

ICS 03.220.50

V 54

备案号:

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 4040—2013

民用航空空中交通管制语音通信交换系统
测试方法

Test method for civil aviation air traffic control

voice communication switch system

2013 - 05 - 10 发布

2013 - 08 - 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、定义和缩略语	2
4 测试条件及测试用仪器、器件	2
5 功能测试	5
6 性能及技术指标测试	26
7 工作环境测试	41

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中国民用航空局空管行业管理办公室提出并负责解释。

本标准由中国民用航空局航空器适航审定司批准立项。

本标准由中国民航科学技术研究院归口。

本标准起草单位：沈阳空管技术开发有限公司。

本标准主要起草人：潘庆革、邱燕霖、吴戈、郭静、李洁、董梅、陈巧雅。

民用航空空中交通管制语音通信交换系统测试方法

1 范围

本标准规定了民用航空空中交通管制语音通信交换系统(以下简称空管语音通信交换系统)的测试条件及测试用仪器和器件、功能测试、性能测试、技术指标测试和工作环境测试的方法要求。

本标准适用于空管语音通信交换系统的检验。

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 3380 电话自动交换网铃流和信号音
- GB 8898 音频、视频及类似电子设备 安全要求
- GB/T 15279 自动电话机技术条件
- GB/T 16654 ISDN(2B+D) NT1用户—网络接口设备技术要求
- GB 19517 国家电气设备安全技术规范
- GB/T 22727.1 通信产品有害物质安全限值及测试方法 第1部分:电信终端产品
- 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
- YD/T 772 集团电话进网技术要求和检测方法
- YD/T 976 B-ISDN用户网络接口(UIN)物理层规范
- YDN 034 ISDN网络用户—网络接口规范
- ITU-T G.703 系列数字接口的物理/电特性
- ITU-T G.711 话音频率的脉冲编码调制
- ITU-T G.712 脉冲编码调制信道的传输性能特性
- ITU-T G.728 采用低延迟码激励线性预测的16kbit/s语音编码
- ITU-T Q.400~Q.490 信令系统R2规范
- ITU-T Q.611 来话No.5信令系统的逻辑程序
- ITU-T Q.612 去话No.5信令系统的逻辑程序
- ITU-T Q.23 按键话机的技术特性
- ITU-T V.23 公用电话交换网中使用的标准化600/1200 Bd调制解调器
- ECMA 142 私有综合服务网络—64K电路基本服务
- ECMA 143 私有综合服务网络—电路基本服务
- ECMA 165 私有综合服务网络—通用功能协议
- ECMA 203 私有综合服务网络—呼叫强插补充服务
- ECMA 225 私有综合服务网络—附加网络特性—传输控制
- ECMA 264 私有综合服务网络—呼叫优先级控制补充服务
- ECMA 312 私有综合服务网络—在ATS服务中的专用标准
- ETSI 300 402—2 综合业务数字网,数字用户1号信令系统协议,数据链路层,通用协议规范

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

MH/T 4027中确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

系统 system

设备和人机界面的总和。

3.1.2

席位终端 position terminal

联机工作时被赋予角色（如管制员、主任值班员、系统监控员等）的通信控制面板。

3.1.3

日志 log

对系统运行监控、配置操作、日期、时间、使用者及动作（不限于）等相关操作的记载。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ATS-QSIG 基于Q点的空中交通服务信令（Air Traffic Services Signalling at Q Reference Point）

CO 中心局交换机（Central Office）

DA 通过席位面板上的单个预设按键，直接进行预设目标号码拨号（Direct Access）

DTMF 双音多频（Dual Tone Multi-Frequency）

ECMA 欧洲计算机制造商协会（European Telecommunication Standards Institute）

GPS 全球定位系统（Globe Positioning System）

HF 高频（High Frequency）

IA 通过席位面板上的拨号盘输入目标号码拨号（Indirect Access）

ISDN 综合业务数字网（Integrated Services Digital Network）

ITU-T 国际电信联盟（International Telecommunications Union-T）

MFC 多频码（Multi-Frequency Code）

PABX 专用自动交换机（Private Automatic）

PCM 脉冲编码调制（Pulse Code Modulation）

PSTN 公共交换电话网络（Public Switch Telephone Network）

PTT 按键发射、释放接收的通信方式（Push-To-Talk）

UHF 超高频（Ultra High Frequency）

VHF 甚高频（Very High Frequency）

4 测试条件及测试用仪器、器件

4.1 测试条件

4.1.1 测试环境为：

- a) 温度：0 °C~40 °C；
- b) 相对湿度：40%~90%，机内无凝结水；
- c) 气压：86 kPa~106 kPa。

4.1.2 电源电压为交流 220 V±22 V，频率为 50 Hz±3 Hz。

4.2 测试用仪器、器件

所用测试仪器应计量合格并在有效期内，仪器的误差应小于被测参数允许误差的三分之一。所用仪器和器件如下：

- a) 数字毫秒计：
 - 测量范围：0.1 ms~9 999.9 ms；
 - 时标稳定度： $\leq 5 \times 10^{-5}$ ；
 - 测量误差： $\leq 5 \times 10^{-5} \pm 1$ 个尾数字；
 - 适应信号幅度：DC5~250Vpp；
 - 输入阻抗： ≥ 200 k Ω ；
 - 适应信号：正、负电脉冲，正、负电位跃变，空接点；
 - 电源：220 V±22 V，50 Hz；
- b) 信号发生器：
 - 频率范围：10 Hz~1 MHz；
 - 频率精确度：频率范围的 $\pm 3\%$ 加 1Hz；
 - 正弦波特性：
 - ◆ 输出电压： ≥ 5 V_{rms} (600 Ω 负载)；
 - ◆ 频率特性：10 Hz~1 MHz， ± 0.5 dB (参考频率 1 kHz，600 Ω 负载)；
 - ◆ 失真因素：500 Hz~20 kHz： $\leq 0.02\%$ ；
100 Hz~100 kHz： $\leq 0.1\%$ ；
50 Hz~200 kHz： $\leq 0.3\%$ ；
20 Hz~500 kHz： $\leq 0.5\%$ ；
10 Hz~1 MHz： $\leq 1.5\%$ ；
 - 外部同步特性：
 - ◆ 同步范围： $\pm 1\%/V$ ；
 - ◆ 最大允许输入电压：15 V (DC+AC 峰值)；
 - ◆ 输入阻抗：大约 150 k Ω ；
 - 输出阻抗：大约 600 Ω ；
 - 输出衰减：0 dB，-10 dB，-20 dB，-30 dB，-40 dB，-50 dB。在 600 Ω 负载时精确度可达 ± 1 dB；
 - 电源规格：220 V±22 V、50 Hz；
- c) 小型程控交换机；
- d) 单机电话（两线、四线电话，磁石电话）；
- e) 语音记录仪；
- f) VHF/HF 设备；
- g) 频谱分析仪；

- 频率范围：9 kHz~3 GHz；
- 分辨率带宽：5 Hz~3 MHz，以 1 至 10 连续步进；
- h) 失真测试仪：
 - 频率范围：20 Hz~20 kHz；
 - 电压范围：100 mV_{rms}~300 mV_{rms}；
 - 测量范围：0.01%~50%；
 - 剩余失真度：<0.03%；
 - 基波陷波：80 dB；
 - 最大输入电压：DC+AC 峰值小于 400 V；
- i) 静电测试设备：
 - 范围：0~±7 500 V；0~±2 000 V 开关可调；
 - 精度：高于 2%；
 - 偏移值：10 min 数值稳定后，每小时偏移值的 0.4%；
 - 反应速度：10%~90%；
 - 电源：117 V、60 Hz 或 220 V、60 Hz；
- j) 阻抗测试仪：
 - 电源：90 V~132 V 或 198 V~264 V；
 - 阻抗测量范围：200 mΩ~3 kΩ；
 - 基本精度：1%；
 - 高速测量时间：9 ms；
- k) 电平测量仪：
 - 收信电平测量范围：-100 dB~+50 dB；
 - 发信电平测量范围：-77.9 dB~+12 dB，平衡 0 Ω 阻抗时最高输出电平+18 dB；
 - 电平测量误差：0 dB 误差±0.1 dB、频响误差±0.2 dB、电平线性误差±0.25 dB；
 - 回波损耗：≥30 dB；
 - 输入(或输出)阻抗：
 - ◆ 不平衡：75 Ω、∞(输出 0 Ω)；
 - ◆ 平衡：600 Ω、150 Ω、∞(输出 0 Ω)、高电平约为 30 kΩ；
 - 显示分辨率：0.01 dB；
- l) 示波器：
 - 通道个数：2；
 - 带宽：60 MHz；
 - 实时采样速率：500 MS/s；
 - 输入耦合方式：直流、交流、接地；
 - 输入阻抗：1 MΩ±0.02 MΩ；
 - 时间间隔测量精确度：
 - ◆ 单次： $\pm(T+100\times 10^{-6}\times N+0.6)$ ；
 - ◆ 平均值： $\pm(T+100\times 10^{-6}\times N+0.4)$ ；

