



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107121123 B

(45)授权公告日 2019.06.28

(21)申请号 201710354270.6

(22)申请日 2017.05.18

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107121123 A

(43)申请公布日 2017.09.01

(73)专利权人 上海卫星工程研究所
地址 200240 上海市闵行区华宁路251号

(72)发明人 艾韶杰 刘兰兰 黄欣 赵迪
温俊建 高俊英

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 郭国中

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

(56)对比文件

CN 104344804 A, 2015.02.11,
CN 105510000 A, 2016.04.20,
CN 101858755 A, 2010.10.13,
CN 104504240 A, 2015.04.08,

黄欣. 光测设备捕获能力检验中目标特性标校.《中国优秀博士学位论文全文数据库信息科技辑》.2015,(第10期),第1138-19页.

黄欣等. 光轴间距可调式平行度测试仪的设计.《第十四届全国光学测试学术讨论会论文(摘要集)》.2012,第72页.

任顺清等. 五轴台垂直度、相交度、对准误差的测试方法.《哈尔滨工业大学学报》.2015,第47卷(第10期),第1-6页.

审查员 毛洁

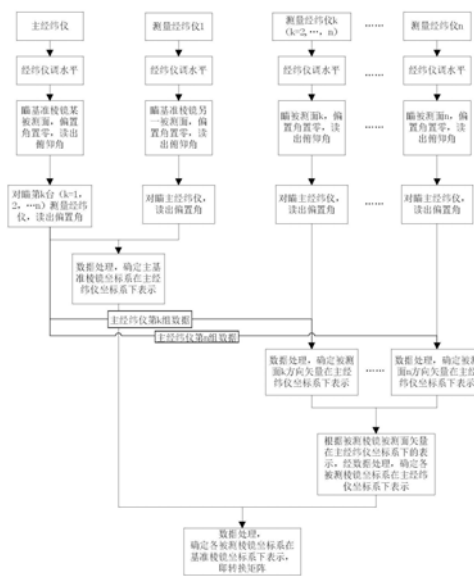
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

卫星精度单机测量方法

(57)摘要

本发明提供了一种卫星精度单机测量方法,其包括以下步骤:步骤一,设置一台固定不动经纬仪瞄准主基准棱镜的一个基准面,将经纬仪确定为主经纬仪,形成主经纬仪测量基准坐标系;步骤二,利用一台辅助经纬仪测量主基准棱镜的另一个基准面,将该镜面的方向矢量反映在该辅助经纬仪下,通过该经纬仪与主经纬仪对瞄,测出相对偏置角等。本发明减少了对卫星停放状态和对卫星停放架的平台要求,有效提升了精测工作效率,为型号研制节约了时间;解决了星敏感器等单机的空间安装精度测量及其安装精度的保证,为实现在轨高精度姿态测量奠定了良好基础,并已被其它型号借鉴推广。



1. 一种卫星精度单机测量方法,其特征在于,其包括以下步骤:

步骤一,设置一台固定不动经纬仪瞄准主基准棱镜的一个基准面,将经纬仪确定为主经纬仪,将经纬仪调水平,瞄准主基准棱镜某被侧面,偏置角置零,读出俯仰角,形成主经纬仪测量基准坐标系;所述偏置角指经纬仪水平调好后,经纬仪顺时针绕Z轴的转角,零位任意指定,经纬仪坐标系一旦确定,偏置角的零位指向棱镜被测平面时经纬仪的位置,范围为 $0\sim 360^\circ$;所述俯仰角是在经纬仪水平调好后,经纬仪Z轴与经纬仪光轴夹角,范围为 $0\sim 180^\circ$;

步骤二,利用一台辅助经纬仪测量主基准棱镜的另一个基准面,将该另一个基准面的方向矢量反映在该辅助经纬仪下,通过该经纬仪与主经纬仪对瞄,测出相对偏置角,就将主基准棱镜另一个基准面的信息转换到主经纬仪测量基准坐标系下,经数据处理,得出主基准棱镜坐标系OXYZ在主经纬仪测量基准坐标系下的表示;所述主经纬仪测量基准坐标系定义为O为原点,原点是经纬仪自准原点;Y为经纬仪镜头指向被测镜面的矢量在水平面内的投影;Z垂直于大地水平向上,水平面为经纬仪自准水平;X按右手定则;

