

# 存储式岩心定向取心技术应用研究

周 策, 陈文俊, 石绍云, 汤国起

(中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 611734)

**摘要:**采用岩心定向取心技术不仅可以迅速而方便地确定地下矿层和结构面的产状, 而且还可以判断矿层的走向, 了解地层倾向, 预测钻孔弯曲的趋势。介绍了存储式岩心定向取心原理、关键技术问题、器具构成、技术参数以及现场应用情况。

**关键词:**存储式; 岩心定向取心; 顶角; 方位角; 定向角; 复位仪

**中图分类号:** P634.7   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1672-7428(2008)07-0077-03

**Application Research on Core-storage Directional Coring Technology/ZHOU Ce, CHEN Wen-jun, SHI Shao-yun, TANG Guo-qi** (The Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 611734, China)

**Abstract:** Directional coring technology is not only applied to determine ore layer and texture plane occurrence, but also used to identify ore layer distribution, understand the formation trend and predict bending trend of the borehole. The paper introduced the principle of core-storage directional core drilling, the key techniques, instrument constitution, technical parameters and the site application.

**Key words:** core-storage; directional core drilling; vertex angle of hole; azimuthal angle; orientation angle; reset instrument

## 0 前言

岩心定向取心技术是确定岩心在地层里的原始产状的技术, 是我国工程地质勘查关键技术之一。它不仅可以迅速而方便地确定地下岩土层和结构面的产状, 而且还可以判断沉积物及有害化学物质的移运方向, 放射源的方位, 了解地下岩石的各种物理特征, 地应力场, 以及预报钻孔弯曲的趋势。在地质灾害领域, 利用定向取心参数确定地下岩层层面和断裂后的产状, 地下流体运动和渗漏方向, 岩体中潜在的分离面和滑动面的倾角和倾斜方向等, 为地质灾害预警、矿山的勘查、岩土工程等提供可靠的地质依据。在我国环境工程地质勘查、岩土层滑坡防治与监测、地质调查、矿山详勘、矿山开采、石油勘探、水利水电及其它岩土工程领域里, 岩心定向取心技术有着广泛的应用前景。固体矿产钻探与开采、石油天然气勘探开发、大陆和大洋科学钻探等方面也将其列为一项重要工作。

岩心定向常用的方法有机械法、测井法和古地磁法。测井法和古地磁法操作复杂、费用高, 必需专业技术人员方可使用, 不能及时取得结果, 阻碍了其

应用。而机械法是一种较适合于野外操作、投资少、见效快、切实可行、容易推广的定向取心技术, 以往采用落后的单点式定向仪技术, 不抗振, 单管式取样钻具, 岩样采取率不高, 造成推广应用困难。

为解决甘肃某镍钴矿区的判层及三峡库区地下滑体滑动带的判层, 我们引进了高精度抗振型的磁阻式传感器、加速度计与定时存储器技术, 利用时间与钻孔空间位置对应的关系, 自行研制成功了 KD 型定向仪, 解决了弱磁性岩层定向技术的难题, 配合防冲刷取样半合管式单动双管取样钻具, 提高岩样取心率, 圆满地解决了定向仪技术落后的问题。

## 1 存储式岩心定向取心原理及方案

为了对滑坡体内部岩土层的产状结构进行测量, 方案为: 通过研制时空定向仪随钻测量钻孔的顶角、方位角、航向角、孔深等参数; 研制防冲刷刻槽取样半合管式单动双管取样钻具, 提高岩样取心率; 研究采用复位仪物理仿真或数字仿真软体的方法, 将岩样恢复原始状态, 以测得岩土层的倾角及倾向, 更准确地掌握滑坡体内部岩土层的产状结构。

收稿日期: 2008-05-31

基金项目: 中国地质大调查项目“岩心定向取心技术的研究”(编号: 1212010561305)

作者简介: 周策(1965-), 男(汉族), 四川人, 中国地质科学院探矿工艺研究所教授级高级工程师, 探矿工程专业, 从事机电仪器仪表设备研制开发工作, 四川省成都市郫县成都现代工业港港华路 139 号; 陈文俊(1978-), 男(汉族), 四川人, 中国地质科学院探矿工艺研究所工程师, 电子仪器及核技术专业, 从事仪器仪表的研制及开发工作; 石绍云(1968-), 男(汉族), 四川人, 中国地质科学院探矿工艺研究所工程师, 探矿工程专业, 从事钻探工程钻具研制及开发工作。

