

远程塔台技术要求

目 录

1 总则	1
1.1 目的	1
1.2 适用范围	1
1.3 编写依据	1
1.4 术语和定义	2
1.5 缩略语	4
2 远程塔台运行模式类别及适用条件	5
2.1 远程塔台运行模式的类别	5
2.2 远程塔台运行模式的适用条件	6
2.2.1 基础条件	6
2.2.2 I类远程塔台运行模式	7
2.2.3 II类远程塔台运行模式	8
2.2.4 III类远程塔台运行模式	8
3 一般需求	9
3.1 远程塔台功能模块	9
3.2 远程塔台功能模块间的相互关系	10
3.3 远程塔台单元运行状态	10
3.4 远程塔台单元席位配置需求	11
3.5 远程塔台环境设置需求	12
3.6 远程塔台系统性能需求	12
3.7 网络信息安全	13
4 技术要求	13
4.1 远程监视	13
4.2 语音通信	16
4.3 网路传输	17
4.4 管制人机交互管理	17
4.5 综合信息	18
4.6 远程控制	18
4.7 辅助功能	18
4.8 技术监控	19
4.9 其他需求	19
附件 A: 光学系统显示屏幕布局类型	21
A.1 布局类型	21
A.2 各类布局优缺点	24
A.3 布局类型的选择	28
附件 B: 管制人机交互界面摆放的视野设计	29
B.1 相关术语	29
B.2 视野设计	29
B.2.1 视距	29
B.2.2 视角	30
B.2.3 水平方向注视角	30
B.2.4 垂直方向注视角	32

附件 C: 管制员席位设计	34
C.1 设计原则	34
C.2 席位可达区域	34
C.3 手臂轻松型席位设计	35
C.4 颈部轻松型席位设计	36
C.5 席位可调节性	36

低空飞行

1 总则

1.1 目的

本规范为民用航空远程塔台的总体技术需求，为民航远程塔台的设计、建设和使用提供参考依据。

1.2 适用范围

本规范适用于民用航空远程塔台的设计、建设和使用。

1.3 编写依据

- (1) CCAR-93TM-R5 民用航空空中交通管理规则
- (2) GB 10000 中国成年人人体尺寸
- (3) GB/T 12985 在产品设计中应用人体尺寸百分位数的通则
- (4) GB/T 13547-92 工作空间人体尺寸
- (5) GB/T 20528.2-2009 使用基于平板视觉显示器工作的人类工效学要求 第2部分：平板显示器的人类工效学要求
- (6) MH/T 4005-1997 民用航空机场塔台空中交通管制设备配置
- (7) MH/T 4010 空中交通管制二次监视雷达设备技术规范
- (8) MH/T 4020 民用航空通信导航监视设施防雷技术规范
- (9) MH/T 4026 民用航空空中交通管制综合信息显示系统

(10) MH/T 4027 民用航空空中交通管制语音通信交换系统技术规范

(11) MH/T 4028.1 民用航空空中交通管制服务地空通信设备配置 第1部分：语音通信

(12) MH/T 4037 多点定位系统通用技术要求

(13) MH/T 4042 高级场面活动引导与控制自动化系统技术要求

(14) MH 5001 民用机场飞行区技术标准

(15) 《民用航空远程塔台光学系统技术要求（试行）》（局发明电[2019]1660号）

(16) ICAO 国际民用航空公约 附件 11 空中交通服务

(17) ICAO 国际民用航空公约 附件 14 机场

(18) ISO 9241-5-1998 使用视觉显示终端（VDTs）办公的人类工效学要求 第5部分：工作台布局和姿势要求

(19) EASA Annex I to ED Decision 2019/004/R 远程提供机场空中交通服务的指导材料

1.4 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

(1) 机场管制服务 aerodrome control service

为机场机动区内运行的航空器以及在机场附近飞行且接受进近和区域管制以外的航空器提供的空中交通管制服务。

(2) 进近管制服务 approach control service

为进场或者离场飞行阶段接受管制的航空器提供的空中交通管制服务。

(3) 机坪管制服务 apron control service

为下列目的提供的机坪责任区内的交通服务：1) 防止机坪区域内的航空器与航空器、航空器与障碍物相撞；2) 维护和加速机坪区域交通有秩序地流动。通常包括机坪区域内的航空器滑入、推出、拖拽、开车、机位安排、机坪区域滑行以及冲突避免等管制服务。

(4) 传统塔台 conventional tower

地理位置和高度需考虑机场位置和构型限制，以现场目视观察或现场目视观察与技术补盲相结合的形式，监视机场及其附近区域或完整的机坪责任区域，为机场提供机场管制服务（部分含进近管制服务）或机坪管制服务的设施设备集合。

(5) 远程塔台 remote tower

地理位置和高度不受机场位置和构型限制，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。

(6) 远程塔台单元 remote tower module

集中于某一场所内，向一个机场提供远程塔台服务的管制席位及相关设备组合。

(7) 远程塔台中心 remote tower center

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。

(8) 远程监视系统 remote surveillance system

为管制员提供感知远端机场及附近区域或完整的机坪责任区实时运行状态的系统，用以替代现场目视观察。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。

(9) 可视化呈现 visual presentation

为管制员呈现远端机场及附近区域或完整的机坪责任区域实时图像信息。

(10) 平均繁忙小时运行架次 average operation sorties in busy hours

全年每天最繁忙小时运行架次的算术平均值，一次起飞或一次降落构成一次运行。

1.5 缩略语

下列缩略语适用于本规范。

(1) PTZ

Pan-Tilt-Zoom 云台

(2) ADS-B

Automatic Dependent Surveillance – Broadcast 广播式自动相关监视

(11) MLAT

Multilateration System 多点定位系统

(12) SMR

Surface Movement Radar 场面监视雷达

(13) SSR

Secondary Surveillance Radar 二次监视雷达

(14) A-SMGCS

Advanced Surface Movement Guidance Control System 先进场面引导控制系统

(15) CAVOK

Ceiling And Visibility Okay 天气晴朗

2 远程塔台运行模式类别及适用条件

2.1 远程塔台运行模式的类别

根据提供远程塔台服务的特征可将远程塔台运行模式分为：

(1) I 类远程塔台运行模式：通过远程塔台为机场提供机场管制服务（部分含进近管制服务），其中：

(a) 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（部分含进近管制服务）；

(b) IB: 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(部分含进近管制服务),但同一时间只为一个民用机场提供上述管制服务;

(c) IC: 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(部分含进近管制服务)(考虑该模式应用的可行性尚待验证,欧洲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,故本规范暂不考虑该模式的相关技术需求)。

(2) 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。

(3) 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(部分含进近管制服务)或机坪管制服务,以防止上述管制服务中断或停止,作为原塔台备份使用。

