

近千米深井大断面软岩巷道帮底共治技术研究

钱学森

(皖北煤电集团 恒源公司 安徽 宿州 234001)

[摘 要] 安徽恒源煤电股份有限公司某矿井-950 m 水平井底车场巷道虽然围岩岩性较好,但在近千米深井高地压的作用下,巷道呈现明显的软岩变形特征,帮顶日均移近量超过 0.5 mm,两帮移近量 0.4 mm/d 以上。巷道帮顶的松动圈深度接近 3 m,在底板水的作用下,底板松动圈深度甚至接近 5 m。鉴于此,制定巷道帮底共治技术方案对围岩进行加固,通过充分加固,取得了明显效果。

[关键词] 深井巷道 大断面巷道支护 底板注浆 底鼓治理

[中图分类号] TD266 [文献标识码] B [文章编号] 1672-9943(2015)03-0091-02

0 引 言

随着我国煤矿开采深度的不断增加,深井巷道支护难题越来越常见^[1]。在超高地压作用下,巷道愈发呈现软岩变形特征,变形速度快,变形总量大^[2]。以安徽恒源煤电股份有限公司某矿井 -950 m 水平井底车场大断面巷道支护为研究对象,分析了巷道变形特征及变形原因,特别指出了底板水对巷道变形的重要影响,制定了以帮部锚索、底板锚索、全断面注浆为主体的帮底共治加固技术,对巷道的严重底鼓变形进行了有效控制。

1 井底车场巷道工程地质概况

1.1 巷道顶底板岩层岩性

某矿井井筒竣工部分柱状图如图 1 所示。

岩性柱状	层厚/m	累厚/m	岩石名称 岩性描述
	24.70	-926.20	泥岩 抗压强度: 13.6 MPa RQD值: 75
	8.00	-934.20	粉砂岩 抗压强度: 39.6 MPa RQD值: 85
	19.70	-953.90	泥岩 RQD值: 75
	26.90	-980.80	粉砂岩 抗压强度: 39.6 MPa RQD值: 85
	5.80	-986.6	细砂岩 抗压强度: 17.7 MPa
	0.10	-986.7	煤
	4.80	-991.5	泥岩
	3.50	-995.0	细砂岩

图 1 井筒竣工柱状图(部分)

结合现场揭露资料来看,工业试验巷道的井底车场围岩多为粉砂岩、泥岩,也有巷顶出现薄煤层、帮底处于泥岩之中的情况。总体而言,巷道围岩的基本情况较好,相比两淮地区同水平巷道,巷道稳定性也较高。

1.2 水文特征总结

-950 m 水平井底车场巷道位于 4 煤顶板 60 m 左右,属于 7 含水层顶板,水压实测值 5 MPa。巷道掘进期间迎头及顶板出水量大,加之排水不畅,巷道底板积水严重。巷道所属围岩大多为泥岩和粉砂岩,泥岩及泥质胶结的粉砂岩浸水后强度降低,流变性大幅增强,围岩自承载能力减弱。

2 巷道原支护方案的不足

2.1 巷道原支护方案

巷道的原支护设计如图 2 所示。主要包括长度 7 300 mm、间排距 2 000 mm×2 000 mm 的顶板

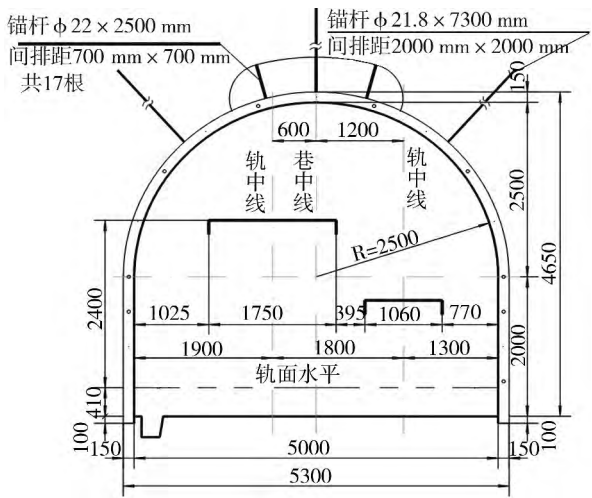


图 2 巷道原支护设计方案

锚索,长度 2 500 mm、间排距 700 mm×700 mm 的帮顶锚杆以及厚度 150 mm 的喷浆层。原方案特别强调顶板的加固,两帮支护强度明显不足,底板则完全无任何支护。围岩主要自承载结构如图 3 所示。

