

陀螺仪轻重误差的分析与校正

铁跃焕, 伍继林, 裴杰

(空军第一航空学院, 河南 信阳 464000)

摘要:对陀螺仪主要性能指标轻重误差产生原因及轻重误差与返回时间的相互影响进行分析, 并阐明轻重误差的校正方法, 对保障陀螺仪工作的稳定性和精度具有重要意义。

关键词:陀螺仪; 轻重误差; 返回时间; 校正

中图分类号: V241.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-4916(2006)02-0101-02

The analysis and correction of the gyro importance error margin

TIE Yue-huan, WU Ji-lin, PEI Jie

(The First Aeronautic Institute of Air Force, Xinyang 464000, China)

Abstract: This text to main function in gyro index sign importance error margin creation reason and importance error margin with return horary affect mutually the proceeding analyze, combining to clarify the importance error margin corrects the method, to stability that guarantees the gyro work has the important meaning with the accuracy

Key words: gyro; importance error margin; return time; correction

1 轻重误差产生的原因^[1]

主、辅线圈断电后, 陀螺在轻重力矩作用下使环心偏离摩擦中心, 环心所偏离的角度称为轻重误差。如果铝碗的重力矩大于陀螺镜的重力矩, 则轻重力矩向量方向朝左, 环心向左偏移, 如果陀螺镜的重力矩大于铝碗的重力矩, 则轻重力矩向量方向朝右, 环心向右偏移。轻重力矩向量始终是水平的, 而且它的大小不会因陀螺水平进动或偏侧而改变。陀螺在轻重力矩作用下应不断地进动, 但实际上当陀螺偏离一定角度后就不再进动了。如图 1 所示, 如果轻重力矩 (q) 的方向朝右, 当陀螺受轻重力矩作用向右进动使环心偏离摩擦中心 (F) 时, 陀螺就要受指向摩擦中心的摩擦力矩 (f) 的作用。当陀螺偏侧到摩擦力矩增大到与轻重力矩大小相等时, 陀螺就不再进动了。这时环心所停的位置, 称为机械中心 (G), 图 1。由于轻重力矩向量方向始终是水平的, 所以机械中心和摩擦中心始终在同一水平线上。轻重力矩的大小可用环心停在机械中心时陀螺受摩擦力矩的大小来表示, 即

$$q = K_f \cdot FG \quad (1)$$

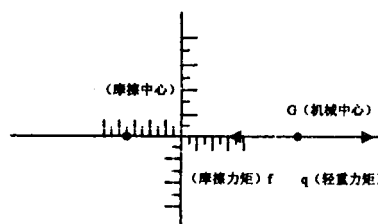


图 1 机械中心

从以上分析可以看出, 陀螺的返回和轻重误差的形成, 是由于陀螺受摩擦力矩和轻重力矩的合力矩作用的结果。摩擦力矩和轻重力矩的合力矩, 称为机械力矩 (g)。陀螺在机械力矩作用下向机械中心 (G) 返回 (图 2)。所以机械中心是主、辅线圈断电后环心最后停的位置, 也就是检查返回时间和轻重误差时环心最后停的位置。

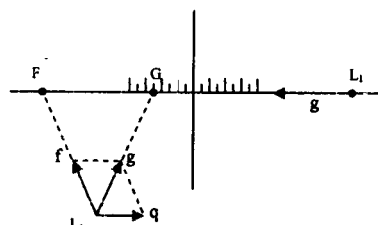


图 2 机械力矩向量

收稿日期: 2006 - 03 - 16

作者简介: 铁跃焕 (1960 -), 男, 河南洛阳人, 空军第一航空学院航空军械工程系教授。

机械力矩的方向指向机械中心，大小与摩擦系数 (K_f) 和环心偏离机械中心的角度 (LG) 有关。机械力矩 (g) 的大小可用下式表示：

$$g = K_f \cdot LG \quad (2)$$

当环心在 L_1 位置时，摩擦力矩与轻重力矩方向相反，所以机械力矩的大小等于摩擦力矩和轻重力矩数值之差。即

$$g = f - q = K_f \cdot L_1 G - K_f GF = K_f (L_1 G - GF)$$

所以 $g = K_f \cdot L_1 G$ (方向指向机械中心)

当环心在 L_2 位置时，由于摩擦力矩和轻重力矩向量不在一直线上，所以机械力矩为摩擦力矩和轻重力矩的向量合成。它的方向仍然指向机械中心，大小为

$$g = K_f \cdot L_2 G$$

由于轻重力矩的大小等于环心停在机械中心时陀螺所受摩擦力矩的大小 (即 $g = K_f \cdot L_2 G$)，所以在摩擦系数 (K_f) 一定的情况下，环心偏离摩擦中心的角度 (FG) 可以表示轻重力矩的大小。但是摩擦中心一般是看不见的。因此检查轻重误差时，接通主线圈电路，使活动环环心对准视准仪刻度中心，这时环心位置用 O_1 表示，然后断开主线圈电路，陀螺在机械力矩作用下使环心向机械中心偏移，当环心偏移到机械中心时，机械力矩为零，陀螺停止进动。这时环心所偏离的角度 $O_1 G$ ，就是所检查的轻重误差 (图 3)。

