

钻孔两用测斜仪

· 孙福田 ·

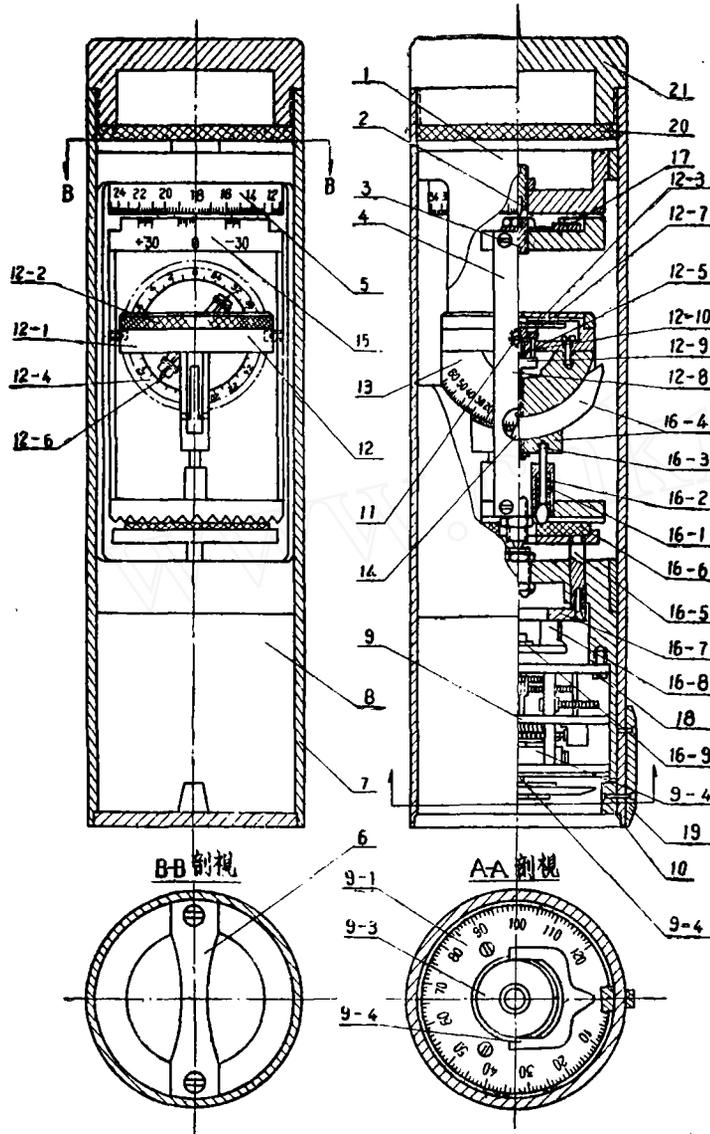


图1 两用测斜仪装配示意图

1.固定架; 2.顶尖轴; 3.玛瑙轴承; 4.活动架; 5.终点角盘; 6.提槓; 7.保护筒; 8.下筒; 9.钟表装置; 10.内定位键; 11.罗盘轴; 12.罗盘; 13.顶角盘; 14.顶角指针; 15.游标盘; 16.制动装置; 17.平衡锤; 18.螺钉; 19.外定位键; 20.海棉垫; 21.筒盖

目前在冶金地质勘探施工中，对无磁性钻孔，多采用包良柯夫测斜仪测斜，一直存在着测量钻孔顶角小就不够精确的缺点，而且仪器部件容易损坏。在有磁性干扰的钻孔中，常用的是我国自行研制的“定盘测斜仪”，虽然克服了过去液体连环定向测量时的工效低、费用高、精度不够的缺点，但还存在不配套等问题。

无产阶级文化大革命以来，在毛主席革命路线指引下，在“批修整风”路线教育的推动下，吉林冶金地质勘探公司和冶金部地球物理探矿公司协作，研制成功并配套生产了“钻孔两用测斜仪”和调向接手、校正盘、孔口定向装置等，从而为钻孔测斜提供了较新较好的方法和设备。

这种两用测斜仪，在有磁性干扰的钻孔测量顶角和方位角，与定盘测斜仪具有同样效能，比ГБС-Я-2型测斜仪精度高、操作简便，能节约一半时间，而仪器价格却低2.5倍。在无磁性钻孔中测顶角和方位角时，在保证质量的前提下，比包良柯夫测斜仪还具有以下优点，即：仪器部件轻便、耐用（测量部件减轻90%，使用年限提高一倍左右）；因测量部件系采用玛瑙轴承组装，重心稳，反应灵敏，在测顶角 $2^{\circ}\sim 4^{\circ}$ 时，测量精度有显著提高。

一、构造和作用

“两用测斜仪”是根据悬锤和磁针作用原理设计的。以钟表装置定时固定顶角盘、磁针和偏重游标

刻度盘(简称游标盘),来测量钻孔弯曲的顶角和方位角。其构造如图1所示。

在固定架(1)的上部装有顶尖轴(2),下部装有玛瑙轴承(3)以装置活动架(4)于其中,固定架上圆盘的外周刻有 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 终点角刻度,称为终点角盘(5),用以观测终点角。终点角盘上端装有提樑(6)以便向保护筒(7)内装取仪器。在固定架下筒(8)内装入钟表装置(9),并在终点角刻度 180° 方向的下端制有定位键槽,可与保护筒内的定位键(10)相嵌合,以使固定架与保护筒得以定位装合。活动架用顶尖轴和玛瑙轴承适当装置于固定架内。借其偏心作用,可绕轴旋转。在活动架中用两个罗盘轴(11)支承罗盘(12),罗盘下面装置半圆形顶角刻度盘(简称顶角盘)(13),顶角盘边两平面刻有 $0^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 等分的刻度,由指针(14)观测顶角。

在活动架上端与罗盘轴相成直角的位置上,各有游标盘(15)其弧面与固定架终点盘的外圆相等,而刻度与终点角盘上的刻度比为6:5,以此可以观测出终点角 1° 的三分之一读数(如图2)。

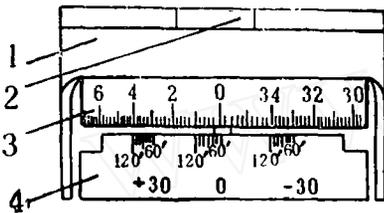


图2 读终点角数值示意图

1.固定架; 2.提樑; 3.终点角盘; 4.游标盘

罗盘(12)是由盒底(12-1)、盒盖(12-2)及玻璃上盖(12-3)组成。在盒内装入刻有 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 的方位角盘(12-4),该盘刻度顺序是反时针方向,以便于直接读出方位角。在盒底中心位置扭装磁针轴(12-5),在其轴尖上放置磁针(12-6),位于磁针的下边,在磁针轴上套一托环(12-7)与挺杆(12-8)和挺盘(12-9)上端立着三个细针(12-10)相接触,以便推起托环顶住磁针。罗盘借助活动架的偏心和顶角盘的重力作用,经常保持其水平,以此可以直接从罗盘磁针上观测方位角。

