

煤矿井筒的破裂原因和防治措施分析

吕扬 李强 王嗣桐 任帅锋

陕西陕煤曹家滩矿业有限公司 陕西榆林 719000

摘要：煤炭作为传统三大能源之一，在当今社会的能源供给中仍占有举足轻重的地位。在煤炭生产过程中，煤炭资源需要经过井筒向外输送，同时矿工也是由井筒进入井下，因此井筒作为煤矿的咽喉，其安全稳定性关乎着整个煤炭生产的社会经济效益。然而受到多方面客观因素的影响，煤矿井筒极易出现破裂问题，而相关问题也是导致煤矿矿井发生安全事故的重要诱因。本文就煤矿井筒的破裂成因和防治措施展开全面探讨和研究，旨在为相关领域从业者提供参考。

关键词：煤矿井筒；破裂原因；防治措施

Analysis on the causes and prevention measures of coal mine shaft fracture

Yang Lv, Qiang Li, Sitong Wang, shuaifeng Ren

Shaanxi coal caojiatan Mining Co., Ltd. Shaanxi Yulin 719000

Abstract: as one of the three traditional energy sources, coal still plays an important role in the energy supply of today's society. In the process of coal production, coal resources need to be transported outward through the shaft, and miners also enter the underground from the shaft. Therefore, as the throat of coal mine, its safety and stability is related to the social and economic benefits of the whole coal production. However, due to the influence of various objective factors, the coal mine shaft is prone to fracture, and the related problems are also an important inducement to the safety accidents in the coal mine. This paper comprehensively discusses and studies the causes and prevention measures of coal mine shaft fracture, in order to provide reference for practitioners in related fields.

Keywords: coal mine shaft; Cause of rupture; Prevention and control measures

1 煤矿井筒破裂问题防治的必要性

1.1 保障煤矿工人生命安全

在我国，安全生产一直以来都是社会各领域、各产业发展的基本前提，任何忽视人员生命安全的生产行为都属于法律严惩的范围。煤矿井筒是煤矿工人进入矿井的唯一通道，一旦井筒出现破裂问题便意味着这条生命通道存在极大的安全隐患，并且随时可能出现矿井坍塌的安全事故，从而严重威胁在煤矿工人的生命安全。加强煤矿井筒破裂问题的防治工作，便是对相关安全隐患进行有效的排查与治理，进而保障煤矿井筒长期处于稳固、安全的状态。从而言之，认知科学落实煤矿井筒破裂问题的防治工作，是体现以人为本和安全生产的重要体现，因此需要相关领域从业者对此给予高度重视与重点关注。

1.2 保障煤矿生产稳定有序

在煤炭资源开采后，需要通过井筒完成煤炭的外运，

因此当井筒出现破裂问题时往往意味着煤炭外运的通道存在被打断的风险。从生产角度来看，煤矿井筒破裂会导致井筒功能的丧失，而相应的修复工作也将会带来巨大的成本以及长时间的工期进行施工，从而给煤炭生产带来严重的影响和掣肘。加强煤矿井筒破裂问题的防治工作，便是从源头上对相应的风险进行规避和预防，并促进煤矿井筒长期处于稳定、安全的运行状态，从而保障煤矿生产工作的稳定和有序。目前，越来越多的煤炭生产企业开始重视矿井井筒破裂问题的防治工作，并将其视为煤矿生产管理的核心内容。

1.3 保障煤炭产业安全发展

煤炭作为世界传统三大能源之一，在现代社会经济发展中仍发挥着不可替代的作用，因此保障煤炭产业安全发展具有十分重要的现实意义。我国作为煤炭生产与使用大国，煤炭产量一直位居世界前列，但过往的煤炭

生产中经常出现严峻的安全生产事故,从而带来了沉重的社会经济损失。新时期,煤炭产业发展必须做到现代化、安全化发展,而其根本则在于提高煤炭生产技术水平,并从源头上消除安全生产隐患。从宏观角度来看,煤矿井筒破裂问题的防治工作,是煤矿生产现代化管理的核心内容,有利于保障煤炭生产稳定有序的同时保障矿工的生命安全,进而推动我国煤炭产业的长远安全发展。

2 煤矿井筒破裂问题的诱发原因

2.1 井筒设计不够科学

基于煤矿井筒的重要性,在井筒施工前需要结合地质条件情况进行专业的施工方案设计,而相关设计工作则需要对各方面要素进行综合全面考量,如此才能保障煤矿井筒施工质量符合实际生产的需求。而在一些煤矿井筒设计中,相关设计人员往往只关注地压方面的计算,而对生产过程中地质状况下沉带来的荷载缺乏长远计算,从而导致了許多煤矿井筒因地质状况改变条件下的不均匀荷载产生井筒破裂问题。

2.2 井筒施工质量较差

从施工角度来看,煤矿井筒的施工环境十分复杂,因此整个井筒的施工难度的也相对较高。在煤矿井筒设计科学合理的条件下,当井筒出现破裂现象时其诱因往往是井筒施工方面存在质量问题。具体而言,煤矿井筒结构主要由钢筋混凝土浇筑而成,而混凝土浇筑质量往往受到多方面客观因素的影响,例如混凝土原材料配比、施工过程技术控制、混凝土养护等,任何一个环节施工技术落实不到位都可能导致煤矿井筒施工质量达不到施工设计要求,进而在后期带来井筒破裂问题。

