

煤矿井下注浆堵漏防水技术研究

刘艺芳

煤炭科学技术研究院有限公司 北京 100013

摘要：煤炭资源是一种具有非常重要意义的资源，它的出现可以为国家的建设作出很大奉献，同时可以给广大民众的日常生活带来很大的方便。在煤炭开发中面临许多风险性开发工作，其中煤炭井底水害成为严重威胁井底作业人员生命安全的自然灾害之一。本文依据煤矿井下现场地质情况，并经过对堵漏经济性的研究，选择了采取在矿井巷道支护围岩两侧采取二序布孔的技术方法作为注浆的堵漏方法。为在保证堵漏处理可靠性的情况下尽可能减少堵漏的成本，采取将水泥水泥管封与补强式抗渗漏填料封有机地结合的方法。

关键词：煤矿井下；注浆堵漏；防水技术

Research on grouting plugging and Waterproofing technology in underground coal mine

Yifang Liu

CCTEG China Coal Research Institute., LTD., Chaoyang District, Beijing 100013, China

Abstract: Coal resource is a very important resource, its emergence can make a great contribution to the construction of the country, at the same time can bring great convenience to the daily lives of the general public. Coal mining faces many risky development works, among which coal mine water inrush has become one of the natural disasters that seriously threaten the safety of underground operators' lives. Based on the geological conditions of the coal mine underground site and through the study of the economic feasibility of plugging, this paper selects the method of using the two-stage drilling technology on both sides of the roadway support rock for grouting as the plugging method. In order to minimize the cost of plugging while ensuring the reliability of the plugging treatment, the method of organically combining cement pipe sealing with strengthening anti-seepage filling sealing is adopted.

Keywords: underground coal mine; Grouting plugging; Waterproofing technology

引言

在复杂的地质环境下，井下作业会出现突然洪水的威胁，从而增大了井下排水量，给井下操作人员的生命安全带来了很大的危害。因此，在煤炭矿井开挖过程中有效运用井下防水技术是至关重要的。

一、实施煤矿井下注浆堵漏防水技术的可行性与必要性

（一）水灾发生的主要原因

我国煤炭井下施工中最经常出现的情况就是水害灾害，为了促进煤炭开发必须不断深入到地下水埋藏区域中，但由于采矿公司无视相应的安全措施，从而导致了水害的大量出现，不但会大大降低了煤炭开发的效果还可能导致严重安全事故，对开采人员的人身安全构成了严重威胁；引起洪水的最主要因素是不良钻孔的矿压损坏引起的，在不同程度的松动下，极易损伤了导水带，对洪水的预防带来较大麻烦，在井下开采中，极易形成突发性洪水，导致巨大的水害经济损失，危及整个矿井

的安全生产。

（二）井下注浆堵漏防水的必要性

针对煤矿水文地质的各种条件，井底突水点均有完整的数据资料，它不但可以对煤炭井下突水注浆的堵漏与防水提供数据依据，同时也为煤炭井上井下注浆材料堵漏处理建筑防水的改造带来了方便，有效降低注浆时间，并对注浆料带来了理想充填作用，所以，为煤炭井底注浆料堵漏处理建筑工程防水带来了强大的帮助。在煤炭井底开采中回采顶层作业面，一旦发生了重大的突水事故后，如果在作业面放弃了回采，则将直接破坏剩余的煤炭储备，但目前正由于对煤炭井底注浆的堵漏处理防水工程等的应用，可以继续开展中回采作业，从而促进了煤炭储备向可采储量转化变，由于突水点较多容易淹没巷道，常导致难以运输，在应用井下注浆技术后，不断改进井下回采工作，合理利用报损资源，减少资源的浪费，通过注浆堵漏防水技术才能得到改善。

