

YHZ90/360(G) 矿用本安型钻机开孔定向仪

— 使用说明书 —

版本号：TS 202511-1 YZ



使用须知



敬告：在您安装和使用本产品前，请仔细阅读本使用说明书！

警告：非专业人员不得擅自开盖！严禁将带磁性的物品与产品接触！

维修时不得改变本安电路和与本安电路有关的元、器件的电气参数、规格和型号！

严禁使用本说明书规定外的电池！

本安关联产品不得随意与其它未经检验的设备连接！

电池组充电应在井上安全场所进行，严禁在井下进行充电！

执行标准：GB3836.1-2010、GB3836.4-2010

执行标准：MT209-1990（抗干扰性和可靠性除外）、MT210-1990

执行标准：Q/TCMA-20-2023

目录

第一章 仪器简介	1
1.1 简介	1
1.2 主要用途	1
1.3 产品分类	1
1.3.1 防爆型式	1
1.3.2 结构形式：便携式	1
1.3.3 型号	1
1.4 产品组成	2
1.5 产品使用环境条件	2
1.5.1 在下列条件下能正常工作	2
1.5.2 能承受的最恶劣的贮运条件	2
1.6 供电电源及电池参数	3
1.7 方位角和倾角及误差	3
1.8 功能	3
1.9 主机尺寸及重量	4
第二章 仪器工作原理	5
2.1 惯性导航技术	5
2.2 开孔定向仪	5
第三章 检测仪操作说明	9
3.1 检测仪接口说明	9
3.2 检测方法	10
3.2.1 开机	10
3.2.2 自动寻北	10
3.2.3 定向	10
3.2.4 激光测距	11
第四章 维护保养、使用注意事项	12
第五章 包装、运输、贮存	13
5.1 包装	13
5.2 运输	13
5.3 贮存	13
第六章 开箱检查及售后服务	13
6.1 开箱检查	13
6.2 售后服务	13

第一章 仪器简介

1.1 简介

YHZ90/360 (G) 矿用本安型钻机开孔定向仪（以下简称“本仪器”）利用高精度光纤陀螺仪来测定钻机的方位角和倾斜角度，为钻机选定开孔位置进行准确定位。钻机准备打钻前，光纤陀螺仪自动寻北获得方位角，然后将本定向仪安装在钻机滑道上，调节钻机钻头的方位角和倾角直到与设计相符。本仪器同时提供激光测距功能。

1.2 主要用途

- 1) 煤矿钻机开孔定向；
- 2) 井下激光测距。

1.3 产品分类

1.3.1 防爆型式

矿用本质安全型，标记为“Ex ib I Mb”。

1.3.2 结构形式：便携式

1.3.3 型号

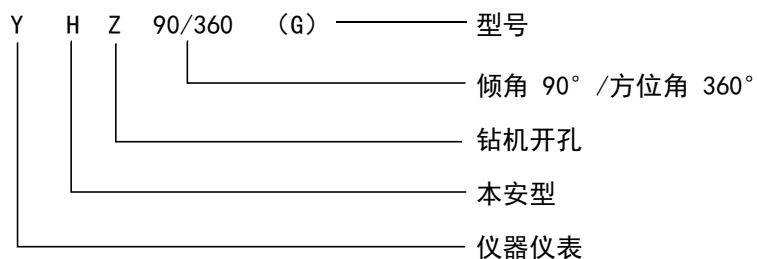


图1-1 型号示意图

1.4 产品组成

本仪器单套主要由定向仪主机、主机充电器及随机资料等组成，详见表1-1。

序号	名称	产品	数量
1	YHZ90/360(G) 矿用本安型钻机开孔定向仪主机		1
2	充电器		1
3	说明书		1
4	航空机箱		1
5	煤安防爆证书		1

表1-1 组成清单

1.5 产品使用环境条件

1.5.1 在下列条件下能正常工作

- 1) 环境温度：0℃～+40℃；
- 2) 平均相对湿度：不大于95%（+25℃）；
- 3) 大气压力：80KPa～106KPa；
- 4) 无显著振动和冲击的场合；
- 5) 煤矿井下有甲烷和煤尘爆炸性混合物，但无破坏绝缘的腐蚀性气体的场合。

