

# 远程塔台运行评估规范

# 目 录

1. 目的和依据 .....	1
2. 术语、定义及缩略语 .....	1
3. 远程塔台运行评估的职责 .....	2
4. 远程塔台运行评估流程 .....	3
4.1 明确运行需求 .....	3
4.2 分析保障要素 .....	4
4.3 评估实施步骤 .....	5
5. 远程塔台运行评估内容 .....	12
5.1 基本要求 .....	12
5.2 运行模式 .....	13
5.3 技术系统 .....	14
5.4 运行管理程序 .....	15
5.5 人员资质能力和培训 .....	15
5.6 人因工效 .....	15
5.7 实施方案 .....	16
5.8 应急预案 .....	18
6. 评估方法原则 .....	19
7. 评估机构基本条件 .....	19
附件 1 远程塔台人因工效测试评估常用方法 .....	21
附件 2 远程塔台运行评估符合性检查表 .....	26
附件 3 远程塔台运行评估报告 .....	36
附件 4 编写说明 .....	41

## 1. 目的和依据

为指导民航远程塔台运行单位开展远程塔台运行评估工作，根据《民用航空空中交通管理规则》(CCAR-93-R5)、《民用航空空中交通管理运行单位安全管理规则》(CCAR-83)、《民航空中交通管理安全评估管理办法》(AP-83-TM-2011-01)、《“新建、改建、扩建空管运行设施设备情况”安全评估指导材料》(IB-TM-2012-005)、民航局《关于推进远程塔台试点工作的通知》(局发明电〔2020〕1381号)制定本评估规范。

## 2. 术语、定义及缩略语

### (一) 术语及定义

**远程塔台：**地理位置和高度不受机场位置和构型的限制，通过远程监视信息替代现场目视观察来监视机场及其附近区域或者机坪责任区，为航空器提供机场管制服务（部分机场含进近管制服务）或机坪管制服务的设施设备集合。一般包括相关席位设施设备、部署在远端机场的数据采集处理装置，以及传输链路设备等。

**远程塔台单元：**集中于某一场所内，向一个机场提供远程塔台服务的基本单位，包括管制席位及相关设备组合。

**远程塔台中心：**独立于传统塔台，集中于某一场所内，包括多个远程塔台单元及配套设施的集合。

**远程监视系统：**用远程监视替代现场目视观察，为管制员提供感知远端机场及附近区域或机坪责任区实时运行状态的系统，

---

一般包括光学传感器、无线电监视手段、数据传输链路、数据处理系统及显示设备。

(二) 缩略语

FHA: 功能性危险评估 (Functional Hazard Analysis)

PSSA: 初步系统性安全评估 (Preliminary System Safety Assessment)

SSA: 系统性安全评估 (System Safety Assessment)

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

MLAT: 多点定位系统 (Multilateration System)

SMR: 场面监视雷达 (Surface Movement Radar)

SSR: 二次监视雷达 (Secondary Surveillance Radar)

A-SMGCS: 先进场面引导控制系统 (Advanced Surface Movement Guidance Control System)

CAVOK: 天气晴朗 (Ceiling And Visibility OKay)

### 3. 远程塔台运行评估的职责

民航局指导和监督全国民航远程塔台运行评估工作，民用航空地区管理局负责监督和检查本地区民航远程塔台运行单位的运行评估工作。

民航远程塔台运行单位应当建立远程塔台运行评估制度和程序，开展远程塔台运行评估工作。

---

民航远程塔台运行单位可以委托其他单位或相关专业人员协助开展运行评估工作，但运行评估结论的有效性和安全性由委托单位承担。

#### 4. 远程塔台运行评估流程

##### 4.1 明确运行需求

应基于综合评估确立机场是否具备远程塔台运行基础条件，评估要素主要包括：

##### （一）基础条件

（1）机场自然环境，包括机场地形地势特点、野生动物栖息特点等因素；

（2）机场布局规模及复杂性，包括跑道数量、跑道入口数量、机坪数量等；

（3）机场交通流密度及复杂性，包括地面运行的航空器和车辆的数量、轨迹复杂性及机型混杂比例等因素；

（4）机场气候气象特征，包括地面风、低云、低能见度、降水雷暴等因素；

（5）机场周边空域和航线特性，包括空域类别、进离场/进近/起降航线划设、目视或仪表飞行规则等因素；

（6）人文和社会条件，包括对管制员人力资源地域分布、资源配置等的优化；

（7）建设远程塔台的成本效益，包括建设成本和运营成本。

---

## （二）建设条件

- （1）所需相关系统功能是否技术成熟；
- （2）是否具备远程数据传输基础条件；
- （3）土建、供电等其他基础配套设施是否完备。

## （三）组织条件

- （1）组织结构变更，远程塔台运行前后的组织结构调整、是否建设远程塔台中心等；
- （2）建设和运行过程中各方主体责任划分；
- （3）与其他单位或机场其他部门之间的协议；
- （4）机场空中交通服务人员数量和资质。

## 4.2 分析保障要素

远程塔台运行评估属系统工程范畴，涉及人-机-系统的各个方面，需要明确系统变更前后或系统新建的运行情况及工作环境变化，至少包括：

- （一）系统运行现状及变更后预期运行展望；
- （二）预期变更对人员、设施设备及管理需求的具体描述；
- （三）有关规章标准的符合性要求；
- （四）与其他民航远程塔台运行单位、航空运营人、机场运行部门的业务关系和相互影响。

推荐使用 5M 模型进行系统全面的保障要素分析。5M 模型是进行系统保障要素分析的常用方法，所谓 5M 模型是指：

- (一) 任务 (Mission): 系统的目的和主要功能;
- (二) 人员 (Man): 系统中的人员要素;
- (三) 设备 (Machine): 指系统中的硬件和软件;
- (四) 管理 (Management): 保证系统运行的程序和规则;
- (五) 环境 (Media): 系统所处的环境, 通常包括空域结构、电磁环境、气象环境、工作环境等。