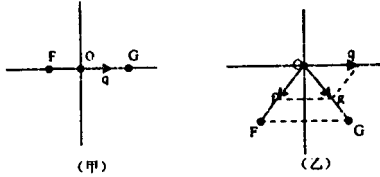


图 3 检查轻重力矩的标准

2 轻重误差和返回时间的相互影响

2.1 轻重误差对返回时间的影响

轻重误差会使左右返回时间不相等。检查返回时间也是以 O_1 对准视准仪刻度中心。如图 4 所示，环心由 4 30 位置返回至 1 位置的过程中，虽然对主线圈通电时环心停的位置 O_1 左右偏离同样的角度，但对机械中心 G 左右偏离的角度并不相同，这时陀螺所受机械力矩也不相等，靠近机械中心一边 (图 4 为右边) 的机械力矩比另一边 (左边) 要小些，所以返回时间要长些。

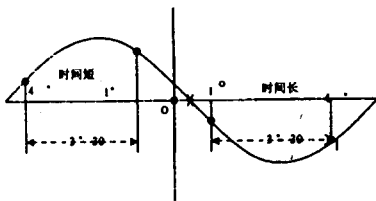


图 4 轻重误差对返回时间的影响

为了计算机械中心 G 偏离视准仪刻度盘中心时

左、右两边返回时间的差异，利用图 4，根据陀螺进动角速度与力矩的关系可得：

$$J \cdot \omega_{进右} = K_f (\text{右} -)$$

$$J \cdot \omega_{进左} = K_f (\text{左} +)$$

式中： J ——陀螺仪转动惯量； ω ——陀螺仪自转角速度； $\omega_{进右}$ 、 $\omega_{进左}$ ——分别为陀螺自右边返回和自左边返回的进动角速度； 右 、 左 ——以视准仪刻度盘中心为基准，环心偏右、偏左的角度，以度为单位； $-$ ——机械中心沿水平方向偏离刻度盘中心的角度，在图 3 中为 $O_1 G$ ，以度为单位。

由于返回时间是以刻度盘中心为基准，由 4.5° 返回到 1 所经历的时间，利用上式经过数学运算就可求得左边返回时间 $T_{左}$ 和右边返回时间 $T_{右}$

$$T_{右} = 2 \cdot 3026 \frac{J}{K_f} [\lg(4.5 -) - \lg(1 -)]$$

$$T_{左} = 2 \cdot 3026 \frac{J}{K_f} [\lg(4.5 +) - \lg(1 +)]$$

$$\frac{T_{左}}{T_{右}} = \frac{\lg(4.5 -) - \lg(1 -)}{\lg(4.5 +) - \lg(1 +)}$$

$$\frac{T_{左}}{T_{右}} = \frac{\lg(4.5 -) - \lg(1 -)}{\lg(4.5 +) - \lg(1 +)}$$

利用上式可计算出下表 (表 1)

表 1 机械中心位置与返回时间关系

| | 0 | 10 | 20 | 30 | 50 | 60 |
|-----------------------|---|-----|-----|-----|-----|----|
| $\frac{T_{左}}{T_{右}}$ | 1 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 2.1 | |

由表 1 可知，当刻度盘中心与机械中心重合，左右返回时间相等；当机械中心与刻度盘中心相距 30，两边返回时间的比值为 1.6 倍，而且机械中心偏至哪边，哪边返回时间长。

2.2 返回时间对轻重误差的影响

如果返回时间变短，则说明摩擦系数 K_f 变大，结果会使机械中心 G 向摩擦中心 F 靠近，通常会使得轻重误差 $O_1 G$ 减小。因为轻重力矩 (q) 的大小不因陀螺偏侧位置不同而改变，由 $q = K_f \cdot FG$ 可知，当摩擦系数 K_f 增大时，必然使 FG (或 $O_1 G$) 变小，即环心偏离摩擦中心 F 较小的角度就可以使摩擦力矩与轻重力矩大小相等。

3 轻重误差的调整

轻重误差是利用增减陀螺镜与接合杆接合处的铜垫圈的方法来调整的。断开主线圈电流，如果环心向左偏，机械中心 G 在 O_1 的左边，则说明陀螺镜的重力矩小 (镜轻)，应增加垫圈；如果环心向右偏，机械中心 G 在 O_1 的右边，则说明陀螺镜重力矩大 (镜重)，应减少垫圈^[2]。

参考文献：

- [1] 马中兴. 某型射击瞄准具原理与构造 [M]. 信阳: 空军第一航空学院, 2003.
- [2] 陈能达. 某型瞄准具修理 [M]. 信阳: 空军第一航空学院, 1996.

(编辑: 夏新奎)