随着微电子机械系统(MEMS)技术的发展,从 20 世纪末开始出现了在单片上集成的加速度计和磁强计器件,这些器件采用 MEMS 技术,在单片上集成加速度敏感元件及相应的调理电路,具有体积小、质量轻、功耗低、易于大规模生产、成本低等优点。利用这些器件组成测量组件,非常适合于岩心定向取心钻进测量,如 ADI 公司的 ADXL 系列加速度计和 HONEYWELL 公司的 HMC 磁阻式磁强计等器件。现有的半合管式单动双管取心钻具,通过改进设计也适合于岩心定向取心钻进。

## 2 需解决的关键技术问题

- (1) 抗振型定向取心仪;
- (2) 防冲刷刻槽取样半合管式单动双管钻具;
- (3) 顶角、方位角、航向角等解算软件包;
- (4) 抗压及抗腐蚀;
- (5) 现场定向安装测量工艺;
- (6) 复位仪的研制;
- (7) 数据存储卡。

## 3 定向取心技术的基本构成

KD 型定向取心技术是目前最先进的定向取心技术,整套系统主要包括地面部分与地下部分。

### 3.1 地面部分

地面部分包括复位仪、电脑、计时器,尺子、罗盘、读卡器及软件等。

#### 3.1.1 复位仪

主要用于将定向岩心进行物理复位仿真,利用测得的顶角、方位角、航向角,将岩样恢复为原始产状。水平转动轴仿钻孔方位角与岩心航向角、岩层倾斜方向;垂直转动轴仿钻孔顶角、岩层倾角。

#### 3.1.2 电脑

用于处理测量数据与数字仿真,计算求得顶角、方位角、航向角、岩层倾斜方向、岩层倾角等参数。

#### 3.1.3 计时器

用于与孔内定向仪同步计时。

#### 3.1.4 尺子

测量岩心长度、直径等。

#### 3.1.5 罗盘

用于地面测定磁北方向与测定岩样层面倾角与倾斜方向。

#### 3.1.6 读卡器

读取存储卡内数据及格式化存储卡。

#### 3.1.7 软件

人机界面与数字仿真,计算顶角、方位角、航向角、岩层倾角、岩层倾斜方向等。

### 3.2 地下部分

主要包括:带刻槽取样的半合式单动双管钻具、存储式定向仪、钻具与定向仪密封连接部分。

#### 3.2.1 取样半合式单动双管钻具

与普通双管钻具一样,仅在卡簧座上带两根凸出的硬质合金,以便在岩样上刻取定向刻痕母线。

#### 3.2.2 存储式定向仪

它主要由磁阻式传感器、加速度计、前置单片机数据采集器、数据存储卡、电源等组成。

(1) 磁阻式传感器:用于测定钻孔方位角与刻痕航向角。

(2) 加速度计:用于测定钻孔顶角。

(3) 前置单片机数据采集器:用于 A/D 转换,控制测量。

(4) 数据存储卡:用于定时存取所测顶角、方位角、航向角数据,在地面人工记录下时间与孔内位置关系,即时间-孔深。

(5) 电源:提供 12 V 直流电源。

#### 3.2.3 密封连接部分

主要由密封探管、减振器、定向连接器组成。

(1) 密封探管:用于定向仪器密封。

(2) 减振器:用于定向仪减振。

(3) 定向连接器:用于将定向仪的定向母线与钻具母线上的刻痕母线吻合,与测得航向角一致。

## 4 KD 型定向取心技术参数

### 4.1 刻槽取样半合式单动双管金刚石钻具(内管带刻刀)

外径 75 mm,适用钻孔孔深 400 m,取心直径 54.5 mm,最大回次进尺 1.3 m,仅适用于无磁性矿区,要求岩石中硬以上,比较完整,钻进中的取心率  $\leq 90\%$ 。

### 4.2 专用岩心定向仪

测量范围:顶角  $0 \sim 60^\circ$ ,方位角  $0 \sim 360^\circ$ ;

测量精度:顶角  $\pm 1^\circ$ ,方位角和定向标记位置角  $\pm 2^\circ$ ;

耐水压力:3 MPa;

抗振能力:适应 300 ~ 700 r/min 钻具转速;

