

小直径测斜仪的应用研究

周 策, 陈文俊, 刘一民, 汤国起

(中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 610081)

摘要:介绍了研制的深孔用小直径测斜仪的构成、数据计算过程及处理原理、仪器的机械结构、测斜工艺流程及野外试验情况。

关键词:深孔;小直径测斜仪;数据处理

中图分类号:P634.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)12-0029-03

Application Study on Small Diameter Deviation Incliner/ZHOU Ce, CHEN Wen-jun, LIU Yi-min, TANG Guo-qi
(The Institute of Exploration Technology of CAGS, Chengdu Sichuan 610081, China)

Abstract: The paper introduced the small diameter deviation inclinometer for deep hole about its composition, data calculation process & treatment principle, instrument structure, deviation measuring process and the field test.

Key words: deep hole; small diameter deviation inclinometer; data processing

0 前言

钻孔测斜技术是我国地质勘查关键技术之一,在我国地质调查和国民经济其他领域有着广泛的应用前景,特别是我国地质勘查,需打很多钻孔才能评价和确定矿产储量。而我国地勘现用钻孔测斜仪不能配套用于将要开始或有的地区已经开始的深部找矿勘探需求,现用钻孔测斜仪外径都大,均不能通过现场常规钻探所用钻杆内径,不能用钻杆保护进行钻孔测斜,将面临中深部裸眼钻孔测斜不安全性和风险,且地勘现用钻孔测斜仪没有考虑与钻探工艺相结合多功能多用性。现用钻孔测斜仪不能融合定向钻进、定向取心和绳索取心测斜等多种钻探工艺测斜和定向的需求。小直径测斜技术不仅可避免事故,操作简单,还可在钻进回次下钻过程中,测斜仪下入钻杆内进行测斜,因此节约测量时间,提高测斜效益,增加钻进的时间,提高效率和质量,保证快速钻探的需求,融合定向钻进、定向取心和绳索取心测斜等多种钻探工艺测斜和定向的需求。

1 CXJ 型小直径测斜仪构成

本系统由传感器和单片机为核心组成,原理结构框图如下图 1。

(1) 测量传感器有三维加速度计和三维磁阻计,用于测量顶角、方位角、工具面向角,电压传感器用于电源的监控;

(2) 单片机用于数据采集与初步处理;

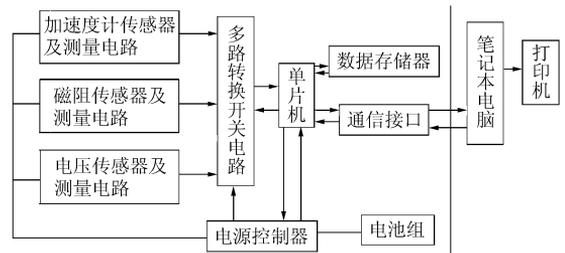


图 1 CXJ 测斜仪原理结构框图

- (3) 数据存储用于数据存储;
- (4) 笔记本电脑用于地面数据提取与处理。

2 数据计算处理过程原理

2.1 坐标系与角度定义

(1) 坐标系:原始位置两个坐标系重合, $\alpha = 0, \theta = 0, \beta = 0$, 如图 2 所示。

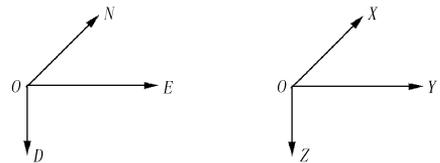


图 2 坐标系

(2) 倾角: OZ 与 OD 之间的夹角 θ , 即平面 OXY 与 OEN 之间的夹角。沿 Y 轴逆时针旋转为正, 即向下为正。

(3) 方位角: OED 平面与 OYZ 平面之间的夹角 α , 从北向东转为正。沿 Z 轴顺时针旋转。

(4) 工具面角: OZD 平面与 OXZ 平面之间的夹

收稿日期:2010-09-10

作者简介:周策(1965-),男(汉族),四川成都人,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,从事钻探和地质灾害机电仪器仪表设备研制开发工作,四川省成都市一环路北二段1号。

角 β , 沿 X 轴顺时针为正。

2.2 采集数据处理

(1) 找出 $A_{x\min}, A_{x\max}; A_{y\min}, A_{y\max}; A_{z\min}, A_{z\max}$;

(2) 计算: $\Delta A_x, \Delta A_y, \Delta A_z$

(3) 修正 A_y 与 A_z :

$$A_{yn} = K_y A_y + Y_0$$

其中: $K_y = \Delta A_x / \Delta A_y, Y_0 = A_{x\min} - K_y A_{y\min}$

同理: $A_{zn} = K_z A_z + Z_0$

其中: $K_z = \Delta A_x / \Delta A_z, Z_0 = A_{x\min} - K_z A_{z\min}$

(4) 求中心偏移值:

$$A_{\text{offset}} = A_{x\min} + \Delta A_x / 2$$

(5) 测量值中心偏移:

$$A_{xnn} = A_x - A_{\text{offset}}$$

$$A_{yyn} = A_y - A_{\text{offset}}$$

$$A_{znn} = A_z - A_{\text{offset}}$$

(6) M_x, M_y, M_z 的计算:

