

Discussion on the Maintenance and Upgrading of Aviation Lighting at Transport Airports

Honggang He

Beijing Jinghang'an Airport Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract

With the rapid development of the air transport industry, the maintenance and upgrading of the airport navigation aid lighting system, as an important facility to ensure the flight safety at night and under low visibility conditions, is particularly important. Airport navigation lighting not only provides visual guidance for pilots on the runway, taxiway and apron, but also is directly related to the normal operation of flights and the safety of passengers. Therefore, the maintenance and upgrading of the navigation aid light system must follow strict technical standards and safety specifications to ensure that it is always in the best working condition. This paper aims to provide airport operators with a scientific and systematic maintenance and upgrading scheme for airport operators, so as to ensure the efficient operation of the airport navigation lighting system, ensure flight safety and improve the overall operation efficiency of the airport.

Keywords

transportation airport; navigation lighting; maintenance; upgrading

关于运输机场助航灯光维护与升级改造的几点浅谈

何洪刚

北京京航安机场工程有限公司，中国·北京 100176

摘 要

随着航空运输业的迅猛发展，机场助航灯光系统作为保障夜间和低能见度条件下飞行安全的重要设施，其维护与升级改造显得尤为重要。机场助航灯光不仅为飞行员提供跑道、滑行道和停机坪的视觉引导，而且直接关系到航班的正常运行和旅客的生命安全。因此，对助航灯光系统的维护与升级改造工作必须遵循严格的技术标准和安全规范，确保其始终处于最佳工作状态。本文旨在为机场运营者提供一套科学、系统的维护与升级改造方案，以确保机场助航灯光系统的高效运行，保障飞行安全，提高机场整体运营效率。

关键词

运输机场；助航灯光；维护；升级改造

1 引言

运输机场助航灯光系统是保障航空运行安全与效率的重要组成部分，其作用在现代化航空运输中尤为关键。助航灯光不仅为夜间和低能见度条件下的飞行器起降提供必需的视觉引导，还在提升机场运行效率、减少延误及保障航空安全等方面发挥了核心作用。随着航空运输需求的增长以及机场运行环境的不断复杂化，助航灯光系统面临着维护与升级改造的双重挑战。一方面，现有系统的老化可能导致可靠性下降；另一方面，技术的快速发展也为优化助航灯光系统提供了全新的可能性。因此，深入探讨运输机场助航灯光维护与升级改造的相关内容，对于提升机场运行能力具有重要的理论与实践意义。

2 运输机场助航灯光维护与升级改造的意义

助航灯光作为现代航空运输领域的重要组成部分，其工作维护与升级改造具有以下重要意义：一是保障航班运行安全。助航灯光系统帮助飞行员识别跑道、滑行道和停机位，尤其是在天气恶劣的情况下它的存在可以让飞行员通过精确的目视引导和信号传输实现飞机安全运行。二是促进运输机场运行效率提升。通过对助航灯光开展维护与升级改造可以避免运输机场运营企业出现因设备故障造成航班无法起降或延误情况，并且有助于机场资源高效配置，从而为其创造更大运营效益。三是适应技术开发需要。随着航空运输技术的飞速进步，传统的助航灯光系统已经不能完全满足现代机场运行的需要，而升级改造可以引入 LED 灯具、智能控制系统等更高效节能的技术手段，助航灯光的性能和寿命将得到进一步提升。四是对可持续发展目标的支持。通过升级改造有效降低碳排放，为绿色机场建设提供有力支撑，这

【作者简介】何洪刚（1981-），男，中国江苏赣榆人，本科，高级工程师，从事民航机场助航灯光工程研究。

是因为升级改造后的新型助航灯光能耗与维护成本更低。因此，运输机场通过对助航灯光开展系统性的维护与科学升级改造在满足发展航空运输需求的同时，还有助于自身综合竞争力增强。

