



咨 询 通 告

中国民用航空局空管行业管理办公室

编 号：AC-115-TM-2012-01

下发日期：2012 年 12 月 10 日

民用航空空中交通管制自动化系统 测试要求

目 录

1 概述	1
1.1 目的	1
1.3 编写依据	1
1.4 定义和缩略语	2
2 一般要求	3
2.1 测试样机	3
2.2 设备缺陷定义和判定准则	3
2.2.1 缺陷定义	3
2.2.2 判定准则	4
2.3 测试中止与恢复	5
2.5 测试仪器仪表要求	6
3 测试项目	6
3.1 工厂型号测试	7
3.1.1 一般性检查	7
3.1.2 功能测试	8
3.1.3 性能测试	26
3.1.4 接口测试	29
3.1.5 安全性测试	30
3.1.6 强度测试	33
3.1.7 边界测试	34
3.1.8 安装性测试	35
3.1.9 环境可靠性测试	35
3.2 现场环境测试	36
3.2.1 可靠性测试	36
3.2.2 可用性测试	37
3.2.3 可维护性测试	37
附件 1：测试项目适用性	38
附件 2：测试项目工作量	39

1 概述

1.1 目的

本通告为民用航空空中交通管制自动化系统测试总体要求。

1.2 适用范围

本通告适用于对民用航空空中交通管制自动化系统使用许可、工厂验收和现场验收的测试工作。

1.3 编写依据

- (1) AP-87-TM-2011-01 《民用航空空中交通通信导航监视设备使用许可工作管理细则》
- (2) MH/T 4007 民用航空飞行动态固定电报格式
- (3) MH/T 4008 空管雷达及管制中心设施间协调移交数据规范
- (4) MH 4011 飞行进程单
- (5) MH/T 4012 空中交通管制雷达标牌
- (6) MH/T 4021 民用航空空中交通管制自动化应急系统配置和技术要求
- (7) MH/T 4022 空中交通管制自动化系统最低安全高度告警及短期飞行冲突告警功能
- (8) MH/T 4024 民用航空飞行动态电报自动处理
- (9) MH/T 4029.2-2012 民用航空空中交通管制自动化系统第 2 部分：技术要求

(10)MD-TM-2001-55 空中交通管制自动化系统最低安全高度告警及短期飞行冲突告警功能

(11)总局空发 [2000] 92 号 中国民用航空二次雷达代码使用管理规定

(12)ICAO Doc4444-ATM/501 空中规则和空中交通服务

(13)ICAO AAPO ASIA/PACIFIC REGIONAL
INTERFACE CONTROL DOCUMENT (ICD) FOR ATS
INTERFACILITY DATA COMMUNICATIONS (AIDC)

1.4 定义和缩略语

下列术语和定义适用于本要求。

(1) 自动化系统

指民用航空空中交通管制自动化系统。

(2) 设备需求

指该设备对应的民航行业标准、设备生产家在研制和生产过程中编制的设备（需求、概要、详细和软件等）设计说明书和设备使用方提出的设备功能和性能。

(3) 回归测试

回归测试指设备修改后，重新进行测试以确认修改后设备保持完整，没有引入新的错误或导致其它的错误。

(4) MTTR

Mean Time TO Repair 平均故障修复时间

(5) MTBF

Mean Time Between Failure 平均无故障时间

2 一般要求

2.1 测试样机

2.1.1 系统组成

自动化系统应包括监视数据处理、飞行数据处理、监视数据与飞行计划相关处理、告警处理、记录回放、接口管理、系统监控、离线数据管理和人机界面等功能所需部件。

2.1.2 测试样机组成

测试样机由自动化系统和备件组成。

2.2 设备缺陷定义和判定准则

2.2.1 缺陷定义

(1) 致命缺陷(S1)

致命缺陷属于核心结构性问题，样机在测试过程中，发生下述后果之一的系统缺陷视为致命缺陷。

- (a) 系统死机，无响应；
- (b) 系统崩溃，无法正常工作；
- (c) 系统异常退出；
- (d) 数据丢失，且很难恢复。

(2) 严重缺陷(S2)