在系统和运行环境描述的基础上, 需要进行变更描述。从子系统、要素的层面, 进行对比分析, 客观描述系统变更的情况。

### 4.3 评估实施步骤

远程塔台运行评估过程应基于系统工程学原理, 系统、全面地分析实施过程中不同阶段的危险源。远程塔台运行评估实施步骤路线如图 1 所示。

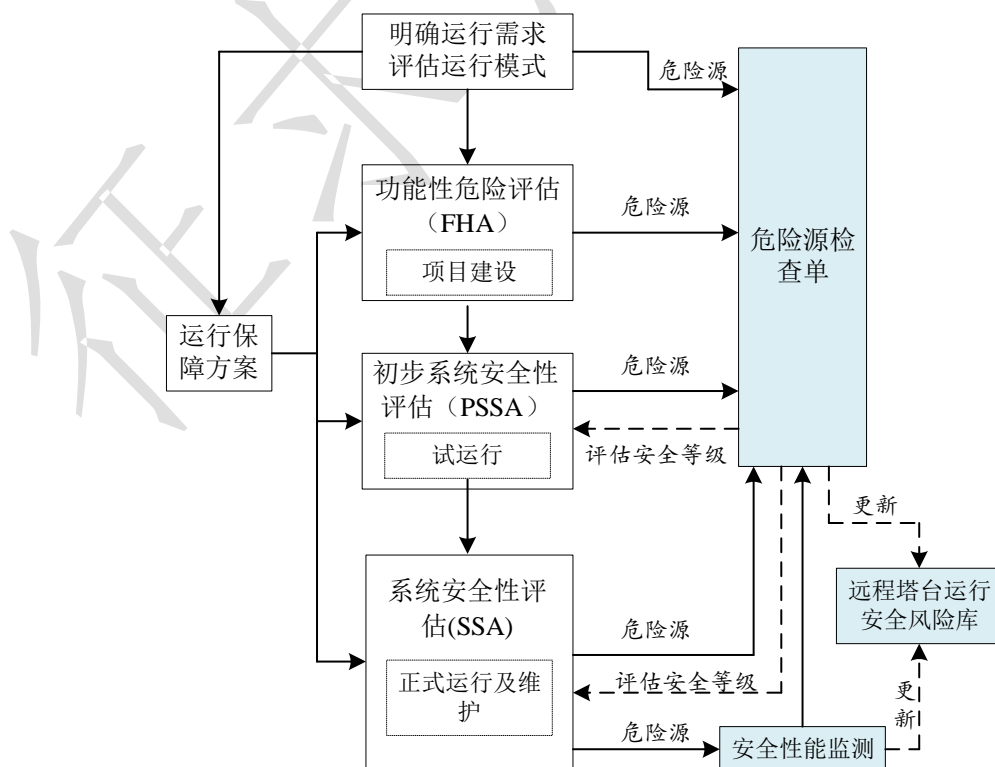


图 1 远程塔台运行评估流程

注：根据民航局《关于推进远程塔台试点工作的通知》（局发明电〔2020〕1381号）文件的相关要求，远程塔台试点推进过程分项目建设、运行验证、实验运行等步骤，其中项目建设阶段的相关评估工作和内容与本规范中的FHA对应，运行验证阶段的相关评估工作和内容与本规范中的PSSA对应，实验运行阶段的相关评估工作和内容与本规范中的SSA对应。

### （一）功能性危险评估（FHA）

FHA目的是识别远程塔台运行系统功能及其功能组合相关的失效状态，确定每个失效状态的影响等级和进行等级分类的基本理由，并根据影响等级建立相应的安全性目标。FHA是项目建设阶段的功能性危险评估，旨在综合评估远程塔台运行基础条件，前瞻性地识别远程塔台运行系统功能及其功能组合相关的失效状态，为后续评估过程奠定基础。

FHA需要重点考虑：（1）基于4.1的要素综合评估是否具备远程塔台运行基础条件；（2）远程塔台运行相关安全潜在威胁进行识别，划分事故类型、分析影响运行的安全影响因素；（3）按照事故发生的可能性和严重程度来确定其发生的危险值，划分不同危险源的危险等级；（4）针对危险源来制定防范计划，降低潜在威胁对系统的潜在影响。

其中，风险通常被定义为在最坏的确信无疑的系统状态下，



危险潜在后果的预计严重性和发生概率的组合。针对远程塔台功能危险性评估，危险源识别需具备系统、全面的分析流程（如图 2 所示）。

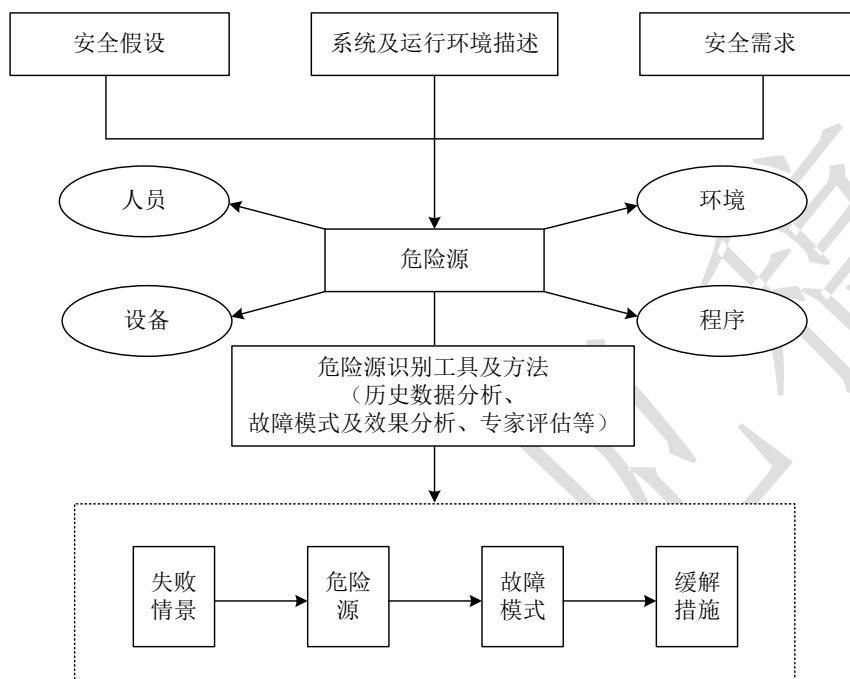


图 2 危险源识别流程图

## （二）初步系统性安全评估（PSSA）

PSSA 通过对所提系统架构进行系统性检查，以确定故障是如何导致 FHA 中所识别的失效状态，以及如何能够满足 FHA 中所确定的定性与定量安全性要求。PSSA 主要基于现场检查情况，通过危险源系统识别方法全方位进行危险源识别，划分事故类型、分析影响运行的安全影响因素并制定防范计划，以检验系统架构、设备安装、运行程序是否满足远程塔台 FHA 中的顶层安全性目标以及导出具体安全需求。PSSA 为远程塔台试运行阶段的评估。

根据远程管制模式的基本特点，PSSA 宜结合模拟机运行测试

---

进行，一是对远程塔台技术系统的可靠性进行评估，确保通信、监视、记录、监控等各项系统功能、性能满足远程塔台运行需要；二是日常运行的完备性和可操作性验证，确保设备保障程序、管制运行程序、相关工作协议、应急处置预案等科学有效；三是系统及运行环境的人因工效评估，确保远程塔台环境、设备、系统、信息等要素符合人因工效学原理，使管制员具备不低于传统塔台目视观察下的情景意识和感知能力，相关人因工效测试评估方式和方法可参考附件 1。结合现场检查情况，填写《远程塔台运行评估符合性检查表》（附件 2）。