2.2 远程塔台运行模式的适用条件

2.2.1 基础条件

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,评估要素包括但不限于:

(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) 机场空中交通服务人员数量和资质；

(8) 建设远程塔台的成本效益，包括建设成本和运营成本。

2.2.2 I类远程塔台运行模式

I类远程塔台运行模式的选择应综合考虑如下因素（包括但不限于）：

(1) 基于 2.2.1 各项因素的综合评估，判断是否具备远程塔台运行基础条件；

(2) 同时符合以下条件的机场，可选择IA类远程塔台运行模式，并确定应急处置预案：

(a) 机场不超过 1 条跑道、1-3 个跑道入口、1-4 块停机坪；

(b) 机场跑道平均繁忙小时运行架次不超过 2 架次且最大日起降架次不超过 20 架次。

(3) IB 类远程塔台运行模式的选择，还需对如下因素进行评估：

- (a) 所提供空中交通服务的机场数量及规模；
- (b) 机场布局及周边环境（比如建筑）的相似程度；
- (c) 不同机场之间的切换方案；
- (d) 所有机场开放和关闭的时间特征。

2.2.3 II类远程塔台运行模式

II类远程塔台运行模式的选择应综合考虑如下因素（包括但不限于）：

(1) 基于 2.2.1 各项因素的综合评估，判断是否具备远程塔台运行基础条件；

(2) 在所设机坪管制场所不能目视观察的停机位数量超过机坪管制范围内总停机位数量 30% 可选择 II 类远程塔台运行模式，并确定应急处置预案。

2.2.4 III类远程塔台运行模式

III类远程塔台运行模式的选择应综合考虑如下因素（包括但不限于）：

(1) 基于 2.2.1 各项因素的综合评估，判断是否具备远程塔台运行基础条件；

(2) III类远程塔台运行模式的选择，还需对如下因素进行评估：

- (a) 启用、关闭条件及程序；
- (b) 设施设备安装及数据引接方案；

(c) 传统塔台运行向Ⅲ类远程塔台运行转换的切换方案。

3 一般需求

3.1 远程塔台功能模块

远程塔台功能模块主要包括：

(1) 远程监视模块：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完整的机坪责任区域实时运行状态的相关监视信息；

(2) 语音通信模块：为远程塔台单元与机场、航空器之间提供连续、稳定、可靠的语音通信；

(3) 网络传输模块：远程塔台单元与机场、航空器之间的网络传输链路，保障机场、航空器与远程塔台单元之间数据传输的连续性、稳定性和可靠性；

(4) 管制人机交互管理模块：为管制员提供图形用户界面及其它技术系统交互的接口，其主要功能是向管制员提供管制相关信息，管制员可通过人机交互界面输入新信息或修改已有信息；

(5) 综合信息模块：为管制员提供管制相关的航空情报、航空气象、静态资料等综合信息；

(6) 远程控制模块：远程监控远端机场助航灯光，并能获取远端机场照明、警报等相关基础设施的工作状态信息；

(7) 辅助功能模块：包括远程塔台单元正常运行所需的

辅助功能，一般不直接影响远程塔台正常运行，如记录、回放、数据分析等；

(8) 技术监控模块：对远程塔台技术系统的运行情况进行监控，并输出相应的系统运行状态信息。

3.2 远程塔台功能模块间的相互关系

远程塔台各功能模块的相互关系如图1所示，其中管制人机交互管理模块是管制员与其他所有模块建立联系的枢纽。

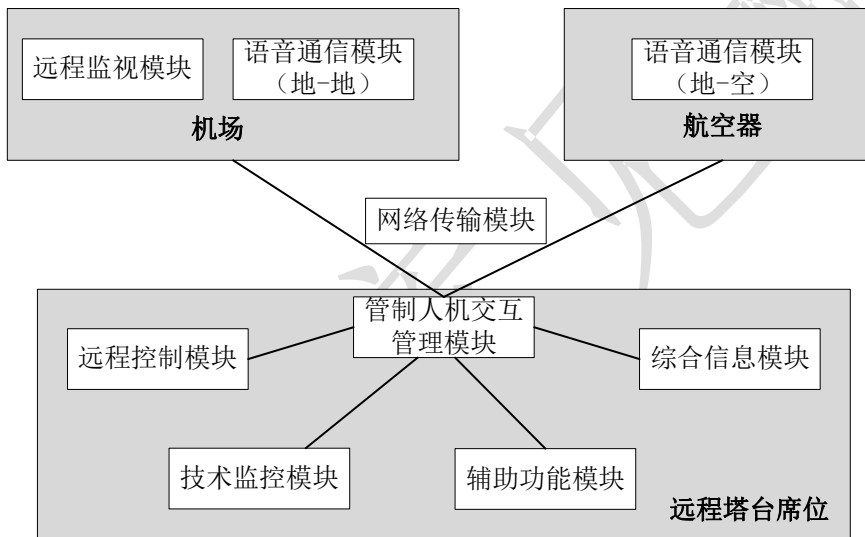


图 1--远程塔台各功能模块相互关系

3.3 远程塔台单元运行状态

远程塔台单元运行状态包括：

(1) 正常运行：所有功能模块及相关配套设施运行正常，管制员正常提供空中交通服务；

(2) 降级运行：监视系统性能下降（如信息延迟等）、部分功能失效或手动关闭导致的降级运行，该状态下远程塔台仍可运行，但部分功能缺失；

(3) 故障状态：通信系统或监视系统发生功能障碍（如

通信中断、画面丢失等)或正常运行所需的其他重要功能模块失效,或者配套设施发生故障(如供电中断等),该状态下远程塔台无法运行。

3.4 远程塔台单元席位配置需求

远程塔台单元席位配置需求包括但不限于:

(1) 远程塔台单元应配置管制席位,负责提供机场管制服务(部分含进近管制服务)或机坪管制服务,席位控制台应至少配置:

- (a) 远程监视模块显示及控制终端;
- (b) 语音通信操作面板;
- (c) 综合信息显示终端。

(2) 远程塔台单元可配置以下席位,每个席位对应一个控制台:

(a) 通报协调席,负责向各有关部门通报信息、协调事务,席位控制台应配备综合信息显示终端、语音通信操作面板等;

(b) 放行协调席,负责飞行数据处理及航空器的放行协调,席位控制台应配备综合信息显示终端、语音通信操作面板等;