二、注浆防水的概念及类型

（一）注浆防水概念

注浆防水也叫做灌浆法,它运用了液压、气动及电化等基本原理,利用注浆管将泥浆均匀地投入土层、围岩的组织、回填、衬砌式内,浆液再以充填、渗入和挤密的方法,把土粒及围岩裂隙内的水份和空气排出并占据其中心,在经历特定时期之后,将泥浆与原本疏松的土粒及裂隙粘为一整体,从而构成了一种硬度高、构造简单、防水效能好的物理化学性能较好的“结石体”,进而实现了防水的目的。

(二) 注浆防水的类型

(1) 按在含水岩石地层开凿前后注浆分类:

预注浆材料:在井筒、隧洞、地下室等建筑物在开凿之前或开凿接近含水层之前所实施的注浆施工,叫做预注浆材料。

后注浆方法:在将井筒、坑道、地下室等建筑物掘砌之后,再采用前注浆方法防治水害以及地层结构处理的方法,称为后注浆方法。

(2) 按注浆使用的浆液材料不同进行划分:

水泥注浆:浆液材质以水泥为主。

粘土注浆:浆液材质以粘土居多。

化学注浆:注浆材料以化学药剂为主。

(3) 按浆液进入地层所需的压力大小进行划分:

轻压注浆:用注浆泵运送泥浆,将其压进或渗透进入被注土层。

高压喷射注浆:使用高压泵输出泥浆,或利用特制的喷头形成带有强大动力的喷出水流,切割岩层,与沙、土等粒子搅拌、凝固。

(4) 按浆液在地层中运动的方法不同加以分类:

充填注浆:充填大裂隙、洞穴。

挤压式注浆:又称压密注浆。通过注浆压力,使泥浆从泥土岩层中压开后的不同的通道被挤入泥土岩层,这些浆液就能够将疏松泥土岩层挤得密实。

置换注浆:利用一定的办法将被注土壤地层中的沙、土逼放出,产生的孔洞,用泥浆填充,叫做置换注浆方式。

三、注浆堵漏技术原理

注浆材料是堵漏处理的基础,为适应高速堵漏的需要,注浆材料必须具备很高的稳定性,以适应高速传输的需求,要求注浆材料具备高速凝结的功能,以适应堵漏处理稳定性的要求,另外注浆材料也必须具备较低的造价,以适应堵漏处理经济效益的要求。常见的注浆工艺堵漏的材质主要有水泥注浆材料、DSS化学堵漏防水技术等,水泥材质的价格较低但流动性不足,所以适用于中裂隙和大裂缝处的堵漏方法,而DSS化学堵漏的防水技术价格稍贵但稳定性较好,所以适用于中小裂隙处堵漏方法等,为提高注浆材料堵漏处理的效率和经济性,一般采用二者交替应用,适应于井底堵漏的处理与防水要求。

四、目前煤矿开采防水技术现状

(一) 地质勘探工作需完善

在实施煤炭开发工作以前,首先要对地质展开勘察,深入调查矿井所在区域的地质状况,确定地区环境能否达到开发条件,以便最后决定是不是可以进行煤炭开发工作,并提出具体的工作方法。不过,目前国内仍有部分煤炭公司在开发以前没有开展深入的地质勘察,出现了纰漏,给煤炭开发工作留下了安全隐患。矿井水灾在我国矿山灾害中极为普遍,而且影响非常大,但实质上属于一次多发性自然灾害,通常在中、小型矿井出现。另外,煤炭开发必须投资很大的资金成本,聘用人员,购买机器设备等。不过,中、小型矿井的发展规模相对不大,缺乏雄厚的经济基础,又缺乏专门的科技人员作为技术力量保障,使得开发工作较为局限。同时,不少中、小型煤炭公司只关注眼前的利润,忽略了地质勘探这一关键前提,埋下隐患,反而还缺乏建立预防可能出现的各类风险的紧急应变预案,在煤炭开发过程中非常容易出现水灾。

