

大视场微型无人机镜头的设计研究

李阿珠 赵越 薛婷婷 李世纪 马升 李英侨

辽宁何氏医学院

[摘要] 本文采用双高斯物镜,对无人机镜头进行设计,利用ZEMAX软件对设计好的镜头进行了优化,改用大视场微型无人机镜头,系统的光学特性为: $f' = 50$, $2\omega = 50^\circ$, $\frac{D}{f'} = \frac{1}{2}$ 。该系统具有较大的视场,拍摄范围更广,无人机在航拍过程中可以拍摄到相对更广泛的景物,在执行相同的拍摄任务可以更高效的完成。

[关键词] 无人机; 镜头; zemax; 双高斯物镜

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.11.400

前言

我国无人机最早出现在1917年,当时应用在无人驾驶飞行器的研制和靶机,主要应用在军事上,后来才逐渐被应用于作战、侦察及民用遥感飞行平台上^[1]。20世纪80年代以来,随着计算机技术的迅速发展、通讯技术的发展以及各种数字化,无人机镜头也的不断面世,无人机的性能不断提高,应用范围和应用领域也迅速拓展。随着我国改革开放的逐步深入,经济迅速发展,各地区的地貌发生巨大变迁。现有的航空拍摄技术手段已无法适应经的发展需要^[3]。以无人驾驶飞机为空中航拍的技术,正是适应这一需要而不断发展起来的一项新型应用性技术,能够较好地满足现阶段我国对航空航拍业务的需求,对陈旧的地理资料进行更新。^[2]同时随着生活水平的不断提高,人们对事物的认知水平进一步提高,需要观看高空图像,空中拍摄吸引了很多爱好者,人们对无人机的需求不断提升,随着科技的进一步发展,可以使用计算机对图像信息加工处理,拍到的图像更清晰,但是拍摄角度较小,因此对无人机镜头的设计及其优化显得尤为重要。^[5]

一、光学系统镜头的选择

无人机物镜最开始是单一的透镜,但是单透镜成像具有很多单色像差,成像范围较狭窄,因此本文针对无人机镜头,采用双高斯物镜,增加视角范围,使无人机的拥有更广泛的视场,拍摄范围更广。双高斯物镜是一个具有较大视场角的物镜,它的相对孔径最先达到二分之一的物

镜,是在大孔径物镜的基础上,增大物镜的相对孔径,达到增大无人机视场的目的,使航拍范围更广。基础的双高斯物镜的结构是由两组双胶合透镜组成,大大的增加了系统的相对孔径^[6]。

二、镜头设计

zemax光学自动设计软件,于1991年由美国问世,能够实现光学系统的建模、像差分析和优化、光线追迹计算等功能。zemax速度敏捷,功能强大,简单灵巧,是一个完美的、实用的综合性设计软件。zemax可以虚拟模仿非连续和连续的成像系统。应用界面呈现在眼前的是非常清晰的,使用起来也非常简单。有很大一部分功能可以应用下拉菜单和选择对话框来操作,一目了然。与此同时,也提供快捷键,主要用于快速操作菜单指令。现这款软件已经在全球范围内大面积的应用于设计系统的显示,照明、形成影像的完好完备的光学系统,漫射光以及激光程序一些部分的策划使用。本文利用zemax软件进行光学设计和优化,从而获得无人机镜头较清晰的成像系统。

无人机物镜的性能主要由相对孔径、焦距和视场角这三个参数决定。这三个参数互相制约,在设计中要考虑到他们之间的关系,本文采用双高斯物镜进行设计,满足设计要求,同时减小色差。

双高斯物镜的数据:光学特性为 $f' = 50$, $2\omega = 50^\circ$, $\frac{D}{f'} = \frac{1}{2}$ 。相对孔径影响面照度,无人机物镜的照度与相