(c) 备份席,作为其他席位失效等情况下的应急备用。

(3) 当同一远程塔台中心同时运行多个远程塔台单元时应单独配置主任席,负责现场运行工作的组织管理和监督,

以及与其他部门的总体协调。主任席应能够获取所有机场的信息，可以看到所有机场信息的汇总视图。

3.5 远程塔台环境设置需求

(1) 远程塔台单元（中心）的光线应适应接受远程空中交通服务的机场光照条件，根据接受远程空中交通服务的机场光照条件及人因工效学评估设置光线条件。

(2) 远程塔台单元（中心）应配备必要的空调设备，温度应以舒适为准（夏季20~24℃，冬季18~22℃）。

(3) 远程管制室远程塔台单元（中心）的噪声、湿度、通风等工作环境条件应当适合空中交通服务工作。

(4) 远程塔台单元（中心）的位置、面积和布局应当适应管制席位设置、设施设备安装等的需要。

(5) 远程塔台单元（中心）应配置时钟系统，且应采用与接受远程空中交通服务的机场统一的时钟系统。

(6) 远程塔台单元（中心）相关系统应采取双电源供电并且至少配备一台UPS为应急电源。

(7) 远程塔台单元（中心）应具备防震、防雷、防电磁干扰、防火、防潮等条件。

3.6 远程塔台系统性能需求

远程塔台系统性能应满足：

(1) 远程塔台系统启动总时间应不超过5分钟；

(2) 远程塔台系统提供的监视信号延时不超过1秒；

(3) 远程塔台系统提供的语音信号延时不超过500毫秒。

3.7 网络信息安全

(1) 远程塔台运行单位应建立网络信息安全管理制，以确保：

(a) 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；

(b) 远程塔台接收、产生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。

(2) 网络传输系统应满足本规范的相关要求，制定网络传输系统故障的应急预案。

(3) 远程塔台运行单位应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、拒绝、破坏、修改或破坏信息、修改或破坏信息系统接口等。

4 技术需求

4.1 远程监视

(1) 远程监视系统应能为管制员呈现远端机场航空器地面和空中态势。根据数据采集、数据处理方式的不同，远程监视系统分为基本型配置和增强型配置，运行单位应根据机场实际情况，结合人因工效学评估选择配置类型，其中：

(a) 基本型配置：远程监视系统利用光学传感器（含PTZ摄像机）及ADS-B采集远端机场监视数据；

(b) 增强型配置，在数据采集上，配置热成像摄像机

或其他监视系统（如 MLAT、SMR、SSR 等）；在数据处理上，提供三维虚拟化显示、航空器识别、场面告警、路由规划、航空器检测跟踪和行为识别等功能。

（2）通过远程塔台提供机坪管制服务时，远程监视系统应能够提供完整、连续的机坪责任区监视画面。

（3）通过远程塔台提供机场管制服务（部分含进近管制服务）时，远程监视系统应能够提供完整、连续的机场及其附近监视画面。

（4）远程监视系统应至少能为管制员提供除光学系统外的呈现远端机场航空器地面和空中态势二维显示功能，能通过图像处理手段识别和区分航空器、车辆，并在识别的目标上自动添加目标相关信息（挂标牌），且系统应能够自动或手动对重叠信息和标牌进行分离。

（5）远程监视系统应包含画面冻结或显示界面无法刷新的报警程序。

（6）远程监视系统显示界面应不存在闪烁的情况。

（7）远程监视系统应具备云台功能，能对远端机场或者机坪责任区的航空器进行自动或手动跟踪。自动或手动跟踪航空器时应保证航空器整体都能呈现在跟踪画面中，无跟踪丢失或者航空器部分显示问题。

（8）通过远程塔台提供机场管制服务（部分含进近管制服务）时，在白天机场及其附近天气晴朗条件（CAVOK）下，

管制员应至少能观察到距跑道入口 4 公里的 A320、ATR72 或类似尺寸大小的航空器，确认航空器有无不正常烟雾、明火等不正常情况。

(9) 通过远程塔台提供机坪管制服务时，在白天机场及其附近天气晴朗条件（CAVOK）下，管制员应至少能观察到机坪责任区内引导车活动情况。

(10) 远程监视系统配备光学系统时，光学系统应能帮助管制员直观感知远端机场的天气状况。

(11) 远程监视系统配备光学系统时，下述性能应符合《民用航空远程塔台光学系统技术要求（试行）》的相关技术要求：

(a) 可视化呈现的图像质量性能，包括显示分辨率、传感器分辨率、视场、视频刷新率、掉包、图像防冻结性能等；

(b) 可视化呈现图像的可靠性；

(c) 可视化呈现图像的适用性；

(d) 可视化呈现图像的完整性；

(e) 可视化呈现图像的准确性；

(f) 场面传感器环境保护性能（如镜头防潮、防雾、防遮蔽、防风等）；

(g) 系统监控及失效检测性能。

(12) 远程监视系统配备光学系统时，光学系统显示屏

幕的布局可参考附件 A 的相关屏幕布局类型，并根据相关布局类型的优缺点及人因工效测试验证综合确立光学系统显示屏幕布局类型。

(13) 远程监视系统配备 MLAT 时，应符合 MH/T 4037 的相关技术要求。

(14) 远程监视系统配备 SSR 时，应符合 MH/T 4010 的相关技术要求。

(15) 远程监视系统配备 A-SMGCS 时，应符合 MH/T 4042 的相关技术要求。

(16) 远程监视系统应具备抗雷击能力，符合 MH/T 4020 的规定。

(17) 远程监视系统配备光学系统时，应配置备份系统。

4.2 语音通信

(1) 语音通信系统应能够确保管制单位与机场、机组之间进行直接、迅速、不间断和清晰的双向通信，包括地-空通信和地-地通信。

(2) 远程塔台配置语音通信交换系统应符合 MH/T 4027 的相关技术要求。

(3) 远程塔台地空语音通信系统地面设备的配置应符合 MH/T 4028.1 的相关技术要求

(4) 语音通信系统应配置备份系统。

4.3 网路传输

(1) 远程塔台应具备稳定可靠的数据传输网络(运输机场应配置数据传输专网),保障监视信息、环境音频、语音通信、控制信号等传输的连续性、稳定性和可靠性。

(2) 远程塔台的网路传输延时应不超过 50 毫秒。

(3) 远程塔台应配置备份的数据传输网络(运输机场应配置备份的数据传输专网)。

4.4 管制人机交互管理

(1) 管制人机交互界面应涵盖管制员正常提供空中交通服务所需的所有信息。

(2) 同一远程塔台中心内,所有远程塔台单元的管制人机交互设计应保持一致。

(3) 管制员应能够从管制人机交互界面明确掌握当前提供空中交通服务的机场的运行状态

(4) 管制人机交互界面设计应符合人因工效学原理,设计指标包括但不限于:

(a) 人机交互界面的显示效果(如颜色、亮度、对比度等);

(b) 人机交互界面对管制人员身体和精神的疲劳诱发(例如眼疲劳)程度;

(c) 可视化呈现图像相比现实的压缩与扭曲程度;

