

Water Inrush Problem Research of Using the Heavy Curtain Grouting Technology to Govern Limestone in Coal Mine

Wencheng Chi

Fujian Yong'an Coal Co., Ltd., Sanming Fujian
Email: chiwuchi@163.com

Received: Aug. 5th, 2015; accepted: Jan. 10th, 2016; published: Jan. 13th, 2016

Copyright © 2016 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

By introducing the successful experience that the fairy pavilion coal mine in Fujian Province uses heavy curtain grouting technology to govern limestone in coal mine, this paper provides a method to manage the coal mine water inrush for the majority of coal mine hydrogeology workers.

Keywords

Water Inrush Control, The Curtain Grouting, Resources Reserves

利用帷幕注浆技术治理煤矿灰岩突水问题研究

池文程

福建省永安煤业有限责任公司, 福建 三明
Email: chiwuchi@163.com

收稿日期: 2015年8月5日; 录用日期: 2016年1月10日; 发布日期: 2016年1月13日

摘 要

本文通过介绍福建省仙亭煤矿通过实施帷幕注浆堵水治理煤矿灰岩水的成功经验, 为广大煤矿水文地质

工作者提供一种治理煤矿突水的方法。

关键词

突水治理, 帷幕注浆, 资源储量

1. 概况

福建省永安煤业有限责任公司仙亭煤矿由福建省煤炭工业设计院设计, 设计方案为《仙亭煤矿初步设计方案》, 开采上京井田童子岩组地层煤层, 斜井开拓, 设计生产能力 30 万吨/年, 服务年限 55.6 年。矿井始建于 1985 年 10 月, 1989 年 11 月建成投产。矿井第一生产水平为+500 m 水平, 第二生产水平为+300 m 水平, +100 m 水平正在建设, 目前生产集中在+300 m 水平, +500 m 水平在回收复采。

上京井田由福建省地质二队勘探, 于 1979 年 12 月提交《福建省大田县大田煤矿上京井田精查地质报告》 [1], 报告确定上京井田水文地质条件属简单~中等偏简单类型。

1991 年福建省煤建公司在施工后洋+500 m 运输大巷(位于仙亭煤矿五采区东部, 巷道揭露地层为童子岩组一段地层 P1t1-1)时发生最大涌水量达 423.7 m³/h、稳定涌水量 230 m³/h 的突水事件, 突水水源为矿区深部栖霞组灰岩水, 从而使仙亭煤矿水文地质条件达中等类型。突水后仙亭煤矿成功设置挡水墙堵水。

1997 年省煤炭工业总公司对上京矿区水文地质调查项目进行立项, 该项目由省煤田地质局一二一队承担, 于 1999 年 4 月提交了《上京矿区水文地质调查报告》。1999 年 9 月省煤炭工业总公司组织有关专家对该报告进行审查, 形成如下意见: 后洋+500 m 运输大巷突水水源为栖霞组灰岩岩溶裂隙承压水, 突水通道可能为导水断层或封孔质量不良的钻孔, 并决定以 ZK56 与 ZK84 连线为界, 连线以西划为“安全开采区”, 连线以东划为“突水危险区”。

2010 年仙亭煤矿进行资源储量核实, 提交了《福建省大田县上京井田仙亭煤矿(整合)资源储量核实报告》, 并通过福建省国土资源评估中心评审和福建省国土资源厅备案, 评审文号为闽国土资储评字[2012] 24 号。《评审意见书》把仙亭煤矿 ZK56 与 ZK84 连线以东“突水危险区” 1488 万吨的煤炭资源称为“隔离防水煤柱”, 其中(332)882.6 万吨, (333)605.4 万吨。《评审意见书》要求矿山进一步加强对突水原因研究, 更合理地确定“隔离防水煤柱”的范围, 使当前划分的“隔离防水煤柱”的资源储量大部分得以“解放”, 以延长矿山服务年限。

2. 突水机理分析

2.1. 突水水源分析

对突水点水质进行化验, 并对突水点与 ZK10 水源孔及仕坑村水井的水力联系进行分析, 以此确定突水水源为栖霞组灰岩水。

2.2. 钻孔封孔情况检查

收集工作区所有钻孔资料进行分析, 找出揭露栖霞组灰岩而没有封孔或封孔质量不合格的钻孔。

2.3. 断层导水性分析

认真查阅《上京井田精查地质报告》、《上京矿区水文地质调查报告》和工作区井巷工程揭露的水文地质资料, 进行综合分析, 判断是否存在切通童子岩组煤系地层和栖霞组灰岩的导水断层。

