

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 4056—2024

## 数字化塔台光学系统技术要求

Technical requirements of digital control tower optical system

2024-01-10 发布

2024-02-01 实施

中国民用航空局 发布



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 缩略语 .....	1
5 数字化塔台光学系统组成 .....	1
6 功能要求 .....	2
6.1 一般功能要求 .....	2
6.2 光学传感器 .....	2
6.3 编解码单元 .....	2
6.4 网络 .....	2
6.5 光学传感器图像显示 .....	3
6.6 人机界面 .....	3
6.7 时间同步单元 .....	3
7 性能要求 .....	3
7.1 一般性能要求 .....	3
7.2 光学传感器 .....	3
7.3 网络 .....	4
7.4 光学传感器图像显示 .....	4
7.5 时间同步单元 .....	4
8 环境要求 .....	4
8.1 气候环境适应性 .....	4
8.2 电磁环境适应性 .....	5
8.3 供电电源 .....	5
8.4 防雷接地 .....	5
9 系统可靠性和可维护性 .....	5
参考文献 .....	6

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国民用航空局空管行业管理办公室提出。

本文件由中国民航科学技术研究院归口。

本文件起草单位：中国民用航空局第二研究所。

本文件主要起草人：范丹、李黎、张德、杨晓嘉、金沙舟、陈茁、任森、张怀才、李航宇、聂焱、吴敏、罗文渊、何玄、张中仪、张也。

# 数字化塔台光学系统技术要求

## 1 范围

本文件规定了民用航空数字化塔台光学系统端到端性能，即光学传感器到视景呈现所涉及组件的技术要求。

本文件适用于民用航空数字化塔台光学系统的设计、制造、检验、评估和验收。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 9254.1 信息技术设备、多媒体设备和接收机电磁兼容 第1部分：发射要求

GB/T 9254.2 信息技术设备、多媒体设备和接收机电磁兼容 第2部分：抗扰度要求

MH/T 4020 民用航空通信导航监视设施防雷技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**数字化塔台光学系统 digital control tower optical system**

利用光学传感、网络传输、视景呈现等技术，为替代或增强传统塔台的目视指挥提供技术手段，实现民用航空机场管制服务、机坪塔台指挥等功能的光学监视系统。

### 3.2

**宽动态性能 wide dynamic performance**

在同一场景存在高对比亮度的情况下，光学传感器呈现亮、暗区域景物的性能。

### 3.3

**PTZ 模块 pan-tilt zoom module**

支撑光学传感器，并使其能进行垂直和水平转动以及变焦的设备组件。

### 3.4

**PTZ 目标跟踪 PTZ target tracking**

控制光学系统的PTZ模块，保持对目标进行跟踪。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ADS-B: 广播式自动相关监视 (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)

MTBF: 平均无故障时间 (Mean Time Between Failure)

MTTR: 平均维修时间 (Mean Time To Repair)

QoS: 服务质量 (Quality of Service)

## 5 数字化塔台光学系统组成

数字化塔台光学系统主要由光学传感器、编码单元、解码单元、网络、光学传感器图像显示、人机界面、时间同步单元等概念构建块组成。概念构建块由单个物理、非物理或多个物理、非物理部件组成，可共同实现数字化塔台光学系统中的一项或多项功能。

