

马达调Q地炮激光测距机的磁针定向问题

华光仪器厂 陈灼英

地炮射击时，炮兵阵地一般设在后面，观察所设在前沿阵地，观察目标、测出与目标的斜距和目标相对于观察所的方位角和高低角，有了高低角就可以把斜距换算成水平距离。一般方位角是以磁针方向作基准，由这些数据地炮就能够解算对目标进行射击。因此，在地炮测距机中磁针定向问题的解决是具有很大意义的。

一般磁针定向仪器如方向盘和经纬仪，除磁针仪外不附带永磁性零件，而马达调Q激光测距机带有高速微型马达，具有一定强度的永磁性，给磁针造成了一附加的力，使磁针偏离地磁的北极，因而给磁针定向带来了困难。

磁针定向的可能方案

欲使磁针正确定向可能有的几个方案：

1. 伸杆法：使磁针仪远离马达，避开马达磁场的影响，采用足够长的连接杆。这种办法由于连接杆过长，安装、携带、包装不便，容易变形，再加高低温的影响，精度要发生变化。

2. 分离法：带马达的主机和磁针仪分离。

磁针仪在三脚架三角盘的适当部位定向，然后，去掉磁针仪，装上带方向机构的主机测角。为使定向和测角联系起来，需要附加装置，使用较不方便，精度可能较低。

3. 附加磁场法：在激光测距机的适当部位上附加磁铁，使其磁场和马达等产生的磁场在磁针上的作用力互相抵消，使磁针在正确的磁方位（地磁的南、北极方向）上处于平衡状态。这就象磁罗经放上钢制的舰艇能指北的道理一样。

在测距机中仿此消极地增加磁性装置，将致使体积增大，结构也不紧凑，不是理想的解决办法。

4. 转动马达法：我们在实践中通过长期探索找到了利用整个马达绕其轴线转动改变其磁极方位的方法，使磁针正确定向。

除上述四个方案外，还可能会有其它方案。

转动马达法的原理

马达的永久磁场虽然带来了磁针仪正确定向的困难，但是，马达是一个圆柱体，磁场极

收稿日期：1980年6月16日。

性分布在马达直径方向，这也就是一个难得的有利因素。我们可以在机外不附加磁场的情况下，使磁针指北。只要将整个马达绕其轴线转动这就改变了马达的 N、S 极方位，使磁针两极受的磁力改变。这样，我们仅仅只将整个马达绕其对称轴线转动了一个适当的角度（此时将马达紧固）使磁针恢复到指向北极而静止，达到正确定向的目的。这就是我厂现在采用的转动马达法。方法极其简单，实践证明其调试方便，方法可行。

上面着重谈了马达对磁针的影响，实际上激光测距机影响磁针的因素还有（见图 1）：

1. 水平轴；
2. 竖轴；
3. 轴套。

它们都是钢件，同处于地球磁场、马达磁场、磁针磁场中，将被综合磁化，但其磁性基本上是一个方向一定和不大的定值，因而转动整个马达，改变其 N、S 极方位，完全可以在磁针上的作用力在地磁北极方向处于平衡状态。

假设上述三个钢件和马达等磁性元件通过其磁场对磁针两极产生的磁作用力在磁针转轴垂直平面上的分力引起的磁力矩分别用 $M_{\text{水平轴}}$ 、 $M_{\text{竖轴}}$ 、 $M_{\text{轴套}}$ 、 $M_{\text{马达}}$ 表示，磁针所受的总磁力矩用 $M_{\text{总}}$ 表示，则：

$$M_{\text{总}} = M_{\text{水平轴}} + M_{\text{竖轴}} + M_{\text{轴套}} + M_{\text{马达}}$$