制动装置(16)是由两个导管(16-1)装在活动架的偏心底盘上,导管内放有小弹簧(16-2)和顶杆(16-3),顶杆上端装有粘以胶垫的制床(16-4),用以固定顶角盘和磁针。推杆(16-5)的上端装置粘有胶质垫圈的制动盘(16-6),用以固定活动架,下端通过固定架下筒连接在起动盘(16-7)上,起动盘底面备有两个凸卡(16-8),以与推动盘(16-9)上面的凸卡相接触被起动。推动盘装于钟表装置的

连通轴上面,受钟表发条作用而慢慢旋转,用以定时推动起动盘。平衡锤(17)装在游标盘的玛瑙轴承上,当仪器主体倾斜时,用以调整活动架的重心位置,使游标盘上的 0° 指线垂直于下方,以此保证仪器本身的精度。钟表装置(9)是由连通轴、发条、传动轮、骑马、摆轮等主要零件组成。用三个螺钉(18)装置于固定架的下筒内。钟表装置下面装有 $0\sim 120$ 分钟的计时刻度盘(9-1),钟表装置的连通轴(9-2)下头露出表盘中心并装有扭柄(9-3),用以顺时针扭紧发条(9-4)使钟表走动。在扭柄上装有定时指针(9-5),以便按需要时间扭紧钟表发条,定时开放仪器。在仪器的保护筒的底部内定位键的同一方向外壁上,装有外定位键(19),以固定保护筒在测筒内的方向不变。为防止震动和漏进液体损坏仪器,在仪器上面垫以海棉垫(20),并适当扭紧筒盖(21)。

当将钟表装置发条旋紧时,仪器便开动了,仪器在开动的时间内,其活动架和顶角盘以及磁针都处于自由旋转状态。仪器主体稍有倾斜,其自身带有偏心重力和磁力的作用,灵敏地转动,并逐渐静止于重心朝下的位置,而磁北针指向磁北方向,这时可以从顶角盘和游标盘上看到仪器主体倾斜的顶角和终点角度数,同时又可以从磁针上看到仪器主体倾斜的方位角度数。待钟表按原定时间走完后,活动架和磁针以及顶角盘均被制动。这时移动仪器主体,其中的活动架、磁针和顶角盘都不能发生位移。因此,钻孔两用测斜仪才能在有磁性和无磁性干扰的钻孔中进行弯曲测量工作。

二、配套工器具

(一) 测具(图3)

连环定向所用测具,是由新的、笔直的(外径)50毫米的钻杆(5),用调向接手(4),定向接手(6)、钻杆接手(7)、上测筒(3)和下测筒(8)、导正管(2)和提引接头(1)连接组成。按所测钻孔孔径要求,其长度可分别为25米,30米或50米。

测筒由筒体和筒盖所组成。为避免液体渗入,二者扭接处须置牛皮垫圈并压紧。筒体内壁各定位键槽,以与保护筒外测定位键相装合,在与内壁定位键槽相同方向的外侧面上制有方向母线槽,以便测具定向。其中可同时装入两台测斜仪进行测量,以便减少复测次数并使测得结果正确。在往测筒内装入仪器时,必须在仪器两端加置海棉垫,以免升降中产生激烈震动。上测筒用调向接手接在测杆上端,并在上测筒的上头接以导正管和提引接头。

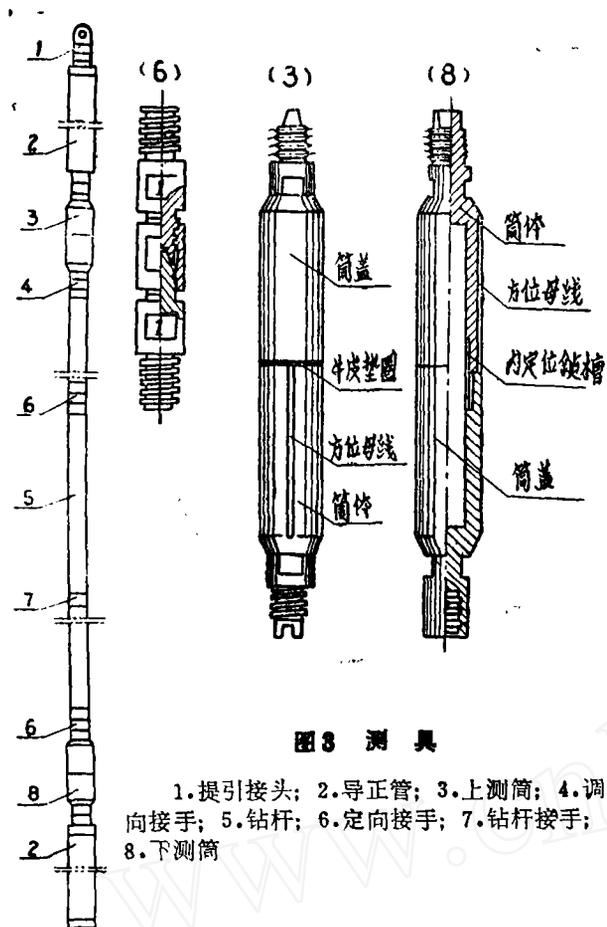


图3 测具

1. 提引接头; 2. 导正管; 3. 上测筒; 4. 调向接手; 5. 钻杆; 6. 定向接手; 7. 钻杆接手; 8. 下测筒

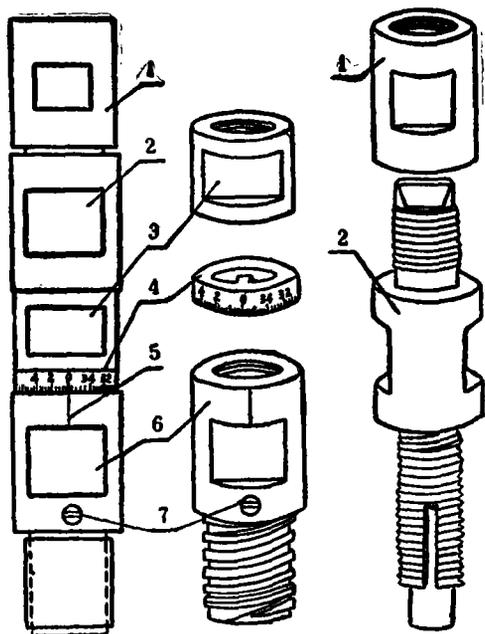


图4 调向接手

1. 接箍; 2. 转向接头; 防松压帽; 4. 方向刻度盘; 5. 刻度指线; 6. 定位接头; 7. 固定螺钉

在测杆下端用定向接手接以下测筒和导正管。上下导正管的外径，应与测筒外径相同或近似，长度应为3~4米，以使仪器轴线与钻孔中心线保持一致。

测杆与测筒和测杆与测杆的连接，都必须精确地定向，因而要用定向接手连接测筒和测杆。而每次卸接，都要保持原来的接续顺序和方向不变。调向接手(如图4)用以校正测具方向母线时，将其三个固定螺钉和防松压帽扭松，待将上下测筒的方向母线调整一致时，再将其牢固扭紧，从而消除测具的装合差。

