

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101914912 B

(45) 授权公告日 2011.11.16

(21) 申请号 201010247863.0

(22) 申请日 2010.08.09

(73) 专利权人 中国科学院武汉岩土力学研究所
地址 430071 湖北省武汉市武昌小洪山

(72) 发明人 冯夏庭 李邵军

(51) Int. Cl.

E21F 17/00 (2006.01)

审查员 付怀

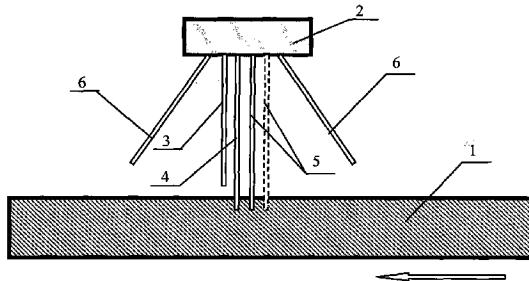
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

深部地下工程岩爆孕育演化过程的原位测试方法

(57) 摘要

本发明涉及一种深部地下工程岩爆孕育演化过程的原位测试方法。该方法包括开挖试验支洞、测试钻孔的设计与布置，以及测试项目的选择与测试方法。在测试隧洞开挖前，通过试验支洞向测试隧洞方向预设监测钻孔和预埋测试传感器，采用组合式的原位测试手段，直接、实时、原位、连续获得测试隧洞监测断面区域围岩的弹性波、裂隙、变形、能量释放率的变化特征，测试获得测试隧洞在开挖过程中岩爆孕育演化全过程的原位信息，采集了综合的岩爆前兆基础数据。本发明技术方案简洁，测试手段可靠，确保岩爆孕育演化过程中岩体信息的综合采集和对比分析，可广泛应用于地下试验场、水利水电、交通、矿山等深部地下岩石开挖工程。



1. 深部地下工程岩爆孕育演化过程的原位测试方法,包括滑动测微计、数字钻孔摄像仪、声波仪、微震仪的采用,其特征在于:在试验支洞(2)向测试隧洞(1)方向分别开出沿测试隧洞(1)掘进方向按序排列的第一测试孔(5)、第二测试孔(4)、第三测试孔(3),并布置在测试隧洞(1)轴线方向5.0m范围内,第一测试孔(5)、第二测试孔(4)、第三测试孔(3)在同一平面上,并向下倾斜1°~3°,微震测试孔(6)至少四个,呈放射状布置,由试验支洞(2)向测试隧洞(1)方向分别开出,所述的第一测试孔(5)内置放声波探头,第二测试孔(4)内置放数字钻孔摄像探头,第三测试孔(3)内预置测试管和卡环,微震测试孔(6)底端预置微震传感器,所述的试验支洞(2)位于测试隧洞(1)的一侧或者两侧,试验支洞(2)底板高程大于测试隧洞(1)的底板高程,试验支洞(2)与测试隧洞(1)的间距大于2.5倍测试隧洞(1)的洞径,所述第一测试孔(5)和第二测试孔(4)穿透测试隧洞(1)的边墙,第三测试孔(3)距离测试隧洞(1)边墙0.5m,所述微震测试孔(6)底端分布于测试隧洞(1)侧壁、底板和拱顶,距离测试隧洞(1)洞壁2.0m至6.0m之间。

深部地下工程岩爆孕育演化过程的原位测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种深部地下工程岩爆孕育演化过程的原位测试方法,该方法可广泛应用于地下试验场、水利水电、交通、矿山等深部地下岩石开挖工程。

背景技术

[0002] 岩爆是指深部地下工程开挖过程中,由于围岩应力突然释放,岩块破裂并弹射出来的动力现象。随着人类社会的发展,已有越来越多的工程建设在深部地下开展,如水利水电工程的地下隧洞和厂房、交通工程中的深埋隧洞、矿山工程中的深部开采、能源贮备和核废料深部处置中的洞室,以及满足生物与地球物理学研究的深部科学计划—深部地下实验室等。这些深部地下工程面临着一个共同的问题是需要对深埋岩体进行开挖,由于受到高地应力的作用,岩体开挖过程中往往诱发岩爆灾害,这种灾害轻则毁坏施工设备,影响地下工程施工的顺利开展,重则造成重大人身伤亡事故。