严重缺陷属于一般结构性问题，样机在测试过程中，发生下述后果之一的系统缺陷视为严重缺陷。

- (a) 没有实现系统需求，对系统功能有较大影响；

- (b) 没有正确实现系统需求,导致系统不能正常使用;
- (c) 数据丢失,但较容易恢复。

(3) 一般缺陷(S3)

样机在测试过程中,发生下述后果之一的系统缺陷视为一般缺陷。

- (a) 没有实现系统需求,对系统功能影响较小;
- (b) 没有正确实现系统需求,但对正确使用系统其他功能没有影响或影响较小;
- (c) 系统操作与使用说明不符。

(4) 建议改进 (S4)

给操作带来不方便,但不影响所要求的运行或任务的主要功能。

2.2.2 判定准则

对于大型自动化系统,测试样机出现下列情况之一者即判定为测试不通过(适用于使用许可测试):

- (1) 出现致命缺陷(S1);
- (2) 出现严重缺陷(S2)数大于 9;
- (3) 出现一般缺陷(S3)数大于 50。

测试样机出现下列情况之一者即判定为测试通过(适用于使用许可测试):

- (1) 没有致命缺陷(S1)、严重缺陷(S2)、一般缺陷(S3);
- (2) 回归测试后,严重缺陷(S2)数归零,一般缺陷(S3)数

小于 10。

对于中小型自动化系统，测试样机出现下列情况之一者即判定为测试不通过（适用于使用许可测试）：

- (1) 出现致命缺陷(S1);
- (2) 出现严重缺陷(S2)数大于 5;
- (3) 出现一般缺陷(S3)数大于 30。

测试样机出现下列情况之一者即判定为测试通过（适用于使用许可测试）：

- (1) 没有致命缺陷(S1)、严重缺陷(S2)、一般缺陷(S3);
- (2) 回归测试后，严重缺陷(S2)数归零，一般缺陷(S3)数小于 5。

工厂验收和现场验收环节的判定准则应由设备使用单位依据实际情况确定。

2.3 测试中止与恢复

2.3.1 测试中止

测试过程中发现的问题，应客观真实记录原始数据，必要时应采用视频、图像等记录手段，并在测试结束后统一回归。测试样机出现危及安全的质量问题；测试样机出现影响性能指标的重大技术问题；测试样机出现在现场难以排除的故障影响后续测试用例的执行等情况，测试单位应书面提出中止测试申请。

2.3.2 测试恢复

经改进或排除故障并通过实验验证，证明问题已解决，可恢复测试。改进或排除故障对已执行测试用例有影响的，应重新测试。

2.4 回归测试

大型自动化系统没有出现致命缺陷(S1)、严重缺陷(S2)不多于9项、一般缺陷(S3)不多于50项时，可以回归测试一次。

中小型自动化系统没有出现致命缺陷(S1)、严重缺陷(S2)不多于5项、一般缺陷(S3)不多于30项时，可以回归测试一次。工厂验收和现场验收回归测试条件应由设备使用单位依据实际情况确定。

2.5 测试仪器仪表要求

测试仪器仪表应通过国家计量部门的检定或承担空管设备计量工作部门的认可。

3 测试项目

自动化系统使用许可测试包括工厂型号测试和现场环境测试。系统使用许可、工厂验收和现场验收应采用适用的测试项目；测试方法应结合测试仪器仪表配置和测试能力确定；测试指标以《技术要求》为依据。

