



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1891976 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 31

(21) 申请号 200610099377. 2

CN 2350726 Y, 1999. 11. 24, 全文.

(22) 申请日 2006. 07. 19

CN 2442228 Y, 2001. 08. 08, 全文.

(66) 本国优先权数据

审查员 隋子玉

200610072667. 8 2006. 04. 07 CN

(73) 专利权人 伍成林

地址 300280 天津市天津工程职业技术学院

(72) 发明人 伍成林

(74) 专利代理机构 北京北新智诚知识产权代理有限公司 11100

代理人 陈英

(51) Int. Cl.

E21B 47/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2250422 Y, 1997. 03. 26, 全文.

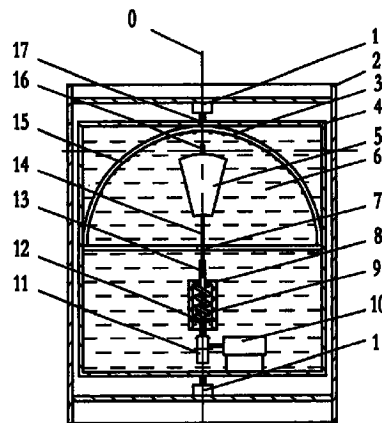
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

漂锤随机定向浮陀测斜仪

(57) 摘要

本发明提供一种漂锤随机定向浮陀测斜仪,其包括一个探管,在探管中设有测量室,测量室通过轴承支承在探管的外壁上,在该测量室中设有电位计,在该测量室中注有绝缘液体,该测量室中的绝缘液体中漂浮地设有针形电刷;在测量室中还设有一个锁紧机构,其与针形电刷或电位计相连接,使得针形电刷与电位计相接触或相分离。本漂锤随机定向浮陀测斜仪通过在测量室中注入液体,将针形电刷置于液体中,将测斜仪置于具有一定倾斜度的油井中,针形电刷仍然处于铅垂方向,而电位计则随着测斜仪的测量室沿油井倾斜,电刷抵在电位计上,即可测得油井倾斜段的倾斜度(顶角或方位角)。本漂锤随机定向浮陀测斜仪的结构大为简化,产生误差减小。



1. 一种漂锤随机定向测斜仪,包括一个探管,在该探管中设有测量室,所述测量室通过轴承支承在所述探管的外壳上,在该测量室中设有电位计,在该测量室中注有绝缘液体,该测量室中的所述绝缘液体中漂浮地设有针形电刷;在所述测量室中还设有一个锁紧机构,其与所述针形电刷或所述电位计相连接,使得所述针形电刷与所述电位计相接触或相分离;

所述锁紧机构包括调速电机驱动的减速器以及一顶杆,该顶杆顶抵在连接所述针形电刷的鱼漂或悬锤上,或是顶抵在所述电位计上,在所述减速器的输出轴上连接一可将转动变为直线运动的传动机构,该机构中的转动部件与所述减速器的输出轴连接,该传动机构中的直线运动部件与所述顶杆相连接。

2. 根据权利要求1所述的漂锤随机定向测斜仪,其特征在于:所述电位计是顶角电位计。

3. 根据权利要求1所述的漂锤随机定向测斜仪,其特征在于:所述电位计是方位角电位计。

4. 根据权利要求2所述的漂锤随机定向测斜仪,其特征在于:
所述针形电刷连接在一个定向的悬浮装置上。

5. 根据权利要求2所述的漂锤随机定向测斜仪,其特征在于:
所述针形电刷通过柔索连接在一个鱼漂或悬锤上;

所述锁紧机构包括调速电机驱动的减速器以及一顶杆,该顶杆顶抵在连接所述针形电刷的鱼漂或悬锤上,在所述减速器的输出轴上连接一可将转动变为直线运动的传动机构,该传动机构中的转动部件与所述输出轴连接,该传动机构中的直线运动部件与所述顶杆相连接。

6. 根据权利要求3所述的漂锤随机定向测斜仪,其特征在于:
所述针形电刷连接在一个定向的悬浮装置上;

所述锁紧机构包括调速电机驱动的减速器以及一顶杆,该顶杆顶抵在所述电位计上,在所述减速器的输出轴上连接一可将转动变为直线运动的机构,该传动机构中的转动部件与所述输出轴连接,该传动机构中的直线运动部件与所述顶杆相连接。

7. 根据权利要求5所述的漂锤随机定向测斜仪,其特征在于:该顶角电位计(3)为半球壳体,在其底部圆形截面上设一盖板,在该盖板的中心点设有一中心孔(7);所述鱼漂或悬锤(5)设于所述顶角电位计(3)的半球壳体内,所述鱼漂或悬锤(5)的与半球壳体相邻的顶端上设有所述针形电刷(16),所述鱼漂或悬锤(5)的与半球壳体相背的一端上连接一柔性导线(14)的一端,该柔性导线(14)的另一端从所述中心孔(7)穿出所述顶角电位计(3)固联所述锁紧机构中的所述顶杆(13),该顶杆(13)连接在所述锁紧机构中的所述传动机构上,通过该锁紧机构使所述顶杆上下移动,从而使所述鱼漂与悬锤(5)上的所述电刷(16)接触或离开所述顶角电位计(3)。

8. 根据权利要求6或7所述的漂锤随机定向测斜仪,其特征在于:所述锁紧机构还包括一个扶正管装置,其包括一个扶正管(05或8)、一弹簧和一弹簧挡板,所述扶正管(05或8)设在所述测量室中,其是一个一端具有一筒底另一端敞口的筒体,该扶正管(05或8)筒底朝向所述顶角电位计(3)或该扶正管(05或8)筒体的筒底朝向所述方位角电位计(010)固定地设置在测量室(02或03)或称为密封室(4)中,在该筒底中心点处设一孔,所述顶杆

(07 或 13) 穿过该筒底中心点处的该孔, 在位于所述扶正管(05 或 8) 筒体内部的所述顶杆(07 或 13) 上穿设一弹簧(06 或 9), 在该顶杆(07 或 13) 上固设一弹簧挡板(028 或 12), 该弹簧(06 或 9) 的一端抵在所述扶正管(05 或 8) 的筒底上, 另一端抵在该顶杆(07 或 13) 上的弹簧挡板(028 或 12) 上; 在所述密封室(4) 或测量室(02 或 03) 中固设一可使所述顶杆上下移动的传动机构构成所述锁紧机构。