[0003] 国内外针对岩爆的研究,从发生机理、数值分析等方面开展了大量的工作,并取得了一些重要进展。在岩爆支护方法上,现场设计与工程技术人员探讨了一些新型的支护方法,提出了隧洞开挖掌子面强或极强岩爆防治方法、岩爆洞段的围岩支护方法、强至极强岩爆安全快速处理工艺方法等。然而,针对地下工程的岩爆灾害,最为关键的问题是深入认识岩爆孕育演化机理,获得岩爆发生前后开挖损伤区内岩体弹性波、裂隙、变形和能量的变化,从而为岩爆防治设计优化和施工方案提供科学依据。迄今为止,试验研究仍然是岩石力学与工程研究最为直接和可靠的手段。中国专利公开号为 CN101051011,发明创造名称为“一种深部岩爆过程模型实验方法”,该申请案公开了一种深部岩体岩爆过程模型实验方法,该方法建立模拟岩爆单元体的真三轴加卸载试验系统,该系统适用于室内小尺度试样岩爆现象的模拟和观测。而在实际的深部地下工程现场,针对岩爆孕育演化过程的原位测试方面,至今尚未见相关的文献报道。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于针对深部地下工程开挖引起的岩爆问题,提供一种岩爆孕育演化过程的原位测试方法,直接获取岩爆产生前后岩体开挖损伤区弹性波、裂隙、变形和能量的演化过程,从而为岩爆防治设计优化和施工方案决策提供科学依据。

[0005] 为实现上述目的,本发明的技术解决方案如下:

[0006] 深部地下工程岩爆孕育演化过程的原位测试方法,在试验支洞向测试隧洞方向分别开出沿测试隧洞掘进方向按序排列的第一测试孔、第二测试孔、第三测试孔,并布置在测试隧洞轴线方向 5.0m 范围内,第一测试孔、第二测试孔、第三测试孔在同一平面上,并向下倾斜 $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$,微震测试孔至少四个,呈放射状布置,由试验支洞向测试隧洞方向分别开出,所述的第一测试孔内置放声波探头,第二测试孔内置放数字钻孔摄像探头,第三测试孔内预置测试管和卡环,微震测试孔内孔底端预置微震传感器。

[0007] 所述的开挖试验支洞分位于测试隧洞的一侧或者两侧,试验支洞底板高程大于测

试隧洞的底板高程,试验支洞与测试隧洞的间距大于 2.5 倍测试隧洞的洞径。

[0008] 第一测试孔和第二测试孔穿透测试隧洞的边墙,而第三测试孔不穿透测试隧洞边墙,第三测试孔距离测试隧洞边墙 0.5m。

[0009] 微震测试孔位于测试隧洞的周边,孔底端距离测试隧洞洞壁 2.0m 至 6.0m 之间。

[0010] 由于采用了以上技术方案,本发明深部地下工程岩爆孕育演化过程的原位测试方法的积极效果和优点在于:(1)由于在测试隧洞附近开挖了试验支洞,并在测试隧洞开挖前,通过试验支洞向测试隧洞方向预设了监测钻孔和预埋了测试传感器,从而可以直接测试获得测试隧洞在开挖过程中岩爆孕育演化全过程的原位信息;(2)采用了组合式的原位测试手段,通过测试孔和传感器的合理设计与布置,同时获得测试隧洞监测断面区域围岩的弹性波、裂隙、变形、能量释放率的变化特征,采集了综合的岩爆前兆基础数据;(3)在设计的监测断面有限范围内开展多个项目的测试,便于测试结果互相验证和对比分析,提高了岩爆原位测试的可靠性和综合信息的有效提取;(4)该岩爆原位测试方法不仅适合于隧洞单侧,还适合于隧洞双侧;(5)该方法解决了以往该项目测试只能在室内针对小尺度试样开展岩爆机理研究的局限。