(d) 可视化呈现图像能否提供流畅、规律和操作上可

接受的视觉效果（如呈现移动/闪烁/旋转物体），能否支持管制员判断目标之间的距离，以及对不同位置、不同角度的辨识程度。

（5）管制人机交互界面摆放的视野设计可参考附件 B 的相关资料进行设计，综合提升管制员的情景意识和感知能力。

（6）远程塔台席位应具备足够的作业空间，席位应根据良好的人体工程学原则进行设计，可参考附件 C 的相关席位设计。

4.5 综合信息

（1）远程塔台单元应向管制员提供航空气象、航空情报、相关静态资料等综合信息。

（2）远程塔台配置民用航空空中交通管制综合信息显示系统应符合 MH/T 4026 的相关技术要求。

4.6 远程控制

（1）运输机场远程塔台单元应能够监控远端机场助航灯光。

（2）远程塔台单元应能够获取远端机场照明、警报等相关基础设施的工作状态信息。

4.7 辅助功能

（1）远程塔台的辅助功能应至少包括：

（a）记录功能：记录提供空中交通服务的相关数据（包括语音通话记录、远程监视数据、技术监控数据等），存储于

特定的数据库中，数据保存时间应不低于 30 天，如相关记录与飞行事故或者飞行事故征候有关，应该按照要求长期保存，直至不再需要为止；

(b) 回放功能：支持视频、语音的记录、展示与回放；

(c) 数据分析功能：为日常维护、调查、安全管理、效率分析提供支持；

(d) 管制员远程管制指挥培训及测试功能。

(2) 远程塔台运行单位可根据实际情况增加机场声音再现功能，为管制员提供机场内的实时环境音频，但环境音频的强弱和呈现方式应基于人因工效学原理综合评估确立。

4.8 技术监控

(1) 技术监控模块应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) 技术监控系统应具备故障检测和分析功能，可在故障发生时及时发出告警。

(3) 技术监控系统应能够灵活控制，用户可根据需要调整系统运行状态（开启/关闭/待机/复位/切换/重启等）。

4.9 其他需求

(1) IB 类远程塔台运行模式特殊需求：

(a) 管制员应能够从管制人机交互界面明确区分正在为哪个机场提供空中交通服务；

(b) 该模式下远程塔台单元应配置备份席。

(2) II类远程塔台运行模式特殊需求:

(a) 远程监视系统配备光学系统时, 应具备针对低能见度情况的增强显示功能;

(b) 远程监视系统显示界面应呈现其他提升管制员情景意识的信息(如航班信息标注、关键区域标注等)。

(3) III类远程塔台运行模式特殊需求:

(a) 与原塔台应存在空间隔离, 二者不可设立在同一栋建筑物内;

(b) 与原塔台设施设备、运行程序等方面应保持一致或者高度相似, 以减少管制员从常规运行过渡到应急阶段所需的系统熟悉时间, 降低常规性应急培训的复杂度;

(c) 相关系统的安装、数据引接应具有独立性, 系统运行不受原塔台影响, 不宜直接引接传统塔台的基础数据;

(d) 该模式下, 应明确III类远程塔台运行的启用和关闭条件、切换程序。

附件 A: 光学系统显示屏幕布局类型

A.1 布局类型

(1) 光学系统大型显示屏幕的布局设计主要包括如下几种类型
(如图A.1~图A.6) :

- (a) 360° 环形圆柱体投影屏;
- (b) 360° 环形屏幕拼接;
- (c) 360° 环形屏幕分裂拼接;
- (d) 270° 环形屏幕拼接 (显示 360° 实景);
- (e) 270° 环形屏幕拼接 (显示 270° 实景);
- (f) 180° 环形屏幕拼接 (显示 360° 实景);
- (g) 180° 环形屏幕拼接 (显示 180° 实景)。

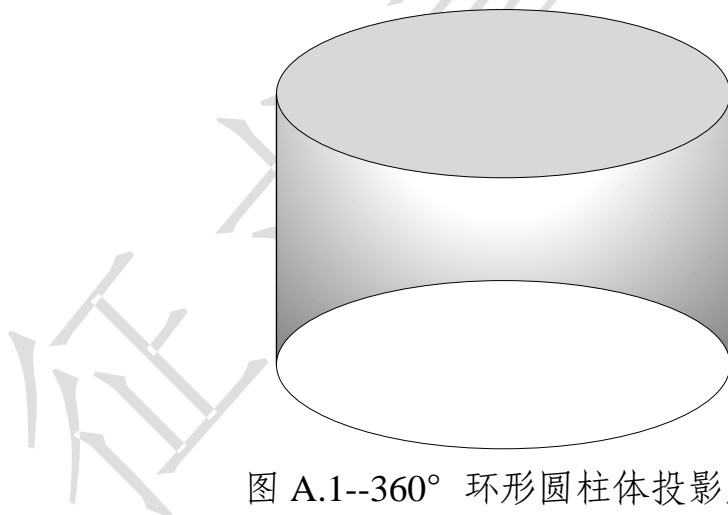


图 A.1-- 360° 环形圆柱体投影屏

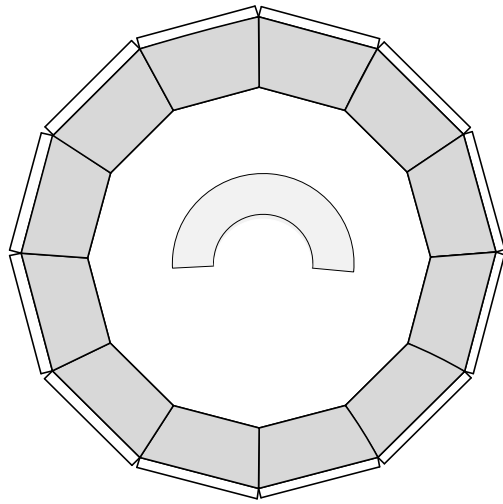


图 A.2--360° 环形屏幕拼接

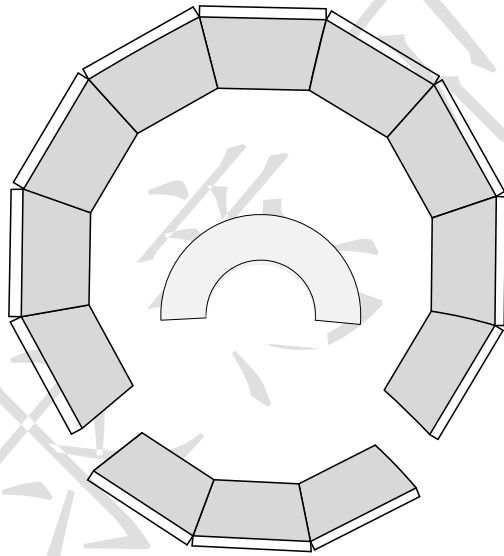


图 A.3--360° 环形屏幕分裂拼接

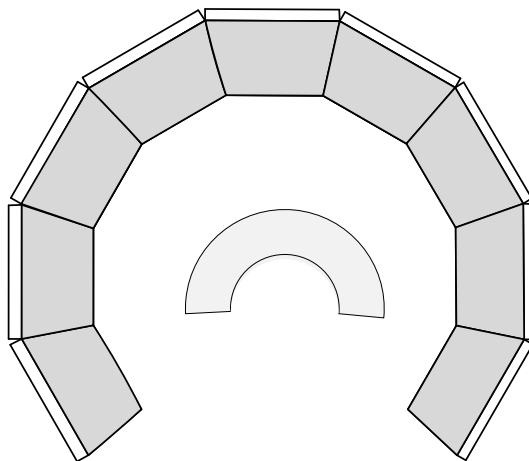


图 A.4--270° 环形屏幕拼接 (显示 360° 实景)

