

# 管棚帷幕注浆法在煤矿巷道穿越破碎带中的应用

曹祖宝, 朱明诚, 王 辉

(煤炭科学研究总院西安研究院, 陕西 西安 710054)

摘要: 结合工程实例, 详细介绍了煤矿巷道穿越含高压瓦斯破碎带的管棚帷幕注浆施工技术。

关键词: 煤矿巷道; 高压瓦斯; 破碎带; 管棚; 帷幕注浆

中图分类号: TD353 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2008)08-0079-03

Application of Pipe-roof Curtain Grouting in Construction of Coal Mine Tunnel Crossing the Fractured Zone/CAO Zu-bao, ZHU Ming-cheng, WANG Hui(Xi'an Branch of China Coal Research Institute, Xi'an Shanxi 710054, China)

Abstract: Combined with an engineering example, the paper detailed pipe-roof curtain grouting technology used in the construction of coal mine tunnel in the fractured zone which is full of high-pressure gas.

Key words: coal mine tunnel; high-pressure gas; fractured zone; pipe-roof; curtain grouting

## 1 工程概况

四川龙滩煤矿 +450 回风石门处于龙王洞背斜西翼, 该段岩性为二叠系茅口组灰岩, 受区域构造影响, 岩石破碎、裂隙发育。2007 年 4 月, +450 回风石门掘进过程中遇到高压力的瓦斯和硫化氢, 单孔瓦斯混合气体涌出量达到 15 m<sup>3</sup>/min, 单孔硫化氢气体涌出浓度为 200 ppm, 气体涌出压力达到 2 MPa 左右。为了尽快解决此重大难题, 四川广能集团龙滩煤电公司委托我院对该高压瓦斯破碎带进行治理方案设计 & 施工技术指导。

## 2 管棚注浆设计方案

对于软弱土体浅埋暗挖工程施工中管棚注浆技术的应用已较为成熟<sup>[1-4]</sup>, 但对于煤矿井下含高压瓦斯破碎带中的巷道建设, 应用管棚注浆方法目前国内还未见报道。

### 2.1 煤矿井下高压瓦斯破碎带管棚施工的特点及

### 难点

(1) 煤矿井下破碎带钻孔难。煤矿巷道埋深大, 地压、水压及气压等因素给管棚钻孔制造的难度较一般浅埋暗挖工程管棚钻孔施工大。岩层破碎极易造成钻孔的偏斜、塌孔从而出现交孔、管棚管下不到位等问题。

(2) 高压气体比水等其他物质具有更强的渗透性, 因此封堵瓦斯的注浆帷幕的质量比一般工程要求更严格。

(3) 瓦斯、硫化氢对人身安全具有极大的危害, 如何保证施工人员的安全是此类工程的最大难点。

### 2.2 管棚帷幕注浆方案设计

根据该破碎带的工程地质特性, 经过分析研究, 采用管棚支护及帷幕注浆的综合治理方案, 见图 1。管棚的作用是将上覆岩体荷载均匀传递给围岩, 并在管棚外通过两个循环的帷幕注浆形成封闭帷幕封堵高压瓦斯。

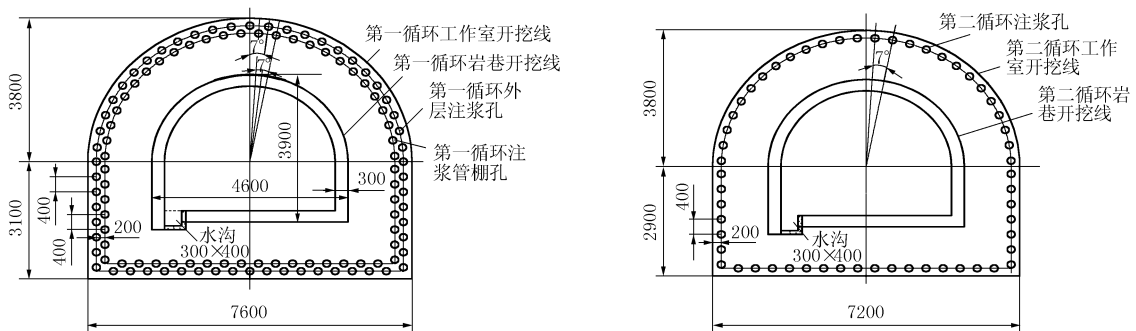


图 1 管棚帷幕注浆平面布置图

收稿日期: 2007-12-12

作者简介: 曹祖宝(1979-), 男(汉族), 安徽六安人, 煤炭科学研究总院西安研究院, 地质工程专业, 硕士, 从事岩土工程的设计与施工工作, 陕西省西安市雁塔北路 52 号, freedo2000@sina.com。

