

装载硐室大孔径预应力注浆锚索加固技术研究

周 明

(天地科技股份有限公司建井事业部,北京 100013)

摘 要:麻家梁煤矿主井箕斗装载硐室破坏严重,现有支护强度不足。通过分析硐室破坏原因,提出采用新型大孔径预应力注浆锚索加固方案,并介绍了支护加固设计及施工技术要点。数值模拟分析及现场工业试验表明,采用大孔径预应力注浆锚索加固方案能够满足装载硐室的受力和变形要求,锚索受力合理,顶板及两帮位移得到有效控制,取得了良好的加固效果。

关键词:装载硐室;大孔径预应力注浆锚索;加固;变形

中图分类号:TD354 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2013)08-0067-03

Research on Large Diameter Pre-stressed Grouting Cable Anchor Reinforcement for Loading Chamber/ZHOU Ming (Well Construction Department, Tiandi Sciences & Technology Co., Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: The loading chamber of main shaft skip was damaged seriously in Majialiang coalmine and the supporting strength was insufficient. By the analysis on the damage reasons, new reinforced scheme of large diameter pre-stressed grouting cable anchor was proposed and the paper introduces the key points of the design and construction technology. The numerical simulations and the industrial test showed that the scheme can meet the requirements of the force and deformation of the loading chamber, the cable force is reasonable, the roof and 2 sides of displacement are effectively controlled with good reinforcing effect.

Key words: loading chamber; large diameter pre-stressed grouting cable anchor; reinforcement; deformation

1 概况

麻家梁煤矿主井箕斗装载硐室为煤矿永久性硐室,服务年限同该矿井的开采年限。箕斗装载硐室设计段高为 41 m,该段岩性主要由砂质泥岩、粉砂质泥岩、中粒砂岩、泥岩、煤等组成。其中 564.80 ~ 568.20 m 段岩性为细粒砂岩,裂隙未填充,岩性破碎,是主要出水层段之一,太原组涌水量为 3.91 m³/h。由于硐室本身断面尺寸大,地质条件差,围岩受地下水软化等影响,现有结构强度难以抵抗围岩应力,对装载硐室造成破坏。根据硐室存在的问题,实施了补打锚索的加固措施。锚索直径为 20 mm,锚固方式为树脂药卷端锚,锚固长度为 2.2 m,钻孔直径 28 mm,钻孔深度 7 m,间排距 1 m,设计预应力等级 200 kN,由于岩层渗水原因,实际锚固力只有 70 kN。托板为 14 号槽钢,水平布置。现场勘查,破坏依然严重。

大孔径预应力注浆锚索加固技术在地面工程上应用较早,在煤矿井下巷道支护中使用小孔径预应力锚索较多。与普通锚索相比,大孔径预应力注浆锚索整体强度高,可施加较大的预应力,使围岩具有较高的承载力。该技术在麻家梁煤矿主井箕斗装载硐室

加固中得到成功的应用,取得了良好的加固效果。

2 硐室破坏原因

根据麻家梁矿箕斗装载硐室段地质条件及硐室分布情况,分析井筒变形破坏原因主要有以下几个方面。

(1)围岩岩性差。箕斗装载硐室段主要由砂质泥岩、粉砂质泥岩、中粒砂岩、泥岩、煤等组成。初次开挖时即发现岩性软弱、泥质胶结、易风化破碎。根据周围硐室相关的研究资料,该区域地应力主方向沿东西走向,围岩普氏系数 4~6,软化系数 0.6~0.69,膨胀系数 30%左右,粘土矿质在 20%以上,以高岭土为主,流变性较为明显。

(2)地下水对围岩的软化作用。围岩内存在大量的裂隙,在硐室开挖过程中,围岩的变形会导致裂隙扩展,裂隙发展,地下水沿裂隙渗入围岩中,使得岩石软化,该处泥岩软化系数在 0.6~0.69 之间,使得围岩承载能力降低。现场发现了硐室局部渗水现象。

(3)装载硐室断面尺寸大,硐室群结构复杂。装载硐室断面对角最大连线长度达 21 m,为多个矩

收稿日期:2013-04-08

作者简介:周明(1982-),男(汉族),湖北人,天地科技股份有限公司建井事业部项目经理、工程师,采矿专业,从事煤矿项目管理工作,北京市和平里青年沟东路 5 号,zhouming@126.com。

形的组合,呈反对称结构。从受力角度分析,这种断面的硐室易导致应力集中;装载硐室周围分布着煤仓等大断面硐室,易相互影响,导致变形受力复杂。

3 支护加固设计

支护加固方案:装载硐室原支护为锚杆支护,钢筋混凝土浇筑井壁,现采用人工凿除已开裂挤出的混凝土体,并挂钢筋网浇筑 200 mm 厚的 C30 混凝土封闭所有裂缝,在原支护基础上用大孔径全长注浆锚索加固围岩。

