

低瓦斯矿井综采工作面瓦斯治理技术的应用

刘仕通

国能榆林能源有限公司郭家湾煤矿分公司 陕西 榆林 719400

摘要：在低瓦斯矿井的综采工作面，虽然瓦斯浓度相对较低，但瓦斯治理仍然是一项不可忽视的工作，瓦斯作为一种有害气体，其易燃、易爆和窒息性特性使得它在矿井环境中构成了极大的安全隐患。为了保障矿井的安全生产、提高生产效率和改善作业环境，必须采取有效的瓦斯治理措施，本文将从低瓦斯矿井综采工作面瓦斯治理的重要性、瓦斯来源以及瓦斯治理技术应用等方面进行探讨，旨在为矿井瓦斯治理提供有益的参考。

关键词：低瓦斯矿井；综采工作；瓦斯治理技术；应用

引言：煤炭作为我国基础能源，对经济发展至关重要；本文针对低瓦斯矿井综采工作面的瓦斯治理问题，强调了瓦斯治理的重要性，它关乎矿井安全生产、生产效率提升及作业环境改善。低瓦斯矿井综采工作面的瓦斯主要来源于煤层自身吸附、邻近煤层与岩层以及采空区遗煤与破碎煤岩体；为此，采用了瓦斯监测、抽放、抑制、隔离及通风等技术手段，这些技术的应用有效降低了瓦斯浓度，减少了瓦斯积聚风险，为矿井安全生产提供了有力保障。

1 低瓦斯矿井综采工作面瓦斯治理的重要性

1.1 保障矿井安全生产

瓦斯，作为矿井中一种常见的有害气体，其特性包括易燃、易爆和窒息性，这使得它在矿井环境中构成了极大的安全隐患。在综采工作面，由于采煤作业的集中性和机械化程度较高，瓦斯的积聚和排放问题尤为突出，一旦瓦斯浓度达到爆炸极限，遇到火源或高温环境，就可能引发瓦斯爆炸，其后果不堪设想，不仅会造成人员伤亡和财产损失，还可能引发煤与瓦斯突出等连锁反应，进一步加剧事故的严重性。因此，加强低瓦斯矿井综采工作面的瓦斯治理，成为了保障矿井安全生产的必要条件；通过采取有效的瓦斯治理措施，可以及时发现并处理瓦斯积聚点，降低瓦斯浓度，从而减少瓦斯爆炸和煤与瓦斯突出的风险。

1.2 提高生产效率

瓦斯积聚问题在矿井生产中不容忽视，它不仅对矿井安全构成严重威胁，还会对综采工作面的正常生产秩序造成严重干扰。当瓦斯浓度超出安全范围时，为了确保人员和设备的安全，矿井不得不采取限产或甚至停产的措施，这样的决策无疑会直接导致生产效率的显著下降，影响企业的经济效益^[1]。此外，瓦斯积聚还可能对矿井设备造成不良影响，在高瓦斯环境下，设备易发生故

障或损坏，这不仅增加了维修成本，还可能进一步拖延生产进度。因此，有效的瓦斯治理显得尤为重要，通过及时排除瓦斯积聚，可以大大降低矿井的安全风险，为生产提供坚实的安全保障。

1.3 改善作业环境

瓦斯积聚问题不仅关乎矿井的安全和生产效率，更对作业环境及矿工的健康产生着直接影响。在瓦斯浓度较高的环境中长时间作业，矿工们会面临诸多健康风险，头晕、乏力、呼吸困难等症状时有发生，严重情况下甚至可能危及生命，给矿工及其家庭带来无法挽回的损失。并且，良好的瓦斯治理还能有效减少粉尘和其他有害物质的产生和积聚，这些有害物质往往与瓦斯一同存在，对矿井的空气质量造成严重影响；通过治理瓦斯，可以一并改善矿井的空气质量，为矿工创造一个更加清新、舒适的工作环境，这将有助于保障矿工的职业健康，提高他们的工作积极性和满意度，为矿井的长期发展奠定坚实基础。

2 低瓦斯矿井综采工作面瓦斯来源

2.1 瓦斯的来源分析

2.1.1 煤层自身吸附瓦斯

煤炭在漫长的形成过程中，会吸附大量的瓦斯气体，在低瓦斯矿井的综采工作面开采进程中，随着采煤作业对煤层的不断扰动，煤体结构遭到破坏，原本吸附在煤体中的瓦斯会逐渐解吸并释放到工作面空间。这部分瓦斯源于煤层自身，是低瓦斯矿井综采工作面瓦斯的主要来源；例如，在一些沉积环境较为稳定、煤质均匀的煤层中，虽然整体瓦斯含量处于低瓦斯矿井范畴，但在开采过程中，由于煤体的破碎和应力变化，瓦斯的解吸量也会随着开采进度而发生变化。