9. 根据权利要求 5 所述的漂锤随机定向测斜仪, 其特征在于: 可将转动变为直线运动的机构, 即使所述顶杆上下移动的所述传动机构包括一固定在所述测量室即密封室上的凸轮(11), 该顶杆(13) 的自由端无压力地抵靠在该凸轮(11) 的侧面上, 凸轮(11) 的该侧面到该凸轮的回转中心的距离是变化的; 该凸轮与一调速电机通过减速器(10) 相连接; 或者

可将转动变为直线运动的机构, 即使所述顶杆上下移动的所述传动机构包括固设于所述测量室即密封室(4) 中的一导槽, 其中设有一齿条, 该顶杆(13) 的自由端无压力地抵靠在齿条的上端面上, 所述齿条与一调速电机通过减速器(10) 相连接。

10. 根据权利要求 7 所述的漂锤随机定向测斜仪, 其特征在于: 所述顶角电位计的结构为: 用阻值高的材料冲压成半球面, 半球面内面冲压均匀密布的针尖形小坑; 或其结构为:

用电阻丝在半球面顶角电位计的球形内表面上从半球底圆依次螺旋形排绕同心圆的电阻线, 各同心圆的环形导线与线性电阻相连接。

11. 根据权利要求 6 所述的漂锤随机定向测斜仪, 其特征在于: 所述方位角电位计为: 所述探管外壳(01) 其内设有纵向轴(016), 其与探管外壳(01) 固定在一起, 在该纵向轴(016) 上通过轴承(015) 固设一支撑杆(018), 该支撑杆(018) 的上端固定一测量室(02 或 03), 该测量室(03) 的下底面中心点焊接在该支撑杆(018) 上; 在测量室(02 或 03) 内的下底板上通过轴承(013) 固设另一支撑杆(019); 该另一支撑杆(019) 下端焊接在测量室(03) 下底面中心上;

所述方位角电位计的所述另一支撑杆(019) 的上端通过固定其上的一球形铰链(021), 与一电机密封室(023) 连接, 使该电机密封室(023) 在垂直和水平两个平面内转动; 在该电机密封室(023) 内设有一陀螺电机(022), 其通过设于其上的定轴(026a) 固定在电机密封室的两侧壁轴孔中, 一侧轴孔中用压簧顶住轴一端, 并在与轴孔垂直方向上开一孔, 用螺钉顶住轴颈平面上, 防止轴转动, 另一侧轴孔中由微调螺丝顶住轴的另一端, 以调节电机的中心位置, 由此构成可在圆周 360 度方向上转动的所述悬浮装置。

12. 根据权利要求 11 所述的漂锤随机定向测斜仪, 其特征在于: 所述方位角电位计的结构为: 在所述电机密封室(023) 的两侧外壁上设有电刷平衡杆(027), 在一侧的电刷平衡杆(027) 上固设针形电刷部件(011), 在两侧的电刷平衡杆(027) 外端上固设定位顶针(020), 由此构成所述的针形电刷; 在所述测量室(02 或 03) 中注有的所述绝缘液, 该绝缘液的液面高于所述电机密封室(023) 的下端面但低于电机密封室(023) 的上端面;

在所述测量室(02 或 03) 的内壁上固设调速电机及减速机(04), 该减速器的输出轴上设有齿轮(024), 其与一齿条(025) 啮合, 该齿条(025) 可上下移动地固定在测量室(02 或 03) 的内壁上;

该齿条(025) 的下端固设一顶杆(07), 该顶杆(07) 的一端连接一摆轴(08), 该摆轴(08) 通过一水平轴承可在所述测量室(02 或 03) 的纵向面转动地固联在一摆架(09) 上, 该摆架的下端为一环形的方位角电位计(010) 部件, 与所述针形电刷部件(011) 及定位顶针

(020) 上下相对设置, 由此构成所述方位角电位计。

漂锤随机定向浮陀测斜仪

技术领域

[0001] 本发明提供一种油井斜度测量装置,尤其是一种漂锤随机定向浮陀测斜仪。

背景技术

[0002] 现有测斜仪多采用液面水平原理、悬锤原理、陀螺惯性定向原理、加速度测斜原理等,现有测斜仪存在的问题是,结构较为复杂,产生误差部件多,造成累计误差大,影响钻井测斜工程质量。另外,现有的测斜仪具有一个较大的框架,使得测顶角值范围较小。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于改进现有技术中的不足,提供一种结构简单,性能可靠,提高所测数据的精度、稳定性和重复性——即所测数据的可信度的漂锤随机定向浮陀测斜仪。

[0004] 本发明的目的是这样实现的:

[0005] 本发明提供的漂锤随机定向浮陀测斜仪包括一个探管,在该探管中设有测量室,所述测量室通过轴承支承在所属探管的外壳上,在该测量室中设有电位计,在该测量室中注有绝缘液体,该测量室中的所述绝缘液体中漂浮地设有针形电刷;在所述测量室中还设有一个锁紧机构,其与所述针形电刷或所述电位计相连接,使得所述针形电刷与所述电位计相接触或相分离。

[0006] 所述电位计可以是顶角电位计,也可以是方位角电位计。

[0007] 所述针形电刷可以连接在一个鱼漂或悬锤上,也可以连接在一个定向的悬浮装置上。

[0008] 所述锁紧机构包括调速电机驱动的减速器以及一顶杆,该顶杆顶抵在连接所述针形电刷的鱼漂或悬锤上,或是顶抵在所述电位器上,在所述减速器的输出轴上连接一可将转动变为直线运动的机构,该机构中的转动部件与所述输出轴连接,该机构中的直线运动部件与所述顶杆相连接。

[0009] 在所述顶杆和所述测量室之间还设有扶正管,在所述顶杆和所述扶正管之间还设有复位弹簧,扶正管与密封室或测量室固联在一起。

[0010] 本发明提供的漂锤随机定向浮陀测斜仪还可以是:包括一个探管外壳,其内设有纵向轴,其与探管外壳固定在一起,在该纵向轴上通过轴承固设一支撑杆,该支撑杆的上端固定一测量室,该测量室的下底面固定在该支撑杆上;在测量室内的下底板焊接固设一支撑杆;

[0011] 支撑杆的上端通过固定其上的一球形铰链,与一电机密封室连接,使该电机密封室在垂直和水平两个平面内转动;在该电机密封室内设有一陀螺电机,其通过设于其上两侧的水平轴固定在电机密封室的侧壁上,微调装置安装在电机密封室两侧壁上。