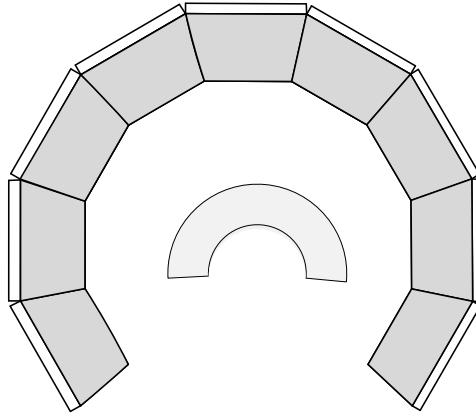


图 A.5--270° 环形屏幕拼接 (显示 270° 实景)

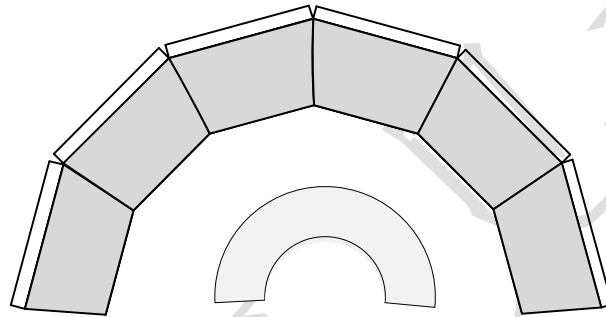


图 A.6--180° 环形屏幕拼接 (360° 显示)

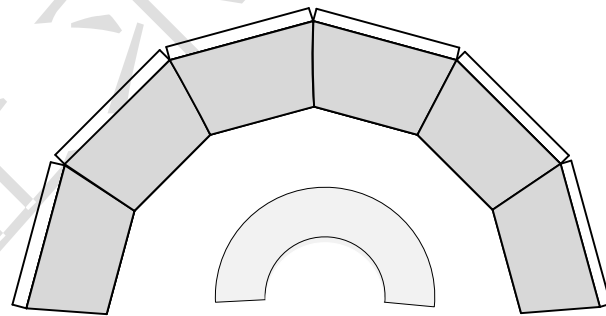
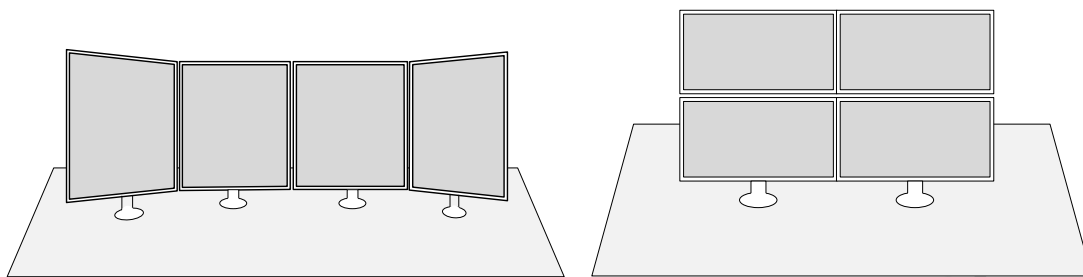


图 A.7--180° 环形屏幕拼接 (180° 显示)

(2) 光学系统小型显示屏幕的布局设计包括如下几种类型 (如图A.8和图A.9) :

(a) 小型显示屏线性排列；

(b) 平板投影显示。



(i) 四屏幕一行

(ii) 四屏幕两列

图 A.8 小型显示屏线性排列

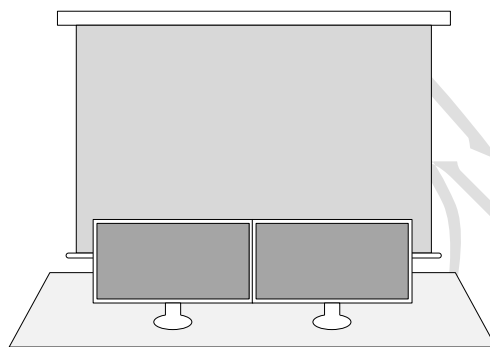


图 A.9 平面投影显示

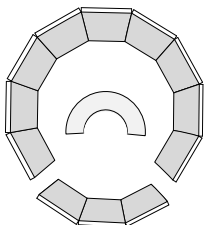
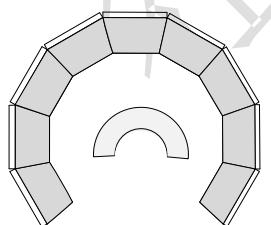
A.2 各类布局优缺点

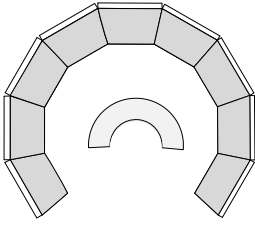
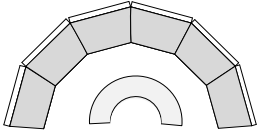
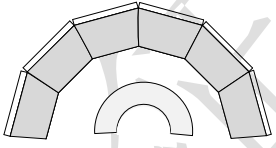
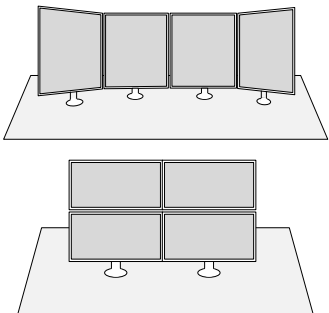
光学系统显示屏幕各类布局的优缺点比较如表B.1所示。

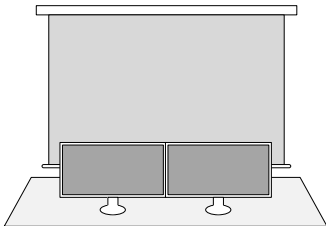
表 B.1 光学系统显示屏幕各类布局的优缺点

布局方式	主要优点	主要缺点
360° 环形圆柱体投影屏 	1、高保真度 2、视频呈现范围广 3、显示画面无缝	1、总体显示效果不佳 2、需要大幅度的眼睛/头部/身体移动 3、投影灯使用寿命短