### 3 施工技术措施

#### 3.1 管棚技术参数

岩石巷道管棚作用机理不同于软弱土体,管棚主要起均匀传递、分散荷载的作用,并通过注浆形成的改良结石体承担外部荷载。本项目选用  $\varnothing 50$

mm、壁厚 5 mm 的钢管作为管棚管。管棚沿巷道周围布置形成一个封闭圈,其中直线段间距为 400 mm,弧线段按  $7^\circ$  夹角布置。管棚长 45 m,外插角取  $9^\circ$ 。见图 2。要求必须按信息化施工程序施工,不断调整、优化设计参数。

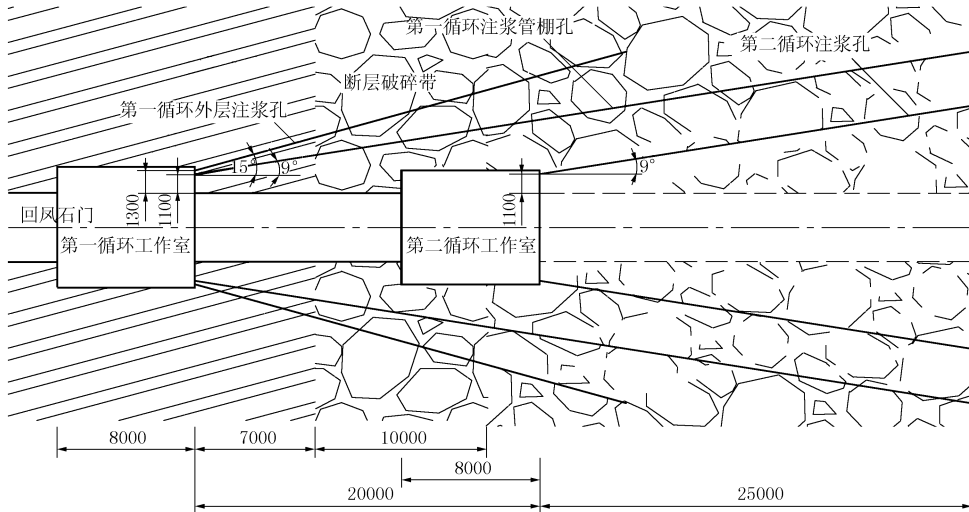


图 2 管棚帷幕注浆施工纵剖面示意图

#### 3.2 长管棚、短帷幕注浆组合的应用

针对此破碎带富含高压瓦斯的特性,采用在长管棚外布置两个循环的短帷幕注浆孔来形成有效的封堵帷幕。帷幕注浆孔每循环长 25 m。第一循环注浆孔与管棚孔呈梅花状布置,外插角取  $15^\circ$ ;第二循环帷幕注浆孔参数同管棚,外插角取  $9^\circ$ 。通过两个循环的高压注浆达到补强和密实充填岩石细微裂隙的作用,从而彻底将瓦斯封堵于帷幕之外。

#### 3.3 钻孔防突装置

国内目前管棚多应用在软弱土层中,钻孔一般不设孔口装置或设置孔口法兰装置。这种孔口装置在钻孔突然喷孔时不能瞬时关闭而必须等钻杆全部退出后才能关闭法兰从而阻止气体涌出。实践证明,法兰装置在含高压气体或液体的地层钻孔中使用是非常不安全的。为此,本项目设计应用了一种新型的孔口防突装置。该新型钻孔孔口防突装置是一种胶圈式封孔装置。在钻进过程中突然发生瓦斯喷孔时,只需通过人工挤压一组耐高压的胶圈就可以在不退出钻杆的情况下将高压气体封堵在孔内。该防突装置在本项目中得到了成功应用,笔者将在以后的文章中详细介绍其构造和作用原理。