3. “突水危险区”探测

由于事先无法确定突水通道是导水钻孔还是导水断层，因此探测、治理工作采用排除法，即：先对导水钻孔进行治理，之后在后洋+500 m 运输大巷挡水墙打开闸阀进行放水试验，如果没有强补给来源，说明钻孔为突水通道，治理成功；如果仍有强补给来源，说明还存在切通童子岩组煤系地层和栖霞组灰岩的导水断层，再对导水断层进行探测、治理。

钻孔治理采用在井下找孔、扫孔和重新封孔的办法；导水断层的探测采用边探边掘进行查找的办法，断层治理采用工作面预注浆改造围岩，形成“阻水帷幕”，让巷道安全通过的方法。

4. “突水危险区”治理工作原理

4.1. 突水水源分析原理

当+500 m 后洋运输大巷放水后，ZK10 水源孔、仕坑村水井等水位下降，停止放水后，其水位逐渐上升。

+500 m 后洋运输大巷稳定水位为+657.1 m，206 采区+500 m 大巷观测水位约+650 m，ZK10 水源孔稳定水位为+656.1 m，仕坑村水井静止水位为+655.7 m，四者基本一致。

+500 m 后洋运输大巷、206 采区+500 m 大巷、ZK10 水源孔和仕坑村水井的水质相近，同属 $\text{HCO}_3\text{-Ca}^{2+}$ 型水质。

以上三点说明，四者水源来自矿区深部栖霞组灰岩岩溶裂隙承压水，彼此存在水力联系。

4.2. 突水通道探测原理

栖霞组灰岩位于矿区深部，与上部童子岩组煤系地层之间隔了一套厚度 80 m 隔水性较好的文笔山组地层，因此+500 m 后洋运输大巷突水通道只能是未封孔或封孔不良的钻孔和切割连通童子岩煤系地层和栖霞组灰岩溶洞的导水断层。

4.2.1. 老 ZK3 钻孔

工作区范围内揭露到栖霞组灰岩而未进行封孔只有老 ZK3 钻孔，其它钻孔均封孔且质量可靠。

经论证后在柯坑煤矿三采区+660 m 18#石门迎头定向掘进，揭露到老 Zk3 钻孔，进行水文观测、试验、扫孔和封孔，之后在仙亭矿+500 m 后洋运输大巷挡水墙打开闸阀进行放水试验，验证治理效果(表 1)。

4.2.2. F_突导水断层

老 ZK3 钻孔成功封闭后，打开+500 m 后洋运输大巷挡水墙闸阀进行放水试验，发现仍有较强补给来源，说明还存在切通童子岩组煤系地层和栖霞组灰岩的导水断层。经论证后在仙亭煤矿在五采区+500 m 南石门往东实施探水工程，探测到该导水断层，为正断层，导水性较强，水位、水质化验与栖霞组灰岩水一致，记为 F_突。

因此，“突水危险区”突水通道有二条，主要通道是切通栖霞组灰岩溶洞与童子岩组煤系地层的 F_突 导水断层；次要通道是揭露栖霞组灰岩溶洞而精查勘探时未封孔的老 ZK3 钻孔，25#煤层顶板~26#煤层底板细砂岩裂隙异常发育，成了老 ZK3 钻孔与+500 m 后洋运输大巷突水的良好联系通道，但不是直接通道。

4.3. 206 采区预注浆过 F_突导水断层工作原理

为了避免发生突水事件，永安煤业公司经过调研、充分论证后采用工作面预注浆的办法，在 F 突断层带及其附近形成长度约 80 m 的“阻水帷幕” [2]，让 206 采区+500 m 大巷安全通过 F 突导水断层。

