

提高机场目视助航灯光精密进近航道指示器 (PAPI灯) 工作稳定性的思考

杨运峰

东部机场集团有限公司 南京 210000

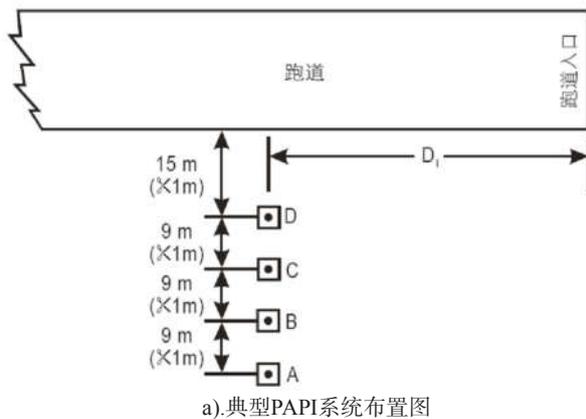
摘要: 通过对机场跑道精密进近航道指示器 (以下简称PAPI灯) 故障统计并进行原因分析, 重点就PAPI灯光源故障、控制主板故障等常见情形分析原因, 提出解决方法, 开展预防性维护, 从而提高机场PAPI灯设备的稳定性。

关键词: PAPI灯; 故障; 稳定性

1 引言

机场目视助航灯光系统中PAPI灯是一种特殊的灯具, 用以引导飞机在最后进近阶段中, 按照正确的进近航道进场、着陆, 并能向正在进近着陆的飞机提供一个正确的航道信号和四个偏离航道的信号, 是飞行员保持在正确下滑道上的参考辅助工具, 也是机场目视助航灯光系统中重要的设备之一, 属于精密仪器^[1]。针对近几年来PAPI灯故障分析其原因, 提出相应的改进措施, 为后续目视助航设备的维护保养, 提高设备工作稳定性提供

其布置图如下:



参考。

2 运行现状及故障统计

2.1 PAPI灯运行现状

根据《民用机场飞行区技术标准》技术要求在跑道端方向设有PAPI灯系统, 每套系统有四组灯具, 每个灯具具有3组光源, 具有易折性的安装支柱(可选用单柱、三柱或四柱), 可进行 0.8° 范围内的角度调节, 及 5级光亮度调节, 通过调光器, 经过助航灯光回路电缆及隔离变压器后为PAPI灯供电。

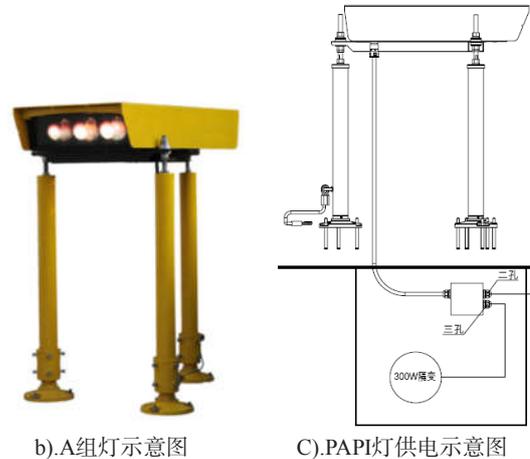


图1 机场PAPI灯示意图

2.2 PAPI故障统计

2020-2022年某机场PAPI灯共计发生故障信息10起, 无一起对航空器运行造成影响。根据统计PAPI灯故障类型主要有光源故障, PAPI灯控制主板故障等, 相关信息如下图所示。

3 故障分析及处置

3.1 光源故障分析

在光源灯泡故障统计中一组灯失效3盏灯泡的有1

次, 失效2盏灯泡的有1次, 失效1盏灯泡的有3次。以失效灯泡多的举例分析。

(1) 事情经过

某日晚间, 塔台通知助航灯光监控室06方向跑道PAPI灯不亮, 由于此跑道为未在用跑道, 助航灯光运行维护维修人员立即申请上道检修, 经现场检查06方向PAPI灯C组灯内光源 (以下简称灯泡) 坏2盏, D组灯内灯泡坏1盏。经过处理后故障解决, 06方向PAPI恢复正