2.3 负摩擦力现象

在煤矿生产过程中,特别是随着矿井深度的逐步下降,排水与疏水工作也将成为煤炭生产工作的重要内容。从专业角度来看,排水与疏水工作的开展,会导致煤矿井筒周边的柔性土层出现下沉现象,这时便会给井筒带来一种侧向向下的负摩擦力,并对煤矿井筒的刚性产生影响。大量案例表明,负摩擦力是煤矿井筒破裂问题产生的主要因素之一,因此相关领域从业者在进行井筒破裂诱因分析时应对此方面给予充分考量。

2.4 地应力现象

地应力现象是指地质结构中地层出现的相对性的垂直位移或水平位移,这种现象在煤矿生产领域具有严重的危害性。当煤矿井筒受到地质构造运动而带来的地应力时,井筒结构必然会造成破坏,进而产生破裂问题。在煤矿生产过程中,由于矿井内煤矿的逐渐外运,会导致地应力现象的出现,因此要想规避此方面问题带来的井筒破裂则需要对矿井下地质情况进行实时监测。值得注意的是,地壳运动也会导致地应力现象的出现,并给煤矿井筒带来破裂问题。

2.5 竖向附加应力现象

除上述方面外,竖向附加应力也是导致煤矿井筒破裂问题的重要诱因之一。具体而言,竖向应力的产生主要源于冻结井壁冻融、季节性温度变化以及井底含水层疏水等因素导致的,特别是含水层疏水必然会带来煤矿井筒竖向附加应力的增加。具体而言,井下含水层排水会导致地下水位的下降,这时底层有效应力便会增加,并导致井筒周边底层的下沉,此外,季节性温度变化则导致煤矿井筒土层出现热胀冷缩现象,从而给井筒带来荷载力,并诱发井筒破裂问题。

3 煤矿井筒破裂问题修复的基本原则

3.1 竖让横抗原则

竖让原则是指在煤矿井筒的内测切出环形卸压槽,由此通过卸压槽来实现井筒垂直方向的压缩,这时便会大幅提升煤矿井筒对四周土层沉降所产生应力的适应性,从而使得井筒不易发生破裂问题。而横抗原则则是在进行煤矿井筒破裂问题的修复时,需要针对井筒存在水平方向作用力进行应对性的强化,从而规避井筒破裂问题的发生。在进行煤矿井筒破裂问题修复时,竖让横抗是修复工作最为基本的原则,同时也是强化煤矿井筒结构安全稳定性的重要举措。

3.2 强度原则

作为煤矿生产的重要通道,井筒结构的强度对于煤矿生产的安全与稳定有着十分深远的影响,因此在井筒破裂问题修复处理中也要充分遵循强度原则。具体而言,煤矿井筒破裂问题修复主要采用槽钢与混凝土复合结构,并且结构强度要与井筒原结构的强度相同,如此才能在后续的使用中因井筒结构的水平承载力相同而规避破裂问题的再次出现。

3.3 安全间隙原则

当煤矿井筒出现破裂现象时,破裂区域的井筒结构会出现变形,并向中心位置突出,如此便导致井筒结构的安全间隙相应减小。作为煤炭外运以及矿工进出矿井的唯一通道,保障井筒的安全间隙是破裂问题修复时的必要基础,而为实现该目标则需要利用槽钢井圈对井筒进行偏心架设,并以此来达成保障井筒安全间隙的修复效果。

3.4 压缩量原则

卸压槽是煤矿井筒破裂问题修复的核心要素,而相关设计工作也必须做到科学合理。从技术层面来看,当卸压槽设计尺寸较小时便会导致其无法满足煤矿井筒破裂的修复需求,而二次修复又会带来额外的施工与成本。当卸压槽设计尺寸较大时,又会影响煤矿井筒的压缩量,进而无法保障修复后井筒结构的稳定性。基于此,在进行卸压槽设计时,需要结合井筒压缩量以及土层下沉对井筒的影响展开综合全面考量,一般设计压缩量不能低于地层下沉导致的井筒压缩量。

3.5 安全稳定性原则

煤矿井筒破裂问题的修复,是煤矿生产企业针对生产环节存在的安全隐患进行修复和排除,因此相关工作具有防治性特征。在此背景下,煤矿井筒破裂问题的修复应当以不影响煤炭生产为基本原则,也就是整个修复过程与生产工作不会冲突,这边要求生产企业做好现场的管控工作。与此同时,为保障修复施工的质量,还需要在修复工艺方面做到科学合理,不能在施工过程中诱发安全事故。

