

# 影响井工煤矿采矿工程安全的技术因素研究

花 满

宁夏宝丰能源集团股份有限公司 宁夏 银川 750000

**摘 要：**采矿工程安全不仅关系到矿工的生命健康和家庭幸福，也直接影响到煤炭企业的经济效益和社会形象。本文深入研究了影响井工煤矿采矿工程安全的技术因素，通过对各个技术因素的详细分析，探讨了其对采矿工程安全的影响机制，并提出了相应的安全防控措施与管理建议，旨在为提高井工煤矿采矿工程的安全性提供全面的理论依据与实践指导。

**关键词：**井工煤矿；采矿工程；安全；技术因素

## 引言

井工煤矿开采是煤炭资源获取的主要方式之一，随着煤炭开采深度的增加、地质条件的复杂化以及开采规模的扩大不仅为煤矿开采带来了技术挑战，也使得开采设备的可靠性、通风系统的有效性、瓦斯和煤尘的控制、地下水的管理以及地质灾害的预防等影响井工煤矿采矿工程安全的技术因素日益凸显。因此，深入研究这些技术因素并寻求有效的应对策略具有极其重要的显示意义，不仅关系到矿工的生命安全，还关系到煤矿企业的经济效益和社会责任。

### 1 采矿工艺与设备安全技术因素

采矿工艺与设备安全技术因素主要关注在采矿过程中所采用的各种工艺方法和设备的使用情况，以及这些工艺和设备的安全性能。这一方面的工作重点在于确保采矿作业能够在高效、安全的前提下进行，从而保障矿工的生命安全和身体健康，同时提高矿产资源的开采效率和质量。只有在这些方面做到位，才能真正实现矿产资源的可持续开发和利用。

#### 1.1 地质勘探技术

地质构造的形态和特性在很大程度上决定了矿产资源的开采过程。了解和掌握地质构造的详细信息，对于制定合理的开采方案、提高开采效率和保障开采安全具有重要意义。因而，地质勘探技术是首先影响井工煤矿采矿安全的基础因素。地质勘探技术在井工煤矿开采中的要任务是准确分析井田地质构造、煤层特征和水文条件，为开采流程提供必要依据。通过精确的勘探地质构造，如断层和褶曲，能为开采提供预警。如若未识别断层，采掘中可能遭遇断层导致顶板垮落和瓦斯突出，或引发突水事故，严重时矿井可能被淹没，对煤矿生产构成巨大威胁。<sup>[1]</sup>同时，煤层特征这影响采煤方法和设备选择。煤层厚度变化大时，若采煤方法不适应，会

导致效率降低和资源回收率下降。不匹配的采煤方法还会导致顶板管理困难和事故风险增加，威胁井下安全和作业顺利进行。因而有必要通过地质勘探详细分析煤层特征，为煤矿开采提供基础安全保证。此外，水文地质勘探的细致程度更是关乎矿井水害的防治成效。水文地质勘探能确定含水层分布、富水性、水位及与煤层的水力联系。<sup>[1]</sup>采掘时若不了解这些信息，可能因缺乏防治措施而发生突水事故，导致工作面瘫痪、矿井淹没，造成重大人员伤亡和财产损失，严重打击煤矿企业。

#### 1.2 采煤方法与工艺

在井工煤矿采矿工程中，采煤方法与工艺处于核心地位，其对整个作业过程的安全态势有着极为直接且显著的影响力。（1）采煤方法，一方面壁式采煤法因高产量、效率和回收率而广受欢迎，但其对顶板管理要求严格。大规模开采会导致顶板压力复杂，管理不当可能引发垮落事故，威胁人员和设备安全。此外，该采煤法对设备配套性要求高，任何设备故障或不匹配都可能造成作业停滞或安全事故。另一主要采煤方法，柱式采煤法适用于特定地质条件，如顶板坚硬、煤层厚度不规则的区域，能发挥其优势。然而，该方法煤炭回收率低，导致资源浪费。此外，通风条件差，有害气体容易积聚，会增加安全风险，易对作业环境和人员健康构成威胁。

（2）采煤工艺，采煤工艺涵盖破煤、装煤、运煤、支护与采空区处理等多个关键环节，每个环节都犹如一条紧密相连的链条，任何一环出现问题都可能引发严重的安全事故。在破煤环节，爆破破煤是一种常见的方式，但如果爆破参数设置不合理，都可能引发爆破事故。装煤和运煤环节同样不容忽视，一旦装煤设备出现故障，如装载机的铲斗损坏或运输带撕裂，煤炭将无法顺利装载和运输，导致煤炭堆积在工作面或运输巷道中。煤炭的堆积不仅会阻碍通风，使新鲜空气难以到达作业区域，