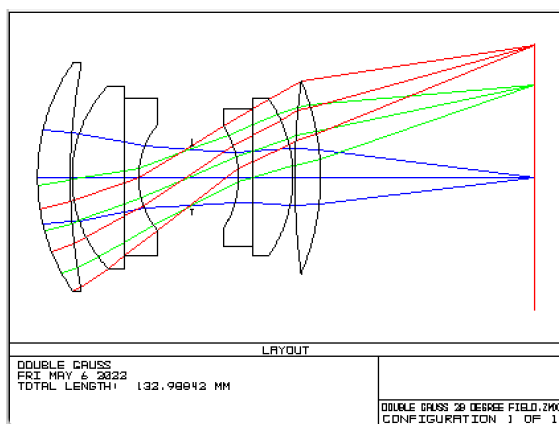


图 1

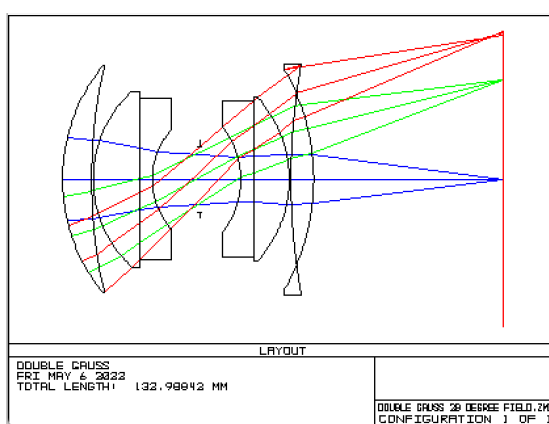


图 2

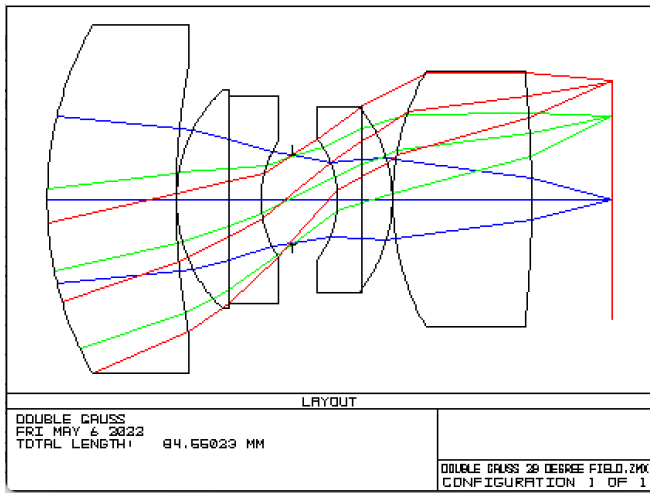


图 3

对孔径的平方成正比，即为： $E_0 = \frac{\pi}{4} \tau L \left(\frac{D}{f'}\right)^2$ ，为了能够对高速运动的物体进行摄影，需要较小的曝光时间，因此需要采用较大相对孔径的物镜。

在zemax中输入初始无人机电物镜系统的结构参数，一共10个球面，1个物面，1个光阑面，1个像面，设定合理的数据，选择合适的玻璃材料。通过查阅资料，找到一组初始数据，在zemax的镜头数据编辑窗口，依次输入各个面的半径、厚度和玻璃材料，设定第6个面为光阑面，其中注意玻璃材料的选取，采用国内玻璃材料。在系统孔径中输入25、三个视场中分别输入0、14和20。对第11个面选择边缘光线高度。在zemax中构建二维图，如图1所示，光路清晰，图形无异常，像差较小，满足设计要求，但是视场角较小，不满足我们的设计要求，需要进行调整和优化。我们采用zemax中自带的优化程序，只需输入边界条件和建立评价函数。评价函数是用光路计算的方法，建立结构参数和像差之间的近似线性方程组： $AAx = \Delta F$ ，当像差小于自变量，可以求解方程组的解，得到约束条件： $\Delta x = A^T(AA^T)^{-1}\Delta F$ ，像差不能相关。

