

深厚表土层筒破坏预防性治理技术

张黎明 杨建华 张广学 王在泉

摘要: 介绍了济宁三号煤矿副井预防性治理过程中的经验, 治理方案采用破壁水泥注浆和开卸压槽及注浆段井圈加固方法进行。通过对治理过程中井壁变形监测数据进行分析, 指出注浆过程分为 注浆稳定阶段和波动阶段。注浆稳定阶段应充分降低土层含水量和孔隙率; 注浆波动阶段注浆应循序渐进进行, 逐渐巩固初期注浆的效果。当回浆压力特别大时, 应根据井壁动态监测数据及时调整 注浆压力和注浆部位。针对井壁应变的安全监测报警值问题, 提出采用控制应变增长速率作为报警 限值的概念。关键词: 井壁; 预防性治理; 变形监测

中图分类号: TD352 文献标志码: A 文章编号: 0253—2336(2008)04—0016—04

20世纪70年代, 我国华东地区采用冻结法施工凿井取得成功, 但在工程设计和施工中也留下了一些尚未解决的理论和 technical 问题, 给井壁留下了安全隐患^[1-4]引。兖矿集团采用冻结法施工的立井井筒自1995年6月以来, 相继有多个井壁发生破裂事故, 造成巨大的经济损失。相比破坏后治理而言, 预防性治理具有费用低、对矿井生产影响小等优点, 是防治井筒破坏的合理方案[∞]棚。。但是应该指出, 井壁未破坏前的治理与破坏后的治理差异很大, 破坏后的井壁应力已经大量释放, 注浆过程相对比较安全, 而接近破坏前的井壁应力集中已很大。如果注浆过程中的注浆压力控制不好, 很容易导致井壁的局部破坏。本文对济宁三号煤矿副井井 壁破坏前治理过程中的井壁变形监测数据进行了分析, 得出了一些有益的经验。

1 副井井壁结构及水文地质条件

1.1 副井井壁结构

副井井壁为钢筋混凝土复合井壁, 在表土段采用冻结法施工凿井, 冻结深度395 m, 表土冻结段井壁厚度为1 100~1 150 mm, 侏罗统冻结段井壁厚度950~1 150 mm, 基岩段井壁厚度650 mm, 冻结段井壁为普通双层钢筋混凝土井壁。

1.2 第四系松散层结构特征

第四系地层厚116. 67~255. 90 m, 由黏土、砂质黏土及砂砾层等组成, 地层东薄西厚, 井田内 岩性及其结构变化可分为上(Q上)、下(Q中 下)2段。第四系砂层层数和累计厚度自南向 : 由东向西逐渐增多变厚。主要含水层为砂层, : 部为黄褐色, 结构松散, 透水性好, 下部为灰白 , 结构紧密, 透水性差。第四系底部, 大部分地分布一层厚0. 40~27. 60 m的黏土层, 对第四系砾层水下渗补给基岩具有一定的阻隔作用。济宁: 号煤矿副井地质情况见表1。

表1 济宁三号煤矿副井地质情况

序号	岩层名称	层厚 / m	累计层厚 / m	备注
1	填土	4. 14	4. 14	—
2	iN-G~i	0. 90	5. 04	—
3	黏土质粉砂	2. 95	7. 99	—
4	褐黄色黏土	4. 15	12. 14	—
5	黄色细中砂	6. 33	18. 47	—
6	黏土质粉砂	0. 70	19. 17	—
7	黄色细砂	2. 80	21. 97	—
8	黄色黏土	7. 27	29. 24	隔水层
9	黄色细砂	1. 30	30. 54	—
10	灰黄色黏土	5. 66	36. 20	隔水层

安全科普知识

- ◆ 不断发展的三维地震勘探技术
- ◆ 钻探勘查技术
- ◆ 中国煤炭能源新产业发展现状
- ◆ 中国煤炭煤质特征
- ◆ 中国煤炭煤质特征1
- ◆ 中国煤炭分类国家标准中各类煤
- ◆ 怎样做好煤矿新工人安全教育培训
- ◆ 我国煤矿职业危害的防治对策
- ◆ 数字解读山西煤炭
- ◆ 数字化矿井筑起安全保障线

更多>>

专家答疑

- ◆ 通讯
- ◆ 主巷道的风力
- ◆ 煤矿启封密闭的安全技术措施
- ◆ 主井的防腐处理
- ◆ 上隅角瓦斯治理
- ◆ 请问有没有办法让烟煤变成无烟煤变无烟煤
- ◆ 请问缺失挥发份的值怎么计算
- ◆ 证件
- ◆ 皮带断带的问题