① 将 M_x, M_y, M_z 在水平状态 ($AS-Z$ 最大时) 下旋转一周, 得到 $M_{x-\max}, M_{x-\min}; M_{y-\max}, M_{y-\min}$ 。在垂直状态 ($AS-X$ 最大时) 下旋转一周, 得到 $M_{z-\max}, M_{z-\min}$ 。并由此计算出 $\Delta M_x, \Delta M_y, \Delta M_z$, 并找出其中最大的为 ΔM_{\max} 。

$$\Delta M_x = M_{x-\max} - M_{x-\min}$$

② 计算 $M_{x-\text{off}}, M_{y-\text{off}}, M_{z-\text{off}}$

$$M_{x-\text{off}} = \left[\frac{\Delta M_x}{2} - M_{x-\max} \right] \times \text{MAX} \left[1, \frac{\Delta M_{\max}}{\Delta M_x} \right]$$

$$M_{y-\text{off}} = \left[\frac{\Delta M_y}{2} - M_{y-\max} \right] \times \text{MAX} \left[1, \frac{\Delta M_{\max}}{\Delta M_y} \right]$$

$$M_{z-\text{off}} = \left[\frac{\Delta M_z}{2} - M_{z-\max} \right] \times \text{MAX} \left[1, \frac{\Delta M_{\max}}{\Delta M_z} \right]$$

③ 若实际测量值为 MM_x, MM_y, MM_z , 则修正后的值为 M_x, M_y, M_z , 计算如下:

$$M_x = \text{MAX} \left[1, \frac{\Delta M_{\max}}{\Delta M_x} \right] \times MM_x + M_{x-\text{off}}$$

$$M_y = \text{MAX} \left[1, \frac{\Delta M_{\max}}{\Delta M_y} \right] \times MM_y + M_{y-\text{off}}$$

$$M_z = \text{MAX} \left[1, \frac{\Delta M_{\max}}{\Delta M_z} \right] \times MM_z + M_{z-\text{off}}$$

(7) 按照映射关系给 $G_x, G_y, G_z, H_x, H_y, H_z$ 赋值, 即将 A_{*nn} 或 $-A_{*nn}$ 赋给 G_* ; 将 M_* 或 $-M_*$ 赋给 H_* (按照平面放置映射, 即: $H_x = -M_x, H_y = M_y, H_z = M_z; G_x = -A_x, G_y = A_y, G_z = A_z$)

(8) 计算模:

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2 + G_z^2}$$

(9) 求归一化值:

$$G_x = \frac{G_x}{|G|} \quad G_y = \frac{G_y}{|G|} \quad G_z = \frac{G_z}{|G|}$$

(10) 计算顶角:

$$\theta = \arctg \frac{G_x}{\sqrt{G_y^2 + G_z^2}}$$

(11) 计算工具面角:

$$\beta_c = \arctg \left(-\frac{G_y}{G_z} \right) \quad \beta_M = \arctg \left(-\frac{H_y}{H_z} \right)$$

β_c 根据 G_y 与 G_z 情况计算为 $0 \sim 360^\circ$, 计算如下:

$90^\circ: G_z = 0, G_y > 0$

$270^\circ: G_z = 0, G_y < 0$

$180 - \arctg(-G_y/G_z): G_z < 0$

$-\arctg(-G_y/G_z): G_z > 0, G_y > 0$

$360 - \arctg(-G_y/G_z): G_z > 0, G_y < 0$

(12) 计算方位角:

$$\alpha = \arctg \frac{G \times (H_x G_y - H_y G_x)}{H_z (G_x^2 + G_y^2) + G_z (H_y G_y + H_x G_x)}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{H_x \cos \beta + H_y \sin \beta \sin \gamma + H_z \sin \beta \cos \gamma}{H_y \cos \gamma - H_z \sin \gamma}$$

3 小直径钻孔测斜仪机械结构

小直径钻孔测斜仪组装图见图 3。

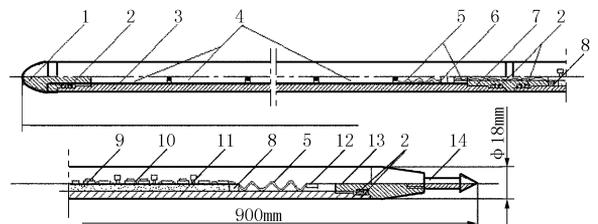


图 3 小直径钻孔测斜仪组装图

1—导头(可换为防振器连接); 2—O形密封圈; 3—电池护管; 4—电池; 5—导线; 6—电源插件; 7—密封头; 8—导向件; 9—硅胶; 10—机芯; 11—机芯护管; 12—输出插件; 13—封头; 14—捞头