PSSA 的评估过程包括危险辨识、风险可能性和严重程度评估、初始风险等级评估、制定风险缓解措施、风险动态管理、编制评估报告及组织专家评审七个步骤。

#### （1）危险辨识

基于现场检查情况，在 FHA 基础上进一步通过危险源系统识别方法全方位进行危险源识别，分析危险源的内在结构及影响关系。

#### （2）风险可能性和严重程度评估

按照风险评估方法，需逐项考虑所有潜在危险源，对每个危险源进行详细分析与评估，参考《民航空中交通管理安全评估管理办法》制定的危险发生可能性分类表（如表 1 所示）和危险严重程度分类表（如表 2 所示），需明确风险发生的可能性和后果严

重度。

表 1 危险发生可能性分类表

	极不可能的	罕见的	偶然的	经常的	频繁的
定量描述 (每运行小时)	$<1 \times 10^{-9}$	$\geq 1 \times 10^{-9}$ $< 1 \times 10^{-7}$	$\geq 1 \times 10^{-7}$ $< 1 \times 10^{-5}$	$\geq 1 \times 10^{-5}$ $< 1 \times 10^{-3}$	$\geq 1 \times 10^{-3}$
定性描述 (单个单位)	100 年都不 发生 1 次	10 至 100 年 发生 1 次	每年大约 发生 1 次	每月大约 发生 1 次	每周发生 1 次以上
定性描述 (系统范围)	30 年都不 发生 1 次	3 年发生 1 次	数月发生 1 次	每月发生几次	1 至 2 天 发生 1 次

表 2 危险严重程度分类表

	可忽略的	轻微的	严重的	危险的	灾难性的
定性 描述	ATC 服务水 平略微降低, 或间隔略微缩 小	ATC 服务水平 轻微降低, 或 间隔轻微缩小	ATC 无法提供 部分服务, 或 者间隔丧失较 大	ATC 无法提供 服务, 或安全 间隔丧失	航空器相撞或与 地面、障碍物相 撞

进一步需确定危险源的安全态势值，得到初始风险控制表。

### (3) 初始风险等级评估

由于危险源安全态势的发展具有随机性和偶然性，为合理刻画这种不确定性，宜将定性与定量化评价方法相结合进行分析，以确保风险的最终安全态势值的准确性和有效性，最后根据所有危险源的风险评价结果形成风险控制表。

### (4) 制定风险缓解措施

风险缓解措施是采取行动以降低危险带来的风险后果，按照

国内外安全评估的实施经验，风险缓解的措施主要包括：修改系统设计、修改运行程序、建立应急措施、增加教育和加强培训等。

PSSA的风险缓解措施的相关内容还将指导试运行方案的优化完善，典型的风险缓解措施样表如表3所示：

表 3 风险缓解措施单

危险源编号：	1	可接受程度：	
危险源描述：			
风险缓解措施：			
缓解后可接受程度：		责任部门：	
缓解后仍然不可接受情况下相关建议：			

### (5) 风险动态管理（风险缓解后评估）

风险缓解措施制定之后，需对缓解后的风险等级再次风险评估。为了较好的反应这一动态变化过程，方便后续风险追踪监控，评估过程应注意风险的动态变化过程。

如果始终存在没有降低至可接受水平的风险，那么变更就不符合安全要求，就需要对原有目标进行修缮，甚至放弃有关建议的变更；如果该风险是不可接受的，则变更将不能实施。修缮原有目标或放弃有关建议的变更之后，将进一步根据新的方案来识

---

别危险源、重复安全评估过程。

#### (6) 编制 PSSA 评估报告

将前述主要工作内容、数据采集过程及数据项、数据分析及持续安全评估的主要结论等内容汇总形成 PSSA 评估报告（格式参考附件 3）。

#### (7) 专家评审

完成 PSSA 并编制评估报告之后，视远程管制试运行工作推进情况适时开展专家评审，专家组成应包括：空管单位通信导航监视和管制运行专家，空管研究机构专家，本单位管制和系统运行保障人员，视情邀请工业界相关专家。该报告的评估结果作为运行单位进入远程管制试运行阶段的重要依据（局方批准进入远程管制试运行阶段的必备依据之一）。

### (三) 系统性安全评估 (SSA)

SSA 对所实现的系统进行系统性的综合评价，以检验系统架构、设备安装、运行程序是否满足 FHA 中的顶层安全性目标以及从 PSSA 中导出的具体安全性需求。

SSA 是远程塔台运行进入正式运行前的安全评估，需重点考虑：

(1) 作为 PSSA 的追踪评估，首先检验试运行前安全评估所列各项危险源是否得到有效缓解且风险缓解措施是否得到有效落实；

---

(2) 远程塔台技术系统和运行环境：在试运行基础上对远程塔台远程监视、语音通信、网络传输、环境设置、综合信息、技术监控等重点模块进行危险源的更新，识别长期存在的关键风险，确保远程塔台运行具备稳定、可靠的系统和运行环境条件；

(3) 远程塔台运行管理程序：在试运行基础上考虑远程塔台的组织保障形式、席位设置、设备保障程序、运行责任区界面、远程塔台运行工作流程及程序、相关工作协议、远程塔台运行切换及过渡方案、应急处置预案等的可操作性，优化工作程序；

(4) 记录人员管理制度、班组组合排班优化等人员方面存在的问题，提出有效缓解措施。

(5) 记录不正常事件、系统告警、航空器起降时长、延误等运行安全和效率指标。

基于上述重点考虑内容，分析试运行过程中存在的问题与缓解措施，将运行验证阶段的主要工作内容、数据采集过程及数据项、数据分析及持续安全评估的主要结论等内容汇总，对 PSSA 评估报告进行更新和完善，形成 SSA 评估报告，经局方许可后进入正式运行阶段。

## 5. 远程塔台运行评估内容

### 5.1 基本要求

远程塔台运行评估应涵盖每个机场、每种运行模式和每种配置类型，所有远端机场应进行独立的评估，如果这些远端机场为

---

多模式运行，还应考虑其所有组合形式。（针对某一运行单位对多个机场实施远程管制的情况，远程端共用设施设备、相关程序等可进行合并开展评估，并在报告中说明。）

远程塔台运行评估应综合考虑运行模式、技术系统、运行管理程序、人员资质能力和培训、人因工效、实施方案和应急预案的相关内容。

## 5.2 运行模式

根据提供远程塔台服务的特征，远程塔台运行模式可分为：

（一）I类远程塔台运行模式：用远程塔台替代传统塔台，为航空器提供机场管制服务（部分机场含进近管制服务），其中：

（1）I A：在某一远程塔台单元为一个民用机场提供机场管制服务（部分机场含进近管制服务）；

（2）I B：在某一远程塔台单元通过切换场景为多个民用机场提供机场管制服务（部分机场含进近管制服务），但同一时间只为一个民用机场提供管制服务；

（3）I C：在某一远程塔台单元同时为多个民用机场提供机场管制服务（部分机场含进近管制服务）。（考虑该模式应用的可行性尚待验证，国际上虽有相关验证工作但尚无实际应用案例，且国内相关规章尚无法支持此类运行，故本规范的评估内容暂不考虑该模式）。