(二) 测筒定向环 (图5)

测筒定向环是由指向轴(1)、定位钉(2)、环形体(3)和副轴(4)所组成(如图5)。使用时，将环形体的大小内孔分别套入测筒的筒体外圆和丝扣部位上，并使指向轴的轴向与测筒方向母线一致，再将定位钉尖头扭入筒体的方向母线槽内而固定，以便进行仪器的校正或使上测筒于孔口定向工作。

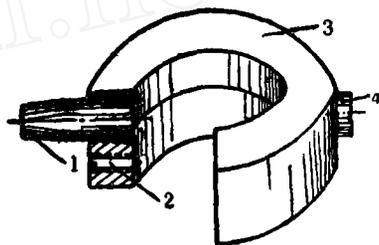


图5 测筒定向环

1. 指向轴; 2. 定位钉; 3. 环形体; 4. 副轴

(三) 孔口定向筒 (图6)

孔口定向筒是由异径筒(2)和三个直角螺钉(3)所组成。使用时，将异径筒的大中内孔套于不同规格的孔口管外圆上，扭紧三个直角螺钉而被固定。

小内孔和两个三角槽(1)以便放置测筒定向环于其中，进行测具的上测筒于孔口按已知方向定向。

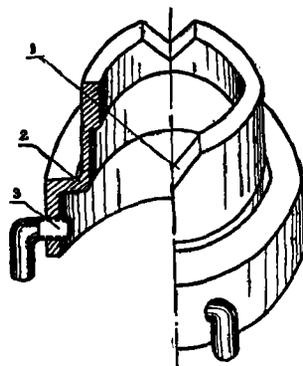


图6 孔口定向筒

1. 三角槽; 2. 异径筒; 3. 直角螺钉

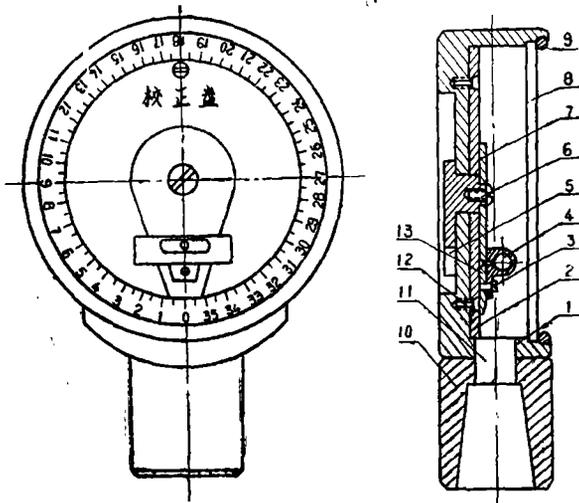


图7 校正盘

- 1.圆盘; 2.0°~360°角度盘; 3.6.12.螺钉;
4.水准泡; 5.手柄; 7.游标指度盘; 8.有机玻璃盖;
9.弹簧挡圈; 10.导向支撑; 11.定位销; 13.保护管

(四) 校正盘 (图7)

校正盘是根据水平原理制成的: 以游标指度盘观测终点角和倾斜角。在圆盘(1)内用螺钉(12)固定0°~360°角度盘(2), 用以观测终点角和倾斜角。水准泡(4)置于保护管内孔中, 用螺钉(3)适当装于游标指度盘(7)上。游标指度盘的刻度弧边与角度盘刻度的内圆相等, 其刻度与角度盘刻度比为6:5, 以此可以观测出终点角和倾斜角1°的六分之一度数。手柄(5)之侧轴通过圆盘和角度盘中心孔以销钉(14)与游标指度盘定位装置, 并用螺钉(6)固定, 以便调整手柄使水准泡位于中央, 从游标指度盘上

观测读数。有机玻璃盖(8)装于圆盘内槽中, 以弹簧挡圈(9)固定。导向支撑(10)用定位销(11)和四个螺钉固定于圆盘的外圆上, 其锥形内孔可与测筒定向环的指向轴装合, 以便进行仪器和测具的校正。

(五) 铜外壳 (图8)

直接测量方法所用的铜外壳, 是由测管(5)和导向管(2), 以中接手(4)连接一起, 下头

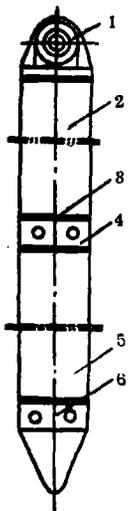


图8 铜外壳

- 1.提引接头; 2.导向管;
3.牛皮垫圈; 4.中接手; 5.测管; 6.锥形接头

扭接锥形接头(6), 上头扭接提引接头(1)组成(如图8)。为使铜外壳严密, 免得漏进液体, 于测管和导向管的两端加置牛皮垫圈(3)并适当扭紧。测管内同时装入两台测斜仪, 以减少复测次数和保证测得结果的准确性, 在装入仪器的两头加置海棉垫, 避免升降中发生震动而使测得的结果紊乱或损坏仪器。

三、应用方法

(一) 测量前的准备工作

1.测绳: 根据钻孔深度和定距要求, 选用适当长度的测绳。测绳是用直径12毫米或 $\frac{1}{2}$ 吋的钢丝绳, 将其一端固定并卷于卷筒上, 另一端则连接在铜外壳或测具的提引接头上(如图9)。在测绳上每隔一定长度(25、30或50米), 用16号铁丝串过卷绕做出记号, 以便计算测量钻孔深度。

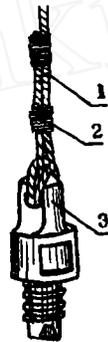


图9

测绳与提引接头的连接

- 1.钢丝绳; 2.固定钢丝绳的铁丝; 3.提引接头

2.测具: 按连环定向测量定距的要求, 选配全套测具的有效长度为25、30或50米, 根据钻塔提升立根的长度, 用普通钻杆接手将几根笔直钻杆接成测杆立根, 于测杆立根上端接以键形定向接头, 下端接以槽形定向接头, 每一丝扣连接都要牢固扭紧, 并于扭接处烧点电焊固定, 以防松扣。然后在全套测杆两端准备好装仪器的上下测筒及导向管。

3.工器具: 当连环定向测量时需用的孔口定向筒、测筒定向环、校正盘及搬手、钳子或直接测量时需用的铜外壳和钩搬子, 应按需要准备。12毫米或 $\frac{1}{2}$ 吋钢丝绳卡子、螺丝起子、刻丝钳、钢丝刷及海棉垫、牛皮垫圈、铅油、抹布……等都应齐备。同时还要准备好记录表格和记录用的钟表等。

(二) 仪器和测具的校正

1.技术要求。

(1)所有仪器和测具的定位装合处, 都不得有

震动现象。

(2)仪器作用必须良好。当仪器开放时,各活动部件(包括磁针)必须十分灵敏,不得有迟钝或粘滞现象。而固定时,被固定部件虽经震动也不得有所动移。

(3)两用测斜仪允许误差:顶角测量误差小于 $\pm 1'$ 。方位角测量误差不超过 $\pm 2'$ 。终点角测量误差小于 $\pm 4'$ 。钟表时间误差不超过2分钟。