[0012] 在电机密封室的两下侧外壁上设有电刷平衡杆,在一侧的电刷平衡杆上固设针形电刷,在两侧的电刷平衡杆上固设定位顶针;在测量室中注有绝缘液,其液面高于所述电机密封室的下端面但低于其上端面;

[0013] 在测量室的内壁上固设调速电机及减速机,其输出轴上设有齿轮,其与一齿条啮合,该齿条可上下移动地固定在测量室的内壁上;

[0014] 该齿条的下端固设一顶杆,该顶杆的一端连接一摆轴,该摆轴通过一水平轴承可在测量室的纵向面转动地固联在一摆架上,该摆架的下端为一环形的方位电位计,与针形电刷及定位顶针上下相对设置。

[0015] 本发明提供的漂锤随机定向浮陀测斜仪通过在测量室中注入液体,将针形电刷置于液体中,将测斜仪置于具有一定倾斜度的油井中,针形电刷仍然处于铅垂方向,而电位计则随着测斜仪的测量室沿油井倾斜,电刷抵在电位计上,即可测得油井倾斜段的倾斜度(顶角或方位角)。本漂锤随机定向浮陀测斜仪的结构大为简化,产生误差减小。

附图说明

[0016] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0017] 图 1a 为鱼漂法测顶角的测斜仪的结构原理示意图;

[0018] 图 1b 为悬锤法测顶角的测斜仪的结构原理示意图;

[0019] 图 1c 为图 1a 和图 1b 所述的测斜仪中的电位计上环形导线 18 及弧形线性电阻 19 在顶角电位计半球形壳体内侧面上分布的结构示意图;

[0020] 图 1d 为本鱼漂测顶角的测斜仪置于油井的具有一定斜度井段中测定其倾斜顶角的结构原理示意图;

[0021] 图 2a 是方位角测法测方位角的测斜仪的结构原理示意图;

[0022] 图 2b(1) 是方位角方位角测法测方位角的测斜仪中的计算方法的图示;

[0023] 图 2b(2) 是方位角方位角测法测方位角的测斜仪中的计算方法的图示;

[0024] 图 2c 是简化了的陀螺仪动静平衡分析示意图。

具体实施方式

[0025] 如图 1a、1b、1c 所示,本测斜仪包括一探管外壳 2,其中间同轴心地设有一密封的圆柱体形密封室 4,该密封室 4 的上下两端中心轴线上设有中心轴,在该中心轴上设轴承 1,通过轴承 1 支承固定在该探管外壳 2 上;密封室 4 中充满绝缘液 6,在密封室 4 内设有一顶角电位计 3,该顶角电位计 3 为半球壳体,该半球壳体的直径与密封室的内径相等,且固定在密封室内壁上,在其底圆面上固联一盖板,在该盖板上的位于顶角电位计 3 的半球壳体的半球中心点处设有一中心孔 7;鱼漂或悬锤 5 设于顶角电位计 3 的半球壳体内,鱼漂或重锤 5 的与半球壳体相邻的顶端上设有一针形电刷 16,鱼漂与悬锤 5 的与半球壳体相背的一端上连接一柔性导线 14 的一端,该柔性导线 14 的另一端从中心孔 7 穿出顶角电位计 3 固联在一顶杆 13 的一端;在密封室 4 中还设有一扶正管 8,其是一个一端具有一筒底另一端敞口的筒体,该筒底朝向顶角电位计 3 设置,在该筒底中心点处设一孔,顶杆 13 穿过该孔,在位于扶正管 8 筒体内部的顶杆 13 上穿设一弹簧 9,在顶杆 13 上固设一弹簧挡板 12,该弹簧 9 的一端抵在扶正管 8 的筒底上,另一端抵在顶杆 13 上的弹簧挡板 12 上;在密封室 4 中还设有一凸轮 11 或设于导槽中的齿条,该顶杆 13 的自由端无压力地抵靠在该凸轮 11 的侧面上,或抵靠在齿条的上端面上,凸轮 11 的该侧面到回转中心的距离是变化的;该凸轮与一调速电机通过其上的调速电机齿轮减速机 10 相连接,驱动电机转动,通过其上的凸轮 11

作用,可以使得顶杆 13 压缩弹簧 9 而位移,顶杆 13 又通过弹簧 9 的弹力随着凸轮的转动而复位。如果设置的是齿条,电机减速机上的输出齿轮与齿条啮合,电机正转,可使齿条上移,顶推顶杆 13 上移,电机反转,可使齿条下移,顶杆 13 下移。

[0026] 下面详细描述本测斜仪用作顶角的测量的具体方法:

[0027] 一、顶角的测量

[0028] 工作原理:

[0029] 鱼漂法测顶角(如图 1a 所示)和悬锤法测顶角(如图 1b 所示),两者结构原理有相似之处和不同之处,相似之处是:鱼漂和悬锤法都始终保持铅垂位置,不同之处是,鱼漂法测顶角时,本测斜仪的顶角电位计 3 朝上设置,受绝缘液铅垂向上的浮力,而悬锤受铅垂向下的重力,稳定鱼漂和悬锤的铅垂位置都是靠绝缘液的阻尼作用。其它如顶角电位计、电刷、锁紧装置结构作用相似,因此,此处只讨论鱼漂法测顶角原理。本技术的悬锤法测顶角与过去的不同之处在于:①去掉了框架结构而增大了测顶角值范围;②悬锤悬在柔性导线下端,可提高其灵敏度及精度。

[0030] 鱼漂法测顶角的工作原理如下(见图 1a):

[0031] (1) 机械测角部分

[0032] 密封室 4 为一与探管外壳 2 同轴芯的圆柱体,密封室 4 的上底和下底的中心轴用轴承 1 支承,而轴承 1 又用杆件固定于探管外壳 2 上。探管下入钻孔井段时,探管外壳 2、密封室 4 与钻孔井眼同轴。由于轴承 1 摩擦阻力小,因此探管随电缆下入井眼过程中发生转动时,密封室只发生少许转动,这是因为轴承的摩擦阻力很小。

[0033] 鱼漂 5 装在形状为半球面的顶角电位计 3 内,鱼漂 5 的下端中心处固定的柔性导线 14 穿出半球面底面上的盖板的中心孔中,柔性导线可以从此中心孔进出。鱼漂 5 的上端中点安装有针形电刷 16。柔性导线 14 的下端固定于顶杆 13 的上端。

