

BD—14 摆式定向仪

江天寿

(地矿部探矿工艺研究所)

BD—14定向仪是LZ连续造斜器和JGX固定偏心楔的配套装置。比现用的定向方法与工具操作简便,且精度高。它是根据圆柱体在斜孔中倾倒在钻孔下方的规律,接通二极管线路,给地面微安表一个讯号,表示出与钻杆相连的定向器与钻孔方位的关系,实现相对定向。



钻探技术

施工受控定向孔,要多次进行人工弯曲,并在每次钻孔弯曲前,都要对定向工具进行准确定向。

现用的定向方法和器具,精度不高,工效低,操作不便。近年来,为适应LZ^①连续造斜器和JGX^②机械式固定偏心楔的需要,我们研制出BD—14^③摆锤式定向仪。该仪器有以下特点:

1.用途广,可用于直径56~110毫米、顶角3~45°斜孔人工造斜和纠斜工具(包括固定式偏心楔、活动式偏心楔、连续造斜器等)的定向;

2.结构简单、轻便、易于制造、价廉;

3.灵敏,定向可靠,定向精度能满足要求;

4.定向快,操作方便。

几年来,该仪器在生产试验和推广应用中,取得了良好效果。

1983年秋,在湖南409队红旗岭ZK114分枝定向孔中,配合机械式固定偏心楔和连续造斜器造斜,定向33次(未使用其他定向仪),结果钻孔非常接近设计轨迹到达预定靶区,成为优质孔。

1984年6~8月,在贵州103队乱岩塘ZK3927分枝定向孔中,配合连续造斜器定向造斜,结果钻孔与设计轨迹十分吻合,中靶精度很高(中靶偏线距为2.34米,沿线距为1.07米)。表1为该孔定向造斜效果。

1985年秋,辽宁化工地质队用此定向仪配合LZ—54连续造斜器,在砖庙ZK13分枝孔进行造斜,在ZK

ZK 3927孔的部分定向造斜效果表 表1*

孔深(米)	0	200	210	230	250	275	325	400	490
设计顶角	0	1.5	2	8	14	18.2	18.2	18.2	18.2
实际顶角		1.5	2.5	8.69	13.83	17	18	18.17	17.67
设计方位角		220	220	220	216	216	216	216	216
实际方位角		106	213	221	216	215	214	220	220

* 从217.38米至330.12米,人工造斜12次,用摆锤定向仪定向11次。第一个回次因钻孔顶角仅2.5°,故用钻杆定向。

34孔进行纠斜(包括增减顶角、纠方位角等),均取得成功。定向仪下井的最大深度达424.39米。

仪器结构及工作原理

全套定向仪主要包括井下传感器、导线、地表仪器,并配有定向接头、测角器、定向母线引线尺等专用附件。下井导线采用直径2毫米的军用被复线(只用一根)。

井下传感器(图1)外壳(8)上端与母线接头(3)连接。母线接头上端与导线帽(2)连接,外壳下端与连接杆(9)连接,连接杆下端与斜口引鞋(11)连接,并用调节螺母锁紧。

外壳内装有两个平行的触片(6)和摆锤(7),为传感器敏感元件。摆锤下端(呈圆锥形)置于连接杆锥面上,摆锤上端(呈球形)位于两触片之间。每一触片有导电区和绝缘区两部分,两支整流二极管分别与两触片导电区焊接。外壳内装有变压器油。