附图说明

- [0011] 图 1 是本发明的测试方案布置示意图
- [0012] 图 2 是测试孔 5 在图 1 中的剖面示意图
- [0013] 图 3 是微震测试孔 6 在图 1 中的剖面示意图
- [0014] 图 4 是实施例的测试方案布三维置示意图
- [0015] 图 5 是实施例测试获得的围岩变形随时间与开挖进度关系图
- [0016] 图 6 是实施例测试获得的岩体裂隙产状及其宽度特征图
- [0017] 图 7 是实施例测试获得的岩体弹性波随时间变化曲线
- [0018] 图 8 是实施例测试获得的岩体能量释放率变化图

具体实施方式

[0019] 下面结合附图对本发明深部地下工程岩爆孕育演化过程的原位测试方法作进一步详细的描述。

[0020] 见附图 1、2、3,本发明的原位测试方法包括试验支洞 2、测试钻孔的设计与布置,以及测试项目的选择与测试方法。在未开挖的测试隧洞 1 的一侧或两侧布置试验支洞 2,为避免测试隧洞 1 开挖后对试验支洞 2 的影响,试验支洞 2 距离测试隧洞 1 的距离大于 2.5 倍测试隧洞 1 的洞径。试验支洞 2 的底板高于测试隧洞 1 的底板。

[0021] 具体钻孔布置方案如下:

[0022] 在试验支洞 2 向测试隧洞 1 方向分别开出沿测试隧洞 1 挖进方向按序排列的第一测试孔 5、第二测试孔 4、第三测试孔 3,布置在测试隧洞 1 轴线方向 5.0m 范围内,第一测试孔 5、第二测试孔 4、第三测试孔 3 在同一平面上,微震测试孔 6 至少四个,呈放射状布置,由试验支洞 2 向测试隧洞 1 方向分别开出。所述的第一测试孔 5 内置放声波探头,第二测试孔 4 置放数字钻孔摄像探头,第三测试孔 3 预置测试管和卡环,微震测试孔 6 内孔底端预置微震传感器。

[0023] 在具体实施过程中,为便于测试仪器的推进和测试探头与岩体之间的有效耦合,第一测试孔 5、第二测试孔 4、第三测试孔 3 向下倾斜 $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 。为保护钻孔内套管和测环的清洁,第三测试孔 3 的孔底距离测试隧洞 1 洞壁 0.5m,为完整获取整个测试隧洞 1 洞壁围岩的信息,第一测试孔 5 和第二测试孔 4 设计穿透测试隧洞边墙,进入到开挖区,而微震测试孔 6 的孔底端分布于测试隧洞侧壁、底板和拱顶,距离测试隧洞洞壁 2.0m 至 6.0m 之间。第一测试孔 5 为声波测试孔,可根据单孔或者跨孔声波测试方法选择性地实施一个或者两个钻孔布置。

[0024] 具体测试方案为:

[0025] (1) 在滑动测微计孔内埋设套管和测环,通过孔内注浆固定,利用滑动测微计自孔口至孔底读取钻孔轴线方向每米的变形;

[0026] (2) 利用数字钻孔摄像仪自孔口至孔底获取钻孔壁 360° 图像,数字化处理后获得岩体裂隙的产状、宽度;

[0027] (3) 利用单发单收的跨孔声波仪(或单发双收的单孔声波仪),自孔底至孔口测试每 10cm 岩体的声波,评估开挖前后、开挖过程中岩体弹性波的变化;

[0028] (4) 在微震孔内埋设微震传感器,通过速凝环氧树脂将微震传感器和岩体进行耦合,测试岩爆孕育演化过程中岩体能量释放率;

[0029] 下面结合实例对本发明测试方法做进一步说明。

具体实施例

[0030] 本实例对埋深 2370m 的某隧洞开挖过程进行了岩爆原位测试,隧洞和监测钻孔的布置如图 4 所示,测试隧洞 1 洞径 $7.5 \times 8.0\text{m}$,具体步骤和方法如下:

[0031] (1) 在距离测试隧洞 1 侧面 25m 处开挖了平行于测试隧洞 1 的试验支洞 2,试验支洞 2 的底板高于测试隧洞 1 的底板 1.5m;