[0034] 当探管外壳 2 处于倾斜井段某一测点时,由于半球面电位计 3 的中心轴与密封室 4 的中心轴、探管外壳 2 的中心轴、倾斜井段的中心轴始终同轴,并处于倾斜位置,而鱼漂 5 在绝缘液 6 的浮力作用下始终保持处于铅垂位置,因此,鱼漂 5 的中心轴与密封室 4 的中心轴之间的夹角 θ 即为倾斜井段该测点处的顶角值。在斜油井中,因为均固定在密封室 4 上,故调速电机齿轮减速机 10 以及凸轮 11 也倾斜,另外,扶正管 8 也是倾斜的。

[0035] (2) 机电转换部分为现有技术,故此不赘述。

[0036] 机电转化部分的作用是把机械测出的顶角值变成电讯号,再通过电缆把此讯号传给地面仪器,再转变成顶角值,直接读出。

[0037] 该部分由形状为半球面的顶角电位计 3 完成。它的结构参见图 1c,由在半球面内侧面上设置的均匀分布的环形导线 18 和在半球面内侧面的一母线上设置的沟通各个环形导线 18 的弧形线性电阻 R_0 19 以及装在半球面与针形电刷 16 相接触的内面上的绝缘织物 15 组成。

[0038] 半球面顶角电位计 3 还可采用另两种结构:即用阻值高的材料冲压成半球面,半球面内面冲压均匀密布的针尖形小坑;或用电阻丝在半球面上,从半球底圆依次螺旋形向上向中心点排绕。

[0039] 鱼漂 5 的入口导线从鱼漂固定的顶角电位计半球底面上盖板中心孔引入,经过柔性导线 14 进入鱼漂 5 的中心线再与其上端针形电刷 16 连接。

[0040] 有关测顶角和以后用陀螺仪测方位角的电器部分的原理、线路、使用等同于地质出版社 1978 年出版,上海仪器厂等合编的《钻孔弯曲测量》一书上有关章节,例如第 52 页的第 6 章陀螺定向测斜仪有关部分。此不赘述。

[0041] (3) 锁紧部分

[0042] 锁紧部分结构作用如下:如图 1a 所示,顶角电位计 3 是固定于密封室 4 的内壁上不动的,对钻井孔眼测斜过程中鱼漂 5 及其上面的针形电刷 16 是可动的。

[0043] ①自由状态

[0044] 调速电机齿轮减速机 10(可购买或定做)固定于密封室 4 上,安装在输出轴上的凸轮 11 上顶部与顶杆 13 的下端相接触,但无压力。扶正管 8 固定于密封室 4 中,扶正管 8 的上端距顶角电位计半球中心点 7 留适当距离,此顶角电位计的下底中心有一小孔允许柔性导线 14 上下通过,同时,扶正管 8 的底上也作为弹簧 9 的固定端,在顶杆 13 的下部安装有弹簧挡板 12,在弹簧 9 的张力作用于弹簧挡板 12 上的情况下,推动顶杆 13 向下移动到最低位置。安装在顶杆上部的柔性导线 14 通过顶角电位计半球底面上盖板中心点 7 的孔把鱼漂 5 及其上面的针形电刷 16 也向下拉到最低位置,使针形电刷 16 与顶角电位计 3 的内球面导电部分相距适当距离,即顶角测角系统处于自由状态。这时,凸轮 11 的距离回转轴心最近的侧面与顶杆 13 相接触。

[0045] ②锁紧状态

[0046] 地面操作面板启动调速电机齿轮减速机 10,为使锁紧过程平稳,输出轴转速要低。装在输出轴上的凸轮 11 与顶杆相接触处的侧面在由距离回转轴心最近处沿凸轮连续变化的侧面变化到距离回转轴心最远处的过程中,逐渐上压顶杆 13,使其慢速上移,柔性导线 14 通过顶角电位计半球底面上盖板中心点 7 的孔上移,鱼漂 5 在绝缘液 6 的浮力作用下带动柔性导线 14 和针形电刷 16 一起慢速上移,使针形电刷 16 的针尖与顶角电位计 3 的内球面导电部分紧密接触,紧密接触的压力来源于绝缘液 6 对鱼漂 5 的浮力。上述过程叫做系统锁紧过程。

[0047] 在测试中,当探管达到测点停止下放或上提时才进行锁紧,测完数据后再恢复自由状态。

[0048] 对于到达自由状态或锁紧状态时,必须立即停止调速电机齿轮减速机转动,为此必须安装限位继电器来实行自动控制。

[0049] 为保证锁紧可靠,采取如下措施:

[0050] ①' 调速电机齿轮减速机输出轴转速适当慢,使鱼漂上移过程中保持铅垂状态,不摆动。

[0051] ②' 在顶角电位计 3 的内球面导电部分上装有绝缘织布 15,防止针形电刷在顶角电位计导电面上产生移动。

[0052] ③' 针形电刷内安装有弹簧,使针形电刷有一定伸缩性,控制锁紧过程中针形电刷对电位计导电表面压力不过大,特别是悬锤法测顶角。

[0053] 锁紧装置除了可以采用上述凸轮结构外,还可采用齿轮齿条结构。

[0054] 二、方位角的测量

[0055] 目前国内在强磁性井眼中常采用三自由度陀螺仪作为定向指针。本发明可以对现有三自由度陀螺仪的结构大量简化,以提高仪器性能。

[0056] 三自由度陀螺仪结构如图 2a 所示,包括一个探管外壳 01,其内设有纵向轴 016,其与探管外壳 01 固定在一起,在该纵向轴 016 上通过轴承 015 固设一支撑杆 018,该支撑杆 018 的上端固定一测量室,其分成上测量室 02 和下测量室 03,该上测量室 02 和下测量室 03 仅通过一个隔板分割而成,下测量室 03 的下底面通过焊接点 014 固定在该支撑杆 018 上;在测量室 02 或 03 内的下底板上通过轴承 013 固设一支撑杆 019。

[0057] 支撑杆 019 的上端通过固定其上的一球形铰链 021,与一电机密封室 023 连接,使该电机密封室 023 在垂直和水平两个平面内转动;在该电机密封室 023 内设有一陀螺电机 022,其通过设于其上的定轴 026a 固定在电机密封室的两侧壁轴孔中,一侧轴孔中用压簧顶住轴一端,并在与轴孔垂直方向上开一孔,用螺钉顶住轴颈平面上,防止轴转动,另一侧轴孔中由微调螺丝顶住轴的另一端,以调节电机的中心位置。