（二）II类远程塔台运行模式：在某一远程塔台单元为一个民

---

用机场提供机坪管制服务。

（三）III类远程塔台运行模式：应急远程塔台，即为应对突发事件，在某一远程塔台单元为一个民用机场提供机场管制服务（部分机场含进近管制服务）或机坪管制服务，以防止机场管制服务（部分机场含进近管制服务）或机坪管制服务中断或停止，作为原塔台备份使用。

基于 4.1 内容对远程塔台适用条件进行评估，结合机场实际情况恰当选择合适的远程塔台运行模式。

### 5.3 技术系统

远程塔台运行单位应根据具体的远程塔台运行模式及机场实际情况合理配置技术系统，确保管制员具备传统塔台目视观察指挥相应的情景意识和感知能力。

远程塔台运行评估应特别考虑技术系统及传输网络的信息安全问题，以确保：

（一）远程塔台设施设备和人员的安全，防止对提供空中交通服务的非法干扰；

（二）远程塔台接收、发送或以其他方式使用的运行数据的安全性，规定授权人员访问规则。

（三）应制定网络传输系统故障的应急预案。

远程塔台运行单位应建立网络信息安全管理制，定期对技术系统进行信息安全维护，阻止未经授权的访问、使用、破坏、



---

修改或破坏信息、修改或破坏信息系统接口等。

#### 5.4 运行管理程序

远程塔台运行管理程序是防止不安全操作行为的重要措施。在识别应用新系统或设备的安全风险时，应当考虑远程塔台的组织保障形式、席位设置、设备保障程序、运行责任区界面、远程塔台运行工作流程及程序、运行单位与相邻单位的工作协议等的完备性和可操作性。

#### 5.5 人员资质能力和培训

远程塔台运行人员资质能力评估应至少包括管制人员和设备维护人员的执照类别、最低人员配备、班组的组合、人员的裕度、人员培训等，综合评估技能水平、程序熟练度、人机界面熟练度、工作负荷及与机组人员的配合等内容，确保远程塔台能够安全、有序、不间断和稳定的运行。

#### 5.6 人因工效

远程塔台运行安全评估应考虑人因工效的内容，确保远程塔台人员配备、设备配置、环境设计、运行程序等符合人因工效学原理。

远程塔台人因工效评估时，下列人因工效学指标可供参考：

- （一）主观感受，管制员对系统及运行环境的主观接受度；
- （二）工作负荷，管制员完成某项指定工作任务所消耗的时间；

---

（三）疲劳程度，管制员警觉性和执行安全相关职责的能力降低的程度；

（四）情景意识，管制员通过对环境各组成要素观察和理解，对未来状态进行预测的能力；

（五）有效性，面对各种管制场景，管制员能够提供有效的空中交通服务的程度；

（六）实用性，管制员适应技术系统或运行程序的难易程度；

（七）服务质量，所提供空中交通服务对象的满意程度；

（八）容错性，技术系统或运行程序出现故障时的恢复能力。

### 5.7 实施方案

（一）无论从传统塔台向远程塔台过渡还是新机场直接建设远程塔台，远程塔台试运行前，运行单位均应与相关方协调，制定实施方案。

（二）远程塔台实施方案应至少包括远程塔台运行过渡/实施相关的任务、步骤、资源（人力和设备）配置及协调的相关内容。

（三）从传统塔台向远程塔台过渡时，实施方案应遵循多阶段循序渐进原则，至少分以下阶段推进：

（1）准备阶段：在此阶段主要完成运行模式论证、人员培训、设备安装调试、运行程序设计等准备工作；

（2）模拟验证阶段：通过人在环路仿真等方式验证技术系统的有效性和可操作性，并对运行模式、运行程序等进行模拟验证；

---

(3) 试运行阶段：选取特定的时间段对远程塔台技术系统、运行规程及人因工效进行试运行检验，试运行前应提前做好运行评估，明确试运行的应急处置程序，通过试运行发现流程、人员配备、技术系统中的不足，并及时调整；试运行阶段安排应选择机场典型气候条件和运行时段实施；

(4) 过渡阶段：过渡阶段也即传统塔台向远程塔台切换的实施阶段，此阶段可根据实际情况考虑层级式推进，由昼间或非繁忙时段逐步向全天候远程管制过渡。

(5) 切换保护阶段：从传统塔台向远程塔台过渡应设置切换保护期，保留传统塔台管制的全部功能作为远程塔台管制的备份，明确远程塔台向传统塔台的回退程序，此阶段一般不少于12个月。

(四) 新机场直接建设远程塔台时，实施方案参考上述传统塔台向远程塔台过渡方案。

(五) 远程塔台与传统塔台之间应制定详细的切换程序，只有当远程塔台各项准备工作完成且具备提供远程空中交通服务的能力时，才能执行切换程序，执行流程包括：

(1) 在保持传统塔台（传统塔台运行阶段）提供空中交通服务时，远程塔台管制员呼叫传统塔台，声明其具有提供远程空中交通服务的能力；

(2) 传统塔台管制员确认申请信息，并向远程塔台移交管制权限；

---

(3) 远程塔台管制员接收并确认管制权限，由传统塔台管制员向其他所有单位（包括本场应急保障人员、航司、驻场单位等）进行宣贯，完成管制权限的移交。

(六) 当远程塔台运行单位计划终止提供远程空中交通服务时，应提前通知所有应急保障人员、航司及其他驻场单位。

(七) 当一个远程塔台单元通过切换场景为多个机场提供空中交通服务时（IB类运行模式），若不同机场具有相同或相似的跑道标志并有可能出现混淆时，应在陆空通话中增加机场名称，并纳入标准程序。

