

文章编号: 1671- 251X(2011)01- 0035- 04

煤层完整取芯技术与影响因素研究

张建军, 蒋承林, 吴爱军

(中国矿业大学安全工程学院, 江苏 徐州 221008)

摘要: 针对石门和井筒揭煤过程中只能上行取芯、不能下行取芯的技术难题, 采用双管单转取芯器对山西某矿井筒和潞安集团李村煤矿石门巷道进行了取芯试验, 总结出下行取芯失败的主要影响因素是钻孔中残留的水; 通过采取钻孔注浆堵水、水泵抽水和全程打钻压风排渣等措施, 排出了钻孔内的残留水, 从而成功实现了煤层的完整取芯; 指出成功取芯的标志是取芯器在煤层钻进过程中有大量的干屑煤从孔内喷出。

关键词: 突出煤层; 完整取芯; 双管单转取芯器; 注浆; 水泵抽水; 压风排渣

中图分类号: TD231.6 **文献标识码:** B

Research of Complete Core-drilling Technology of Coal Seam and Influence Factors on It

ZHANG Jian-jun, JIANG Cheng-lin, WU Ai-jun

(School of Safety Engineering of CUMT., Xuzhou 221008, China)

Abstract: In order to solve the problem that coal seam can be drilled only upward but not downward in process of uncovering coal of crossheading and shaft, a core-drilling device of dual-core and single-switch was used to do core-drilling test in shafts of some mine in Shanxi province and crossheading tunnel of Licun Coal Mine of Lu'an Group. Main influencing factor of failing in down core-drilling was summarized, which was residual water in borehole. Some measures were adopted to drain the residual water, including grouting, pumping water and deslagging with pressure air in whole core-drilling process, so as to realize complete core-drilling of coal seam. It was pointed out that the sign of successful core-drilling is that a lot of dry coal dust bursts forth from drilling hole in drilling process of core-drilling device in coal seam.

Key words: outburst coal seam, complete core-drilling, core-drilling device of dual-core and single-switch, grouting, pumping water, deslagging with pressure air

0 引言

根据《煤矿安全规程》^[1]和《防治煤与瓦斯突出规定》^[2], 对有突出危险的新建矿井或突出矿井的新水平的井巷各煤层进行第一次揭穿时, 必须测定煤层瓦斯压力、瓦斯含量及其它与突出危险性相关的参数; 在石门揭煤过程中至少要打2个前探钻孔以探测前方煤层的赋存条件、地质构造、瓦斯情况等^[1-2]。这2个前探孔可以用来测定煤层压力或者

用于钻取煤芯来测定与突出危险性相关的煤层参数, 因此, 取芯工作是一个非常关键的环节。现场影响取芯工作的因素有很多, 如煤层的赋存条件、顶底板含水情况、围岩与取芯钻孔的角度等, 其中取芯钻孔的角度对取芯影响最大。上行孔较为简单, 所钻取的煤样靠重力能够完好地存留在内管里, 而下行孔特别是竖直孔的取芯难度是最大的, 钻孔里面残留的水、岩石的钻屑都滞留在孔底, 会影响所取煤样的一些重要信息, 如煤层中含有的夹矸、软分层等。因此, 完整取芯对判断煤层有无突出危险性, 从而指导安全生产具有非常重大的意义^[3-5]。笔者以自行研制的双管单转取芯器取芯为例, 结合多次取芯的经验, 介绍煤层完整取芯技术及影响完整取芯的各种因素。

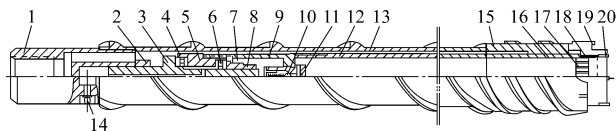
收稿日期: 2010- 09- 02

基金项目: 国家重点基础研究专项经费资助项目
(2006CB202204- 3)

作者简介: 张建军(1985-), 男, 山西古交人, 硕士研究生, 研究方向为矿井瓦斯防治突出预测。E-mail: broad668@163.com

1 双管单转取芯器结构与操作原理

图 1 为自行开发研制的双管单转取芯器结构。该取芯器可以与多种钻机配合使用, 取芯时用接头将它与钻杆相连, 然后装在钻机上即可。在孔内工作时, 其外管与钻头同步旋转, 装煤芯的内管不随之转动, 取芯完毕后同钻杆一起从孔中拔出^[6-7]。