更多>>

11	砂质黏土	9. 00	45. 20	—
12	黄色黏土	10. 44	55. 64	隔水层
13	黄色细砂	1. 30	56. 94	—
14	黄色黏土	8. 96	65. 90	隔水层
15	黄色中粗砂	2. 80	68. 70	—
16	黄色黏土	4. 80	73. 50	隔水层
17	黄色细砂	4. 70	78. 20	—
18	黄色黏土	4. 10	82. 30	隔水层
19	浅白色粗砂	10. 70	93. 00	含水层
20	浅灰色黏土	6. 40	99. 40	隔水层
21	浅黄色粗砂	3. 60	103. 00	—
22	浅白色黏土	4. 80	107. 80	N; gN
23	浅白色粗砂	3. 0	110. 80	含水层
24	N [~]	6. 70	117. 50	—
25	灰白色粗砂	4. 20	121. 70	含水层
26	. 浅灰色黏土	3. 20	124. 90	—
27	灰白色粗砂	13. 50	138. 40	含水层
28	灰白色黏土	8. 00	146. 40	隔水层
29	浅白色粗砂	5. 50	151. 90	含水层
30	褐黄色黏土	6. 10	158. 00	—
31	浅白色粉砂	16. 10	174. 10	含水层
32	浅白色黏土	9. 40	183. 50	隔水层
33	灰绿色灰长岩	45. 94	229. 44	基岩

2. 1 上段(上组)

以棕黄色、灰黄色黏土、砂质黏土及褐黄色砂层为主,厚55. 02~90. 40 m,砂层纯且松散,透水性好。第四系砂层水面近似水平。C7-6号孔附近进行5次抽水试验,水位标高+32. 68~+33. 40 m,单位涌水量0. 774 6~1. 521 (s·m),渗透系数5. 671~15. 559/d。抽水孔砂层的深度一般在50~80 m,抽水时观测50 m以上砂层水位均不下降,说明砂层之间黏土层隔水性好。

1. 2. 2下段(中组+下组)

主要由灰绿、灰白色砂砾、黏土质砂砾、黏土、砂质黏土等组成,含0~3层呈半固结状高岭土,视电阻率高,与砂层曲线相同。砂层以粗砂为主,含细砾,多含长石颗粒,长石呈风化状,使砂层多含白色黏土,失水后固结较好。原精查勘探在水6号孔抽下段水,水位标高+30. 79 m,单位涌水量1. 593 L / (s·m),渗透系数2. 824~d,属中等富水性的含水层。1997年9月施工Q下-1水文孔时,水位标高+22. 21 m,单位涌水量0. 053 (s·m),渗透系数0. 266 m / d。

1. 3第四系松散层水动态特征

第四系松散层水动态特征:①松散层底部有稳定的、并且平均厚度为6. 44 m的黏土层,对第四系砂砾层水下渗补给基岩具有良好的阻隔作用,松散层向基岩含水层越流补给量小;②Q下一1下面为煤系地层,开采造成煤系地层含水层的水下泄,松散含水层越流补给,造成水位下降;③Q下一1孔观测下组全段含水层的水位,而济宁三号煤矿开采和附近泗河煤矿疏降的主要为下组下段含水层的水位,因此可能存在Q下一1观测水位降偏小的情况。2004年9月23日观测Q下-1孔下段下部砂层水位为+22. 75 m,表明受矿井排水(主要为井筒淋水)影响,下组水位较精查勘探期间已下降12. 7 m左右。水6号孔抽第四系下段水时,观测相距3 m的水3号孔第四系上段水位不下降,说明第四系上段与下段之间的水力联系不密切。

2煤矿副井井壁提前治理的必要性

煤矿井筒处于深厚表土层地区,2000年正式投产,2003年实际生产能力已达1 000万t / a。2004年8月风井井壁产生了一定的破裂,涌水量由日常的2 m³ / h左右增大到20 m³ / h,井深-130~-134 m井壁东北侧滑模接茬处开裂。检查副井井壁发现局部有爆皮现象,并伴有少量渗水。副井和风井距离很近,地层情况相似,而且副井井壁监测数据表明井壁的轴向应变已接近混凝土井壁的极限应

变,这些都说明井壁已经临近破坏状态。若在井壁破坏后治理,矿井必须停产进行抢修加固,这样会造成巨大的经济损失。另外,破坏后治理一般要对破坏处进行架井圈和喷浆加固,这将占用井筒断面,影响罐笼、箕斗和井壁的最小安全提升间距,显然预防性治理比破坏后治理更具合理性。因此,采用在146~184 m破壁水泥注浆以及157.5 m开卸压槽和注浆段井圈加固方法进行治理,其中卸压槽槽深600 mm、高度450 mm