(4)全套测具长度(由上测筒中间至下测筒中间距离)误差不得超过0.1米。测具和测斜仪综合终点角误差不得超过 $\pm 20'$ 。

(5)孔口定向方位角误差不得超过 $\pm 20'$ 。

(6)测量钻孔深度允许误差:

在0~300米内最大不超过0.5米。

在0~500米内最大不超过1米。

在0~700米内最大不超过1.5米。

在0~700米以上最大不超过2米。

2. 校正方法

(1)终点角和顶角的校正。须先将上下测筒的两个筒体直接定向连接好。再将测筒定向环套入筒体上,扭入定位钉尖头于筒体的方向母线槽中而被固定,以此使其指向轴与筒体方向母线保持一致。最后将校正盘的导向支撑锥孔插入指向轴上,同时将四台仪器开动15~20分钟,分别上下按顺序装入两个筒体中,扭接好筒盖,便可进行校正工作:

①在校正测筒方向母线与仪器的终点角时。须将测筒放置于近似水平的台面上,使校正盘的角度盘平面垂直测筒轴向并朝向测筒上头,校正盘的导向支撑应垂直于定向环的指向轴上如图10所示。

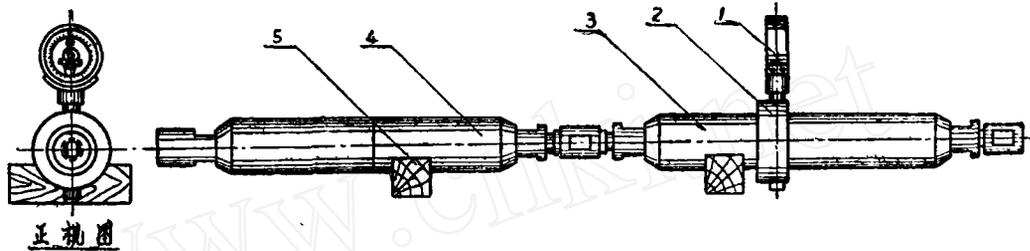


图10 校正测筒方向母线与仪器终点角示意图(侧视)

1.校正盘; 2.定向环; 3.上测筒; 4.下测筒; 5.垫枕

②校正仪器顶角时,须将测筒按一定($30^\circ \sim 90^\circ$)倾斜角放置。使校正盘的角度盘平面平行于测筒轴向,使其导向支撑中心与指向轴中心一致并朝向倾斜方向,如图11所示。

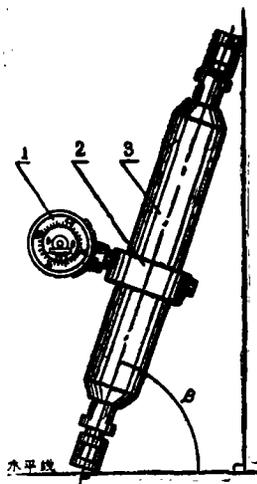


图11
校正仪器顶角
示意图

1.校正盘; 2.
定向环; 3.测筒;
 β .倾斜角

将测筒和校正盘位置摆好后,便可调整校正盘的手柄,使其水准泡位于中央,即可从游标指数盘上读出仪器和测筒方向母线的终点角或倾斜角($90^\circ - \text{倾斜角} = \text{顶角}$)待仪器开动时间走完,从测筒中取出仪器,读出仪器测得的终点角或顶角。将仪器与校正盘测得的终点角或顶角相比较,两终点角或两顶角相同时,则证明仪器终点角和顶角没有误差。否则即有误差,必须经修正使其符合技术要求后,才能使用。为求正确结果,应反复多次进行不同角度的校正。

(2)方位角和顶角的校正。可利用JJG-1型校正台进行校正。此法方便准确,但也可校正两用测斜仪本身的终点角。其方法是将校正台安置在无磁性干扰室内,调整至完全水平。将特制套筒均匀地夹在校正台的端纽上,在主轴上端放以罗盘,调整校正台零点指线和方位角盘的零度对准磁北,并使特制套筒的终点角盘 0° 与 180° 对其倾斜方向,用固定螺钉将方位角盘和终点角盘固定,便可进行校正。即将校正台及特制套筒转到各种不同方位角和

顶角及终点角而定位,同时 将 仪 器 开 放 15~20 分 钟,定 位 装 入 特 制 套 筒 中,待 仪 器 被 固 定 后,取 出 仪 器,读 出 测 得 的 方 位 角、顶 角 与 终 点 角。将 此 读 数 与 校 正 台 读 数 相 比 较,即 可 得 出 仪 器 本 身 有 无 误 差。如 果 两 方 位 角、两 顶 角 及 两 终 点 角 相 同 时,这 证 明 仪 器 没 有 误 差。否 则 即 有 误 差,必 须 经 修 正 使 其 符 合 技 术 要 求 后,方 可 使 用。为 求 正 确 结 果 起 见,应 反 复 多 次 进 行 不 同 角 度 的 校 正。

(3)测 具 方 向 母 线 的 求 测。须 选 一 平 坦 地 面,将 全 套 测 具 顺 次 定 向 连 接 好,直 线 摆 开。再 将 两 个 测 筒 定 向 环 分 别 装 于 上 下 筒 体 上,将 其 定 位 钉 尖 头 扭 紧 于 筒 体 的 方 向 母 线 槽 中 而 被 固 定。在 指 向 轴 上 各 装 置 一 个 校 正 盘,使 两 个 校 正 盘 的 角 度 盘 面 垂 直 于 测 筒 轴 向 并 朝 向 测 具 的 上 头,同 时 使 校 正 盘 导 向 支 撑 中 心 与 指 向 轴 中 心 一 致。即 可 调 整 校 正 盘 手 柄,使 上 下 测 筒 的 校 正 盘 水 准 泡 都 位 于 中 央。便 可 从 校 正 盘 的 游 标 指 度 盘 上,观 测 出 上 下 测 筒 方 向 母 线 的 终 点 角 度 数。如 果 上 下 校 正 盘 测 得 度 数 相 同,这 证 明 此 测 具 装 合 差 为 零,即 可 使 用。如 果 上 下 校 正 盘 测 得 度 数 有 差 时,则 测 具 上 下 测 筒 方 向 母 线 有 装 合 差。此 时 须 将 调 向 接 手 的 三 个 固 定 螺 丝 和 防 松 压 帽 扭 松,使 转 向 接 头 在 定 向 接 头 内 转 动 消 除 其 差 数。同 时 调 整 校 正 盘 手 柄 观 察 度 数,直 到 将 上 下 测 筒 的 方 向 母 线 调 到 同 一 方 向 线 上,即 两 个 校 正 盘 的 度 数 相 同,再 将 调 向 接 手 固 定 好 即 可。