外壳两端用“O”形密封圈密封,二极管导线引出端用密封胶密封。经耐压试验,此密封结构能承受

①②两定向装置均由我所研制,③BD—14摆锤定向仪已通过部级鉴定,现正推广使用。

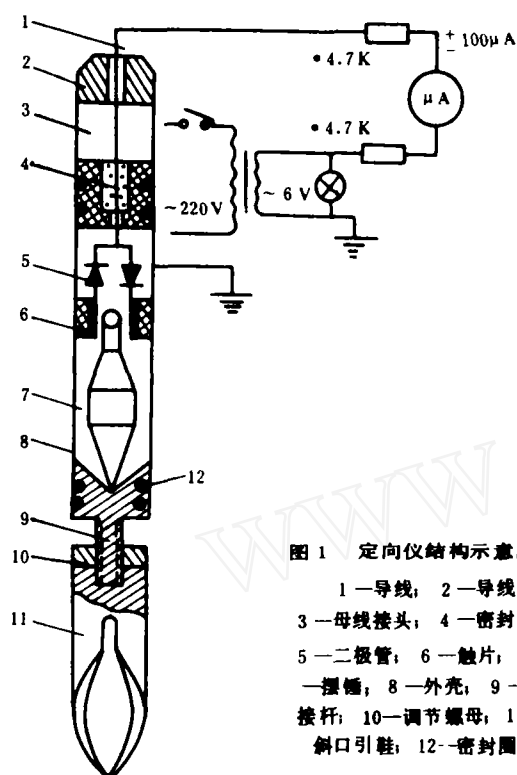


图1 定向仪结构示意图

1—导线；2—导线帽；
3—母线接头；4—密封胶
5—二极管；6—触片；7—摆锤；8—外壳；9—连接杆；10—调节螺母；11—斜口引鞋；12—密封圈

100个大气压。

母线接头上刻有定位母线，与外壳和斜口引鞋上的刻线相互对应，从而能调整定向仪母线与造斜器母线之间的安装角。

地表仪器主要有降压变压器和中间指零的直流微安表，仪器面板有电源开关和指示灯。仪器线路为半波整流电路。

仪器的工作原理（见图2）如下：

将造斜器（5）上部与定向接头（3）连接，再连接钻杆，下入孔内。当用导线将传感器（1）下入钻杆内时，斜口引鞋（2）上的键槽可顺利地落到定向接头的定向键（4）上。由于图1中的摆锤（7）在连接杆（9）的锥面上处于不稳定状态，在斜孔中，其上端必然倒向钻孔的下帮方向。但因摆锤的球形触点和平行触片（6）的间隙很小，触片又分为导电区和绝缘区。这样，当地表上的操作者，把钻杆扭转（相当于扭转井下传感器）一周时，球形触点在斜孔下帮与两触片便有4种不同的接触情况（图3），这4种情况可由地面仪器（微安表）指针的4种位置来反映（图4）。其中，I为短零，处在定向位置；II为右

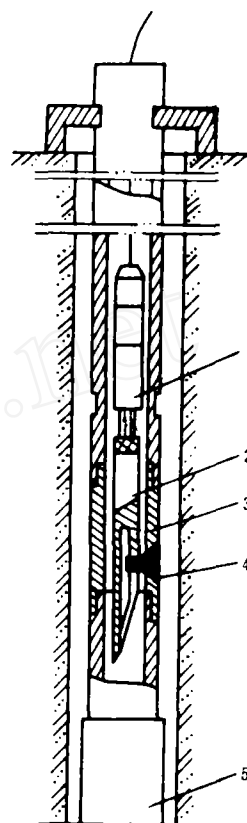


图2 下入孔内的定向仪

1—传感器外壳；2—斜口引鞋；

3—定向接头；4—定向键；5—造斜器

导通；III为长零；IV为左导通。

1.球形触点处于两触片导电区之间（图3—I），微安表指针指零，但此指零状态只能保持到传感器从触点处于两触片导电区之间开始到传感器顺时针扭转 3° 左右为止，此指示状态称为“短零”。