3 注浆过程井壁应变监测结果分析

副井注浆时间为2005年3月23日至7月15日,注浆层位120~160 m。在注浆整个过程中对井壁应变进行了同步动态监测。监测方案在粗砂底部设置了4个应变测试水平,分别为135, 150, 168, 180 m,每个水平布置4个测点,每个测点有2个传感器,分别监测井壁的轴向和径向应变。

3.1 壁后注浆过程结果分析

井壁应变监测资料表明,副井井壁注浆明显分为2个阶段:稳定阶段和波动阶段。注浆稳定阶段从注浆开始到2005年5月中旬,期间井壁受力较小,变形也不大;注浆波动阶段从5月中旬到7月初注浆完成,期间井壁受力状态变化较大,应变值大,而且呈现变形不均匀的现象。

以第4水平测点(大范围分布粗砂层,为壁后注浆治理的重点层位)为例,对其轴向应变进行分析。如图1所示,注浆初期即2005年5月中旬以前,井壁的轴向应变变化平缓,最大应变值也不大,应变的变化率不到8%,但是轴向应变有减小的趋向,即井壁有从受压状态缓慢变为受拉状态的趋势,从总体情况来看井壁处于稳定变化阶段;从5月中旬到7月注浆完毕期间,井壁应变变化特别明显,轴向应变值直线上升,井壁由受压状态变为受拉状态,最大微应变值达到400,比井壁注浆初期应变值高出很多。

3.2 治理前后井壁应变结果分析

治理前井壁第4水平的轴向应变变化如图2a所示。从图2a中可以看出,在注浆治理前,井壁应变变化很快,应变处于稳定增加状态,如4水平1测点的垂直压微应变在2003年4月为-100,而

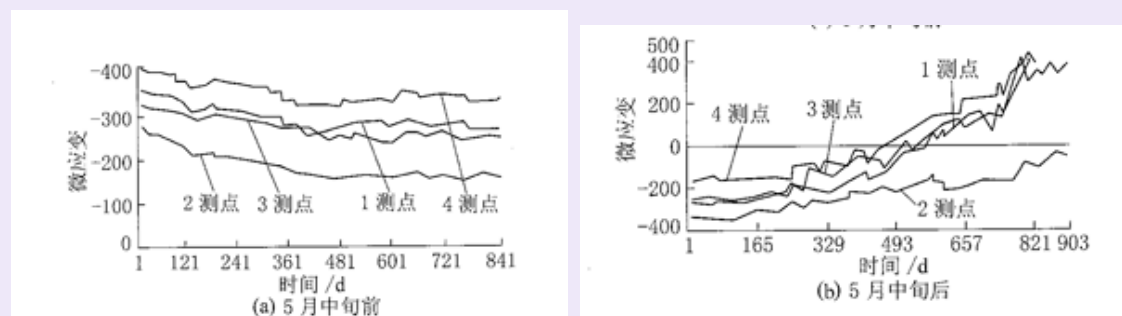
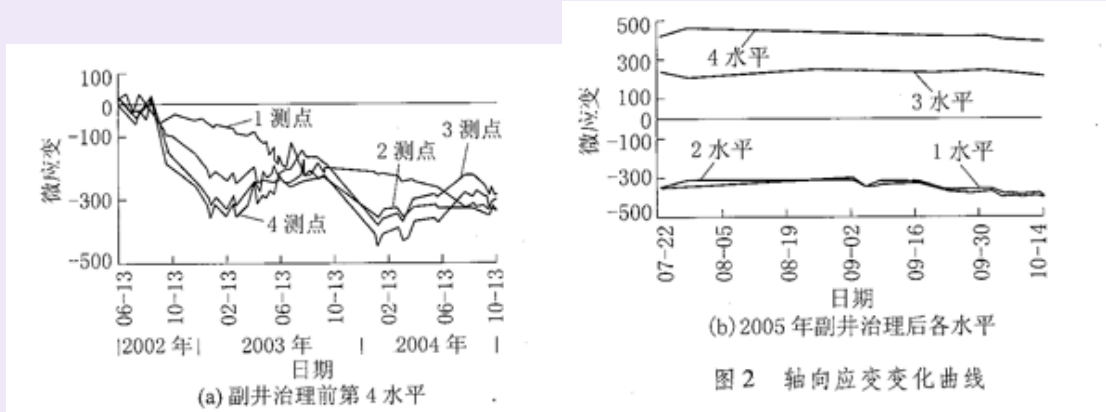


