

# Reflections on the management and selection control of helicopter electronic components

Kui Zhai

China Helicopter Design and Research Institute, Tianjin, 300300, China

## Abstract

Helicopter electronic components play an important role in ensuring flight safety and improving performance. This paper focuses on the management and selection control of helicopter electronic components, and first discusses the main classification and functions of electronic components, including sensors,

## Keywords

helicopter; electronic components; Manage; Opt-in control

## 对直升机电子元器件管理及选用控制的思考

翟魁

中国直升机设计研究所, 中国 · 天津 300300

## 摘要

直升机电子元器件在保障飞行安全、提升性能方面起着重要的作用。本文围绕直升机电子元器件的管理与选用控制展开, 首先探讨了电子元器件的主要分类与功能, 包括传感器、导航设备、控制系统等, 分析了各类元器件在直升机中的具体应用以及它们对直升机性能和安全的影响。然后详细阐述了元器件管理要求与规范, 特别是在采购、存储、维护、检测与测试等方面的管理要求。最后提出了基于性能需求、环境适应性、成本与质量平衡的选用控制方法, 并强调了风险管理的重要性。

## 关键词

直升机; 电子元器件; 管理; 选用控制

## 1 引言

直升机的电子系统复杂且高度集成, 涵盖了众多关键元器件, 这些元器件直接影响到直升机的飞行安全与稳定性。为了确保电子元器件能够在极端的飞行环境下正常工作, 电子元器件的选用、管理与控制显得尤为重要。因此, 文章将从元器件的分类与功能入手, 分析其在直升机中的应用, 并探讨如何通过科学的管理和选用控制, 确保直升机电子系统的高效和安全。

## 2 直升机电子元器件的分类与功能

直升机电子元器件是确保飞行安全和性能的关键组成部分。根据功能的不同, 这些元器件可大致分为几类, 主要包括传感器、导航设备、控制系统和通信设备等。传感器是直升机电子系统的重要组成部分, 负责实时采集飞行数据, 如气压、温度、速度、姿态等信息, 并将数据反馈给飞行控

制系统。常见的传感器, 包括加速度传感器、陀螺仪和压力传感器等, 这些元器件通过精确的测量和传输, 确保飞行员能对飞行状态进行实时监控, 从而提高飞行安全性。导航设备包括 GPS 系统、惯性导航系统等, 负责帮助直升机在飞行过程中实现精确定位与航向控制。精确的导航对于飞行的安全至关重要, 尤其是在复杂环境下, 导航设备可以有效减少飞行误差, 确保直升机按预定路线飞行。控制系统是直升机操作的核心, 涵盖了自动飞行控制系统和动力系统管理等, 这些控制系统通过协调各个元器件的运行, 实现对飞行的精确操控, 直接关系到飞行稳定性与安全性<sup>[1]</sup>。上述这些电子元器件的正常运行, 对于直升机的飞行性能及安全至关重要。任何元器件的故障, 都会导致飞行系统失灵, 进而引发事故。因此, 确保这些电子元器件的高质量、稳定性和可靠性, 是直升机设计和运营的基础。

## 3 电子元器件的管理要求与规范

### 3.1 采购与选型管理

为了确保元器件的质量与合规性, 必须明确选型的标准和流程, 确保选购的元器件符合航空行业的技术要求和相

【作者简介】翟魁 (1993-), 男, 中国安徽蚌埠人, 本科, 工程师, 从事装备元器件选型管理研究。

关法规。具体要关注：其一，在采购阶段，要对供应商进行严格的资质审核和评估，选择具备相关认证的生产商，包括质量管理体系认证及航空航天领域相关的认证资质，有效确保供应商具备生产高质量元器件的能力。在选型过程中，必须考虑元器件的性能、稳定性以及适应环境的能力。例如，在恶劣天气和极端温度条件下工作的元器件，需要具有较强的抗干扰和耐高温、抗低温的特性。其二，依据直升机的具体需求进行元器件的选择。例如，选择传感器时，要根据其测量精度、响应时间及抗干扰能力等进行严格评估，确保其能够在飞行中精准反馈关键数据。与此同时，还需确保元器件符合航空管理部门的法规要求。其三，为了保证元器件的长期可靠性，还需要进行供应商的持续监控与质量追溯。在元器件的整个生命周期内，应当持续关注其性能表现，及时发现潜在问题并加以解决，从源头上控制质量风险。

