

基于吊挂法的固定翼无人机火箭助推推力线的调整装置及方法

陈克 郭友利 石祥
(南京模拟技术研究所 江苏 南京 210016)

摘要: 目前国内中小型无人机发射多采用火箭助推零长发射的方式, 本文介绍了固定翼无人机火箭助推方式, 针对该种发射方式推力线要求严格、推力线调试不准确极易产生发射事故等特点, 叙述了固定翼无人机推力线吊挂校准的基本方法, 并设计了一种经济的校准装置, 从校准的安全性、准确性及便利性等方面给出了解决方案。

关键词: 固定翼无人机; 推力线; 吊挂法调校装置

1 概述

随着科学技术的进步, 无人机在军事和民用领域的作用越来越显著, 已经成为当前国民经济的支柱产业。在当今无人机市场, 中小型无人机需求量占比约 90% 以上, 固定翼无人机仍然是军用无人机的主流, 并促发了多种测控技术、视觉技术、智能控制、发射与回收技术的长足进步。

无人机一般采用火箭助推、滑跑、弹射等起飞方式。由于固定翼无人机起飞条件常常受到场地、环境等方面的约束, 所以火箭助推便成为中小型无人机发射的常用方式。与其他方式相比, 火箭助推发射具有良好的机动性, 不受发射场地的限制, 可以在很短时间内使无人机从初始状态达到飞行速度和高度要求。

1.1 火箭助推发射

火箭助推也被称为“零长”发射。是以适配火箭助推发射型的无人机, 在发射架上固定发射方位并启动助推火箭, 在助推火箭的作用下, 无人机从很短的时间内获得起飞速度和安全飞行高度, 随后助推火箭自行脱落, 无人机通过发动机提供动力完成飞行任务。该发射方式不需要使用轨道, 飞机直接从固定装置上起飞, 尤其适合野外、舰艇作业。

1.2 质心和推力线

无人机采用火箭助推发射方式时, 通常在单发或多发火箭的推力作用下完成起飞过程, 由于火箭推力巨大, 需调整无人机助推火箭的安装位置, 使助推火箭的推力线通过无人机的质心。这是因为在无人机发射初始状态时, 无人机初速度较低, 舵面控制效果不佳, 助推火箭的推力线安装角度就成为发射成功与否的关键因素, 关系如图 1 所示。

由于助推火箭推力大, 若火箭推力线不通过无人机质心, 会对无人机发射产生毁灭性影响。若推力线横向偏离质

心, 会产生横向的偏航力矩, 使无人机偏离预计飞行轨道, 甚至发生侧滑, 导致坠机。若推力线纵向偏离质心, 则会产生较大的俯仰力矩, 使无人机无法达到发射高度, 甚至直接发射失败坠机。因此, 为使无人机能够成功发射, 发射前必须完成推力线的调整, 使其通过无人机质心。

2 推力线调整方法

推力线调整的前提是明确无人机的质心与推力线的位置关系, 核心是是推力线通过或接近无人机质心。在工程应用中, 经常采用吊挂法和质心测量法完成推力线调整。

2.1 吊挂法

吊挂法是一种经济有效的调整方法。它的理论依据为重力作用下, 所有物体的重心都垂直向下。采用吊挂法调整时, 必须先对无人机进行配平, 将无人机实际质心调整至设计质心, 然后使无人机翻转 180 度, 机腹朝上, 将吊挂器与推力座相连, 此时钢索的垂直方向已通过无人机质心, 这时需使用吊挂器观测, 通过调整推力座, 将推力线与无人机质心位置重合即可。

吊挂法的优点主要包括:

- (1) 不需要实际计算无人机质心位置, 避免了繁琐的称重测量以及计算, 方便质心和推力线的调整;
- (2) 提前完成对无人机的配重, 翻转、吊挂、调整一次完成, 减少了累计误差;
- (3) 根据无人机结构特点, 可以进行火箭与推力座的联动设计, 方便推力传递。

吊挂法的缺点主要包括:

- (1) 对于体积较大的无人机, 翻转、吊挂、调整需要设计专用工装, 且操作存在一定的困难;
- (2) 由于燃油的流动性, 吊挂之前必须完成配重, 实现满油状态, 否则质心偏移较大。

2.2 质心测量法

顾名思义, 质心测量法就是在调整之前先行测算出无人机的质心。质心的测量方法有不平衡力矩法、多点称重法、旋转平衡法、转动

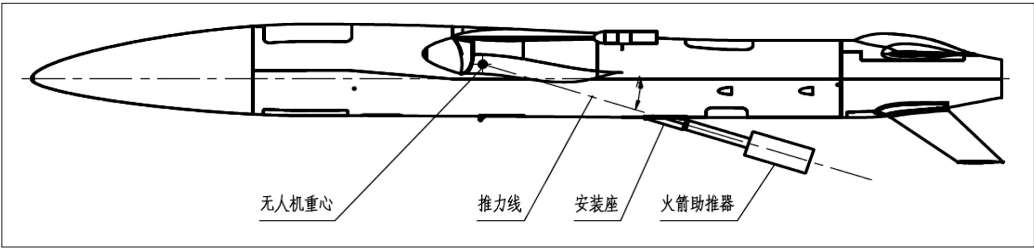


图 1 推力线与质心重合示意图

惯量法等。目前,在实际工程应用中,多采用三点法进行无人机的重心测量。根据三点法测量得出无人机的重量参数,再通过公示计算出无人机的实际质心,最后根据无人机的发射角度,测算出推力线与无人机的相对位置,从而完成对火箭安装位置的调整。