T ——采样间隔时间，单位为纳秒(ns)；
 N ——读数；
- m) 时间测量仪；
- n) 噪声测试仪：
 - 测量范围：35 dB~130 dB；

- 分辨率: 0.1 dB;
 - 频率范围: 31.5 Hz~8 kHz;
 - 允许误差: ± 2 dB;
- o) 彩色分析仪:
- 亮度测量范围: $0.1 \text{ cd/m}^2 \sim 9\,999 \text{ cd/m}^2$, 精度 2% (定标后);
 - 色品坐标: x、y, u、v, u' 、 v' 显示小数点后 3 位有效数字;
 - 测量精度: ≤ 0.002 (标准光源标定后);
 - 色温: 以 4 位有效数字乘以 10^n 方式显示相关色温 K;
 - 测量速度: 每秒 4 次;
 - 记忆通道: 10 个 (可长期记忆, 还可任意预置);
 - 测量距离: 0~14 cm;
 - 数据输出: RS232 串行输出;
- p) 透光率检测仪:
- 测量范围: 0~100%;
 - 测量孔径: 5 mm;
 - 光源: 可见光 (D65 光源);
 - 重复性: 0.2;
 - 分辨率: 0.1%;
 - 工作电源: 一节 5 号 (AA) 碱性电池或可充电电池;
 - 工作电压: 0.8 V~1.5 V;
- q) 触摸点测试仪;
- r) 阻抗反射电桥;
- s) 万用表:
- 基本电流电压精度: 0.09%;
 - 电容测量范围: 0.1 nF~10 mF;
 - 电阻测量范围: $0.1 \Omega \sim 100 \text{ M}\Omega$;
- t) 磁干扰仪器:
- 干扰频段: 10 kHz~1 GHz;
 - 干扰波幅: $> 30 \text{ dB}\mu\text{V}$;
 - 干扰强度: 大于正常传输信号 3 dB;
 - 工作温度: $10 \text{ }^\circ\text{C} \sim 50 \text{ }^\circ\text{C}$;
 - 工作电压: $220 \text{ V} \pm 22 \text{ V}$ 。

5 功能测试

5.1 基本功能测试

5.1.1 多任务并行

5.1.1.1 测试过程

系统正常工作。

同时启动所有可用的无线通信、有线通讯、监控等任务。

5.1.1.2 合格判定

多个任务应能够同时工作，互不干扰。

5.1.2 完全无阻塞的语音交换

5.1.2.1 测试过程

使系统处于正常工作状态。

将有线电话、无线频率通讯资源配置到席位终端面板。

逐一单项测试席位配置资源。

系统所有席位同时启动配置的有线任务、无线任务及监控任务等，使多项任务并行工作。

查看各项任务的工作状态。

5.1.2.2 合格判定

在单项测试情况下，系统的每项通讯任务均应正常工作。在多项测试情况下，系统的有线任务、无线任务及监控任务等，也均应能同时正常工作。

5.1.3 支持在全功能能力下的主备工作方式

5.1.3.1 测试过程

确定系统在全功能能力下正常运行，主备机同时正常工作。

关闭主机，可实现无缝切换，备机独立运行，席位终端界面无任何闪烁现象。

关闭备机，可实现无缝切换，主机独立运行，席位终端界面无任何闪烁现象。

恢复主备机同时工作状态。

5.1.3.2 合格判定

切换过程中、切换后或恢复同时运行，系统全功能能力运行应无中断，运行正常。

5.1.4 支持各种无线通信、有线通信和数据通信接口

5.1.4.1 测试过程

系统的模拟无线通信接口应至少包括PTT信号输出、发射音频信号输出、接收音频信号输入、SQL静噪信号输入、地信号。

系统的模拟有线通信接口应包括磁石电话、专线电话、卫星电话、PSTN、PABX等接口。

系统传输可采用E1、ISDN、RS232/422、V.35等方式。

5.1.4.2 合格判定

应支持PTT信号输出、发射音频信号输出、接收音频信号输入、SQL静噪信号输入、地信号等无线通信接口；应支持包括磁石电话、专线电话、卫星电话、PSTN、PABX等有线通信接口；支持E1、ISDN、RS232/422、V.35等数据通信接口。

5.1.5 在线自检能力

5.1.5.1 测试过程

确定在线自检功能处于开启状态。

选取并移除需要测试的可替换最小功能模块。

启动自检功能，查看是否检测到所缺的功能模块。

恢复已经移除的模块。

5.1.5.2 合格判定

移除可替换的最小功能模块时，监控维护终端上应有告警指示，应能检测到模块消失；恢复可替换的最小功能模块后，应能再次检测到模块。能循环测试所有功能模块。

5.1.6 支持外部时钟源和内部时钟源

5.1.6.1 测试过程

确保外部时钟源（例如GPS时钟信号）作为系统时钟。

断开外部时钟源。

恢复外部时钟源。

5.1.6.2 合格判定

断开外部时钟源，监控维护终端上应有告警指示，系统应能自动切换到内部时钟源，系统正常运行；恢复外部时钟源，系统应能自动切换到外部时钟源，系统正常运行。

5.2 无线通信功能测试

5.2.1 无线通信基本功能

5.2.1.1 测试过程

选择一个正常工作的席位，席位上配置超过10个以上的无线信道。

对每个信道进行收、发选择及功能测试。

5.2.1.2 合格判定

每个席位应能同时支持10个以上的无线信道操作。席位应能提供多个无线信道的状态和收发选择，并能将用户的选择情况发送到中央处理子系统，同时在席位界面上进行显示。中央处理子系统应能处理该收发选择信息，并建立或拆除相应的语音通路。

5.2.2 无线信道配置

5.2.2.1 测试过程

在监控维护子系统上，选择无线模块进行参数配置。

选择一个具有权限的席位，在席位上对选择的无线模块进行配置。

5.2.2.2 合格判定

席位上的无线信道应能通过监控维护子系统进行配置，也能由用户根据一定的权限在席位上自行配置。

5.2.3 无线信道空闲、监听、指挥工作模式设置

5.2.3.1 测试过程

选择一个可正常工作的席位，将席位上的一个或多个无线信道设置为空闲工作模式。

将席位上的一个或多个无线信道设置为监听工作模式。

将席位上的一个或多个无线信道设置为指挥工作模式。

5.2.3.2 合格判定

被设置为空闲工作模式的无线信道应不能进行收发操作；被设置为监听工作模式的无线信道应能对接收信号进行监听；被设置为指挥工作模式的无线信道应能进行发送控制及接收信号操作。三种模式设置过程中均应不影响席位的状态显示。

5.2.4 PTT 和语音信号的传输

5.2.4.1 测试过程

在席位上选择发射操作的无线信道。

通过外部接入设备激活PTT。

通过外部接入设备进行语音通讯。

5.2.4.2 合格判定

应能通过席位插孔上插入的设备进行PTT和语音信号的传输，且能操作无线信道。无线信道PTT被激活后，操作席位和未操作席位均应有相应的状态显示，且状态显示能对操作席位和其他席位予以区分。

5.2.5 SQL 和语音信号的传输

5.2.5.1 测试过程

无线接口通过中央处理子系统与设置的席位建立连接，无线接口接收的SQL信号和语音信号通过中央处理子系统传送到席位上。

观察SQL信号在席位上的SQL状态显示。

席位上相应的音频信号设备有音频信号输出。

5.2.5.2 合格判定

无线接口SQL信号在席位上应有相应的状态显示，语音信号应能由席位插孔上连接的音频输出设备输出。

5.2.6 比选延时功能

5.2.6.1 无线信道延时功能要求

5.2.6.1.1 测试过程

用比选配置软件或设备选择具有比选功能的无线模块进行参数查询。

修改当前收发延时参数，并对其设置。

利用数字毫秒计进行实际语音延时测试与设置前进行比较。

5.2.6.1.2 合格判定

每个无线信道的发射和接收语音通路应能分别设置其延时大小；每个语音通路延时设置应从0~600 ms，步进值为1 ms。

5.2.6.2 无线信道比选

5.2.6.2.1 测试过程

无线信道能根据频率进行分组比选，每组配置不多于6个无线接口。

通过信噪比、语音信号能量、语音信号频谱特性、噪声电平可对信号进行比选。

测试无线信道比选计算时间。

无线接口的声音同时输出到对应席位上。

比选后的发射选择手动模式，用户可自行选择分组内的某个无线通道进行发射。

比选后的发射选择自动模式，即在一定的时间范围内，自动选择接收信号最好的无线通道进行发射；超出该时间范围后，自动选择分组内某一个或者多个设定的无线信道发射。

发射信道自动选择的时间设置范围为0~60 s，步进值为1 s。

5.2.6.2.2 合格判定

将若干个相同频率的无线接口分为一个组，每个分组应能支持最大6个无线接口。当组内有多个接口同时收到信号时，应根据一定的算法选出信号质量最好的一路传输到对应的席位上。无线信道比选计算所用时间应不大于200 ms。

5.2.7 选呼

5.2.7.1 测试过程

在席位上选择激活选呼功能模块。

通过选呼功能模块设置选呼码并发射。

中央处理子系统依据选呼码通过选呼无线接口发射2个连续的音频脉冲。

5.2.7.2 合格判定

每个脉冲包含同时发射的两种单音。单音共16个，每个单音表示不同的字母和数字。音频脉冲持续时间应为 $1\text{ s} \pm 0.2\text{ s}$ ，脉冲间隔时间应为 $0.2\text{ s} \pm 0.1\text{ s}$ 。发送的音频频率容差应为 $\pm 0.15\%$ ，应能保证机载译码器正常运行。