### 3.2 存储与维护管理

由于直升机电子元器件涉及复杂的电子技术和高精度要求，其存储环境和维护方式必须严格遵循相关标准，确保其在长期使用中的性能稳定性。具体要关注：其一，存储环境的控制。电子元器件在存储过程中，需避免受到潮湿、温度波动、腐蚀性气体和强电磁干扰等因素的影响。因此，存储空间需要保持恒定的温度和湿度，并且要有良好的通风与防尘措施。对于高敏感度的元器件，如传感器和集成电路，需要将其存放在防静电包装中，避免静电对元器件造成损坏。存储区域还应有严格的温湿度监控系统，定期检查存储条件，确保符合生产厂商的存储要求<sup>[2]</sup>。其二，维护管理。元器件在使用过程中，会因长期的振动、温度变化或电气负载的波动而发生老化或损耗，因此，要建立一个系统的检测与维护计划。定期检查主要包括功能测试、外观检查以及电气性能的检查。对于重要的电子元器件，应定期进行全面的测试，确保其各项参数正常，避免潜在故障的发生。其三，库存管理。库存管理不仅要求准确记录元器件的种类、数量和状态，还应采取先进先出的管理原则，避免元器件因过期或闲置而失去效能。对于容易受环境因素影响的元器件，如锂电池等，应定期对其进行测试，确保其在飞行前的适用性和安全性。

### 3.3 检测与测试管理

直升机电子元器件的检测与测试管理，是确保其长期稳定性与安全性的重要措施。通过定期的检查与功能测试，可以及时发现潜在的故障隐患，避免在飞行过程中出现电子系统失效或性能异常的情况。具体要关注：其一，定期检查。每个元器件都有其预定的使用寿命，在飞行中会受到环境、负荷等多方面因素的影响，出现不同程度的老化或性能下降。因此，针对各类电子元器件，需根据其工作性质和使用条件，设定不同的检查周期。检查内容包括外观检查、电气连接的完整性、元器件表面是否有腐蚀、老化迹象以及是否有松动的接头等。对于重要元器件，如飞行控制传感器、

导航系统、通信设备等，还应进行更加精细的检测，确保其工作性能符合设计标准。其二，功能测试。功能测试通常在元器件安装前、安装后以及定期维护期间进行。通过对电子元器件进行全面的测试，能够全面评估其各项指标是否满足设计要求。例如，对于传感器类元器件，可以通过模拟飞行环境，对其响应精度和传输稳定性进行测试；对于导航系统，则需要检查其定位精度、航向控制能力等是否满足要求。对于一些高频次使用的元器件，如飞行控制系统的核心组件，功能测试应更加严格，确保其在极端条件下也能够可靠工作。此外，随着技术的进步，现代检测方法和工具的应用，为电子元器件的测试提供了更高的效率和准确性。例如，可以利用自动化测试平台对大量元器件进行批量测试，或者使用环境模拟设备，模拟高温、低温、震动等极端环境，对元器件进行更加细致的检测<sup>[3]</sup>。

## 4 电子元器件的选用控制

### 4.1 基于性能需求的选用控制

每一类电子元器件在设计和使用时都有其特定的性能要求，而这些性能需求与直升机的飞行任务、工作环境以及系统安全密切相关。因此，元器件的选用，必须紧密结合实际性能需求，确保其在极端条件下的可靠性和稳定性。飞行过程中会遭遇不同气候条件、海拔高度、温度变化以及震动等影响，这就要求电子元器件具备极高的适应性与耐久性。具体而言：（1）传感器类元器件在飞行中的首要任务，是准确测量和反馈环境参数，如气压、温度、加速度等。因此，选用的传感器必须具有高精度、低延迟和较强的抗干扰能力，确保数据的实时性和可靠性。（2）控制系统是直升机飞行稳定性的重要保障，其所用的电子元器件，必须能够在极限条件下保持高度的响应性和稳定性。例如，飞行控制计算机和自动驾驶系统中的处理器，需要具备高速运算能力，能够实时调整飞行状态以应对突发状况，对于这些关键元器件的选用，必须优先考虑处理速度、运算精度、数据传输能力和容错能力，确保其在复杂飞行环境中持续稳定工作。（3）电源管理也是直升机电子系统的重要组成部分，尤其是在长时间飞行或极端飞行任务中，电池和电源转换器必须能够提供稳定且持久的电力支持。选择高效、长寿命、可靠性高的电池和电源管理元器件，能够显著提高系统的整体性能，减少故障发生的几率。

### 4.2 基于环境适应性的选用控制

直升机在飞行过程中，面临极为复杂和变化多端的工作环境，包括高温、低温、强烈的震动、湿气、尘土及电磁干扰等因素。为了确保电子元器件能够在如此恶劣的环境下持续稳定工作，选用控制必须重点考虑元器件的环境适应性。具体而言：（1）温度是直升机电子元器件面临的巨大挑战之一。在飞行过程中，尤其是在高空作业时，直升机内外的温差可能达到数十度，温度的剧烈变化，会对元器件的