- 1- 外管接头; 2- 螺母; 3- 可调螺杆; 4- 上轴承; 5- 轴承套;
6- 下轴承; 7- 凸缘螺母; 8- 螺母; 9- 内螺丝接头; 10- 钢球;
11- 单向泄气阀; 12- 内管; 13- 外管; 14- 注油杯; 15- 钻头体;
16- 卡簧座; 17- 卡簧; 18- 滑动轴承; 19- 扩孔合金片;
20- 钻孔合金片

图 1 双管单转取芯器结构

卡簧为双管单转取芯器中的一个关键部件, 它具有单向不可逆性, 作用是阻止进入内管的煤下落丢失。卡簧放置于内管的端部, 当煤从钻孔被压入管内后, 从下部空心钻头处通过卡簧不断进入内管, 待取芯完毕后提钻, 卡簧的弹簧条就挡住煤下落流出, 该过程如图 2 所示。待钻头钻进一定深度后, 停止钻进, 提出钻杆, 卸掉取芯器, 然后将钻头卸掉, 将内管抽出, 打开内管, 即可取出所需煤样。

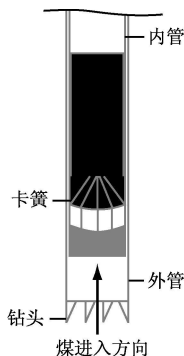


图 2 煤层钻进过程示意图

2 现场试验及取芯影响因素分析

山西某矿井筒揭煤时进行现场取芯试验。该矿分别在风井、副井和主井 3 个井筒中揭 3 号煤, 在揭煤之前对 3 号煤进行取芯。该煤层顶底板影响范围内的岩性主要为泥岩、砂质泥岩、粉砂岩、细砂岩和中砂岩。为了能够尽量全面地反映煤层信息, 每个井筒设计的取芯钻孔至少为 2 个, 并且都为竖直钻孔, 要穿过煤层进入到煤层底板约 100 mm 的深度。

2.1 风井井筒取芯

2.1.1 现场试验

对 3 号煤层取芯时, 其上覆岩石厚度都在 10 m 以上, 3 号煤层厚度大约为 1.6 m, 钻孔的长度达到 12 m 左右, 施工量较大。钻孔布置如图 3 所示。

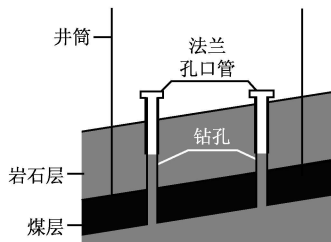


图 3 风井井筒揭煤取芯时钻孔布置示意图

(1) 施工过程

第一个钻孔是在风井钻进的。由于井筒淋水, 井筒底部蓄水较多, 打钻过程中不断有淋水灌入孔内, 再加上使用的是高压水排渣, 孔内水的来源较多。为了堵住岩石裂隙水, 采用孔内注浆堵水的方法来取芯。注浆的范围是岩石顶板至离煤层顶板约 200 mm 的一段岩石。注浆堵水过程大体分为一次注浆、二次注浆 2 步。以下为具体步骤。

①一次注浆

待钻孔($\Phi 127$ mm)深度达 3 m 后, 下 3 m 长、带有法兰盘的 $\Phi 113$ mm 套管, 套管外露 300 mm。一般采用聚氨酯固定套管, 聚氨酯固定段不少于 1 m。等待 10 min, 待聚氨酯反应完全后再通过法兰盘向钻孔内注浆。注浆压力要求达到 6 MPa 或使钻孔跑浆。

②二次注浆

待水泥浆凝固后, 用 $\Phi 108$ mm 钻头扫孔钻进, 深度要求为到一次注浆钻孔停止位置。接下来做耐压试验, 要求该钻孔能够承受 12 MPa 压力, 否则重复一次注浆, 直到完全达到要求为止。继续钻进, 至离煤层顶板 200 mm 处停止。然后重复注浆, 注浆压力依然要求达到 12 MPa。

待浆液凝固 24 h 后, 再用 $\Phi 108$ mm 钻头扫除凝固的水泥, 见煤后停止钻进, 下压风管用压风排出孔内积水, 然后拔出钻杆, 卸下钻头, 装上取芯器, 使用压风排渣的方式进行取芯。

(2) 取芯结果

在钻进过程中会有碎屑煤和水混合而成的水煤浆不停地从孔内飞出来堆积在孔边。钻头进入底板后停钻拔出取芯器, 打开取芯器, 发现除了在内管壁

吸附的水煤浆之外, 取芯器内没有一点煤, 说明取芯失败。

2.1.2 取芯影响因素分析

通过竖直钻孔取芯试验, 初步分析因孔内存有积水而导致取芯失败, 主要有以下几条:

(1) 管孔口的位置未高于井筒底部蓄水高度, 水由孔口灌入孔内。

(2) 注浆堵水过程中, 孔内周边岩石裂隙未完全封堵住, 有水渗入孔内。

(3) 在下取芯器取芯之前, 用压风将孔内的积水排出时未将水排净。

(4) 卸钻杆时要用重锤猛烈敲击杆间便接头, 这样易将钻杆卸下。重锤的敲击振动了钻杆和取芯器, 使取芯器内管中的煤芯容易震落, 加之煤较软, 在钻头的打磨和高压风流的作用下容易破碎, 取芯器前端的卡簧很难将其封住, 从而导致取芯失败。

原因(4)用来解释取芯失败似乎合情合理, 但仍需对上述原因进行试验验证。因此, 实施第二个取芯孔取芯试验, 且每一道工序做得更加严格细致。将孔管口升高、注浆堵水、压风排水、卸钻杆时尽量不用重锤敲击, 结果还是没有取出煤芯。

仔细分析从打钻到取芯这一完整过程的每一步骤和现象, 最后认为还是水的问题。

(1) 没排尽孔内打钻时的用水。虽然用高压风流排出大量的水, 但水表面张力的存在又使得少量的水与孔壁相吸附, 被压风吹上去之后又有一部分水沿孔壁下落到孔底, 且无法从孔口看到孔内是否残留积水。

(2) 孔内积水与用压风排渣的高压风流一起形成快速旋转的具有破坏力的水流, 加上飞速旋转的钻头对煤体的切割, 硬度较小的煤在这两个破坏力的作用下十分容易破碎, 破碎后煤与水被搅拌成具有一定粘度的煤浆随风流飞出取芯孔。取芯器前端的卡簧很难将进入内管的水煤浆封堵住, 从而导致取芯失败。

可采用水泵抽孔内积水的方法解决孔内积水问题。采用该方法实施第三次钻孔取芯试验。每一道工序都严格按照要求做。取芯器在煤层钻进过程中, 开始有少量的水煤浆从孔内飞出, 接着开始喷出大量的干煤尘, 钻进到底板岩石后结束取芯。拔出钻杆, 卸下取芯器, 看到卡簧处有煤块, 说明这次取到煤芯。打开取芯器, 内管(长度为 1 200 mm)里面存

留近 800 mm 的圆柱形煤, 有的成片状, 乌黑发亮, 靠近上部存留一些块状煤, 颜色没有下部煤亮。煤层厚度约为 1.6 m, 此次取芯没有取出剩余厚度的煤, 这部分煤的信息(如是否含有软分层、夹矸等)将无法知晓, 但验证了水泵抽孔内积水方法的可行性。

在实验室对所取的煤芯进行实验, 测定该煤层具有弱突出危险性。因此, 要采取防突措施, 在现场打瓦斯排放措施孔以排放瓦斯, 从而安全揭开了风井 3 号煤层。下井查看后发现在靠近顶板附近有 300 mm 左右的软分层, 连续分布于半个井筒圆周上, 该部分取芯时没有被取到。

这次取芯实施 3 个措施孔, 只有一个接近成功。干扰取芯的最关键因素是残留在孔内的积水。解决了积水问题, 取芯就变得相对简单了。以前也曾出现过类似问题, 笔者总是在改进取芯器结构上下功夫。通过这次的取芯经历, 发现现场干扰因素对能否成功取芯也有非常大的影响。这次只取出煤层下半部分的煤, 说明钻孔底部附近的煤在孔内积水浸泡下发软变脆, 在高压风流和快速旋转的钻头作用下极易破碎形成水煤浆, 因而很难取出。因此, 建议取芯过程中在钻孔内凝固水泥、取芯全程使用压风排渣而不使用水来排渣, 尽量杜绝水进入钻孔。

2.2 主、副井井筒揭煤取芯

根据风井取芯的经验, 对主井和副井井筒煤层取芯时严格按照工艺流程进行。在钻孔过程中可以看到地面的孔口处先是有少量的水煤浆飞出, 而后有大量的干煤屑飞出, 这说明钻孔中的水量很少。取芯结束后打开取芯器, 可看到其内管装满了煤。

