



咨询通告

中国民用航空局机场司

编 号：AC-137-CA-2019-08

下发日期：2019年11月22日

民用机场助航灯光监控系统 技术要求

前 言

本咨询通告依据《民用机场专用设备管理规定》(CCAR-137CA)、国际民用航空公约附件 14 及《民用机场飞行区技术标准》(MH5001) 的要求进行编制,参考了美国联邦航空局 (FAA)《L-890 机场灯光监控系统 (ALCMS) 的规定》(AC 150/5345-56)。

本咨询通告包括总则、规范性引用文件、缩略语、分类和型号、组成、技术要求、文件和附录,共 7 章。

本咨询通告起草单位:中国民航科学技术研究院、大连宗益科技发展有限公司、上海时代之光照明电器检测有限公司

本咨询通告主要起草人:刘玉红、白絮、虞再道、赵家麟、闫军、王立

本咨询通告主要审核人:张云青、黄世明、杨建红、陈强、白璐、于凤虎、李连杰、李军、王震、沈家钦、梅立斌。

目 次

1 总 则	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和缩略语	2
4 分类和型号	3
5 组 成	5
6 技术要求	9
7 文 件	31
附 录 A 单灯监控设备	32
附 录 B 事件分类和过滤	37
附 录 C 回路选择器的功能和接口	39
附 录 D 调光器自动切换柜的功能和接口	41

1 总 则

为明确机场助航灯光监控系统（以下简称监控系统）有关技术要求，根据《民用机场专用设备管理规定》制定本咨询通告。

民用机场（含军民合用机场的民用部分）使用的助航灯光监控系统应当符合本咨询通告要求。

特殊要求由用户和制造商协商。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 17626.5 电磁兼容试验和测量技术浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 20138-2006 电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级（IK 代码）

MH 5001 民用机场飞行区技术标准

MH/T 6009 助航灯光电缆插头和插座

MH/T 6010 恒流调光器

3 术语和缩略语

下列术语和缩略语适用于本文件。

ALCMS	Airport Lighting Control and Monitoring System	机场助航灯光监控系统
CAN	Controller Area Network	控制器局域网
Modbus	——	一种基于主从架构的通讯协议
MTBF	Mean Time Between Failure	平均故障间隔时间
RS-485	——	一种采用差分传输方式的串行通讯接口
PC	Personal Computer	个人计算机
PLC	Programmable Logic Controller	可编程逻辑控制器
TCP	Transmission Control Protocol	一种传输控制协议
UPS	Uninterruptible Power System	不间断电源系统

4 分类和型号

4.1 分类

监控系统的类别及其对应的主要系统功能要求见表 1。

表1 监控系统分类

类别	主要系统功能
A	1) 对助航灯光回路单个/成组的开启、关闭及光级调整； 2) 以最终状态实现故障安全保护功能； 3) 对系统设备及监控对象运行状态的监视； 4) 具有事件管理、控制权限管理等基本管理功能。
B	在满足 A 类系统功能基础上，至少还应当具有如下功能： 1) 监视 MH 5001 标准规定的相应跑道类别的重要灯光系统完好率； 2) 监视 MH 5001 标准规定的相应跑道类别的重要灯光系统相邻灯故障状态； 3) 监视停止排灯坏灯数及相邻灯故障状态； 4) 监视滑行道中线灯的相邻灯故障状态； 5) 监控快速出口滑行道指示灯； 6) 具有停止排灯控制功能。
C	在满足 B 类系统功能基础上，至少还应当具有如下功能： 1) 具有滑行道中线灯固定灯段 ^a 的控制功能； 2) 具有滑行道中线灯可变灯段 ^b 的控制功能。
注： a. 固定灯段：对飞机提供目视路线引导的固定的滑行道中线灯灯段，灯段中的所有灯应能同时激活或关闭。灯段的长度由一段滑行道的起点和终点的停止排灯的纵向间距决定。 b. 可变灯段：对飞机进行目视路线引导的可变的滑行道中线灯灯段，可变灯段可由一盏灯或一组灯组成，灯段中的所有灯只能同时激活或关闭。使用时，在飞机前面的一段长度可以按照视程从两个开亮的灯到六个开亮的灯，为了方便驾驶员适应由可开关的中线灯的引导，从驾驶舱遮挡区与滑行道中线的交叉点到前面第一个开亮的中线灯之间可以根据视程留下多达三个关灭的灯。	