[0058] 在电机密封室 023 的两侧外壁上设有电刷平衡杆 027,在一侧的电刷平衡杆 027 上固设针形电刷 11,在两侧的电刷平衡杆 027 外端上固设定位顶针 020;在测量室 02 或 03 中注有绝缘液 012,其液面高于所述电机密封室 023 的下端面但低于其上端面;

[0059] 在测量室 02 或 03 的内壁上固设调速电机及减速机 04,其输出轴上设有齿轮 024,其与一齿条 025 啮合,该齿条 025 可上下移动地固定在测量室 02 或 03 的内壁上;

[0060] 该齿条 025 的下端固设一顶杆 07,该顶杆 07 的一端连接一摆轴 08,该摆轴 08 通过一水平轴承可在测量室 02 或 03 的纵向面转动地固联在一摆架 09 上,该摆架的下端为一环形的方位电位计 010,与针形电刷 011 及定位顶针 020 上下相对设置。

[0061] 分上下两个测量室,当顶角值小时用下测量室,当顶角值大时用上测量室。在本实施例中,通过一个水平隔板 0201 分成上测量室 02 和下测量室 03。

[0062] 工作原理:

[0063] 浮陀法测方位角基本结构:

[0064] (1) 机械测角部分

[0065] 由定向指针和方位电位计组成。

[0066] ①定向指针

[0067] 如图 2a 所示,陀螺电机 022 的 III 轴 026a 安装在电机密封室 023 的两端,并处于中心水平位置,电机密封室 023 的下端中心点支承于球形铰链 021 上,球形铰链 021 固定于下密封室 03 的中心轴线上的支撑杆 019 上,支撑杆 019 用轴承 013 支承于下测量室 03 外壳上。测量室 03 内装有绝缘液 012,其液面比电机密封室 023 上端面低适当高度。可知,陀螺电机 022 和电机密封室 023 的重力主要作用于球形铰链 021 上,而绝缘液 012 的作用是在其浮力作用下使陀螺电机保持水平状态。其原理是,陀螺电机密封室和电机制作精度再高也不能消除静或动不平衡力矩,该力矩使电机密封室 023 以及陀螺电机 022 其中一端偏高,由于偏高则使绝缘液对其端浮力减小,而另一端偏低,多沉入液面一些,使其所受浮力增加,因此,浮力的作用是使陀螺电机密封室保持水平的调节器。

[0068] 此处简化了的陀螺仪仍是三自由度,与现有技术相比,减掉了外环(方向支架)及外环 I 轴,内环(陀螺房)及内环 II 轴。所述陀螺电机轴为 III 轴(定轴),而且轴在铅垂面内绕球形铰链 021 的转动,此时球形铰链 021 相当于 II 轴,III 轴在水平面内绕球形铰链 021 的转动,这时,球形铰链相当于 I 轴,这两种转动叫陀螺仪的进动特性。在水平面内 III 轴绕球形铰链 021 的转动又叫陀螺仪的方位漂移,在铅垂面内 III 轴绕球形铰链 021 的

转动又相当于陀螺电机轴的抬头或低头。

[0069] 由于探管外壳 01 在不同倾斜井段下入时,会随电缆产生转动,但由于上、下测量室用轴承 015 支承于探管外壳 01 上,而测量室 03 外装有偏心重块 017,因此,密封室只能在不同倾斜井段中随着偏心重块 017 的转动而转动,密封室内装有低粘度的绝缘液 012,密封室小的转动不会引起绝缘液 012 的粘滞运动,也就不会引起陀螺电机轴在水平面内绕球形铰链 021 的转动。

[0070] 要提高陀螺电机轴的定轴性,减小方位漂移,可采取如下措施:

[0071] a. 尽量提高陀螺电机、电机密封室的加工精度,尽量减小球形铰链的摩擦阻力,以及尽量减少对球形铰链的静或动不平衡力矩。

[0072] b. 尽量提高陀螺电机的转速,以及增大外层转子的直径,以增大陀螺电机的动量矩,本陀螺仪由于去掉了内环及外环,增大转子的直径是有潜力的。

[0073] 陀螺仪的三大特点,即定轴性、进动性、章动性,此正是应用了定轴性,它在磁性钻孔中把陀螺电机轴作为方向指针,而求出测点的倾斜方位角。

[0074] ②方位电位计

[0075] 由图 2a 知,方位电位计 010 为一包围电机密封室 023 的空心圆柱薄壁筒,由轻质材料制成。在外层表面均匀绕上电阻丝,方位电位计在自由时,上端面比绝缘液面略低。在绝缘液的浮力作用下,保持水平位置。

[0076] 方位电位计 010 与摆架 09 连接,摆架 09 的中心安装有摆轴 08 及其轴承,摆轴的轴承安装在顶杆 07 的下端。顶杆 07 与扶正管 05 下端配合处成方形断面,扶正管 05 下端的方形孔对顶杆 07 下端的断面为方形的柱体实行周向固定,而轴向可上下活动。周向固定的目的是使方位电位计 010 随密封室 03 在进入倾斜井段随偏心重块 017 转动相同的角度。

[0077] 把陀螺电机轴作为定向指针,则可测出以陀螺电机轴为定向基准的测点的井斜方位角,再经过换算出以磁北方向为基准的井斜方位角。

[0078] (2) 机电转换部分

[0079] 当方位电位计产生机械转动时,针形电刷 011 处于锁紧状态时就短路掉相应的方位电阻,有关测方位角的电器部分,前已说明为成熟技术。

[0080] (3) 锁紧部分

[0081] 在下井过程中,陀螺仪应处于自由状态,即方位电位计 010 与针形电刷 011 脱开。到达某一倾斜井段测点时,探管停止下放,陀螺仪需要锁紧。其自由、锁紧过程如下:

[0082] ①自由状态

[0083] 如图 2a 所示,在下井过程中,在弹簧 06 的张力作用下,上推弹簧档板 028 带动顶杆 07、摆架 09、方位电位计 010 上移,使方位电位计 010 与针形电刷 011 脱开,实现自由状态。