导致缺氧和有害气体积聚，还会影响人员的正常通行，增加安全风险。此外，支护是确保顶板安全的重要措施。若支护延迟，顶板会迅速下沉变形，可能引起垮落和冒顶。支护强度不足时，顶板压力超出设备承载力，会导致顶板垮落。支护质量差，如锚杆不牢固或液压支架密封不良，也可能在压力下失效，引发顶板事故。最后采空区处理环节同样关键，若采空区处理不当，未能使采空区顶板及时垮落或垮落不充分，将会形成大面积的悬顶。这种悬顶一旦垮落，其所释放的能量巨大，会引发强烈的矿压显现，对工作面和周边巷道造成严重的破坏，如巷道变形、设备被掩埋等，甚至可能引发连锁反应，导致更大范围的安全事故。采煤工作面顶板管理技术至关重要，需根据岩性、煤层厚度、开采深度和地质构造等因素，科学选择合适的支护方式。

### 1.3 矿井开拓与巷道布置技术

矿井开拓与巷道布置技术在矿井的全生命周期中，无论是建设阶段还是生产运营阶段，都对安全起着决定性的作用。矿井开拓方式丰富多样，其中立井开拓、斜井开拓、平硐开拓以及它们之间的各种组合方式，各自具备独特的优缺点。<sup>[2]</sup>立井开拓的主要优点是其高效的提升能力，便于将煤炭从井下运至地面，且通风系统简单，易于管理。但其施工复杂，需应对多种地质和技术问题，且成本高，对企业资金和技术能力要求严格。斜井开拓施工简单、技术门槛低、成本低，适合小型煤矿初期建设。然而，其提升能力有限，难以支持大规模开采，且存在运输安全风险，需要加强安全管理。选择矿井开拓方式时，需综合考虑地质复杂性、煤层状况和生产规模等因素，权衡利弊，确保建设安全和运营的经济性及可持续性。（巷道布置作为矿井开拓的重要组成部分，遵循一系列合理的原则对于保障矿井安全至关重要。例如，减少巷道交叉点的数量，能够有效降低因交叉点处应力集中而引发的顶板事故风险。在交叉点处，由于岩石受力复杂，顶板更容易出现裂缝、下沉甚至垮落现象。保持巷道之间的合理间距，可以避免不同巷道之间因相互影响而产生应力叠加，防止围岩变形加剧。将主要巷道布置在稳定的岩层之中，能够为巷道提供坚实可靠的支撑基础，显著降低巷道围岩变形的可能性，从而有效预防顶板事故的发生。此外，合理的采掘接替关系犹如矿井安全生产的稳定节奏器。若采掘接替关系出现紧张局面，煤矿企业可能会为了追求短期的采掘速度而忽视安全质量标准。例如，在准备工作面尚未充分准备就绪的情况下，强行推进回采作业，将会导致一系列安全隐患滋生。通风系统可能无法及时完善，瓦斯治

理措施难以全面落实，顶板管理也难以做到细致入微。这些问题的存在，极易引发瓦斯积聚、顶板事故等严重安全事故，给矿井生产带来极大的不确定性与风险。

## 2 矿井环境安全控制技术因素

矿井环境安全控制技术因素主要关注矿井内部环境参数的监测、控制与调节，确保矿井内部环境处于安全、稳定的状态。通过矿井环境的安全控制和调节，可以有效预防和减少矿井事故的发生，保障矿工的生命安全和身体健康。

### 2.1 矿井通风与瓦斯防治技术

矿井通风与瓦斯防治技术是守护井下作业环境安全的核心堡垒。一方面，矿井通风系统犹如人体的呼吸系统，承担着输送新鲜空气、排出有害气体与粉尘并调节井下气候的重要使命。其通风网络的合理性是通风系统高效运行的基础，一个设计科学的通风网络能够确保风流均匀分布，避免出现通风死角和风流短路现象。<sup>[3]</sup>通风能力必须满足矿井生产规模和人员呼吸的需求，若通风能力不足，井下将出现缺氧状况，作业人员会感到呼吸困难、头晕乏力，严重影响工作效率和身体健康。同时，风流稳定性和风设施可靠性对维持通风效果至关重要，一方面风流不稳定可能导致瓦斯积聚，增加事故风险，另一方面通风机、风门、风桥等设施的任何故障或损坏都可能破坏系统完整性，导致通风事故，如风流逆转或局部通风不畅。另一方面，瓦斯作为井工煤矿开采中最为危险的有害气体之一，其赋存受到地质构造、煤层埋藏深度、煤质等多种因素的综合影响。瓦斯灾害主要表现为爆炸和突出，两者破坏力强。瓦斯爆炸需满足三个条件：瓦斯浓度在5%~16%的爆炸界限内，存在火源如电气火花等，以及充足的氧气。这些条件一旦同时具备，将导致瞬间的高温、冲击波和气流冲击，摧毁井下设施并可能造成人员伤亡。瓦斯突出则发生在采掘时煤层中煤和瓦斯突然大量喷出。这种喷出物具有强大冲击力，能迅速破坏巷道和设备，瘫痪通风系统，导致作业人员难以逃生，通常造成重大人员伤亡和财产损失。煤矿企业为应对瓦斯灾害应积极采用如下措施，如瓦斯抽采技术通过钻孔和抽采设备降低煤层瓦斯含量，减少开采时的瓦斯涌出；通风稀释技术，通过调整风量控制井下瓦斯浓度，确保安全；监测监控技术，利用瓦斯传感器实时监测并预警瓦斯浓度超标，自动切断电源以防爆炸。同时，严格管理井下火源和使用防爆设备，以防止瓦斯引燃和爆炸。

