

自控微型无人驾驶飞机结构性能分析

杨 坤

(新疆维吾尔自治区人工影响天气办公室, 新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要:对 QT97 型自控微型无人驾驶飞机的主要结构、技术性能、控制部分等软硬件结构及性能进行了简要说明, 分析了无人机主要组成部分的配置的性能特点, 并介绍了如何设计飞行航线和进行远程超视距台控飞行, 当飞行航线偏离预定航线时可应用空气动力学原理调整飞行姿态。

关键词:无人飞机;机械结构;技术性能;远程控制;航线

中图分类号:V212 **文献标志码:**A

无人机 (UAV) 是无人驾驶飞机 (Unmanned Aerial Vehicle) 的简称, 它是一种由动力驱动, 机上无人驾驶, 可重复使用的航空器。最初研制出于军事目的, 民用较晚^[1]。微型无人驾驶飞机 (Mini Unmanned Aerial Vehicle 简称 MAV), 指其中尺寸较小, 空中停留时间较短的一类, 近些年来无人机的发展很快, QT97 型就是由中国气象局大气探测综合试验基地自主研发的一种可用于人影作业、航拍等的 MAV。它具有自动导航、自动驾驶、实时显示飞机飞行轨迹及状态参数等功能, 它的有效载荷为人影作业装备或高分辨率的日间照相机。

从 2004 年开始, QT97 型自控微型无人飞机 (以下简称“飞机”) 在新疆开展人影作业及航拍的作业飞行。从飞机的飞行参数、技术性能等方面来看基本达到了飞行的设计要求, 飞机顺利的完成了数次航拍任务和人影作业实验, 取得了大量的图像资料和实验数据。

无人自控飞机要圆满完成飞行任务不仅要有好的软件控制和电子系统, 还需要有合理的机械结构配置, 笔者就这些方面的性能、操作以及该飞机的利用前景做一些简要的介绍和分析。

1 飞机主要组成部分

QT97 型无人驾驶飞机系统组成见图 1。

2 主要配置及性能分析

1) 发动机。发动机是飞机的核心部分, 飞机采用的是汽油活塞式螺旋桨发动机, 较航模电动机以及甲醛发动机相比汽油活塞式发动机易启动、加



图 1 系统组成框图

速快、转速稳定, 所用燃料容易买到^[2]。飞机为润滑油和汽油混合燃料, 润滑油和汽油所配比例大约为 1:25。发动机性能较好, 带直径 46 cm 的螺旋桨转速可达 9 000 转/min, 输出功率大约为 1 kW。采用了后置推进式, 可以有效保护发动机和螺旋桨, 飞机前半部分也不会因为发动机排出的油料及燃烧废气而被污染。但也有一些缺点, 如飞机采用这种发动机高海拔适应能力差, 长时间使用可靠性下降。

2) 机身。飞机机身是玻璃钢制成。玻璃钢是用玻璃纤维和树脂胶结合而成的复合材料^[3]。一般用在局部加强上, 比如机翼等受力大的部件, 也可单独做成机身、机翼、整流罩等。特点是强度大、重量轻、加工成型方便、适合单件生产。所以本机机身的结构强度较大。

3) 机翼。飞机采用的是常见的平凸型机翼^[4]。这种翼型的机翼在飞行时升力大而速度相对较慢, 滑翔性能好, 但相对机身重量而言机翼面积较大。受风特别是垂直气流影响较大。在获得大升力、节省能源的同时牺牲了一些速度和抗风能力。机翼为上单翼, 即固定位置靠近机身的上部, 这种结构飞

收稿日期:2011-05-12;修回日期:2011-06-12

作者简介:杨 坤(1977-),男,河南民权人,硕士,工程师,主要从事云物理和人工影响天气研究,E-mail:yangkuncxj@163.com。

机重心在下,从结构上来说稳定性就较高。但同时飞机的机动性就下降。这也正是一些战斗机、特技机等需要高机动性的飞机机翼位置靠下的原因。飞机从用途上来说首先要求安定性高,机动性要求并不高。所以采用上单翼结构。机翼上没有控制舵面,升降和方向控制由尾翼完成。