[0084] ②锁紧状态

[0085] 当探管下入倾斜井段某一测点,停止下放。锁紧过程如下:地面操作面板启动调速电机齿轮减速机 04 正转,为使锁紧过程平稳,其输出轴转速控制慢转。如图 2a,齿轮 024 的转动,使齿条 025 下行移动,慢速下压顶杆 07,克服弹簧 06 的张力使摆架 09、方位电位计 010 下移与针形电刷 011 接触,为使针形电刷 011 作用在方位电位计 010 上的电阻丝的压力不至过大而挤压断电阻丝,针形电刷 011 内设有弹簧,而产生一定伸缩性。为了防止针形

电刷在电阻丝上产生移动,设在电刷平衡杆 027 和电刷杆上的定位顶针 020 与方位电位计 010 上外缘不导电部分接触,并在接触部分做成密布的针尖形小坑。上述过程即锁紧。

[0086] 当方位电位计 010、针形电刷 011 进入自由状态或锁紧状态,应即时停止调速电机,为此应设置限位继电器。

[0087] 由锁紧状态变为自由状态,只要反转调速电机即可。

[0088] 为了避免方位电位计与电机密封室在下井过程中随液面运动的不同步,而发生相碰,影响电机轴定向,为此,在自由状态时方位电位计与针形电刷间留适当距离。

[0089] (4) 测斜仪的安全运输

[0090] 测斜仪在室内安装,标定合格后,需有专用防震的车辆运输。但仪器本身也应有一定的防震能力。

[0091] ①测顶角装置

[0092] 图 1a、1b 中各个部件安装连接可靠、搬运过程中不能产生部件松动,另有特殊要求:

[0093] a. 运输过程中锁紧装置应松开,以免针形电刷划断电阻丝;

[0094] b. 连接鱼漂和悬锤的柔性导线应有高的抗疲劳强度,以免晃断。

[0095] ②浮陀法测方位角装置

[0096] 除上述一般要求外,其特殊要求为:

[0097] a. 在搬运过程中应处于锁紧状态,定位顶针 020 应与方位电位计 010 外缘上的针尖形小坑紧密接触,即防止损坏电阻丝。

[0098] b. 球形铰链 021、摆轴 08、轴承 013 尽量减小摩擦阻力,并要有足够强度。

[0099] 3、陀螺仪的动平衡调试方法

[0100] (1) 调试原理

[0101] 图 2c 所示为陀螺仪的动静平衡分析图,以下对静动平衡分析:

[0102] ①静平衡与动平衡的不同点

[0103] 当陀螺电机处于静止时,陀螺电机的重心在现有制造精度条件下不可能做到与几何中心重合。但当陀螺电机运转起来后,由小的静不平衡就变成大得多的动不平衡。如图 2c 所示,图中 $G/2$ 为把陀螺电机分为左右两半各自的重力,若能做到左右两半重力相等,重力位置对称,则陀螺电机运转起来就不会产生进动,但做不到。

[0104] ②解决动不平衡原理方法

[0105] a. 用浮力原理缩小陀螺电机的抬头或低头(此段原理前已述及)。密封室的形状、大小,在满足浮力保持水平前提下尽作小,并利于安装维修。

[0106] b. 用微调装置缩小陀螺电机轴的方位漂移

[0107] 如图 2a 所示,在陀螺电机轴的一端安装微调螺丝 026,以进行陀螺电机在其轴上的位置微小调节。其目的是陀螺电机的动量矩平衡中心(陀螺电机左右两半动量矩方向相反,大小略有差别)调到几何中心,即球形铰链 021 的垂直中心线上。由此可知,可减小甚至消除陀螺电机轴在水平面绕球形铰链 021 的进动,即方位漂移。

[0108] (2) 方位漂移调节步骤

[0109] 把陀螺仪取出,固定在有绝缘液的容器中,放在如图 2a 所示位置,绝缘液面比电机密封室上表面略低,观察电机密封室是否水平,有微小不平是允许的。

[0110] 调节步骤如下：

[0111] I、静方位漂移的调节（即探管处于静止状态）

[0112] a. 检查室内是否洁净，应做到；

[0113] b. 启动陀螺电机，待转速达到额定值后，测陀螺电机轴的初始方位角 α_0 （见图 2b(1) 和图 2b(2)，然后间隔 1-2 小时，停住陀螺电机，在测陀螺电机轴的方位角 α_1 ；

[0114] c. 由于电机轴的方位漂移， $\alpha_1 \neq \alpha_0$ ，此时，调节电机轴一端的微调螺丝，细调一点，调节后，再把陀螺电机在方位角 α_0 下启动，再过 1-2 小时，同上述方法测 α_2 ，两次测得的方位角分别为 α_1 和 α_2 ，若 $(\alpha_2 - \alpha_0) < (\alpha_1 - \alpha_0)$ ，说明调微螺丝方向相同，否则反方向调。上述步骤进行若干次后，直到调到 $(\alpha_n - \alpha_0) \rightarrow 0$ ，或者方位漂移达到精度要求为止。

[0115] II、动方位漂移的调节

[0116] 动是指在模拟探管在下井过程中方位角、顶角均在变化过程中测试陀螺电机轴的初始定向方位角 α_0 的变化，其调节方法基本与前述对静方位漂移的调节。

[0117] 4、启动陀螺电机时的定向操作

[0118] (1) 在探管外壳上刻上定向母线，要求偏心重块 017 的偏心方向线指向方位电位计 010 的起始电阻刻度线。

[0119] (2) 用罗盘、标杆、三角架、瞄准仪等把探管外壳 01 上的定向母线定在磁北方向。

[0120] (3) 把整个探管往磁北方向倾斜到接近测斜仪能测到的最大顶角角度，在此过程中保持探管外壳的定向母线磁北方向不变。由于偏心重块 017 的作用，使方位电位计 10 的起始电阻刻度线指向磁北方向。

[0121] (4) 启动调速电机齿轮减速机 04 正转，通过齿轮 024 等锁住针形电刷，这时，通过地面操作面板测出启动陀螺电机前的定向方位角 α_0 。

[0122] (5) 启动陀螺电机正常后，反转调速电机使陀螺仪处于自由状态，这时可把探管下入井中各测点测试。每测一点步骤如下：待探管进入某测点停止后，先锁住陀螺仪，然后测该点方位角 α' ，测完后松开为自由状态，继续对其它点测量。测完后把仪器提出井口平移到按原位置放置在三角架上，再测陀螺电机轴的最终定向方位角，再分别按时间折扣方法，（该时间折扣方法是现有技术）对所有测点进行漂移修正。