1.5.2 能承受的最恶劣的贮运条件

- 1) 高温：+60℃；
- 2) 低温：-40℃；
- 3) 平均相对湿度：95%（+25℃）；
- 4) 振动：加速度20m/s²；

5) 冲击：峰值加速度 500m/s^2 。

1.6 供电电源及电池参数

- 1) 锰酸锂电池组参数：电池组标称电压DC11.1V，容量2000mAh（电池组由单节标称电压3.7V/2000mAh的锰酸锂电池755673三节串联，再串联充放电保护电路板，整体浇封）；
- 2) 电池组开路电压： $\leq 12.6\text{V}$ ；
- 3) 电池组短路电流： $\leq 1.6\text{A}$ ；
- 4) 电池供电工作时间： $\geq 8\text{ h}$ ；
- 5) 工作电流： $\leq 200\text{mA}$ 。

1.7 方位角和倾角及误差

- 1) 方位角：测量范围 $0\sim 360^\circ$ ，误差： $\pm 0.1^\circ$ ；
- 2) 倾角：测量范围 $\pm 90^\circ$ ，误差： $\pm 0.1^\circ$ 。

1.8 功能

具有方位角、倾角测量和激光测距显示功能。

1.9 主机尺寸及重量

- 1) 外形尺寸（长×宽×高）：180×165×136mm；
- 2) 重量：约5.7kg。

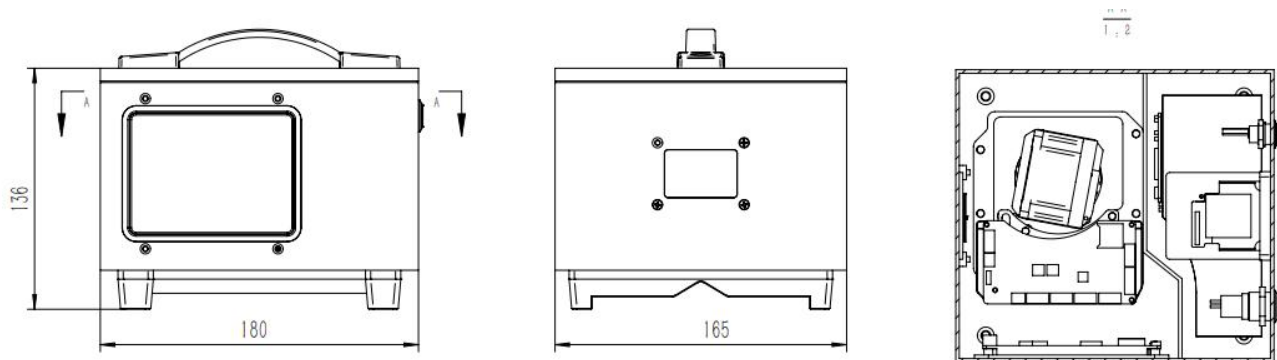


图1-2 外形尺寸图

第二章 仪器工作原理

2.1 惯性导航技术

惯性导航技术建立在牛顿经典力学基础上,其特点是仅仅依靠自身信息就可以在任何介质环境中进行连续的三维定向与定位。为了在惯性系实施导航,需要跟踪物体相对于惯性系的转动和直线运动,而物体相对于惯性系的转动可以利用陀螺敏感器来检测,物体相对于惯性系的直线运动可以利用加速度计敏感器来检测。通过这两种测量的组合,就可以确定物体在惯性系的姿态及位置。惯性测量系统的原始应用都采用稳定平台技术(如液浮陀螺及动力调谐陀螺等),即惯性敏感器安装在一个稳定平台上,并与运载体的转动进行隔离。其缺点是结构复杂、体积大且笨重,但是其精度高在需要精确估算姿态与位置的场合仍在使用的。现代系统通过将敏感器固定在物体上而抛弃了稳定平台,其好处是成本降低、尺寸减小,可靠性提高,所带来的问题是计算复杂性增加,这种惯性测量系统通常称为捷联惯性测量系统。测量物体在空间转动的陀螺又分为多种,有激光陀螺、光纤陀螺、挠性陀螺和MEMS陀螺等。考虑到成本、精度及抗震性能等因素我们选择光纤陀螺作为开孔定向仪的惯性部件。在开孔定向仪中,我们采用光纤陀螺和石英加速度计来自主测量井下钻机开孔时的方位角和俯仰角。