4.2 型号

监控系统的型号应为 **ALCMS-X**，其中，**ALCMS** 为监控系统的简称，**X** 为监控系统的类别（对应表 1 中的 A、B、C 三个类别）。

5 组成

5.1 概述

监控系统组成的样例见图 1。

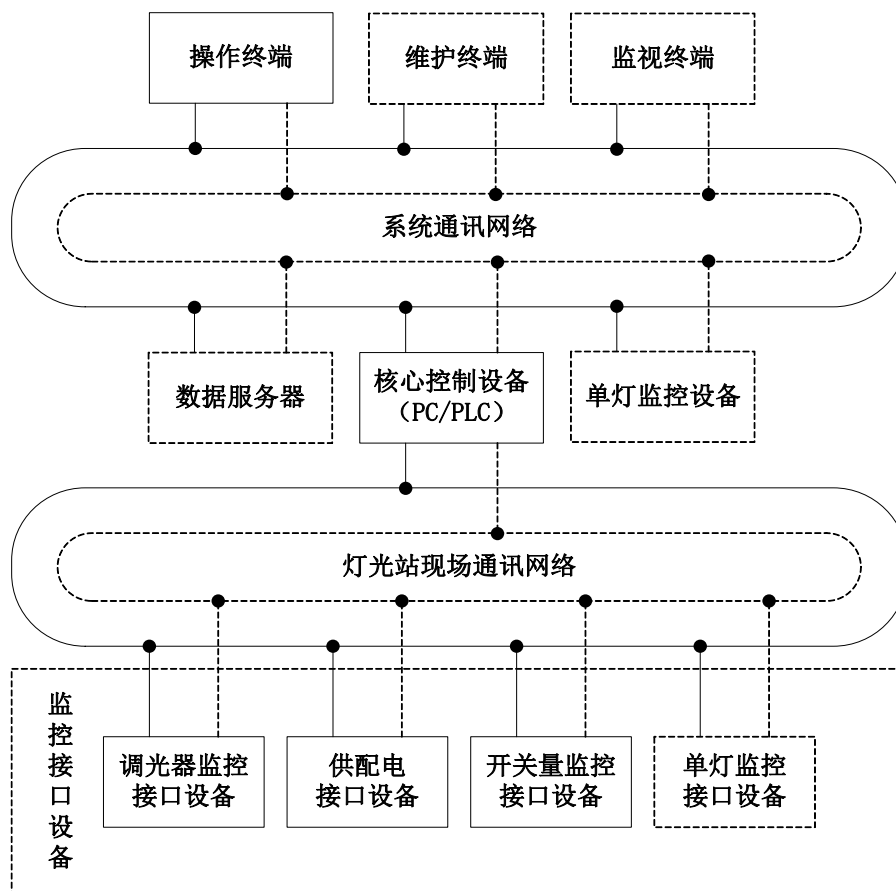


图 1 监控系统组成示意图

5.2 通讯网络

5.2.1 系统通讯网络

系统通讯网络应当为监控系统专用网络，用于连接系统内各类计算机设备，组成监控系统。通信介质可以是光纤、无线或实线（如铜线）。

5.2.2 灯光站现场通讯网络

灯光站现场通讯网络应当为监控系统专用网络，用于连接灯光站核心控制设备和监控对象，通信介质可以是实线（如铜线）、光纤或无线。通讯接口类型及协议类型一般由监控对象提供，通讯接口类型包括 RS-485、CAN、以太网等，通讯协议类型包括 Modbus、TCP 等。

5.3 监控终端

5.3.1 一般要求

监控终端是为机场用户提供监控系统人机界面的设备（通常为计算机），按照功能可分为操作终端、监视终端、维护终端三类。

操作终端和监视终端的人机界面应当能够实现相互间的转换（如通过软件配置），即操作终端可转换为监视终端，反之亦然。未获取控制权限的操作终端应当只有监视功能，即自动转换为监视终端。

按照用户要求，监控系统应当配备冗余的监控终端，监控终端的数量取决于机场的复杂程度和期望的冗余程度。

5.3.2 操作终端

操作终端根据设备的安装地点分为塔台操作终端和灯光站操作终端。

5.3.2.1 塔台操作终端

塔台操作终端是为机场塔台灯光控制操作员提供人机界面的设备。塔台操作终端宜采用触摸屏，其触摸键可以控制机场灯光和相关设备。

5.3.2.2 灯光站操作终端

灯光站操作终端与塔台控制终端为同一类型，是为灯光站灯光控制操作员提供人机界面的设备。灯光站操作终端安装在灯光站内并带有与灯光站网络连接的接口设备。

5.3.3 监视终端

监视终端是为机场远程操作人员提供人机界面的设备。

如果机场方需要，可在机场内多个地点安装监视终端，用来监视机场灯光设备的运行状态。监视终端将通过适当的网络接口与机场网络连接，并通过人机界面显示机场方需要的信息。

5.3.4 维护终端

维护终端是为机场维护人员提供人机界面的设备。维护终端应当能够提供监控、维护和管理机场灯光设备的功能。

5.3.5 核心控制设备

核心控制设备用于实现监控系统与监控对象之间信息的交互和命令的执行，一般安装在灯光站内。根据监控系统架构的

不同，核心控制设备可采用 PC 或 PLC。

5.4 监控接口设备

监控接口设备与灯光站现场通讯网络和核心控制设备连接，也可与核心控制设备合为一体。监控接口设备应当具有为调光器、供配电设备、单灯监控设备或其他设备提供开关量、模拟量或数据链连接的数据端口。

注：开关量装置一般通过继电器实现开关量的输出。

5.5 单灯监控设备

单灯监控设备是助航灯光监控系统的组成部分，用于提供机场灯光设备的监视、故障定位和选择性开关等功能。

单灯监控设备一般包括单灯控制计算机、单灯监控主机、单灯监控装置以及必要的探测传感器。

6 技术要求

6.1 使用环境要求

6.1.1 环境条件

监控系统应当能够在表 2 的环境中长期运行。

表2 监控系统的环境条件

环境条件	户内设备	户外设备
温度	0 °C ~ 40 °C	- 25 °C ~ + 55 °C
相对湿度	≤ 90 %	≤ 95 %

6.1.2 电源条件

监控系统应当能够在下列电源条件下长期运行：

- a. 交流并联供电设备：交流 220 V \pm 22 V 或 380 V \pm 38 V，50Hz \pm 2.5 Hz；
- b. 直流并联供电设备：直流 24 V \pm 3 V 或 48 V \pm 5 V；
- c. 交流串联供电设备：满足 MH/T 6010 标准规定的恒流调光器输出电流范围。

6.1.3 外壳防护等级

监控系统设备的外壳防护等级应当至少满足表 3 的要求。

表3 防护等级要求

设备	防护等级代码
户内安装的控制柜	IP 20
户外安装高于地面的设备（例如：微波探测传感器）	IP 54
户外安装于地下的设备（例如：单灯监控装置）	IP 68