[0123] (6) 测点方位角计算

[0124] 如图 2b(1) 所示，为计算某一测点方位角关系图。圆表示方位电位计，N 表示磁北方向，OA 表示陀螺电机轴的方向，OB 表示某一测点的倾斜方向。可知，ON、OA 方向不变，OB 随测点倾斜方向而变，由偏心重块控制，指向电位计起始电阻点，即方位电位计电阻的起始点 B 随测点倾斜方向而变。按测点倾斜方位角的定义，方位电位计电阻增大方向为顺时针方向，因此， α_0 表示陀螺电机的轴的定轴方位角，若不考虑漂移，不变，可测。 α' 为方位电位计上电阻值对应的转角。 α' 可测。 α 则表示以磁北方向为基准测点方位角，以图中各方位角关系可知：

[0125] 如图 2b1 所示，当 $\alpha' > \alpha_0$ ，则 $\alpha = (360^\circ - \alpha') + \alpha_0$

[0126] 如图 2b(1) 所示，当 $\alpha' < \alpha_0$ ，则 $\alpha = \alpha_0 - \alpha'$

[0127] 5、陀螺仪防高温措施

[0128] 当井深或测点处于高温层时，井下温度可达 160℃ 甚至更高，此时若不采取防高温措施，陀螺电机将不能正常工作。采取措施如下：

[0129] (1) 密封室（测量室）与探管外壳之间的转动空间，抽空，并在传热表面涂上绝热层，阻止井下高温大量热传入测量室。

[0130] (2) 绝缘液选用适于高温的液体或加入适当制冷液，以减小陀螺电机等工作时发热引起的温升。

[0131] (3) 选用抗高温的优质材料制造陀螺电机等，以提高陀螺仪本身的抗高温能力。

[0132] (4) 在空间允许条件下，尽量增大陀螺电机转子外径，而不把提高电机转速作为改进方向，以减小陀螺电机的发热及陀螺电机轴的磨损。

[0133] (5) 增加密封室内的绝缘液量，并选择具有大比热的绝缘液，大幅度降低测斜仪在下井过程中密封室内的温升速度。由于受以前外径的限制，只有尽量加长密封室来实现。

[0134] 6、设计浮陀螺测斜仪的理论分析

[0135] 此主要分析液体对陀螺仪一的作用原理。

[0136] (1) 利用液体的浮力原理，使陀螺电机轴有良好的水平位置，作用原理前已述及。

[0137] (2) 利用液体有良好的定向特性而增加陀螺仪定向的稳定性。

[0138] 观察装在圆形容器中的水，当处于相对静态时，在离液面中心适当位置，放一米粒大小的浮物，浮在液面上并处于相对静态。这时，把圆形容器绕其中心轴旋转一角度，旋转速度比陀螺测斜仪下井测斜过程中方位角变化的速度适当快（由于钻杆的弹性小，近似于刚体，因此，在钻井过程中方位角的变化速度是比较慢的），这时，观察到圆形容器虽然转了一角度，而浮物基本仍停在原方位上，说明水有良好的定向性。

[0139] 上述现象的原因是当容器转动时，对水的作用力只产生在水与碗的接触面上的摩擦力，而此摩擦力要传到水内部，是靠水的内摩擦力，而摩擦力的大小取决于容器的内表面的粗糙度、水的粘度、旋转速度、容器的内径等。由于选用的圆形容器内表面光洁度高，水的粘度小、转速不是快，转角不很大。由牛顿的内摩擦力计算知，内摩擦力是很小的，不足以引起大质量的水的相对运动，说明水有良好的定向特性。