在系统孔径中输入25、视场中分别输入0、17和25。在zemax中构建二维图，如图2所示，结构出现异常，需要进行调整。

将系统的10个半径和8个厚度作为自变量，建立评价函数，设定边界条件，焦距为50mm，同时对于透镜的最小厚度给予0.1、1.5、2mm的设置，然后利用zemax软件中的优化系统进行优化，当像差保持不变时，停止优化，得出系统各项参数。在zemax中构建二维图，通过图像可以清晰展示所设计光学系统的透镜和光线路径，如图3所示，图中采用“F，d，C”光，我们可以清晰地发现，光路清晰，图形无异常，像差较小，满足我们对光学系统的设计要求。

MTF又称为传递函数，用来计算所有视场的离焦衍射情况，对于一些失真和畸变的系统zemax也能精确的算出MTF值，用像空间每毫米的线对数表示MTF曲线的空间频率。打开

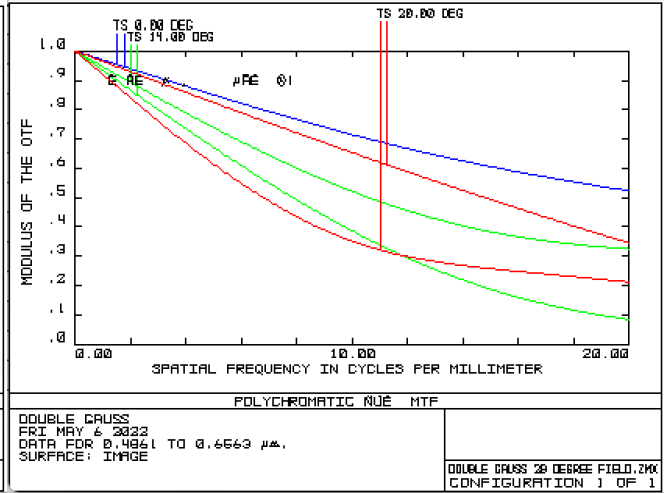


图 4

工具栏的快捷键“Mtf”，进行函数调制，当数值保持不变，停止调制，确定绘图空间每毫米20线对数。玻璃材料也会影响成像效果和色差，反复调节，选择LAK3和F5，作为最终的玻璃材料，通过图像我们发现成像效果较好。图4为系统的MTF曲线，表明系统像差较小，离焦较小，可以成清晰像，点列图和MTF曲线都表明我们设计的光学系统满足要求。

三、结论

采用zemax对无人机镜头进行优化，可以获得物镜系统

参数为： $f' = 50$ ， $2\omega = 50^\circ$ ， $\frac{D}{f'} = \frac{1}{2}$ 。该系统成像清晰，色差较小，满足我们设计的光学系统要求，同时能够获得相对较大的视场角，这样就可以使无人机在航拍过程中拍摄到更广泛的范围，在执行相同的拍摄任务可以更高效的完成，随着科技的进一步发展，可以使用计算机对图像信息加工处理，拍到的图像更清晰，但是拍摄角度较小，增无人机镜头的视场就显得尤为重要，因此对大视场无人机镜头的研究具有一定的研究意义。

参考文献

- [1]迟晓鹏, 罗卫兵, 刘广斌. 微型无人机变焦摄像机设计[J]. 半导体光电, 2016, 37(05): 742-745.
- [2]张博, 张刚, 程永强. 一体化摄像机变焦控制系统的设计[J]. 电视技术, 2010, 34(06): 38-40+63.
- [3]路静. 微型无人机的应用现状及未来发展[J]. 集成电路应用, 2018, 35(04): 88-91.
- [4]刘宜淋. 无人机倾斜摄影技术在测绘工程中的应用[J]. 福建建材, 2020(12): 41-43+114.
- [5]曹爽, 马剑, 马文. 基于单镜头无人机倾斜摄影的建筑物三维模型构建[J]. 桂林理工大学学报, 2019, 39(3): 643-649.
- [6]胡睿, 张小邨, 李建. 小型无人机航拍研究之镜头运用浅析[J]. 现代电视技术, 2016(3): 126-130.