3.1 注浆锚索加固机理

其一,可以改善围岩塑性圈内岩体的力学性能,提高岩体的整体强度,增加岩体自身的承载能力;其二,注浆可以封堵岩体内的裂隙,隔绝空气防止风化,避免岩体强度因水和空气的影响而大幅降低;其三,强力锚索支护的目的是在破碎围岩经注浆恢复连续性后,对其施加强力边界条件,使围岩具有较强的承载能力,确保加固后的硐室围岩稳定^[3,4]。

3.2 锚索结构

大孔径预应力锚索是由内锚固段、自由段和外锚固段组成,如图 1 所示。内锚固段是锚索锚固在岩体内提供预应力的根基,粘结锚固剂采用水泥浆。

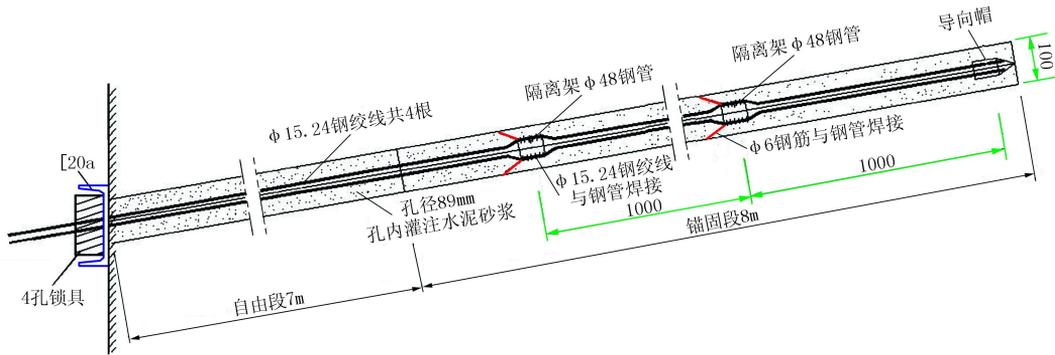


图 1 锚索结构示意图

3.3 锚索支护设计

锚索孔径为 100 mm,孔深为 15 m,锚索间排距 2.5 m,钻孔倾角 10°。锚索采用 4 股 $\phi 15.24$ mm 低松弛高强度预应力钢绞线编制而成。在锚索头部安装导向帽,内锚固段长度 8 m,每隔 1 m 安装隔离架,锚索自由段钢绞线应涂抹黄油并外套波纹管或塑料管防腐,两头用铁丝扎紧,并用电工胶布缠封,外锚固段长 1 m,包括锁具和槽钢。

4 施工技术要点

(1) 锚索在地面编制而成,安装前加装排气管,采用人工安装,将锚索逐步送到位,不得强推、强拉。

(2) 锚索孔注浆采用 KUBJ-1.8 型砂浆泵灌注水泥砂浆,水灰比 0.4~0.45,灰砂比 2:1,水泥砂浆强度 ≤ 20 MPa。采用从孔口到孔底注浆,注浆压力 ≥ 0.25 MPa。排气管停止排气或溢出浆液,即可停止注浆。当水泥砂浆体强度达到设计强度 80% 后,方可进行张拉锁定。

(3) 锚索张拉、锁定工作应在托盘安装完毕、水泥砂浆达到设计要求强度后方可进行。张拉时压力应达到 27 MPa 以上,以保证单根钢绞线预紧力达到 100 kN。锚具采用 QLM-7 型,钢垫板为 20 号槽

钢,每根槽钢长 1.5 m,中间开直径为 70~80 mm 的孔。

5 数值模拟及分析

5.1 模型建立

模型模拟范围长 \times 宽 \times 深 = 110 m \times 70 m \times 50 m,采用摩尔-库仑模型。锚索采用 cable 单元模拟,混凝土采用 shell 单元模拟^[5]。数值模拟分析模型如图 2 所示。

