

虚拟跟踪设备的定位和圆锥十字定位法

在虚拟拍摄之初，一个非常重要的准备工作就是定位摄像机，也就是确定真实的摄像机在真实空间的位置坐标和角度。虚拟跟踪设备将这些数据上传给服务器，以便虚拟跟踪软件生成虚拟画面。

作为有轨的虚拟跟踪设备，其显著的特点是在各个运动环节加装传感器，用传感器的数据计算摄像机的位置和角度。虚拟跟踪设备用于计算出摄像机位置、角度数据的原始数据可以分为三类：第一类是传感器数据，这类数据在拍摄过程中随时都在变化，硬件设备的计算机根据这些数据实时地计算并输出跟踪数据，无需操作者干预；第二类是一些基本的结构参数（如摇臂的臂身长度），这类数据比较固定，一般仅在系统配置变化，更换了部件时才有变化；第三类是定位数据，这类数据反映的是硬件系统在用户坐标系中架设的位置和姿态，每次架设和移动硬件系统时该数据都将变化，下边将着重讨论这类数据。

讨论定位之前，需要明确一些定义。

摄像机中心：摄像机光轴与摄像机在水平位置时（俯仰角为 0° 时）摄像机水平旋转轴的交点，如图1的C点。**摄像机水平角（PAN）：**为摄像机与向前方的坐标轴的夹角，顺时针为正。（精确的定义为：摄像机光轴在水平面的投影直线与向前方的坐标轴的夹角）。**摄像机俯仰角（TILT）**为摄像机与水平面的夹角，向上为正。

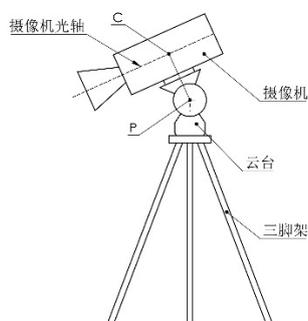


图 1

云台中心：云台的水平旋转轴与俯仰旋转轴的交点，如图1的P点。定义摄像机中心C与云台中心P的距离为摄像机高度，用 h (Camera High)表示。在图1所示的液压阻尼云台上， h 恒大于0，对于摇臂的电控云台， h 有大于、等于和小于0的情况。

定位数据可以分为位置和姿态，其中位置是一个特定点的坐标，姿态是若干角度数据。这里的坐标和角度，都是在用户真实坐标系内的。对于不同的设备，这个特定点和角度的定义也有所不同。

对于一个固定机位的云台，这个特定点是云台中心。固定机位云台需要引入一个零度偏差角 β_0 。在云台架设时，云台上的水平传感器零度角位置与输出的云台水平角（即与向前方的坐标轴）将有偏差，这个偏差即为零度偏差角 β_0 。

对于直线轨道系统，特定点为轨道传感器数据为零时的云台中心点。直线轨道系统除需要引入零度偏差角 β_0 外，还引入了轨道方位角 θ 和上升角 δ 。其中方位角定义为轨道在传感器数值增大方向的直线与横向坐标轴右侧方向的夹角，顺时针为正。上升角为轨道在传感器数值增大方向的直线与水平面的夹角。

对于摇臂系统，特定点为摇臂中心点，这个摇臂中心点定义为摇臂臂身的水平轴与俯仰轴的交点。按照摇臂系统的定位操作方法（见摇臂使用说明书），云台的零度偏差角 β_0 为 180° 。引入一个臂身零度偏差角 γ_0 ，定义为摇臂水平角传感器数据为 0 时，摇臂臂身与向前的坐标轴的夹角。

在虚拟拍摄时，跟踪设备将真实摄像机在真实空间的坐标和角度发送给服务器，虚拟软件用这些数据构建虚拟场景，并将虚拟场景与摄像机的真实场景叠加。所以如果虚拟跟踪设备给出的数据与摄像机的实际位置不符，这个叠加的场景将会出现偏差。特别地，当摄像机在运动时，如在轨道或摇臂上，这个偏差很可能还有变化，其效果就是实景和虚景之间产生漂移。

为减小摄像机的位置和角度数据的偏差，这里引入了圆锥十字定位法用来精确地确定这些基础数据。圆锥十字定位法除了在硬件端设计了完善数据调节机制外，还将实际定位数据实时地上传给服务器，所以可以在监视器上观察到定位效果，实现所见即所得。

圆锥十字定位法包括软件设置、现场标注和定位操作三部分。

一、软件设置

用虚拟跟踪软件做一个增强现实（AR）工程：在坐标系原点处放一个倒置的圆锥，圆锥尖与虚拟坐标系原点重合，再沿水平面的两个坐标轴做一个中间断开的十字线，如图 2。软件设置相当于确定了虚拟坐标系，标志了虚拟坐标系的原点和水平面上的坐标轴。



图 2

二、现场标注

在现场确定一个真实的坐标系。在现场或演播室内摄像机能够拍摄到的地方标注一个点（下称现场原点）和一条直线（下称现场坐标轴）作为真实用户坐标系原点和坐标轴方向。这个点和直线可以任意选取，为方便定位，在摄像机的移动范围内，这个原点和直线都应能够清晰可见。

三、定位操作前期准备

在进行定位操作前首先应将虚拟软件和硬件设备的坐标轴做对应，即 X、Y、Z 轴所定义的方向必须相同。虚拟软件和硬件设备均有这个设置功能。另外，在进行定位操作前，应该对特定点坐标和必要的角度值有一个大概预估值或进行粗略的测量，这样可以使圆锥和真实

原点同时在摄像机画面里，方便数据调整。

跟踪设备进入定位菜单“Position Parameter”，测量并输入摄像机高度 Camera High 参数。

四、定位操作

选择一个容易测量准确的参数不变，一般是高度值，反复调节左右（Axis →）、前后（Axis 右上）和角度（云台和轨道为 β_0 ，摇臂为 γ_0 ），观察虚拟软件的输出画面，使虚拟圆锥的尖与现场原点重合，虚拟十字线的一支与现场坐标轴重合。

需要说明的是，这里虚拟圆锥尖与现场原点的重合即有可能是真正的重合，也有可能是现场原点与虚拟圆锥正好与摄像机在同一直线上，即与摄像机的距离不同。对于摄像机可以移动的系统，如轨道和摇臂，将摄像机移动到另外位置，这一不重合将显现出来。

在现场原点与虚拟圆锥尖重合时，选取设备菜单的“Set Point”选项，激活距离调节选项：

在轨道系统中，移动摄像机到另外位置，重新将摄像机对准现场原点，调节“AimD”和“ θ ”角数值，使现场原点与虚拟圆锥重新重合。

在摇臂系统中，调节“AimD”使虚拟圆锥尽可能接近现场原点。

在不移动摄像机的云台系统中，在原点放一个与虚拟圆锥同样高度的物体，调节“AimD”使物体与虚拟圆锥在高度上重合。