外径:54 mm。

## 5 现场应用情况

本定向取心技术系统已在金昌镍钴矿等地现场

成功使用,圆满地获取了矿层及地层的倾向及倾角,满足了地质岩土工程设计的要求,整个应用情况良好,在完整岩层效果特别明显。

图 1、2 为应用软件界面,图 3 为获取的带痕岩样。

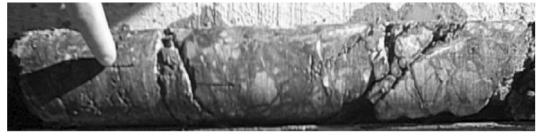


图 3 带痕岩样

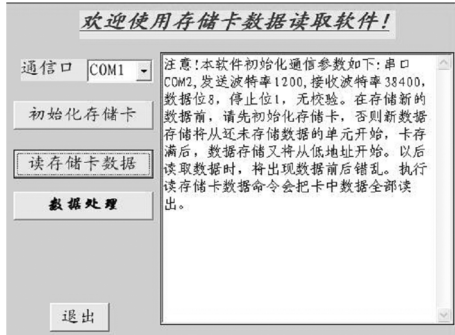


图 1 应用软件界面

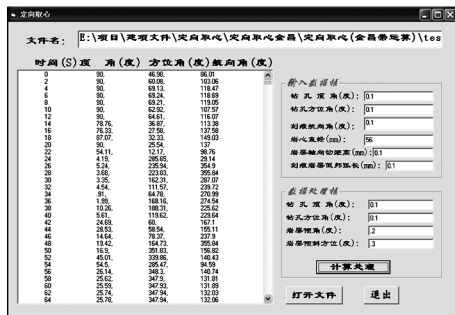


图 2 应用软件界面

### 6 结语

与过去定向取心技术相比, KD 型定向取心技术有如下创新点:利用时间与空间的时空关系,随钻无缆连续量测,采用时域分析方法确定钻孔空间位置,操作简单可行,连续取心段长,精度高,工程实用性好。本系统将现代最新电子技术融入定向取心技术领域,为地质探矿、石油勘探、岩土工程分析、地质灾害成因分析及预警预报等领域的研究带来巨大的推动作用,具有广阔的应用前景。

### 参考文献:

- [1] 李海石,符国强. 钻井取心技术[M]. 北京:石油工业出版社, 1993.
- [2] 刘国详. 取心过程中岩心磨损的起因[J]. 石油钻探技术, 1998, 16(3).
- [3] 陈平. 钻井与完井工程[M]. 北京:石油工业出版社, 2005.
- [4] SY 5216-1987, 常规取心工具[S].

## 第十届国际滑坡与工程边坡大会顺利召开

中国地质调查局网站消息 第十届国际滑坡与工程边坡大会于 2008 年 6 月 30 日~7 月 4 日在西安顺利召开。会议由中国土木工程学会土力学及岩土工程分会、中国岩石力学与工程学会、中国地质学会工程地质专业委员会和香港工程师学会岩土分部共同主办,中国地质调查局、清华大学和中国水利水电科学研究院具体承办。来自国外的 230 余名知名专家及国内各相关单位院校的近 200 名专家参加会议。会议集中讨论了边坡模型分析与预测、机理研究、监测与预警、地震、气候、水文地质影响滑坡、边坡稳定与防治工程、滑坡风险评估与管理等滑坡研究前沿。

会议开幕式上加拿大著名岩土工程专家 N. R. Morgenstern 教授首先就卫星遥感技术在滑坡风险分析与管理研究领域内的应用做了精彩的主题发言,其后中国设计大师林在贯教授、日本著名岩土工程学者 I. Towhata 和新加坡土木工程研究专家 H. Rahardjo 分别做了关于中国黄土与黄土滑坡、地震对边坡稳定影响以及气候变化对边坡影响的模型试验与监测研究主题报告。“汶川地震诱发滑坡”专题会上我局殷跃平博士做了大会报告。他还在旨在介绍中国滑坡研究和治理方面取得的成就的“中国日”中做了题为“三峡库区边坡——地质、加固、工作性能及评价”的大会报告,充分展示了中国滑坡相关领

域的工作与成就。

6 月 29 日,中国地质调查局、美国地质调查局与加拿大地质调查局联合组织了第十届国际滑坡与工程边坡大会卫星会“滑坡实时监测会议”。会议由中国地质调查局殷跃平与加拿大地调局 Peter Bobrowsky 共同主持,来自全世界的科研人员介绍了在滑坡实时监测研究方面所取得的最新进展与科研成果,就滑坡实时监测的理论、方法与工程应用研究进行了热烈的讨论。与会代表还就 GPS 的地面监测、FBG 的地下监测以及 SAR、激光扫描与卫星遥感的滑坡监测 3 个方面召开了圆桌会议。我局代表在会议中以巫山监测预警示范站为例介绍了中国在构架实时监测体系方面的经验。

借此国际会议的契机,中国地质调查局于 6 月 28~29 日在西安组织举办了滑坡风险分析和风险管理第学习班。邀请国际土力学和边坡工程著名专家 Morgenstern 教授、国际滑坡风险导则主要编写人意大利 Corominas 教授和陈祖煜院士作了滑坡国际分析和风险管理的系列讲座。该学习班培训了来自地调局直属单位、国内高校、科研院所、设计院、生产单位的 150 余名工程地质人员,取得了良好的效果。

第十一届国际滑坡与工程边坡大会将于 2012 年在加拿大召开。