常使用。

经过对PAPI灯运行记录排查，白天期间出现两次报警。分别是早上07点22分和下午16点48分，恒流调光器发出功率跌落10%报警，运行维护人员前往外场使用望远镜进行查看，发现PAPI灯发光正常。晚22间，塔台通知06方向PAPI灯不亮，期间助航灯光监控系统未出现报警情况。对正常工作是电压进行对比，正常情况下5级光PAPI灯电压278V，而报警后PAPI灯电压为136V。

656	回路	06坡度	功率跌落10%
304	回路	06坡度	功率跌落10%

图3 监控系统显示PAPI灯报警图

(2) 故障分析

由于助航灯光恒流调光器输出电流、隔离变压器、PAPI灯主控板、灯泡质量都有可能造成灯泡损坏，因此在输出电流方面助航灯光运行维护人员在对恒流调光器显示电流和实际输出电流从1级光到5级光进行测量比较。经比较误差在允许范围内，故排除输出电流误差大对PAPI灯造成故障。

表1 实际电流值与恒流调光器显示电流比较表

	1级光	2级光	3级光	4级光	5级光
显示电流 (A)	2.81	3.43	4.10	5.2	6.61
实际电流 (A)	2.81	3.41	4.18	5.15	6.60
误差	0	0.02	0.08	0.05	0.01

隔离变压器方面，助航灯光运行维护人员将4套隔离变压器调整到跑道相反方向的另一组PAPI灯上进行供电，PAPI灯运行正常，故排除隔离变压器故障导致PAPI灯泡失效。

PAPI灯主控板方面，在拆除C组，D组主控板后检查发现主板工作正常，无烧灼痕迹，将其按照同等实验条



图5 现场实验图

根据日常助航灯光开关灯时间及PAPI灯泡实验最长使用寿命，维护单位从实际运行角度出发，原品牌灯泡需每3个月需更换一次，

件在另一组PAPI灯上进行更换，开灯后运行正常，实验结果表明PAPI灯泡失效非主控板原因。

灯泡方面，助航灯光运行维护人员在现场模拟一组灯具内1个灯泡失效，此时监控系统无报警发出。一组灯具内模拟2个灯泡失效两次，一次监控发出功率跌落10%报警，一次无报警,在更换新灯泡后PAPI灯运行正常。根据民航局关于精密进近航道指示器技术要求，PAPI灯工作寿命要达到1000h，在运行过程中同一组灯具内不允许超过2个坏灯，超过2个坏灯则将PAPI灯4组灯具灯泡短接自动熄灭^[2]。表明PAPI灯失效可能为灯泡原因。



图4 更换灯泡后运行正常

(3) 故障处置

对06方向PAPI灯灯泡维修记录进行复查，发现截止此次故障，灯泡工作运行时长为328小时，其他2次PAPI灯灯泡故障同样工作在500小时以内。厂家提供的技术手册明确灯泡寿命一般在600-800小时之间。为寻求可靠稳定方案，灯光技术人员遂开展不同品牌灯泡替代实验，结合PAPI灯开关灯时间，我们对两组灯泡在同等环境通过模拟现场环境开展了实际运行寿命做了对比试验，可以看出新品牌NAVRA灯泡实际运行寿命更长