式中 $M_{\text{马达}}$ 为马达对磁针产生的磁力矩，由于它的可调性，即是一个通过整个马达绕其对称轴线转动可人为改变的量，只要马达转动角度合适，就可以使上式中各力矩的代数和为 0，则：

$$M_{\text{总}} = 0$$

这时，意味着磁针只受地球磁场的影响，磁针就归北了。

还有一点必须指出的是马达的转子也具有微弱的磁性，在经常的测距过程中，通电高速转动马达后转子静止时其磁极性方位是随机性的，对磁针的影响很难通过外力加以抵消，唯一只有考虑磁针仪的适当位置，使其影响忽略不计。我们的办法是在测距机的“U”形支座的右支耳上装一根 265 毫米的镀铬铜杆，其上安装磁针，消除马达转子磁性的影响。

磁针零位的检查与装定

我厂的激光测距机是采用西北光学仪器厂生产的管状磁针仪。它没有刻制的指标线。乍一看来，好象不存在所谓指标线与瞄准镜视准平面的平行问题。实际上，从磁针仪的使用知道它是利用通过放大镜观察南极磁针尖上半部经反光镜的象和北极磁针尖的下半部，当两个半部接成一线时磁针即归北。因此，磁针仪反光镜的法线就代表磁针仪的零线。

磁针仪零线与瞄准镜视准平面平行性的检查方法如下（见图 2）：

仪器：1 米平行光管；45°准直测角仪。

将产品置于平行光管和测角仪中间，产品水泡居中，调节平行光管，使产品分划板十字线对准平行光管的十字线。此时，平行光管和产品的轴（严格说是视轴）相互平行。这

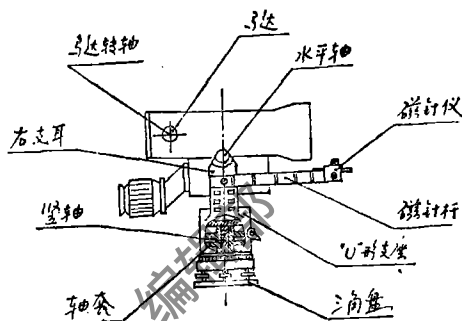


图 1

样，磁针仪零线与瞄准镜视准平面的平行性问题就转化为磁针仪零线与平行光管光轴的平行性问题。因此，就便于用准直测角仪在同一个方向对准平行光管和找磁针仪反光镜的准直象（必须旋下磁针仪上装有放大镜的镜管）。安放测角仪时尽量使它移向产品有磁针仪的一边，使平行光管和反光镜射来的光线都能进入测角仪的物镜内。

旋动 45° 测角仪的水平螺钉，使其目镜分划板的(黑)十字线对准平行光管的十字线，这时，测角仪通过反光镜反射的准直分划板的(亮)十字线象在水平方向的偏离则为磁针仪零线对瞄准镜视准平面的不平行度。

这里要注意的是，对准象的方法不同其格值亦各异。测角仪分划板每小格对物镜的张角 $1'$ ，若准直亮线与目镜分划板十字线重合，则格值为 $1'$ ；若平行光管的十字线与 45° 测角仪目镜分划板十字线重合，则格值为 $30''$ 。这是由于反光镜零线偏一角度，反射光线偏过两倍角度的缘故。

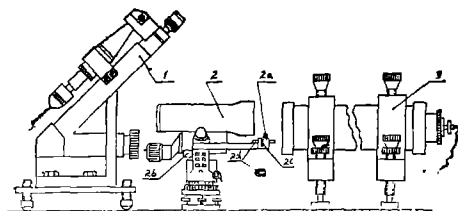


图 2

- 1. 45° 测角仪
- 2. 产品
- 3. 平行光管
- 2a 磁针仪
- 2b 水泡
- 2c 反光镜
- 2d 带放大镜的镜管

当磁针仪零线与瞄准镜视准平面平行度超差时，可以修切夹于磁针仪的连接杆与测距机“U”形支座右支耳间的金属小垫块；也可拧动调整螺钉使反光镜绕轴微微转动，以改变磁针仪的零线方向。

