

# 基于人机工程的手持云台设计研究

苏晓

桂林智神信息技术股份有限公司

**[摘要]**云台是安装、固定摄像机,同时起到平衡和稳定的作用的辅助型产品。在我们日常生活和新产品的研发中,云台技术的应用十分广泛,如消防车上的云梯、坦克的炮筒、智能机器人的手臂等。云台可以装载从智能手机到专业级摄影机等质量不等的摄影设备。目前,各个数码公司制造的专业级摄影设备通常体积和质量较大,因此对于摄影用户拍摄的难度也会增加,辅助这些专业级摄影设备的手持云台,具有载重大、质量大、电机出力高、计算精密的特点,但是在便携性和易用性方面存在不足。手持云台如何在满足使用功能的前提下优化用户体验,是一个需要解决的问题。基于人机工程关系出发对手持云台产品进行设计优化,以情景构建和运动仿真分析的方式检验手持云台的设计,通过改良手持云台来帮助摄影用户有更好的拍摄体验。

**[关键词]**人机工程;手持云台;设计

**【DOI】**10.12252/j.issn.2096-6261.2020.03.165

云台是一种应用惯性传感器获得目标姿态并通过控制器使其达到稳定的设备。80年代初期陀螺仪大量应用于军事领域,如导弹制导、目标跟踪、手持武器、陆基坦克设备等。从最初的单自由度到双自由度直到现在普遍的三自由度稳平台。随着科学的进步陀螺仪技术越来越成熟。以陀螺仪为主要惯性期间的惯性稳定系统也从原来的军用普及到了民用领域。在我们的生活中随处可见。针对现有装载专业摄影设备的手持云台的易用性和便携性不足的问题,将人机工程学应用于手持云台的设计研发。以仿真优化的人机理论方法为核心,构建人体使用手持云台的虚拟模型,以情景构建的方式模拟用户使用场景,获取用户与手持云台的相关人机数据。再利用 SolidWorks 运动仿真功能,模拟该产品的机械运动,检查运动干涉进行优化设计。

## 一、手持云台的定义

云台本身是一种安装固定摄像机并能任意方向转动的装置,也具有可握持部分,方便摄影用户携带移动的云台被称为手持云台。手持云台由于需要摄影用户携带,因此本身的载重量就会有所限制。现市面上常见的手持云台的最大载重一般在 5kg 左右。目前最常见的搭载设备的性能和操作的专业程度分为专业级和非专业级。

**非专业级手持云台:**又被称为消费级手持云台,顾名思义是面向大众消费者的产品。小型非专业级手持云台主要辅助智能手机、运动相机、卡片相机等小型摄影设备,因此会通过蓝牙或热点来与手机端的 app 进行连接操控。可以轻易单手操作云台,并直接通过身体和手臂的转动来调整视频的拍摄角度,同时,由于摄影设备的质量变得太轻,导致手持云台的增稳效果弱于辅助专业级摄影设备时的效果。

**专业级手持云台:**摄影设备的拍摄质量高低与设备的精密密度相关,通常越精密的设备质量越大,因此专业级手持云台本身就具有载重量大的特点,这是专业级手持云台必备的功能之一。同时载重量大出力大也意味着云台本身质量较大,这也是专业级手持云台共有的不足之处。因此,摄影师使用专业级手持云台需要副手帮助摄影师操作画面,其手持云台可以直接连接手机端的 App 甚至电脑端的软件来操作。但这种无线操作云台的方式会根据环境的不同产生干扰,所以由于搭载设备的质量大,需要配备手持云台的三轴增稳系统才可以更好的发挥作用。

## 二、手持云台应用现状

手持云台作为专门辅助拍摄的产品,在电影、电视剧等视频拍摄中起到重要作用,近年来由于工程技术的进步和基于用户体验的考虑,手持云台形态逐渐改变,由传统的双手分开握持操作方式变为可以双手同时握持手柄部分,在便携性和易用性方面更具有优势。目前手持云台主要支持单反相机和摄影机等设备,但是近年来也出现装载运动相机、手机的小型非专业级手持云台。据调查,搭载运动相机和手机的非专业级手持云台由于轻便小巧,因此用户体验较好,但是专业级手持云台由于搭载设备质量大的原因,在此方面还具有上升空间。