5.2.8 PTT 故障保护

5.2.8.1 测试过程

在席位上选择无线通道，激活PTT，使无线通道处于发射状态。

保持PTT长发，并进行计时。

在监控维护子系统上进行观察PTT告警信息。

5.2.8.2 合格判定

席位上无线信道PTT占用时间到达预设值时，在监控维护子系统和席位上应有告警信息，该信道的PTT信号切断，信道应能恢复空闲状态。

5.2.9 PTT 自锁

5.2.9.1 测试过程

在同一系统中的任一席位上，选择任一无线通道，同时激活相应通道PTT，使该无线通道处于发射状态。

观察系统中其他席位相同频率的无线通道上是否有占用显示。

在其他同一优先级别的席位上，激活相同频率的无线通道的PTT，观察其能否处于发射状态。

5.2.9.2 合格判定

任一频率在任何时候均应只允许一个席位占用PTT进行发射操作，一旦PTT被某个席位激活，其他配置了该信道的席位应有相应的信息显示，且不能使用该信道进行发射。

5.2.10 无线信道侧音控制

5.2.10.1 测试过程

开启席位的侧音功能。
通过席位音频输出设备，监听无线发射语音。
关闭席位的侧音功能。
通过席位音频输出设备，监听无线发射语音。

5.2.10.2 合格判定

开启席位侧音功能，应能监听无线发射语音。关闭席位侧音功能，应不能监听无线发射语音。

5.2.11 设置无线通信优先或者有线通信优先

5.2.11.1 无线优先级设置

5.2.11.1.1 测试过程

设置系统中席位的优先级别。
通过低优先级的席位进行无线通讯。
在低优先级席位通信中，使用高优先级的席位对无线进行操作。
通过高优先级的席位进行无线通讯。
在高优先级席位通信中，使用低优先级的席位对无线进行操作。

5.2.11.1.2 合格判定

低优先级的席位无线通信应能被高优先级的席位打断。反之，高优先级的席位无线通信应不能被低优先级席位打断。

5.2.11.2 有线优先级设置

5.2.11.2.1 测试过程

可通过监控终端或席位操作提高席位有线通讯优先级。
提高自身优先级后，进行有线通讯。

5.2.11.2.2 合格判定

被高优先级席位呼叫时，席位上应有与普通通讯不同的提示。

5.2.12 频率耦合

5.2.12.1 测试过程

激活席位上多个无线通讯信道的语音通讯功能。
开启无线信道的无线耦合功能。
使用设置耦合功能开启的无线信道进行通讯，并观察。

关闭无线信道的无线耦合功能。

使用设置耦合功能关闭的无线信道进行通讯，并观察。

5.2.12.2 合格判定

开启耦合功能时，处在耦合状态的无线信道之间应能进行语音互通。

5.3 有线通信功能测试

5.3.1 DA 号码预设

5.3.1.1 测试过程

观察席位终端DA通讯区域。

通过监控维护子系统（也可通过具有一定权限的席位）对指定席位的DA信息进行设置，数量应大于100个。

更新席位配置，观察DA信息变化。

通过监控维护子系统（也可通过具有一定权限的席位）的DA设置功能添加DA按键。

通过监控维护子系统（也可通过具有一定权限的席位）的DA设置功能删除DA按键。

5.3.1.2 合格判定

应能支持100个以上DA号码预设；DA号码应能通过监控维护子系统进行配置，也能由用户根据一定的权限在席位上自行设置。

5.3.2 支持 DA 拨号方式

5.3.2.1 测试过程

选择DA键区域中的按钮，进行主叫操作。

用外部有线设备呼叫席位，进行被叫操作。

多路有线同时呼叫席位终端。

5.3.2.2 合格判定

席位终端应能通过DA键进行有线通讯，并能实现零呼损。

5.3.3 支持 IA 拨号方式

5.3.3.1 测试过程

在席位上选择 IA 通讯模块。

在 IA 通讯模块上，通过拨号等方式进行间接呼叫。

5.3.3.2 合格判定

席位终端应能通过IA功能进行有线通讯。

5.3.4 来电显示

5.3.4.1 测试过程

通过席位或外部终端呼叫席位终端。

观察呼入方在席位终端上相应按键的状态。

观察席位终端电话铃音的状态。

5.3.4.2 合格判定

应能支持外部呼入和席位间通话的来电显示，包括声音提示和图形界面提示。

5.3.5 电话簿

5.3.5.1 测试过程

通过配置监控子系统重新预设席位电话簿中的号码信息，并将信息发送给席位。

席位更新配置后，观察电话簿中的预设号码信息变化。

通过席位终端进行有线的日常通讯。

在电话簿的来电信息中观察已拨、已接、未接电话号码信息。

5.3.5.2 合格判定

应能保存预设的号码和已拨、已接、未接号码。

5.3.6 自动重拨

5.3.6.1 测试过程

设置席位自动重拨的间隔时间。

使用席位呼叫一个繁忙的电话。

5.3.6.2 合格判定

到达预先设定的间隔时间后应能重拨。

5.3.7 呼叫排队

5.3.7.1 测试过程

使用5个或更多的有线终端设备呼叫席位终端。

观察席位上对应的按键状态和呼叫排队列表。

5.3.7.2 合格判定

同时呼入席位的有线通讯应能在呼叫列表中按照来电顺序排队显示。

5.3.8 呼叫保持

5.3.8.1 测试过程

通话时按下呼叫保持键，保持当前通话。

拨打或接听另一路通话。

通过呼叫保持按键在当前通话与当前保持通话之间切换。

结束当前通话，再次按下呼叫保持键，原始通话被恢复。

5.3.8.2 合格判定

操作者应能暂时断开当前呼叫，但不结束呼叫，并能在之后重新连通被保持的呼叫。当原通话被保持后，保持方应能发起新的一路呼叫，并能在被保持通话与当前通话之间切换。

5.3.9 呼叫转移

5.3.9.1 测试过程

实现正常的有线通迅过程。

按下呼叫转移按钮。

选择呼叫转移的目标。

5.3.9.2 合格判定

应能将正在进行的通话转接给任何系统有线目标。

5.3.10 电话会议

5.3.10.1 测试过程

通过会议按钮开始电话会议操作界面。

选择会议中的预设组或成员。

按下“开始”按钮开始电话会议。

5.3.10.2 合格判定

电话会议功能中应能存储多个电话会议组，组内应能容纳多名成员进行会议。

5.3.11 呼叫强插

5.3.11.1 测试过程

通过席位建立一个普通有线语音通讯。

通过另一席位的强插功能呼叫该席位。

5.3.11.2 合格判定

被呼叫席位忙时，若有较高优先级的呼叫到达，则被呼叫席位应能将原有的呼叫保持，同时进行与高级优先级呼叫的通话。

5.3.12 呼叫代答

5.3.12.1 测试过程

采用有线通讯终端呼叫系统中的一个席位。

在另一席位上激活代答功能，并选择需要代答的席位终端。

5.3.12.2 合格判定

席位应能通过该功能接起其他席位正在振铃且没有接听的电话。

5.3.13 有线通信

5.3.13.1 测试过程

按GB/T 15279、GB 3380进行测试。

5.3.13.2 合格判定

应符合GB/T 15279、GB 3380要求。

5.4 中央处理子系统功能测试

5.4.1 中央处理子系统支持主、备双机热备份

5.4.1.1 测试过程

主、备双机同时处于上电工作状态。

关掉主机，无需人为干预可自动切换备机工作。

打开主机，关闭备机，无需人为干预可自动切换主机工作。

5.4.1.2 合格判定

在主、备机热备份的工作状态下，主机或备机有故障时应能实现自动无缝切换。

5.4.2 中央处理子系统主、备切换

5.4.2.1 测试过程

主、备机同时上电，并能正常工作。

业务操作时，关掉主机或备机，主、备机自动切换。

恢复到主、备机同时上电状态。

5.4.2.2 合格判定

在主、备机切换时，不应对通讯和语音信号造成中断或数据丢失，切换后应无需重新配置。

5.4.3 中央处理子系统中模块热插拔

5.4.3.1 测试过程

中央处理子系统处于工作状态，在系统内选择任意一个功能模块将其拔出。

将拔出的功能模块重新插回到系统内。

对插拔的功能模块进行业务操作。

5.4.3.2 合格判定

功能模块在系统正常工作时，将其拔出、插入不应对板卡造成损害和性能性损伤，且不影响系统正常工作。

5.4.4 中央处理子系统故障隔离

5.4.4.1 测试过程

中央处理子系统处于工作状态，选择多个功能模块使其进行业务操作。

拔出任意一个业务操作的功能模块。

5.4.4.2 合格判定

拔出任意一个业务操作的功能模块，不应影响其他功能模块正常工作。

5.4.5 音频信号系统内交换

5.4.5.1 测试过程

根据系统所提供的内部通讯原理进行判断。

5.4.5.2 合格判定

所有的音频信号在系统内部应能以数字方式进行交换。

5.4.6 中央处理子系统应能支持与其他空管语音交换系统联网

5.4.6.1 测试过程

中央处理子系统应提供与其他空管语音通信交换系统联网的接口。

采用连接设备将该中央处理子系统与其他空管语音通信交换系统进行连接。

配置接口的连接参数。

测试与其他系统的通讯状况。

5.4.6.2 合格判定

中央处理子系统应能与其他空管语音通信交换系统进行各项业务通讯。

5.4.7 中央处理子系统宜提供录音接口

5.4.7.1 测试过程

在具备录音接口的中央处理子系统中，将提供的录音接口与录音设备连接。

对连接录音设备的相应功能模块进行业务操作。

5.4.7.2 合格判定

中央处理子系统所提供的录音接口应能将业务操作的音频信号传输到录音设备。

5.5 席位功能测试

5.5.1 转移

5.5.1.1 测试过程

按下席位上的呼叫转移按键，选择一个DA按键进行转移。

应用其他有线终端对转移的席位进行呼叫。

呼叫直接被转移到指定的有线位置，此时无线通讯正常。

按下呼叫转移按键，恢复到正常态。

席位可进行正常通讯。

5.5.1.2 合格判定

操作者应能将自身的有线通信转移到其他的目标席位上，且不影响无线部分的通讯。

5.5.2 接入设备优先级

5.5.2.1 测试过程

通过配置监控子系统，设置席位插孔的优先级别。
分别将手持式话筒、话机、头戴式耳麦、脚踏 PTT 接入到席位插孔中。
采用低优先级别的输入设备进行通讯。
在低优先级设备通讯的同时，采用高优先级输入设备进行通讯。