2.2 开孔定向仪

开孔定向仪的核心部件是光纤陀螺,因此主要介绍光纤陀螺的工作原理。

光纤陀螺的工作基于构成萨格纳干涉仪的原理。宽带光源发出的激光被分成两条光束,在一个光纤线圈中沿相反的方向传播,这两条光束在第二个分束器处被合成,形成一幅干涉图案,合成强度用光电检测器件来观测。当干涉仪固定不动的时候,两条反向传播的光束的光程是相同的,不出现相位差,而导致最大的幅值。但是当光纤线圈绕垂直与自身平面的一条轴线旋转时,与旋转方向同向传播的那条光束要比反向传播的那条光束稍微超前一些。所以当两条光束重新汇合时,造成的相位差将导致干涉图案幅值的变化。

设有一个含有单匝线圈的光纤陀螺在旋转,两条反向传播的光束之间的相位差($\Delta\Phi$)可以表示为器件旋转引起的光程差(ΔL)的函数

$$\Delta\Phi = 2\pi \frac{\Delta L}{\lambda}$$

其中 λ 为光波的波长，由于光程差 $\Delta L = \frac{4A\Omega}{c}$ ，其中 $A = \pi R^2$ 为光程所包围的面积， Ω 为

光纤陀螺转动角速率， c 为光速。当有线圈有 N 匝时，上式变为

$$\Delta\Phi = 4\pi \frac{LR\Omega}{c\lambda}$$

其中 $L = 2\pi RN$ 为光纤环的长度， R 为光纤环的半径。因为上式的分母中有光速一项，光纤陀螺要达到很高的性能，必须能测量极为微小的位移。通常，光纤陀螺需要的主要光学器件包括：

(1) 光源 通常为宽带光源，相干长度的选择应保证光纤中的散射损失最小。

(2) 耦合器 将能量引入和引出光纤。通常使用3dB耦合器，因此可作为分束器使用。

(3) 光纤线圈，角运动敏感元件。因为笑的单匝线圈不能提供足够的灵敏度，所以需要采用多匝线圈。根据灵敏度要求的高低，可以选用高双折射单模或保偏光纤。

(4) 检测器 也就是用以检测条纹图形变化的光电二极管

光纤陀螺可以以开环形式工作，也可以以闭环形式工作。当以简单开环结构工作时，其灵敏度较低。对于许多应用场合，不仅仅要求在零速率附近，而且在很宽角速率范围内都要具有很高精度，这时必须采用闭环结构的光纤陀螺。对于闭环光纤陀螺有两种结构形式，一种是称为相位归零结构形式，一种是称为频率归零结构形式。图3给出了相位归零结构形式的闭环光纤陀螺的及其检测器的响应。

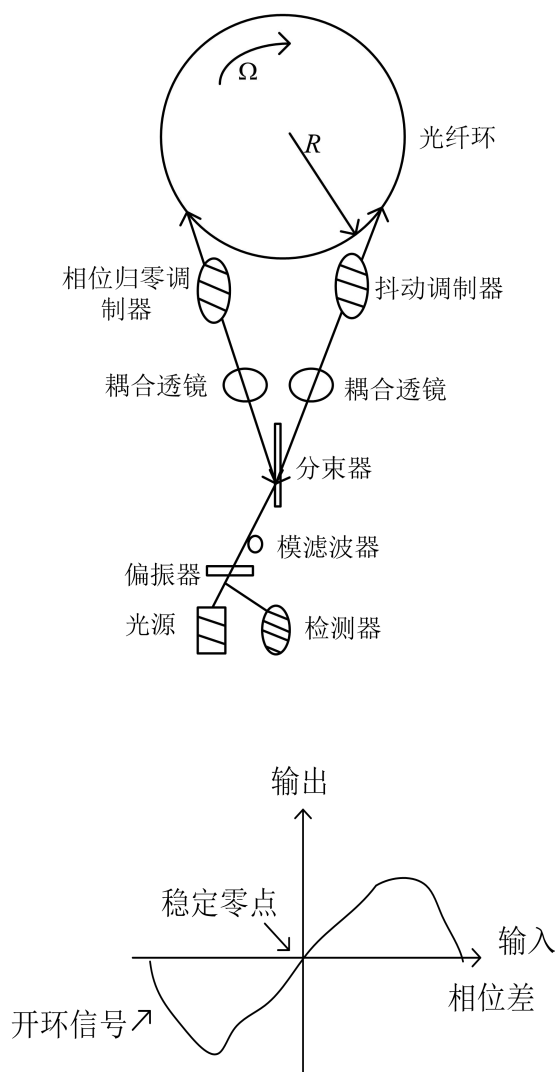


图2-1 相位归零闭环光纤陀螺及其检测器的响应

惯性导航测量加速度而不是直接测量速度和位置是因为速度和位置测量需要外部参考系，而加速度无需外部参考可由内部测量。由牛顿第二定律知道，力 F 作用在质量为 m 的物体上会使物体相对于惯性空间做加速运动。其加速度 a 由下式给出：

$$F = m \cdot a$$

虽然不容易通过测量运载体的总受力来确定运载体的加速度，但可以测量运载体包含的一块小质量所受的力。这块小质量称为检测质量，它构成加速度计的一部分。最简单的一种形式是，加速度计包含一个通过弹簧与仪表壳体相连的检测质量块，如图4所示。

