系到支护结构的稳定性和可靠性。一些煤矿为了降低成本,使用质量不合格的支护材料,如劣质的木材、强度不足的金属支架等。这些材料在承受顶板压力时容易发生变形、断裂等现象,无法为顶板提供有效的支撑。例如,劣质的木材可能存在虫蛀、腐朽等问题,其承载能力大大降低;强度不足的金属支架在顶板压力作用下容易弯曲、变形,失去支护作用。

3.2.3 支护施工不规范

支护施工过程中的不规范操作也是导致冒顶事故的重要原因之一。例如,支架支设质量差,支架设在浮矸上,金属可缩支架卡缆拧紧力不足,支架与围岩间没有背实等,都可导致支架阻力不能及时发挥作用,使围岩松动破坏圈扩大,容易发生巷道冒顶事故。此外,支护间距过大、排距不合理等也会影响支护效果^[2]。当支护间距过大时,顶板得不到有效的支撑,容易发生产下陷和冒落。

3.3 掘进工艺不合理

3.3.1 掘进速度过快

在掘进过程中,如果掘进速度过快,顶板下沉的速度也会越来越快,容易形成大量大型的游离岩块。这些游离岩块在顶板压力的作用下容易发生冒落,从而引发冒顶事故。此外,掘进速度过快还可能导致支护措施跟不上掘进进度,使顶板处于无支护或支护不足的状态。例如,当掘进机快速推进时,支护工人可能无法及时安装支护设备,导致顶板暴露时间过长,增加了冒顶的风险。

3.3.2 爆破作业影响

爆破作业是煤矿掘进中常用的施工手段之一。然而,爆破产生的冲击波和震动会对顶板产生较大的影响。如果爆破参数选择不当或爆破作业不规范,可能会对顶板造成严重的破坏,导致顶板出现裂隙、离层等现象,增加冒顶事故的风险。例如,爆破药量过大、爆破孔布置不合理等,会使爆破冲击波对顶板的破坏作用增强。此外,爆破作业产生的震动还会使顶板岩层之间的摩擦力减小,导致岩层容易滑动和冒落。

3.4 人为因素

3.4.1 安全意识淡薄

部分矿工对安全生产的重要性认识不足,缺乏必要的安全意识和自我保护能力。在掘进作业中,他们可能会忽视顶板的异常变化,不按规定进行敲帮问顶等安全检查工作,或者在空顶下冒险作业,从而增加冒顶事故的风险。例如,有些矿工为了图省事,在进入工作面时不进行敲帮问顶,就直接开始作业,当顶板存在隐患时,就容易发生冒顶事故。

3.4.2 操作技能不足

掘进作业需要矿工具备一定的操作技能和经验。然而,一些矿工由于缺乏必要的培训和实践经验,在支护施工、爆破作业等方面存在操作不当的情况。这些不当操作可能会对顶板造成破坏,引发冒顶事故。例如,在支护施工中,如果矿工不熟悉支护设备的操作方法,可能会导致支架安装不牢固;在爆破作业中,如果矿工不掌握正确的爆破技术,可能会导致爆破效果不佳,对顶板造成不必要的破坏。

4 煤矿掘进工作面顶板管理与冒顶事故预防技术

4.1 加强地质勘探与预报

4.1.1 详细地质勘探

在煤矿掘进前,应进行详细的地质勘探工作,查明掘进区域的地质构造、岩石性质、水文地质条件等情况。通过地质勘探,可以准确掌握顶板的岩性、厚度、节理发育程度等信息,为制定合理的支护设计和掘进方案提供依据。例如,采用地质钻探、物探等方法,对掘进区域的地质情况进行全面探测,绘制详细的地质剖面图和柱状图,为后续的掘进作业提供准确的地质资料。

4.1.2 地质预报

利用地质勘探数据和现场监测资料,对掘进过程中的地质条件变化进行预报。例如,可以预测断层、褶皱等地质构造的位置和规模,以及地下水位的变化情况。通过地质预报,可以提前采取针对性的预防措施,降低冒顶事故的风险^[3]。例如,当预测到前方有断层时,可以提前调整掘进方案,加强支护措施,确保掘进作业的安全。

4.2 优化支护设计

4.2.1 合理选择支护方式

根据掘进区域的地质条件和掘进工艺要求,合理选择支护方式。在顶板破碎、压力较大的区域,应采用强度较高、稳定性较好的支护方式,如锚杆支护、锚索支护、钢架支护等。锚杆支护可以将顶板岩层与锚杆锚固在一起,形成一个整体,提高顶板的稳定性;锚索支

护则可以提供更大的支护力,适用于顶板压力较大的情况;钢架支护可以增强巷道的承载能力,防止顶板冒落。在顶板较为完整的区域,可以采用较为简单的支护方式,如木支护或金属支架支护等。