系统测试框图如图1所示。

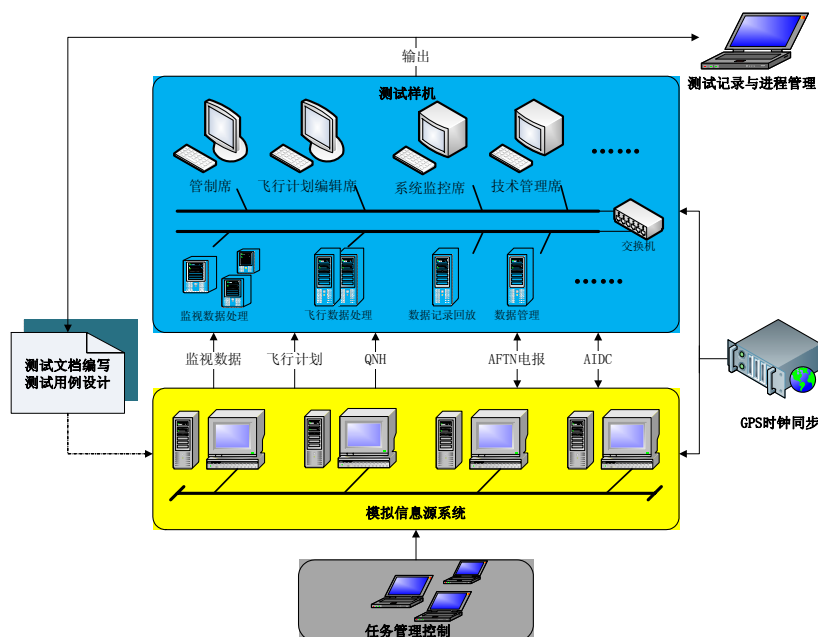


图 1--系统测试框图

3.1 工厂型号测试

工厂型号测试指设备在工厂生产环境下开展的系统配置项级和部件单元级测试，其目的是验证设备技术指标的符合性。

3.1.1 一般性检查

(1) 测试项目唯一标识符：GC（General Check）

(2) 测试项描述：用目检方法对测试样品的完好程度、标牌、标志等进行检查。检查备件、附件和工具是否符合规定的品种、规格和数量要求。检查产品各类技术手册是否完整；内容和术语的含义是否直观明了，前后是否一致、内容描述是否正确和准确；检查设备的 MTTR、MTBF 和设计寿命计算方法的相关文档。

(3) 测试方法：人工审查。

(4) 缺陷等级描述:

序号	项目	缺陷等级
1	样机完好程度	S1
2	样机标牌	S4
3	样机标志	S4
4	技术手册、操作手册、维护手册的完整性	S2、S3、S4
5	技术手册、操作手册、维护手册的正确性	S2、S3、S4
6	MTTR 与 MTBF 的计算方法	S3
7	设备的设计寿命估算方法	S3

(5) 测试项适用性: 使用许可、工厂验收、现场验收。

(6) 测试工作量: 4 人/日。

3.1.2 功能测试

(1) 测试项目唯一标识符: FUT (Function Test)

(2) 测试项描述: 见 3.1.2.1-3.1.2.10

(3) 测试项适用性: 使用许可、工厂验收。

(4) 测试工作量: 63 人/日。

(5) 对于被测自动化系统, 在其系统技术手册中有特定描述但《技术要求》中未涉及的功能项, 应针对其做相应测试要求。

3.1.2.1 系统整体处理

(1) 测试项目唯一标识符: FUT-ATC

(2) 测试项描述:

(a). 系统处理整体流程: 按照《技术要求》中第 4.1.1、4.1.2、4.1.3、4.1.4、4.1.6、4.1.9、4.1.10、4.1.11、4.1.12、4.1.13 规定, 系统应包括监视数据处理、飞行数据处理、

监视数据与飞行计划相关处理、告警处理、记录回放、接口管理、系统监控、离线数据管理和人机界面等功能模块；系统应采用模块化设计，具有稳定、冗余、开放的体系结构；系统应支持不低于三网运行的工作方式；系统的硬件设备应采用通用商业货架产品；系统的软件应具有良好的硬件兼容性。

测试方法：模拟输入监视数据、飞行计划数据，在被测系统上查看所有数据均进行处理。查看系统配置状态，验证系统的各功能模块运行正常，并且查看系统的 SDP（监视数据处理）和 FDP（飞行数据处理功能）工作站处于双机的状态，LAN A、LAN B 和 LAN C 三网均被正确配置和工作正常。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：0.5 人/日。

(b). 系统时钟同步：按照《技术要求》中第 4.1.8 规定，系统能接收外部时钟信号用于系统同步。系统应采用 UTC 时间。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：0.5 人/日