5.5.2.2 合格判定

应能适用手持式话筒、话机、头戴式耳麦、脚踏PTT输入等，应能设置席位插孔间的优先级。低优先级设备通讯应能被高优先级输入设备通讯打断。

5.5.3 席位录音接口

5.5.3.1 测试过程

将席位上2个或2个以上录音接口与录音设备连接。
将连接的录音接口进行有线和无线设置。
席位进行有线业务和无线业务操作。
对录音接口进行录音输出电平值调整。

5.5.3.2 合格判定

每个席位应能提供2个以上的录音接口，录音接口应能分为无线通信录音输出、有线通信录音输出；接口应为600 Ω 平衡音频输出；电平值应为-30 dBm~0 dBm可调。

5.5.4 扬声器接口测试

5.5.4.1 测试过程

系统正常工作。
利用信号发生器产生一个音频信号，其频率范围在300 Hz~3 400 Hz，将其加载到系统无线或有线音频输入接口上。
配置该系统，使此信号能在待测的扬声器输出接口上输出。
利用示波器在扬声器输出接口观察输出信号频率波形。
利用频谱分析仪测量输出信号的频率响应。
利用失真测试仪测量输出信号的失真率。

5.5.4.2 合格判定

无线及有线语音均应能正常输出到扬声器上，音频范围应在300 Hz~3 400 Hz；频率响应为3 dB；失真率应小于5%。

5.5.5 短期录音与回放

5.5.5.1 测试过程

开启席位的录音回放功能。
通过席位终端进行一段时间的有线、无线通讯。
激活回放功能。
选择录音信息并进行信息回放。

5.5.5.2 合格判定

席位终端应具有短期录音功能，能分别对无线频率、有线电话进行录音。

5.5.6 席位模块自检

5.5.6.1 测试过程

席位上电工作后，观察席位工作自检状态。

在席位上插入头戴式耳麦和手持式话筒。

在席位上接通扬声器模块。

设置无线信道回路。

5.5.6.2 合格判定

在席位上应能看到各个模块的连接自检状态显示。

5.5.7 监听

5.5.7.1 测试过程

通过配置监控子系统，设置席位的监听功能开启。

在席位上激活监听功能。

在 DA 按键区域，选择需要进行监听的席位。

观测话音输出设备的输出音频。

5.5.7.2 合格判定

在一定权限范围内，应能监听其他席位无线和有线的通信话音。

5.5.8 话音分离

5.5.8.1 测试过程

设置席位无线通信的话音输出设备。

设置席位有线通讯话音到与无线输出不同的输出设备。

5.5.8.2 合格判定

应根据设置或者用户操作，将席位的无线通信和有线通信分别设置到不同的席位插孔上。

5.5.9 席位设置

5.5.9.1 音量调节

5.5.9.1.1 测试过程

调节席位音量调节模块的扬声器音量参数，并进行观察。

调节席位音量调节模块的头戴式耳麦音量参数，并进行观察。

调节席位音量调节模块的手持式话筒参数，并进行观察。

5.5.9.1.2 合格判定

席位上应能调节扬声器、头戴式耳麦、手持式话筒的音量。

5.5.9.2 话音输出设置

5.5.9.2.1 测试过程

设置席位无线通信的话音输出设备。

设置席位有线通讯话音到与无线输出不同的输出设备。

5.5.9.2.2 合格判定

每个无线信道、有线信道均应能设置其语音输出的目标。

5.5.9.3 触摸屏参数调节

5.5.9.3.1 测试过程

在触摸屏上操作相应的设置按键，依照显示的参数进行调整。

5.5.9.3.2 合格判定

应对触摸屏亮度、对比度、分辨率等参数进行调节。

5.5.10 席位界面

5.5.10.1 个性化显示

5.5.10.1.1 测试过程

席位界面能够以图形化界面处理数据信息。

席位界面能够显示出数据信息和其他形式的信息。

席位界面的布局符合空管管制员的使用习惯。

席位界面的布局可根据管制需求进行更改定制。

5.5.10.1.2 合格判定

席位界面应能显示和处理各种图形、数据和信息，其布局具有空中交通管制特性，适合于管制流程。

5.5.10.2 席位界面布局

5.5.10.2.1 测试过程

观察席位界面。

5.5.10.2.2 合格判定

席位界面应包括无线通信区、有线通信区、控制区、信息显示区、状态区等部分。

5.5.10.3 无线通信信息显示

5.5.10.3.1 测试过程

使席位终端显示出无线区域。

席位终端至少包含一个无线信道的频率配置（有电台）。

查看无线信道频率和名称。

查看无线信道的发射与接收显示。
查看无线信道的PTT/SQL信号显示。

5.5.10.3.2 合格判定

无线通信区中每个无线信道应至少包括无线信道的频率和名称显示、发射或接收选择显示以及PTT/SQL显示。

5.5.10.4 有线通信信息显示

5.5.10.4.1 测试过程

席位至少配置一个可用的有线信道。
查看有线信道的属性。
使用有线信道进行通话。

5.5.10.4.2 合格判定

有线通信区中每个有线信道应能显示该信道的属性（号码、名称等）和状态（拨出、拨入、连通等）。

5.5.10.5 控制区功能按键显示

5.5.10.5.1 测试过程

测试呼叫转移功能。
测试通话保持功能。
测试其他功能。

5.5.10.5.2 合格判定

控制区提供的功能均应可用。

5.5.10.6 系统信息显示

5.5.10.6.1 测试过程

使用有线信道呼叫席位。
在席位的信息显示区查看来电号码。
使用席位有线信道进行IA呼叫。
查看席位信息显示区中显示的号码。

5.5.10.6.2 合格判定

信息显示区应能显示来电号码、拨出的IA号码等。

5.5.10.7 状态区显示

5.5.10.7.1 时钟显示

5.5.10.7.1.1 测试过程

停止系统外部时钟。
观察席位终端的时钟显示。

恢复系统外部时钟。

观察席位终端的时钟显示。

修改系统外部时钟，修改内容包括：跳变0.5 h以上与跳变0.5 h之内。

观察席位终端的时钟显示。

5.5.10.7.1.2 合格判定

状态区应能正常显示系统外部、内部时间。

5.5.10.7.2 席位名称或编号显示

5.5.10.7.2.1 测试过程

通过监控维护子系统修改席位的名称或编号，同时将更新发送给席位终端。

更新席位配置，观察席位的名称或编号显示。

5.5.10.7.2.2 合格判定

状态区应能显示席位名称或编号等重要信息。

5.5.10.7.3 连接状态显示

5.5.10.7.3.1 测试过程

断开席位与中央系统的连接（如席位终端具备专用的测试按键，可通过此功能键进行测试）。

观察席位终端的连接状态。

恢复席位与中央系统的连接。

观察席位终端的连接状态。

5.5.10.7.3.2 合格判定

状态区应能显示与中央处理子系统的连接等重要信息。

5.5.10.8 布局定制连接状态显示

5.5.10.8.1 测试过程

通过监控维护子系统进行指定席位布局模式设置，并将信息发送给席位终端。

席位终端更新配置后观察界面布局的变化。

5.5.10.8.2 合格判定

席位界面应能提供多种布局模式，并能根据用户需要定制，通过监控维护子系统进行选择。

5.5.10.9 席位触摸屏基本要求

5.5.10.9.1 测试过程

在触摸屏上操作相应的设置按键，依照显示的参数进行调整。

以触摸屏中轴线为基准，从上、下、左、右呈一定角度对屏幕进行观测。

用静电测试设备，对触摸屏静电干扰。

设备连续48 h以上无断电工作。

5.5.10.9.2 合格判定

界面应清晰，亮度，对比度能自行调节；触摸屏的显示内容应能从各个角度清晰观察（具体参数见6.6.5~6.6.8）；在静电干扰的情况下，应无死机、花屏等现象；设备连续工作48 h后，触摸屏操作响应应无变化。