将正确的磁针定向仪器（如经纬仪）的望远镜对准某一远点，水平分划归零，转动方向机构使磁针归北，记取目标与磁北的方位夹角。然后，将产品架设在同一点上，装上磁针仪，使瞄准镜对准同一远点（水泡都需居中），水平线归零，转动方向机构，使水平方位角的读数与正确仪器的测得值相同，将整个马达在装配位置上绕其轴线转动，使磁针归北。

几个注意的问题

1. 轴套（和竖轴）的加工与退磁：水平轴、竖轴和马达对磁针仪可认为是刚性联接，同处于一刚体中，方向机构水平旋转运动时它们的磁极方位和磁针仪的磁极方位的相对位置不发生变动，因此机子在调试前这些零件是否被某种原因微量永久磁化无关紧要，只要其磁性定值，调试时旋转整个马达总可以使磁针归北。

但是，方向机构的轴套若因某种原因被永磁化，则带有N、S极，由于与轴套连接的三角底盘放置的位置不同，轴套磁南、北极与磁针南、北极的相对位置具有随机性，致使磁针在地磁北极方向时的磁力平衡被破坏。在使用时，随机子三角底盘放置位置不同磁针定向误差也不同，而且可能极大地超出公差范围，是不允许的。

我厂在轴套加工中原先是用外圆磨床加工的，不接触磁性，因而轴套未被磁化，装调的各机子在三角底盘处于整个圆周不同方位时，磁针定向精度一致。但后来一批无意改用平面磨床加工时，由于轴套接触了磁性工具而磁化，这样就造成了三角底盘处于不同方位时，磁针定向精度的不一致性，最大误差可达十多密位。因此，加工时要注意不要接触磁性，已磁化了的可进行退磁，效果良好。

(下转第27页)

参 考 文 献

- [1] Т.Н.Крылова, Р.С.Соколова, Опт и спектр., 1957, Vol. 2, №. 2, P.254.
- [2] Т.Н.Крылова, Журн. научн. и прикл. фотогр. и кинематогр., 1961, Vol. 6, №. 6, P.462.
- [3] Т.Н.Крылова, Интерференционные покрытия, Л, Машиностроение, 1973.
- [4] J.T.Gox, G.Hass, A.Thelen, JOSA, 1962, Vol. 52, № 9, P. 965.
- [5] Дж.Т.Кокс, Г.Хасс, В сб. : Физика тонких пленок, Т. 2, М, Мир, 1967, P.186.
- [6] А.Г.Кудрявцев, В.В.Еремей, Опт. и спектр., 1976, Vol. 40, № 5, P.921.
- [7] И.В.Гребеншиков и др., Просветление оптики, М. М., Гостехиздат, 1946.
- [8] A.W.Lauderback, M.A.Zook, USP, №.3604784, 1971.

译自ОМП, 1979, № 4, P. 34.

200所 周九林 译 卢中尧 校

(上接第18页)

另外,考虑轴套经常与竖轴接触和相互摩擦转动,磁性容易带给轴套,因而竖轴也就不允许有能影响磁针精度的磁性存在。当发现装配前有磁性时同样必须进行退磁。

2. 磁针定向时的使用条件:产品在装调磁针归北时和检验、部队使用时条件必须一致,除水泡必须居中外,高低俯仰机构必须归零,这样才能保证磁针定向精度。假如工厂在装调时高低俯仰机构归零,但在检验或部队使用时不遵守同一条件,即带马达和瞄准镜的主机处于俯角或仰角时,就相当于整个马达旋转了一定角度,这样马达对磁针的影响就要改变,当俯仰土 300 密位时,定向误差可达五、六个密位,这是必须避免的。

结 束 语

依据上述原理和方法对我厂生产的产品选出样机到北京白家瞳地磁台进行装调标定,其精度在一个密位之内,并以此样机为标准定向仪器进行产品的装调,其磁针定向精度都在所要求的 0—03 密位之内,几个月后到地磁台重新鉴定,精度无明显变化,稳定性良好。