6.2 硬件要求

6.2.1 监控终端

监控终端应当至少满足以下要求：

a. 终端的人机交互设备应当为一个显示器/触摸屏，塔台操作终端的人机交互设备宜采用一体化触摸屏，显示器/触摸屏的尺寸应当满足设计或用户要求，能够显示机场图形，分辨率至少为 1024 x 768 像素，视图面不耀眼、不反光；

b. 除显示器/触摸屏外，终端的人机交互设备还应当包括键盘和鼠标等输入设备；

c. 采用工控机或商用计算机；

d. 配备通讯设备，能够在机场交通控制人机界面和监控系统中的其他计算机之间传送控制和状态信息；

e. 电源应当来自于 UPS。

6.2.2 核心控制设备

核心控制设备应当至少满足以下要求：

a. 所有设备应当放置在防护等级不低于 IP 20 的外壳中，并连接成一个完整的系统；

b. 配备通讯设备，能够将控制和状态信息传送给机场交通控制人机界面和监控系统中的其他计算机；

c. 能够对监控对象进行控制和/或监视（包括机场回路、发电机以及灯光站里其他设备）；

- d. 具有与监控接口设备连接的接口；
- e. 具有与故障安全装置连接的接口；
- f. 电源应当来自于 UPS。

6.2.3 监控接口设备

监控接口设备应当至少满足以下要求：

- a. 电源应当来自于 UPS；
- b. 控制设计要求详见 6.5；
- c. 该接口设备应当满足监控对象的监控要求，针对不同监控对象的监控项目详见 6.6。

6.3 通讯要求

系统通讯网络应当能够通过实线、光纤或无线等通讯介质进行通讯，连接监控系统各组成部件。监控系统宜在塔台和灯光站之间建立备用网络连接，以形成冗余配置。当主连接故障时，系统应当能够自动切换到备用连接。当主连接恢复时，可经人工确认或由监控系统自动切换回主连接。系统通讯网络中的任意一个连接丢失时，监控终端的人机界面应当显示报警。

6.4 人机界面图形要求

6.4.1 总体要求

监控系统应当至少满足以下要求：

- a. 设有一个“确认”或者“接受”按钮，以防止不小心开启回

路，并允许操作员确认控制行为；

- b. 设有一个“拒绝”或“取消”按钮，用来放弃控制行为；
- c. 回路图形和触摸按钮报警时应当使用红色显示，警告应当使用黄色显示，正常运行状态应当使用绿色显示；
- d. 维护锁定状态应当使用显著的颜色或标识；
- e. 灯光回路的光级应当在对应的回路按钮上（或显著位置）以文本形式体现；
- f. 图形界面上的灯具布置及灯光的颜色、闪光特性应当与实际一致；
- g. 人机界面语言应当至少包含中文。

6.4.2 触摸屏要求

触摸屏界面应当至少满足以下要求：

- a. 设有屏幕清洁按钮，防止清洁屏幕时不小心开启回路；
- b. 触摸按钮或者触摸敏感区域应当至少为 16mm 宽×13mm 高，各触摸按钮或触摸敏感区域之间的间距应当至少为 3mm，防止一次触摸多个按钮；
- c. 如果使用电阻式触摸屏，应当提供触摸屏校准功能。

6.5 控制设计要求

6.5.1 总体要求

监控系统应当至少满足以下控制要求；

- a. 监控系统应当能够单独控制每一个机场灯光回路组成元

素，包括改变光级和开启/关闭回路。对于需要提供互锁关系的灯光回路（如一条跑道不同方向的坡度灯、进近灯等），监控系统应当具备互锁开关控制和同时控制的能力，以供用户选择使用；

b. 监控系统应当能够控制回路选择器；

c. 监控系统的人机界面应当能够独立控制和显示机场灯光系统的一部分，或同时控制和显示整个机场灯光系统；

d. 监控系统应当允许塔台操作终端、灯光站操作终端和维护终端之间的控制权传输；

e. 监控系统应当能够进行一个站点或多个站点的控制；

f. 监控系统每一个控制站点的人机界面应当能够激活和取消控制授权，防止未经授权的地点对机场灯光进行控制。

6.5.2 控制接口

监控系统应当至少有以下接口：

a. 在未得到人机界面确认和干预前提下，监控系统不能允许其他外部接口自动控制机场灯光，包括跑道视程、光电池、日出/日落的自动控制变化；

b. 如果设计和/或用户要求，监控系统应当能够通过位于塔台的人机界面提供日出和日落通知；

c. 监控系统应当能够通过内置的控制电源或者外部控制电源来控制调光器和其他设备；

d. 如无特殊要求，监控系统的控制电压一般为直流 24 V 或

直流 48 V。

6.5.3 预设控制按钮

监控系统应当至少提供以下预设控制功能：

- a. 监控系统应当能够通过一个按钮来控制一个回路组；
- b. 监控系统应当能够通过一个预设按钮执行预设的命令；
- c. 预设的命令应当能够根据机场针对各种运行条件所规划的灯光配置情况进行编辑。

6.6 接口设计要求

6.6.1 调光器接口

调光器的监控接口分为多线制开关量接口和串行通讯接口两种，监控系统应当具备两种接口的接入能力，其中，

针对多线制开关量接口的调光器，监控系统应当配备针对每台调光器专设的监控单元进行监控。

针对串行通讯接口的调光器，监控系统应当具备调光器提供的串行接口类型（MH/T 6010 标准规定为 RS-485 或 CAN 接口），并可根据调光器制造商提供的通讯协议实现调光器的监控功能。

