

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01C 1/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910066900.5

[43] 公开日 2009年9月23日

[11] 公开号 CN 101539420A

[22] 申请日 2009.5.5

[21] 申请号 200910066900.5

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

[72] 发明人 刘廷霞 王伟国 李 博 于洪军
薛乐堂

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所
代理人 王淑秋

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称

利用水平式光电经纬仪对运动目标进行跟踪的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种利用水平式光电经纬仪对运动目标进行跟踪的方法，该方法包括下述步骤：把目标位置的地心坐标系测量数据转换到地平式测量坐标系的极坐标数据；利用船摇坐标转换公式，将步骤 a 求出的目标在地平式测量坐标系的极坐标位置数据转换为目标在水平式测量坐标系下的位置数据；将步骤 b 求出的目标在水平式测量坐标系下的位置数据和速度值送给水平式经纬仪伺服控制系统，通过复合控制引导经纬仪捕获目标并实现目标的电视高精度跟踪。本发明目标的运动方向判断直观，方法简单，易于工程实现，可应用于高精度光电随动跟瞄系统，跟瞄精度达 2"。

1、一种利用水平式光电经纬仪对运动目标进行跟踪的方法，包括步骤：

a、把目标位置的地心坐标系测量数据转换到地平式测量坐标系的极坐标数据；

其特征在于还包括下述步骤：

b、利用船摇坐标转换公式，将步骤 a 求出的目标在地平式测量坐标系的极坐标位置数据转换为目标在水平式测量坐标系下的位置数据：

$$L = a \tan\left(\frac{\sin(A)}{\tan(E)}\right)$$

$$B = -a \sin(\cos(A) * \cos(E)) \quad (3)$$

式中：A, E 为目标在地平式测量坐标系下的极坐标；

L, B 为目标在水平式测量坐标系下的极坐标；

对（3）式求导得到目标在水平式测量坐标系下的极坐标速度值：

$$V_L = \frac{(\cos(A) * \cos(E) * \sin(E) * V_A - \sin(A) * V_E)}{\cos^2(E) * \sin^2(A) + \sin^2(E)}$$

$$V_B = \frac{\sin(A) * \cos(E) * V_A + \cos(A) * \sin(E) * V_E}{\sqrt{1 - \cos^2(A) * \cos^2(E)}} \quad (4)$$

式中：V_A, V_E为目标在地平式测量坐标系下的极坐标速度值；

c、将步骤 b 求出的目标在水平式测量坐标系下的位置数据和速度值送给水平式经纬仪伺服控制系统，通过复合控制引导经纬仪捕获目标并实现目标的电视高精度跟踪。

利用水平式光电经纬仪对运动目标进行跟踪的方法

技术领域

本发明涉及一种对运动目标进行跟踪的方法，特别涉及一种利用水平式光电经纬仪对运动目标进行跟踪的方法。

背景技术

用于对运动目标跟踪测量的光电经纬仪有多种形式，从轴系类型分类有：地平式、赤道式、水平式。其中地平式光电经纬仪应用较为广泛，赤道式经纬仪主要用于天文观测。对于水平式光电经纬仪，在测量高仰角的运动目标轨迹，特别是实现对人造地球卫星的跟踪测量具有很好的跟踪性能，在天顶处无跟踪盲区。根据激光反卫星实际应用的要求，需要跟踪干扰仰角在 86° 以上的卫星，必须采用水平式的跟踪架。水平式光电经纬仪的机械轴系主要由经轴和纬轴组成，因两轴线均平行于大地水平面，人们称之为水平式结构。

目前，利用地平式光电经纬仪对运动目标进行跟踪的方法包括如下步骤：

a、首先把目标位置的地心坐标系数据转换为地平式测量坐标系的极坐标数据；

b、将步骤 a 求出的目标在地平式测量坐标系下的极坐标数据送给地平式经纬仪伺服控制系统，通过复合控制引导地平式经纬仪捕获目标并实现目标的电视高精度跟踪。

发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种利用船摇坐标转换公式，将目标的地平式测量坐标系的极坐标位置数据转换为水平式测量坐标系下的目标位置数据，并对该位置数据求导得到目标速度的利用水平式光电经纬仪对运动目标进行跟踪的方法。

为了解决上述技术问题，本发明的利用水平式光电经纬仪对运动目标进行跟踪的方法包括下述步骤：

a、把目标位置的地心坐标系测量数据转换到地平式测量坐标系的极坐标数据；

b、利用船摇坐标转换公式，将步骤 a 求出的目标在地平式测量坐标系的极坐标位置数据转换为目标在水平式测量坐标系下的位置数据：

$$L = a \tan\left(\frac{\sin(A)}{\tan(E)}\right)$$

$$B = -a \sin(\cos(A) * \cos(E)) \quad (3)$$

式中： A, E 为目标在地平式测量坐标系下的极坐标；

L, B 为目标在水平式测量坐标系下的极坐标；

对 (3) 式求导得到目标在水平式测量坐标系下的极坐标速度值：

$$V_L = \frac{(\cos(A) * \cos(E) * \sin(E) * V_A - \sin(A) * V_E)}{\cos^2(E) * \sin^2(A) + \sin^2(E)}$$

$$V_B = \frac{\sin(A) * \cos(E) * V_A + \cos(A) * \sin(E) * V_E}{\sqrt{1 - \cos^2(A) * \cos^2(E)}} \quad (4)$$