[0032] (2) 选取图 4 所示测试隧洞 1 掘进方向 4.0m 区域内布置监测断面,在试验支洞 2 向测试隧洞 1 方向实施钻孔,布置下倾 2° 的系列测试孔,即滑动测微计孔 3、数字摄像孔 4 和声波孔 5,以及放射状分布的微震测试孔 6。滑动测微计孔 3 的孔底距离测试隧洞 1 的边墙 0.5m,数字摄像孔 4 和声波孔 5 均穿透了测试隧洞 1 的边墙,而微震测试孔 6 的四个孔的孔底端分别与隧洞边墙、底板和拱顶的距离为 2.0m、4.0m、3.5m 和 2.0m;

[0033] (3) 在滑动测微计钻孔 3 内安装测管和测环,按常规试验方法布置,然后注浆,待水凝砂浆凝固后,利用滑动测微计探头和读数仪测试钻孔轴线方向每米的变形;

[0034] (4) 在微震孔 6 内的孔底端安装微震传感器,通过速凝环氧树脂将微震传感器和孔底端岩体进行粘接耦合;

[0035] (5) 声波测试采用跨孔声波测试法,采用两个测试孔 5,均穿透测试隧洞 1 的边墙并相互平行。

[0036] (6) 在测试隧洞 1 开挖过程中,在测试孔 3、4、5 内分别放入滑动测微计探头、数字钻孔摄像探头和跨孔声波探头,将微震孔 6 内安装的微震传感器连接微震仪,通过测读装置进行测试,对测试隧洞 1 进行岩爆监测,采集得到测试隧洞 1 开挖过程中一系列不同时间段的测试数据;

[0037] (7) 通过对测试结果的进一步分析处理,测试结果如图 5 ~ 图 8 所示。图 5 是滑

动测微计测试得到的距离隧洞边墙 1.0m 和 2.0m 处的围岩变形随时间与开挖进度的变化曲线;图 6 是通过数字摄像仪获得的钻孔虚拟岩心和平面展开图,直观显示了裂隙产状和宽度,根据不同时间段同部位的测试图像,可进一步获得裂隙的产生和发展演化特征;图 7 是通过跨孔声波测试获得的岩体弹性波随时间的变化关系;图 8 是利用微震测试仪得到的岩体破裂能量释放率在岩爆发生前后的演化规律。

[0038] 测试断面所在区域于 2010 年 1 月 9 日发生了小型岩爆,总体积约 8.0m³,断面通过测试结果分析,在岩爆发生前,岩爆区岩体裂隙产生、弹性波波速下降、围岩变形增大、能量释放率增大。以此综合评判岩爆发生前兆,从而实时预测预报岩爆灾害。