4.2.2 科学确定支护参数

支护参数的选择对支护效果有着重要影响。应根据顶板的岩性、厚度、节理发育程度等因素,科学确定支护的间距、排距、锚杆(索)的长度和直径等参数。同时,还应根据掘进进度和顶板压力的变化情况,及时调整支护参数,确保支护结构的稳定性和可靠性。例如,当顶板压力增大时,可以适当减小支护间距和排距,增加锚杆(索)的长度和直径,提高支护强度。

4.3 合理控制掘进速度

4.3.1 根据地质条件调整掘进速度

在掘进过程中,应根据地质条件的变化合理调整掘进速度。在地质构造复杂、顶板破碎的区域,应适当降低掘进速度,确保支护措施能够及时跟上掘进进度。在地质条件较好的区域,可以适当提高掘进速度,提高生产效率。例如,当遇到断层带时,应停止掘进,先进行支护加固,待顶板稳定后再继续掘进。

4.3.2 加强顶板监测与预警

利用顶板监测设备对掘进过程中的顶板变化情况进行实时监测。例如,可以安装顶板离层仪、压力计等监测设备,及时掌握顶板的下沉量、压力变化等情况。当监测数据出现异常时,应及时发出预警信号,并采取相应的措施进行处理。例如,当顶板离层仪显示顶板离层量超过规定值时,应立即停止掘进,加强支护,防止冒顶事故的发生。

4.4 提高支护材料质量

4.4.1 严格把控支护材料采购环节

煤矿企业应建立严格的支护材料采购制度,确保采购的支护材料符合质量要求。在采购过程中,应对支护材料的生产厂家、质量证明文件等进行严格审查,必要时可以进行抽样检测^[4]。例如,对于锚杆、锚索等支护材料,应检查其材质、强度、直径等参数是否符合标准要求。

4.4.2 加强支护材料质量检测

对进场的支护材料应进行质量检测,确保其强度、韧性、耐腐蚀性等性能指标满足要求。对于不合格的支护材料,应严禁使用,并及时进行退货处理。例如,对金属支架进行抗压、抗拉强度测试,对木材进行腐朽、虫蛀检查等。

4.5 加强安全教育与培训

4.5.1 提高矿工安全意识

煤矿企业应加强对矿工的安全教育和培训,提高他们

的安全意识和自我保护能力。通过安全培训,使矿工充分认识到顶板管理的重要性,了解冒顶事故的危害和预防措施。例如,定期组织矿工观看冒顶事故案例视频,分析事故原因,总结经验教训,提高矿工的安全意识。

4.5.2 提升矿工操作技能

加强对矿工的操作技能培训,提高他们的支护施工、爆破作业等方面的技能水平。通过培训,使矿工能够熟练掌握支护设备的操作方法和维护技巧,确保支护施工的质量和效率。例如,开展支护施工技能竞赛,对表现优秀的矿工进行奖励,激发矿工学习技能的积极性。

4.6 制定应急预案与演练

4.6.1 制定冒顶事故应急预案

煤矿企业应制定完善的冒顶事故应急预案,明确应急组织机构、职责分工、应急处置程序等内容。应急预案应涵盖冒顶事故的预测、预警、报告、救援等各个环节,确保在事故发生时能够迅速、有效地进行应急处置。例如,成立应急救援指挥部,明确指挥长、副指挥长和各成员的职责,制定详细的救援流程和措施。

4.6.2 定期开展应急演练

定期组织矿工进行冒顶事故应急演练,提高他们的应急反应能力和自救互救能力。通过演练,可以检验应急预案的可行性和有效性,及时发现存在的问题并进行改进。例如,模拟冒顶事故场景,组织矿工进行逃生、救援等演练,提高矿工在事故中的应对能力。

结语:煤矿掘进工作面顶板管理与冒顶事故预防是保障煤矿安全生产的重要工作。通过加强地质勘探与预报、优化支护设计、合理控制掘进速度、提高支护材料质量、加强安全教育与培训以及制定应急预案与演练等措施,可以有效降低冒顶事故的风险,保障矿工的生命安全和煤矿的正常生产。然而,煤矿掘进作业中的安全风险是动态变化的,需要不断总结经验教训,完善管理措施和技术手段,以适应不同地质条件和掘进工艺的要求。未来,随着科技的不断进步和煤矿安全管理水平的不断提高,相信煤矿掘进工作面顶板管理与冒顶事故预防技术将会更加成熟和完善。

参考文献

- [1]牛施开.煤矿掘进工作面顶板支护管理技术及对策探究[J].内蒙古煤炭经济,2024,(03):57-59.
- [2]王根平,杜川川,周补.煤矿掘进工作面顶板管理的问题研究[J].内蒙古煤炭经济,2021,(23):32-34.
- [3]陈年华.煤矿掘进工作面中冒顶事故的预防和控制[J].现代矿业,2019,35(09):220-221+246.
- [4]神东方,杜宾宾.掘进巷道冒顶事故的预防[J].内蒙古煤炭经济,2018,(02):95-96.