主、副井 2 个取芯孔取煤的结果差不多, 管内上部的煤比下部要湿润、破碎一些。在实验室分别对干煤和湿煤进行参数测定, 结果是干煤的硬度值小于湿煤的硬度值、干煤的放散初速度和瓦斯含量大于湿煤, 如表 1 所示。也就是说, 若用湿煤来做突出鉴定会产生误判, 由此可见完整取芯工作的重要性。

表 1 干、湿煤样参数对比

| 煤样 | 硬度值 | 放散初速度/Pa | 瓦斯含量/($\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$) |
|----|---------|----------|---|
| 干煤 | 0.486 5 | 18.7 | 13.634 3 |
| 湿煤 | 0.642 3 | 14.5 | 12.828 7 |

2.3 石门巷道探煤取芯

有了较为完善的取芯经验和技術积累, 在其它地方都可以较为顺利地完整取芯, 例如在潞安集团新建矿井李村煤矿南翼轨道石门巷道进行了完整取

文章编号: 1671- 251X(2011)01- 0038- 06

新型双馈风力发电机有功功率平滑控制策略研究

王晓兰, 张树鑫

(兰州理工大学电气与信息工程学院, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 针对由于风能的不确定性、风力发电机的大惯性以及风力发电系统的响应延迟性等造成的风力发电机输出有功功率在一定范围内有波动的问题, 提出了一种新型双馈风力发电机有功功率平滑控制策略。该控制策略在全风速范围内采用变桨与变速协调控制策略, 并在其基础上增加了一个有功功率误差控制环节, 将转子电压辅助控制指令值作为反馈量加入原来的转子电压控制指令值, 通过控制 SPWM 脉冲发生器来实现风力发电机定子输出有功功率的平滑控制。Matlab/Simulink 仿真结果表明, 与传统有功功率控制策略相比, 该新型有功功率平滑控制策略有效抑制了双馈风力发电机输出有功功率的波动。

关键词: 风力发电机; 有功功率; 平滑控制; 模糊控制; 协调控制; 功率误差控制

中图分类号: TD614 **文献标识码:** A

Research of a Novel Active Power Smoothing Control Strategy for Double-fed Wind Turbine Generator

WANG Xiaolan, ZHANG Shuxin

(College of Electrical and Information Engineering of Lanzhou University of Technology,
Lanzhou 730050, China)

Abstract: In order to solve fluctuation problem of outputting active power of wind turbine generator in

收稿日期: 2010- 09- 27

作者简介: 王晓兰(1963-), 女, 甘肃天水人, 教授, 硕士, 现主要从事计算机控制、风力发电控制、复杂系统建模等方面的教学与研究
工作。E-mail: zhangsx1984@sina.com

芯工作。

石门巷道取芯施工设计钻孔为2个, 一个是在石门底板附近竖直向下钻孔, 另一个是与水平方向呈30°斜向下钻孔。由于是在巷道中打孔, 顶底板都没有发现裂隙水, 因此, 不必注浆堵水, 直接按设计角度打孔即可。在岩石中打钻和在煤层中取芯全程用压风排渣。由于此处煤层较厚(约为4.8m), 取芯器内管的长度仅为煤层厚度的1/3, 因此, 分3次进行取芯。结果都能较为完整地取出煤芯。

3 结语

介绍了双管单转取芯器的结构和操作原理; 总结了井筒揭煤下行孔取芯经验, 采用注浆堵水、水泵抽水与打钻全程压风排渣相结合的方法来防治孔内积水对取芯的干扰, 并成功取出煤芯; 认为成功取芯的标志是取芯器在煤层钻进过程中有大量的干煤

屑从孔内喷出。

参考文献:

- [1] 国家安全生产监督管理总局. 煤矿安全规程[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2005.
- [2] 国家煤矿安全监察局. 防治煤与瓦斯突出规定[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2009.
- [3] 张飞燕, 韩颖. 灰关联方法在石门揭煤突出预存指标优选中的应用[J]. 煤炭学报, 2007, 32(10): 1023-1025.
- [4] 王继仁, 邓存宝, 邓汉忠. 煤与瓦斯突出微观机理研究[J]. 煤炭学报, 2008, 33(2): 131-135.
- [5] 胡千庭, 周世宁, 周心权. 煤与瓦斯突出过程的力学作用机理[J]. 煤炭学报, 2008, 33(12): 1368-1372.
- [6] 邓喜平. 绳索取芯器钻进工艺在鸟山煤矿1号井筒检查孔的应用[J]. 煤炭技术, 2006, 25(6): 123-125.
- [7] 刘应, 蒋承林. 井下突出煤层取芯工艺研究[J]. 中国煤层气, 2008, 5(3): 28-30.