5.6 系统接口测试

5.6.1 各接口基本要求

5.6.1.1 测试过程

在系统模拟无线通信接口上，分别接入VHF、UHF、HF设备模拟信号，并进行通信测试。

在系统模拟有线通信接口上，分别接入程控交换机等电话交换设备，并进行通信测试。

在系统数字通信接口上，分别接入VHF、UHF、HF设备数字信号和程控交换机等电话交换设备数字信号，并进行通信测试。

5.6.1.2 合格判定

所接模拟无线通信设备、模拟有线通信设备、数字通讯设备应能与系统进行正常的业务通讯。

5.6.2 模拟无线通信接口

5.6.2.1 模拟无线信道接口输入输出

5.6.2.1.1 测试过程

用模拟无线通信设备与系统VHF、UHF、HF设备进行连接。

所接模拟无线通信设备以模拟信号方式与系统进行模拟无线通信操作。

5.6.2.1.2 合格判定

系统应对模拟无线通信设备输出PTT信号和语音信号，系统应能接收模拟无线通信设备的SQL信号和音频信号。

5.6.2.2 PTT 输出模式

5.6.2.2.1 测试过程

系统无线接口PTT信号与+12 V接地有效或+24 V接地有效的模拟无线通信设备连接。

激活系统连接设备接口的PTT信号。

释放系统连接设备接口的PTT信号。

5.6.2.2.2 合格判定

在PTT信号激活时，所接的设备应处于有效状态。PTT释放时，所接设备应能恢复到空闲状态。

5.6.2.3 信号输入识别

5.6.2.3.1 测试过程

系统无线接口SQL信号与+12 V接地或+24 V接地的模拟无线通信设备连接。

系统无线接口音频输入信号，与模拟无线通信设备的音频输出信号连接。

激活模拟无线通信设备的SQL信号。

释放模拟无线通信设备的SQL信号。

5.6.2.3.2 合格判定

模拟无线通信设备SQL信号激活和释放时，系统内相应的无线通道应有SQL状态显示。在无SQL信号情况下，有音频输入或音频停止时，系统内相应的无线通道应有SQL状态显示。

5.6.2.4 接口提供录音信号输出

5.6.2.4.1 测试过程

将系统内具备音频信号通信模块相应的录音接口与录音设备连接。

对连接录音的功能模块进行业务操作。

5.6.2.4.2 合格判定

录音设备应能对该音频信号进行录音。

5.6.3 模拟有线通信接口

5.6.3.1 测试过程

系统与CO接口、PABX/PSTN接口、磁石电话接口、4/6线模拟电话接口进行连接。

系统与所接设备进行正常的业务操作。

5.6.3.2 合格判定

模拟有线通信接口的特性（频率响应、空闲信道噪音、语音信号失真等）应符合ITU-T G.712。

5.6.4 数字接口

5.6.4.1 测试过程

系统与ISDN、2M PCM数字专线、数据通信设备进行连接。

系统与所接设备进行正常的业务操作。

5.6.4.2 合格判定

系统与所接的ISDN、2M PCM数字专线、数据通信设备应能进行正常的业务操作。ISDN接口应符合YDN 034、GB/T 16654、YD/T 976的要求，2M PCM数字专线接口应符合ITU-T G.711、ITU-T G.712的要求，数据通信接口应符合ITU-T G.703、ITU-T G.728的要求。

5.7 监控功能测试

5.7.1 监控维护子系统

5.7.1.1 板卡监控

5.7.1.1.1 测试过程

打开板卡监控功能。

查看监控界面信息（工作状态、告警状态、连接状态等）。

移除一块板卡。

查看监控信息。

恢复板卡。

查看监控信息。

查看相应的监控记录信息。

5.7.1.1.2 合格判定

当最初打开监控功能时，应无报警信息、报警铃声；当移除一块板卡时，监控界面应显示出测试板卡的设备状态变化和必要的各类告警（如声音、颜色等）；当板卡恢复时，监控界面应显示出测试板卡的设备状态变化和取消各类告警（如声音、颜色等）。当查看监控记录时，记录中应包括测试设备的状态变化及告警记录信息。

5.7.1.2 席位监控

5.7.1.2.1 测试过程

打开席位终端监控功能。

查看监控界面信息（工作状态、告警状态、连接状态、软件的状态及错误信息等）。

移除一个席位终端。

查看监控信息。

恢复移除的席位终端。

查看监控信息。

查看相应的监控记录信息。

5.7.1.2.2 合格判定

当最初打开监控功能时，应无报警信息、报警铃声；当移除一个席位终端时，监控界面应显示出测试席位终端的设备状态变化和必要的各类告警（如声音、颜色等）；当席位终端恢复时，监控界面应显示出测试席位的设备状态变化和取消各类告警（如声音、颜色等）。当查看监控记录时，记录中应包括测试设备的状态变化及告警记录信息。

5.7.2 监控维护子系统的配置

5.7.2.1 配置

5.7.2.1.1 中央处理子系统配置

5.7.2.1.1.1 测试过程

在监控维护子系统中，对中央处理子系统的无线信道接口进行配置。

在监控维护子系统中，对中央处理子系统的有线信道接口进行配置。

在席位终端观察并测试配置结果。

5.7.2.1.1.2 合格判定

中央处理子系统应能通过监控维护子系统实时、在线地对各无线信道、有线信道接口的参数进行配置。

5.7.2.1.2 席位配置

5.7.2.1.2.1 测试过程

在监控维护子系统中，对席位的无线部分进行配置。

在监控维护子系统中，对席位的DA键进行配置。

在监控维护子系统中，对席位的电话本进行配置。

在监控维护子系统中，对席位的功能键进行配置。

在监控维护子系统中，对席位的电话会议进行配置。

在监控维护子系统中，对席位的基本信息进行配置。

按照配置需求，生成席位的配置文件。

将配置文件发送至测试席位。

5.7.2.1.2.2 合格判定

测试席位应能接收到发送的配置文件，席位应能正确的应用配置文件。席位的无线、DA、电话本、功能键、电话会议、基本信息等与配置信息应完全相同。应能通过监控维护子系统实时、在线地对各席位的参数进行配置。

5.7.2.1.3 监控维护子系统自身配置

5.7.2.1.3.1 测试过程

以管理员身份登录监控维护子系统。

更改监控维护子系统与中央处理子系统之间的通讯方式，以及相应的通讯参数。

添加测试用户。

更改测试用户的使用权限。

删除测试用户。

5.7.2.1.3.2 合格判定

以管理员身份登录，应具有系统完全权限。当更改通讯方式或通讯参数时，系统应能正常运行。添加测试用户后，该测试用户应能正常登录，并行使其具有的权限。更改测试用户的权限后，该用户的权限应发生相应的改变。删除该测试用户后，该用户应无法登录系统。监控维护子系统应能对自身参数实时、在线地进行配置。

5.7.2.2 在线配置过程的影响

5.7.2.2.1 测试过程

进行中央处理子系统在线配置。

进行监控维护子系统在线配置。

进行席位在线配置。

5.7.2.2.2 合格判定

当对中央处理子系统进行在线配置生效时，应不影响正在进行中的其他功能正常通信。当对监控维护子系统进行在线配置生效时，应不影响正在进行中的其他系统正常通信。当对席位进行在线配置生效时，应不影响正在使用的所有席位正常通信。

5.7.3 监控维护子系统故障监测与显示

5.7.3.1 测试过程

打开系统监控功能。

查看系统工作状态。

对系统主机人为制造一些故障点（如将主机功能板卡拔出）。

查看监控信息。

对席位终端人为制造一些故障点（如将席位软件退出或断开席位与主机之间连接）。

查看监控信息。

5.7.3.2 合格判定

当最初打开监控功能时，系统应无故障报警。在对系统主机人为制造故障点后，系统应能同时以声音及图像的形式发出告警。在对席位终端人为制造故障点后，系统应能同时以声音及图像的形式发出告警。

5.7.4 日志处理

5.7.4.1 测试过程

打开日志处理模块。

对日志按条件查询。

对查询结果生成报表并打印。

导出查询结果。

5.7.4.2 合格判定

对日志信息按条件查询后，筛选出来的日志信息应符合查询条件。查询出来的日志信息应能形成报表并打印。对日志查询结果应能以文件的形式进行导出。

5.7.5 运行状态的输出接口

5.7.5.1 运行状态输出

5.7.5.1.1 测试过程

获取系统运行状态信息。

打印系统运行状态信息。

导出系统运行状态信息。

5.7.5.1.2 合格判定

应能获取到系统的运行状态信息，对获取的系统运行状态信息应能进行打印操作，应能将系统运行状态信息导出。

5.7.5.2 可被其他监控系统接入

5.7.5.2.1 测试过程

提供被其他监控系统接入的接口。

将系统接入到其他监控系统。

查看其他监控系统的监控信息。

5.7.5.2.2 合格判定

其他监控系统应能接入语音交换通信系统，并能采集到语音交换通信系统中相应的监控数据。其他监控系统应能正常的显示出监控信息，且其他监控系统的接入应不影响语音交换通信系统的正常工作。

5.7.6 监控维护子系统的故障影响

5.7.6.1 测试过程

使监控维护子系统正常运行。
关闭或移除监控维护子系统。
查看其他子系统的工作状态。

5.7.6.2 合格判定

当监控维护子系统在正常工作状态下，其他子系统应能正常工作。在关闭或移除监控维护子系统时，系统中的其他子系统应不受影响，仍能正常工作。

5.8 整机测试

5.8.1 测试过程

启动系统，使整个系统处于正常运行状态。
保持此运行状态48 h以上。
在运行过程中观察系统运行状态。

5.8.2 合格判定

在测试过程中，系统应能保持正常运行状态48 h以上。

6 性能及技术指标测试

6.1 可用性

6.1.1 测试过程

根据系统中所应用到的各类成品元器件的出厂使用年限，估算出系统的整体使用寿命。

6.1.2 合格判定

应由被测试方提供相关认证机构的相关证明，证实空管语音通信交换系统的可用性满足以下要求：
——系统及使用的器件至少有15年以上的使用寿命；
——寿命期内系统具有全年每天24 h的不间断运行能力；
——寿命期内系统可用性达到99.999%。