为 求 正 确,最 后 将 四 台 两 用 测 斜 仪 同 时 开 放 15~20 分 钟,分 别 按 顺 序 装 进 上 下 测 筒 中,并 将 筒 盖 扭 接 好。待 仪 器 开 放 时 间 走 完 后,从 测 筒 中 取 出 仪 器,读 出 上 下 仪 器 测 得 的 终 点 角 (同 一 个 测 筒 中 两 台 仪 器,测 得 的 终 点 角 应 相 同)。用 上 述 方 法,将 全 套 测 具 转 动,使 上 下 测 筒 方 向 母 线 于 不 同 方 向 加 以 检 验,如 在 各 种 方 向 上 下 测 筒 中 的 仪 器 测 得 终 点 角 都 相 同,则 证 明 测 具 没 有 装 合 差,即 可 使 用。并 应 仔 细 检 查 调 向 接 手 的 方 向 度 数 和 各 定 向 接 手 的 连 接 顺 序 和 方 向,按 记 号 记 录 下 来,以 防 错 乱。

(三) 测 量 操 作

1.在 测 量 无 磁 性 干 扰 的 钻 孔 弯 曲 时,采 用 铜 外 壳 直 接 测 量 方 法,其 操 作 程 序 如 下:

(1)将 铜 外 壳 的 测 管 卸 开,将 其 内 孔 洗 擦 干 净,准 备 装 入 测 斜 仪。

(2)将 校 正 好 的 两 用 测 斜 仪 由 盒 内 取 出,检 查 制 动 作 用 是 否 良 好,认 为 良 好 时,将 钟 表 装 置 开 放 15 分 钟,检 查 各 旋 转 部 件 是 否 灵 活,确 信 各 部 件 作 用 良 好 时,便 可 使 用。

(3)仪 器 所 需 定 时 时 间 t 可 按 下 式 计 算:

$$t = t_1 + t_2 + t_3$$

t_1 为 将 两 台 测 斜 仪 装 入 测 管 内,并 扭 接 好 测 管 所 需 的 时 间。一 般 为 3~5 分 钟。

t_2 为 往 孔 内 下 降 仪 器 到 预 测 深 度 所 需 的 时 间。

t_3 为 仪 器 下 降 到 测 量 深 度 静 待 稳 定 所 需 之 时 间。一 般 为 5~10 分 钟。

(4)将 定 好 时 间 的 两 台 仪 器 装 入 测 管 中,垫 好 海 棉 垫 和 牛 皮 垫 圈,并 将 测 管 扭 紧,以 免 压 入 液 体。

(5)将 全 套 仪 器 下 入 孔 内,用 测 斜 绞 车 放 松 测 绳,将 仪 器 降 到 预 测 深 度 停 留 下 来,等 待 仪 器 定 时 时 间 走 完 后,再 静 待 5~10 分 钟,即 可 开 始 由 孔 内 提 出 仪 器。

(6)将 仪 器 从 孔 内 提 出 后,轻 轻 放 倒,小 心 地 卸 开 测 管 并 取 出 仪 器,将 测 得 的 方 位 角 和 顶 角 度 数,记 在 班 的 原 始 记 录 上,并 填 写 钻 孔 弯 曲 测 量 通 知 书 (见 下 列 式 样),报 送 有 关 单 位。

钻 孔 弯 曲 测 量 通 知 书			
矿 区	号 勘 探 线	号 孔	机
于 井 深	米 用	测 斜 仪 测 量 结 果:	
倾 角 设 计:	度	实 测:	度
方 位 设 计:	度	实 测:	度
班 长	机 台 地 质 员	测 量 负 责 人	

测 量 日 期 197 年 月 日 班

2.钻 孔 两 用 测 斜 仪 在 测 量 有 磁 性 干 扰 的 钻 孔 弯 曲 时,采 用 测 具 连 环 定 向 测 量 方 法。从 已 知 钻 孔 方 位 角 进 行 第 一 环 测 开 始,顺 次 进 行 第 二、第 三、第 四……环 测。

第 一 环 测 的 基 础 是 孔 口,测 具 的 上 测 筒 须 在 孔 口 定 向,下 测 筒 则 须 下 到 有 一 定 顶 角 的 深 度。因 而 在 直 孔 进 行 第 一 环 测 时,所 用 测 具 须 加 长 到 钻 孔 弯 曲 顶 角 在 2° 以 上 的 深 度,否 则 测 不 出 钻 孔 方 位 角。其 测 量 操 作 技 术 如 下:

(1)测 量 之 前 按 装 好 孔 口 定 向 筒。其 方 法 是 将 孔 口 定 向 筒 的 异 径 筒 套 座 于 孔 口 管 上 头 的 外 圆 上。用 经 纬 仪 进 行 精 确 的 测 量,使 孔 口 定 向 筒 上 端 的 两 个 三 角 槽 底 角 对 准 斜 孔 设 计 方 位 角 或 直 孔 的 磁 北 (或 真 北) 定 向 方 位 角。同 时 将 其 三 个 直 角 螺 钉 扭 紧 而 被 固 定 于 孔 口 管 上 头 (如 图 12)。以 便 使 测 具 上 测 筒 于 孔 口 按 已 知 方 位 角 进 行 定 向。

(2)按 直 接 测 量 方 法 操 作 程 序 的 (2) 项 进 行 仪 器

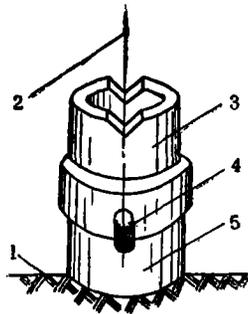


图12 孔口定向筒安装示意图

- 1. 地表层; 2. 定向方位角; 3. 异径筒;
- 4. 直角螺钉; 5. 孔口管上头

检验和参照(3)项计算仪器定时时间,并将四台仪器同时开放,记录下起点时间和开放时间数。

(3)将定好时间的四台仪器分别“按号入座”,装入各自的保护筒中,置以胶垫并扭接好筒盖。再

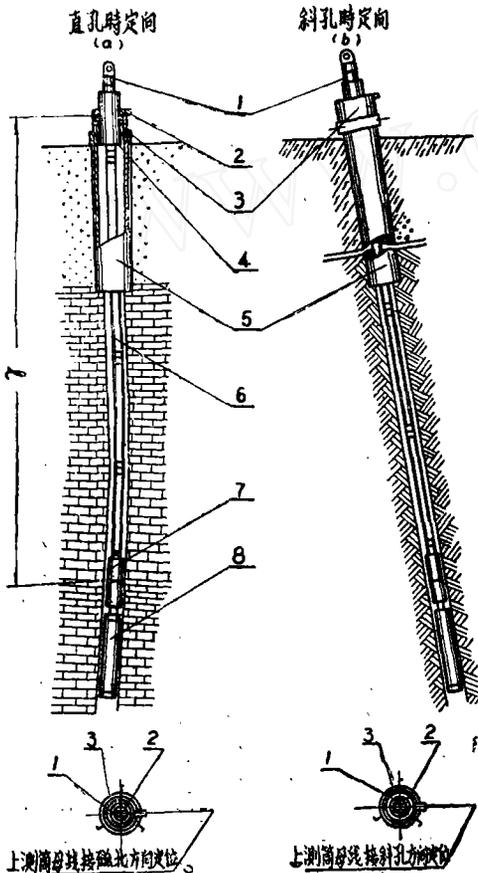


图13 孔口定向示意图

- 1. 提引接头; 2. 测筒定向环; 3. 孔口定向筒;
- 4. 上测筒; 5. 孔口管; 6. 测杆; 7. 下测筒; 8. 导正管; l为测具有效长度

将测斜仪分别上下装入筒体中,在仪器两头加置海棉垫和测筒扭接处垫以牛皮垫圈(在进行第一环测时,须将测筒定向环装置于上测筒的筒体上),后将筒盖扭紧,以防震动和压入液体损坏仪器。