性能产生直接影响。因此，元器件的选择需要具备广泛的工作温度范围。温度传感器、控制器和电池等关键元器件，必须要能够在-40℃到70℃甚至更广的温度范围内稳定工作。元器件在低温下的启动性能、抗温度变化引起的性能波动等，也都需要严格检测，确保不会因温度异常导致故障。(2) 振动和冲击是直升机运行中不可忽视的环境因素。直升机的发动机、螺旋桨等设备会产生强烈的振动，这有可能导致电子元器件的物理损坏，影响信号传输和数据处理的稳定性。因此，元器件在选型时必须具备较高的抗震性能。对于振动敏感的元器件，如传感器和微电子组件，需要选择具有抗震设计的产品，这些元器件通常通过增强的机械结构、减震封装等方式，提高其在高频振动环境中的可靠性。(3) 湿气和尘土也是对直升机电子元器件性能产生威胁的重要因素。在飞行过程中，直升机有时会在雨雪、潮湿的气候环境或尘土飞扬的区域作业，这要求元器件具备较高的防水防尘等级。(4) 直升机在高空飞行时还可能会遭遇电磁干扰，尤其是在雷电和强电磁场作用下。元器件需要具备较强的抗电磁干扰能力，确保在电磁环境复杂的区域仍能稳定工作，有效防止信号失真或功能丧失。

### 4.3 基于成本与质量平衡的选用控制

在确保元器件能够满足性能和环境适应性要求的同时，如何在成本与质量之间找到一个合理的平衡点。具体要关注：(1) 考虑元器件在系统中的重要性及关键性。对于一些关键性元器件，如飞行控制系统中的核心控制器、导航系统传感器等，元器件的质量必须是首要考虑因素，因为这些元器件直接关系到飞行安全与系统稳定性。应优先选用经过认证并具有可靠质量保证的产品，虽然其成本较高，但其对飞行安全的保障作用，使其具备不可替代的价值。而对于一些辅助性的元器件，如外部照明、非核心传感器等，则可以在确保满足基本质量要求的前提下，选择性价比比较高的产品。通过对元器件的市场进行调研，选择合适的供应商，可以找到既能满足功能要求又具备成本优势的解决方案。在这一过程中，采购人员还需要对元器件的使用寿命、维护周期和替换成本进行综合评估，避免因低成本而导致频繁更换或高额维护费用的情况，从而在长远的经济效益上获得平衡。(2) 关注技术创新和集成度的提升。随着电子技术的不断进步，许多元器件的集成度逐渐提高，单一元器件可以实现

多项功能，从而减少了对多个元器件的需求。集成化的设计不仅降低了元器件的采购成本，也减少了系统的重量和复杂性，有利于提升直升机的整体性能。

### 4.4 加强风险管理

在直升机电子元器件的选用过程中，加强风险管理是确保安全性和系统稳定性的关键措施。具体要关注：(1) 技术风险管理。每种电子元器件在设计时，都会面临不同的技术挑战，如兼容性问题、工艺缺陷或更新换代等。为减少技术风险，需要在选用前对元器件的技术参数进行充分验证，确保其与直升机系统的其他部分兼容。选择经过严格验证和广泛应用的成熟技术产品，可以降低技术风险。(2) 质量风险管理。质量风险涉及元器件的生产质量、可靠性及长期使用中的表现。为了控制这一风险，必须优选有资质认证的供应商，并要求其提供详尽的质量检验报告。同时，定期进行元器件的可靠性测试和老化试验，评估其在不同工作环境下的长期表现，确保其不因质量问题影响直升机的飞行安全。(3) 供应链风险管理。供应商的交货能力、产品供应的稳定性、突发的生产延迟等，都会影响元器件的及时供应。对此，选择有稳定供应能力且供应链管理完善的供应商，并建立良好的库存管理和应急预案，可以有效缓解这一风险。

## 5 结语

总之，随着航空技术的不断发展，直升机电子元器件的管理与选用控制面临越来越复杂的挑战，通过严格的管理要求、科学的选型控制方法，以及有效的风险评估与控制，就可以保证直升机电子系统的安全性和可靠性。未来随着新材料、新技术的不断涌现，直升机电子元器件的性能和管理方法也将不断创新与提升，从而更好地服务于航空事业的发展。

### 参考文献

- [1] 李明杰, 张华. 直升机电子元器件选型与管理研究[J]. 航空制造技术, 2021, (12): 45-48.
- [2] 张伟强. 直升机电子元器件存储与维护管理策略[J]. 航空维修与工程, 2023, (01): 34-37.
- [3] 陈晓芳, 李娜. 直升机电子元器件的环境适应性分析[J]. 航空电子技术, 2022, (03): 22-25.