3.1.2.2 监视数据处理

(1) 测试项目唯一标识符：FUT-SDP

(2) 测试项描述：

(a). 监视数据接收和处理: 系统对监视数据的接收和处理, 应满足《技术要求》中第 4.2.1 规定的要求。

测试方法: 模拟输入符合标准格式 (如RS-232和RS-422) 的一次、二次和一二次雷达点迹、航迹和点航迹数据、ADS-B原始数据, 验证系统监视数据接收处理功能是否正确, 同时验证监视数据接口交互的逻辑是否正确。

缺陷等级: S2、S3、S4。

测试工作量: 1人/日。

(b). 实时质量监控: 系统对监视数据源进行实时监控, 应满足《技术要求》中第 4.2.2、4.2.9.4、4.2.9.7、4.2.9.8 规定的要求。

测试方法: 逐一模拟输入影响雷达信号质量和ADS-B信号质量的因素, 已验证系统对这些质量因素做出正确响应。验证当单个或者多个监视数据源异常或者中断时, 系统应对其进行告警并进行人工或自动隔离, 同时应不影响系统的正常运行。

缺陷等级: S2、S3、S4。

测试工作量: 1人/日。

(c). 通道比选: 系统对双路输入的监视数据进行比选, 应满足《技术要求》中第 4.2.2、4.2.9.9 规定的要求。

缺陷等级: S3、S4。

测试工作量: 0.5人/日。

(d). 过载处理：系统应对监视数据流量进行监控，过载时产生可接受的溢出，并产生告警信息，满足《技术要求》中第 4.2.3 规定的要求。

测试方法：模拟输入最大量的监视数据目标（数据标准参照《技术要求》中第4.12.3规定的要求），验证系统运行状况是否正常，所有目标是否正常显示；然后输入超量不等的监视数据目标，验证系统现有目标是否正常显示，是否产生告警信息。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(e). 多监视源数据融合处理：系统对多监视源数据融合处理，应满足《技术要求》中第 4.2.4、4.2.5 规定的要求。

测试方法：模拟不同偏差的雷达数据和ADS-B数据的目标位置信息，系统对模拟数据进行融合并生成系统航迹，用测试工具收集系统航迹信息与模拟数据进行比较分析。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：2人/日。

(f). 雷达数据处理：对雷达数据处理能力、处理方式等要求满足《技术要求》中第 4.2.4、4.2.9 规定中的要求。

测试方法：模拟输入符合MH/T 4008规定的雷达数据

格式信息以及其他在用的雷达数据格式信息，系统应正确处理雷达信息并生成雷达航迹并显示。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：4人/日。

(g). ADS-B 数据处理：对 ADS-B 数据处理的功能满足《技术要求》中第 4.2.5、4.2.10 规定的要求。

测试方法：模拟输入单路和多路ADS-B信号，验证系统是否能够生成ADS-B合成航迹；是否能处理符合ASTERIX格式的ADS-B数据信息；是否能对接入的ADS-B数据根据QNH值进行气压高度修正；当单路ADS-B数据源数据异常情况下，多路ADS-B是否能够合成航迹的处理。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：4人/日。

(h). 航迹标识显示：监视数据显示使用不同的标识，应满足《技术要求》中第 4.2.6、4.2.7 及 MH 4012 规定的要求。

测试方法：模拟不同的雷达、ADS-B、飞行计划航迹目标信号输入系统，验证三种航迹标识是否正常显示且满足标准要求。ADS-B和雷达都覆盖下，航迹标志显示为有ADS-B和雷达均覆盖的标志；目标从雷达和ADS-B多重覆盖区，雷达失效时，是否显示ADS-B航迹的功能；目标从雷达和ADS-B多重覆盖区，ADS-B失效时，是否显示雷达