[0140] 上述理论指导在设计浮陀螺测斜仪应考虑以下几点：

[0141] ①两测量室用上、下轴承支承于探管外壳上，因此，在下井时，电缆只能引起探管外壳转动，而测量室只随方位角的变化产生小角度的慢速转动；

[0142] ②尽量提高测量室内表面光洁度；

[0143] ③选用低粘度液体。

[0144] ④把偏心重块 017 安装在密封室之外。

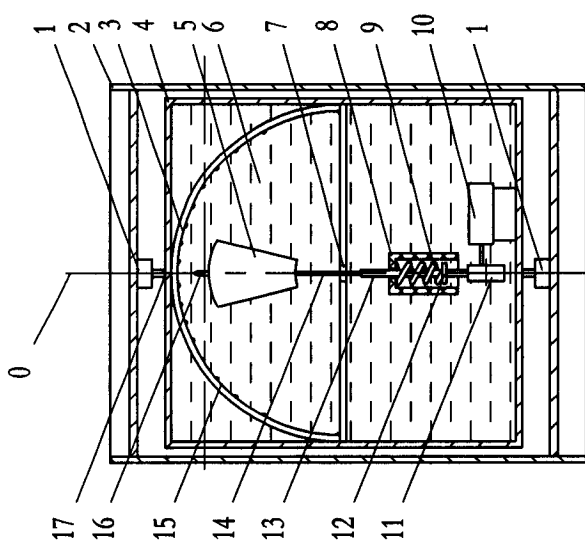


图 1a

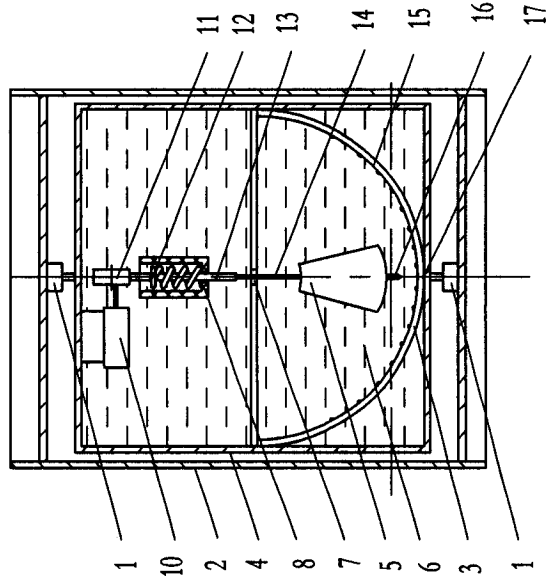


图 1b

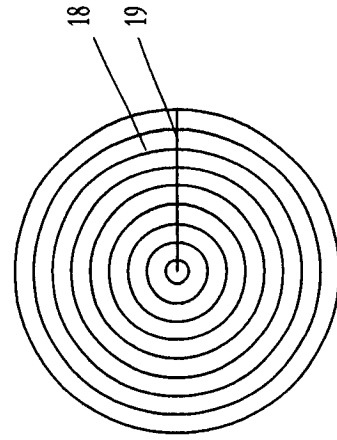


图 1c

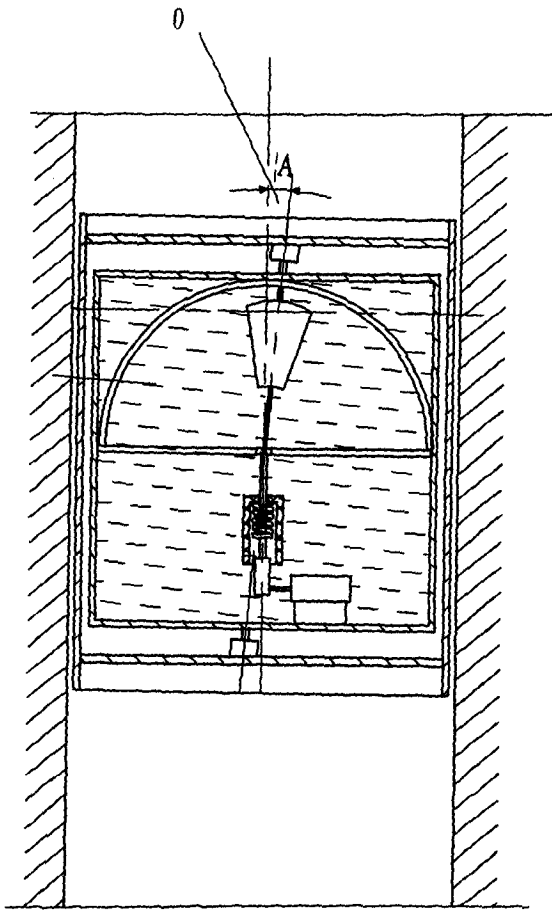


图 1d

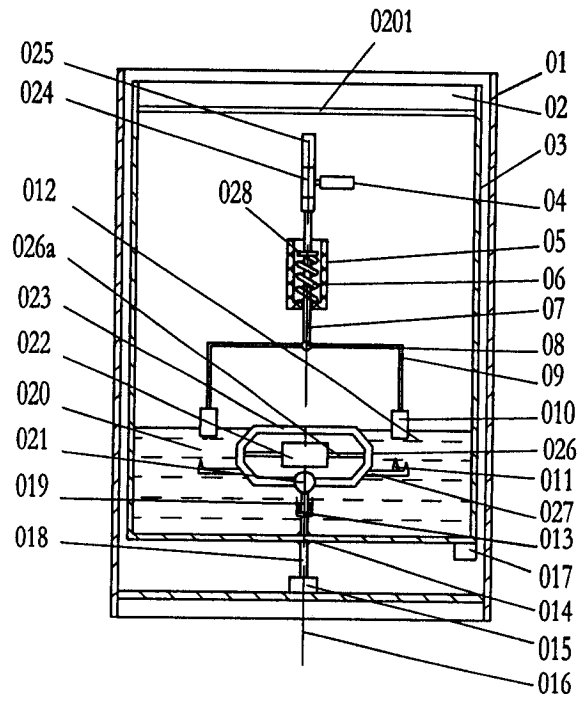


图 2a

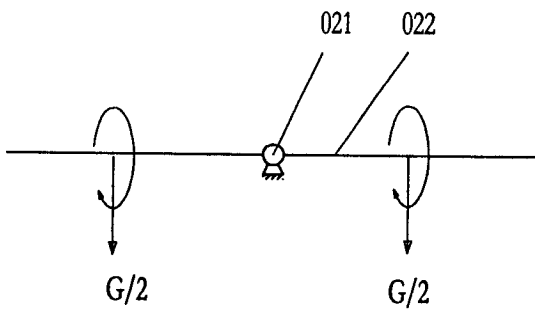


图 2c

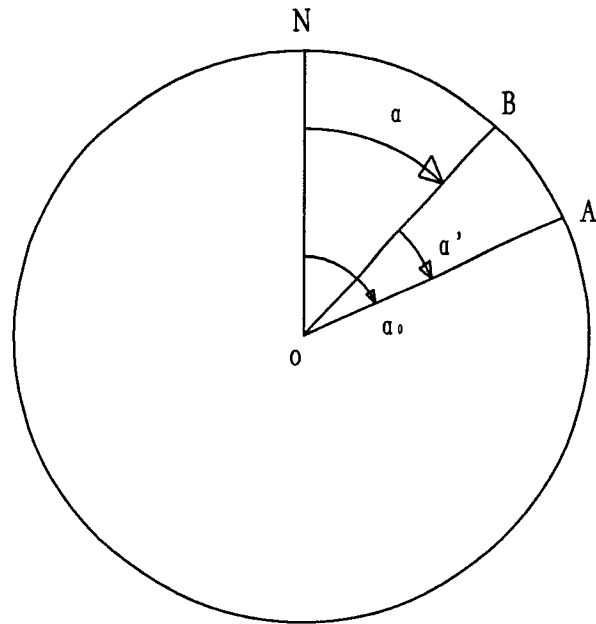


图 2b(1)

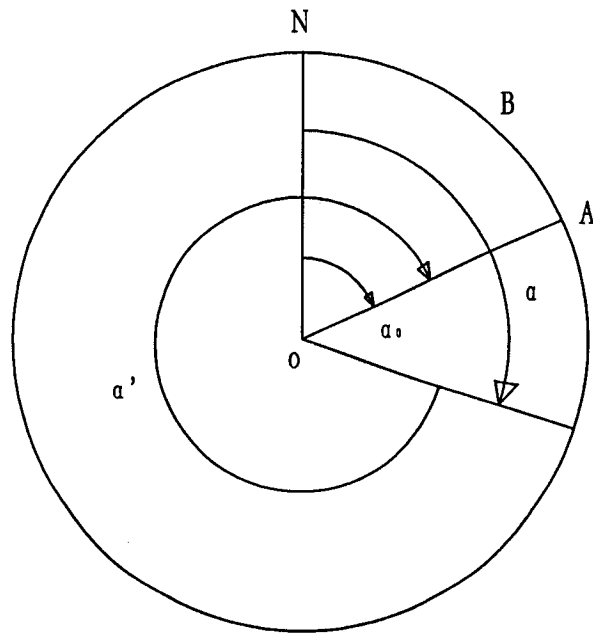


图 2b(2)