6.2 可扩展性

6.2.1 测试过程

系统正常工作。
通过接口扩展转接设备和席位扩展转接设备进行接口和席位的扩展。
在进行扩展时，通过实际应用检查系统整体功能和性能。

6.2.2 合格判定

通过测试，系统应具备一定的扩展能力，应包括各类接口数量的扩展，席位数量的扩展。在系统设计容量范围内进行升级和扩展时，系统整体的功能和性能应无任何下降。

6.3 系统大容量测试

6.3.1 测试过程

根据实际情况选择测试席位、无线、有线资源的个数，使数量在允许范围内尽可能多。使得选中的测试席位、无线及有线资源满负荷同时运行。测试其性能及功能。

6.3.2 合格判定

系统中连接的所有席位、无线及有线均应能同时正常工作，且互不影响。

6.4 时间性能

6.4.1 中央处理子系统故障间隔平均时间测试

6.4.1.1 测试过程

此过程描述的是测试结果的统计方法，具体过程需要在相关认证机构进行测试。在系统正常工作情况下，多次记录中央处理子系统故障发生的时间 T_1 、 T_2 、 T_3 …… T_n ，按以下公式计算出两次故障间隔时间：

$$\Delta T_n = T_n - T_{n-1}$$

式中：

- ΔT_n ——相邻两次故障间隔时间，单位为分（min）；
- T_n ——中央处理子系统故障发生时间，单位为分（min）；
- n ——故障次数。

通过计算得出的故障间隔时间，按以下公式计算中央处理子系统故障间隔平均时间：

$$\Delta T = (\Delta T_1 + \Delta T_2 + \Delta T_3 + \dots + \Delta T_n) / n$$

式中：

- ΔT ——中央处理子系统故障间隔平均时间，单位为分（min）；
- ΔT_n ——相邻两次故障间隔时间，单位为分（min）；
- n ——故障次数。

6.4.1.2 合格判定

中央处理子系统故障间隔平均时间应在相关认证机构进行检测，应由被测试方提供相关认证机构的相关证明，但其结果应符合本方法合格判定，即中央处理子系统故障间隔平均时间应不小于100 000 h。

6.4.2 席位平均故障间隔平均时间测试

6.4.2.1 测试过程

此过程描述的是测试结果的统计方法，具体过程需要在相关认证机构进行测试。在席位正常工作情况下，多次记录席位故障发生的时间 T_1 、 T_2 、 T_3 …… T_n ，按以下公式计算出两次故障间隔时间：

$$\Delta T_n = T_n - T_{n-1}$$

式中：

ΔT_n ——相邻两次故障间隔时间，单位为分（min）；

T_n ——席位故障发生时间，单位为分（min）；

n ——故障次数。

通过计算得出的故障间隔时间，按以下公式计算席位平均故障间隔平均时间：

$$\Delta T = (\Delta T_1 + \Delta T_2 + \Delta T_3 + \dots + \Delta T_n) / n$$

式中：

ΔT ——席位平均故障间隔平均时间，单位为分（min）；

ΔT_n ——相邻两次故障间隔时间，单位为分（min）；

n ——故障次数。

6.4.2.2 合格判定

席位平均故障间隔平均时间应在相关认证机构进行检测，应由被测试方提供相关认证机构的相关证明，但其结果应符合本方法合格判定，即席位平均故障间隔平均时间应不小于10 000 h。

6.4.3 A/G PTT 响应时间测试

6.4.3.1 测试过程

系统正常工作。

利用手持式话筒、话机、头戴式耳麦、脚踏PTT、时间测量仪或具有双通道平行测量时间差的示波器，测量从席位上按下PTT到激活相应无线接口的时间。

6.4.3.2 合格判定

应小于50 ms。

6.4.4 G/G 通信建立时间测试

6.4.4.1 测试过程

系统正常工作。

利用时间测量仪或具有双通道平行测量时间差的示波器，测量从席位上拨出号码到激活相应有线接口所用时间。

6.4.4.2 合格判定

应小于300 ms。

6.4.5 语音交换通信系统冷启动时间测试

6.4.5.1 测试过程

系统上电正常工作。

关闭系统电源，用秒表测量重新开机到系统正常工作之间的时间。

6.4.5.2 合格判定

应小于3 min。

6.4.6 中央处理子系统主备切换时间测试

6.4.6.1 测试过程

系统正常工作。

用时间测量仪或具有双通道平行测量时间差的示波器，分别连接主机和备机相同信号的输出接口。在系统处于主机工作的模式下，关闭主机，测试系统主机信号消失到备机信号有效地时间。

6.4.6.2 合格判定

应小于300 ms。

6.4.7 语音交换通信系统可靠性测试

6.4.7.1 测试过程

在实验室环境下，对待测试系统进行电磁兼容试验、安规试验、气候类环境试验（其中包括高温工作试验、低温工作试验、湿热试验、温度循环试验等）和机械环境试验。

6.4.7.2 测试结果

应由被测试方提供相关认证机构的相关证明，证实可靠性大于99.999%。

6.4.8 语音交换通信系统平均修复时间测试（即系统可维性）

6.4.8.1 测试过程

在系统出现故障的情况下，记录由具备相应维修水平的技术人员在使用固定工具的前提下排除故障的时间，在多次故障排除后，通过以下公式计算得出系统平均修复时间：

$$\Delta T = (T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n) / N$$

式中：

ΔT ——系统平均修复时间，单位为分（min）；

T_n ——排除第n次故障所用时间，单位为分（min）；

N ——故障次数。

6.4.8.2 合格判定

应小于30 min。

6.5 语音性能

6.5.1 频率范围测试

6.5.1.1 测试过程

系统正常工作情况下，将音频信号发生设备产生的单音频信号加载到席位上席位插孔。

调节音频信号发生设备的频率范围，在对应的音频输出端口，用示波器对接收到的音频信号进行频率范围测量。

6.5.1.2 合格判定

应为300 Hz~3 400 Hz。

6.5.2 音频失真测试

6.5.2.1 测试过程

利用音频失真测试仪分别在系统外部输入接口和席位音频输入端口加载音频信号。
在对应的系统外部输出接口和席位音频输出端口，利用音频失真测试仪检测音频失真度。
调整加载音频信号的频率范围（300 Hz~3 400 Hz），观察示音频失真测试仪的测试结果。

6.5.2.2 合格判定

应小于5%。

6.5.3 语音耦合测试

6.5.3.1 测试过程

系统正常工作情况下，在任一席位上输入一路语音信号。
分别在席位插孔和空管语音通信交换系统外部接口处，用万用表测量输入、输出的电压和电流。
按以下公式计算输入、输出信号功率：