4) 尾翼。飞机采用的是V尾(V型尾翼的简称)用尾管和机翼连接。V尾是飞机中一种特殊的尾翼结构。它由2个带舵面的,相互构成120°的翼面组成。在应用中有正装、倒装之分。此机采用的是倒装。这种尾翼的特点是结构简单,可省去10%~30%的尾翼重量。另外由于它的V字型结构,有效避开了机翼或螺旋桨尾流的影响。使稳定性提高,许多军事上的无人机都采用这种结构。V尾是一种应用补偿原理的尾翼结构形式,它通过2个相对倾斜的翼面产生水平及垂直安定面的效果,通过2个翼面的顺动和差动实现飞机升降和方向的控制。当然也有缺点,由于V尾的气动结构不太适合精确的飞行控制。如前面提到的需要高机动性的飞机就不采用这种翼型。飞机从用途上来说要求较高的结构稳定性。机动性要求不高。所以飞机采用V尾。

5) 燃料系统。1台以发动机为动力的飞机不仅要有1台性能优秀的发动机,燃料系统的设计与安装也要合理^⑨。在此机中只要求做平稳的飞行,不要求做高难度的动作,飞行姿态变化不大,油箱和供油管的要求都不高,不需要加压系统。只有出油管和发动机汽化器连接,另有一根空管为通大气防止油箱内出现负压用,在平飞状态下可以正常工作。飞机不要求做快速爬升和俯冲动作,所以这种供油系统可以满足飞行要求。

3 航线设计及台控飞行

先标定气压,根据海拔高度估算气压值是否正确,地面气压是航线设计时标定相对高度的依据。然后设置起飞点,设计航线时一般在起飞点附近设计四方形的五点航线,且航线不要通过起飞点,便于引导遥控员进入航线并观察摇/自控转换是否正常,且降落时在起飞点上空盘旋利于遥控员观察并控制飞机。设计时要考虑以下因素。

1) 太阳位置。如果是训练飞行应尽量将航线设计到背光区。

2) 风向因素。尽量将航线设计到上风区。

3) 能见度。航线设计既要有一定的高度以保证飞机出现异常时有充分的时间调整飞机姿态或采

取开伞等紧急措施,又要考虑不能飞的太高、太远超出人的视线范围。然后让飞机水平分别做顺时针、逆时针旋转,正常情况下陀螺量应该在正负几十上下波动。遥控升降、风门、方向、开伞等比例通道检查是否正常。一切正常后可进行飞行作业。

4 中立量的调整及远程超视距飞行

4.1 自控时的调整

飞行调整是飞机在遥/自控状态下能否平稳飞行的基础。先记录一组爬升率在1~3m的小风门直线飞行状态,再记录一组爬升率在5~6m的大风门直线飞行状态。接着台控员引导遥控员从目标点的90°方向进入航线切入自动飞行,观察飞机的飞行状态。如不能正常飞行重新调整直线状态,直到切入自控飞行后能正常沿航线飞行。注意,从下风区转向上风区如转弯半径较大只要在一定范围内能转到预定方向也属于正常飞行状态。同理,飞机从上风区转向下风区时转弯半径较小也属于正常。飞机在自动飞行状态下能正常沿直线飞行就可准备进入远程台控飞行调整。

当飞机在视线以外飞行时如发现飞机偏离预定飞行路线或需要调整飞机的爬升率和风门时就要进行台控远程中立量的调整。

如飞机处于自控飞行状态时偏离航线,在发射电源关闭的情况下调整方向、升降或风门等需要调整的比例通道。量要小,一般每次1~3格。在自动飞行开关在遥控状态下打开发射电源,让飞机把此时的控制量纪录为中立位置。飞机记忆后让飞机重新进入自控飞行状态并取消自动飞行选项以便下次遥控调整。监视飞机飞行路线,如有必要再次进行调整。

4.2 遥控时的调整

如发现在遥控状态下飞机的比例通道需要调整在调整后观察飞机的飞行状态,如果合适就以当前各比例通道的控制量为中立值。以后的控制操作都以当前的中立值为调整的依据。

4.3 台控飞行

在进行完前面的准备工作后进入的台控飞行,也进入了操作的核心阶段^⑩。作用在飞行器上的基本外力有:向前的拉力、向后的阻力、向上的升力、向下的重力,见第81页图2。

当加大了油门和风门时,提高了发动机转速,加快了速度的同时也增大了飞机的升力,这也是在转速增加时飞机会爬升的原因。接下来就来分析升力的情况。升力方程: $L=qv^2\sin\theta$, ($\sin\theta$ 为近似值,