(4)降下测具,先将下导向管与下测筒扭接入孔内,随即按照校正测具的顺序和方向记迹对号接续测杆立根下入,在最后一测杆立根上端,连接上测筒和提引接头。用绞车放松测绳降下,当上测筒将要下到孔口时,须缓慢降下测具,使定向环的指向轴对准定向方位角,再将定向环的指向轴和副轴放置于孔口定向筒两侧的三角槽内停留下来,即可进行孔口定向,如图13所示。

静待仪器的钟表定时时间走完,再等5~10分钟,便可提出测具,取出仪器,先由一人初读上下各仪器所测得的顶角和终点角,再由另一人复读,认为读数无异时,记于钻孔两用测斜仪连环定向测量记录内。得知测具上仪器至下仪器一段钻孔深度的弯曲变化情况。

根据第一环测测得钻孔弯曲结果。取其上测筒的两台仪器顶角平均值,即为钻孔的实际开孔顶角 θ_1 ,取其终点角平均值,即为斜孔开孔方位角偏转的终点角 φ_1 ,将上仪器测得的终点角 φ_1 减去 360° 或 0° ,便得斜孔开孔方位角偏转的终点角差 $\Delta\varphi$ 。再取其下测筒两台仪器顶角平均值,即为下测筒下到深度的钻孔实际顶角 θ_2 。将下仪器测得的终点角 φ_2 减去上仪器测得的终点角 φ_1 ,便得第一环测的终点角差 $\Delta\varphi$ ($\varphi_2 > \varphi_1$ 时,说明钻孔方位角 α 向着顺时针方向弯曲,为正值。 $\varphi_2 < \varphi_1$ 时,说明钻孔方位角 α 向着逆时针方向弯曲,为负值)。从两用测斜仪上直接读出的终点角,因为未把钻孔顶角关系包括进来,而不等于钻孔方位角 α 。终点角差 $\Delta\varphi$ 也不等于方位角差 $\Delta\alpha$ 。欲知钻孔的实际方位角 α 弯曲情况,还须用以下计算式求得:

$$\text{当 } \Delta\varphi < 5^\circ \text{ 时: } \Delta\alpha = \frac{\Delta\varphi}{\cos\theta} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{当 } \Delta\varphi > 5^\circ \text{ 时: } \sin\Delta\alpha = \frac{\sin\Delta\varphi}{\cos\theta} \dots\dots\dots(2)$$

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 \dots\dots\dots(3)$$

$$\alpha = \alpha_1 + (\pm\Delta\alpha) \dots\dots\dots(4)$$

式中: θ 为欲求测点深度之顶角。

α 为欲求环测下测点深度之方位角。

$\Delta\alpha$ 为环测方位角差。

α_1 为孔口定向方位角或求下环测已知之方位角。

例 1: 设计斜孔开的顶角为 5° ,方位角为 333° 。第一环测上测筒在孔口定向方位角为 333° ,上仪器

终点角与方位角换算表

表1

方位角 差 顶角 θ	终点角差 $\Delta\varphi$															
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	
2°	1°0'	2°0'	3°0'	4°0'	5°0'	6°0'	7°0'	8°0'	9°0'	10°0'	11°0'	12°0'	13°01'	14°01'	15°01'	
3°	0'	0'	0'	0'	0'	01'	01'	01'	01'	01'	01'	01'	02'	02'	02'	
4°	0'	0'	0'	0'	01'	01'	01'	01'	01'	02'	02'	02'	03'	03'	03'	
5°	0'	0'	0'	01'	01'	01'	02'	02'	02'	03'	03'	03'	04'	04'	04'	
6°	0'	0'	01'	01'	02'	02'	03'	03'	03'	04'	05'	05'	05'	05'	05'	
7°	0'	01'	01'	02'	02'	03'	04'	04'	04'	05'	06'	06'	07'	07'	07'	
8°	01'	01'	02'	02'	03'	04'	05'	05'	05'	06'	08'	08'	08'	09'	09'	
9°	01'	01'	02'	03'	04'	05'	06'	07'	07'	08'	09'	09'	10'	11'	12'	
10°	01'	02'	03'	04'	05'	06'	07'	08'	08'	10'	11'	11'	12'	13'	14'	
11°	01'	02'	03'	04'	06'	07'	08'	09'	10'	12'	13'	14'	15'	16'	17'	
12°	01'	02'	04'	05'	07'	08'	09'	11'	12'	14'	15'	16'	18'	19'	20'	
13°	02'	03'	05'	06'	08'	09'	11'	13'	15'	16'	17'	19'	21'	22'	24'	
14°	02'	04'	06'	07'	09'	11'	13'	15'	17'	18'	20'	22'	25'	25'	28'	
15°	02'	04'	07'	09'	11'	13'	15'	17'	19'	21'	23'	26'	29'	29'	32'	
16°	03'	05'	07'	10'	12'	15'	17'	19'	22'	24'	26'	30'	33'	34'	37'	
17°	03'	05'	08'	11'	14'	17'	19'	22'	25'	27'	30'	34'	37'	39'	42'	
18°	03'	06'	09'	13'	16'	19'	22'	25'	28'	31'	34'	38'	41'	44'	47'	
19°	04'	07'	10'	14'	17'	21'	24'	28'	31'	35'	38'	42'	46'	49'	53'	
20°	04'	08'	11'	16'	19'	23'	27'	31'	35'	39'	43'	47'	51'	55'	59'	
21°	04'	09'	12'	17'	21'	25'	30'	34'	39'	43'	48'	52'	57'	15°01'	16°05'	
22°	05'	10'	14'	19'	23'	28'	33'	38'	43'	47'	53'	57'	14°03'	07'	12'	
23°	05'	11'	16'	21'	26'	31'	36'	42'	47'	52'	58'	13°03'	09'	14'	20'	
24°	06'	12'	17'	23'	28'	34'	40'	46'	52'	57'	12°03'	09'	16'	21'	28'	
25°	06'	13'	19'	25'	31'	37'	44'	50'	56'	11°02'	09'	16'	23'	29'	36'	
26°	07'	14'	21'	27'	34'	41'	48'	55'	10°01'	08'	15'	23'	30'	37'	44'	
27°	07'	15'	22'	29'	37'	44'	52'	9°0'	06'	14'	21'	30'	37'	45'	52'	
28°	08'	16'	24'	32'	40'	48'	56'	05'	12'	20'	28'	37'	45'	54'	17°02'	
29°	09'	17'	26'	34'	43'	52'	8°01'	10'	18'	27'	36'	45'	54'	16°03'	12'	
30°	09'	19'	28'	37'	46'	56'	06'	15'	24'	34'	44'	53'	15°03'	13'	23'	
31°	10'	20'	30'	40'	50'	7°0'	11'	21'	31'	41'	52'	14°02'	13'	24'	34'	
32°	11'	22'	33'	43'	54'	05'	16'	27'	38'	49'	13°0'	11'	23'	35'	46'	
33°	11'	23'	35'	46'	58'	10'	21'	33'	45'	57'	09'	21'	34'	46'	59'	
34°	12'	25'	37'	49'	6°02'	15'	27'	40'	52'	12°05'	18'	31'	45'	58'	18°12'	
35°	13'	27'	40'	53'	06'	20'	33'	47'	11°0'	14'	28'	42'	56'	17°11'	25'	
36°	14'	29'	43'	57'	11'	25'	44'	55'	09'	23'	39'	54'	16°09'	24'	39'	
37°	15'	31'	46'	5°01'	16'	31'	47'	10°02'	18'	33'	49'	15°06'	22'	38'	55'	
38°	16'	33'	49'	05'	21'	37'	54'	10'	27'	43'	14°01'	18'	35'	53'	19°11'	
39°	17'	35'	52'	09'	26'	44'	9°01'	19'	36'	54'	13'	31'	50'	18°08'	27'	
40°	19'	37'	55'	13'	32'	50'	09'	28'	48'	13°06'	25'	45'	17°05'	25'	44'	