通常情况，数字化塔台光学系统组成如图1所示。

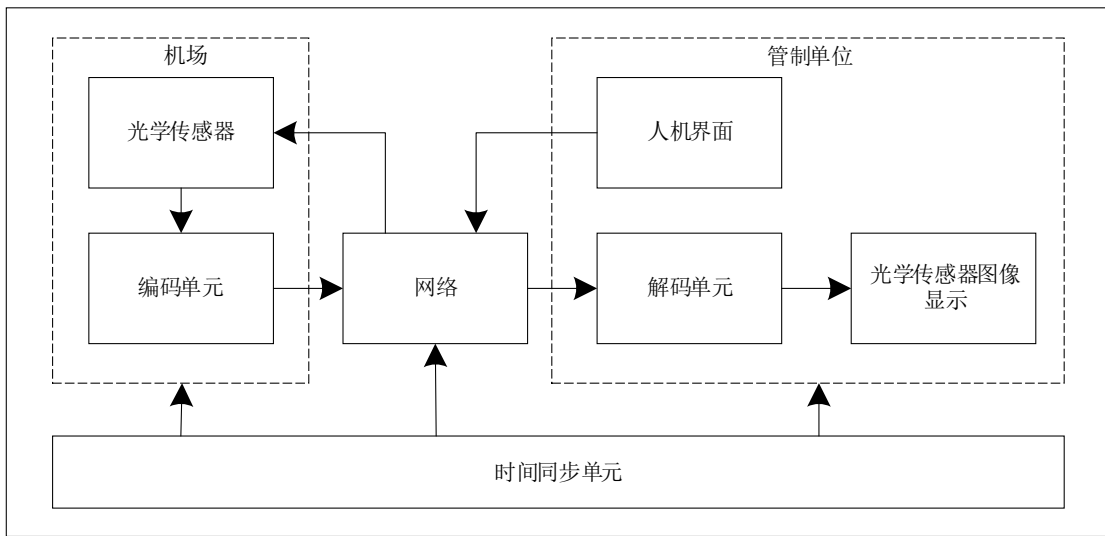


图1 数字化塔台光学系统示意图

## 6 功能要求

### 6.1 一般功能要求

- 6.1.1 数字化塔台光学系统应按照机场机坪、机场管制服务和监视覆盖需求配置光学传感器种类、数量和分辨率。
- 6.1.2 数字化塔台光学系统应具备将光学传感器传回画面进行横向或纵向拼接的能力。
- 6.1.3 数字化塔台光学系统用于起降指挥时，应通过配置单独的 optical 传感器的手段，使其具备跑道延长线方向监视功能。
- 6.1.4 数字化塔台光学系统应具备画面防抖动能力。
- 6.1.5 数字化塔台光学系统应具备场监雷达、多点定位、ADS-B 等监视数据接口。

### 6.2 光学传感器

- 6.2.1 数字化塔台光学系统光学传感器应能捕捉真实世界图像，并将图像作为视频流输出。
- 6.2.2 数字化塔台光学系统光学传感器应具备宽动态性能和低照度性能。  
注：低照度性能指在较低光照度的场景仍可以摄取清晰图像的能力。
- 6.2.3 数字化塔台光学系统包含 PTZ 模块的光学传感器应能垂直、水平转动和光学变焦。
- 6.2.4 数字化塔台光学系统包含 PTZ 模块的光学传感器应具备 PTZ 目标跟踪功能。

### 6.3 编解码单元

数字化塔台光学系统编解码单元应具备编码/解码功能和视频流数据压缩/解压缩功能。

### 6.4 网络

- 6.4.1 数字化塔台光学系统网络应保证光学传感器采集的视频流数据能够完整的传输到数字化塔台管制单位。
- 6.4.2 数字化塔台光学系统网络应采用独立的专用网络。
- 6.4.3 数字化塔台光学系统网络应具备冗余架构，包含网络设备冗余和链路冗余。
- 6.4.4 数字化塔台光学系统应具备网络 QoS（延时、丢包、抖动）实时监控和告警功能。
- 6.4.5 数字化塔台光学系统使用运营商网络的，应配置不同运营商的网络。不同运营商的物理路由线路应在不同管沟内；远端至本地的运营商专线优先选择节点少、节点保障能力强（使用 UPS 不间断电源等）的线路。
- 6.4.6 数字化塔台光学系统接入外部监视数据来源时，应采用冗余的中/高端三层核心网络交换设备进行接入，并按数据的重要性确定传输优先级。