(二) 相关管理手段应严密

众所周知,煤炭开发工作期限相对较长,工程量相对很大,用工相对较多。所以,为保证煤炭开发工作的顺利开展,必须有健全、规范、紧密的管理为基石。目前,仍有部分矿井的管理较为放松,尚未建立严密的法规加以制约,这也将给洪水等自然灾害的出现带来祸端,以及在洪水出现的时刻无法占据时间先机,加以管理。而且,针对煤炭利用过程可能存在的问题,防患于未然往往更加关键。

五、矿井注浆工程设计方案

(一) 注浆孔的布置

一般情况下设计注浆料的零点五径范围为9m,在竖井荒径与注浆料洞圈间1.3m的长度,根据该长度设计三个相同的注浆料洞,考虑注浆料孔偏斜情况,在不达到安装条件的情况下进行补洞。当竖井截面达到规定零点五径时即可把注浆料孔安装到净径中,从而提高注浆料套管1.3%的平均偏斜度。

(二) 注浆深度

设计中注浆的深度一定要与矿井水深形成强烈对比,至少要接近矿井水深11m,当达到11m后或接触到较富含水层的时候就应增加水深,以确保安全设计。而选择奥灰、14灰的主要目的则是为了在矿井内部维持水力联系,并根据具体情况减小油井井底与注浆材料深度之间的距离。

(三) 注浆段高与方式

注浆泵排量、地层涌水量等因素也是确定注浆材料段高度的重要因素,包括一般水岩层区域设计适用范围在35~45m左右的段高度,以及包括富水地层区域设计适用范围在25~35m左右的注浆段高度。注浆方式采用了两种使用的方法,开始时采取了分段下的方法,在注浆全深时转换了方法,按自落至上的方法开始采用了分

段上链路下复注的方法, 此时的平均段深约为 90m。

(四) 注浆材料的选择

大部分矿山都采用水泥泥浆, 但面对大孔隙的石灰石需要采用高浓度的水泥泥浆, 保持黏合持久性, 且膨胀水泥生产成本较高, 所以建议选用一种黏土水泥浆, 材料简便、便宜, 并且拥有良好的可注性, 由于不会产生任何环境污染而被普遍应用矿山施工过程中。

六、煤矿井下注浆堵漏防水技术分析

(一) 防水方案优化设计

根据某煤层的水文地质情况, 以及依据邻近工作面的开发现状, 该煤层在开发后对底部富水层中的水压影响减小, 从而使得富水层中的水比较易于通过导水裂缝带排出; 随后, 断层产生了新的导水裂缝带, 给富水层中的地下水创造了新的导水途径, 从而引发了突水事件。所以, 若要减少开采动压对煤层开采面的冲击, 就必须对灰岩体采用阻渗注浆的保护, 从而保障了煤层开采下面的隔水层不被损伤。又因为作业层内部受到了多断面的冲击, 将底板与隔水层的裂缝一带导通, 在孔隙水压值一定的前提下, 在断层破裂带附近的底板阻水值低于含水层内部的实际水压。在进行优化施工中, 应着重对断层破裂区进行注浆处理, 以截断导水裂缝区的导水管道。针对工作面的实际状况, 对断层破裂区的注浆加固工程的主要参数进行了设置。

(二) 施工工艺方法

采用注浆材料加固时, 遵循“安全施工检测—敲帮问顶一定切眼—开注浆孔—注浆管—通过水压检测—钻进—灌浆—下一个钻进—灌浆直至终孔结束—清除现场”的工艺次序执行。其中, 要格外注意, 在每个注浆材料之前, 都要对其实施压水, 通过吸水效果来确定压水效率; 确定泥浆的含量和种类, 针对作业面的实际状况, 在必要时对调节泥浆浓度配比; 注浆料作业完成后, 要及时对注浆料管理加以清洗, 为今后管理工作提供基础。