调光器的接口功能及监控系统对调光器接口功能的实现均应满足 MH/T 6010 标准。

注：与调光器相关的其他控制对象中，回路选择器的功能和接口参考附录 C，调光器自动切换柜的功能和接口参考附录 D。

6.6.2 灯光回路监视接口

灯光回路的监视一般由调光器实现，通过串行接口传送至监控系统，如坏灯数、回路 VA 跌落情况、回路绝缘电阻等信息，当调光器不能提供该功能但用户提出对灯光回路状态提供监视时（如采用多线制开关量接口的调光器，将无法提供量化信息，仅能提供设定阈值的警告和报警信息），监控系统制造商应有能力提供独立于调光器之外的监控设备对灯光回路状态进行监视。

6.6.3 供配电监视接口

作为满足灯光运行的重要条件，监控系统应当有能力对灯光站的供配电系统进行监视，监视内容应包括主电源及备用电源（包括柴油发电机组）的进线开关状态、母联开关状态等基础信息，主要目的在于，当监控系统检测到供配电系统出现故障不能满足灯光运行的供电要求时，向用户提供报警信息。

对于上述基础信息一般采用通用的开关量接口进行监视。

如用户提出对供配电系统更多的监视要求时，监控系统应提供对应的解决方案，如：

- a. 对主电源的电量信息（如进线及馈电的电流、电压、功率因数、电量统计等）采用智能表计进行监视；
- b. 对 UPS 的状态信息（如 UPS 电池电压、剩余容量、可持续时间等）采用串行通讯接口进行监视；

c. 对柴油发电机组的运行状态信息（如输出电压、频率、发动机温度、水温、油压等）采用串行通讯接口进行监视。

监控系统制造商应当在检验时提供完整的解决方案，并以模拟的形式进行验证，确保实际实施项目时尽量少的调整系统软件。

6.6.4 灯具的监控

监控系统应具备单灯监控功能，用于实时监视机场串联灯光回路灯具的工作状态、在需要以灯光引导方式实现航空器移动管制的场合实现灯具的亮灭控制等功能，除实现引导航空器的控制功能外，提供灯光回路中准确的故障灯编号、灯光完好率，并对机场运行类别下超过标准限制的情况，如坏灯比率超出标准值、影响引导连续性的相邻灯故障等状态产生警告或报警，提醒用户及时维护以满足机场运行类别的要求。

单灯监控功能一般以相对独立的子系统实现，其与助航灯光监控系统之间采用数据接口进行信息交互，接口类型包括串行接口和以太网接口，遵从的协议一般采用 Modbus、TCP 等通用标准协议。

6.6.5 通用开/关型接触器控制和监视

6.6.5.1 概述

某些机场会有一些用于装置控制的开/关型控制接触器。开/关型接触器控制的设备包括但不限于顺序闪光灯、低强度进近

灯、风向标、障碍灯和泛光灯。

6.6.5.2 接触器控制

要求为接触器供电的电压驱动设备可能需要一种特殊的插入式继电器设计，以适应监控系统的低电流切换能力。

6.6.5.3 接触器监视

接触器的监视可以通过对接触器辅助触点状态的监视实现，或在接触器输出端添加一个电流感应继电器来实现，当在接触器的输出端检测到一个预定的电流等级时，继电器会提供明确的反馈信号。这种开/关型监视适用于任何类型的接触器控制设备。

6.7 故障安全设计要求

6.7.1 概述

故障安全设计是为了保证监控系统出现故障不能执行控制命令时，机场助航灯光仍可以继续安全运行。监控系统应当至少满足以下要求：

- a. 自行监视监控系统的监控接口设备，验证系统正常运行；
- b. 监控系统出现故障时，应当确保机场助航灯光处于故障之前的运行状态，进入故障安全模式；
- c. 只要调光器的主电源存在，就应当确保机场助航灯光保

持在故障安全状态；

d. 本地操作人员可以通过控制本地调光器或其他受控单元，从而使故障安全模式失效；

e. 在不改变灯光系统的运行状态的情况下允许对部分控制系统进行维护；

f. 故障安全功能应当适用于所有调光器，无论其控制电压是内部的还是外部的。

6.7.2 故障安全状态

监控系统应当以保持最终状态实现故障安全保护功能。监控系统应当至少满足以下要求：

a. 当处于故障安全模式时，监控系统中的监控接口设备应当保持故障出现前的光级；

b. 故障安全装置应维持最终状态（锁定）；

c. 即使完全掉电，包括失去后备电源，故障安全装置也应维持最终状态；

d. 如果调光器和其他受控单元在系统故障前处于关闭状态，监控系统进入故障安全模式后，仍需维持关闭状态；

e. 调光器的开关、光级转换和其他受控单元工作状态都应当能够通过调光器或受控单元进行本地控制。

6.7.3 系统软件恢复

如果计算机硬盘崩溃或计算机出现故障，监控系统应当能

够进行系统恢复。系统应当配备备份软件，供最终用户为监控系统内所有计算机重建硬盘。

6.8 监控项目

6.8.1 概述

监控系统的监控项目应当根据机场认证的运行类别及机场的使用需求进行规划。

6.8.2 调光器监控

监控系统对调光器的监控项目应当至少满足表 4 的要求，该要求对监控系统所有级别均适用。

表4 调光器的监控项目

监控类型	监控项目	
监视	状态	设备名称（回路名称或备机编号）
		本地/遥控状态
		输出电流值
		输出电压值
		回路绝缘值
	警告	输出功率跌落超过 10%
		坏灯率超过警告限值
		回路绝缘值低于警告限值
		冗余的通讯链路出现单路通讯故障 ¹
	报警	调光器位于本地运行状态
		调光器因过流关机
		调光器因开路关机
		调光器未上电 ²
		调光器切换至备机 ³
		坏灯率超过报警限值
回路绝缘值低于报警限值		
通讯故障 ¹		
控制	开、关机和光级转换	