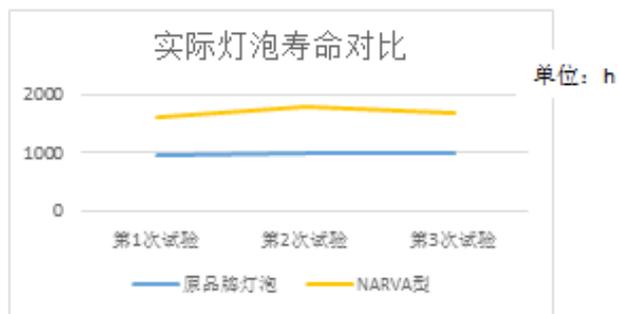


图6 两种灯泡实验寿命对比

目前在06方向已全部换装NAVRA型灯泡，截止2023年1月底，对近年来06跑道PAPI灯灯泡的消耗量做了跟踪统计，和往期PAPI灯泡消耗量统计结果如下：

表2 两种品牌灯泡消耗量统计

品牌	时间	灯泡消耗量(个)
原灯泡	2020年11月-2021年11月	48
新NARVA型	2021年12月-2022年12月	36

新品牌灯泡结合实际运行情况,从每三个月更换一次,变为每4个月更换一次。从表中可以看出,在实施新型品牌灯泡替换后,北跑道PAPI灯泡消耗量有明显下降,灯泡稳定运行时限变长。

3.2 PAPI灯控制主板故障分析

(1) 事件经过

某日12点42分助航灯光0#站监控系统发现07跑道方向PAPI灯电压跌落报警,通知运行维护人员前往外场使用望远镜查看,发现07方向PAPI灯失效不亮,重启后故障报警未消除。12点58分向塔台申请前往现场进行检修,13点32分故障检修完毕。

(2) 故障分析

在当日停航后,运行维护人员对PAPI灯供电及隔离变压器、灯泡进行故障排查分析,经实验发现供电正常,隔离变压器及灯泡完好,会同厂家分析后判定可能为PAPI灯主板倾斜开关故障,根据厂家技术手册及民航运行标准,PAPI灯主板倾斜开关主要为PAPI灯提供保护功能,当一个发光单元的光束相对于预设仰角向下倾斜到 $0.25^{\circ}\sim 0.5^{\circ}$ 之间或向上倾斜到 $0.5^{\circ}\sim 1^{\circ}$ 之间时,发光单元的设计应当确保系统中所有的灯都断电^[2]。目前07方向PAPI灯主控板已使用7年,由于PAPI灯的特殊密封性加之长时间运行造成灯具内部温度过高,易造成内部倾角传感器器件老化故障,故而导致角度数据误差偏大,PAPI灯主板触发误保护动作,造成外场PAPI灯熄灭。此外在日常维护过程中发现PAPI灯主板接线端子处有烧灼痕迹,此端子为接插式端子,端子尺寸过小,在PAPI灯长时间高温或者5级光6.6A培电流情况下工作,易造成控制板接

线端子烧坏,进而引发PAPI灯失效。

(3) 故障处置

根据《民用航空机场运行最低标准制定与实施准则》,PAPI灯故障不影响机场运行^[3]。运行维护人员现场拆除坡度灯主板控制线,在应急情况下采用隔离变压器二次线直接为灯泡供电,PAPI灯运行正常,后续更换新主板。根据上述故障描述及处置过程,在日常PAPI灯运行维护时需将预防关口前移,开展预防性维护。一是定期对PAPI灯角度复测,将当前角度与校飞时设定角度对比,确保角度误差在预设仰角范围内,避免控制主板触发误保护动作造成PAPI灯失效。二是根据监控报警记录显示,如果PAPI灯出现1盏灯泡不亮情况,则会发出功率跌落报警,此时需要运行维护人员及时做好报警记录,对PAPI灯工作电压做好记录,发现数值波动变化较大时立即通知运行维护人员现场检查PAPI灯运行情况。三是针对PAPI灯主板接线端子尺寸过小问题,助航灯光维护单位已会同厂商更改主板接线端子尺寸,目前新的PAPI灯主板接线端子已更换新尺寸,无烧灼痕迹出现。

4 总结

通过以上故障分析处置,采用新类型光源灯泡,开展预防性维护措施,机场PAPI灯故障失效问题明显减少,2022年至今未发生一起因灯泡质量、主板故障等原因引起的PAPI灯失效情况,提高了PAPI灯设备工作的稳定性。

参考文献:

- [1]《民用机场飞行区技术标准》MH 5001—2021
- [2]关于精密进近航道指示器技术要求 AC-137-CA-2015-07
- [3]民用航空机场运行最低标准制定与实施准则 AC-97-FS-2011-01