## 5.8 应急预案

(一) 远程塔台运行单位应制定详细的应急预案，涵盖其运行过程中可能出现的各种紧急和异常情况，包括导致远程塔台运行降级或运行中断的事件。

(二) 远程塔台运行单位应评估导致运行降级或运行中断的事件，明确降级运行程序，以确保在部分系统故障（降级运行）的情况下能够继续提供服务。

(三) 应急和降级运行程序应根据机场实际情况设计，至少考虑到以下因素：

- (1) 是否使用信号灯、应急照明弹等应急手段；
- (2) 故障情况的报警程序和模式；
- (3) 重大故障对提供服务的影响分析；

---

(4) 在发生重大故障或失效情况下的应急处置。

(四) 远程塔台运行单位应明确如下特殊情况的应急和降级运行程序：

(1) 供电中断（包括远程端和机场端）；

(2) 远程传输网路故障；

(3) 通信中断；

(4) 光学系统显示故障（如黑屏、画面冻结、显示延迟等）；

(5) 光学系统外的其他远程监视信息丢失；

(6) 航空器失事、遇险等不安全事件；

(7) 爆炸物威胁、跑道侵入等非法干扰事件；

(8) 机场助航灯光、照明、告警灯、导航辅助设备等基础设施故障；

(9) 远程塔台与传统塔台间的应急接管和切换。

## 6. 评估方法原则

(一) 应当根据评估的条件、特点和需要，合理选用评估方法；

(二) 尽量采用定性、定量相结合的分析方法进行评估；

(三) 评估过程考虑运行状态随时间的动态变化过程。

## 7. 评估机构基本条件

(一) 熟悉我国民航相关法律法规以及空管、飞行和机场运行规则；

---

(二) 拥有具有机场管制或机坪管制相关运行经验的专业人员;

(三) 拥有远程监视系统工程技术经验或研究基础;

(四) 拥有空管人为因素研究基础;

(五) 拥有具有系统工程理论基础、数据分析挖掘能力的专业人员。

## 附件 1 远程塔台人因工效测试评估常用方法

远程塔台人因工效测试评估包括定性类和定量类方法。定性类主要通过人员访谈的方式进行相关数据统计和分析（如表 4）；定量类一方面可结合主观量表（NASA-TLX、斯坦福嗜睡量表等）、警觉性测试进行岗前和岗后数据测量对比分析，另一方面可结合在岗执勤过程中的录音、生理以及多角度影像进行关注热点、兴趣区及其他指标测量（如表 5），佐证远程塔台运行模式、运行程序及相关人因设计的合理性和有效性

### 1. 人员访谈法

如下人员访谈的内容可供远程塔台人因评估过程参考，具体评价准则由运行单位或评估机构根据实际需求设计。

表 4 人员访谈参考大纲

单位：	访谈日期：	
访谈人员：	受访人员：	
受访人员类型： <input type="checkbox"/> 管制员 <input type="checkbox"/> 维护人员 <input type="checkbox"/> 管理人员		
序号	内容	记录
1	基本情况	
1.1	您已从事该岗位工作多长时间	
1.2	您是否有长期从事该岗位的打算	
1.3	您从什么时候开始接触远程塔台相关工作	
1.4	您认为远程管制过程中，最重要的功能模块是哪些	
1.5	您觉得远程塔台运行过程中，对您工作的最大挑战是什么	
1.6	您觉得远程塔台对单位人力资源优化、成本控制等的改善效果如何	
1	系统可用性方面	

1.1	系统效能	(1) 总的来说, 您对系统的易于使用方面是否满意	
		(2) 您觉得系统用起来是不是很简单	
		(3) 借助所提供的系统, 您是否能快速、有效的完成任务和行动方案, 对您提升工作效率的帮助如何	
		(4) 系统用起来舒适度如何	
		(5) 系统的使用方面, 学起来是不是很容易	
1.2	信息质量	(1) 系统是否能提示错误信息, 并清晰的告知您该怎样解决问题	
		(2) 系统使用方面, 系统容错性如何 (如使用过程中犯错时, 是否能够简单快速的恢复)	
		(3) 系统提供的信息和功能 (如帮助、屏幕信息和其他文档) 使用起来方便性如何	
		(4) 系统屏幕上信息的组织和呈现清晰明了	
1.3	界面质量	(1) 您觉得系统界面是否舒适	
		(2) 您对这些系统界面的喜欢程度如何	
		(3) 系统的功能是否全面, 有没有达到您期望的所有功能和性能	
1.4	意见建议	(系统易用性、准确性、容错性、舒适性等方面的意见建议)	
2	运行程序方面		
2.1	完备性	(1) 您觉得整个组织结构和职责分工合理程度如何, 有没有不足之处	
		(2) 您的所有工作都有相应的程序、手册吗, 有没有缺失	
		(3) 针对远程塔台运行可能存在的应急情况, 您觉得目前的应急处置程序完善吗, 有没有缺失	
		(4) 您觉得当前的信息通报机制完善吗	
		(5) 您觉得当前的日常安全管理制度完善吗	



2.2	可操作性	(1) 您觉得当前的工作程序是否清晰明了、易于掌握	
		(2) 按照现有的工作程序, 您是否能快速的完成任务和行动方案, 有没有更好的工作程序建议	
		(3) 您觉得当前的应急处置程序是否清晰明了、易于掌握	
2.3	有效性	(1) 按照现有的工作程序, 您是否能有效的完成任务和行动方案, 有没有更好的工作程序建议	
		(2) 通过应急处置程序, 相关应急情况是否能够有效得到解决	
2.4	意见建议	(运行程序完备性、可操作性、有效性等方面的意见建议)	
3	环境方面		
3.1	环境设置	(1) 您对工作室的整体舒适度感觉如何	
		(2) 您觉得工作室的空间大小如何	
		(3) 您觉得工作室的通风、温度、噪音、照明等方面舒适度如何	
		(4) 您觉得工作席位的作业空间是否合理, 工作席位的布局设计如何	
		(5) 您觉得光学显示屏的布局设计舒适性如何 (针对管制员)	
3.2	适应度	(1) 面对工作程序、工作环境的变化, 您能很快适应这种改变吗	
		(2) 远程管制的存在一定的延时问题, 这对您完成任务和行动方案产生的影响有多大	
		(3) 远程塔台通过光学显示屏幕替代现场目视观察, 这对您完成任务和行动方案产生的影响有多大	
		(4) 您在远程塔台工作多久会有疲劳或不适感	
3.3	意见建议	(工作环境及人的适应性方面的问题及相关建议)	

	议	
--	---	--

## 2. 量化检测方法

管制员在岗执勤中需要使用脑部思考做预案、眼部监视航空器动态、口部发出管制指令、耳部听取机组通话、手部记录填写进程单等执行管制运行任务，远程塔台设计需要适应管制员脑、眼、口、耳、手部人因工效学需求，通过远程塔台运行绩效和安全绩效相关数据与人因评估指标的关联性分析，得出远程塔台的人-机-环境匹配程度及程序设计合理性。相关量化人因工效监测指标和检测方法可参考表 5。