## 6.5 光学传感器图像显示

6.5.1 数字化塔台光学系统光学传感器图像显示应具备显示全景图像和从包含 PTZ 模块的光学传感器传回的特定画面的能力，宜具备非静止画面提示。

6.5.2 数字化塔台光学系统光学传感器图像显示的分辨率应不低于光学传感器输出图像的分辨率。

6.5.3 数字化塔台光学系统光学传感器图像显示应具备显示 PTZ 目标跟踪的能力。

6.5.4 数字化塔台光学系统光学传感器图像显示应具备显示基于图像算法的目标跟踪的能力。

注：图像算法的目标跟踪是基于图像算法对运动目标自动检测、识别、框定和跟踪。

6.5.5 数字化塔台光学系统光学传感器图像显示应具备显示标牌信息的能力。

注：标牌信息是系统融合多源监视数据后在光学传感器图像显示中对目标以添加字符信息等方式显示目标的动态数据。

6.5.6 数字化塔台光学系统光学传感器图像显示应具备视频画面质量增强功能。视频画面质量增强功能可具备：

- a) 在降雨、雾、霾、沙尘暴等不同天气过程和光照条件下，提高图像质量，提高识别距离；
- b) 压制逆光及色彩还原等算法，能够重建视频的原始特征，不产生伪彩，保持图像鲜明度和自然度。

## 6.6 人机界面

6.6.1 数字化塔台光学系统人机界面应具备操作员监控数字化塔台光学系统中各组成模块的功能。其中：

- a) 应包含 PTZ 模块控制界面，能手动控制 PTZ 模块垂直、水平转动和变焦；
- b) 应包含 PTZ 目标跟踪、图像算法的目标跟踪、标牌信息、画面质量增强功能界面，功能开启方式可设置为自动开启或者手动开启；
- c) 应包含存储回放界面，能对视频流数据进行存储与回放，回放子系统应具备输出视频和实时显示视频图像质量保持一致的能力，回放时应有回放状态提示；
- d) 应包含系统配置信息存储功能。

## 6.7 时间同步单元

6.7.1 时间同步单元应能接收外部时钟信号用于系统同步。

6.7.2 时间同步单元应能同步数字化塔台光学系统各单元的时间。

## 7 性能要求

### 7.1 一般性能要求

7.1.1 数字化塔台光学系统光学传感器图像采集到图像显示之间视频流传输延迟应不超过 1 s。

7.1.2 数字化塔台光学系统故障发生到故障告警提示的时间应不超过 2 s。

### 7.2 光学传感器

7.2.1 数字化塔台光学系统光学传感器宽动态性能应不低于 100 dB。

7.2.2 数字化塔台光学系统光学传感器最低可用照度（彩色）应不高于 0.008 lx。

7.2.3 数字化塔台光学系统光学传感器实时拼接的全景图像应满足：

- a) 横向分辨率应不大于 2 弧分每像素；
- b) 纵向分辨率应不大于 2 弧分每像素；
- c) 水平视场角应不小于 180°；
- d) 俯仰视场角应不小于 40°；
- e) 帧率应不低于 25 fps；
- f) 无明显拼缝、无色差差异、无明显畸变。

7.2.4 在光照度 10 000 lx，大气能见度大于 20 km，天空的色温约为 25 000 K 情况下，数字化塔台光学系统光学传感器的检测识别距离应满足表 1 的要求。

表1 检测识别距离要求

单位为米

序号	目标	外形尺寸	全景最小检测距离	装载PTZ模块的光学传感器最小检测距离
1	大型机	12.5×33.6×35.8	4 000	10 000
2	中型机	7.0×7.0×27.2	3 000	8 000
3	轻型机	2.25×2.25×8.20	3 000	6 000
4	车辆	2.5×1.5×5.0	1 500	2 000
5	人员/动物	1.8×0.5×0.5	500	1 500
6	障碍物	0.3×0.3×0.3	-	1 000
7	机场标志标识	0.9×0.5	-	1 000

注1：“检测”指目标物体在图像显示中人眼可见，但无法辨认被观测目标的类型。  
注2：“-”表示不作要求。

- 7.2.5 数字化塔台光学系统包含 PTZ 模块的光学传感器功能控制响应时间应不超过 250 ms。
- 7.2.6 数字化塔台光学系统包含 PTZ 模块的光学传感器连续水平转动速度应不小于每秒 60°。
- 7.2.7 数字化塔台光学系统包含 PTZ 模块的光学传感器连续垂直转动速度应不小于每秒 60°。
- 7.2.8 数字化塔台光学系统包含 PTZ 模块的光学传感器两个相隔 60° 的水平位置从静息状态到静息状态移动应小于 2 s。
- 7.2.9 数字化塔台光学系统包含 PTZ 模块的光学传感器两个相隔 60° 的垂直位置从静息状态到静息状态移动应小于 2 s。

