

# 无人机综合航电系统维修保障模式分析

郭金龙 张 晴

石家庄海山实业发展总公司 河北石家庄 050000

**摘 要：**无人机的用途逐步扩大，为目标定位、电子对抗和社会生产等领域提供了重要支持。无人机的飞行性能取决于综合航电维修保障系统，高效的综合航电维修保障系统能够确保无人机各项功能的正常运行，减少故障发生的可能性。因此，在今后的工作中，必须对综合航电维修保障系统有更深入的认识，寻求一种科学、高效的综合航电维修保障模式，从而提升无人机的运行能力。在此背景下，本文将简要概述无人机综合航电系统维修保障模式分析，旨在为无人机领域的相关研究与分析提供书面参考。

**关键词：**无人机；综合航电系统；维修保障模式

近年来，随着科学技术的不断发展，无人机技术得到了空前的发展，在灾害救援、农业植物保护等方面有着十分广泛的应用。在这种发展态势下，综合航电系统显得越来越重要。综合航电系统作为无人机的“大脑”，由导航、通讯和传感器等部分组成，以高精度定位为目标、以信息传输为保障、以传感器为核心实现对周边环境感知，通过多个系统相互配合，保证无人机能够执行多种不同的任务，并确保飞行安全。综合航电系统是无人机发展的关键，只有不断创新提高系统性能，无人机才能更好地服务社会，为人类创造更多的可能性。

## 一、无人机综合航电系统概述

无人驾驶飞机简称“无人机”，英文缩写为“UAV”，是利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的不载人飞机，或者由车载计算机完全地或间歇地自主地操作<sup>[1]</sup>。综合航电系统作为无人机的核心组成部分，主要由飞行控制、导航和通信等系统组成。飞行控制系统负责对无人机的姿态、高度、速度等参数进行控制，以保证无人机的稳定与安全；导航系统则通过GPS、惯性导航等技术，实现无人机的定位、航向控制和飞行路径规划；通信系统是无人机与地面控制站及其他飞行器间信息传递、指令交互的一种重要方式。无人机综合航电系统的运行需要许多关键技术，包括自动驾驶、远程控制、通讯等。无人驾驶是一种利用激光雷达、红外摄像机等传感器对周边环境进行实时感知，并与机载计算机相结合，实现无人机自主飞行与避障；远程控制技术就是由地面操作人员利用遥控装置对无人驾驶飞机实施遥控控制，以保证飞行任务顺利完成；通讯

技术包括卫星通讯、数据链路通讯等，以保证无人机与地面系统间的通讯稳定，数据传输及指令接收。无人机综合航电系统的各个组成部分与关键技术需要相互配合，才能保证无人机的飞行安全与高效执行任务，进一步推动无人机技术的发展。

## 二、无人机综合航电系统的故障类型与原因

### （一）常见故障分析

无人机综合航电系统在使用过程中可能会发生各种类型的故障。无人机综合航电系统故障可划分为两类，分别是硬件故障和软件故障。硬件故障一般是由传感器、执行器和电路板等硬件设备出现故障引起的，如传感器失灵、电路板短路等；软件故障是指由于软件本身存在的缺陷，如飞控系统崩溃、航迹规划错误等。按照故障发生的位置，可将无人机综合航电系统的故障分为机载、地面站和通信链路三类。机载系统故障主要有飞行控制系统、导航系统和遥测系统等部件的故障；地面站系统故障指操作人员控制终端或数据处理终端发生故障；通信链路故障是指无人机和地面站之间的数据传输通信发生故障。无人机综合航电系统故障类型多样且复杂，在无人机的日常运营与维修中，有必要对其进行监测与检测，及时发现和消除隐患，以确保无人机的安全飞行<sup>[2]</sup>。

### （二）故障原因分析

无人机综合航电系统故障涉及多个因素，要保证无人机飞行的安全性和稳定性，必须从硬件老化、软件缺陷、环境因素等多方面综合考虑。无人机综合航电系统发生故障的一个共同原因是硬件老化。随着无人机服役年限的增加，其传感器和处理器等硬件设备将逐渐老化，

性能退化,甚至失效。由于硬件老化而引起的故障常表现为传感器数据异常和控制指令失效,给无人机飞行安全带来隐患。无人机综合航电系统失效的另一主要原因是软件本身的缺陷。无人机航空电子系统是一个高度复杂的系统,需要通过软件编程来实现多个硬件设备的协同工作。如果软件设计中存在缺陷或问题,将会造成系统运行异常,飞行控制失败等严重后果。无人机综合航电系统还会受到环境因素的影响。在极端天气下,如高温、低温、大风等,会引起传感器误差增加,电子元器件故障,导致系统失效。因此,无人机综合航电系统的设计应充分考虑其对环境的适应能力,以保证其能够在复杂的环境中工作,为无人机技术的发展提供更加可靠的技术支持。