目前巷道已成功掘进至后洋二采区底部，治理效果良好，仅局部出现滴水，为建设 206 采区创造了条件。

Table 1. Old ZK3 hydrological geology drilling schedule

表 1. 老 ZK3 钻孔水文地质情况一览表

钻孔揭露栖霞组灰岩溶洞情况	终孔深度 691.95 m, 从孔深 686.30 m 见栖霞组灰岩, 岩层假厚 5.65 m, 真厚 5.48 m, 取芯 0.10 m (呈松散状), 取芯率 1.77%, 发育溶洞。
精查勘探时封孔情况	未封孔。
钻孔与+500 m 后洋运输大巷突水联系通道	老 ZK3 钻孔位于+500 m 后洋运输大巷迎头正东约 75 m 位置。钻孔孔深 438.88~470.9 m 位置 25 号煤层顶板~26 号煤层底板细砂岩裂隙异常发育, 是良好的导水通道, 也是钻孔漏水段。
钻孔水位观测情况	扫孔时水位稳定在+647.4 m 标高, 与当时栖霞组灰岩水的水位一致。
钻孔漏水情况	漏水严重。
钻孔与+500 m 后洋运输大巷水力联系情况	后洋+500 m 运输大巷第一次放水试验时, 起初放水量为 330 m ³ /h, 老 ZK3 钻孔水位迅速下降 6.1 m, 后放水量减少到 180 m ³ /h 左右, 钻孔水位有所回升, 降深稳定在 5.5 m 左右, 二者之间水力联系明显。
突水流向模拟	假设老 ZK3 钻孔是突水通道, 25 号煤层顶板~26 号煤层底板细砂岩裂隙含水层是联系通道, 即: 老 ZK3 钻孔把灰岩水导上来, 通过 25 号煤层顶板~26 号煤层底板细砂岩裂隙含水层导到后洋+500 m 运输大巷, 那么: 老 ZK3 钻孔见 25 号煤层顶板~26 号煤层底板细砂岩裂隙含水层在+486.97~+467.85 m 标高, 靠近+500 m 水平, 平面上位于后洋+500 m 运输大巷正东延长线 75 m 位置, 因此突水流向图在平面上应为近似椭圆形, 且以后洋+500 m 运输大巷突水段为椭圆长轴, 符合突水实际情况。
老 ZK3 封孔后水文地质条件变化	ZK10 水源孔与后洋+500m 运输大巷水力联系没有原来明显, 水位下降不如原来迅速, 治理有一定效果, 但后洋+500 m 运输大巷仍存在较强补给来源。
结论	老 ZK3 是后洋+500 m 运输大巷突水通道之一, 但不是主要通道, 已成功封闭。

工作面预注浆的原理是在巷道开挖前预先以泵压力为动力源[3], 用注浆设备通过注浆管道将水泥浆或化学浆等压入井下岩层空隙、裂隙中, 使其扩散、凝固和硬化, 从而使围岩具有较高的强度、密实性和不透水性, 形成“阻水帷幕” [4] [5], 达到封堵截断补给水源和加固地层的作用。

5. “突水危险区”治理方案和实施办法(表 2)

5.1. “突水危险区”治理方案

治理方案的基本思路: 在充分详实地掌握该工作区的地质和水文地质情况; 了解清楚矿井突水水源和导水通道; 本次治理决定采用帷幕注浆堵水技术(将水泥浆或化学浆, 以泵压力为动力源, 用注浆设备通过管道将其压入井下岩层空隙、裂隙或巷道中, 使其扩散、凝固和硬化, 从而使岩层具有较高的强度、密实性和不透水性, 达到封堵截断补给水源和加固地层的作用)封闭切通栖霞组灰岩岩溶裂隙承压水和煤系地层的导水断层, 在局部范围形成帷幕, 确保在巷道掘进施工过程中的安全。

5.2. “突水危险区”具体实施办法

其具体实施办法: 是根据设计图的孔位、钻孔参数, 在工作面上放出钻孔位置, 并用油漆标定。采取前进式分段注浆, 采取钻一段注一段的方式, 直至设计深度。钻孔按先外圈、后内圈的顺序进行, 内圈钻孔参照外圈钻孔的顺序。后序孔检查前序孔的注浆效果, 逐步加密注浆。一方面根据钻孔的情况, 调整注浆参数; 另一方面钻孔证明效果已达到设计要求, 即可进行下一圈孔的钻进, 减少钻孔工作量, 加快施工进度。钻孔时, 要严格作好记录: 孔号、进尺、起止时间、岩石裂隙发育情况、出现涌水位置、涌水量和涌水能力。施钻过程中, 若单孔出水量小于 30 L/min, 可继续施钻, 若单孔出水量大于 30 L/min, 立即停钻进行注浆(图 1)。

Table 2. Five mining area + 500 m alleys F sudden fault grouting condition list
表 2. 五采区+500 m 大巷过 F 突断层注浆情况一览表