当仪表的壳体沿敏感轴有一个加速度时，检测质量块由于自身的惯性，趋于抵制这种运动的变化。结果，该质量块相对于壳体产生一个位移。在稳态条件下，作用于该质量块上的力会

与弹簧的拉力构成平衡，弹簧的净伸长就可以用来测量所受的力，该力与加速度成正比。

作用在空间中质量 m 上的力 F 可用下列等式来表示：

$$F = m \cdot a = mf + mg$$

式中： f 是重力场以外的力产生的加速度。对单位质量来说， $F = a = f + g$ 。加速度 a 可以表示为单位质量所受的力。加速度计对重力加速度 g 不敏感，因而，其输出与沿敏感器敏感轴每单位质量所受的非重力成正比，该力称为作用在敏感器上的比力。如果加速度计在重力场中自由降落，壳体和检测质量块会一起降落，这样，弹簧就没有净伸长。因此，仪表的输出仍为零。在这种情况下，相对于一组惯性固定坐标轴来说，根据上述公式，仪表的加速度 $a = g$ ，而比力等于零。相反，如果仪表被固定， $a = 0$ ，加速度计将测量阻止其下落的力量。根据，该力量 $mf = -mg$ ，是补偿重力作用所需的比力。当代惯性测量系统中很多用来测量比例的机械器件，其工作原理与上述介绍的简单弹簧和质量块加速度类似。

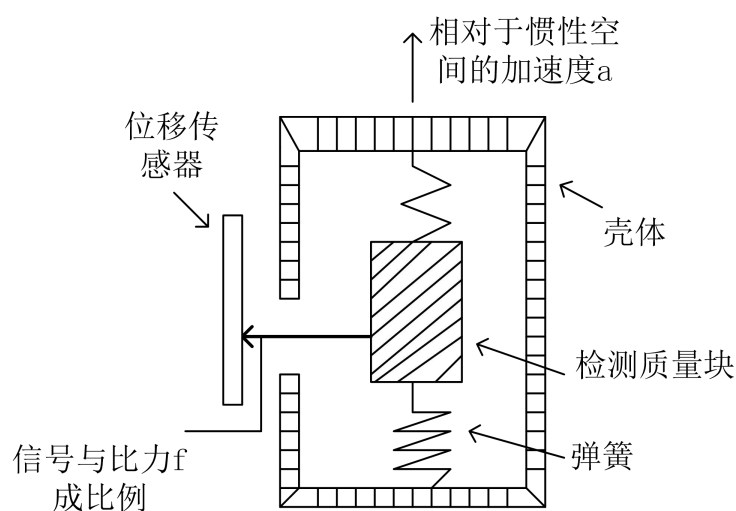


图2-2 加速度计工作原理示意图

在过去的几年里，人们努力研究可用于制造固态加速度计的各种现象。其中以表面声波器件、硅器件和石英器件最成功。这些敏感器体积小、坚固可靠且具有捷联系统所需的特性。

第三章 检测仪操作说明

3.1 检测仪接口说明

本仪器主机一共有两个接口，位于仪器右侧面，分别为充电接口、开关按钮，如图3-1所示，具体说明如下：

- 1) 开关：开关仪器主机；
- 2) 充电：给机内电池充电。



图3-1 主机接口示意图

3.2 检测方法

3.2.1 开机

将仪器水平放置于静止的地面，打开定向仪主机，进入图3-1所示主界面。



图3-1 开机界面

3.2.2 自动寻北

每次开机仪器自动寻北，按下电源开关后，寻北过程大约需要160秒，直到显示部分显示倾角和方位角后寻北结束，寻北过程中不可移动仪器。

3.2.3 定向

寻北结束后，将主机平稳拿到钻机旁，期间不能关机，再将主机放置在钻机滑道上，保持激光灯那端朝向钻面。便可通过定向界面中的俯仰角（Y）和方位角（Z）显示的角度实时查看钻机姿态，缓慢调节钻机直至设计角度后，取下主机，关机，完成定向作业。