### 2.2 矿井水灾防治技术

矿井水害类型丰富多样，各具特点。地表水害常因

矿井位置不当或防护措施不足引起。例如,井口在低洼处且缺乏防洪堤或排水设施,雨季时大量地表水可能涌入,威胁矿井安全。老空水害由废弃矿井或采空区积水引起。若未妥善探测或处理,这些积水可能成为隐患,导致突水事故,淹没工作面或矿井。含水层水害是因为煤层开采过程中揭露或接近含水层,在含水层水压的驱动下,地下水涌入采掘工作面。这种水害的发生往往与地质构造和水文地质条件密切相关,如断层、裂隙等地质构造可能使含水层与煤层导通,为水害的发生创造了条件。断层水害同样与断层密切相关,断层破坏了地层的完整性,使得含水层与煤层之间形成水力联系,当采掘作业靠近断层时,断层带涌水的风险急剧增加。为了有效应对矿井水害,防治水工作首先要通过地质和水文地质调查查明矿井水害隐患,并绘制水文地质图,确定含水层信息,为后续工作提供依据。在采掘过程中,采用钻探和物探技术进行超前探测,直接或间接了解含水层情况,发现潜在水害。针对积水采取疏放措施,通过放水钻孔降低水压,消除隐患。使用注浆等技术封堵含水层或导水通道,防止地下水涌入。在矿井周边设置防水闸门和墙,拦截水流,保护生产区域安全。与此同时,防治水技术的有效实施离不开严格的管理体系。煤矿企业应建立完善的防治水管理体系,明确各部门职责,形成有效协作机制。需加强防治水队伍的专业培训,提升应对水害的能力。防治水工程应遵循设计和规范,保证质量。探放水作业要精确操作,严格钻探规程,强化安全管理,预防突水事故。定期检查和维护防治水设施,确保其良好运行。

### 2.3 矿山压力与岩层控制安全技术

矿山压力与岩层控制安全技术是确保矿井采掘作业安全的重要技术手段。在采掘过程中,矿山压力会在工作面周围形成一个支承压力区,这一区域常常表现为顶板下沉、底板鼓起以及煤壁片帮等现象。<sup>[4]</sup>这些现象的出现,其强度和分布情况受到多种因素的影响,包括煤层的埋藏深度、厚度、采煤方法的选择以及顶板岩性的不

同等。如果矿山压力过于强烈,可能会引发一系列的安全隐患,例如顶板断裂垮落、煤壁片帮、底板鼓起,甚至可能引发冲击地压等动力灾害,这些灾害将严重威胁到矿井的安全生产。为了有效控制矿山压力带来的不利影响,矿井工程师和安全技术人员要采取一系列的岩层控制技术和措施。例如,在顶板区域,可以采用高强度的液压支架和锚索支护技术,以提高顶板的承载能力,从而有效防止顶板断裂垮落等现象的发生。对于煤壁的稳定性,可以通过注浆加固和锚杆支护技术来增强其稳定性,减少煤壁片帮的风险。而对于冲击地压的防治,则可以采用煤层注水、卸压爆破以及开采保护层等方法,这些方法能够有效降低煤层的冲击倾向性以及应力集中程度,从而减少冲击地压发生的可能性。通过这些综合性的岩层控制技术与措施,可以显著提高矿井的安全水平,确保矿工的生命安全和矿井的稳定生产。

### 结语

地质勘探技术关系到矿井设计和开采方案。矿井开拓和巷道布置技术决定了矿井结构和采掘环境,采煤方法和工艺的选择对采煤各个环节的安全均有显著影响。矿井通风和瓦斯防治技术确保井下空气质量。矿井防治水技术能够防止水害事故的发生。矿山压力和岩层控制技术应对了由围岩应力变化引起的安全问题。只有深入理解并掌握这些技术因素,采取有效的安全措施和管理策略,才能提升井工煤矿采矿工程的安全性。

### 参考文献

- [1]许海利.煤矿采矿工程中不安全技术因素及对策[J].内蒙古煤炭经济,2024,(07):85-87.
- [2]庞晶波.影响井下煤矿采矿工程质量安全的技术因素[J].矿业装备,2022,(04):182-183.
- [3]牛江波.探究煤矿采矿工程中的不安全技术因素[J].当代化工研究,2021,(14):83-84.
- [4]葛虹升.影响井工煤矿采矿工程安全的技术因素研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(04):226-227.