步骤三,利用放置在不同方向的第一测量经纬仪和第二经纬仪分别瞄准被测单机棱镜的一个被测基准面,且将第一测量经纬仪和第二测量经纬仪分别与主经纬仪互瞄,测出互相对瞄的偏置角,经数据处理,利用两个被测镜面的矢量在主经纬仪测量基准坐标系下的表示,从而得出该被测单机棱镜坐标系 $O_m X_m Y_m Z_m$ 在主经纬仪测量基准坐标系下的表示;

步骤四,如第一测量经纬仪或者第二测量经纬仪与主经纬仪之间的测量光路被遮挡,无法实现测量经纬仪与主经纬仪的直接对瞄,通过在测量经纬仪与主经纬仪之间再设置一台过渡经纬仪,通过该过渡经纬仪先与主经纬仪对瞄,再与辅助经纬仪对瞄,从而达到被测单机精度测量的目的;

步骤五,主基准棱镜坐标系OXYZ与被测单机棱镜坐标系 $O_m X_m Y_m Z_m$ 之间通过矩阵运算,得出被测单机棱镜坐标系在主基准棱镜坐标系下的表示,就是转换矩阵,以及两个正交坐标系之间转换的欧拉转角。

卫星精度单机测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种卫星总装过程精度测量技术领域,具体地,涉及一种卫星精度单机测量方法。

背景技术

[0002] 随着卫星高分辨率的要求,星上姿态确定单机的指向精度要求也有了较大幅度的提升,这给工程实现带来了相当大的挑战,对于精度测量数据的准确度指标也已经提高到8",这也使得传统方法的测量系统误差不得不被关注。传统卫星的精测思想是以测出精度单机棱镜的安装情况相对于大地坐标系的偏差。为保证卫星坐标系与大地坐标系的平行关系,每次测量时都对卫星停放的状态进行严格要求,力求卫星纵轴与重力垂线平行,在此基础上用俯仰角、偏置角、滚动角3个参数描述单机安装精度。但是这也对卫星停放架的调平要求非常高,即使按照调试工艺要求的水平度0.05mm计算,对于俯仰角的精度测试结果也会引入接近9"的误差。由于卫星纵轴与重力垂线不平行,使得被测镜面法线在水平面上的投影也会与在卫星坐标系平面内的投影存在偏差,同样会对偏置角的精确度产生一定影响,对于精度要求不高的卫星该误差可以忽略,但对于高精度测量要求的卫星来说必须要考虑这方面的因素,想办法消除。

[0003] 同时,对于星敏感器等单机由于相互视场避让的要求,在整星构型布局上容易形成与主基准为三维空间夹角的情况,此时经纬仪等精测设备无法安置在等高块与气浮平台间的狭小空隙,不能完成测量工作,无法获取星敏头部数据的不同状态下变化情况。

[0004] 因此,采用单机棱镜坐标系之间的夹角矩阵表达,即被测单机相对主基准的相对偏差测量法,可以给出被测单机棱镜坐标系与主基准棱镜坐标系的转换矩阵,有利于减少对卫星停放状态的严格要求和停放架的调平要求,有效提升精测工作的效率,也能快速实现精度单机的表达和传递,这也正是总体和分系统之间最佳的传递选择。

发明内容

[0005] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种卫星精度单机测量方法,其利用了经纬仪坐标系与大地坐标系平行的工作原理,通过高精度经纬仪测量主基准棱镜的一个被侧面,形成了统一的经纬仪测量基准坐标系,其它测量经纬仪测量被测棱镜的镜面后,再通过经纬仪与主经纬仪之间的互瞄,将被测棱镜镜面的矢量信息转换到了主经纬仪坐标系下,从而实现了同次测量在统一坐标系下描述星上的各个精度棱镜指向的目标,得出了被测棱镜坐标系相对于主基准棱镜坐标系的转换矩阵,解决了被测单机与主基准在整星构型布局上成空间三维角度关系的安装精度测量,更便于单机安装精度在各系统之间的传递和表达;

[0006] 同时,由于主基准棱镜选在星上,被测棱镜与主基准棱镜可随卫星姿态一同变化,因此只需保证主基准棱镜与其他棱镜是在相同的状态下进行测量即可,与卫星的具体姿态无关,减少了对卫星停放状态和对卫星停放架的平台要求,有效提升了精测工作效率,为型