$$P=UI$$

式中：

P ——音频信号的功率值，单位为瓦（W）；

U ——音频信号电压值，单位为伏（V）；

I ——音频信号电流值，单位为安（A）。

按以下公式计算出语音耦合分贝值：

$$SPL=10\lg(P_1/P_2)$$

式中：

SPL ——耦合分贝值，单位为分贝（dB）；

P_1 ——音频输出信号的功率值，单位为瓦（W）；

P_2 ——音频输入信号的功率值，单位为瓦（W）。

6.5.3.2 合格判定

应大于75 dB。

6.5.4 回波抑制测试

6.5.4.1 测试过程

连接信号发生器、测量装置与阻抗反射电桥。

在系统正常工作情况下，将音频输入端连接在阻抗反射电桥上，从信号发生器送入-10 dBm的正弦信号，频率在300 Hz~3 400 Hz范围内变化。

用电平测量仪等测量装置测试各频率对应的电压。

将音频输入端与阻抗反射电桥断开，重复以上动作。

用测量装置测试各频率对应的电压。

按以下公式计算回波损耗：

$$b_r=P_2-P_1$$

式中：

b_p ——回波抑制，单位为分贝（dB）；

P_2 ——音频输入端与阻抗反射电桥断开时，各频率对应电压值，单位为分贝（dB）；

P_1 ——音频输入端与阻抗反射电桥连接时，各频率对应电压值，单位为分贝（dB）。

6.5.4.2 合格判定

应大于26 dB。

6.5.5 背景噪声测试

6.5.5.1 测试过程

系统正常工作情况下，使系统音频输入端处于无输入悬空状态。

利用噪声测试仪测量系统音频输出端口输出噪声的分贝值。

6.5.5.2 合格判定

应小于-45 dBm。

6.6 触摸屏显示性能

6.6.1 触摸屏校准测试

6.6.1.1 测试过程

启动触摸屏。

进入校准程序。

观察校准结果。

6.6.1.2 合格判定

使触摸屏物理坐标与软件的相对坐标一一对应，点击屏幕所有测试点，均应能产生有效操作。

6.6.2 亮度测试

6.6.2.1 测试过程

触摸屏正常工作。

显示屏全黑情况下，用彩色分析仪测量显示屏的背景亮度。

显示屏在最高亮度级、最高灰度级情况下，用彩色分析仪测量显示屏的最大亮度，按以下公式计算实际最大亮度：

$$B=B_{\max}-BD$$

式中：

B ——实际最大亮度，单位为坎每平方米（ cd/m^2 ）；

B_{\max} ——显示屏最大亮度，单位为坎每平方米（ cd/m^2 ）；

BD ——显示屏的背景亮度，单位为坎每平方米（ cd/m^2 ）。

用上述方法在白平衡情况下，分别按需测量红、绿、蓝、黄、白等的最大亮度。

6.6.2.2 合格判定

应大于 300 cd/m^2 。

6.6.3 对比度测试

6.6.3.1 测试过程

触摸屏正常工作。

先让显示设备全屏显示白色，用彩色分析仪测量亮度值。

再全屏显示黑色，用彩色分析仪测量亮度值。

通过以下公式计算出对比度：

$$C = (B_{\max} - B_{\min}) / Lux$$

式中：

C ——对比度；

B_{\max} ——白色信号在100%的饱和度；

B_{\min} ——白色信号在0%的饱和度；

Lux ——光照度，单位为勒（lx）。

6.6.3.2 合格判定

应为300：1。

6.6.4 分辨率测试

6.6.4.1 测试过程

触摸屏正常工作。

将彩色分析仪与触摸屏的VGA接口相接。

调节彩色分析仪的分辨率，观察图像清晰程度及完整性。

6.6.4.2 合格判定

应不小于 800×600 像素。

6.6.5 水平向左视角测试

6.6.5.1 测试过程

显示屏全屏显示最高亮度级、最高灰度级的某一基色。

用彩色分析仪测量方块内法线方向的亮度 A 。

以显示屏中心亮块为圆心，在转动半径不变的情况下，沿着水平方向向左两侧分别转动彩色分析仪，当亮度值下降到 $A/2$ 时量出两条观测线之间的夹角。

按同样方法量出每一种基色的水平向左视角，取最小值即为该显示屏的水平向左视角。

6.6.5.2 合格判定

应大于或等于 60° 。

6.6.6 水平向右视角测试

6.6.6.1 测试过程

显示屏全屏显示最高亮度级、最高灰度级的某一基色。

用彩色分析仪测量方块内法线方向的亮度值 A 。

以显示屏中心亮块为圆心,在转动半径不变的情况下,沿着水平方向向右两侧分别转动彩色分析仪,当亮度值下降到 $A/2$ 时量出两条观测线之间的夹角。

按同样方法量出每一种基色的水平向右视角,取最小值即为该显示屏的水平向右视角。

6.6.6.2 合格判定

应大于或等于 60° 。

6.6.7 垂直向上视角测试

6.6.7.1 测试过程

显示屏全屏以最高亮度级和最高灰度级显示某一基色。

其余步骤和水平视角的测量方法基本相同,只是彩色分析仪的转动方向不同,若条件许可,也可采用转动显示屏的方式进行测量。

按同样方法测量出每一种基色的垂直向上视角,取最小值即为该显示屏的垂直向上视角。

6.6.7.2 合格判定

应大于或等于 50° 。

6.6.8 垂直向下视角测试

6.6.8.1 测试过程

显示屏全屏以最高亮度级和最高灰度级显示某一基色。

其余步骤和水平视角的测量方法基本相同,只是彩色分析仪的转动方向不同,若条件许可,也可采用转动显示屏的方式进行测量。

按同样方法测量出每一种基色的垂直向下视角,取最小值即为该显示屏的垂直向下视角。

6.6.8.2 合格判定

应大于或等于 40° 。

6.6.9 透光率测试

6.6.9.1 测试过程

用透光率检测仪测试。

6.6.9.2 合格判定

应大于92%。

6.6.10 触摸响应时间测试

6.6.10.1 测试过程

屏幕正常工作下,对屏幕操作,用数字毫秒计测量从对屏幕进行到产生响应的的时间。

6.6.10.2 合格判定

应小于10 ms。

6.6.11 触摸分辨率测试

6.6.11.1 测试过程

利用触摸点测试仪，在触摸屏上进行每平方英尺的有效触摸点测试。

6.6.11.2 合格判定

应不少于每平方英尺150触摸点。

6.7 模拟无线通信接口指标

6.7.1 PTT 模式测试

6.7.1.1 测试过程

系统无线接口PTT信号与+12 V接地有效或+24 V接地有效的模拟无线通信设备连接。

激活系统连接设备接口的PTT信号。

释放系统连接设备接口的PTT信号。

6.7.1.2 合格判定

放空或接地，+12 V接地，+24 V接地。

6.7.2 SQL 信号模式测试

6.7.2.1 测试过程

系统无线接口SQL信号与+12 V接地或+24 V接地的模拟无线通信设备连接。

系统无线接口音频输入信号，与模拟无线通信设备的音频输出信号连接。

激活模拟无线通信设备的SQL信号。

释放模拟无线通信设备的SQL信号。

6.7.2.2 合格判定

放空或接地，+12 V接地，+24 V接地。

6.7.3 发送音频电平测试

6.7.3.1 测试过程

系统正常工作。

在音频发送端接入信号发生器。

利用示波器对发送端及信号发生器输出端进行测量，改变信号发生器的分贝值。

观察两个信号的相位、幅值差别以及发送端输出信号失真与缺峰情况。

6.7.3.2 合格判定

应为-37 dBm~0 dBm，可调。

6.7.4 接收音频电平测试

6.7.4.1 测试过程

系统正常工作。

在音频发送端接入信号发生器。

利用示波器对相应的接收端及信号发生器输出端进行测量，改变信号发生器的分贝值。

观察两个信号的相位、幅值差别以及接收端输出信号失真与缺峰情况。

6.7.4.2 合格判定

应为-37 dBm~1 dBm，可调。

6.7.5 音频线路阻抗测试

6.7.5.1 测试过程

使用阻抗测试仪测量音频线路阻抗。

6.7.5.2 合格判定

应为600 Ω平衡式。

6.7.6 录音输出电平测试

6.7.6.1 测试过程

利用信号发生器在输入电平端加入一音频信号。

利用示波器在对应的录音输出端口观察输出信号波形。

调整信号发生器输出信号的幅值的同时，观察示波器输出波形情况。

使信号发生器输出信号由大到小变化，当输出端波形由有波形变为无波形时，记录此时录音输出信号幅值 A_{\min} 。同理，使信号发生器输出信号由小到大变化，当输出端波形出现失真时，记录此时录音输出信号幅值 A_{\max} 。