3 运输机场助航灯光维护

3.1 助航灯光的定期清洁与校准

保证助航灯光系统有效运行的核心环节在于做好清洁与校准。为避免因污染物累积对光透射造成的影响，助航灯光维护中需定期安排清洁工作。在沙尘、湿度较高或工业污染较严重的地区，灯具表面的灰尘、污垢、油渍等会明显降低光透过率，进而影响照明效果。因此，助航灯光在清洁过程中应选用专用清洁剂对灯具进行无损清洁，同时采用温和擦拭的方式，避免化学试剂腐蚀或对灯具表面涂层及材料造成磨损。在清洁时为避免硬物刮擦表面，使用软质的抹布。另外，为了不影响电气元件的正常工作，在清洁过程中要避免清洁剂或者水分渗入灯具内部。助航灯光校准中应按照精密光学仪器，并在国际民用航空组织（ICAO）中规定的容许范围内，对灯具的安装角度、光束方向等重点参数进行精确检测，保证光束中心线与跑道轴心之间的偏差控制。为保证校准工作的准确性，必须遵循严格的技术规范，在操作时应保证测量的仪器处于最佳状态，以免由于操作误差而导致助航灯光效果变差。另外，为了保证符合国际标准，避免照明不均的现象，灯具的光束扩散角度和光照强度也需定期测量。助航灯光校准过程中要注意设备间的相互干扰问题，特别是运输机场照明系统高度集成情况下要防止仪器信号交叉干扰。最后在助航灯光校准中，为了保证其适应机场环境的变化我们还需要对光束强度、光照范围等进行定期检查，需要时对灯具的位置、光束角度进行调整。

3.2 电气系统的全面检测与维护

电气系统的稳定性是保证助航灯光正常使用的关键，所以对其全面检测和维护意义重大。电气系统的稳定运行依赖于对电源系统精确监控，因此我们需定期测试后者电压和电流。在测试时应使用高精度的电压表和电流表，确保电源系统的电压（电流）波动控制在设备允许的范围内，避免电压（电流）过高或过低引起助航灯光故障。同时，定期对接地电阻进行测试，利用接地电阻测试仪对接地系统进行完整性检查，确保突发情况发生时供电系统可以将电流快速有效地导入地下，防止出现电气起火或伤人事件。助航灯光供电系统正常运行情况下，维护人员定期检测配电柜、变压器、电缆等的绝缘性能，重点检查是否有老化、磨损、破损等现象，避免因电气短路或绝缘损坏造成助航灯光故障。对于助航灯光电缆线路要保证线路不受高温影响而发生电气失效，因此须采用红外成像仪进行过载检测。另外，定期助航灯光地连接器和接线端子，并使用专用紧固工具检查紧固性，避免接触不良造成灯光信号传输中断或供电不稳。检测与维护

助航灯光的电气系统必须严格按照安全规程进行，确保在断电状态下开展检修工作，同时工作人员需穿戴必要的安全设备。所有的检查、维护操作都要详细记录，包括检查的物品、工具、操作步骤、测试结果等，以便日后跟踪分析。

3.3 灯光控制系统的监测与维护

灯光控制系统的稳定与否直接影响着助航灯光的正确运行，其维护要从硬件和软件两个层面着手。硬件部分，首先需要定期全面检测主控计算机，以保证其运算能力、记忆体及硬盘的健康状况，防止系统因硬件故障而崩溃。除了常规的功能测试外，在网络交换机和信号传输设备的维护中，还应注意使用网络分析仪对信号传输链路进行信号延时、丢包率等故障进行排查，确保助航灯光控制系统信号实时稳定。此外，还要定期对通信线路进行检查，特别是光纤、电缆的整体性进行检查，避免信号因老化或外力破坏等情况发生而造成中断。在软件部分，维护人员应及时根据设备厂商提供的最新版本更新系统程序，避免出现漏洞或系统缺陷造成助航灯光无法正常工作。同时，维护人员要定期验证数据库的完整性，以保证确保控制系统的灯光组态参数、操作历史记录和设置数据的准确性。系统功能测试在每次程序更新后都需开展，以保证新程序不会对已有功能造成影响。为了防止因操作失误或系统崩溃导致助航灯光控制系统数据丢失，维护人员要定期备份控制系统的设置参数和运行数据。监控系统的报警记录和操作日志是分析潜在故障的重要依据，维护人员需对历史日志定期分析及分类整理报警信息，要针对常见故障类型制定详细的修复方案，做到防患于未然。

4 运输机场助航灯光升级改造

4.1 灯光系统光源的节能化改造

随着照明技术飞速发展，运输机场助航灯光的光源节能化便成为升级改造的一项重要内容。为此，需全面引入LED光源，才能达到节能的目的。LED光源光效更高，寿命更长，维护成本更低，可以有效降低机场运行中的能源消耗和长期的运营维护成本。选择符合国际标准的高品质LED灯具，同时结合不同功能灯具的需求，对其光强、色温、光束角度等进行相应调整，以保证助航灯光系统光源改造的高效性。LED光源的选型应根据运输机场诸如跑道入口灯、滑行道边灯等灯光功能需求。例如，跑道入口灯要提供较强的亮度和较长的照射范围，而滑行道边灯则是须提供适度的亮度与较广的视野覆盖。根据功能需要选择适宜的助航灯光LED光源后在安装过程中，一定要注意灯具的散热处理，优化散热结构，如采用导热性强的材质、加大散热片的数量或采用主动散热系统等，以确保高负荷下LED灯具的稳定运行。此外，还要设置合理的光源调节功能，对改造后的助航灯光亮度可以根据不同的气象条件或飞行需要进行调整，以进一步降低能耗。