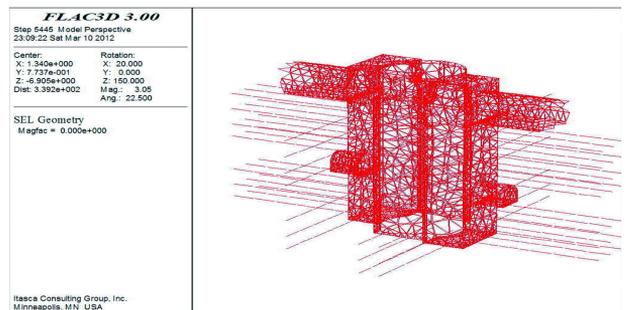


图 2 加固数值模拟分析模型

5.2 支护前后对比

采用有线差分软件 FLAC3D 进行数值模拟计算。首先对模型施加初始地应力,然后模拟装载硐室的开挖和支护。

5.2.1 井壁最大主应力

由图3可见,支护前、后箕斗装载硐室侧壁最大主应力分别约为35 MPa和20 MPa。支护后的最大主应力明显减小,低于C35混凝土的抗压强度,符合承载要求。

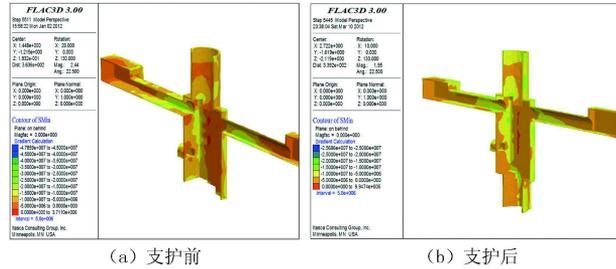


图3 井壁最大主应力云图

5.2.2 围岩应力集中区

支护前和支护后围岩应力集中均出现在装载带式运输机巷下部靠近硐室东西侧墙墙壁的围岩中,原支护和加固后对比发现(图4),加固后的围岩应力集中区距硐室侧墙为3.9 m,而加固前为5.3 m。可见,加固方案最终的应力集中区扩展范围远小于原支护的应力集中区扩展范围。因此可以推断加固方案能够有效遏制应力集中区的扩展,减小了表面变形的发展。

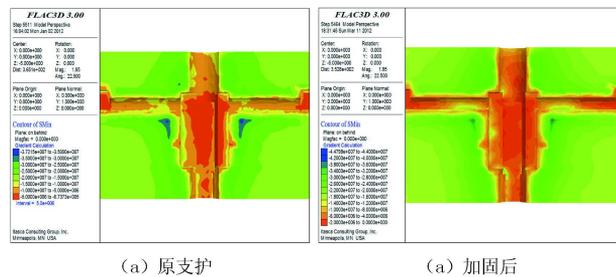


图4 围岩应力集中区

5.2.3 硐室变形

支护结构变形如图5所示,可见支护体变形分布较为均匀变形量较小。东西侧硐室部分变形得到明显改善。硐室部分最大变形量在2 mm以内。

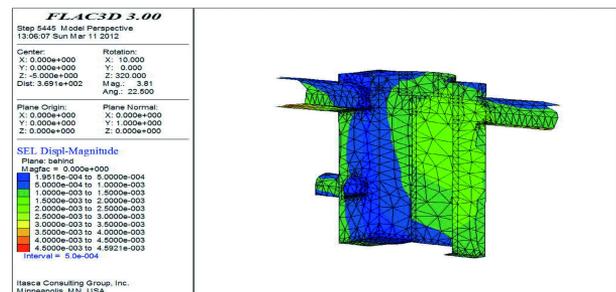


图5 支护结构变形云图

6 效果考察

6.1 锚索受力

装载硐室井壁锚索72 h后载荷达到设计载荷,说明能快速承载,抵抗变形压力,控制围岩变形,5天后锚索荷载趋于平稳。锚索未出现拉断破坏现象,说明其所受载荷未达到锚索极限载荷,选用锚索力学参数合理。

6.2 两帮表面位移

抽取装载硐室一个平台3点的实测位移值进行分析,见表1。

表1 装载硐室周边位移记录表

日期	I-I	II-II	III-III
2012-03-02	2820 + 18.22	6195 + 8.53	3495 + 24.82
2012-04-02	2820 + 17.91	6195 + 8.41	3495 + 24.63
2012-05-02	2820 + 18.06	6195 + 8.29	3495 + 24.61
2012-06-02	2820 + 17.66	6195 + 8.08	3495 + 24.45

从井壁两帮位移记录表可以看出,两帮表面总位移量在1~2 mm,说明锚索对两帮变形控制较好,减轻了两帮所受的载荷。

7 结论

综上所述,采用大孔径预应力注浆锚索加固方案能够满足装载硐室的受力和变形要求,使得支护体受力得到较为明显的改善,具有一定的安全储备。

(1) 注浆锚索加固支护一方面对混凝土支护体起到减跨作用,改善了其受力条件;另一方面对周围围岩提供了较大的作用力,减小了应力集中区向内转移导致的围岩损伤和软化范围,有害变形减少。

(2) 现场试验表明,锚索受力合理,顶板及两帮位移得到有效控制,该支护方案切实可行,支护效果良好。

参考文献:

- [1] 钱鸣高,刘听成. 矿山压力及其控制[M]. 北京:煤炭工业出版社,1991.
- [2] 刘长武. 软岩巷道锚注加固原理与应用[M]. 江苏徐州:中国矿业大学出版社,2000.
- [3] 孔祥惠,朱申庆,郑金平. 注浆与锚索联合加固技术在软岩巷道中的应用[J]. 煤炭科学技术,2008,36(6):25-27.
- [4] 谢士文,郭鹏,王冰. 深孔锚索注浆加固技术在深井高应力软岩巷道底脚治理中的应用[A]. 煤炭科学与技术研究论文集[C]. 北京:煤炭工业出版社,2010.38-41.
- [5] 康红普. 回收巷道锚杆支护影响因素FLAC分析[J]. 岩石力学与工程学报,1999,18(5):534-537.