图1 第4测试水平轴向应变变化曲线

到2004年10月变为-300。治理后井壁各水平的轴向应变变化如图2b所示。从井壁治理后7月份至今,井壁的应变处于一个相对稳定的状态,应变基本没有变化。其中,对第1,2水平而言,微应变稳定在350~400,但对第3,4水平而言,注浆后井壁有一定程度的抬升,井壁轴向应变变成了拉应变,第3水平拉微应变稳定在200左右,第4水平拉微应变稳定在400左右。



4. 副井井壁预防性治理的经验

1) 通过对注浆监测结果的分析可以看出，注浆能明显改善井壁的变形受力特征，避免了井壁破坏的发展。在注浆过程中对井壁变形过程的同步动态监控，对井壁注浆的安全合理施工有重要的指导作用。

2) 在井壁治理以前，井壁壁后土层(主要为沙土)的孔隙率大，含水量高，注浆初期浆液的主要作用为填充土壤中的孔隙，排挤地下水，并向四面八方不断扩散，而且阻力很小，所以初期注浆会出现井壁变形较为稳定的状态。随着注浆的不断进行，起初注入的浆液和井壁周边土壤的不断固结融合，浆液扩散的阻力会越来越大，这就造成浆液主要集中在井壁附近，使得浆体回压较大，出现井壁变形波动阶段。

3) 后期井壁变形受力波动阶段注浆应该循序渐进进行，充分巩固初期注浆的效果，并逐渐使井壁土层加固。在后期注浆回浆压力特别大的时候，特别注意不能总在井壁同一层位同一个部位注浆，宜根据同步动态监测的数据及时调整注浆压力和注浆部位。

4) 由于工程地质条件复杂，浆液的流动方向很难控制，导致井壁的应变变化极不均匀。此时应变的安全监测报警值不应该采用具体的应变值，而直采用控制应变增长速率作为报警限值。当环向应变值突变时，说明浆液已到达井壁，不管报警与否，马上停止注浆并进行养护，防止浆液长时间作用于井壁。

5 结 语

井壁未破坏前的治理与破坏后的治理差异很大，注浆过程中的监测至关重要。副井井壁壁后注浆分为注浆稳定阶段和波动阶段2个阶段。初期注浆应该充分降低土层含水量和孔隙率；后期注浆应该循序渐进进行，逐渐巩固初期注浆的效果。在后期注浆回浆压力特别大的时候，特别注意不能总在井壁同一层位同一个部位注浆，应根据同步动态监测的数据及时调整注浆层位和压力。针对井壁应变的安全监测报警值问题，提出采用控制应变增长速率作为报警限值。

参考文献：

- [1] 陆孝军. 立井井壁破裂原因分析[J]. 煤炭科学技术, 1994 f121.
- [2] 陈湘生. 华东地区立井井壁破坏原因浅析[J]. 建井技术, 1997(6).
- [3] 毕思文. 徐淮地区煤矿竖井变形破坏特征与机理探讨[J]. 建井技术, 1997(3).
- [4] 王树常, 葛洪章. 兖州矿区立井井壁破裂的原因分析及防治[J]. 中国矿业大学学报, 1999(5).
- [5] 张黎明, 王在泉, 任秉洁. 井壁安全远程自动监测及井壁变形的灰色马尔柯夫预测[J]. 煤矿安全, 2005(12).
- [6] 纪多辙, 庞俊勇. 疏水围土中立井井壁破坏机理研究动态与井筒结构力学构想[J]. 焦作工学

院学报, 1999(2).

[7] 崔广心. 特殊地层条件竖井井壁破裂机理[J]. 建井技术, 1998(2).

[8] 刘全林, 程桦. 立井壁后土层注浆加固机理及注浆参数研究[J]. 煤炭学报, 2000(5).

[9] 荣传新, 史忠引, 程桦, 等. 沉降地层破裂井壁修复治理工程设计原理[J]. 煤炭科学技术, 2004(7).

作者简介: 张黎明(1977—), 男, 山东威海人, 讲师, 博士研究生, 现在青岛理工大学主要从事岩土工程方面的研究工作。 E—mml•dryad_274@163.com

收稿日期: 2007—12—25; 责任编辑: 王晓珍

[版权声明](#) [商铺介绍](#) [理事会章程](#) [广告招商](#) [CCTE网站联盟](#) [友情链接](#) [帮助中心](#)

主办单位: 煤矿与煤炭城市发展工作委员会

协办单位: 北京嘉诚禾力广告有限公司

联系地址: 北京市海淀区彰化路银利娜管理中心西区5号楼 邮政编码: 100097

电话: 010-51638370 传真: 010-51638371/72

E-mail: master@mtsbxxn.com mtsbxxn@163.com

网站备案号: 京ICP备05035317号