4.2 智能控制系统的引入与优化

智能控制系统借助物联网 (IoT) 技术对助航灯光系统进行远程监视和自动调节, 这可以显著提高后者管理效率和运行可靠性, 因而其也是升级改造重要环节。首先, 要将分布式传感器网络布置在灯具周围, 通过这些传感器对灯体的运行状态、周围环境的光照强度、天气资料等信息进行实时采集, 随后将这些数据通过向云台或集中控制中心传输, 智能控制系统通过分析后对助航灯光工作模式、亮度、开启范围进行自动调节。比如白天或能见度较高时, 智能控制系统根据实时气象信息自动调低灯光亮度以节能, 而当能见度较低时自动调高亮度以适应飞行需求。同时, 智能控制系统具有高度优化的控制算法, 能够对助航灯具所在区域的使用需求进行智能识别并自动切换工作方式, 从而保证系统的灵活性、适应性以及节能。远程操作功能也必不可少, 工作人员可以通过无线通信或者网络技术, 对灯光系统进行远程控制和维护, 从而减少现场操作的复杂度和人力消耗。另外, 智能控制系统还能对系统健康状况进行定期自检, 并对发现的故障隐患进行自动预警。

4.3 配电系统的可靠性与冗余性改造

配电系统在保证助航灯光系统持续可靠运行以及运输机场安全运营上发挥着重要作用, 因而为确保其稳定性应开展可靠性与冗余性改造。为提升助航灯光配电系统可靠性, 改造要从提高冗余性和故障自恢复能力开始。常用方法为采取双回路或多回路的供电方式, 以提升配电系统冗余。具体而言, 在助航灯光配电系统设计时, 配置多个独立的电力供电线路及备用回路, 这样可以避免主要回路故障导致系统中断问题的出现。例如, 在主电源出现故障时, 可以马上启用备用电路, 这样就可以保证助航灯光配电系统无缝隙切换, 防止因断电造成灯光熄灭。为了进一步提高配电系统的可靠性, 我们在配电柜升级中要选择高性能的断路器、接触器和

过载保护装置, 同时安装上能够实时监控电流、电压、功率因数等关键指标的实时在线监测设备, 一旦出现异常波动, 系统能够及时进行预警和采取保护措施。对于助航灯光配电系统中变压器、配网柜等有可能出现故障的关键设备, 要增加故障监控和自诊断功能。为满足未来照明系统负荷增加而出现的系统扩展需求, 助航灯光配电系统在设计初期应预留冗余容量, 同时还应着重考虑新增电力设施的布局, 确保电源线路的合理分布及设备安装位置的合理性, 以提高系统的空间利用效率并减少故障发生的概率。

5 结语

综上所述, 在运输机场运行效率提高、飞行安全保障和适应现代航空需求等方面, 助航灯光的维护与升级改造起着不可缺少的促进作用。对此, 我们需要通过定期的清洁与校准、系统性的电气检测和灯光控制系统的维护, 使助航灯光系统的寿命得到有效延长以及实现运行保持平稳。同时, 在助航灯光升级改造中则采取光源节能化改造、智能控制系统的引入以及配电系统的冗余性改造等举措实现降低能源消耗、增强系统性能以及保证系统可靠性目标。通过对助航灯光维护与升级改造在航空运输需求日益增加的背景下促进运输基础综合竞争力的提高, 而且为实现机场绿色、可持续发展的目标提供了强有力的支撑。

参考文献

- [1] 焦英杰, 杨飞益, 刘可, 等. 助航设备巡视与维护的管理系统设计[J]. 综合运输, 2023, 45(8): 103-107.
- [2] 魏庆昌. 机场助航灯光系统故障分析与应对[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(7): 4.
- [3] 房涵博. 机场助航灯光系统故障分析与应对[J]. 运输经理世界, 2021.
- [4] 郭昊. 浅述助机场目视航灯光单灯监控系统安装[J]. 科教导刊: 电子版, 2019(5): 1.