1、手持云台模块划分。手持云台根据功能模块的划分,可以分为云台模块和握持模块。云台模块是整个产品功能的核心部分,包括结构设计、电路设计、程序编写等,对手持云台的性能产生直接影响。而握持模块具有支撑整体、可握持的功能,并通过自带的操作系统控制云台和相机,是手持云台中人机工程关系最丰富的模块,对用户体验产生直接影响。

2、手持云台使用方式。目前手持云台可以让用户通过握持模块中正副手柄的搭配使用完成操作。如图。



由图可以看出,目前操作区域的变焦滑轮通常设计在手持云台左边,用户只能用左手才能方便调节变焦滑轮,导致双手的分工被固定。对于长时间使用手持云台的用户而言,设计并不合理。由数据可以发现,手持云台最大载重和自身质量总和在 5000~6500g 范围内,用户使用时还需要考虑位移时的惯性。因此双手会长时间保持同一使用姿势,使人体长期处于不合理静态施力状态,导致身体会有很大的负担。

## 三、基于人机工程手持云台设计

手持云台的设计须考虑到人机工程的因素。如握持时的受力大小、眼睛与屏幕之间的距离、转换拍摄视角的流畅度和舒适度等。需要充分考虑用户上肢尺寸。因为产品特性,用户以发育完成的成年人为主,部分人体尺寸差异并不明显,可以通过同一模型来进行标识。由于用户在不同的拍摄

需求中会有不同的拍摄姿势，为方便收集数据，人体模型采用用户最常用的站立拍摄姿态，用来模拟手持云台的使用情况。

### 1、握持模块设计研发流程

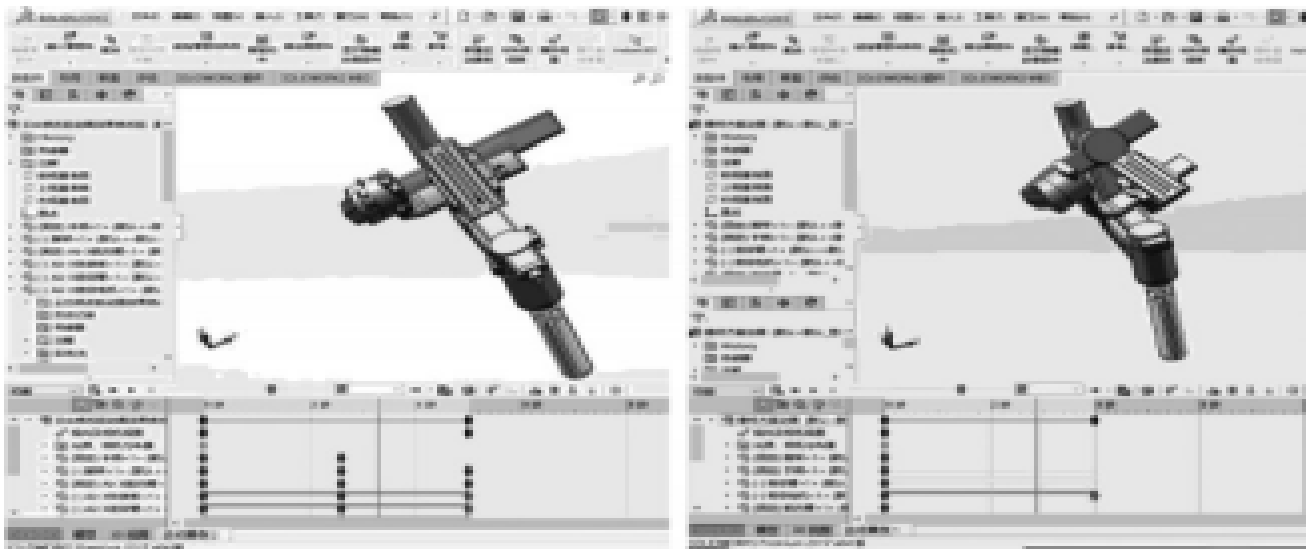
(1) 收集人机数据。用户常规握持云台出力关系可知，手持云台站立使用时单手臂的动作与人体使用哑铃锻炼时的动作相似，与人体上肢锻炼时运用肌肉相同，因此可参照哑铃锻炼手臂的方式，判断用户使用手持云台的出力状况。研究过程表明，人体上肢前臂和大臂之间的夹角越趋于 $90^\circ$ ，肌肉施力越大，锻炼效果越好，而低于 $90^\circ$ 时角度越小越省力。同理，在手持云台的实际使用中，用户上肢夹角越小，使用起来越省力。基于人机工程来进行手持云台的设计优化，需要确定使用者生理特征，由于专业摄影设备较重，因此用户多为成年男性，手持云台使用方式为握持，并掌握国内男性手掌尺寸和作业区域。