航迹的功能；目标从雷达和ADS-B多重覆盖区飞入只有ADS-B覆盖区时，是否显示ADS-B航迹的功能；目标从雷达和ADS-B多重覆盖区飞入只有雷达覆盖区时，是否显示雷达航迹的功能；目标从只有雷达覆盖，飞入雷达和ADS-B多重覆盖区时，航迹标志是否显示为有ADS-B和雷达均覆盖的标志的功能；目标从只有ADS-B覆盖，飞入雷达和ADS-B多重覆盖区时，航迹标志是否显示为有ADS-B和雷达均覆盖的标志的功能。在没有监视信号覆盖的区域，系统应显示飞行计划航迹。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：2人/日。

(i). QNH 值修正：应满足《技术要求》中第 4.2.9.13、4.2.10.2 规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(j). 监视源气象数据处理：系统对监视源气象数据处理应满足《技术要求》中第 4.2.9.12 规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(k). SPI 码信息处理：应满足《技术要求》中第 4.2.9.11 规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

3.1.2.3 监视数据与飞行计划相关功能

(1) 测试项目唯一标识符：FUT-COP

(2) 测试项描述：

(a). 自动相关和去相关：系统对监视数据与飞行计划自动相关和去相关，应满足《技术要求》中第 4.3.1、4.3.2、4.3.3、4.3.5 规定的要求。

测试方法：模拟监视数据和飞行计划数据，符合自动相关和去相关条件，验证系统是否正确相关；已相关的航迹不符合相关条件，验证系统是否自动去相关。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(b). 人工相关和去相关：系统对监视数据与飞行计划人工相关和去相关，应满足《技术要求》中第 4.3.4、4.3.6 规定的要求。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(c). 紧急告警航迹相关保持：系统对紧急告警航迹相关，应满足《技术要求》中第 4.3.7 规定的要求。

测试方法：模拟雷达数据和飞行计划数据，人工产生雷达目标特殊二次代码告警，验证指定目标的相关不消失。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(d). 飞行计划航迹显示：系统具备飞行计划航迹显示功能，应满足《技术要求》中第 4.3.8 规定的要求。

测试方法：模拟输入不同类型的监视数据（雷达、ADS-B）和飞行计划数据，验证飞行计划处于激活状态且未与监视数据相关或已相关的目标航迹的监视数据消失情况下飞行计划航迹是否能自动显示。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

3.1.2.4 告警功能

(1) 测试项目唯一标识符：FUT-MA

(2) 测试项描述：

(a). 紧急告警：系统具备紧急告警功能，满足《技术要求》中第 4.4.1 中规定的要求。

测试方法：模拟输入紧急告警二次代码（7500、7600、7700和其他事先确定的代码）和ADS-B数据包含的紧急状态信息，验证系统是否立即予以识别和处理，并在管制席位上产生声音和颜色告警提示。验证在告警期间，航迹更新是否不影响告警显示，管制席位人工确认只能消除声音告警，颜色告警需保持到紧急二次应答机代码消失为止；如处于告警状态的航空器失去监视数据的位置信息，验证

其最后的已知位置是否以特殊方式显示。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(b). 冲突告警：系统具备冲突预警和告警功能，满足《技术要求》中第 4.4.2 中规定的要求，且满足 MH/T 4022 的规定。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(c). 最低安全高度告警：系统具备当前模式和推测模式的最低安全高度告警功能，满足《技术要求》中第 4.4.3 和 MH/T 4022 规定的要求。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(d). 禁区、危险区和限制区侵入告警：具备当前模式和推测模式的禁区、危险区和限制区侵入告警功能，满足《技术要求》中第 4.4.4 中规定的要求。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：2人/日。

(e). 重复二次代码告警：系统具备重复二次代码告警功能，满足《技术要求》中第 4.4.5 中规定的要求。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(f). 许可高度一致性告警：系统具备许可高度一致性告警功能，满足《技术要求》中第 4.4.6 中规定的要求。

测试方法：模拟输入监视数据和飞行计划数据，验证系统是否具备通过标牌、电子进程单、飞行计划等对已相关的目标设置许可高度层CFL的能力，根据飞行姿态、当前高度等对飞行目标进行许可高度层监控检查，当实际高度与许可高度层之差超过一定范围时，系统能否产生许可高度一致性告警，并在管制席位上显示。验证系统是否记录所有与许可高度一致性告警相关的数据信息。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(g). 飞行航路一致性告警：系统具备飞行航路一致性告警功能，满足《技术要求》中第 4.4.7 中规定的要求。