质心测量法优点主要包括:

(1) 可以获得实际的无人机质心,在推力线调整时,很好的保证推力线通过质心;

(2) 由于测量过程与无人机发射姿态相近,可以更好的模拟无人机发射时的状态,且无需考虑燃油负载情况。

质心测量法的缺点主要包括:

(1) 质心测量的称重步骤及计算较为繁琐和复杂,通过反复测量和计算,存在误差累计的隐患;

(2) 由于测量计算过程的复杂,导致配备的专用工装设计负载且成本高昂。

3 吊挂法调校装置的实现

调教装置设计要点:首先需保证无人机翻转、起吊时的安全性,尤其是针对中型无人机,一旦无人机坠落,不仅仅是财产损失,对人员的人生伤害也难以估量;其次可操作性,本次设计目标为单人操作即可完成整个调校过程,且方便操作人员在线调校,在一个工位即可完成全过程的控制,避免多次起吊步骤;最后是保证调校的准确性,通过调校装置配合吊挂器一次完成调校过程,减少了累计误差。

3.1 工艺路线方案

在线下时,需先用周转车完成无人机翻身,然后使用吊机将无人机吊装至调整装置,接着在调整装置中完成调校作业,最后将无人机回收至周转车。

工艺路线:翻身→起吊→上架→翻转→起吊→校准→调整→翻转→下架→翻身

3.2 技术方案

该型吊挂法调校装置,包括直线移动机构、升降机构、翻转机构、无人机固定架。直线移动机构产生水平方向的前后位移;升降机构产生竖直方向的上下位移;翻转机构产生角度位移;上述机构通过无人机固定架实现了固定翼无人机的位置和角度调整。

3.3 详细方案

3.3.1 设备结构及组成

该型吊挂法调校装置,主要由直线移动机构、升降机构、翻转机构、无人机固定架、操作台及控制柜组成。

3.3.2 设备部件功能原理

调校装置电气系统采用 PLC 控制。直线移动机构通过滚珠丝杆实现升降机构在水平平面内的前后移动,升降机构通过液压推杆和剪刀叉结构实现翻转机构在竖直平面内的上下移动,无人机固定架通过定位销和螺栓与翻转机构相连接,无人机通过无人机固定架与所述的无人机通用吊挂设备相连接。翻转机构中根据无人机支点位置预设了安全接口,

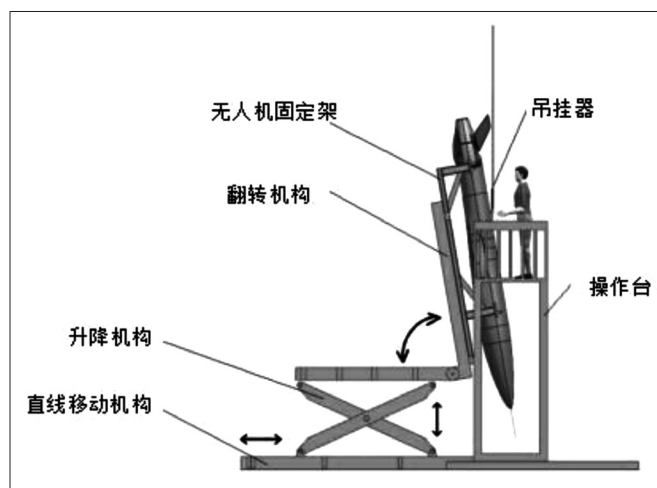


图2 吊挂法调校装置组成

如发生钢索断裂的事故,无人机将会由安全接口回收,避免撞击地面及伤人。

3.3.3 设备使用方法

该型吊挂法调校装置校准作业时,将无人机水平放置于无人机固定架上,通过翻转机构将无人机翻转至所需角度;升降机构可以调节设备高度,避免无人机与地面出现干涉,同时也可以适应操作人员的身高;通过直线移动机构调节无人机与操作人员之间的距离,方便操作人员的操作、读数;操作人员在操作台上将无人机与吊挂器进行连接,通过下降升降机构和后退直线移动机构,将无人机从固定架上脱开,开始吊挂作业;调试完毕按以上步骤逆序完成无人机的回收。

4 结语

本文主要介绍了工程应用中无人机火箭助推推力线的调整方法,并比较了两种方法的优缺点。根据产品特点,给出了实际的解决方案,该方案已经应用于实际工程中,大大减少了人力资源投入,通过对吊挂法调校装置的研究实现,完成了从人力到半自动化设备的转化,从而大幅度提高了校准效率,缩短了校准周期,同时考虑了中型无人机调校过程的安全性、可操作性,解决了中小型无人机的推力线调校难题,保证了中小型无人机的安全起飞。

参考文献:

- [1] 刘德生. 飞机重量重心测量及计算方法的眼界 [A]. 中国航空协会 2008 年学术年会, 2000,18(3):19-21.
- [2] 王璠, 扈航, 张旭东, 高宏建, 等. 火箭助推发射无人机重心测量与校准方法研究 [A]. 2013 年首届中国航空科技技术大会论文集 [C]. 2013.
- [3] 杨铁江, 童话, 高星海. 无人机助推火箭推力线调整装置及方法 [A]. 制造业自动化. 2017.

作者简介: 陈克 (1985.05-), 男, 汉族, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 智能制造。