号研制节约了时间;解决了星敏感器等单机的空间安装精度测量及其安装精度的保证,为实现在轨高精度姿态测量奠定了良好基础,并已被其它型号借鉴推广。

[0007] 根据本发明的一个方面,提供一种卫星精度单机测量方法,其特征在于,其包括以下步骤:

[0008] 步骤一,设置一台固定不动经纬仪瞄准主基准棱镜的一个基准面,将经纬仪确定为主经纬仪,将经纬仪调水平,瞄基准棱镜某被侧面,偏置角置零,读出俯仰角,形成主经纬仪测量基准坐标系;

[0009] 步骤二,利用一台辅助经纬仪测量主基准棱镜的另一个基准面,将该镜面的方向矢量反映在该辅助经纬仪下,通过该经纬仪与主经纬仪对瞄,测出相对偏置角,就将主基准棱镜另一个基准面的信息转换到主经纬仪坐标系下,经数据处理,得出主基准棱镜坐标系OXYZ在主经纬仪坐标系下的表示;

[0010] 步骤三,利用放置在不同方向的第一测量经纬仪和第二经纬仪分别瞄准被测单机棱镜的一个被测基准面,且将第一测量经纬仪和第二测量经纬仪分别与主经纬仪互瞄,测出互相对瞄的偏置角,经数据处理,利用两个被测镜面的矢量在主经纬仪坐标系下的表示,从而得出该被测单机棱镜坐标系 $O_m X_m Y_m Z_m$ 在主经纬仪坐标系下的表示;

[0011] 步骤四,如第一测量经纬仪或者第二测量经纬仪与主经纬仪之间的测量光路被遮挡,无法实现测量经纬仪与主经纬仪的直接对瞄,通过在测量经纬仪与主经纬仪之间再设置一台过渡经纬仪,通过该过渡经纬仪先与主经纬仪对瞄,再与辅助经纬仪对瞄,从而达到被测单机精度测量的目的;

[0012] 步骤五,主基准棱镜坐标系OXYZ与被测单机棱镜坐标系 $O_m X_m Y_m Z_m$ 之间通过矩阵运算,得出被测单机棱镜坐标系在主基准棱镜坐标系下的表示,就是转换矩阵,以及两个正交坐标系之间转换的欧拉转角。

[0013] 优选地,所述主经纬仪测量基准坐标系定义为O为原点,原点是经纬仪自准原点;Y为经纬仪镜头指向被测镜面的矢量在水平面内的投影;Z垂直于大地水平向上,水平面为经纬仪自准水平;X为按右手定则。

[0014] 优选地,所述偏置角指经纬仪水平调好后,经纬仪顺时针绕Z轴的转角,零位任意指定,经纬仪坐标系一旦确定,偏置角的零位指向棱镜被测平面时经纬仪的位置,范围为 $0 \sim 360^\circ$ 。

[0015] 优选地,所述俯仰角是在经纬仪水平调好后,经纬仪Z轴与经纬仪光轴夹角,范围为 $0 \sim 180^\circ$ 。

[0016] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:本发明利用了经纬仪坐标系与大地坐标系平行的工作原理,通过高精度经纬仪测量主基准棱镜的一个被测面,形成了统一的经纬仪测量基准坐标系,其它测量经纬仪测量被测棱镜的镜面后,再通过经纬仪与主经纬仪之间的互瞄,将被测棱镜镜面的矢量信息转换到了主经纬仪坐标系下,从而实现了同次测量在统一坐标系下描述星上的各个精度棱镜指向的目标,得出了被测棱镜坐标系相对于主基准棱镜坐标系的转换矩阵,解决了被测单机与主基准在整星构型布局上成空间三维角度关系的安装精度测量,更便于单机安装精度在各系统之间的传递和表达;同时,由于主基准棱镜选在星上,被测棱镜与主基准棱镜可随卫星姿态一同变化,因此只需保证主基准棱镜与其他棱镜是在相同的状态下进行测量即可,与卫星的具体姿态无关,减少了对卫星

停放状态和对卫星停放架的平台要求,有效提升了精测工作效率,为型号研制节约了时间;解决了星敏感器等单机的空间安装精度测量及其安装精度的保证,为实现在轨高精度姿态测量奠定了良好基础。

附图说明

[0017] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0018] 图1为本发明卫星精度单机测量方法的流程示意图。