### 三、无人机综合航电系统维修保障模式分析

#### (一) 预防性维修与健康管理系统

预防性维修和健康管理系统是无人机综合航电系统维修保障的关键环节,通过状态监控系统,传感器和监控设备能够实时收集航电系统的运行数据,包括温度、电压、电流、振动等多项参数,为后续分析和预测提供有效的基础。数据分析与预测部分采用机器学习等先进技术,处理与分析采集到的数据,通过对潜在故障征兆的识别,可以对可能出现的故障进行预测,并在故障发生前采取相应的维修措施,降低维修费用与风险。在预防性维修和健康管理体系中,健康状态评价是一个重要的环节,通过对这些数据的分析,可以对综合航电系统的健康状况做出准确的评估,并据此判断是否需要维修。制定维修计划,从维修内容、时间安排、资源分配等方面进行优化,以保证航空电子系统的稳定运行。预防性维修与健康管理系统为无人机综合航电系统的维修保障提供了全面的分析、监控和评估手段,通过科学的数据分析与预测,可以提前发现可能出现的故障,并采取相应的措施,为无人机的安全与高效提供保障。

#### (二) 快速响应与现场维修能力

在无人机综合航电系统维修保障模式中,快速响应和现场维修能力十分重要。采用模块化设计,可方便地将各子系统拆开、更换,减少维修周期,降低维修难度,该设计思想不仅能提高无人机维修效率,还能降低维修费用,为无人机持续稳定运行提供可靠保证。为满足现场维修需求,必须配备专用的便携维修工具及诊断设备,这些工具既方便携带,又能帮助维修人员迅速诊断故障,采取相应的维修措施。在紧急情况下,这些便携工具可

以大大提高现场维修的效率,确保无人机系统能以最快的速度恢复到正常状态。对维修保障模式进行有效地管理,建立一套有效的备件供应链管理系统,可以保证备件的及时供应,避免因备件短缺而造成的维修工作中断。及时更新备件库存,定期检查备件的质量与数量,提高维修保障模式的可靠性与稳定性<sup>[9]</sup>。

#### (三) 远程支持与专家系统

在无人机综合航电系统维修保障模式中,远程支持与专家系统起着关键作用。利用远程诊断技术,可将无人机航电系统的实时数据快速传送到专家系统或维修中心,实现远程故障诊断,该方法大大提高了无人机综合航电系统故障诊断的效率与精度,有利于快速解决无人机综合航电系统中存在的各种问题。在维修保障模式中,还需要专家系统地引导。在此基础上,提出一种基于人工智能技术的专家系统,该系统可以充分利用设备的历史数据及故障模式,为维修人员提供详尽的维修建议与技术支持,该智能引导系统能迅速判断出故障原因,给出相应的处理方法,使维修人员能快速准确地完成维修工作。远程支持和专家系统的应用,能够大幅提高无人机综合航电系统维修保障能力,通过利用专家系统进行远程诊断,缩短故障排除周期,提高维修效率,降低维修费用,为无人机航电系统的正常运行提供保障。随着人工智能技术的进一步发展,无人机综合航电系统的远程支持与专家系统将会越来越普遍地应用于无人机综合航电系统维修保障中,为航空事业的发展提供更多的便利。

### 四、无人机综合航电系统维修保障模式的优化建议

#### (一) 建立完善的维修记录与库存管理制度

在优化无人机综合航电系统维修保障模式时,应建立一套完善的维修记录和库存管理制度。建立无人机航电系统维修记录数据库,记录无人机航电系统的维修历史、故障类型、维修计划以及维修人员等信息,该方法可用于分析无人机系统的故障模式,并可供后续维修工作参考。同时,维修记录数据库可用于评价维修质量,及时发现并解决维修过程中出现的问题,从而提高维修效率与质量。在维修过程中,经常要更换零部件,因此建立一个合理的库存管理制度是保证维修工作顺利进行的關鍵。根据历史维修数据及失效率,合理确定各类零件及零部件的库存量,避免因库存不足而造成的维修延迟,并建立定期盘点与更新机制,以保证库存资料的准确与及时,避免因过期、损坏而影响维修进度。建立完善的维修记录和库存管理制度,对于优化无人机综合航