		<p>4、远程塔台单元的空间需求大</p> <p>5、进出口通道需单独设计</p> <p>6、空气流通不畅</p> <p>7、需要调暗环境光线或增强投影亮度</p> <p>8、需要进入环形投影房间才能看到画面</p>
<p>360° 环形大屏拼接</p> 	<p>1、高保真度</p> <p>2、视频呈现范围广</p>	<p>1、总体显示效果不佳</p> <p>2、需要大幅度的眼睛/头部/身体移动</p> <p>3、远程塔台单元的空间需求大</p> <p>4、进出口通道需单独设计</p> <p>5、空气流通不畅</p> <p>6、需要进入环形大屏围绕区域才能看到画面</p>

		7、显示画面有拼接 缝隙
<p>360° 环形大屏分裂拼 接</p> 	<p>1、中等保真度 2、视频呈现范围广 3、无需单独设计进 出口</p>	<p>1、显示画面有拼接 缝隙 2、总体显示效果不 佳 3、需要大幅度的眼 睛/头部/身体移动 4、远程塔台单元的 需求空间大 5、分裂部位影响整 体视觉效果</p>
<p>270° 环形大屏拼接 (显示 360° 实景)</p> 	<p>1、视频呈现范围广 2、无需单独设计进 出口</p>	<p>1、显示画面有拼接 缝隙 2、眼睛/头部/身体等 部位需要一定程度 的移动 3、远程塔台单元的 空间需求大 4、保真度一般 5、空气流通欠佳</p>
<p>270° 环形大屏拼接</p>	<p>1、保真度高</p>	<p>1、显示画面有拼接</p>

<p>(显示 270° 实景)</p> 	<p>2、视频呈现范围较广</p> <p>3、无需单独设计进出口</p>	<p>缝隙</p> <p>2、眼睛/头部/身体等部位需要一定程度的移动</p> <p>3、远程塔台单元的空间需求大</p> <p>4、空气流通欠佳</p>
<p>180° 环形小屏拼接 (360° 显示)</p> 	<p>1、视频呈现范围广</p> <p>2、无需单独设计进出口</p>	<p>1、远程管制室的空间需求大</p> <p>2、保真度较差</p> <p>3、显示画面有拼接缝隙</p>
<p>180° 环形小屏拼接 (180° 显示)</p> 	<p>1、视频呈现范围较大</p> <p>2、高保真度</p> <p>3、无需单独设计进出口</p>	<p>1、远程塔台单元的空间需求大</p> <p>2、显示画面有拼接缝隙</p>
<p>小型显示屏线性排列</p> 	<p>1、可使用一般尺寸显示器</p> <p>2、远程塔台单元的需求空间小</p> <p>3、总体显示效果好</p>	<p>1、视频呈现范围小</p> <p>2、保真度低</p> <p>3、显示画面有拼接缝隙</p>

	4、眼睛/头部/身体等部位所需移动幅度小	
<p>平面投影显示</p> 	<p>1、可使用一般尺寸显示器</p> <p>2、远程塔台单元的空间需求小</p> <p>3、总体显示效果好</p> <p>4、眼睛/头部/身体等部位所需移动幅度小</p>	<p>1、视频呈现范围小</p> <p>2、保真度低</p> <p>3、需要调暗环境光线或增强投影亮度</p>

A.3 布局类型的选择

光学系统显示屏幕布局应综合考虑机场实际情况和各类布局方式的优缺点进行评估确立，评估指标包括但不限于：

(1) 人眼的适应调整能力：人眼从人机交互界面区切换到光学系统显示屏幕所需要的眼部适应调整量，一般视距越大，所需的调整量越大，越容易引发管制员疲劳；

(2) 不同远程塔台席位之间的间隔；

(3) 远程塔台单元的空间约束；

(4) 光学系统显示的保真度要求；

(5) 建设成本；

(6) 运行成本（远程塔台单元数量较多时）；

(7) 图像比例压缩程度（如在 180° 环形拼接屏幕上呈现 360° 窗外视景时会导致 $360^\circ / 180^\circ = 2:1$ 的图像比例压缩，压缩程度越大，图像保真度越低）。

附件 B: 管制人机交互界面摆放的视野设计

B.1 相关术语

本规范的附件中所涉及相关术语的解释如下（如图A.1）：

水平线——管制员向水平方向望去的视线；

视距——管制员眼部到显示屏幕（中心）之间的距离；

屏幕视角——管制员视线与显示屏幕之间的夹角；

注视角——管制员视线与水平线之间的夹角。

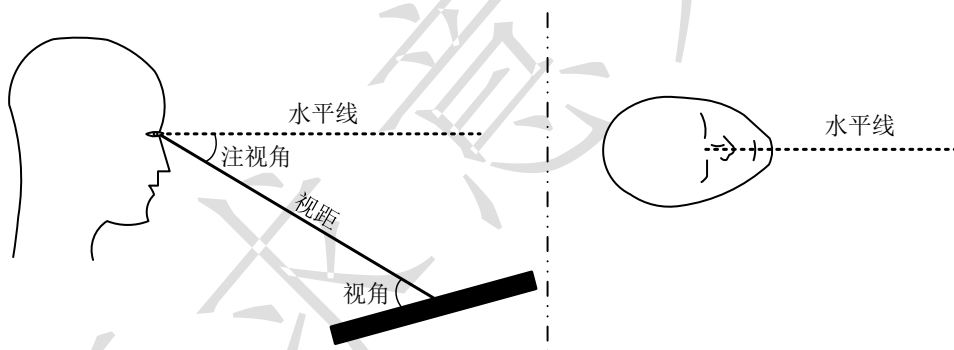


图 B.1 管制员视线相关术语示意图

B.2 视野设计

B.2.1 视距

(1) 管制员最佳视距由所需视野范围、所需屏幕分辨率、屏幕尺寸和人的视觉系统限制等因素综合决定。

(2) 视距的舒适设计包括：

(a) 最小视距设计不低于 400mm ；

(b) 视距与屏幕尺寸（屏幕对角线长度，下同）的最佳比值为 3.0-6.0;