(三) 注浆工艺流程

传统注浆的方法中, 注浆的效果往往与注浆方法压力大小有着直接的联系, 注浆方法压力越大则注浆方法效果就越好, 而注浆方法压力的增大会使得注浆方法裂隙部受到更大的压力, 有发生大范围坍塌的危险, 所以我们就提供了一个新型的“扩散制浆、细管输浆, 不断透孔注浆的方法”, 利用 ZBQ50/6 式注浆方法泵作为注浆的主要动力源进行注浆方法, 以提高注浆材料使用的稳定性。在进行灌浆处理前, 需要灌浆的小晶具有较好的硬度和耐变形性能, 要考虑灌浆材料的性质、场地的施工状况和砂浆的硬度情况, 将砂浆成型在一个 $70\text{mm} \times 70\text{mm} \times 70\text{mm}$ 的模型上, 把成形好的结石体放入 20°C 的水中, 检查浆液的小晶抗压性能是否达到 $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。当阻水墙达到一定抗压强度时, 可以对作业面进行注浆施工, 可以选择水泥和水玻璃双液浆的注浆材料, 在对二种砂浆进行搅拌时, 在 6 h 内砂浆均不

凝结、不沉降, 在搅拌后, 一般要求砂浆凝结的时间为 3~10min, 最大抗拉强度为八 MPa 以上。砂浆的水灰比维持在零, 8: 1, 但一旦发生了漏浆, 仍可使水灰比保持在 0.7: 1。确保固化速率与稳定性能的一致性, DSSS 化学堵漏防水技术全部投入到注浆泵中进行。注浆后的气压既应保持高于围岩内的水平, 也要防止过高的气压造成周围岩石稳定性的破坏, 按照实际测量的水平和围岩厚度, 初步选定的最高气压为八 MPa。

(四) 井下防水法

井下防水技术是综合防治水科技中的主要部分, 目前的井下防水技术一般可以被分成井下防水技术与疏导式排水技术两类。在具体使用时, 要关注如下三个方面情况: 首先, 必须准确地计算好矿井层和含水层之间的距离, 并制定可行的方法, 以保证防水作业落在现场, 如果矿井层和含水层之间距离相对较近, 在实施矿井开采作业时要做好排水。第二, 井下防水作业的进行要针对实际情况具体分析, 灵活处理, 以保证既正确又合理。第三, 矿井开采作业需要科学, 遵循原则。工程开展时, 必须安排专门的技术人员, 渗透到第一线, 根据矿井所在区域的自然资源、地貌特征进行细致的勘查, 并制定了挖掘方案, 以严谨的落实“有疑必探、有掘必探、先探后掘”的规范。

(五) 井下注浆核心控制点

在使用水泥注浆材料的工程中, 必须先要在搅浆筒内做好拌和处理, 而后把拌和完成的水泥砼管送入储浆罐中, 利用注浆的水泵、输送管道、调节阀门等灌注到岩壁内的裂缝中。当灌注完成后控制系统, 加入洗涤剂的预制水泥对管道进行冲刷, 保证管道不被阻塞。当使用水泥灌注砼管时为保证堵漏处建筑防水的完整性, 必须使用速凝式堵漏防水方法进行预处理。当使用补强式抗渗浆料时, 可以在水泥罐内进行混合并通过注浆机械泵送到堵漏处。

结语

综上所述, 煤炭开发项目虽然艰难, 但只要采取相应的保护措施、加强设计工艺的研发能力、维护使用的设计可靠性, 仍然可以有效地从根源控制水灾等情况的发生。煤炭开采的有关专业的部门, 必须进一步提高对防水作业的认识, 实现安全生产, 推动全国煤炭生产的蓬勃发展。

参考文献:

- [1] 都建. 煤矿井下注浆堵漏防水技术研究 [J]. 山西冶金, 2021.
- [2] 马名智. 煤矿矿井施工中注浆堵水技术的应用研究 [J]. 科技创新与应用, 2017:158-158.
- [3] 李淑娟. 煤矿矿井施工中注浆堵水技术的应用研究 [J]. 煤炭技术, 2014:77-79.

作者简介: 刘艺芳, 1988.04, 女, 汉, 辽宁, 硕士, 高级工程师, 矿用材料, 211203198804180024