式中： V_A, V_E 为目标在地平式测量坐标系下的极坐标速度值；

c、将步骤 b 求出的目标在水平式测量坐标系下的位置数据和速度值送给水平式经纬仪伺服控制系统，通过复合控制引导经纬仪捕获目标并实现目标的电视高精度跟踪。

本发明应用船摇坐标转换公式进行坐标转换不用判断符号，运算结果直接带有符号，目标的运动方向判断直观；最重要的是，地平式测量坐标系中数据的各种误差（如蒙气差、定向差、零位差等）修正比较成熟，在地平式测量坐标系中数据修正完后，直接带入船摇公式即可转换到水平式测量坐标系下，方法简单，易于工程实现。本发明可应用于高精度光电随动跟瞄系统，跟瞄精度达 2"。

附图说明

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

图1为船体运动坐标系示意图。

具体实施方式

本发明的利用水平式光电经纬仪对运动目标进行跟踪的方法包括下述步骤：

a、首先把目标位置的地心坐标系测量数据转换到地平式测量坐标系的极坐标数据。

b、利用将大地坐标系转换到甲板坐标系的原理来推导水平式经纬仪的坐标：

如图1所示， Z_c 垂直地平， X_c 轴指向正北， Y_c 指向右弦，绕 X_c 轴旋转的为横摇，绕 Y_c 轴旋转的为纵摇，绕 Z_c 轴旋转的为艏摇。

将步骤a求出的目标地平式测量坐标系的极坐标位置数据代入船摇坐标转换公式：

$$ulx = \cos(E) * (\cos(sa) * \sin(A - k) + \sin(sa) * \sin(ps) * \cos(A - k)) - \sin(E) * \sin(sa) * \cos(ps)$$

$$uly = \cos(E) * \cos(ps) * \cos(A - k) + \sin(E) * \sin(ps)$$

$$ulz = \cos(E) * (\sin(sa) * \sin(A - k) - \cos(sa) * \sin(ps) * \cos(A - k)) + \sin(E) * \cos(sa) * \cos(ps)$$

(1)

$$L = a \tan\left(\frac{ulx}{uly}\right)$$

$$B = a \sin\left(\frac{ulz}{\sqrt{(ulx^2 + uly^2 + ulz^2)}}\right) \quad (2)$$

其中： ps 为纵摇， sa 为横摇， k 为艏摇；

A, E 为目标在地平式测量坐标系下的极坐标；

ulx, uly, ulz 为甲板直角坐标；

L, B 为甲板极坐标，即水平式测量坐标系下的极坐标；

推导过程是将甲板面向纵摇正转过 90° ， Z_c 指向变为水平方向指“南”，即水平式的经轴，原高低方向随经轴转 90° 变为纬轴。经轴的零点在水平位置、纬轴的零点指向天顶。经纬轴角度正负判断如下：经轴方向顺着经轴方向面向北，顺时针为“+”，逆时针为“-”；纬轴方向从天顶方向转向经轴“+”向为“+”，从天顶转向经轴“-”方向为“-”。将 $ps = 90^\circ$ 、 $sa = 0^\circ$ 、 $k = 0^\circ$ 带入公式求出水平式测量坐标系下的目标极坐标位置数据：

$$L = a \tan\left(\frac{\sin(A)}{\tan(E)}\right)$$

$$B = -a \sin(\cos(A) * \cos(E)) \quad (3)$$

对（3）式求导求出水平式测量坐标系下的目标极坐标速度值：

水平式经纬仪的目标极坐标速度值：

$$V_L = \frac{(\cos(A) * \cos(E) * \sin(E) * V_A - \sin(A) * V_E)}{\cos^2(E) * \sin^2(A) + \sin^2(E)}$$

$$V_B = \frac{\sin(A) * \cos(E) * V_A + \cos(A) * \sin(E) * V_E}{\sqrt{1 - \cos^2(A) * \cos^2(E)}} \quad (4)$$

c、将步骤 b 求出的目标在水平式测量坐标系下的位置数据和速度值送给水平式经纬仪伺服控制系统，通过复合控制引导经纬仪捕获目标并实现目标的电视高精度跟踪。

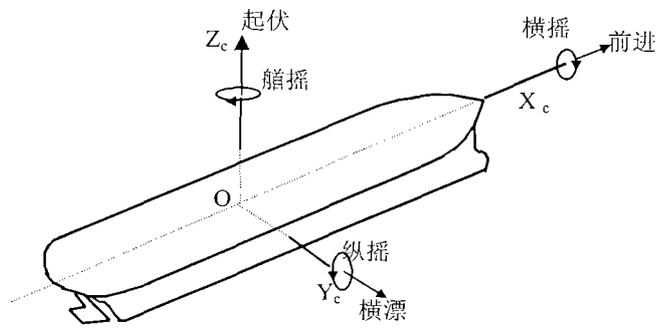


图 1