注： 1.采用串行通讯时。2.采用串行通讯时，调光器未上电状态可能与通讯故障状态等同，建议采用串行通讯时屏蔽该报警，以免产生误导。3.配备切换柜时。

6.8.3 供配电系统监控

监控系统对供配电系统的监控应当满足表 5 的要求，该要求对监控系统所有级别均适用。

表5 供配电系统监控项目

监控对象	监控类型	监控项目	
低压配电	监视	状态	市电及油机进线开关状态
			母联开关状态
			进线电压、电流 ¹
			功率因数 ¹
		警告	线电压过高/过低 ¹
			低压电表通讯故障 ¹
			电网频率过高/过低 ¹
		报警	进线开关动作
母联开关动作			
柴油发电机	监视	状态	柴油发电机通讯状态 ²
			油机工作状态（输出电压、频率、发动机温度、水温等） ³
		警告	柴油发电机通讯故障 ²
	报警	油机故障（超速、发动机过热等） ³	
控制	柴油发电机远程试机 ² （仅用于维护）		
变压器	监视	状态	变压器工作状态（温度、电压等） ³
		警告	变压器通讯故障 ²
		报警	变压器工作异常（温度过高等） ³
UPS	监视	状态	UPS 通讯状态 ²
			UPS 电池电压、剩余容量、可持续时间 ³
			转换状态（在线或 UPS 供电）
		警告	UPS 进入转换状态 ³
		报警	UPS 电量低 ³
注： 1.配备监视仪表时。 2.采用串行通讯时。 3.视通讯协议及用户需求。			

6.8.4 UPS 监视

监控系统对 UPS 的监视应当满足表 6 的要求，该要求对监控系统所有级别均适用。

表6 UPS 监视项目

监控类型	监控项目	
监视	状态	UPS 通讯状态
		UPS 电池电压、剩余容量、可持续时间
		转换状态（在线或 UPS 供电）
		UPS 输入及输出电压
	警告	UPS 输入电源丢失
		UPS 进入转换状态
	报警	UPS 电池电量低
		UPS 电池可持续时间低于报警限值

6.8.5 开关量监控对象

监控系统对开关量对象的监控应当满足表 7 的要求，该要求对监控系统所有级别均适用。

表7 开关量对象监控项目

监控类型	监控项目	
监视	状态	本地/遥控状态
		开关状态
	警告	无
	报警	控制失效
控制	开、关	

6.8.6 顺序闪光灯监控

监控系统对顺序闪光灯的监控应当满足表 8 的要求，该要求对监控系统所有级别均适用。

表8 顺序闪光灯监控项目

监控类型	监控项目	
监视	状态	本地/遥控状态
		灯光运行状态（正常/故障）
		通讯状态
	警告	无
	报警	通讯故障
失效的灯数超过报警限值		
控制	开、关机和光级转换	
	运行类别转换	

6.8.7 单灯监控

B 类监控系统对灯光设备的监控应满足表 9 的要求，带“*”号项除外。

C 类监控系统对灯光设备的监控应满足表 9 的要求。

单灯监控设备应满足附录 A 的要求。

表9 单灯监控项目

监控类型	监控项目	
监视	状态	灯亮/灭/故障状态
		传感器探测状态
		系统内设备运行状态
	警告	坏灯数超过警告限值
	报警	系统内设备故障
		相邻灯故障
坏灯数超过报警限值		
控制	根据传感器状态的自动成组亮灭控制	
	* 根据系统指令成组亮灭控制	
	* 根据系统指令自动成组或逐灯亮灭控制	

6.9 事件信息分类

6.9.1 一般要求

监控系统生成的事件信息应当清楚、简洁，提供系统处理、警告和报警情况。所有的事件、警告和报警都应当具有时间记录，精确到秒。监控系统应当具备时钟同步功能，必要时，应当具备与系统外部时钟的同步能力（如接入授时装置）。

监控系统事件分类和报警过滤的规定见附录 B。

6.9.2 事件

监控系统应当能够生成和记录事件处理情况。事件指的是任何操作员的命令或者受监视设备状态的变化。监控系统设计上应当方便用户查看事件，并满足以下要求：

- a. 事件应当按照机场用户/塔台的要求在系统中任何一处人机界面进行显示；
- b. 事件应当录入数据库或文档中；
- c. 事件应当记录发生的日期和时间，以供系统对事件进行重新排序；
- d. 系统记录的事件包括但不限于：
 - 机场灯光光级变化；
 - 计算机状态变化（开机、关机）；
 - 通讯连接状态变化（连接启动、连接关闭）；
 - 控制授权变化（塔台控制；灯光站控制）；

- 警告和报警状态变化。

6.9.3 警告

警告也是一种事件，表示某种故障情况或低等级故障，该故障产生的后果不会造成目视助航设备的降级服务。监控系统设计上应当方便用户查看警告，并满足以下要求：

- a. 系统应当能够从事件中识别出警告；
- b. 警告应当在维护界面中体现；
- c. 警告不得在塔台人机界面体现；
- d. 警告应当录入数据库或文档中；
- e. 警告应当记录发生的日期和时间，以供系统对事件进行重新排序；
- f. 系统记录的警告包括但不限于：
 - 命令光级与实际输出光级不符；
 - 其他低等级的调光器监视项目（例如，VA 跌落）；
 - 坏灯数量达到警告值；
 - 通讯连接状态变化（连接启动，连接关闭）；
 - 市电状态丢失或改变。