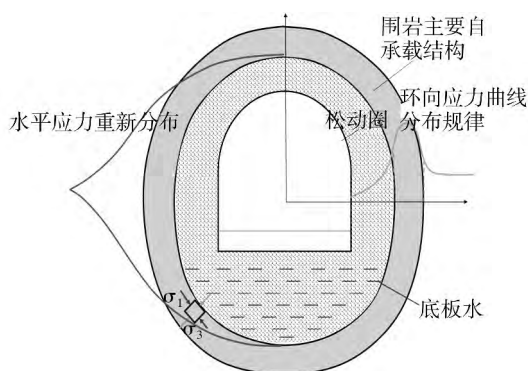


图 3 围岩主要自承载结构示意图

图 3 显示巷道底板松动圈较大,且内部积聚着大量游离水,水的浸泡使得底板岩石强度大大降低,且远低于帮顶松动圈的承载力。因此,巷道实际需要支护的断面(下面简称支护断面)是一近似的竖向椭圆,两帮的下部是稳定性最差的部位,也就是需要关键加固的部位。底板松动圈较大且强度很低,随着水的浸泡作用,松动圈的范围会越来越大,这会导致支护断面的竖向尺寸越来越大,两帮的稳定性越来越差,片帮、冒顶、底鼓会加快发生。

巷道原支护方案没有考虑上述情况的存在,这是其明显的不足之处。

2.2 巷道原支护效果

根据现场变形观测数据,-950 m 水平井底车场巷道顶底移近 0.4~0.6 mm/d,两帮移近 0.4~0.5 mm/d。巷道在开挖后的 2 个月内产生了 300 mm 以上的底鼓量,顶板虽未出现明显下沉变形,但顶板正中及帮顶交界处均出现了非常普遍的炸皮开裂现象。

3 帮底共治的应对策略

(1) 质点应力状态改善:通过帮部锚索的作用,较大程度地改善围岩质点应力状态,降低或去除质点蠕变动力。

(2) 提高围岩自身承载能力:底板水是底鼓的最大影响因素,底板岩石在水的浸泡下,底鼓强度最大的可超过 10 倍,去除底板水不仅可大幅提高底板的承载力,同时也可大幅提高围岩整体承载

结构的承载力。实施底板注浆,可在去除底板水的基础上再次大幅降低岩石的流变动力,提高围岩的承载能力。

4 巷道补强加固设计参数

补强方案设计内容包括帮锚索+全断面注浆。补强支护参数如图 4 所示。主要通过直径 22 mm、长度 7 300 mm 的帮部锚索抵抗水平应力,并通过全断面注浆,特别是底板注浆提高围岩松动圈的承载能力,消除底板游离水对围岩的弱化作用。

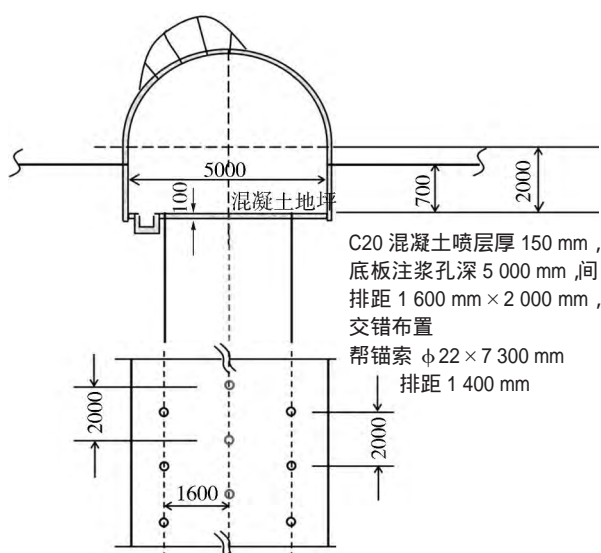


图 4 巷道补强支护参数示意图

巷道帮顶注浆技术在煤矿应用广泛,已经是普遍推广的技术。下面特别给出底板注浆方案:

(1) 铺设止浆层:为了防止漏浆,在注浆前先浇筑砼地坪,强度 C20,水灰质量比为 0.45,质量配合比为水泥:黄沙:瓜子片=1:2:2,速凝剂掺入量为水泥质量的 3%~5%。水泥为 P.042.5 普通硅酸盐水泥,黄沙为中粗砂,瓜子片粒径 5~10 mm,地坪厚度 100 mm。

(2) 深孔注浆:底板注浆孔成孔后,迅速将注浆管下放至孔中,注浆管共 2 节,每节 2.4 m,注浆管外露长度约为 50 mm,对于注浆管周围的空隙,采用棉纱加聚氯脂及水泥封固,用棉纱缠绕在注浆管 1 100 mm 处加聚氯脂加固,再用快干水泥封孔 500 mm,快干水泥固管 0.5 h 方可进行注浆。要保证固管质量,封堵要实,尽量避免因注浆时憋压而把注浆管冲出。采用专用注浆泵将浆液通过注浆管注入孔中。通常情况下,注浆压力 2.0 MPa,当注浆压力达到设计值 10 min 后(下转第 101 页)