### 7.3 网络

- 7.3.1 数字化塔台光学系统从远端机场到数字化塔台管制单位的视频传输带宽应不小于 50 Mbps。
- 7.3.2 数字化塔台光学系统网络延时应不超过 50 ms。
- 7.3.3 数字化塔台光学系统网络应监视传输稳定性，由网络传输原因引起的帧率变化超过 8%时，应予以指示。
- 7.3.4 数字化塔台光学系统网络带宽在正常使用条件下使用率应不超过饱和带宽的 70%。

### 7.4 光学传感器图像显示

- 7.4.1 数字化塔台光学系统光学传感器图像显示性能应满足表 2 的要求。

表2 光学传感器图像显示性能

指标名称	指标值
亮度	>300 cd/m <sup>2</sup>
刷新率	≥25 fps
垂直向上视角	≥50°
垂直向下视角	≥40°
水平向左视角	≥60°
水平向右视角	≥60°

### 7.5 时间同步单元

- 7.5.1 数字化塔台光学系统各单元时钟与标准时间的误差应小于 100 ms。

## 8 环境要求

### 8.1 气候环境适应性

- 8.1.1 室内设备应能在下列环境正常运行：
- 温度（工作）：10℃～35℃；温度（贮存运输）：-40℃～55℃；
  - 相对湿度（工作）：35%～80%；相对湿度（贮存运输）：20%～93%（40℃）。
- 8.1.2 室外设备应能在下列环境条件下正常工作：
- 环境温度：-30℃～60℃；

- b) 相对湿度：5%~95%（非冷凝）；
- c) 高度：海拔 3 500 m；
- d) 冰雹：直径 25 mm，风速 18 m/s；
- e) 风速：20.7 m/s；
- f) 防护等级：IP65。

8.1.3 室外设备应具备抗恶劣环境的设计，应考虑设备具备雨刷、加热、降温、除霜、抗风、抗盐雾、防酸雨、防结冰等辅助功能的必要性。

## 8.2 电磁环境适应性

8.2.1 系统无线电骚扰应符合 GB/T 9254.1 的规定。

8.2.2 系统抗扰度应符合 GB/T 9254.2 的规定。

## 8.3 供电电源

8.3.1 系统应符合 MH/T 4020 中对供配电系统电涌保护的要求。

8.3.2 系统可在以下条件下正常工作。

- a) 交流供电的产品，应能在 220 V±22 V、50 Hz±1 Hz 条件下正常工作。
- b) 直流供电的产品，应能在直流电压标称值的 85%~120%的条件下正常工作。标称值应在产品标准中规定。
- c) 对电源有特殊要求的单元应在产品标准中加以说明。

## 8.4 防雷接地

8.4.1 置于直击雷非防护区的设备，应按 MH/T 4020 中的要求设置避雷保护装置。

## 9 系统可靠性和可维护性

9.1.1 数字化塔台光学系统核心组件 MTBF≥10 000 h，MTTR≤2 h。

9.1.2 用于民用航空运输机场机坪塔台、民用航空运输机场数字化塔台的光学系统应满足：

- a) 系统监视区域应有两重或以上的光学传感器覆盖；
- b) 系统服务器应为冗余配置；
- c) 系统主要网络设备应为冗余配置，单台网络设备故障不应导致系统网络传输中断。

9.1.3 数字化塔台光学系统图像视频应至少能存储 90 d。

9.1.4 系统设备应采用标准化、模块化设备；若为定制化产品，应具备满足使用需求的备件。

9.1.5 系统应具备自检、故障告警和日志功能。

参 考 文 献

- [1] ICAO Document 4444 Procedures for Air Navigation Services – Air Traffic Management, 16th Edition
- [2] EUROCAE ED-240A Minimum Aviation System Performance Standards for Remote Tower Optical Systems
- [3] EASA, Annex to ED Decision 2019/004/R Guidance Material on remote aerodrome air traffic services
-