#### 3.4 注浆技术参数

注浆材料:P. O32. 5R 水泥,模数 2.4、30 ~ 40 Be 水玻璃。

单液浆水灰比为 0.8 ~ 1,双液浆配比为:水泥

浆:水玻璃 = 1: 0.3 ~ 1: 0.5。

注浆压力:为了保证细微裂隙能够充填密实,注浆终压  $\leq 5$  MPa。

结束标准:注浆压力  $\geq 5$  MPa,单孔注浆量  $\geq 10$  m<sup>3</sup>。

### 4 施工流程及质量控制

#### 4.1 施工工艺流程(见图 3)

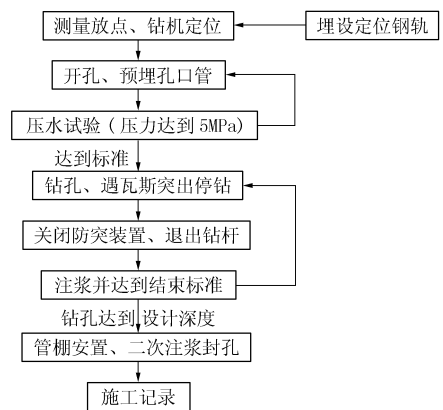


图 3 施工工艺流程图

#### 4.2 质量控制

(1) 钻机需固定在预先埋设的高强钢轨上,从而保证其钻进过程中的稳定性。

(2) 为避免对破碎带原始平衡的扰动而影响精度,钻孔采用间隔施工。注浆必须是成一孔注一孔,

防止出现窜浆、漏浆而影响注浆压力。

(3)为保证注浆压力,在巷道碛头位置必须施工一个50 cm厚的止浆墙。

(4)尽量选用单液浆注浆,从而保证浆液扩散半径。

(5)每个循环结束必须施工质量检查孔,检查注浆半径和涌气量,并依此来优化设计。

## 5 结语

目前,该煤矿回风石门已经成功穿越富含高压瓦斯和硫化氢的破碎带。此类问题在我国西南省份的煤矿建设中具有较强的代表性,管棚帷幕注浆方法的成功应用为今后煤矿巷道的建设提供了宝贵的经验。在此项目的实践中有以下几点体会:

(1)长管棚加短帷幕注浆方法在煤矿巷道穿越

含高压瓦斯破碎带中的应用是切实可行的。

(2)岩体内煤矿巷道、隧道建设采用管棚支护,选用小管棚具有经济性和有效性。

(3)煤矿井下管棚施工,注浆质量是成败的关键。建议采用大压力劈裂注浆的工艺。

## 参考文献:

- [1] 赵元根,罗富荣.超前小管棚定位技术[J].隧道建设,2000,(4):43-45.
- [2] 苏均,许燕峰.长管棚技术在广州地铁区间隧道中的应用[J].铁道建筑,2000,(4):5-7.
- [3] 刘德志.大管棚预注浆超前支护技术在市区浅埋大跨度隧道施工中的应用[J].铁道建筑,2002,(1):15-16.
- [4] 周顺华,张先锋,余才高,等.南京地铁软流塑地层浅埋暗挖法施工技术的探讨[J].岩石力学与工程学报,2005,24(3):526-531.

## 地质学家聚焦北京奥运地质安全

万众期盼的北京奥运会开幕在即,然而入夏以来,北京雨天接连不断,降水量明显增加,创下10年同期的最高纪录。多雨可能引发的汛期地质灾害正引起首都地质专家的密切关注。

不仅如此,北京城区周边矿山地质环境恢复治理、城市地下水环境监测、新兴绿色能源浅层地温能开发、城市地下轨道交通等地下空间建设,这些关乎城市地质安全的重要问题,也日益有赖于地质专业的解决途径。

一个新的命题——“保障北京地质安全”正日益受到首都地质学界的关注。日前召开的北京市地勘局纪念建局50周年学术研讨会上,展示了在此领域取得的科研成果,得到了国际地科联主席张宏仁、中国工程院院士赵文津、中国工程勘察大师王秉忱、北京大学地球与空间科学学院院长潘懋等专家的一致肯定。

