

# 锚注锚索加固跨采巷道施工实践

秦荣宏, 刘志勇

(徐州矿业集团 旗山煤矿, 江苏 徐州 221132)

**[摘要]** 对于受跨采影响的巷道, 单纯靠锚杆支护已无法阻挡巨大采动应力和围岩碎胀力的总体剪切强度, 造成矿压显现剧烈, 顶、底板和两帮位移量较大, 严重地影响巷道的使用。而采用锚注、锚索加固巷道, 实践证明具有良好的支护效果, 并取得了显著的经济和社会效益。

**[关键词]** 锚注; 锚索; 跨采巷道

**[中图分类号]** TD353

**[文献标识码]** B

**[文章编号]** 1006-6225 (2008) 04-0056-02

Practice of Reinforcing Roadway under Mining with Bolting  
Grouting and Bolting Rope

## 1 问题的提出

众所周知, 锚杆群可使单根锚杆形成的压缩区彼此联合起来, 形成一定厚度的均匀压缩带即组合拱, 对离层及节理面错动有抑制作用。但受采动影响, 松动圈会进一步扩展, 这种抗力已无法阻挡巨大采动应力和围岩碎胀力的总体剪切强度, 造成矿压显现剧烈, 顶、底板和两帮位移量较大, 严重地影响巷道的使用, 需扩巷修护。而采用扩巷修护方法修护时, 修护成本大, 效果差, 维修周期短。因此, 如何保护巷道, 最大限度地减小采动对巷道的损害已成为急需解决的问题。

## 2 -850m轨道大巷概况

-850m轨道大巷为半圆拱形、光面爆破锚喷支护。毛断面积  $15.25\text{m}^2$ , 净断面积  $13.76\text{m}^2$ ; 锚杆为  $\phi 18 \times 1800\text{mm}$  普通锚杆, 间距  $750\text{mm}$ , 排距  $700\text{mm}$ , 混凝土厚度为  $100\text{mm}$ 。

-850m轨道大巷在 13305回采工作面下部, 垂直法距  $75\text{m}$ 。围岩条件主要为砂质泥岩, 在未受采动影响的情况下个别地段已出现顶板片落。说明该巷道支护不能满足跨采采动影响的强度要求。

经实际调研和系统分析, 决定对 -850m轨道大巷实施超前锚注、锚索加固维护。在 -850m轨道大巷跨采段修护加固  $300\text{m}$ , 并进行了全过程的矿压数据观测, 支护效果好, 经济效益显著。

## 3 加固机理

### 3.1 锚注加固

由于受回采高应力的影响, 不可避免地出现大松动圈, 巷道维护十分困难, 有时单纯采用锚杆支护因锚固力及锚固范围小而无法有效地控制大松动圈的围岩变形, 最终导致巷道围岩破坏。

围岩注浆加固松动圈机理在于提高松动圈内破裂岩体强度。利用注浆锚杆内浆液充填大松动圈内的破裂面, 将破裂岩体固结起来, 使松动圈内块体黏结成整体结构, 同时使原松动圈由单向或双向受力变为三向受力状态, 从而大大提高破裂岩体残余强度和改善其力学性能, 而注浆锚杆本身由于向围岩中注浆, 使得普通锚杆也变成全长锚固锚杆, 提高了锚杆的锚固力及整体(组合拱)强度, 从而增加了围岩自身承载能力, 提高了支护结构的整体性, 保证围岩松动圈的稳定性。

### 3.2 锚索加固

与锚杆支护相比, 锚索支护具有锚固深度大、锚固力大、可施加较大的预紧力等诸多优点, 是大松动圈巷道支护加固不可缺少的重要手段。锚索把下部大松动圈范围内群体锚杆形成的组合拱或者锚注形成的组合拱及组合拱之外不稳定岩层, 例如岩层中的层理面造成的离层等悬吊于上部稳定的岩层。同时, 由于锚索可施加较大的预紧力, 挤紧岩层中的层理、节理裂隙等不连续面, 增加不连续面之间的摩擦力, 从而提高围岩的整体强度。

## 4 跨采超前加固支护方案

### 4.1 锚注加固

由于塑性区较大, 岩性较差, 采用巷道周边注浆加固。

**[收稿日期]** 2007-12-06

**[作者简介]** 秦荣宏 (1963-), 男, 江苏高邮人, 高级工程师, 现任旗山矿生产矿长。

选用圆管状钢管作为锚杆，并兼作注浆管使用，达到加固巷道周边的破裂岩体，提高围岩的自承能力和改善破裂岩体的结构及力学性能之目的。注浆使用液压注浆泵，使用MQT-120矿用气动锚杆机打眼，眼深2.5m，孔径29mm。