2.1.2 邻近煤层与岩层瓦斯

即便开采的是低瓦斯煤层，其周边邻近的煤层或岩

层中也可能储存着一定量的瓦斯,在开采作业时,由于采动影响,开采煤层周围的应力场发生改变,导致邻近煤层和岩层的透气性显著增加^[2]。此时,其中的瓦斯会借助岩层裂隙、层间空隙等通道,源源不断地向正在开采的综采工作面涌出,以某低瓦斯矿井为例,其主采煤层上部存在一层薄煤层,虽然该薄煤层单独开采时瓦斯涌出量较小,但在下部主采煤层进行综采作业时,由于采动影响,上部薄煤层中的瓦斯通过裂隙大量涌入主采工作面,使得工作面瓦斯浓度升高。

2.1.3 采空区遗煤与破碎煤岩体瓦斯

综采工作面采空区遗留的煤炭以及破碎的煤岩体,会持续释放瓦斯:一方面,遗煤在采空区的环境中,会随着时间的推移缓慢氧化,氧化过程中会促使瓦斯的生成与释放;另一方面,采空区的破碎煤岩体由于表面积增大,与空气的接触更为充分,也会加速瓦斯的解吸。此外,如果采空区封闭措施不当,外界空气大量涌入,会进一步加剧遗煤的氧化反应,导致瓦斯涌出量大幅增加。

2.2 瓦斯的涌出特点

2.2.1 涌出量较小但波动明显

相较于高瓦斯矿井,低瓦斯矿井综采工作面的瓦斯涌出量通常维持在较低水平;然而,这并不意味着瓦斯涌出量是一成不变的。由于煤层赋存条件的复杂性,如煤层的厚度、倾角、透气性等因素,以及开采工艺的动态调整,如采煤速度、截割方式等,再加上地质构造的不确定性,如断层、褶曲等,这些因素共同作用,使得瓦斯涌出量呈现出较大的波动性。在某些时段或特定区域,如采煤工作面推进至断层附近时,由于断层带附近煤岩体破碎,瓦斯储存条件发生变化,瓦斯涌出量可能会突然增大数倍,给矿井安全生产带来威胁。

2.2.2 与开采进度紧密相关

在综采工作面的推进过程中,瓦斯涌出量与开采进度之间存在着紧密的联系,在初次放顶阶段,随着顶板岩层的初次垮落,大量的煤岩体暴露在采空区,瓦斯解吸和涌出量会显著增加。这是因为煤岩体在暴露过程中,其内部的瓦斯压力逐渐释放,导致瓦斯涌出量增大,而过断层、褶曲等地质构造区域时,由于煤岩体的结构遭到破坏,瓦斯的储存和运移条件发生改变,瓦斯涌出量也会出现明显的波动。此外,随着工作面的持续推进,采空区范围不断扩大,采空区内遗煤和破碎煤岩体的瓦斯涌出量也会逐渐增加,这是因为采空区内的煤岩体在长时间暴露和压实过程中,瓦斯逐渐解吸并涌出。

2.2.3 受通风条件影响显著

通风系统是低瓦斯矿井控制瓦斯浓度的关键手段,

通风系统的稳定性、风量分配的合理性以及通风设施的运行状况等,都会对综采工作面的瓦斯涌出情况产生直接且显著的影响。当通风不畅时,如通风巷道局部堵塞、通风机故障等情况发生时,工作面的风量会明显减少,导致瓦斯无法及时被稀释和排出,从而在局部区域积聚,造成瓦斯浓度升高。这不仅增加了瓦斯超限的风险,还可能引发瓦斯爆炸等严重事故,而当风量分配不合理时,某些区域风量过大或过小,也会影响瓦斯的均匀稀释效果。风量过大的区域可能会造成瓦斯过度稀释,浪费通风资源;而风量过小的区域则可能导致瓦斯浓度过高,增加安全隐患。

3 低瓦斯矿井综采工作面的瓦斯治理技术应用

3.1 瓦斯监测技术应用

瓦斯监测是瓦斯治理的基础工作,用于实时监测瓦斯浓度和瓦斯压力,常见的瓦斯监测技术包括传感器监测、线性传感器监测和无线传感器监测:(1)传感器监测是通过瓦斯传感器实时监测矿井中瓦斯浓度和瓦斯压力,这种技术具有实时监测、数据准确、操作简便等优点,是低瓦斯矿井综采工作面瓦斯监测的常用手段。

(2)线性传感器监测是通过线性传感器测量矿井中瓦斯浓度变化的趋势,这种技术可以提前预警瓦斯积聚的危险,为瓦斯治理提供有力支持。(3)无线传感器监测是通过无线传感器网络实时监测矿井中瓦斯浓度和瓦斯压力,并将数据传输到监测中心进行分析和处理,这种技术具有监测范围广、数据传输快、安装方便等优点,适用于大型矿井的瓦斯监测。

3.2 瓦斯抽放技术应用

瓦斯抽放是通过人工或机械设备将矿井中的瓦斯抽放到安全区域,从而减少瓦斯积聚的危险,常见的瓦斯抽放技术包括机械通风抽放、压力抽放和自然排放:

(1)机械通风抽放是通过安装风机和风管等通风设备,将矿井中的瓦斯抽放到安全区域,这种技术具有抽放效率高、操作简便等优点,是低瓦斯矿井综采工作面瓦斯抽放的常用手段。(2)压力抽放是通过设置瓦斯抽放孔和抽放管道,在瓦斯压力较高的部位将瓦斯抽放到安全区域,这种技术适用于瓦斯压力较高、积聚量较大的区域^[3]。(3)自然排放是通过地下矿井、井巷或采空区的自然通风原理,将瓦斯自然排放到矿井外部,这种技术具有操作简单、成本低等优点,但排放效率较低,适用于瓦斯积聚量较小的区域。

3.3 瓦斯抑制技术应用

瓦斯抑制技术是一种有效的矿井瓦斯治理手段,其核心是通过添加化学抑制剂或采取其他物理方法,降低

瓦斯的浓度和压力,从而减少瓦斯积聚的危险。(1)化学抑制剂抑制是其中一种常见技术;通过向矿井中添加特定的化学抑制剂,可以与瓦斯发生化学反应,从而降低瓦斯的浓度和压力,这种技术抑制效果显著,使用方便,但成本相对较高,需要综合考虑经济性和实用性。(2)水封抑制则是通过设置水封装置来实现瓦斯抑制,在矿井通风系统的进风道或回风道中形成一个水封层,有效阻止瓦斯的扩散,这种技术操作简单,成本低廉,但水封层易受到矿井开采活动或其他因素的影响而破坏,需要定期检查和维护。(3)煤尘抑制则是通过控制采煤过程中的煤尘产生来降低瓦斯浓度;减少煤尘与瓦斯的相互作用,从而降低瓦斯的浓度和压力,这种技术操作简单,效果显著,但需要对采煤过程进行严格控制,确保煤尘产生量在可控范围内。

3.4 瓦斯隔离技术应用

瓦斯隔离技术是一种有效的矿井瓦斯治理手段,其核心思想是通过设置瓦斯隔离带、瓦斯隔离层或瓦斯隔离堵,来阻止瓦斯的扩散和积聚,从而确保矿井的安全生产。(1)瓦斯隔离带技术是通过在矿井中设置一定宽度的隔离带,来物理性地阻断瓦斯的扩散路径,这种技术操作相对简单,成本较低,因此在一些低瓦斯矿井或瓦斯涌出量不大的区域得到了广泛应用。(2)瓦斯隔离层技术则是通过在矿井中设置一定厚度的隔离层,来增强对瓦斯的阻隔能力,这种技术相较于瓦斯隔离带,具有更好的隔离效果和更强的稳定性,隔离层可以由多种材料构成,如混凝土、高分子材料等,其选择需根据矿井的具体情况和瓦斯治理需求来确定。(3)瓦斯隔离堵技术是一种针对瓦斯积聚量较大、难以排放的区域等特殊隔离手段;通过在矿井井筒或巷道中设置堵塞物,如砂袋、水泥浆等,来阻止瓦斯的经过和扩散,这种技术具有针对性强、操作灵活等优点,但也需要根据矿井的具体情况和瓦斯治理需求来合理选择和布置堵塞物。

3.5 通风技术应用

通风是矿井瓦斯治理的重要手段,通过改善矿井通风条件,可以有效降低瓦斯浓度,减少瓦斯积聚的危险。(1)U型通风是矿井中常用的一种通风方式。其特点是通风系统简单、操作方便,且通风效果较好,在综采工作面,通过合理布置U型通风系统,可以确保新鲜风流能够充分进入工作面,同时将瓦斯等有害气体及时排出,有效降低瓦斯浓度。(2)Y型通风是一种改进的通风方式;相较于U型通风,Y型通风具有更好的通风效果和更稳定的风流。在复杂地质条件下,如断层、褶曲等区域,Y型通风能够更好地适应矿井通风需求,确保工作面的通风畅通无阻^[4]。(3)W型通风是一种新型的通风方式。其特点是通风效果好、风流分配合理,在大型矿井中,由于工作面较长、通风需求较大,W型通风能够更好地满足矿井通风需求;通过合理布置W型通风系统,可以确保工作面各个区域的通风效果均达到最佳状态,有效降低瓦斯浓度,确保矿井的安全生产。

结语:综上所述,通过对低瓦斯矿井综采工作面瓦斯治理的深入研究,阐述了瓦斯治理的重要性,分析了瓦斯的来源及涌出特点,并详细介绍了多种瓦斯治理技术。这些技术的应用对于降低瓦斯浓度、减少瓦斯积聚的危险、保障矿井的安全生产具有重要意义。在未来的矿井瓦斯治理工作中,应继续加强技术研发和创新,不断完善瓦斯治理技术体系,为矿井的安全生产提供更加有力的保障。

参考文献

- [1]张志云.低瓦斯矿井综采工作面上隅角瓦斯治理技术分析[J].内蒙古煤炭经济,2020(04):49+51.
- [2]薛令华.低瓦斯矿井高瓦斯区域工作面瓦斯治理技术[J].山东煤炭科技,2020(02):77-79.
- [3]周昆鹏.低瓦斯矿井大采高综采工作面上隅角瓦斯治理研究[J].山西化工,2020,40(01):100-102.
- [4]温亨聪,李学臣,刘宝宝,杨海涛.高瓦斯矿区地质构造超前探测系统[J].煤矿安全,2021,52(3):165-169.