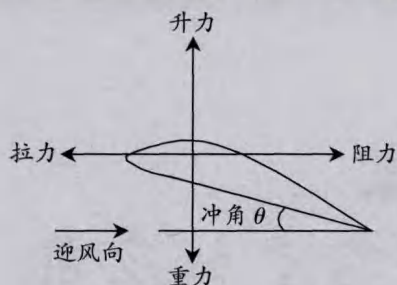


图2 飞行器空中受力示意图

冲角和升力的推导较为复杂，它和机翼形状，飞机结构的多项因素有关，而且之间的关系不是线性的。下面再来分析阻力。由阻力方程： $D=pv^2\cos\theta$ 可知当冲角增大时阻力也会增大，而阻力又会影速度。所以当飞机爬升时虽然发动机的转速没有变化但速度会降低，在控制飞机飞行时要注意这点。由上述分析可以看出拉力、升力、阻力这几个重要的参数不是孤立的，而是相互影响和制约的。对这几个参数空气动力学方程推导的理解是远程操纵的基础。

作业完成后控制飞机飞到航线上空并切换到自动飞行状态，并取消自动飞行状态。以便在切换到

自控状态时如发生异常台控能及时接受控制权。

5 结束语

通过以上分析可以看出，QT97 微型无人驾驶飞机从结构设计和硬件的实际配置基本达到了设计要求，而软件控制系统是无人机的核心部分，而有效控制无人机除了要对软件本身熟悉外，还要了解一些相关的基本空气动力学、飞行器结构力学、材料力学等方面的知识，加上实飞经验才能顺利完成无人机的视线内遥控及远程遥控或程控飞行。

参考文献：

- [1] 法斯多姆. 无人机系统导论 (2 版) [M]. 吴汉平, 译. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [2] 寿尔康. 航空模型发动机 [M]. 北京: 航空工业出版社, 2007.
- [3] 符其卫. 航空与航空模型 [M]. 北京: 航空工业出版社, 2009.
- [4] 陈康生. 现代模型飞机制作工艺 [M]. 北京: 航空工业出版社, 2010.
- [5] 阮镛, 章文晋. 飞行器研制系统工程 (十一五) [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.
- [6] 朱宝葵. 无人飞机空气动力学 [M]. 北京: 航空工业出版社, 2006. (责任编辑 王 雯)

Analysis on Structure and Function of Auto Control Micro Robot Bomb

Yang Kun

(Office of Weather Modification, the Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830002 China)

Abstract: In this paper, the author briefly introduced software and hardware structures, such as main structure, technical function and control parts, and function of QT97 auto control micro robot bomb. Then, author analyzed features of allocation function of main component, and introduced how to design airline and control robot bomb. Finally, the author put forward aerodynamic principle adjust flight attitude when airline deviate scheduled routes.

Key words: robot bomb; mechanical structure; technical function; remote control; route



我国第九颗北斗导航卫星成功发射

7月27日，中国在西昌卫星发射中心用“长征三号甲”运载火箭，将第九颗北斗导航卫星成功送入太空预定转移轨道，这是中国北斗导航系统组网的第四颗倾斜地球同步轨道卫星。

该卫星成功发射，标志着中国北斗区域卫星导航系统建设又迈出坚实一步。按照北斗卫星导航系统“三步走”发展战略，2012年年底，中国还将陆续发射多颗组网导航卫星，不断提升系统服务性能，扩大覆盖区域，完成北斗区域卫星导航系统建设。2020年左右，将建成由30余颗卫星组成的北斗全球卫星导航系统，提供覆盖全球的高精度、高可靠的定位、导航和授时服务。

本次发射的北斗导航卫星及其运载火箭分别由中国航天科技集团公司所属中国空间技术研究院和中国运载火箭技术研究院研制，这也是中国“长征”系列运载火箭第141次航天飞行。