6.9.4 报警

报警也是一种事件，表示某种故障情况，该故障产生的后果将导致目视助航设备的降级服务。监控系统设计上应当方便用户查看报警，并满足以下要求：

- a. 系统应当能够从事件中识别出报警；
- b. 报警应当在维护界面中体现；
- c. 报警应当在塔台人机界面体现；
- d. 报警应当录入数据库或文档中；
- e. 报警应当记录发生的日期和时间，以供系统对事件进行重新排序；
- f. 系统记录的报警包括但不限于：
 - 调光器保护性关闭；
 - 受控单元不能执行命令光级；
 - 坏灯数量达到报警值；
 - 通讯连接丢失（所有连接都断开）；
 - 系统处于故障安全状态；
 - 市电状态丢失或改变。

6.9.5 声音报警

监控系统人机界面应当提供声音报警提示。声音报警组件的音量应当可调并可消音。

6.9.6 事件消息处理

监控系统应当至少满足以下要求：

a. 查看：事件，包括警告和报警，应当能够通过用户界面进行查看；

b. 子集查看：事件的子集，包括警告和报警，应当能够通

过人机界面进行分类查看。用户可以按设备安装地点、设备类型、事件类型、时间段等条件查看该条件下的事件；

c. 记录：所有当前的和已清除的事件应当储存在具备极佳检索性能的数据库中；

d. 日期/时间标记：被储存的事件应当具有发生日期和时间标记；

e. 存档：事件应当能够在预定义的时间段内保存。保存时间应当介于 1 天和 1 年之间，且该时间段可调；

f. 备份：监控系统应当提供一种途径（通过人机界面）用于将事件数据库备份到外部媒介。

6.9.7 安全管理

监控系统应当具备系统范围的安全管理能力。系统应允许系统管理员建立供最终用户使用的帐户和密码，并决定各用户的授权级别。

该安全性能应当能够记录登录系统的用户及该用户在登录期间系统所发生的事件。

6.9.8 系统报告

监控系统应当具备保存（在外部媒介上）或打印（纸介质）系统报告的能力。

监控系统应当至少能够创建以下报告，并能够储存在外部媒介中或通过打印机打印：

- a. 事件报告：事件（包括警告和报警）；
- b. 事件子集报告：事件（包括警告和报警）的子集；
- c. 调光器报告：调光器的当前状态（包括监视状态）；
- d. 监视报告：调光器和其他受控单元的当前状态（包括监视状态）。

6.10 响应时间

监控系统的响应时间应当满足下列要求。

表10 监控系统响应时间

类型	响应时间 (s)
从命令输入至接受或拒绝	< 0.5
从命令输入至控制信号输出到受控对象	< 1.0
系统指示控制设备接收到控制信号	< 2.0
调光器动作反馈至系统终端状态显示	< 1.0
系统故障期间切换到冗余组件（此期间没有命令执行）	< 0.5
系统自动检测到故障组件和通讯线路	< 10

在表 10 的基础上，在改变了助航灯光的运行状态后，监视系统应当能够尽快显示出改变后的运行状态。监控系统至少应当在 2 s 内显示出停止排灯的状态改变，并在 5 s 内显示出其他灯光的状态改变。

6.11 监控系统的安全性及可靠性要求

6.11.1 安全性

制造商应当有能力进行与系统安全和生命周期有关的设计、安装、使用方面的管理。

6.11.2 可靠性

监控系统应当具有足够的扩展能力，在一个系统中即使增加监控对象，也应当满足功能要求及 6.10 规定的响应时间要求，在此基础上，还应当满足以下可靠性要求，

a. 误报率

系统探测到一个预警情况的概率（PDA）应大于 99.9%。
虚假预警的概率（PFA）应小于 10^{-3} 。

b. MTBF

制造商应当在使用手册中声明系统软件及系统使用的部件的 MTBF，并注明达到该指标所需的工作条件，制造商应当在监控系统中对该工作条件进行监视，以便在实际条件超出系统耐受范围时向用户发出警告。实际运行时，部分工作条件的改变是难以预见的，如雷电冲击、浪涌冲击等，制造商应对系统设备进行抗扰度设计及验证，以提高系统的适应能力和对外部干扰的防范能力。

c. 准确性

系统对监控对象的控制准确率应大于 99.9%。为降低系统误报率，系统对监控对象模拟量信号的显示精度（如电流、电压、回路绝缘电阻、故障灯数量等）应不低于相应监控对象标准的相关信号精度要求（如恒流调光器，应满足 MH/T 6010 标准要求）。

6.12 单灯监控功能应当满足的基本运行条件

6.12.1 概述

为满足监控系统中单灯监控功能的可靠性及响应时间要求，制造商应当在数据手册中针对灯光回路负载条件、系统负载能力等运行条件进行说明。为保证系统的通用性和可检测性，本节提出了系统应满足的基本运行条件。

6.12.2 灯光回路负载条件

6.12.2.1 串联灯光回路的绝缘

系统应当在串联灯光回路绝缘电阻不低于表 11 规定的数值条件下长期稳定运行。

表11 串联灯光回路的绝缘电阻

回路长度 (m)	串联回路最小绝缘电阻 (MΩ)
≤ 2500	10
2500 ~ 5000	5
> 5000	2

注：在机场的维护周期内，可能出现短期绝缘电阻低于上述标准的情况，监控系统制造商应当在数据手册中对绝缘电阻低于运行条件时对系统产生的影响加以说明，并注明导致系统不可用的绝缘电阻下限值（系统不可用是指失去局部或全部灯具的监控功能）。