电系统维修保障模式具有重要意义，应对此给予重视，并不断改进维修与保障方式，提升综合效率<sup>[4]</sup>。

### （二）定期进行系统升级与更新

为提高无人机综合航电系统的性能与稳定性，优化其维修保障模式，需定期对其进行升级和更新。随着科学技术的进步，无人机应用范围的不断扩大，系统软硬件的更新也越来越快。因此，定期的系统更新能够保证无人机综合航电系统始终处于最新的技术水平，提高系统的可靠性与安全性。系统更新不仅能对系统中的漏洞进行修补，而且能为系统添加新功能，并对系统进行性能优化，通过对软件、固件的及时更新，提高系统的运行效率，降低系统的失效次数与维修费用，保证无人机航电系统与外部设备的兼容性，确保无人机航电系统能够在各种环境中稳定工作。为有效进行系统升级管理，应建立一套完善的升级计划与流程，综合考虑无人机的使用频次、使用环境、维修历史等因素，对无人机进行更新，使其能够正常工作。针对系统升级过程中出现的异常情况，建立系统升级的备份与回滚机制，以保证系统升级的顺利进行，保障无人机长周期运行。

### （三）强化维修人员的培训

强化维修人员的培训工作，对优化无人机综合航电系统维修保障模式具有重要意义。应制定一套完整的培训方案，包括理论知识的传授、实际操作的培训和应急处理能力的提高等，确保维修人员能够深入了解各类无人机的综合航电系统，才能在发生故障时迅速定位并排除故障。培训课程应定期进行更新，以适应无人机技术发展的需求，维修人员需要不断地学习新技术、新知识，在维修行业中保持竞争优势。公司应配备专业的培训教师，对维修人员进行指导和辅导，使其掌握最先进的维修技术与方法。团队协作与有效地沟通，对于提高维修效率、降低失误率具有重要意义。因此，应进一步强化维修人员团队意识和沟通能力的培养，提升其专业水平与工作效率，实现无人机综合航电系统的维修保障模式的优化<sup>[5]</sup>。

### 五、未来发展趋势

基于人工智能、大数据等技术，未来无人机综合航电系统将具备自学习、自适应能力，可根据飞行数据及故障信息进行故障诊断，并提出解决方案，从而大幅缩

短故障发现与维修的时间，提高设备的维修效率。未来无人机综合航电系统维修保障技术也将向远程监测与维修方向发展，通过联网方式，维修人员可对无人机的运行状况进行实时监测，及时发现故障并对其进行远程诊断与维修，避免因将无人机运回地面维修站而浪费时间与费用。未来无人机综合航电系统维修保障技术也将向预防性维修及维修的方向发展，通过利用大数据分析机器学习等方法，实时监测与分析无人机系统运行状态，及早发现故障征兆，做好预防性维修工作，保障无人机安全运行，延长航电系统服役寿命。智能化、自动化、远程化和预防性维修及维修，是未来无人机综合航电系统维修保障模式的主要发展方向，有效保障无人机的安全运行，促进无人飞行器产业的持续发展与进步<sup>[6]</sup>。

### 结语

综上所述，综合航电系统维修保障模式是确保无人机正常运行的关键。通过建立完善的维修记录与库存管理制度、定期进行系统升级与更新以及强化维修人员培训等一系列的策略优化综合航电系统维修保障模式，有效保障无人机的性能与飞行安全，提高无人机的运行效率，为无人机领域的可持续发展奠定坚实基础。

### 参考文献

- [1] 陈旭, 李岳, 张书锋. 大型无人机系统保障效能评估指标体系研究[J]. 战术导弹技术, 2024, (01): 48-56+74.
- [2] 杨克泉, 王年旺, 程燕子, 代奇锋. 无人机智能维修管理信息系统框架设计[J]. 军事交通学报, 2022, 1(10): 40-43.
- [3] 豆海利. 基于FlexRay总线的无人机航电系统设计[J]. 现代电子技术, 2021, 44(23): 13-17.
- [4] 王靖宇. 对无人机综合航电系统维护保障模式的分析[J]. 电子世界, 2020, (07): 96-97.
- [5] 贺文哲. 中小型太阳能无人机航电系统设计[J]. 科技创新导报, 2017, 14(01): 13-15.
- [6] 窦赛, 陈国顺, 吕艳梅. 基于FMCA方法的无人机航电系统维修决策[J]. 价值工程, 2011, 30(33): 135-136.