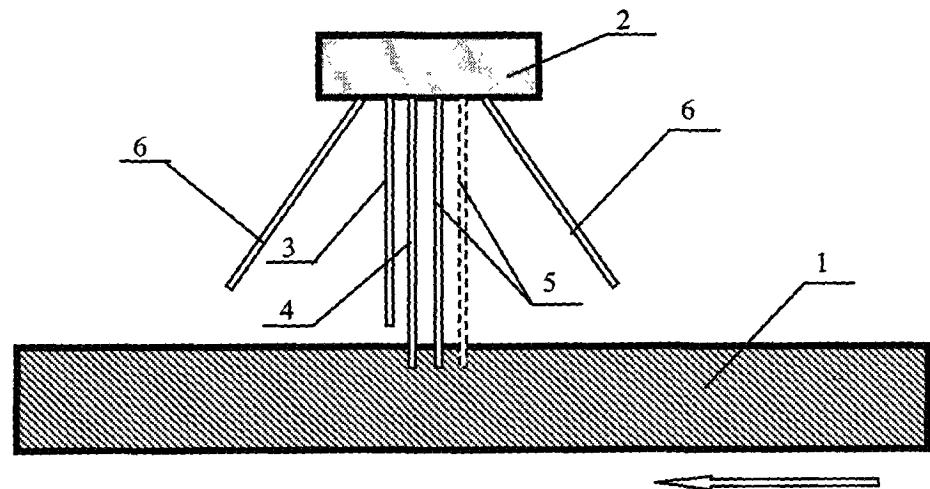


图 1

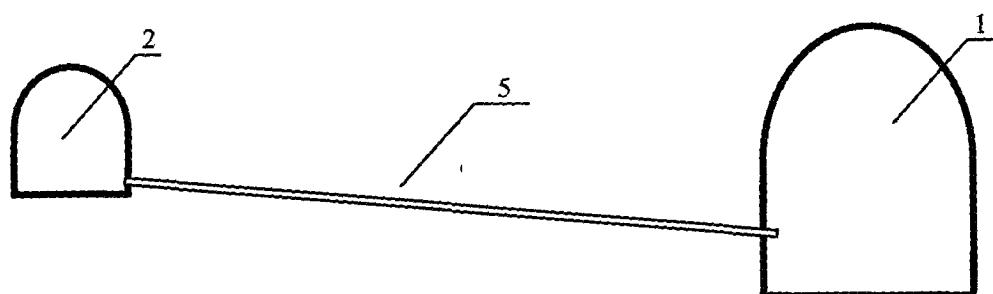


图 2

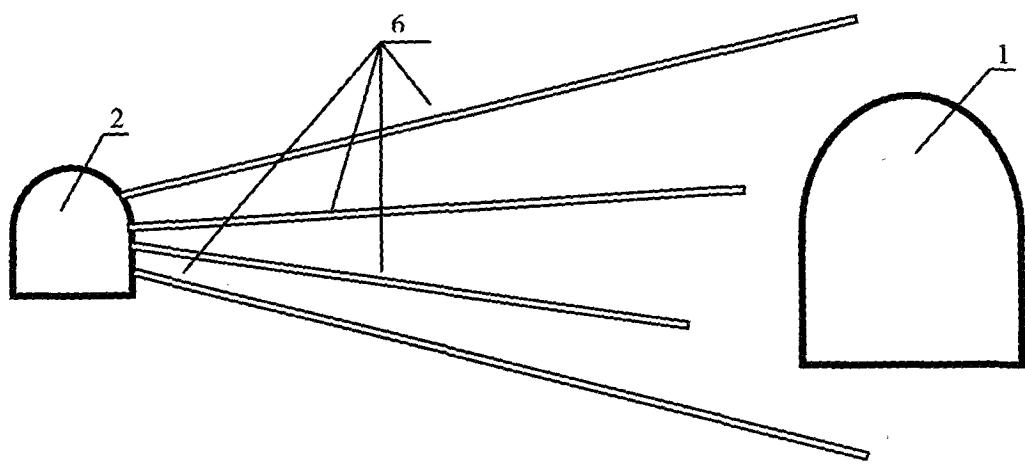