阶段	孔号	工程量			注浆前水量 (L/min)	注浆后水量 (L/min)	
		长度(m)	水泥(Kg)	水玻璃(Kg)			
第一阶段	6#探水孔	150	12,400	435.0	393.3	0.1	
			12,400	435			
第二阶段	1#	40	1250	60.25	25.0	0	
	2#	40	750	47.5	3.33	0	
	3#	40	650	37.5	5.0	0	
	4#	40	800	45.5	1.67	0	
	5#	40	900	56.5	1.67	0	
	6#	40	550	37.5	3.33	0	
	7#	40	600	55.5	3.33	0	
	8#	40	300	37.5	3.33	0	
	9#	40	800	62.5	16.67	0.1	
	检 1#	40	700	32.5	0.83	0	
	检 2#	38	400	22.0	1.67	0	
	炮眼 1	1.5	100	75.0	6.6	6.6	
	炮眼 2	1.5	1600	37.5	6.6	0	
	炮眼 3	1.5	200	17.5	10.0	6.0	
	8#前导孔	74.4	650	37.5	50.0	1.0	
				10,250	662.25		
	第三阶段	1#	40	900	37.5	1.67	0
2#		40	200	12.0	0.83	0	
4#		40	600	25.0	0.50	0	
5#		40	400	20	0.50	0	
7#探水孔		150	11,000	150.0	441.8	0	
4#探水孔		130	900	75	3.33	0	
				14,000	319.5		
合计			36,650	1416.75	980.96	13.8	

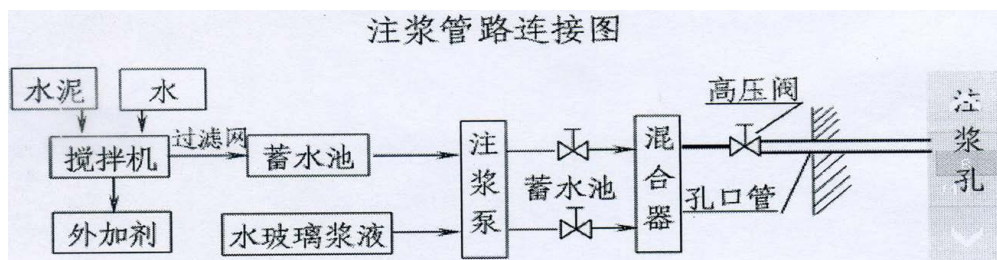


Figure 1. Grouting pipe connection diagram
图 1. 注浆管道连接图

6. “突水危险区”治理工程质量的检测

按照全面质量管理提出的目标体系文件盒检验方法可靠性原则，施工过程中和施工结束对工程质量进行了全面的综合检验，主要包括：包括单孔住注浆结束终压；终量指标；注浆结束后的压水试验；后期检查加钻孔的简易水文观测和取芯分析；井下涌水点的水量和水质情况观测等。

7. “突水危险区”治理效果

本次治理采用的帷幕注浆技术封闭了切通栖霞组灰岩岩溶裂隙承压水和煤系地层的导水断层，在局部范围形成帷幕。取得了很好的工程效果，井下该工作区的涌水量从治理前的 980.96 L/min 下降到 13.8 L/min，堵水率达到 85% 以上，基本上解除了该区现有的水患威胁，为仙亭矿 206 采区的开拓设计提供了安全保证，经计算，“实际突水危险区”的煤炭资源为(2S22) 830.2 万吨，按采出率 30% 计算，预计可采出 249 万吨煤炭。

8. 结语

福建省仙亭煤矿通过实施帷幕注浆堵水成功治理煤矿灰岩水，避免矿井突水事件的发生，有效减少矿井涌水量，同时解放“突水危险区”资源储量，取得了比较好的效益。

参考文献 (References)

- [1] 福建省大田县大田煤矿上京井田精查地质报告. 福建省地质二队 1980 年 2 年.
- [2] 何成应, 赵斌. 大红山矿帷幕注浆工程实践及治水效果[J]. 岩土工程界, 2007, 10(4): 81-84.
- [3] 白聚波, 张国军. 帷幕注浆在矿山治水中的应用[J]. 西部探矿工程, 2008, 20(3): 96-98.
- [4] 张康顺. 煤矿帷幕注浆施工设计研究[A]. 西部矿山建设工程理论与实践[C]. 2009.
- [5] 江中乐. 帷幕注浆技术在丰纪果园煤矿堵水工程中的应用[J]. 煤炭工程, 2010(11): 25-27.