YHZ90/360 (G)		电池电压:	11.5v
方位角 (Z):		45.20	
俯仰角 (Y):		0.20	
激光测距 :		0.580 (米)	

图3-2 仪器主界面

3.2.4 激光测距

该功能为本仪器提供的除开孔定向功能外的测距功能。打开仪器，进入“激光测距”界面，如图3-2所示，将前置测距激光对准被测物体表面，测距激光开始闪烁，便可以读的距离值，测距精度可达0.001m。

第四章 维护保养、使用注意事项

- 1) 在从自动寻北转移到定向的过程中，切勿剧烈晃动或抖动定向仪，应轻拿轻放，否则影响定向精度！
- 2) 本仪器为精密电子仪器设备，使用过程中一定要注意防护，轻拿轻放，否则容易损坏，影响正常使用。
- 3) 锰酸锂电池组在一次满充后大约能连续使用10小时左右，每次最好能使用到低于最低工作电压时再进行充电，延长电池的正常使用寿命。
- 4) 使用过程中有问题时请及时联系经销商或生产厂家，切勿自行拆开修理。
- 5) 电池的维护保养方法：在日常工作中，电池电量在接近耗尽时充电，充电结束时充电指示灯熄灭，充电应在地面安全通风场所进行；仪器在长期存放不用时，每间隔15天要检查一次仪器的电池电量，电量不足须立即充电。电池禁止在无电状态下长时间存放，否则严重影响电池使用寿命。

第五章 包装、运输、贮存

5.1 包装

仪器采用纸箱包装，包装箱外应有“精密仪器，轻拿轻放”等标志。随机文件有：

- 1) 装箱单；
- 2) 产品合格证；
- 3) 产品使用说明书；
- 4) 防爆检验合格证复印件；
- 5) 煤矿矿用产品安全标志证书复印件；
- 6) 产品保修卡。

5.2 运输

包装后的仪器在避免雨雪直接淋袭的条件下，可适用于水运、陆运及空运等各种运输方式。

5.3 贮存

包装后的仪器应能在温度为 $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于90%的环境中储存1年。

第六章 开箱检查及售后服务

6.1 开箱检查

- 1) 开箱检查应对照装箱单是否与物品名称、数量相符。
- 2) 开箱时应注意不得损坏设备，开箱后应对照装箱单核对箱内部件是否相符，如有问题，请及时与厂家或经销商联系。

6.2 售后服务

在用户遵守保管及使用规则的条件下，自发货之日起一年内如性能低于产品标准的规定，制造厂负责免费修理或更换。对于超期使用损坏以及确因用户使用不当损坏的产品，应积极修理，适当收取维修费用。仪器内已经无效的电池，公司负责回收。

备注（使用方法、注意事项）



I 使用方法：

- 1、下井前将主机充满电，满电时充电器指示灯为绿色；
- 2、将主机至于水平或趋于水平（倾角 $\leq 5^\circ$ ）平面上开机；
- 3、开机等待150秒左右，待主机显示屏正常显示出方位角、倾斜角（倾角）等信息即显示开机成功；
- 4、将主机放置于钻机滑轨/道（或者与钻杆平行部位）上，观察主机显示屏调整钻机姿态，待钻机姿态与设计方位、倾角一致时开孔定向结束；
- 5、开孔定向结束后取下主机并关机。



II 注意事项：

- 1、**主机严禁井下充电；**
- 2、主机内置三轴光纤陀螺，**挪动/搬运主机时务必轻拿轻放；**
- 3、**开机过程中禁止挪动定向仪**，防止开机过程中光纤陀螺受到破坏；
- 4、开孔定向结束后严禁将主机置于正式打钻工作的钻机上，避免剧烈震动损坏仪器；
- 5、**开孔定向及搬运过程中务必保证仪器安全，避免砸、摔、挤压主机；**
- 6、**严禁将主机淋水/泡水；**
- 7、主机电量不足20%时候注意充电，务必保证每次下井前主机有充足电量。



以客户为中心，珍惜每一次服务机会!



地址：武汉市东湖新技术开发区流芳路52号光谷芯中心B区10栋

电话：027-87539108

邮箱：whtcwy@163.com

网址：www.tensense.com.cn



天宸官微