表 5 远程塔台人因评估量化监测指标

序号	检测部位	检测指标	检测方法
1	手部和姿态、行为检测数据	1. 人体动作、位置 2. 关节角度、扭矩 3. 时空行为 4. 交互行为 5. 呼吸频率 6. 皮电活动 7. 脉搏波 8. 心电图 9. 眼电图 10. 肌电图 11. 血氧饱和度 12. 其他	姿态仪
2	眼部检测数据	1. 兴趣区关联注视时间（兴趣区持续时间、次数、首次注视时	1. 眼动仪 2. 视频录像

		<p>间、总注视时间等)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 兴趣区关联扫视时间 (兴趣区持续时间、次数、首次扫视时间、总扫视时间等)</li> <li>3. 瞳孔大小</li> <li>4. 眨眼次数</li> <li>5. 眼跳</li> <li>6. 眼睑闭合度</li> <li>7. 其他</li> </ol>	
3	口和耳部检测数据	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 应答反应时</li> <li>2. 语义识别: 重复 (repeat)</li> <li>3. 语义识别: 纠正 (correct)</li> <li>4. 其他</li> </ol>	语音记录仪
4	脑部检测数据	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\alpha</math> (阿尔法) 波能量功率谱密度时间谱, 包括额叶 (语言、躯体运动)、顶叶 (躯体感觉)、颞叶 (听觉)、枕叶 (视觉);</li> <li>2. <math>\beta</math> (贝塔) 波能量功率谱密度时间谱, 包括额、顶、颞、枕叶</li> <li>3. <math>\theta</math> (塞塔) 波能量功率谱密度时间谱, 包括额、顶、颞、枕叶</li> <li>4. <math>\delta</math> (德塔) 波能量功率谱密度时间谱, 包括额、顶、颞、枕叶</li> <li>5. 脑皮层氧合血红蛋白 (HbO) 和脱氧血红蛋白 (HbR)</li> <li>6. 其他</li> </ol>	脑电仪

## 附件 2 远程塔台运行评估符合性检查表

下表列出了远程塔台运行评估技术系统方面、管制运行方面和综合保障方面的检查内容及相应的参考标准，相关内容的检查方法、检查结果及记录方式等由运行单位或评估机构根据实际情况确立。

表 6 远程塔台运行评估符合性检查表

一、技术系统方面			
序号	检查内容及标准		检查结果记录
1	设备验收相关情况		
1.1	设备清单	确定设备清单内的设备已完成实际安装调试；根据设备清单检查 FAT/SAT 测试报告	
1.2	验收报告	检查远程塔台系统各组成设备的验收报告，验收报告描述的验收过程完备	
2	设备功能性能		
2.1	远程监视系统	(1)光学系统光学传感器应采集责任区域的真实世界图像，并将图像通过视频流的方式进行传输。用于进离场指挥的远程塔台光学系统应配置单独的光学传感器监视跑道延长线方向，可观察到航空器出现明火、不明烟雾等不正常情况	
		(2)云台应具备查看特定地点和物体的特写镜头能力	
		(3)光学系统网络应保障视频的完整性、持续性、不可篡改性	
		(4)光学系统视频采集设备有自清洁功能，球机可控制旋转 360 度采集视频信息	
		(5)光学系统图像视频应至少能存储一个月	
		(6)远程监视系统具备除光学系统外的飞行动态监	

		视信号显示功能，并提供综合化用户操作界面	
		(7)远程监视系统配备的光学系统应提供冗余配置	
		(8)远程监视系统配备 ADS-B、MLAT、SSR、A-SMGCS 等应符合相关系统和行业技术要求；具备抗雷击能力，符合 MH/T 4020 的规定	
2.2	语音通信系统	(1)管制单位与机场、机组之间能够进行直接、迅速、不间断和清晰的双向通信，包括地-空通信和地-地通信，相关系统配置符合行业标准规范	
		(2)语音通信系统应提供冗余配置	
2.3	网络传输系统	(1)远程塔台系统延时不超过 1 秒	
		(2)网络传输系统配有备份的数据传输网络，且备份的数据传输网路运行正常	
2.4	环境	(1)设备安装环境、工艺、走线情况符合要求（包括天线架设情况）	
		(2)机房环境可以监控	
		(3)设备的供电电源符合有关要求，有报警提示	
		(4)油机储油和安全情况	
		(5)消防设施设备符合有关要求	
		(6)重要系统与外部互联；如果互联，是否采取了相应的保护措施	
2.5	其他系统	(1)管制员能够获取航空气象相关信息,包括风向、风速、能见度、跑道视程（必要时）、云底高、温度、露点、场面气压、修正海平面气压等；在雷电、暴雨等特殊天气高发地区，应配备气象雷达显示终端	
		(2)航空法规、飞行规则、机场、空域、航路、飞行程序、通信导航设施、各种航空服务程序的资料和数据，以及航空图等管制需要的情报资料完备	
		(3)远程塔台具备记录、回放等辅助功能	
		(4)远程塔台能够获取并呈现远程塔台通信、监视等关键技术系统的运行状态	

2.6	其他检查项	系统各组件是否按照行业标准进行运行环境测试，系统外场组件的环境可靠性（海拔、温度、风速等）是否符合相关要求、适应当地环境	
3	设备日常运行及维护管理		
3.1	日常运行	(1)设备运行管理制度落实情况和员工对有关制度的掌握情况	
		(2)设备机房现场管理情况（如：外部人员到现场的管理等）	
		(3)各科室或台站针对自身情况制定有关设备运行、维护、维修制度的情况（如：关键操作的交叉检查等）	
		(4)技术人员对所管理设备的运行状况和性能的掌握情况	
		(5)定期进行设备运行保障安全分析的工作制度	
		(6)远端台站设备和系统运行管理和监控	
3.2	运行值班	(1)人员配置及值班安排情况合理	
		(2)人员职责、工作流程明确	
		(3)值班记录（包括领导值班记录）完整	
		(4)交接班情况顺畅	
		(5)设备巡视制度完善、巡视的频次合理	
		(6)设备巡视内容（包含对监控设备本身的检查）全面	
		(7)值班人员能够掌握设备日常管理要求、故障处置程序、特情处置、应急预案等方面	
3.3	维护维修	(1)设备定期检查、维护和保养的相关的内容和程序完善、合理	
		(2)设备定期检查、维护和保养记录（年、季度、月、周和日常维护）	
		(3)设备针对不同季节、环境的具体维护有区分	
		(4)设备的维修记录检查(包括设备故障统计表等)	
		(6)停机维护、校验工作等严格落实程序进行申请	