[0019] 图2(a)为经纬仪坐标系示意图。

[0020] 图2(b)为偏置角定义示意图。

[0021] 图2(c)为俯仰角定义示意图。

[0022] 图3为本发明实施例基准棱镜被测面在经纬仪下表示的示意图。

具体实施方式

[0023] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0024] 如图1所示,本发明卫星精度单机测量方法包括以下步骤:

[0025] 步骤一,设置一台固定不动经纬仪瞄准主基准棱镜的一个基准面,将经纬仪确定为主经纬仪,将经纬仪调水平,瞄基准棱镜某被侧面,偏置角置零,读出俯仰角,形成主经纬仪测量基准坐标系;

[0026] 步骤二,利用一台辅助经纬仪测量主基准棱镜的另一个基准面,将该镜面的方向矢量反映在该辅助经纬仪下,通过该经纬仪与主经纬仪对瞄,测出相对偏置角,就将主基准棱镜另一个基准面的信息转换到主经纬仪坐标系下,经数据处理,即可得出主基准棱镜坐标系 $OXYZ$ 在主经纬仪坐标系下的表示;

[0027] 步骤三,利用放置在不同方向的第一测量经纬仪和第二经纬仪分别瞄准被测单机棱镜的一个被测基准面,且将第一测量经纬仪和第二测量经纬仪分别与主经纬仪互瞄,测出互相对瞄的偏置角,经数据处理,利用两个被测镜面的矢量在主经纬仪坐标系下的表示,从而得出该被测单机棱镜坐标系 $O_mX_mY_mZ_m$ 在主经纬仪坐标系下的表示;

[0028] 步骤四,如第一测量经纬仪或者第二测量经纬仪与主经纬仪之间的测量光路被遮挡,无法实现测量经纬仪与主经纬仪的直接对瞄,则可通过在测量经纬仪与主经纬仪之间再设置一台过渡经纬仪,通过该过渡经纬仪先与主经纬仪对瞄,再与辅助经纬仪对瞄,从而达到被测单机精度测量的目的;

[0029] 步骤五,主基准棱镜坐标系 $OXYZ$ 与被测单机棱镜坐标系 $O_mX_mY_mZ_m$ 之间通过矩阵运算,可得出被测单机棱镜坐标系在主基准棱镜坐标系下的表示,即转换矩阵,以及两个正交坐标系之间转换的欧拉转角。

[0030] 如图2(a)、图2(b)、图2(c)所示,本实施例利用经纬仪坐标系与大地水平坐标系平行的工作原理,定义经纬仪测量坐标系如下:

[0031] O:原点为经纬仪自准原点;

[0032] Y:经纬仪镜头指向被测镜面的矢量在水平面内的投影;

[0033] Z:垂直于大地水平向上,水平面为经纬仪自准水平;

[0034] X:按右手定则。

[0035] 同时,偏置角 θ 指经纬仪水平调好后,经纬仪顺时针绕Z轴的转角,零位可以任意指定,特别的,经纬仪坐标系一旦确定,偏置角的零位即指向棱镜被测平面时经纬仪的位置,范围为 $0\sim 360^\circ$;

[0036] 俯仰角 γ 是指在经纬仪水平调好后,经纬仪Z轴与经纬仪光轴夹角,范围为 $0\sim 180^\circ$;

[0037] 某遥感卫星在整星顶部+Y向的碳纤维框架上设置了主基准棱镜,因数传天线展开机构对指向角度要求非常敏感,否则会影响到其展开性能,因此在单机上设置了精测棱镜,采用棱镜坐标系之间的夹角关系来精确表达其指向关系。

[0038] 如图3所示,在整星精测开始前,卫星放置在停放架上,在整星的+Y向设置一台固定不动经纬仪确定为主经纬仪,将经纬仪水平调好,通过瞄准测量主基准棱镜的+Y向镜面,从而确定整星统一的主经纬仪测量坐标系;

[0039] 再通过一台辅助经纬仪测量主基准棱镜的+X向镜面,并将辅助经纬仪与主经纬仪互瞄,测出相对偏置角,通过数据处理运算,则可求出主基准棱镜坐标系在主经纬仪坐标系下的表示。