图 3

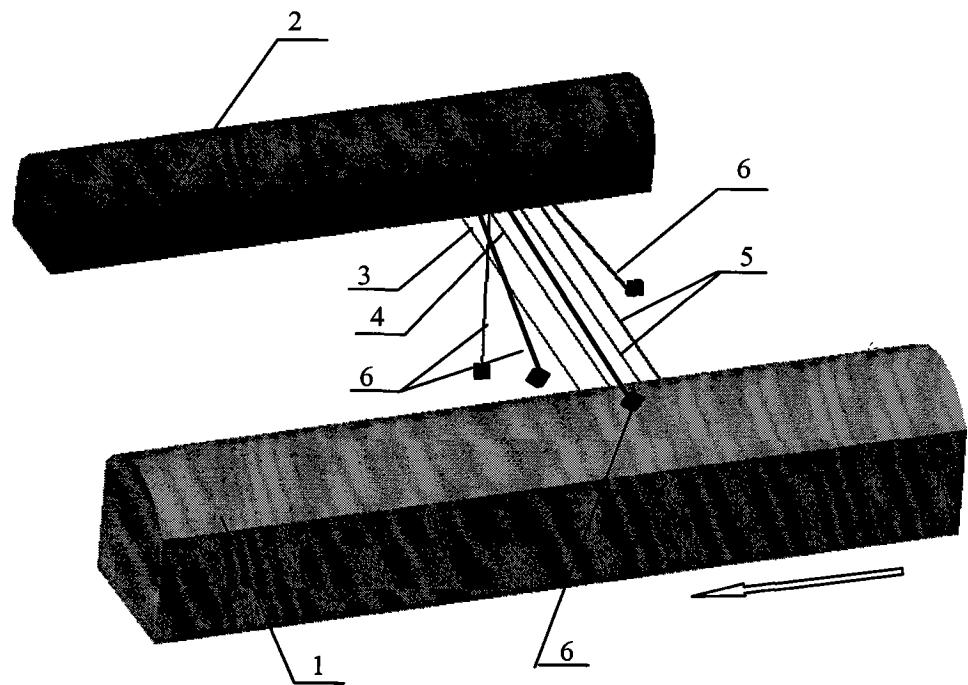


图 4

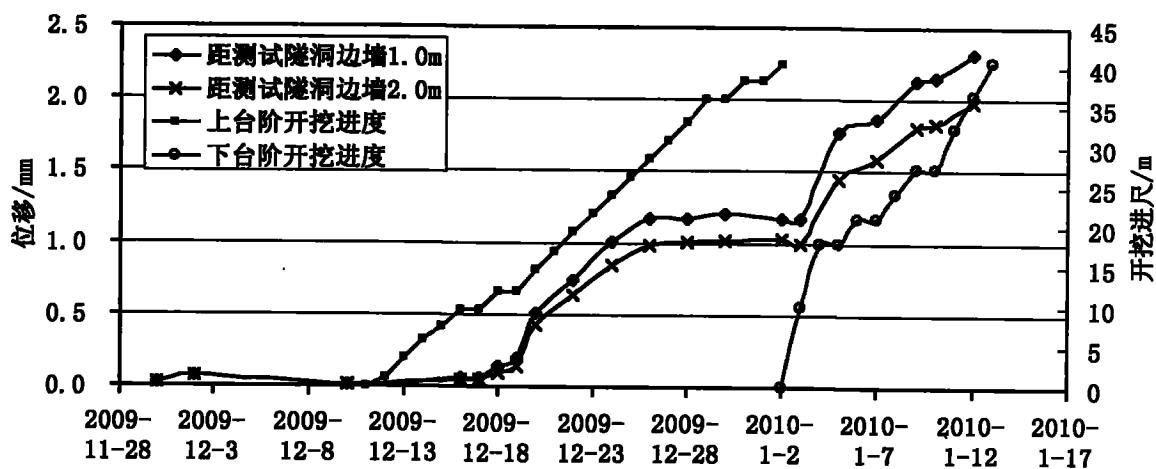


图 5