		和信息通报工作等	
		(7)按照规定对主用系统和应急系统进行切换和有效性检查	
		(8)新增加设备及时编制了相应的维护手册	
		(9)设备运行维护工作相关文档齐全,检查文档包含已有规范和标准中要求的内容,检查文档与设备制造商提交的设备运行维护资料的一致性	
3.4	零备件管理和使用情况	(1)制定了相应的零备件管理制度	
		(2)各类设备保证了完备的零备件供应	
		(3)现场零备件存储和管理	
		(4)其它零备件的存储和管理	
		(5)值班人员对现场零备件的存放位置和型号、数量是否能够准确掌握	
		(6)有关人员熟练掌握零备件使用程序和要求	
3.5	设备测试仪器的管理情况	各类设备配置了必要的测量仪表并制定了仪表的使用细则	
4	<b>信息通报及应急处置</b>		
4.1	信息通报	(1)应急情况下的信息通报制度完善	
		(2)一般事件的信息通报制度完善	
		(3)信息通报流程符合民航局及机场集团的要求(可参考空管局设备信息通报规定)	
4.2	应急处置	(1)应急预案手册(制定了不同情况下(干扰、雷击、断电等)的应急处置程序)	
		(2)应急处置程序可行、有效	
		(3)应急演练有相应计划和安排	
		(4)与管制部门定期进行联合应急演练	
		(5)应急演练记录(具备应急演练方案、演练执行单、及至少一次演练记录);	
		(6)系统的冗余能力满足正式运行的需要,确认设备故障的应急处置方式(程序)的有效性	

5	人员资质及培训	
5.1	人员资质	<p>(1) 取得依据《民用航空电信人员执照管理规则》颁发的执照，执照签注地点为远程塔台模块或远程塔台中心，执照及签注均在有效期内</p> <p>(2) 熟悉所有与履行执照签注岗位职责相关的、现行有效的维护维修规程和资料。技术保障人员应具备的相关技能：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 熟练掌握设备的操作，如校正工作参数、更改参数设置；</li> <li>b. 能熟练地运用仪器仪表测量工作参数；</li> <li>c. 能熟练地判断设备的工作状态；</li> <li>d. 能熟练地判断设备常见故障并予以排除；</li> <li>e. 熟悉设备日常维护、月维护、季维护、年维护的内容和程序，并能正常实施；</li> <li>f. 熟悉设备维修程序；</li> <li>g. 熟悉应急处置程序。</li> </ul>
5.2	培训	<p>(1)符合民用航空电信人员近期经历要求和培训要求</p> <p>(2)有年度业务培训计划，各项培训落实(有教员、有教材、有考核、有反馈)情况良好，记录齐备</p> <p>(3)最近6个月内在执照签注岗位的工作时间不少于1个月,或者少于1个月但是完成了1个月以上岗位熟练培训</p> <p>(4)在培训中增加网络维护、网络安全等方面的内容，远程塔台技术保障人员应掌握在远程环境下与机场现场技术保障人员进行协作的手段及协同机制,并完成相应的培训</p> <p>(5)培训内容至少包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 设备的详细工作原理、信号流程图；</li> <li>b. 设备的电路原理、重要元器件的功能；</li> <li>c. 设备的性能及技术指标；</li> </ul>



		d. 配套设备的工作原理、技术功能。	
<b>二、管制运行方面</b>			
序号	检查内容及标准		检查结果记录
1	<b>人员资质及培训</b>		
1.1	人员配备	<p>(1) 人员资质符合相关要求, 包括以下各项:</p> <p style="padding-left: 2em;">I. 对航空器提供起降指挥服务的远程塔台:</p> <p style="padding-left: 4em;">a. 机场管制执照, 且签注正常;</p> <p style="padding-left: 4em;">b. 英语等级 ICAO 4 含以上;</p> <p style="padding-left: 4em;">c. 管制员 3A 体检合格;</p> <p style="padding-left: 4em;">d. 管制人员数量应满足传统塔台与远程塔台同时运行的要求。</p> <p style="padding-left: 2em;">II. 对航空器提供机坪管制服务的远程塔台:</p> <p style="padding-left: 4em;">a. 按民航局要求完成管制人员资质培训且完成放单考核;</p> <p style="padding-left: 4em;">b. 完成内部管制英语培训及考核合格;</p> <p style="padding-left: 4em;">c. 民航从业 3B 体检合格;</p> <p style="padding-left: 4em;">d. 管制人员数量应满足传统塔台与远程塔台同时运行的要求。</p>	
		(2) 人员数量、排班等满足空管运行需要 (应依照《民用航空空中交通管理规则》(CCAR-93-R5) 第四十七条设置相应的塔台管制席位; 管制员连续执勤时间符合第一百二十七条规定)	
1.2	人员培训	<p>(1) 具备详细的培训计划, 各项培训落实 (有教员、有教材、有考核、有反馈) 到位, 记录齐备</p> <p>(2) 完成人员培训, 经运行单位考核合格, 满足相应模式的上岗要求。培训内容应包括:</p> <p style="padding-left: 2em;">a. 设备操作培训;</p> <p style="padding-left: 2em;">b. 设备应急切换培训;</p> <p style="padding-left: 2em;">c. 设备降级运行培训;</p> <p style="padding-left: 2em;">d. 传统塔台与远程塔台接管和切换程序培训;</p>	

		e. 若飞行程序有调整,还应有相应的附加培训。	
2	运行规程		
2.1	运行手册	(1) 组织架构和职责分工合理	
		(2) 值班管理(包括交接班程序、岗前准备会和岗后讲评会等)	
		(3) 正常运行状态下传统塔台与远程塔台间的工作程序	
		(4) 远程塔台的降级运行处置程序(包括传统塔台与远程塔台间的应急切换程序)	
		(5) 各席位工作程序	
		(6) 席位设备设置要求及检查、操作说明(通信系统使用规程、空管自动化系统使用规程、监视系统使用规程、电子进程单使用规程、气象保障系统使用规程、ATIS 使用规程、飞行计划处理系统使用规程)	
		(7) 火警处置与紧急逃生程序	
		(8) 值班作息规定	
		(9) 交接班流程	
		(10) 现场运行的工作分工及岗位职责	
		(11) 复杂天气工作程序(包括低能见度、冰雪、雷雨、大风天气工作程序)	
		(12) 试飞、校飞、训练飞行管制工作程序	
		(13) 航班备降保障工作程序	
		(14) 不安全事件调查现场取证工作程序	
		(15) 防跑道侵入工作措施及指引	
		(16) 相似航班号处置措施	
		(17) 更换跑道运行方向工作程序	
		(18) 检查跑道工作程序	
		(19) 特情处置程序(包括应急接管程序、突发事件类型与信息通报关系、航空器突发事件包括冲出跑道、地面剐蹭、通讯失效、中断起飞、航空器空	

