

复杂地质条件下导水构造注浆技术的应用

陈学文

山西省吕梁市能源发展服务中心

DOI:10.12238/gmsm.v7i6.1872

[摘要] 随着我国经济的快速蓬勃发展,包括煤矿工程在内的地下工程建设进入了一个崭新的阶段。并且煤炭不断增长的需求使得煤矿开采规模越来越大,以及一些矿井下组煤的大规模开采等原因,复杂地质条件下的水害威胁程度日益增加,在井下作业过程中经常遇到特殊地质构造情况。而且陷落柱导通顶底板含水层这种特殊的煤矿灾害有着其特殊性,它的出现严重制约了矿井的正常生产,给矿井安全生产带来极大。

[关键词] 复杂地质条件; 陷落柱导水; 注浆技术

中图分类号: TU195+.1 文献标识码: A

Application of grouting technology in water-conducting structure under complex geological conditions

Xuewen Chen

Shanxi Province Lvliang Energy Development Service Center

[Abstract] With the rapid and vigorous development of China's economy, underground engineering construction, including coal mine engineering, has entered a brand-new stage. The increasing demand for coal makes the scale of coal mining larger and larger, and the large-scale mining of coal under some mines has increased the threat of water disasters such as complicated geological conditions. In the process of underground operation, special geological structures are often encountered. The collapse column leads to the roof and floor aquifer, which is a special coal mine disaster with its particularity. Its appearance seriously restricts the normal production of the mine and brings great safety to the production of the mine.

[Key words] Complex geological conditions; Collapse column conducts water; Grouting technology

1 概况

陷落柱的导水性可分为3种类型:强充水型、边缘充水型、弱充水型。从已发现的陷落柱来看,绝大多数陷落柱是弱充水型,陷落柱内充填物压实紧密,分化程度较强,边缘裂隙水已被疏降,煤矿在采掘过程中,没有水或少量水。边缘充水型的陷落柱内充填物压实紧密,分化程度较强,柱内水系联系不好,只是陷落柱边缘发育的次生裂隙充水,对奥灰水的导通性不好,采掘过程一般以淋、滴水为主,涌水量不大。强充水型陷落柱内未被充填物压实,柱内水系联系好,直接导通奥灰高压水,沟通了煤系地层各含水层,采掘工程一旦揭露就会发生突水,水量大而稳定对矿井会造成灾难性的淹井事故防排水设施很难起到作用。

金家庄煤矿下组煤二采区皮带巷310米范围内出现两处导水陷落柱,分别为皮带巷240米段2#陷落柱,揭露长轴为15m,短轴(探测)为12m,最大单孔涌水量为30m³/h,水压最大为0.3Mpa;310米段3#陷落柱,揭露长轴为29m,短轴(探测)为23m,经钻探探测单孔涌水量最大为60m³/h,压力为0.75Mpa。陷落柱伴生裂隙

发育,导水及连通性好,经专家及取水样化验分析,陷落柱导通顶底部太灰和奥灰含水层,水量30-60m³/h,如任其自流,导水通道将越来越畅通,水量还会继续增大,同时将会造成矿井突水事故发生。导水陷落柱是我矿在公司及全县行业中出现的首例地质构造,严重制约了矿井的正常生产,给矿井安全生产带来安全隐患。

矿井石炭系上统太原组太灰水含水层的岩溶、裂隙发育程度一般较弱,仅见小型溶孔或溶蚀裂隙,水位标高为795.631-812.08m。奥陶系岩溶裂隙含水层在井田内属深埋,峰峰组地层中就有较好的含水层,属中等富水含水层,上、下马家沟组地层岩溶裂隙发育,是奥灰岩的主要含水层,富水性强,水位标高为797.58-807.66m,8#煤层底板标高为519.83-800.18m、9#煤层底板标高为507.82-786.33m,陷落柱地段底板标高为695m,8#、9#煤层为全区带压开采。

由于皮带巷是矿井生产主运输系统,因此为了加快矿井运输系统形成及掘进施工进度,同时为了加固导水陷落柱地段和

控制涌水量及后期矿井安全生产,公司及矿领导们非常高度重视陷落柱治理项目,多次聘请专业人士和组织相关部门研究讨论,制定了可行性注浆治理方案。

2 项目研究主要内容

二采皮带巷2#陷落柱采取壁后注浆进行堵水作业,该段两帮及顶部先采用喷射混凝土加强支护,底部采用钢梁+混凝土浇筑支护。其核心一堵水,另一方面防止陷落柱导水通道增大造成突水事故。

二采皮带巷3#导水陷落柱采用普通法预注浆,使工作面掘进安全通过,就是在现实综合防治水施工中摸索出的一套克服困难的**成功技术之一,其核心部分就是用4~6MPa高压水泥浆液强制将陷落柱固结成坚硬壳体,同时在巷道周边6m范围内形成一道隔水帷幕,把水控制在巷道周边6m范围以外,达到根治陷落柱固结、巷道涌水的目的,加快施工进度,使巷道施工安全通过该陷落柱地段。该技术为掘进巷道安全、快速通过有极大危险性导水陷落柱积累了一定的成功经验。