6.12.2.2 串联灯光回路的长度

系统应当适用于敷设距离 15km 以内的串联灯光回路。

6.12.2.3 隔离变压器

制造商应当在数据手册中提供单灯监控装置适配的隔离变压器功率。

6.12.3 系统负载容量

6.12.3.1 可监控的回路数量

系统可监控的灯光回路数量应当不少于 20 条。

6.12.3.2 可监控的灯具数量

系统可监控的灯具数量应当不少于 150 盏/回路。

6.12.3.3 可监控的控制段数量及控制段内的灯数量

监控系统应当满足表 12 的要求。

表12 监控系统类别对应的控制段数量和控制段内的灯数量

监控系统类别	控制/引导类型	控制段数量（每个控制区）	每个控制段内的灯数量
B	停止排灯控制	> 3	> 20
C	固定灯段引导	> 10	> 30
C	可变灯段引导	> 150	≤ 2

6.12.3.4 控制段的联锁控制

为满足停止排灯及其关联的引导用滑行道中线灯的联锁控制要求，系统应当具备对不少于 3 个控制段的联锁控制能力。

7 文件

7.1 维护手册

监控系统制造商应当提供适合日常使用的运行维护手册。手册内容应当至少包括系统操作概述，运行原理及图形用户界面操作。

维护手册中应当列举保障监控系统持续运行的备件清单，以供用户选择。

7.2 操作手册

监控系统制造商应当提供适合日常使用的操作手册。手册内容应当至少包括触摸屏操作和触摸屏维护（例如：校准）。

7.3 竣工图纸

系统验收后，监控系统制造商应当提供体现监控系统最终安装设计的竣工图纸。竣工图纸应当至少包括系统结构图、系统外部配线图、装配图和装配配线图。

附录 A 单灯监控设备

(规范性附录)

A.1 概述

本附录适用于直接电气安装在机场助航灯光串联回路主回路或隔离变压器次级，用于提供单个或群组灯具监控的单灯监控设备。

集成了单灯监控功能的一体化灯具（以下简称一体化灯具）除满足灯具相关标准外，也应当符合本附录的要求。

A.2 一般要求

A.2.1 电气连接

如果单灯监控设备带有用于连接助航灯光串联回路的初级或次级侧的引线和连接器，则这些引线和连接器应当符合 MH/T 6009 的要求，包括：

- 连接器的机械特性；
- 引线和连接器的电气特性。

A.2.2 外壳

A.2.2.1 防护等级

单灯监控设备根据其安装的位置，防护等级应满足 6.1.3 的规定，在此基础上，

- 一体化灯具应满足相应灯具的标准要求；

— 防护等级为 IP 68 的设备的型式试验应当按照 1m 水下 24 h 条件进行验证。

A.2.2.2 单灯监控装置的外形尺寸

单灯监控装置的外形尺寸应当设计得能够与一个隔离变压器共同放入直径为 304mm、高度为 320mm 的隔离变压器箱内。

一体化灯具应当满足灯具标准规定的外形尺寸要求。

A.2.3 单灯监控装置的机械冲击防护

单灯监控装置的机械冲击防护等级应当至少满足 GB/T 20138-2006 标准表 1 中 IK09 的要求。

A.2.4 接地

单灯监控设备外壳上的任何裸露导电部件（如果有）都应当配备一个外部接地端子，以实现独立的安全接地连接。

A.2.5 工作温度与湿度

单灯监控设备根据安装位置的不同，应能够在 6.1.1 规定的条件下正常工作。

A.2.6 可靠性

单灯监控装置的 MTBF 应在制造商的产品数据手册中进行说明。

单灯监控装置的可靠性宜采用加速寿命试验方法加以验证。

A.3 电气性能

A.3.1 电流范围

安装在助航灯光串联回路次级的单灯监控设备应当能够在 MH/T 6010 标准中规定的调光器输出电流范围内正常工作，在此基础上，单灯监控设备应当能够耐受表 A.4 中规定的短时电流冲击：

表 A.4 单灯监控设备可耐受的短时冲击电流

电流类型	工作电流范围（有效值）	耐受时间
可耐受短时冲击电流	6.93 A~8.25A（不含）	≥ 5 s
可耐受极限冲击电流	≥ 8.25 A	≥ 1 s

A.3.2 电压范围

安装在助航灯光串联回路初级的单灯监控设备应能在 MH/T 6010 中规定的最大功率的调光器输出电压范围内长期运行。

A.3.3 单灯监控装置的负载

单灯监控装置可监控灯具功率的最大值和最小值以及与其连接灯具的负载类型应当在制造商的数据手册中加以说明。

A.3.4 单灯监控装置的功耗

单灯监控装置在各种运行条件下的最大功耗应当在制造商的数据手册中加以说明。运行条件应当至少包括灯具的点亮、熄灭和故障。

A.3.5 电流降低

在调光器上选择的任何光级条件下，当灯具点亮时，单灯监控装置造成的灯具电流降低不应超过 10 mA。

A.3.6 电磁兼容性

单灯监控设备的发射限值应满足表 A.5 的要求。

表 A.5 单灯监控设备的发射限值

端口	频率范围	限值
外壳端口	30 MHz ~ 230 MHz	40 dB (μV/m) 准峰值 (测量距离 10m)
	230 MHz ~ 1 000 MHz	47 dB (μV/m) 准峰值 (测量距离 10m)
低压交流 电源端口	0.15 MHz ~ 0.5 MHz	79 dB (μV) 准峰值
		66 dB (μV) 平均值
	0.5 MHz ~ 30 MHz	73 dB (μV) 准峰值
		60 dB (μV) 平均值
注：在转换频率处，用较低限值。		