(c) 大屏显示器的最小视距满足：视距不小于屏幕宽度或高度（取较大者）的一半。

(d) 使用大屏幕的光学投影显示器时，管制员视距与屏幕尺寸的比值在 2.0-8.0 之间，最佳比例为 4.0，最佳比例范围为 3.0-6.0。

B.2.2 视角

(1) 管制员与显示屏幕上任意点的屏幕视角在 40° - 90° 为宜。

(2) 使用触摸屏时，屏面应尽可能与管制员的视线垂直。

B.2.3 水平方向注视角

(1) 水平注视角的幅度为（如图 B.2）：

(a) 任意一边的最佳水平注视角为 15° ；

(b) 任意一边的最大水平注视角为 35° 。

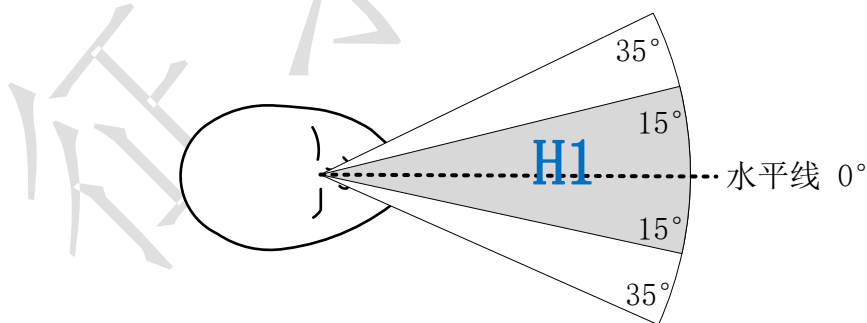


图 B.2 水平注视角幅度（H1 类水平方向注视区域）

(2) 水平方向头部旋转幅度为：

(a) 任意一边适宜的头部旋转幅度为 45° ；

(b) 任意一边的最大头部旋转幅度为 60° 。

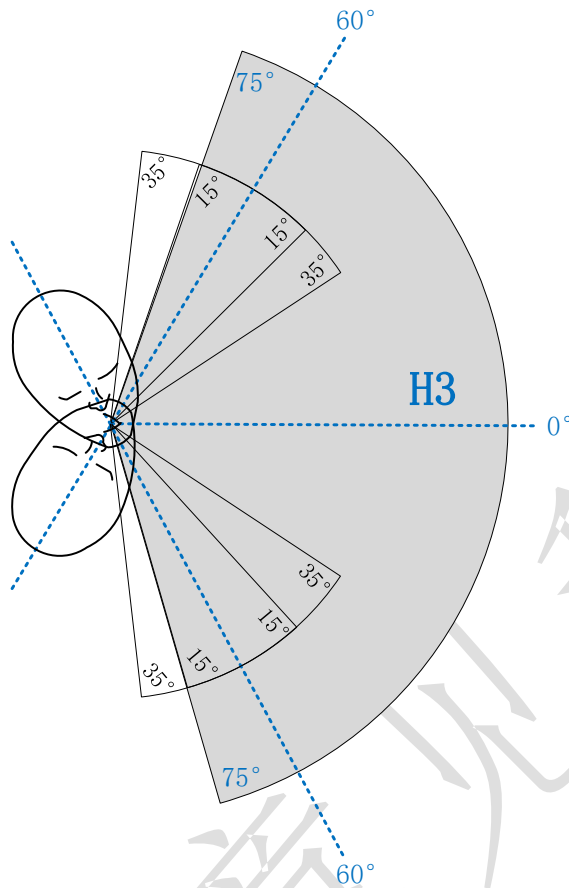


图 B.4 H3 类水平方向注视区域

B.2.4 垂直方向注视角

(1) 垂直注视角的幅度为：

(a) 垂直方向注视角的最佳范围为水平线 (0°) 至水平线下方 45° 之间的区域；

(b) 垂直方向注视角的可视范围为水平线下方 70° 至水平线上方 60° 之间的区域。

(2) 管制员正常工作时，结合正常视线区域的范围，可将管制员垂直视线范围分为 V1、V2、V3 三类区域（如图 B.5 所示）。管

制人机交互界面应根据重要性和使用频率摆放于恰当的视线范围内：

(a) 需要经常观看或频繁操作的界面（如电子进程单显示界面、视频监视显示界面）可放在 V1 区内；

(b) 无需经常观看且无需频繁操作的界面（如辅助功能显示界面）可放在 V1 或 V2 或 V3 区内。

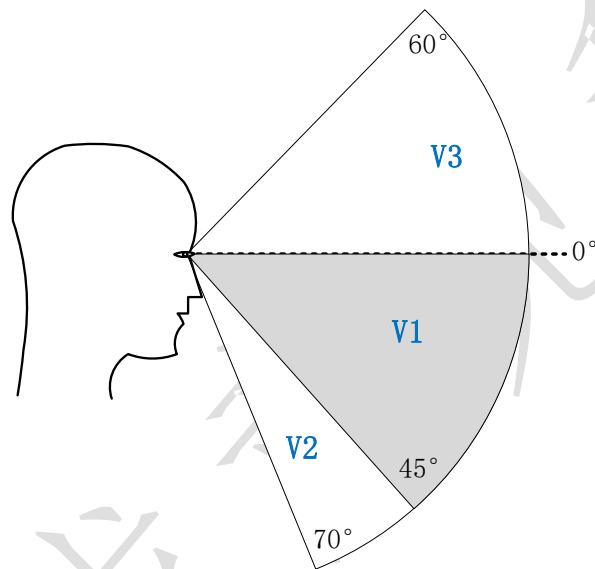


图 B.5 管制员垂直方向注视区域

附件 C: 管制员席位设计

C.1 设计原则

管制员席位设计应按照95%的人满意原则。

C.2 席位可达区域

(1) 参考GB 10000的成年人体尺寸标准及GB/T 12985对相关尺寸进行修正, 得到管制员正常工作时的席位可达区域如图C.1所示(单位: 毫米)。

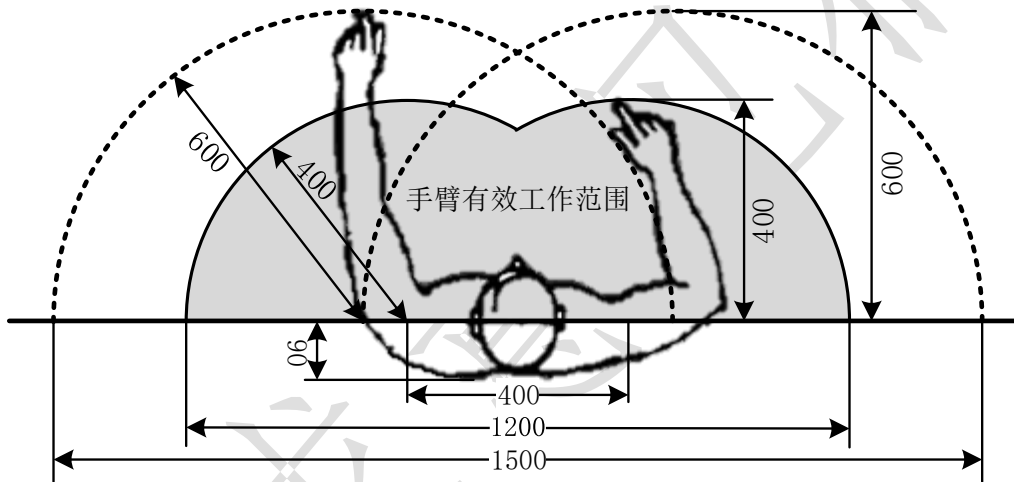


图 C.1 管制员席位可达区域

(2) 结合本规范附件B.2.3的内容, 可将管制员席位可达区域分为R1、R2、R3三类区域(如图C.2所示)。相关操作面板应根据重要性和使用频率摆放于恰当的可达区域内:

(a) 需要频繁操作的界面(如电子进程单操作面板)可放在 R1 区内;

(b) 无需频繁操作的界面(如综合信息显示面板)可放在 R2 或 R3 区内。

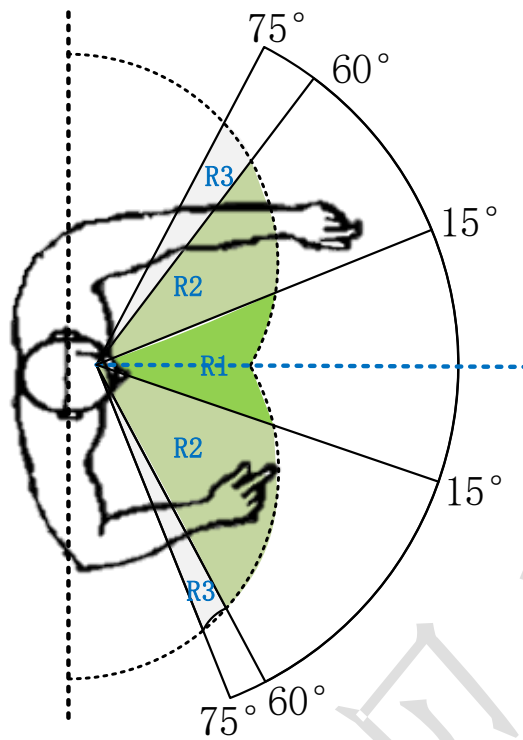


图 C.2 管制员席位可达区域

C.3 手臂轻松型席位设计

管制员席位可采用手臂轻松型设计，席位工作面板应尽可能平放，并为座椅配备扶手（如图C.3所示）。

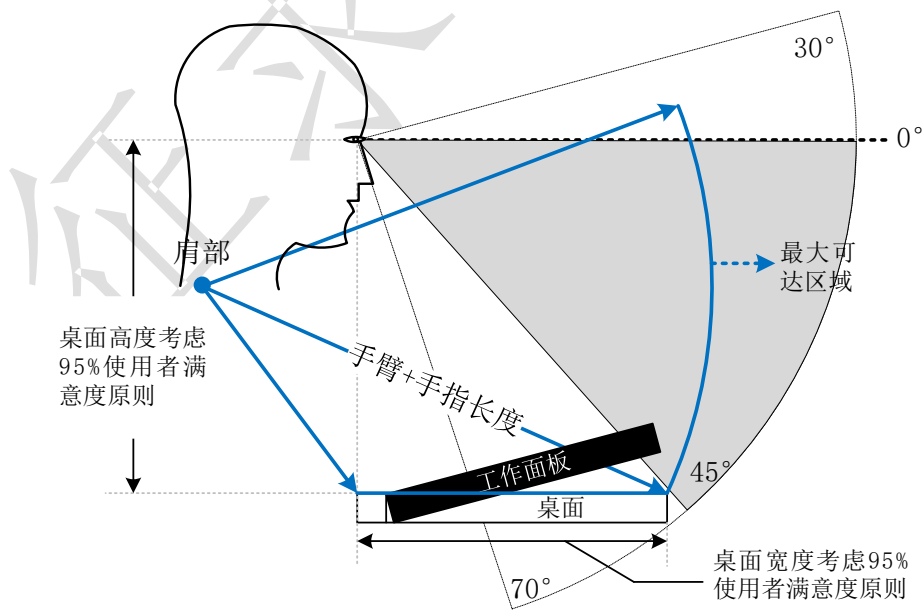


图 C.3 手臂轻松型席位设计

C.4 颈部轻松型席位设计

管制员席位可采用颈部轻松型设计，席位工作面板应位于最佳注视区域内并垂直于视线（如图C.4所示）。

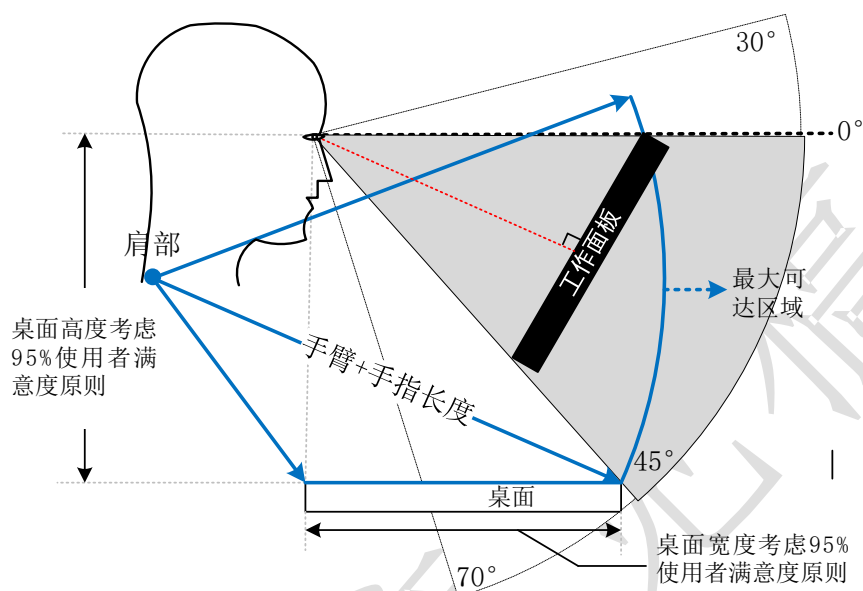


图 C.4 颈部轻松型席位设计

C.5 席位可调节性

(1) 管制员席位设计时可采用固定型席位，固定型席位设计需要考虑管制员颈部和手臂工作负荷缓解。

(2) 管制员席位设计时可采用可调节型席位，可调节型席位设计应保证如下要求，以保证管制员处于不同坐立姿势（直立、倾斜、放松）时的身体调节灵活性，避免颈部和手臂工作负荷之间的权衡：

(a) 席位桌面高度可灵活调节；

(b) 席位工作面板和管制员之间的距离和角度可灵活调节。

附件 D: 编写说明

当前，全国远程塔台试点工程建设推进顺利，但行业尚缺乏指导远程塔台建设和运行的总体技术需求指导文件。为指导民航远程塔台的设计、建设和使用提供参考依据。

征求意见稿