2.1 工艺流程如下:

工作面固定孔口管(3#陷落柱)→施工止浆垫(墙)→施工注浆钻孔→工作面预注浆→打检查孔(补注加固)→拆除止浆垫→掘进→壁后注浆加固→预埋注浆管→两帮及顶部喷浆加强支护→底板浇筑砼→注浆加固

2#陷落柱段埋设注浆管→喷浆支护→底板浇筑加固(埋设导水兼注浆管)→壁后注浆→打检查孔(补注加固)。

2.2 注浆技术要求:

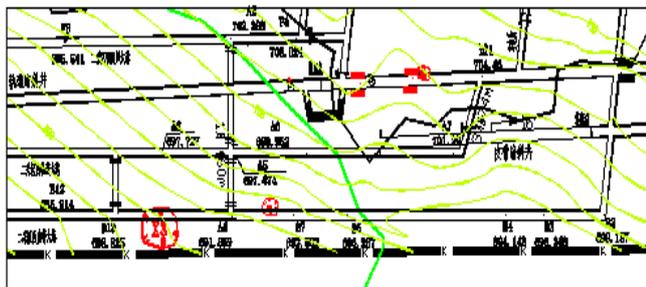
注浆钻孔施工一个注一个,按设计方案进行打钻孔注浆,先施工最外圈钻孔,接着施工二次钻孔,最后施工中心钻孔与检查钻孔。

通过4~6MPa注浆高压,使陷落柱松散岩层吃浆量饱满、充分,把巷道轮廓外6米固结成岩,达到治水目的。

2.3 注浆方法

2.3.1 短掘短探短注

巷道掘进工作面根据钻探控制超前距30米进行掘进,距陷落柱边缘30米停止掘进,进行布孔注浆,在巷道周围形成帷幕,封堵裂隙水。采用水泥浆及水玻璃双液注浆,前期控制少加玻璃水,慢慢加大玻璃水用量。



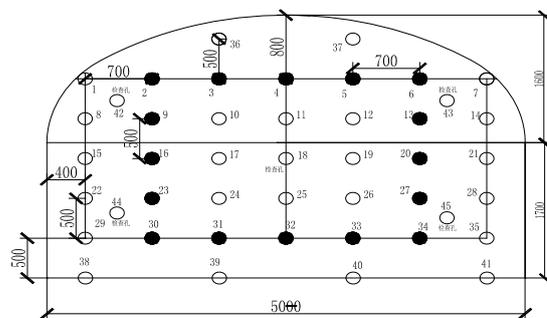
2.3.2 止浆垫(墙)施工注浆

当巷道工作面掘进揭露或即将揭露陷落柱带时,工作面出

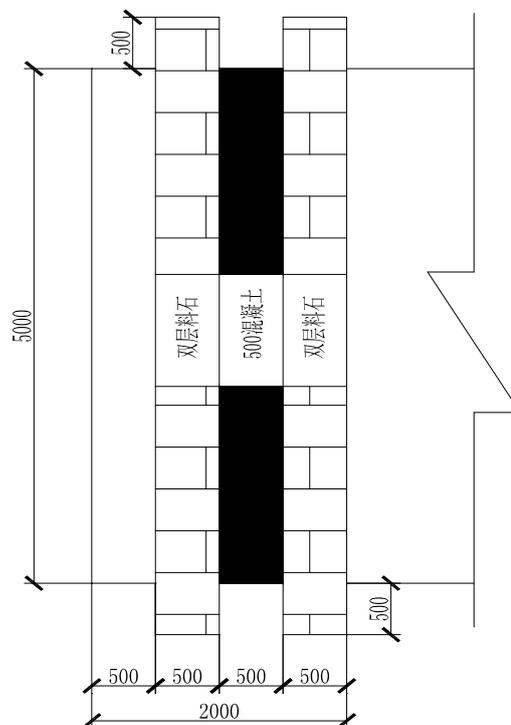
现涌水超过 $5\text{m}^3/\text{h}$ 或出现了水路导通的现象,将在工作面前方按设计要求设置止浆岩帽或混凝土止浆墙。因工作面煤岩破碎,岩帽无法承受注浆压力,采用施工混凝土止浆墙的方式,设置止浆墙的主要目的,一是为了注浆工作面本身的安全,预防突水特别是高承压水的突出而造成的安全事故;二是防止注浆浆液串至工作面降低注浆效果。

工作面止浆墙设计砌双层500mm厚的料石墙,中间浇筑500mm厚的混凝土,设计强度C20。止浆墙与工作面留500mm的间距,注浆过程中由浆液填充。将孔口管预埋进止浆墙中,凝固5天后方可进行注浆。