4 测斜仪人机界面

测斜仪人机界面见图 4, 主要作用是读取数据、保存数据、处理数据, 最终计算求得钻孔顶角、方位角、工具面向角。

5 测斜工艺流程

测斜工艺流程见图 5, 主要有两种测量方式:

(1) 从孔口在钻杆内投入探头量测, 并将测得的数据存入存储器内;



图 4 测斜仪人机界面图

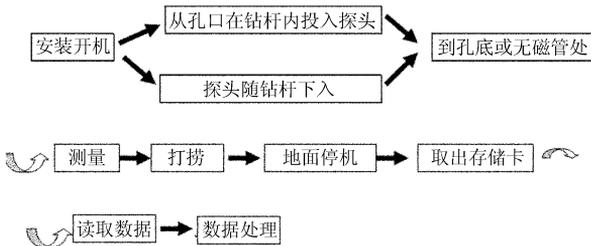


图 5 测斜工艺流程图

省洪江市托口镇托口电站三号试验钻孔测斜定向提供重要的科学依据,采用我所研制的 CXJ - 1 型小直径深孔测斜仪。其技术参数如下:

- (1) 外径 18 mm;
- (2) 钻孔顶角测量范围和精度: $0 \sim 90^\circ, \leq \pm 0.5^\circ$;
- (3) 钻孔方位角测量范围和精度: $0 \sim 360^\circ, \leq 5^\circ$ (顶角 $\leq 5^\circ$), $\leq 2^\circ$ (顶角 $> 5^\circ$);
- (4) 测量方式: 回次钻进下钻过程中送入或投入测斜探管,用钢绳或用打捞器在钻杆内下放及上拉探管进行单、多点测量;
- (5) 记录方式: 信息存储读取用存储卡或手提电脑直接读数和作图;
- (6) 最大孔深: 2000 m;
- (7) 适用温度: $-10 \sim 50^\circ\text{C}$ 。

托口电站三号试验钻孔测斜结果,完全满足工程设计要求。其测斜是可行的,有相当的适用性,解决了现场对测斜的要求。

参考文献:

- [1] 周策,肖圣泗,汤国起. CQ 型光电多点连续测斜仪的研制[J]. 探矿工程,1999,(1)
- [2] 周策,赵燕来,李忠. 存储式压电陀螺测斜仪的应用[J]. 探矿工程,2002,(1).
- [3] 周策,陈文俊. 时空多点连续定向取心技术应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2004,31(8).

(2) 探头随钻杆下入孔内,并将测得的数据存入存储器内。

最后在地面由电脑读取数据。也可直接采用有线直接由电脑量测。

6 野外试验

为了为由中南勘测设计研究院设计施工的湖南

阿特拉斯·科普柯建筑与矿山技术部携多款新设备亮相 Bauma China 2010

本刊讯 2010 年 11 月 23 - 26 日, Bauma China 2010——第五届中国国际工程机械、建材机械、工程车辆及设备博览会在上海隆重举行,来自 37 个国家和地区的 1858 家展商和超过 15 万名专业观众齐聚上海,共同见证了阿特拉斯·科普柯引入中国的多款新产品,一起分享阿特拉斯·科普柯在“致力于实现可持续的生产力”这一理念指导下为中国用户带来的高效生产力。

一系列应用于采矿及建筑领域的全新产品,从主机产品到消耗品、零备件及服务,点亮了约 900 m² 的空间,并成为阿特拉斯·科普柯“致力于实现可持续的生产力”理念的最佳体现,这些创新产品包括 Powercrusher PC5 移动式破碎机、新型 Boomer XL3 D 三臂凿岩台车、CDM30 中型回转式爆破孔钻机、PowerROC T35 全液顶锤式露天钻机、AirROC D45SH 新型半液压潜孔式履带钻机、C6 地表全液压岩心钻机、Smar-Rig 钻机模拟器、新型轻型压实设备和破碎锤,以及各种钻具。

此次展出的产品多数是主要面向中国客户,同时也考虑国际市场。阿特拉斯·科普柯的目标是开发具有高生产力、

低能耗特点的新产品。例如,新型 D45SH 半液压潜孔式履带钻机在钻进时可节油 20% 以上,并且换杆及定位时间更短。新型 HB2000 液压破碎锤,运行效率因采用新型设计,能够实现较同级产品每年节油 2700 L。新型 CDM30 钻机在控制系统及驾驶室采用新型设计后,操作者工作环境得到改善,并提高了可持续的生产力。

通过收购奥地利海拓破碎机公司,阿特拉斯·科普柯开始涉足移动破碎业务。Powercrusher 系列破碎机产品的加入拓宽了公司的产品覆盖面,不仅使公司的业务实力得到增强,还将为中国矿山及采石行业提供可持续、高效的生产力。移动破碎解决方案在配合使用皮带输送系统时能够大幅降低能源消耗。

将最先进的技术用于产品开发,提高客户的生产力并降低能耗,是阿特拉斯·科普柯一直所追求的。通过使设备更快速、更节能、更安全和更符合人机工程学,大大提高生产力。公司不断坚持的核心价值:互动、承诺和创新也将使客户更加受益。