[0040] 对于数传天线展开机构的棱镜,通过放置两台第一经纬仪和第二经纬仪,分别测量其+X和-Y面,并通过一台过渡经纬仪转接,分别实现第一经纬仪和第二经纬仪与主经纬仪的互瞄,测出相对偏置角,则展开机构棱镜的两个镜面矢量分别在主经纬仪测量坐标系下表示出来,再通过数据处理和矩阵运算,可得出数传天线展开机构棱镜坐标系在主经纬仪坐标系下的表示。

[0041] 由于展开机构棱镜坐标系与主基准棱镜坐标系均在统一的主经纬仪坐标系下表示,通过矩阵数据运算,数传天线展开机构棱镜坐标系就可转换为相对主基准棱镜坐标系下的表示,也即其转换矩阵,该角度信息可传递给数传天线系统,供其实现软件中的精确修订使用。

[0042] 综上所述,本发明利用了经纬仪坐标系与大地坐标系平行的工作原理,通过高精度经纬仪测量主基准棱镜的一个被测面,形成了统一的经纬仪测量基准坐标系,其它测量经纬仪测量被测棱镜的镜面后,再通过经纬仪与主经纬仪之间的互瞄,将被测棱镜镜面的矢量信息转换到了主经纬仪坐标系下,从而实现了同次测量在统一坐标系下描述星上的各个精度棱镜指向的目标,得出了被测棱镜坐标系相对于主基准棱镜坐标系的转换矩阵,解决了被测单机与主基准在整星构型布局上成空间三维角度关系的安装精度测量,更便于单机安装精度在各系统之间的传递和表达;

[0043] 同时,由于主基准棱镜选在星上,被测棱镜与主基准棱镜可随卫星姿态一同变化,因此只需保证主基准棱镜与其他棱镜是在相同的状态下进行测量即可,与卫星的具体姿态无关,减少了对卫星停放状态和对卫星停放架的平台要求,有效提升了精测工作效率,为型号研制节约了时间;解决了星敏感器等单机的空间安装精度测量及其安装精度的保证,为实现在轨高精度姿态测量奠定了良好基础,并已被其它型号借鉴推广。