工作面钻孔控制范围:巷道顶帮轮廓外6m范围,浆液扩散半径取2.5m,形成注浆帷幕,确保巷道安全通过。造孔过程中,当钻孔内涌水量大于 $5\text{m}^3/\text{h}$ 时应立即停止打钻,退钻杆进行注浆,封孔后对其它钻孔进行造孔,8小时后,重新对该钻孔继续通过孔口管套孔打钻,一旦出水,停止打钻进行注浆,如此往复,达到设计深度。



注浆孔布置图



止浆墙施工图

2.3.3 壁后注浆加固

待止浆垫(墙)施工注浆加固以后,掘进通过构造带,巷道采用锚网索+36U型钢支护,最后进行壁后注浆加固,即巷道两帮及顶部先采用喷射混凝土加强支护,底部采用钢梁+混凝土浇筑支护,其次采取壁后注浆进行加固作业。壁后注浆加固扩散半径5-6米,终孔注浆压力控制在2Mpa,以不造成喷浆层及巷壁损坏为准,最终达到预期注浆加固效果。

3 解决的关键问题和创新点

针对矿井掘进巷道在穿过导水陷落柱构造的情况下,金家庄煤矿通过普通注浆法方式达到隔绝水源及封堵巷壁漏水现象,注浆采用P.042.5级普通硅酸盐水泥和M=3.0~3.3,38~40Be液体水玻璃双液注浆,浆液配比:水灰比为1:1~0.8:1(重量比),水泥浆与水玻璃为1:0.6~1(体积比)。对导水陷落柱进行注浆加固,通过现场观察此类化学浆渗透性好,具有较大扩散半径,粘性好,强度高,在掘进施工中不会出现大面积的片帮和顶板破碎,保证了巷道安全生产。该技术可供类似矿井安全、快速通过有极大突水危险性导水陷落柱构造时推广应用。

其创新点为利用注浆钻孔向陷落柱构造注入4~6MPa高压浆液,强制将陷落柱固结成坚硬壳体,同时在巷道轮廓6m范围内形成一道隔水帷幕,把水控制在巷道周边6m范围以外,使巷道掘进安全通过该陷落柱地段,确保了矿井后期正常安全生产。

4 经济效益

金家庄煤矿二采区皮带巷导水陷落柱采用普通注浆法(工作面预注浆+壁后注浆)后,注浆效果十分明显,不仅达到了注浆堵水、加固巷壁、加快巷道掘进效率的目的,而且将极大减少后期巷壁维修次数、强排水费用,简化了主运输系统,延长了巷道的服务寿命,确保了矿井后期安全生产。如不注浆治理,巷道将无法通过陷落柱地段,需重新设计巷道绕过陷落柱地段,增加了主运输系统复杂性,给后期生产运输系统带来很大困难。

投入成本:技术咨询费约5万元,水泥费用约63万元,水玻璃费用约105万元,其它设备材料费用约200万元,人工费约90万元,合计463万元。

经济效益:如果不注浆治理重新设计巷道绕过陷落柱地段,则设计变更费约50万元,巷道掘进按400米算工程费用400万元,增加运输设备费约1000万元,安装费约100万元,巷道按服务年限5年计算则其它维修等辅助材料费约1500万元,其他费用预算50万元,累计3100万元。

该巷道导水陷落柱经过注浆加固直接经济效益共计:2637万元。

5 社会效益

导水陷落柱的突水,往往会造成灾难性的淹井事故,发生后难以进行有效的抢救。金家庄煤矿二采皮带巷导水陷落柱采用的普通法预注浆,壁后注浆加固法实施成功,为诸多矿井在较复杂地质条件下巷道导水陷落柱注浆加固技术积累了一定宝贵经验;增强了企业的创新精神和竞争能力,同时提高了金家庄煤矿在同行业的知名度,树立了良好的企业形象,由此带来的经济效益极为明显,社会效益也非常可观;在今后煤矿行业的发展中,具有良好的推广应用价值。

6 结束语

在复杂地质条件下,导水构造注浆技术的研究与应用具有重大意义。通过本矿对该技术研究与应用,我们有效地解决了导水构造带来的安全隐患。今后导水构造注浆技术会继续不断完善,为保障工程安全、推动行业发展发挥更大的作用,为矿井开采在复杂地质条件下的工程建设提供更加坚实的技术支撑。

[参考文献]

- [1]崔立国,煤矿井下导水陷落柱注浆加固技术研究,《山西冶金》,2024-1221-222.
- [2]王剑,侯旭斌,导水陷落柱注浆加固方案设计与施工实践,《煤》,2018-422-23.
- [3]申李华,王庄煤矿工作面过陷落柱注浆加固技术研究,《煤》,2022-651-54.

作者简介:

陈学文(1974--),男,汉族,山西省吕梁市人,本科,研究方向:采矿工程。