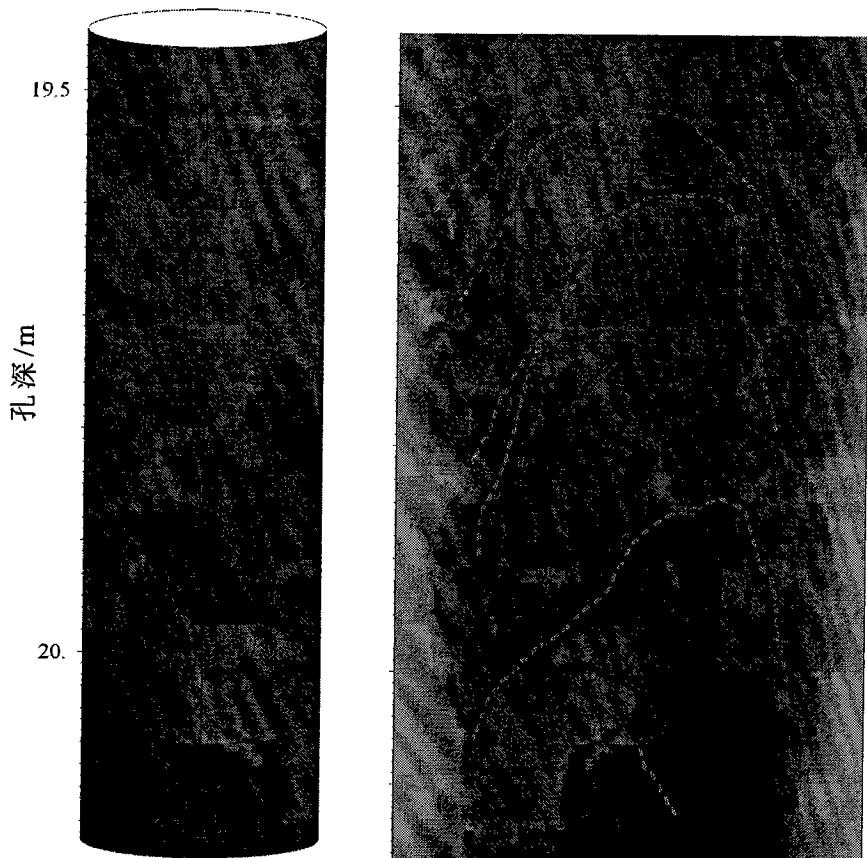


图 6

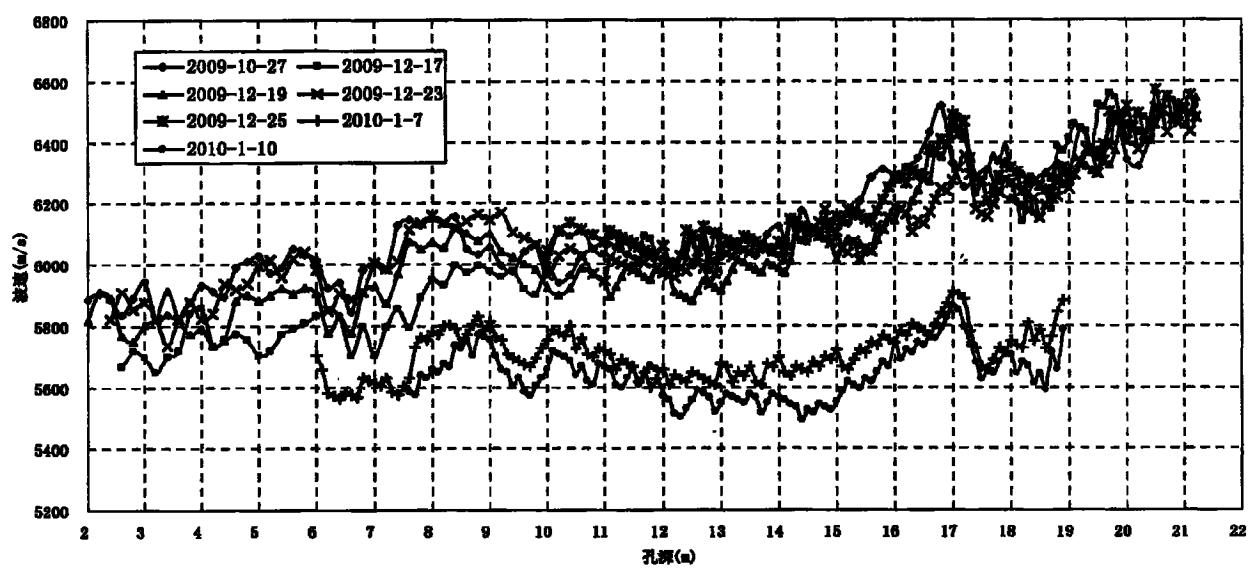


图 7

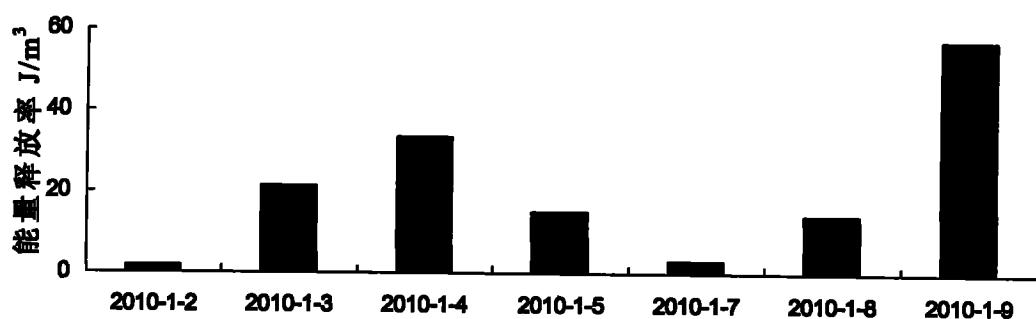


图 8