利用万用表分别测试录音输出端的电流最大值 I_{\max} 和最小值 I_{\min} 。

按以下公式计算两个临界情况下的功率值：

$$P_{\max}=A_{\max} I_{\max}$$

$$P_{\min}=A_{\min} I_{\min}$$

式中：

P_{\max} ——最大功率，单位为瓦（W）；

A_{\max} ——最大输出信号幅值，单位为伏（V）；

I_{\max} ——录音输出端最大电流，单位为安（A）；

P_{\min} ——最小功率，单位为瓦（W）；

A_{\min} ——最小输出信号幅值，单位为伏（V）；

I_{\min} ——录音输出端最小电流，单位为安（A）。

通过以下公式计算出录音输出电平分贝值的最大值和最小值：

$$dB_{\max}=101gD_{\max}$$

$$dB_{\min}=101gD_{\min}$$

式中：

dB_{\max} ——最大录音输出电平分贝值，单位为分贝（dBm）；

D_{\max} ——最大功率与1 mW的比值；

dB_{\min} ——最小录音输出电平分贝值，单位为分贝（dBm）；

D_{\min} ——最小功率与1 mW的比值。

6.7.6.2 合格判定

应为-37 dBm~0 dBm，可调。

6.8 模拟有线通信接口指标

6.8.1 2线C0接口性能指标

6.8.1.1 支持信令测试

6.8.1.1.1 测试过程

按ITU-T V.23和ITU-T Q.23进行测试。

6.8.1.1.2 合格判定

应支持脉冲拨号或DTMF信令。

6.8.1.2 输入电平测试

6.8.1.2.1 测试过程

系统正常工作。

在输入电平端接入信号发生器。

利用示波器对输入电平端及信号发生器输出端进行测量，改变信号发生器的分贝值。

观察两个信号的相位、幅值差别以及输入电平端输出信号失真与缺峰情况。

6.8.1.2.2 合格判定

应为-51 dBm~-13 dBm，可调。

6.8.1.3 输出电平测试

6.8.1.3.1 测试过程

系统正常工作。

在输入电平端接入信号发生器。

利用示波器对输出电平端及信号发生器输出端进行测量，改变信号发生器的分贝值。

观察两个信号的相位、幅值差别以及输出电平端输出信号失真与缺峰情况。

6.8.1.3.2 合格判定

应为-53 dBm~-14 dBm，可调。

6.8.1.4 音频线路阻抗测试

6.8.1.4.1 测试过程

使用阻抗测试仪测量音频线路阻抗。

6.8.1.4.2 合格判定

应为600 Ω 平衡式。

6.8.1.5 录音输出电平测试

6.8.1.5.1 测试过程

按 6.7.6.1 的规定执行。

6.8.1.5.2 合格判定

应为-37 dBm~0 dBm, 可调。

6.8.2 2线 PABX/PSTN 接口性能指标

6.8.2.1 支持信令测试

6.8.2.1.1 测试过程

按ITU-T V.23和ITU-T Q.23进行测试。

6.8.2.1.2 合格判定

应能支持脉冲拨号/DTMF信令。

6.8.2.2 输入电平测试

6.8.2.2.1 测试过程

按 6.8.1.2.1 的规定执行。

6.8.2.2.2 合格判定

应为-40 dBm~-15 dBm, 可调。

6.8.2.3 输出电平测试

6.8.2.3.1 测试过程

按 6.8.1.3.1 的规定执行。

6.8.2.3.2 合格判定

应为-40 dBm~-15 dBm, 可调。

6.8.2.4 音频线路阻抗测试

6.8.2.4.1 测试过程

使用阻抗测试仪测量音频线路阻抗。

6.8.2.4.2 合格判定

应为600 Ω 平衡式。

6.8.2.5 录音输出电平测试

6.8.2.5.1 测试过程

按 6.7.6.1 的规定执行。

6.8.2.5.2 合格判定

应为 $-37\text{ dBm}\sim 0\text{ dBm}$ ，可调。

6.8.3 2线磁石电话接口性能指标

6.8.3.1 振铃电压测试

6.8.3.1.1 测试过程

系统正常工作情况下，对磁石电话进行呼叫，产生振铃响应。
利用示波器对2线磁石电话振铃输出端口的电压值进行测量。

6.8.3.1.2 合格判定

应为 $52\text{ V}\sim 84\text{ V}$ 。

6.8.3.2 振铃音频测试

6.8.3.2.1 测试过程

系统正常工作情况下，对磁石电话进行呼叫，产生振铃响应。
利用示波器对2线磁石电话振铃输出端口的频率值进行测量。

6.8.3.2.2 合格判定

应为 $16\text{ Hz}\sim 50\text{ Hz}$ 。

6.8.3.3 输入电平测试

6.8.3.3.1 测试过程

按 6.8.1.2.1 的规定执行。

6.8.3.3.2 合格判定

应为 $-40\text{ dBm}\sim -15\text{ dBm}$ ，可调。

6.8.3.4 输出电平测试

6.8.3.4.1 测试过程

按 6.8.1.3.1 的规定执行。

6.8.3.4.2 合格判定

应为 $-40\text{ dBm}\sim -15\text{ dBm}$ ，可调。

6.8.3.5 音频线路阻抗测试

6.8.3.5.1 测试过程

使用阻抗测试仪测量音频线路阻抗。

6.8.3.5.2 合格判定

应为600 Ω 平衡式。

6.8.3.6 录音输出电平测试

6.8.3.6.1 测试过程

按6.7.6.1的规定执行。

6.8.3.6.2 合格判定

应为-37 dBm~0 dBm, 可调。

6.8.4 4/6线模拟电话接口性能指标

6.8.4.1 支持信令测试

6.8.4.1.1 测试过程

以SS1/SS4信令, E&M信令, MFC-R2, MFC-No5格式发送信令。
对方正确接收, 作出相应的回答。

6.8.4.1.2 合格判定

应能支持SS1/SS4信令, E&M信令, MFC-R2, MFC-No5。

6.8.4.2 输入电平测试

6.8.4.2.1 测试过程

按6.8.1.2.1的规定执行。

6.8.4.2.2 合格判定

应为-34 dBm~+1 dBm, 可调。

6.8.4.3 输出电平测试

6.8.4.3.1 测试过程

按6.8.1.3.1的规定执行。

6.8.4.3.2 合格判定

应为-37 dBm~0 dBm, 可调。

6.8.4.4 音频线路阻抗测试

6.8.4.4.1 测试过程

使用阻抗测试仪测量音频线路阻抗。

6.8.4.4.2 合格判定

应为600 Ω 平衡式。

6.8.4.5 录音输出电平测试

6.8.4.5.1 测试过程

按6.7.6.1的规定执行。

6.8.4.5.2 合格判定

应为-37 dBm~0 dBm, 可调。

6.9 数字通信接口(ATS-QSIG 联网接口)性能指标

6.9.1 支持信令测试

6.9.1.1 测试过程

以ETSI、QSIG、ITU-T G.703、ITU-T G.728、TCP/IP(可选)信令格式发送信令。
对方正确接收,作出相应的回答。

6.9.1.2 合格判定

应能支持ETSI、QSIG、ITU-T G.703、ITU-T G.728、TCP/IP(可选)。

6.9.2 信号格式测试

6.9.2.1 测试过程

以3×16 kbit/s LD-CELP语音信号发送信令。
对方正确接收,作出相应的回答。

6.9.2.2 合格判定

应能支持信号格式为3×16 kbit/s LD-CELP语音信号。

6.9.3 数据格式测试

6.9.3.1 测试过程

以16 kbit/s控制信号发送信令。
对方正确接收,作出相应的回答。

6.9.3.2 合格判定

应能支持数据格式为16 kbit/s控制信号。

6.10 席位扬声器性能

6.10.1 测试过程

使用阻抗测试仪测量音频线路阻抗。
将音箱接到示波器上,打开音箱播放音频,观察输出电平值,计算功率。

6.10.2 合格判定

席位扬声器应符合以下指标:

- a) 阻抗: 16 Ω 或 25 Ω ;
- b) 功率: 1 W。

6.11 头戴式耳麦性能

6.11.1 测试过程

将头戴式耳麦接入系统中。

分别利用信号发生器在耳麦送话器端及对端加入单音频信号。

改变信号发生器的频率及幅值,利用示波器分别测量对端接收信号及受话器端接收信号的频率和幅值大小。

利用阻抗测量仪器分别对耳麦送话器端及受话器端的阻抗值进行测量。

6.11.2 合格判定

头戴式耳麦应符合以下指标:

- a) 送话器:
 - 频率范围: 200 Hz~4 000 Hz;
 - 直流范围: 2 V~5 V;
 - 阻抗: 小于 250 Ω ;
- b) 受话器:
 - 频率范围: 200 Hz~4 000 Hz
 - 阻抗: 250 $\Omega \pm 50 \Omega$;
 - PTT 控制输出, 放空或接地。

6.12 手持式麦克风性能

6.12.1 测试过程

将手持式麦克风接入系统中。

利用信号发生器从麦克风输入一个单音频信号。

利用示波器测量对端输出信号的频率。

根据手持式麦克风电路原理图分析其电压感应模式。

加入1 000 Hz音频信号,利用灵敏度测试仪器测试其灵敏度。

利用阻抗测试仪器对麦克风输出端阻抗值进行测量。

对麦克风对应的PTT进行按压及放开,测试接口处的PTT输出状态。

6.12.2 合格判定

手持式麦克风应符合以下指标:

- a) 频率范围: 200 Hz~4 000 Hz;
- b) 模式: 动圈式或线圈电压感应式;
- c) 灵敏度: 对 1 000 Hz 的信号,灵敏度应优于-50 dB,相对于 1V/P_a;
- d) 阻抗: 50 Ω ~250 Ω ;
- e) PTT 控制输出, 放空或接地。

7 工作环境测试

7.1 空管语音通信交换系统电源要求

7.1.1 席位电源

7.1.1.1 交流电源测试

7.1.1.1.1 测试过程

使用大功率变压器，给设备供电。

调节变压器的输出电压，使用万用表查看输出电压，查看设备工作是否正常。

调节交流电源的输出电压，使用万用表的电流测量档，测量电源输出电流。

7.1.1.1.2 合格判定

电源值应为 $220\text{ V}\pm 22\text{ V}$ ，50 Hz；最大电流应为0.9 A。

7.1.1.2 直流电源测试

7.1.1.2.1 测试过程

使用可调的直流电源给设备供电。

调节直流电源的输出电压，使用万用表查看输出电压，查看设备工作是否正常。

调节直流电源的输出电压，使用万用表的电流测量档，测量电源输出电流。

7.1.1.2.2 合格判定

电源值应为18 V~35 V；最大电流应为5 A（20 V）。

7.1.2 中央处理子系统电源

7.1.2.1 交流电源测试

7.1.2.1.1 测试过程

使用大功率变压器，给设备供电。

调节变压器的输出电压，使用万用表查看输出电压，查看设备工作是否正常。

7.1.2.1.2 合格判定

电源值应为 $220\text{ V}\pm 22\text{ V}$ ，50 Hz。

7.1.2.2 直流电源测试

7.1.2.2.1 测试过程

使用可调的直流电源给设备供电。

调节的直流电源的输出电压，使用万用表查看输出电压，查看设备工作是否正常。

7.1.2.2.2 合格判定

电源值应为18 V~60 V。

7.1.3 监控维护子系统电源测试

7.1.3.1 测试过程

使用大功率变压器，给设备供电。

调节变压器的输出电压，使用万用表查看输出电压，查看设备工作是否正常。

7.1.3.2 合格判定

电源值应为 $220\text{ V}\pm 22\text{ V}$ ，50 Hz。

7.2 空管语音通信交换系统环境

7.2.1 电磁环境测试

7.2.1.1 测试过程

用磁干扰仪器对其设备进行测试。

7.2.1.2 合格判定

电磁环境应符合GB 19517、GB/T 22727.1、GB 8898的要求。

7.2.2 工作环境测试

7.2.2.1 测试过程

在以下环境条件下，对系统进行连续72 h老化测试。

环境温度： $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

环境湿度：10%~90%，不冷凝；

海拔高度： $\geq 3\ 000\text{ m}$ 。

7.2.2.2 合格判定

系统应能正常工作。