环次	环测孔深(米)	顶角 θ			终点角 Φ			钻孔弯曲角度		定向方位角 α_1 : 磁北 0°	开孔顶角: 0°	备注
		上仪器 θ_1	下仪器 θ_2	平均	上仪器 Φ_1	下仪器 Φ_2	平均	方位角 $\Delta\alpha$	顶角 θ			
1	0~50	0°	2°	2°	146°40'	120°	120°10'	120°10'	2°	120°10'	2°	开孔顶角为 0° , 上仪器无终点角度数。
2	50~100	2°	4°	4°	348°	151°40'	151°30'5"10'	5°11'	4°	125°21'	4°	
3	100~150	4°	7°	7°	32°	353°20'	353°20'5"20'	5°22'	7°	130°43'	7°	
4	150~200	7°	12°	11°45'	32°	40°40'	40°40'8"20'	8°41'	11°45'	139°24'	11°45'	

测量负责人:

实际测得的开孔顶角为 5° , 终点角为 $339^\circ15'$, 而下仪器测得顶角为 8° , 终点角为 $330^\circ50'$ 时, 则上仪器测得终点角与定向方位角的终点角差为:

$$339^\circ15' - 360^\circ = -20^\circ45'$$

而孔口的方位角差, 可用公式(2)算出:

$$\sin \Delta\alpha = \frac{\sin -20^\circ45'}{\cos 5^\circ} = \frac{-0.3543}{0.9962} = -0.3556$$

$$\Delta\alpha = -20^\circ50'$$

上例说明开孔方位角比设计方位角向逆时针方向偏转了 $20^\circ50'$ 。将此偏转方位角差加在孔口定向方位角中, 便得开孔的实际方位角。可用计算公式(4)算出:

$$\alpha = 333^\circ + (-20^\circ50') = 312^\circ10'$$

而下仪器与上仪器测得的终点角差, 可用公式(3)算出: $330^\circ50' - 339^\circ15' = -8^\circ25'$ 。则其方位角差, 可用公式(2)算出:

$$\sin \Delta\alpha = \frac{\sin -8^\circ25'}{\cos 8^\circ} = \frac{-0.1464}{0.9903} = -0.1478$$

$$\Delta\alpha = -8^\circ30'$$

上例说明在环测的一段钻孔深度内, 下仪器比上仪器测得的钻孔方位角, 向着逆时针方向弯曲了 $8^\circ30'$ 。将此弯曲方位角差加在开孔的实际方位角中, 即得第一环测下测筒孔深位置的实际方位角。可用公式(4)算出:

$$\alpha = 312^\circ10' + (-8^\circ30') = 303^\circ40'$$

上述第一环测得斜孔方位角的实际弯曲结果如图14所示。

为了消除计算手续上的麻烦, 兹将常用顶角的终点角差换算为方位角差, 列于表1。使用时, 只按测得的顶角和终点角差, 便可查得方位角差。

例2: 设计开孔的顶角为 0° 垂直钻孔。采用长度50米的测具, 第一环测上测筒在孔口定向为磁北方位角 0° , 进行连环定向测得钻孔各测点深度的顶角和终点角度数, 通过计算或查找终点角差与方位角差换算表, 即可得出钻孔各测点深度的实际方位角(如表2)。

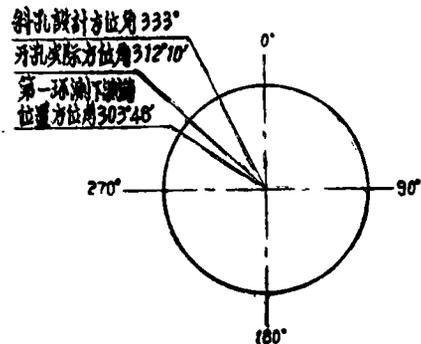


图14 连环定向测得斜孔方位角

如第一环测上仪器实际测得开孔顶角为 0° ，这说明钻孔的孔口不弯曲，无终点角度数。而测具下仪器测得顶角为 2° 、终点角为 $120^\circ 10'$ ，则下仪器测得的终点角读数，即为直孔第一环测测具下测点深度(50米)的钻孔实际弯曲方位角 $120^\circ 10'$ 。

(5)第一环测，只能测得下测筒所达到的钻孔深度顶角和方位角。欲再加深测量时，必须进行第二环测。第二环测，是以第一环测下测筒测得的结果为已知方位角，如果没有第一环测的基础，就不能进行第二环测。进行第二环测时，同样要用校好的测具，测斜仪定时上弦，对号连接测具，并用测绳连接往孔内降下，把测具上测筒降到第一环测下测筒深度处，如图15所示。

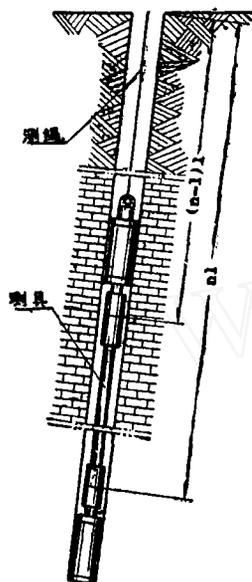


图15
多环测示意图
n - 环测次数;
l - 测具有效长度

静待仪器钟表定时走完，再等5~10分钟，便可提出测具，记录上下仪器测得的顶角和终点角度数，填于记录表中。第二环测的终点角度数与钻孔方位角不发生关系，不管终点角度数大小，只由下仪器测得的终点角减去上仪器测得的终点角，得出终点角差，算出方位角差，加入第一环测下测筒位置的钻孔实际方位角中，即得第二环测下测筒位置钻孔实际方位角。