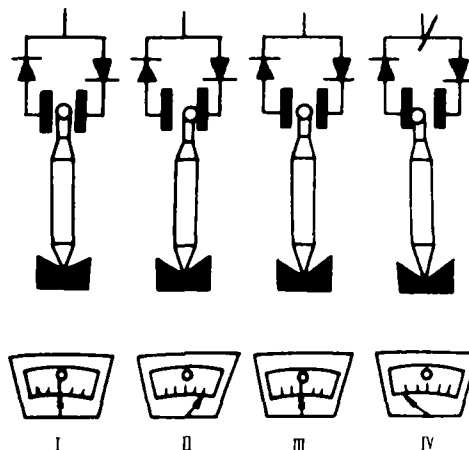


图3 传感器的4种工作状态示意图

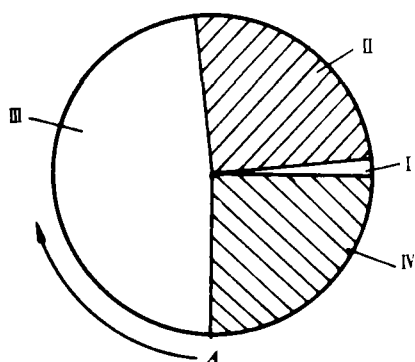


图4 传感器各种工况时所占旋角范围示意图

2.当顺时针扭转传感器大于 3° 左右后，球形触点与右触片导电区接触（图3—II），微安表指针指在表头右边较大电流位置，称为“右导通”。此状态可以保持到 90° 左右的正旋角位置。

3.当正旋角大于 90° 左右后，触点脱离右触片导电区进入右触片绝缘区，微安表指针回到指零位置（图3—III）。继续顺时针扭转传感器，触点又进入两触片绝缘区之间，然后再与左触片绝缘区接触，在此过程中微安表指针都一直指零。指零状态从大于 90° 左右开始，一直保持到扭转至 270° 左右为止，称为“长零”。

4.当正旋角大于 270° 左右后，触点脱离左触片绝缘区进入左触片导电区，微安表指针指到表头左边较大电流位置，称为“左导通”（图3—IV）。此状态可保持到 357° 左右之后。再继续扭转传感器，触点脱离左触片导电区，又进入两触片导电区之间的“短零”区域。

把两触片导电区之间的纵向平分线，从靠近外壳处引到传感器母线接头上划线，作为传感器的定向母线。这样在斜孔中，当传感器在井下随钻杆扭转时，地表仪器“短零”的开始指示位置，即为传感器的定向位置，此时，定向母线处于斜孔下帮（原斜孔的方位由测斜仪测出）。

由于“短零”指示所占的扭转角范围远比“长零”小，加之地表仪器指针随钻杆顺时针旋转，能够按I、II、III、IV的工作顺序变化，因而，很容易地判断出传感器的定向位置。又由于I的转角仅占 3° 范围，所以，可保持其定向精度。

造斜器的面向角，可与传感器定向母线以不同的安装角相组装。即可旋转图1中的斜口引鞋的螺旋部分，达到所需要的位置，之后用螺母（10）锁紧。

仪器的主要技术性能

适用的钻孔顶角为 $3 \sim 45^\circ$ ；定向精度 $\pm 7^\circ$ ；适用孔径为56~110毫米；下井导线为2毫米粗的被复线；电源~220伏；允许最高工作温度为 60°C ；传感器允许承受的最大液压为100公斤/厘米²；下井传感器长760~780毫米，直径14毫米，重量0.7公斤；地表仪器重量0.7公斤。

仪器精度及地面校验

从图5可以看出，影响传感器定向精度的因素有：两接触片（2）~（3）之间的距离，摆锤球形触点

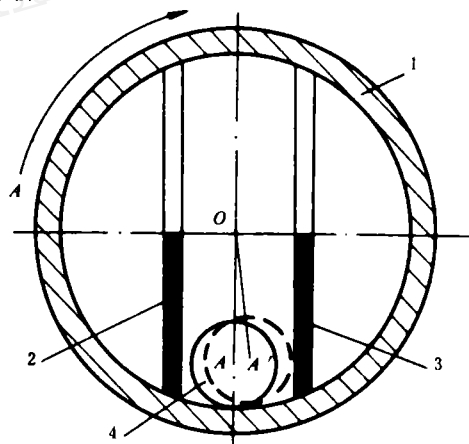


图5 定向精度计算原理图

1—传感器外壳；2—左触片；

3—右触片；4—摆锤触点；A—外壳旋向

的外径尺寸，和外壳（1）的内径尺寸。

在设计本仪器时，两触片之距离（s）为3.5毫米，球形触点外径（d）为3.2~3.3毫米，外壳内径（D）为10毫米。

图5中，球形触点从两触片导电区中间（地表仪器“短零”指示）至与右触片接触（地表仪器“右导通”指示），其间转过 $\angle AOA'$ 角（球心从A移到A'），则

$$\sin \angle AOA' = \frac{s-d}{D-d}$$

所以，当 $d = 3.3$ 毫米时， $\angle AOA' = 1.69^\circ$ ；当 $d = 3.2$ 毫米时， $\angle AOA' = 2.53^\circ$ ，其值远在 $\pm 7^\circ$ 之内。但由于加工精度和摆锤与外壳内壁摩擦力的影响，实际精度会有所降低。为此，必需对仪器进行调整、校验。