确定采用水泥水玻璃材料注浆，水灰比（重量比）为1:1，水泥浆液与水玻璃的体积比C:S=1:0.4~0.6，其中水玻璃模数为3，波美度为40Be，水泥标号32.5。

注浆孔布置如图1所示。注浆锚杆间距为1.5m，排距1.4m，注浆孔深度2.5m，注浆压力2~3MPa，注浆孔直径一般为36~42mm。

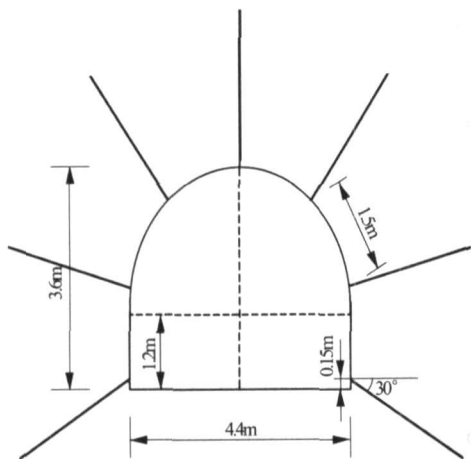


图1 注浆孔布置

## 4.2 锚索加固

根据数值计算，巷道顶板变形较大和拱角受力集中，在巷道拱部采用锚杆加固。采用不低于 $\phi 15.24\text{mm}$ 的高强度锚索（锚固段位于稳定岩层中，如砂岩），长6500mm，沿巷道中顶偏下帮45°角处，间距约3.5m，排距2m，每排2根。锚固剂为ZK2335型树脂药卷，4块。用锁具锁好，预紧力应达80kN以上（锚索布置如图2所示）。

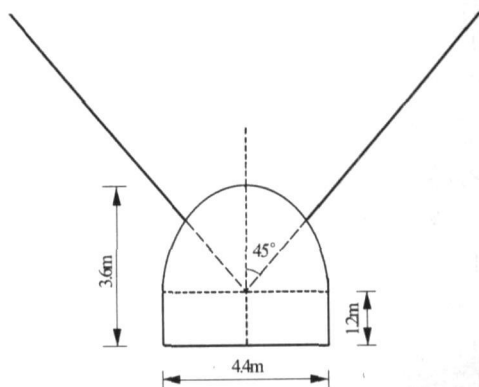


图2 锚索布置

## 4.3 底鼓控制

通过下底角注浆锚注降低底鼓，局部底鼓较重的，可以起底处理。

## 5 巷道表面位移观测

### 5.1 测点布置

巷道位移量测包括两帮移近、顶板下沉及底鼓的量测等。采用双十字布点法，在同一平面内按要求打出4个孔（直径40mm，深350mm，垂直岩面，也可用注浆孔代替），两帮、顶底板各2个，两帮测孔在同一高度上，顶底板在巷道正中央，然后把钢筋（或木楔）安设进去，用水泥砂浆固结。

每隔20m布置1组测点，测点一直随着上部采煤面的推进而设置。

### 5.2 测量仪器

顶底板移近量（顶沉、底鼓）、两帮移近量采用测枪、测尺、测杆进行观测。

### 5.3 观测方法

对采煤面附近的点要每天观测1次，详细记录观测结果，而对远离工作面的点每2天测1次，随着工作面的逐渐推进，远离工作面的点则可逐渐增大测量时间。

### 5.4 观测结果

经过对-850m东西翼轨道联络大巷加固段和未加固段历时3个月观测，其结果如图3所示。

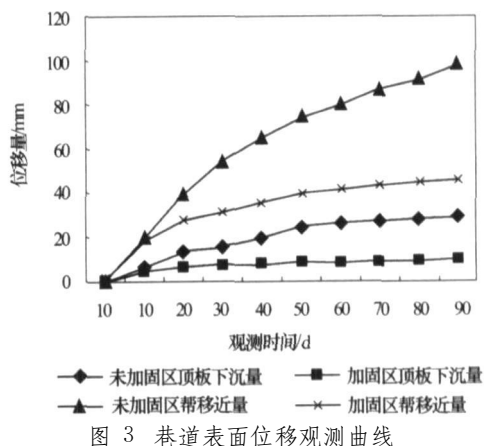


图3 巷道表面位移观测曲线

## 6 支护效果及经济效益

### 6.1 支护效果

由图3可见，采用锚注 锚索加固段巷道顶板在刚开始回采时下沉速度较快，但很快趋于平稳，最大下沉量为9.8mm，断面收缩率仅为2%；而未采用锚注 锚索加固段巷道顶板最大下沉量为24.5mm，断面收缩率达10%。