例如第一环测测得下测筒的钻孔深度实际方位为 $120^\circ 10'$ 。第二环测上仪器测得顶角为 2° ，下仪器测得顶角为 4° ，方位角差为 $5^\circ 11'$ ，则第二环测下测点深度的钻孔实际方位角 α 为：

$$\alpha = 120^\circ 10' + 5^\circ 11' = 125^\circ 21'$$

上述连环定向测得直孔第一、第二环测方位角

的实际弯曲结果如图16所示。

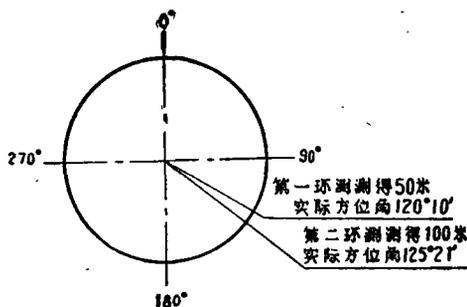


图16 连环定向测得直孔方位角

(6)当顺次进行第三、第四、第五……环测时，依此类推。

(四) 操作注意事项

1. 钟表作用必须良好。
2. 当仪器开放时，各转动部件必须十分灵敏。仪器固定后制动作用必须可靠。
3. 卸接测具或铜外壳时，必须使用专用工具，以免损伤测具或铜外壳。
4. 测具和仪器各定位装接必须可靠嵌合，不得有旷动现象。连接测具时，必须将测筒方向母线和定向接手侧面字迹一一对号连接。提升测具时，必须一一细致检查连接记号，如有错乱或调向接手松扣，这次测量结果不正确而又难以查出、无法纠正时，必须重新校验测具进行复测。
5. 仪器和测筒或铜外壳的装接，必须十分严密，防止液体渗入，以免损坏仪器。
6. 在上测筒上端和下测筒下端，必须接以3~4米的导正管。如所测钻孔中有大空洞、大裂缝时，应适当加长导正管。
7. 升降测具速度不应太快（每秒钟不得超过一米）。起止要稳。而移动卸接时，不使仪器受震动和冲碰，以免损坏仪器或引起测量结果的错乱。
8. 所测得终点角应为游标盘 0° 指线所对准终点角盘上的数值。如被固定架挡住不能读数时，可读其左或右相距 30° 指线对准的终点角度数。读正 30° 指线时其数值应减去 30° ；读负 30° 时则应加上 30° 。如读方位角时应读磁北针。
9. 必须准确掌握仪器定时开放和制动开始的时间，不准提前升上或少定所需要的时间。在测量和记录时，必须保证仪器装合不颠倒，取出仪器记录不发生错乱。
10. 测具和仪器的校正、使用、维护和检修等工作，都应指定熟悉该仪器的专人负责。

四、维护保养

(一)每当仪器使用完毕后,即须洗擦干净,并于各转动部件轴承注以钟表油后,再装入盒内,妥善保管。

(二)测杆立根、导正管,上下测筒和提引接头或铜外壳等用完后,应将螺纹及结合部位用抹布洗擦干净,涂以黄干油,并于测杆和测筒两端扭好保护盖,妥善保管。

(三)测绳、测筒定向环、孔口定向筒、校正盘及专用工具用完后,应加以整理妥善保管。

(四)仪器各摩擦部分,只允许注钟表油,不许注其它油质润滑。

(五)每连续使用(按钟表走动时间计算)80~120小时,应将仪器活动部件用汽油清洗干净,并于摩擦部分注以钟表油。

(六)罗盘磁针每隔2~3年需重新磁化一次。

(七)仪器在搬运过程中,应随身携带,注意小心轻放,不得受冲击或摔碰。如长途运输不便随身携带时,需特别注意包装防震。

五、检修工作

(一)如果顶尖轴磨钝或折断,须磨修或更换顶尖轴。如玛瑙轴承损坏,须更换新的玛瑙轴承。

(二)由于固定架上端顶尖轴扭得过紧,致使活动架转动不灵活,须将顶尖轴从刚扭紧的情况下退回0.06~0.08毫米,即将顶尖轴由刚扭紧的情况下,转松1/12~1/9转,同时将防松螺帽扭紧以固定顶尖轴。

(三)罗盘两侧顶轴扭得过紧时,罗盘转动不灵活;顶轴扭得过松时,使顶角盘轴心变低与制床胶皮接触不能灵活转动,以致仪器不准确。这时,须将顶轴适当调整,以罗盘顶轴在刚扭紧的情况下,退回0.08~0.1毫米,即将两个顶轴共转松1/5~1/4转为相宜。

(四)当顶角指针或方位角盘安装不正确时,使仪器本身发生误差。如顶角指针安装不正确,须将其指针尖正确调整在仪器本身垂直时,使之指在顶角盘的0°上,同时扭紧螺钉固定顶角指针。如方位角盘安装不正确,须将方位角盘的0°正确调整在仪器倾斜方向上,扭好玻璃上盖便妥。

(五)各轴与轴承缺油润滑或有污垢,使摩擦阻

力增大,以致仪器活动部件转动不灵敏。应用汽油将各零件洗擦干净,待零件干燥后,注以钟表油,并按要求装配好。

(六)活动架上下间隙不当,上端与终点角盘间隙过大,而活动架与制动盘胶皮制圈相碰,以致转动不灵敏,同时影响读终点角的正确性。则须将活动架下端顶尖轴扭长(活动架上端与终点角盘的间隙以不接触为限,越小越好),并将固定架上顶尖轴调好,用防松螺帽扭紧固定便可。

(七)在仪器开放时间,磁针与托盘相碰或磁针轴尖磨钝、弯曲,退扣或磁针玛瑙轴眼损坏以及磁化强度不够等,都足致磁针不灵敏,失去准确性。当磁针与托盘相碰时,须修磨托盘或将磁针轴牢固扭紧。如磁针轴尖磨钝或弯曲时,必须修直磨尖或更换磁针轴。而磁针玛瑙轴眼损坏或磁性不够时,必须更换玛瑙轴眼或磁针。

(八)当罗盘的挺盘与挺杆装配过长时,使挺杆下头与制床相碰摩擦,影响罗盘不能保持水平,促成方位角和顶角不正确。挺盘与挺杆装配过短或玻璃上盖与磁针接触面过光滑时,都不能固定磁针。须将挺盘与挺杆相连接处的固定螺钉扭松,进行适当的调整,使挺杆下头与制床分离间隙为0.6~0.8毫米,再用固定螺钉固定即可。玻璃上盖与磁针接触面过于光滑,须将玻璃上盖中央磨成直径6~8毫米的麻砂面或在其底面贴上同样直径的薄纸片。

(九)当活动架的重心与游标盘零点指线中心偏差时,使仪器本身发生误差。须将平衡锤固定螺丝帽扭松,用平衡锤将活动架重心正确调整到仪器主体水平或倾斜时,使之重心垂直于下方。即将仪器方向母线调到上方或与倾斜方向一致,使游标盘的0点指线对准终点角盘的0°上,再扭紧螺丝帽将平衡锤固定即可。