着煤层倾角的增大,周围岩体垂直应力集中程度和范围均减小,同时随着煤层倾角的增大,在煤柱内出现卸载现象,且卸载范围及程度更加明显。通过对不同煤层倾角下煤柱宽度方向上垂直应力分布状况分析可得:由于煤柱破坏,煤柱两侧出现卸载现象,随着距离边缘距离加大,应力逐渐升高,出现应力集中区域。随着煤层倾角的增大,应力集中系数减小,应力集中区域深度加大,但变化不明显。

3.2 煤柱及周围岩体塑性破坏特征

在不同煤层倾角下,受煤柱两侧工作面开采影响,煤柱及周围岩体呈现不同的破坏特征,通过对不同煤层倾角下断层保护煤柱及周围岩体塑性破坏分析可以得出:随着煤层倾角增大,顶底板破坏深度加大,同时由于煤层倾角变大,断层上盘底板更加接近煤层下部断层,断层下盘更加接近煤层上部断层,易造成断层破坏区与顶底板破坏区联通,引发顶底板突水事故。随着煤层倾角的增大,煤柱破坏深度增大,破坏程度加剧。但煤柱破坏程度与倾角增大速度不成正比。断层带内破坏程度和深度均随煤层倾角增大而增大,在靠近煤层部分由于保护煤柱存在,断层带破坏很小。

综上所述,为防止煤柱整体破坏失效及顶底板破坏区与断层带破坏区联通,可以得出,随着煤层倾角的增大,断层保护煤柱的宽度应该加大。

(上接第 92 页)方可停止注浆。

(3) 锚固材料:水泥单液浆,浆液水灰质量比 0.7,适量添加水玻璃,但不要超过水泥质量的 3%。

(4) 注浆压力:最好设定在 2.0 MPa,注浆时间要达到设计压力 10 min。

5 结 论

(1) 巷道帮底共治补强方案实施完成 30 d 后,矿方委托科研单位对巷道的表面变形进行为期 90 d 的观测。观测结果显示,90 d 内巷道的底鼓速度由 0.1 mm/d 逐步降低至 0.01 mm/d 以下,两帮移近速度已经由 0.07 mm/d 降至 0.01 mm/d 以下。巷道补强前后的变形观测数据充分证明帮底共治技术在深井巷道变形控制中的效果良好。

(2) 通过帮部锚索及全断面注浆,尤其是底板注浆,实现了千米垂深大断面岩石巷道的帮底共治,现场监测表明治理效果良好。这一成功经验

4 结 论

(1) 研究了不同煤层倾角下断层防水煤柱及周围岩体的破坏情况,随煤层倾角增大,煤柱两侧边缘破坏区深度增大,同时顶底板及断层带破坏深度增大,易造成断层带破坏区与顶底板破坏区联通。因此应适当加大断层防水煤柱宽度。

(2) 研究了工作面回采后不同煤层倾角的断层防水煤柱及周围岩体的应力分布特征,随煤层倾角增大,煤柱两侧边缘应力集中现象减小,且周围岩体也出现类似现象。

[参 考 文 献]

[1] 张金才,张玉卓,刘天泉.岩体渗流与煤层底板突水[M].北京:地质出版社,1997.
[2] 左建平,陈忠辉,王怀文,等.深部煤矿采动诱发断层活动规律[J].煤炭学报,2009(3):305-309.
[3] 邹友峰,柴华彬.我国条带煤柱稳定性研究现状及存在问题[J].采矿与安全工程学报,2006,23(2):141-145.
[4] 郑功,程久龙,王玉和,等.不同倾角断层对煤层底板突水影响的数值模拟研究[J].矿业安全与环保,2012,39(1):14-19.

[作者简介]

郑步连(1961-),男,高级工程师,毕业于中国矿业大学煤田地质与勘探专业,现任徐州长城基础工程有限公司总工程师,主要从事煤田地质与水文地质勘探工作。

[收稿日期:2015-01-13]

表明深部大断面岩石巷道在超高的地应力作用下,多出现明显的流变特征,底板游离水对底板围岩的弱化作用则更加凸显。因此,必须采用有效的支护手段提高围岩自身的承载能力,概述围岩的应力环境,消除底板水的弱化作用,才能确保深部大断面岩巷的支护效果,为深部矿井的安全生产提供保证。

[参 考 文 献]

[1] 谢和平,周宏伟,薛东杰,等.煤炭深部开采与极限开采深度的研究与思考[J].煤炭学报,2012,37(4):535-542.
[2] 郝朋伟.高地压软岩巷道锚杆支护的数值模拟[D].淮南:安徽理工大学,2003.

[作者简介]

钱学森(1962-),男,高级工程师,毕业于淮南矿业学院采煤专业,现任安徽恒源煤电股份公司副总经理,长期从事煤矿技术管理工作。

[收稿日期:2015-02-28]