4 煤矿井筒破裂问题的防治措施及技术要点

4.1 破壁注浆施工

破壁注浆施工能够封堵煤矿井筒破裂处的渗水、涌沙点,进而在修复过程中保障施工作业的安全性。具体而言,破壁注浆后井筒外的土体得到加固,这时井筒所受到的竖向附加力便会减小,而后续开设卸压槽时井筒强度下降的问题也将实现抵消。在具体施工时,需要做好以下几方面技术要点的把控工作:(1)注浆方式选择。根据实际情况选择适宜的浆液扩散方式,常见的有填充扩散、渗透扩散、裂缝挤压以及劈裂扩散。(2)注浆施工方法。结合煤矿井筒上部的出水点,注浆作业一般采用自上而下的方式进行施工作业,并进行局部封堵。而这边对于井筒外土层的封堵和加固,则采用上行式注浆方式,也就是从井筒底部逐步分层注浆至井口。(3)注浆材料选择。一般选择水泥浆液作为注浆材料,而一些修复施工中也采用了水泥与水玻璃的混合浆液。(4)注浆量控制。注浆量应当以注浆帷幕深度达到2米为宜,因此整个需求量要结合工程施工情况以及注浆效果进行计算。(5)注浆压力控制。不同注浆方式以及不同施工阶段的注浆压力存在着明显差异,其中注浆初始阶段应当采用抵押方式进行注浆,壁间注浆则控制注浆压力低于2MPa,而壁后注浆则控制压力为3~4MPa之间。值得注意的是,注浆过程应当严格规避注浆孔跑浆问题,从而保障施工的安全。

4.2 卸压槽施工

卸压槽是在煤矿井筒内层开设一个水平的环形凹槽,并在其中放置可压缩性装置,由此来起到释放或衰减井筒竖向附加力的作用,并保证破裂问题修复施工的安全与稳定。从专业角度来看,卸压槽施工需要准确判断具体的开槽位置以及卸压槽的高度,因此需要做好以下几点技术把控:(1)卸压槽开切。卸压槽开切一般采用爆破与切割机两种方式加以完成,但由于煤矿井筒的特殊性,因此在开切过程中必须以施工安全作为基础,并且需要对整个施工过程进行精密计算。(2)填充材料选择与放置。一般情况下,填充材料选择经过特殊处理的防腐木砖,其中以白松、落叶松木最佳。而在填充材料放置时,还要确保木材木纹方向与卸压槽高度方向垂直,并均匀密实的放置在卸压槽内。

4.3 破坏段加固施工

破坏段加固采用槽钢井圈混凝土结构,这种结构不仅能够横向抵抗井筒的竖向附加力,同时槽钢井圈还能承受径向变形作用力,从而实现稳定井筒结构的作用。从技术层面来看,当土层沉降给井筒带来作用力时,首先由混凝土来承担荷载,而当混凝土超出屈服极限时则由槽钢与混凝土共同承担。当混凝土出现破裂现象时,这种荷载作用力将全部由槽钢井圈承担,因此做好槽钢井圈混凝土结构的强度控制具有十分重要的意义。而在破坏段加固施工时,应当做好以下几点施工要点把控:(1)破除作业。使用风镐挖除破裂的井壁,而每次挖除的段高应当在300mm以内,然后在破除作业达到设计的尺寸后进行井圈的架设。(2)井圈架设控制。槽钢井圈必须完成质量检测后方可下到井筒内进行架设作业,而在进行第一道井圈时需要安设生根托架,并铺设一块钢板托盘。在每道井圈的架设作业时,需要做好安全间隙的检查,只有确保符合要求后方可拧紧接头螺帽。井圈架设完成后,采用多根竖向钢轨连成整体。(3)混凝土填充。混凝土强度等级不低于C40,每架设两道井圈便填充一次混凝土,并且做好混凝土的捣实作业。

5 结束语

综上所述,破裂问题是影响煤矿井筒结构稳定性的重要因素,而相关问题的出现也给煤矿开采以及矿工人身安全带来严重的危害。在煤矿生产管理工作中,井筒破裂问题一直以来都是安全管理工作的核心内容,而相关问题不仅需要实时监测,同时在初发阶段便进行及时有效的防治,从而保障煤矿生产的安全有序推进。基于此,在我国煤矿产业仍不可或缺的时代背景下,做好煤矿井筒破裂问题的防治工作具有十分重要且深远的社会效益,而相关领域从业者也要对此给予高度重视。

参考文献:

- [1]卫鹏.煤矿井筒破裂机理分析及修复加固设计[J].矿业装备, 2020(3): 50-51.
- [2]杨荣基.煤矿立井井壁破裂原因及治理措施[J].山东工业技术, 2017(11): 87.
- [3]姜希印,周玉华,刘体军,等.质量缺陷及粉化破裂立井井壁治理措施[J].煤矿安全, 2019, 50(2): 161-164.
- [4]沙汝晨.立井井壁混凝土损伤及破裂修复的研究[D].中国矿业大学, 2021.
- [5]华毅,李南骏.井下破壁注浆技术在松散层立井井壁治理中的应用[J].煤炭科技, 2021, 42(3): 72-75.
- [6]赵仁乐,刘启顺,李廷春,等.马头门井壁断裂修复治理技术[J].煤矿安全, 2018, 49(6): 74-77.
- [7]唐方圆.煤矿井壁破坏的原因分析及对策[J].四川建材, 2020, 46(11): 52-53.