（下转82页）

值, 采用半对数坐标纸做出曲线, 根据外推法确定断电瞬间的热电阻值。

此时应注意, 由于这是在空载温升稳定后测得的绕组电阻值, 此时铁心的温度高于绕组的温度。根据热交换原理, 切除电源后, 在热稳定之前, 铁心将继续释放热量, 而内绕组将吸收热量, 所以内绕组的温升将继续增加, 因此, 所测得的内绕组热电阻值是呈上升趋势, 即稳态电阻值  $R_n$  大于  $t$  时间的电阻值  $R_t$ 。这一点有别于油浸变压器短路法温升试验中热电阻值的变化趋势。当断电瞬间的电阻值确定后, 其热电阻差值应为  $\Delta R = R_n - R_t$ , 做出  $\Delta R - t$  曲线, 求出断电瞬间的  $\Delta R$ , 再根据  $\Delta R$  计算出断电瞬间的热电阻值。对于外绕组, 由于受铁心影响较小, 断电后处于散热冷却状态, 热电阻值下降, 即  $\Delta R = R_t - R_n$  为正值, 做出  $\Delta R - t$  曲线, 求出断电瞬间的热电阻值。根据冷热电阻值的测定, 计算出高、低压绕组空载温升  $\theta_{c1}$  与  $\theta_{c2}$ 。

### 3 短路温升试验

当空载温升测试完以后, 接着要进行短路温升测定。短路温升试验接线原理与负载试验接线方法相同, 通常是低压侧短路, 高压侧供电, 如图 2 所示。检查接线无误后, 在高压侧施加额定电流, 使变压器绕组因短路损耗而发热, 待绕组温升稳定后断电, 测试高、低压绕组的热电阻值, 测试方法与

空载温升试验的测试法相同。最后计算出高、低压绕组的短路温升  $\theta_{c1}$  与  $\theta_{c2}$ 。根据空载时和短路时所测得的高、低压绕组的温升, 利用计算公式算出绕组的实际温升  $\theta'_{c0}$ 。

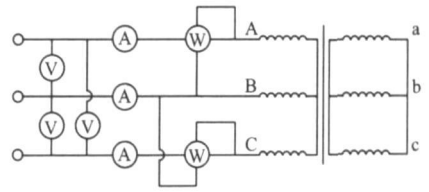


图 2 短路温升接线原理

### 4 结论

GB8286-2005 《矿用隔爆型移动变电站》标准, 容量 50~4000kVA, 电压等级 6kV, 10kV 产品温升试验采用此法其效果很好, 采用此方法对型号 KBSG-315/6 的矿用隔爆型干式变压器进行了温升试验, 测试结果与理论计算非常接近, 说明该试验方法完全满足干式变压器的温升试验要求, 是可行的。

#### [参考文献]

- [1] GB6450-1996 干式电力变压器 [S].
- [2] GB1094.2-1996 电力变压器温升 [S].
- [3] 保定天威保变电气股份有限公司. 变压器试验技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.

[责任编辑: 邹正立]

(上接 57 页)

### 6.2 经济效益比较

经计算, 采用锚注 锚索加固巷道的成本为 155.9 元 /m, 而未采用锚注 锚索加固的巷道修护成本为 320 元 /m, 两年内降低成本 262.1 万元。

因此, 采用锚注 锚索加固维护跨采巷道的方法比未采用锚注 锚索加固而进行修护巷道的方法节约成本, 经济效益非常显著。

[责任编辑: 邹正立]

(上接 59 页)

大面积冒顶事故, 即能有效控制围岩变形, 减少巷道修护量, 又提高了生产安全性。近两年来, 共施工巷道 3000 多米, 未发生冒顶事故, 片帮次数明显减少, 解决了复合顶板、高应力巷道顶板支护的难题, 使巷道掘进进尺快速增长, 是淮北矿区复合顶板、高应力巷道锚网支护技术的重大突破。

### 4 结束语

在煤柱高应力区及复合顶板、天然焦火成岩顶

### 7 结论

采用锚注 锚索加固巷道, 提高了支护结构的整体性, 增强了组合拱的承载能力, 相对提高了围岩松动圈的稳定性, 从而有效地控制了巷道进一步收敛, 大大地减小了修护量, 具有显著的经济效益和社会效益。

[责任编辑: 邹正立]

板巷道采用该项工艺, 明显降低了掘进巷道的修护工程量, 提高了掘进单进水平和劳动生产效率, 缓解了采掘接替紧张的被动局面, 不仅取得了技术突破, 也取得了显著的经济和社会效益。

#### [参考文献]

- [1] 钱鸣高, 刘听成. 矿山压力与岩层控制 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2003.
- [2] 蒋金泉, 韩继胜, 石永奎. 巷道围岩结构稳定性与控制设计 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1998.
- [3] 徐永析. 采矿学 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2003.

[责任编辑: 邹正立]