[0044] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

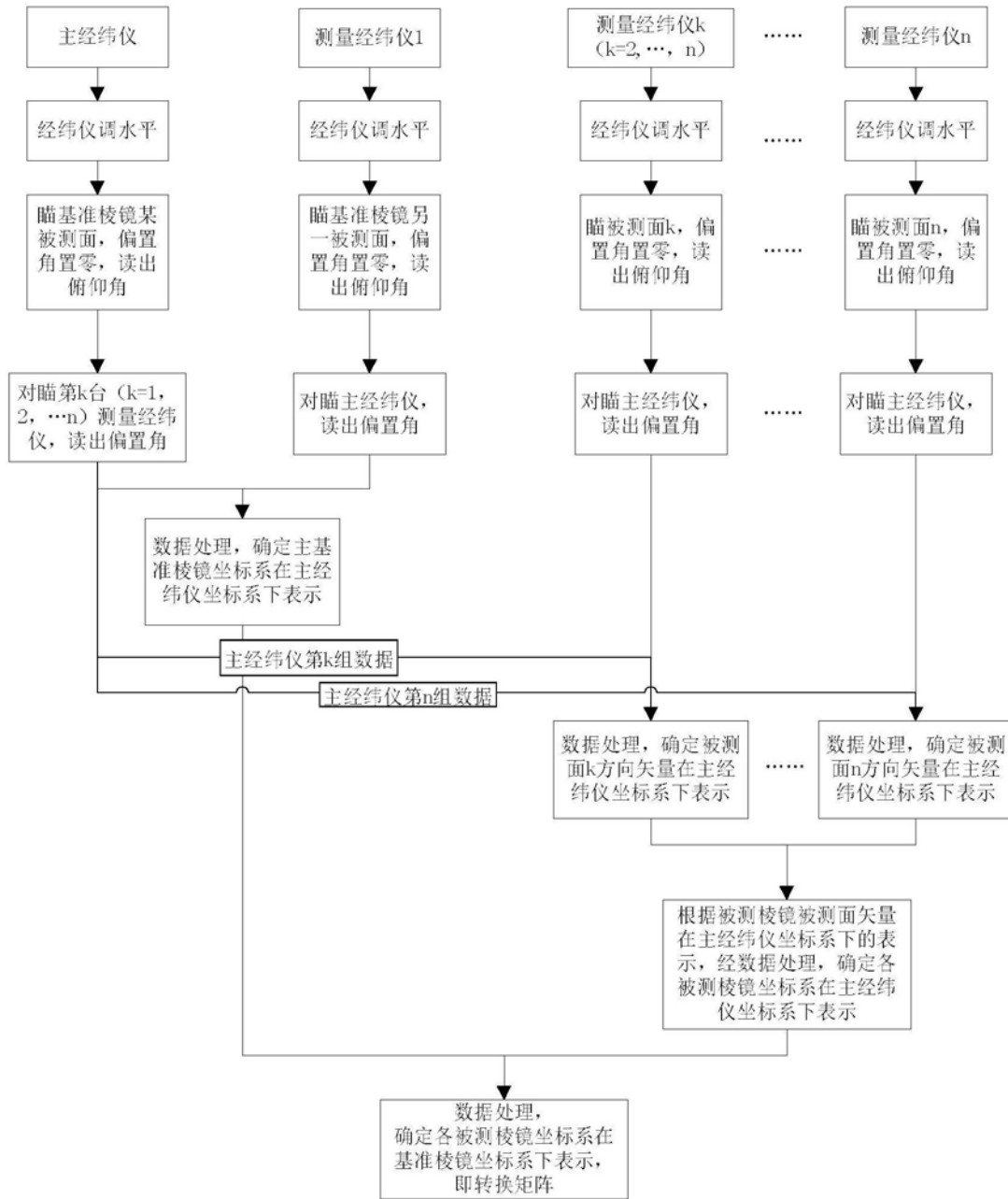


图1

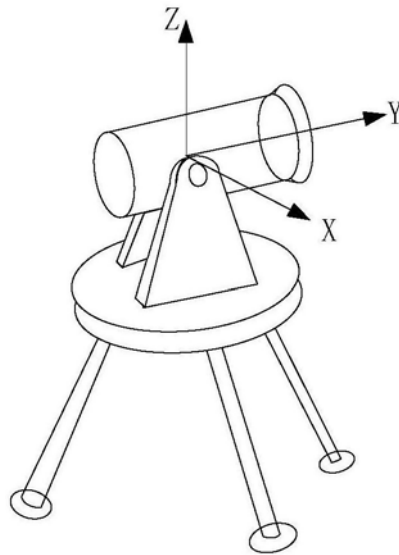


图2 (a)

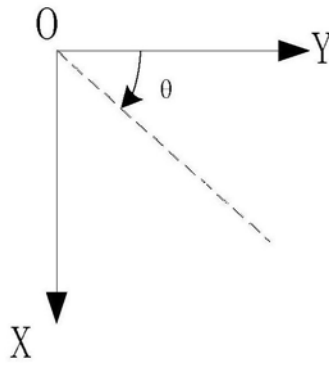


图2 (b)

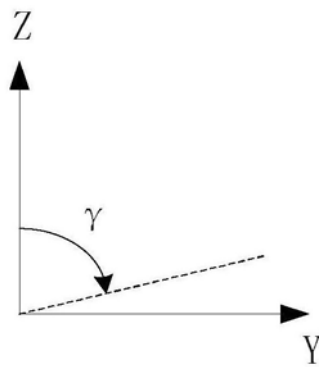


图2 (c)

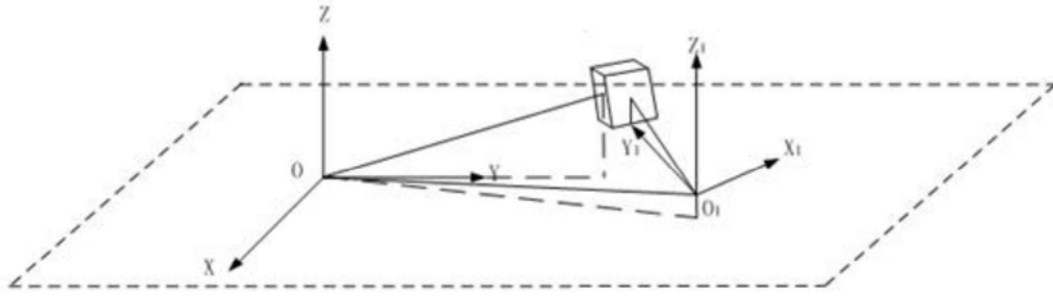


图3