(2) 确定握持模块的设计方向。握持模块中手柄的设计包括长度、直径、手把形状以及尺寸，考虑工业加工的难度

与操作性，选择圆柱形手柄。圆柱形手柄的直径、长度及操作区域的长度均与人体对应的尺寸密切相关。基于人体手部尺寸数据和内部空间大小的考虑，结合前面所取得的人体尺寸数据，确定握持模块的结构设计方向，所改良的握持模块的推理过程及结构草案。

2、构建云台模块模型。SolidWorks作为工程类软件，在辅助结构设计和运动仿真方面具有优势，主要运用SolidWorks建模和设计功能分析云台模块的结构，并基于已有应用SolidWorks研发手持云台的案例，选择将SolidWorks的运动仿真功能应用到手持云台云台模块的设计中。手持云台的云台模块和握持模块直接相连，两者之间的设计会相互影响。根据握持模块的设计，优化云台模块与握持模块连接的部分，并根据该部分的优化来调整手持云台整体的形态结构。由于云台模块均为三轴增稳系统，所以先参考市场现有手持云台，构建优化前的云台模块方案，并与设计优化后的云台模块进行比对。

如图所示，是优化前后手持云台在 SolidWorks 中进行



的运动仿真实验。修改前后的云台模块在 SolidWorks 中的运动状态以及收纳和使用状态下的模型对比，可以观察出优化前云台模块与握持模块之间距离较近，机械运动过程中容易相互干涉，同时也阻碍用户的握持。优化后云台模块和握持模块之间的干涉减小，设计优化后的云台模块三轴机械臂的最大活动范围，可根据图数数据验证装载摄影设备后的运动干涉。

### 3、手持云台设计方案

通过设计深化，其设计特点是握持部分操作界面倾斜，变焦滑轮置于顶部，扳机键与手柄一体化，并参考CRANE3 LAB手持云台，将三脚架代替手持手柄的传统位置。在SolidWorks中进行手持云台的运动仿真并构建相应的人体模型，并对比优化前后的设计方案，优化前后手持云台的使用对比可以看出，优化后手持云台的站立拍摄时重心更低，稳定性更高，更符合用户延时摄影的需求；优化后常规握持时负责操作区域的手臂离身体更近，支撑手持云台的出力更

少，更便于操作云台；为使优化后低机位拍摄时用户使用更加便利，可以由原来的双手操作变为单手操作，满足用户多操的需求，且手持云台机身更低，用户重心向下而非向前偏移，减轻用户静态施力时的腰部压力；优化后收纳状态下的手持云台更加紧凑，更能适应背包、汽车后备箱、储物柜等大多数储存空间，在便携性方面具有优势。

通过对手持云台整体进行设计优化。同时，利用SolidWorks运动仿真功能，模拟手持云台实际使用时的机械运动状态，验证干涉；根据优化前后手持云台的使用状态对比，来验证设计优化后手持云台的合理性。证明优化后云台在易用性和便携性方面具有优势。

### 参考文献

[1]黄诗鸿.基于 Solidwork 的拖拉机耕犁装置的设计与仿真[J].农机化研究, 2019, 41(7): 52-56.  
[2]陈媛, 宋端树, 黄悦欣.模块化设计方法在童车设计中的应用[J].包装工程, 2018(16): 158-162