在此基础上，单灯监控装置应当能够通过 GB/T 17626.5 中试验等级 4 的浪涌（冲击）试验，如果在冲击测试中装置的功能有短时影响，该影响应当在 10s 以内消失，单灯监控装置应当自动恢复为正常工作状态。

A.4 单灯监控装置的功能要求

A.4.1 开关功能

A.4.1.1 总体要求

单灯监控装置应当具有对灯具单独或成组开关控制的功能。

A.4.1.2 上电状态

单灯监控装置通过灯光回路供电后，应当直接进入“上电模式”，上电模式应至少包括开和关，即执行对灯具开或关的命令。

A.4.1.3 电源中断

灯光回路中小于 1 s 的供电中断应当不会导致恢复供电后灯具状态（如亮或灭）的改变。

A.4.1.4 安全状态

如果监控系统的控制信号在预设的时间段内丢失，单灯监控装置应当进入预先定义的故障安全状态。故障安全状态应当至少包括灯的开启和关闭。

进入故障安全状态的时间应在系统的数据手册中加以说明，建议可由用户设置。

在 A.5.1.3 定义的短时电源中断期间，故障安全状态不应被激活。

A.4.2 监视功能

单灯监控装置应当能够提供灯状态的监视功能，包括但不限于灯具的亮、灭及故障状态。

单灯监控装置应当能够区分单灯监控装置和灯具的失效。

附录 B 事件分类和过滤

(规范性附录)

B.1 概述

为了防止塔台操作终端显示的事件信息过负荷，系统应具备事件分类和过滤能力，将需要在塔台的监控系统人机界面触摸屏处显示的事件信息筛选出来。每个机场的事件分类和过滤功能都有其特殊性，制造商应与用户沟通并确定哪些事件信息需要在塔台操作终端显示。

B.2 范例

表 B.1 举例说明如何在监控系统设计规范中阐述该方面信息。

表 B.1 监控系统事件分类和过滤样例

事件	描述	事件分类	在塔台操作终端报告	在维护终端报告
调光器改变光级	通过塔台人机界面切换调光器光级	事件	否	是
灯光控制权授予灯光站	塔台将控制权授予灯光站	事件	否	是
调光器过流关机	调光器关机	报警	是	是
调光器开路关机	调光器关机	报警	是	是
调光器处于本地状态	无法遥控开启回路	报警	是	是
调光器丢失主电源	无法遥控开启回路	报警	是	是
调光器电流不符	输出电流超出标准范围	警告	否	是
调光器低 VA	输出 VA 超出标准范围	警告	否	是
灯故障报警，5%灯故障	故障灯数超出警告界限	警告	否	是
灯故障报警，10%灯故障	故障灯数超出报警界限	报警	是	是
回路绝缘电阻警告	回路电缆电阻超出警告界限	警告	否	是
回路绝缘电阻报警	回路电缆电阻超出报警界限	报警	否	是
通讯连接故障	主通讯或备用通讯故障	警告	否	是
所有通讯连接都出现故障	主通讯和备用通讯都故障	报警	是	是
系统进入故障安全模式	塔台不能控制灯光	报警	是	是
灯光站市电丢失	灯光站依靠发电机运行	警告	是	是
发电机报警	灯光站发电机故障	报警	是	是
报警确认	用户确认报警情况	事件	否	是

附录 C 回路选择器的功能和接口

(资料性附录)

C.1 范围

本附录适用于监控系统对回路选择器的监控。

C.2 分类

C.2.1 按选择回路的数量分类

FAA 类型	定义
L-847-1	1 回路控制
L-847-2	2 回路控制
L-847-3	3 回路控制
L-847-4	4 回路控制

C.2.2 按使用场合分类

FAA 类型	定义
Class A	安装于室内
Class B	安装于户外

C.3 功能

C.3.1 概述

回路选择器能够将调光器的输出转换成一个或多个串联灯光回路，并可进行各回路的独立开关控制。

C.3.2 控制方式

回路选择器能够在本地控制面板上或从远程位置进行控制。回路选择器可作为独立的设备使用，也可内嵌在调光器内

（作为调光器的附属部件）使用。

回路选择器能够通过开关量接口或串行通讯接口进行监控。

内嵌在调光器内的回路选择器的遥控接口可能整合在调光器遥控接口中。

C.4 用途

回路选择器具有以下用途，但需要监控系统进行控制。

a. 互锁控制

针对带有方向选择的坡度灯和进近灯等回路进行互锁控制，即只能开启一个方向的灯。

b. 区域控制

为使调光器规格标准化，对划分好的多个小负荷回路（如滑行道灯）进行亮灭控制，同时支持单独回路控制。

c. 引导控制

作为地面引导系统的一部分，对停止排灯、引导灯、定向的滑行道中线灯进行固定灯段的开关控制。

附录 D 调光器自动切换柜的功能和接口

(资料性附录)

D.1 范围

本附录适用于监控系统对调光器自动切换柜的监控。

D.2 功能

D.2.1 概述

调光器自动切换柜支持 1 至 4 台主机和 1 台备机的自动故障切换。

调光器自动切换柜在主用调光器运行中发生导致停机的故障时，将该主用调光器带载的灯光回路切换至备用调光器，且使备用调光器投入运行，备用调光器的输出亮度等级应与主机一致。

D.2.2 控制

切换柜能够自动实现回路切换及备用调光器开启的功能。

D.2.3 监视

切换柜的切换状态可通过远程接口传送至监控系统。

切换柜的工作状态可通过开关量接口或串行通讯接口进行监视。

与调光器配套使用的切换柜遥控接口可能整合在调光器遥控接口中。