校验工作一般是在JJG—1型测斜仪校验台的夹具上进行。在校验台上按严格对中要求,夹持一个扭转角量角器,然后把传感器插入处于倾斜的量角器的内孔。这时顺时针转动传感器,通过二者的对应线,可得到传感器4个工作状态的各自的角度范围。如3号传感器在顶角为 $3 \sim 45^\circ$ 时,经30次测定“短零”指示的起始扭转角为 $353 \sim 3^\circ$,即定向精度为 $-7 \sim +3^\circ$,在精度范围之内。

使用方法

(一) 下井定向前的准备工作

- 1.井下传感器外壳内灌满变压器油;
- 2.将传感器导线引出端与下井导线(被复线)连接;
- 3.在地表接上电源,使传感器倾斜后顺时针缓慢扭转,观察地表仪器是否能清楚地指示和区别其4个工作位置;
- 4.将定向接头与造斜器连接;
- 5.调节传感器斜口引鞋键槽刻线与母线接头母线之间的夹角(为准确量度此角,要利用外壳上的纵向刻线和定向母线引线尺、测角器等附件)。此角度取决于造斜器面向在井底的安装角和造斜器面向与定向接头定向键母线的初始扭转角。

(二) 下井操作

将接有定向接头的造斜器用钻杆送到离井下预定位置约半米处,井下传感器用被复线经钻杆下入。根据定向键上部钻杆长度与下入导线的长度是否一致,以及下入时的感觉,确定斜口引鞋键槽是否入键。

传感器下到位置后,将地表仪器地线接到井口的钻杆上。此时若打开地表仪器的电源开关,指针指在“右导通”或“左导通”位置,可顺时针慢扭钻杆,到指针指示“短零”位置为止。若打开地表仪器电源开关后,仪器指针在中间零位置,为判断其是“短零”还是“长零”,仍需顺时针慢扭钻杆进行确定。

为保证钻杆扭转到“短零”定向位置的准确性,当地表仪器指示“短零”时,可在井口和钻杆上同时作上标记线,再按上述操作重复1~2次,进行校验。

操作、维护注意事项

- 1.为使井下传感器能顺利通过钻杆,钻杆接头内孔上下端应加工成锥面;
- 2.因传感器外径为14毫米,在定向接头定向键以上500~700毫米之间应选用一内径16毫米至17毫米的钻杆接头,以导正传感器;
- 3.下井导线与传感器引线连接时,为防接点被拉开,应由下井导线打结处来承吊传感器重量;
- 4.斜口引鞋每次下井前,应检查其尖端是否变钝;
- 5.摆锤用过几次后,若尖端磨钝,也应及时修复;
- 6.当微安表指针指示不灵时,除检查线路外,还应注意检查传感器外壳两端和传感器导线与下井导线连接端的密封情况,以及被复线外皮是否破损,传感器外壳内是否进水;
- 7.传感器工作一段时间后应更换变压器油,并清除连接杆锥面内的积存物;
- 8.要及时更换旧的“O”形密封圈;
- 9.仪器使用一段时间后,需重新校验定向精度。

BD-14 Pendular Orientation Sensor

Jiang Tianshou

(Institute of Exploration Technology, Ministry of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The BD-14 Pendulas Orientation Sensor is a corollary device of LZ continuous action deflector and TGX fixed eccentric wedging device. Characterized by simple structure and high precision it is superior to conventional orienting methods and tools. Its structure comprises a cylinder, placed at the lower part of the drill pipe in the inclined hole, which can tilt to the orientation to be measured to switch on an electronic circuit and send a signal to the indicator on the earth surface. From the reading the relationship of the sensor attached at the drilling rod to the orientation of the hole is noted.