“随着北京市两轴两带多中心的发展规划的逐步实施,城市规模越来越大,由此对城市的资源环境承载能力提出了挑战。”北京市地勘局局长魏连伟在接受《科学时报》采访时指出,“保障北京地质安全”命题的提出就是为了阐述影响城市安全的各种地质营力作用的机制,寻求适宜北京城市发展的城市地质安全系统研究路线,引导城市持续、和谐、安全发展。

北京是一个水资源严重不足的城市,供水水源主要以地下水为主。北京市地勘局在为城市寻找应急地下水源地的同时,也持续开展地下水环境监测工作。“这项工作开展的历史可以追溯到20世纪50年代,近年来随着新技术不断应用,北京平原区地下水环境监测体系得到了进一步完善。”据水文地质专家、北京市水文地质工程地质大队高级工程师刘久荣介绍,2007年开始的北京市平原区地下水环境监测和地下水污染初步整治方案项目新建400多眼监测井,将地下水动态信息及向政府决策部门提供合理利用的对策建议,并通过媒体向社会发布水情通报、水情预报和地下水污染监测报告,为保障北京地下水资源的可持续利用发挥重要作用。

办一届绿色奥运会是北京的承诺,近年来一种新兴的绿色能源——浅层地温能在地质专家的努力下,得到了推广和发展。据北京市地质勘察技术院总工程师李文伟介绍,北京的地热资源丰富。经过50余年的工作,北京市地勘局专家调查、划分了东南城区、京西北、小汤山、后沙峪、李遂、天竺、双桥、凤河营、良乡、延庆10个地热田,并提出地热远景区面积近2372 km<sup>2</sup>。目前北京地区地热井已有

300多眼。自2000年首个地下水式地源热泵项目建成投入商业运行以来,项目数量及服务面积均呈大幅度增长,年平均增长率高达150%~200%。据不完全统计,截至2007年9月,北京地源热泵系统工程达到479个,服务建筑面积达到约1050万m<sup>2</sup>,全市18个区县均有工程分布,而且这些数字还在不断增长。

“鸟巢、北京工业大学体育馆以及奥运村等实现绿色奥运目标的重点和难点项目都普遍采用了这一新兴绿色能源。为改善环境质量,避免奥运会对环境的不利影响提供了保障。”李文伟介绍说。

汛期可能引发的突发地质灾害也受到了地质专家的密切监测。据北京市地质研究所总工程师韦京莲介绍,北京市地质灾害具有分布上的广泛性与地域性,爆发上的群发性和隐蔽性,高突发性,危害上的多隐患性和难以预见性等特点。目前北京市地勘局专家已经提出北京市突发地质灾害监测预警工程建设的总体思路与框架方案。

“其中专业监测工程拟由1个中心站、8个野外监测站和800个专业监测点组成。监控面积约7000 km<sup>2</sup>,群测群防则由易发区内的各行政乡镇村人员构成,群测群防点1000余处。”韦京莲说,通过构建群结合的地质灾害预警工程,北京市将提升防灾预警能力,提高临灾预报水平,实现精准、快速、实时、有效的地质灾害预警,减少和降低地质灾害损失,保障了城市的安全建设和发展。

在50多年的地质工作基础上,2004年,北京市地勘局开展了《北京市多参数立体地质调查》工作,更新了一批重要基础数据,目前已建成北京市城市地质信息管理与服务系统。据北京市地勘局副局长吕晓俭介绍,这一系统为地质科技人员及政府管理人员提供了一个综合化、智能化、规范化的工具平台,为北京市建设规划与管理及社会公众信息需求提供一个基础服务平台,也为奥运会的成功举办和城市可持续发展提供地质安全保障。此前,在项目实施过程中提供的研究成果,曾使奥运主场馆鸟巢成功避让地下活动断裂带,消除了世纪工程的隐患。

记者获悉,为了进一步做好北京城市地质工作,满足首都发展所需的资源安全和环境安全,北京市地勘局制定了“两项工程,一个系统”计划,即重要战略资源保障工程、城市地质生态环境安全保障工程和城市地质安全保障工程信息服务系统,两项工程的顺利实施,将推动北京地质工作由问题推动型向理念推动型转变。

(据 中国地质调查局网站 2008-07-22)