		中或地面失火、非法干扰、爆炸物威胁、鸟击、无线电卡阻、机载 GPS 故障等)	
		(20) 培训及考核管理规定	
		(21) 重大活动保障方案	
		(22) 流量控制程序	
		(23) 安全评估管理细则和工作程序	
		(24) 隐患排查治理实施细则	
		(25) 危险源管理实施细则	
		(26) 检查制度 (包括通话检查制度、违章检查要求、违章检查计划等)	
		(27) AIP 等对外公布的机场文件 (若有)	
		(28) 检查值班日志及岗前准备会、岗后讲评会记录本	
2.2	相关协议	(1) 与相邻军民航管制单位协议 (重点: 部门间职责、沟通协调保障手段)	
		(2) 与机场其他部门的保障协议 (重点: 部门间职责、沟通协调保障手段)	
2.3	检查单	(1) 开航前检查单	
		(2) 远程塔台与传统塔台切换检查单 (含应急)	
		(3) 航后检查单	
		(4) 特情处置检查单	
2.4	操作指引	对运行验证/实验运行相关设施设备及其他相关条件的操作指引	
2.5	进入和退出条件	现场开始启动运行验证/实验运行、退出运行验证/实验运行的人机环管条件及相关检查单	
3	<b>信息通报及应急处置</b>		
3.1	信息通报	(1) 不安全事件的通报程序	
		(2) 设备故障的通报程序	
		(3) 信息通报流程符合民航局及机场集团的要求	
3.2	应急处置	(1) 应急处置手册完备	
		(2) 应急处置程序可行、有效	

		(3) 应急演练相关计划和安排完备	
		(4) 应急演练记录完整	
<b>三、综合保障方面</b>			
序号	检查内容及标准		检查结果记录
1	<b>相关准备情况</b>		
1.1	实施方案	(1) 制定了详细的实施方案	
		(2) 实施方案是否满足相关要求(如针对远程塔台试点单位进行运行验证前的评估时,运行验证的方案设计是否符合关于推进远程塔台试点工作的通知》(局发明电[2020]1381号)的相关要求)	
1.2	安全评估	(1)提前进行系统地安全评估并出具详细的安全评估报告	
		(2)安全评估内容完整,符合《民航空中交通管理安全评估管理办法》相关要求	
		(3)安全评估的风险源识别系统、全面	
		(4)安全评估的风险缓解措施科学有效	
		(5)安全评估的结论及建议合理	
2	<b>环境</b>		
2.1	环境	(1)管制室面积适当,席位间通话互不干扰	
		(2)管制室具备良好的通风系统,提供充足的新鲜的空气以减少疲劳和疾病的发生	
		(3)工作室层高适应所需投影和辅助显示设备需求的高度,满足视频投影融合的需求	
		(4)设备主机应当布置在工作室以外的远端,避免封闭的环境内噪音过大	
		(5)工作室有隔音处理,噪音国家对噪音防范的要求(环境噪音不高于40dB(A))	
		(6)空调系统应当可以保障工作人员保持舒适的体感,温度应以舒适为准(夏季20~24℃、冬季18~22℃为宜)	

		(7) 工作室附近设置茶水间和休息间, 并配备应急值班电话	
		(8) 工作室有良好的灯光照明系统, 可以调节工作环境所需的光线强弱	
		(9) 工作室应当配备标准的灭火消防设备和安全紧急出口	
		(10) 显示大屏根据不同硬件对观看距离应有不同要求: 液晶屏幕及投影建议 2 米以上观测距离, 窄距 LED 屏幕建议 3 米以上观测距离	
		(11) 工作席位具备足够的作业空间, 席位根据良好的人因工程学原则进行设计	
		(12) 管制人机交互界面设计适宜	
<b>3</b>	<b>管理制度</b>		
3.1	日常管理	(1) 各类制度、工作程序手册化管理, 存放有序, 查阅方便	
		(2) 人员档案、培训记录存放有序	
3.2	安全管理	(1) 安全责任相关制度健全, 安全管理及风险管理制度化、手册化, 责任界定清晰	
		(2) 外部保障协议: 民航空管运行中凡涉及人员派遣、工作代理、设备租赁和信息服务的, 相关单位和人员应当以协议的形式明确安全责任	
<b>4</b>	<b>人因工效验证</b>		
4.1	相关人因工效验证测试方案	相关人因工效验证测试方案具备可行性和有效性 (方案完整、指标科学有效、测试方法有可操作性等)	
4.2	基础数据	(1) 基础数据采集类别满足测试需要	
		(2) 相关数据采集方法科学合理	
		(3) 数据采集结果有效	
4.3	数据分析	(1) 数据分析方法科学、合理、有效	
		(2) 数据分析结果有效	

## 远程塔台xx阶段安全评估报告

评估名称:

填报单位:

抄报单位:

填报时间:

---

## 签 字 页

远程塔台运行单位对安全评估真实性、有效性的承诺。

远程塔台运行单位（盖章）

安全第一责任人（签字）

年 月 日

---

## 摘 要

对安全评估的基本情况、参加单位及人员、主要结论等进行简要介绍。



---

## 第一部分 概况

安全评估的目的与范围、参加的部门和人员、安全评估的简要过程和主要结论。

## 第二部分 系统及运行环境

从任务、人员、设备、管理、环境等方面进行描述，并从子系统、要素的层面，客观描述系统变更的情况，主要内容包括：

- (1) 系统运行现状及变更后预期运行展望；
- (2) 预期变更对人员、设施设备及管理需求的具体描述；
- (3) 有关规章标准的要求；
- (4) 与其他民航空管运行单位、航空运营人、机场运行部门的业务关系和相互影响；
- (5) 其他涉及运行的必要情况。

需要特殊进行描述的是：相关符合性检查情况，以及描述远程塔台人因评估相关情况。

## 第三部分 危险辨识与风险分析

- (1) 构建风险系统结构，参考本规范的危险源识别流程进行危险辨识；
- (2) 风险综合评价，并依据风险可接受准则确定其是否可接受。

---

## 第四部分 风险控制措施

制定风险控制措施，消除或降低不可接受风险及可容忍风险。

## 第五部分 安全评估的结论

形成评估结论，明确各种可能的风险及其可接受程度、采取安全措施后的预期安全状态等，对远程塔台运行是否可以进入试运行阶段给出最终判断。

---

## 附件 4 编写说明

民航局在《关于推进远程塔台试点工作的通知》（局发明电〔2020〕1381号）中提出了“项目建设、运行验证、实验运行”的远程塔台试点推进步骤。当前，远程塔台试点工程建设推进顺利，部分试点单位即将进入重要的运行验证阶段，一方面，为进入运行验证阶段的相关评估工作提供依据，加快远程塔台试点的推进进度；另一方面，为长期的远程塔台相关评估工作提供指导思路和参考，促进远程塔台应用。