测试方法：模拟输入监视数据和飞行计划数据，人工修改飞行计划使其与对应监视数据不一致，验证系统能否监视目标航迹的实际位置，当出现目标航迹的实际位置偏离了飞行计划航路一定范围时，系统能否产生飞行航路一致性告警，并在管制席位上显示。验证系统是否记录所有与飞行航路一致性告警相关的数据信息。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(h). RVSM、ADS-B、PBN 运行许可告警：系统具备

RVSM、ADS-B、PBN 运行许可告警功能，满足《技术要求》中第 4.4.8 中规定的要求。

测试方法：模拟输入监视数据和飞行计划数据，其中包含未获得RVSM、ADS-B、PBN运行许可的航班，验证系统对未获得RVSM、ADS-B、PBN运行许可的航空器侵入RVSM、ADS-B、PBN空域是否产生告警，并在管制席位上显示。系统是否记录所有与RVSM、ADS-B、PBN运行许可告警相关的数据信息。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(i). NTZ 告警：系统具备 NTZ 告警功能，满足《技术要求》中第 4.4.9 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(j). 下滑道监视告警：系统具备下滑道监视告警功能，满足《技术要求》中第 4.4.10 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

3.1.2.5 飞行数据处理功能

(1) 测试项目唯一标识符：FUT-FDP

(2) 测试项描述：

(a). 电报处理：系统具备自动处理报文功能，应满足

《技术要求》中第 4.5.1、4.5.2、 4.5.3 中规定的要求。

测试方法：模拟输入各类AFTN、AIDC、气象报文等信息，验证系统能否自动处理符合MH/T 4007规定的AFTN报文、AIDC协议报文；气象报文（METAR、SPECI、TAF）。

模拟输入GRIB报文，验证大型系统能否自动处理GRIB报文并利用GRIB数据对飞行计划剖面推算结果进行修正。（中小型系统可选配此功能。）

模拟输入气象报文，验证系统能否通过自动处理气象信息和人工输入进行QNH数据更新和QNH分区处理。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：2人/日。

(b). 电报收发：系统自动接收、发送报文及人工发送报文，应满足《技术要求》中第 4.5.4、4.4.5 中规定的要求。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(c). 飞行计划创建：具备飞行计划语法、语义正确性检查功能，满足《技术要求》中第 4.5.6、4.5.9 中规定的要求。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(d). 飞行数据检查：具备飞行数据语法、语义正确性、有效性唯一性检查功能，满足《技术要求》中第 4.5.6、4.5.7、4.5.8 中规定的要求。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(e). 飞行计划状态：飞行计划生命周期中具备不同的状态，满足《技术要求》中第 4.5.10 中规定的要求。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：3人/日。

(f). 飞行计划备份：具有备份历史飞行计划记录的功能，满足《技术要求》中第 4.5.11 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(g). 内部移交和外部移交：具有内部移交和外部移交功能，满足《技术要求》中第 4.5.12 中规定的要求。

测试方法：对于内部移交，模拟雷达数据和飞行计划数据，符合扇区自动移交条件时，查看系统是否正常将航迹协调移交至下一个扇区，或者经过人工操作，验证系统是否完成航迹的协调移交。

对于外部移交，根据符合ICAO AAPO 《ASIA/
PACIFIC REGIONAL INTERFACE CONTROL
DOCUMENT（ICD）FOR ATS INTERFACILITY DATA

COMMUNICATIONS (AIDC)》标准规范，模拟雷达数据和飞行计划数据，验证系统是否能自动传输、接收和处理AIDC电报，能否实现AIDC协议下完全模式和简约模式等不同模式的管制移交功能。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：3人/日。

(h). 航路解析：系统进行航路轨迹计算，应满足《技术要求》中第 4.5.13、4.5.22 中规定的要求。

测试方法：模拟输入相应的监视数据和飞行计划数据，验证系统能否通过3D模型、4D剖面，根据当前飞行计划数据的经度或纬度计算飞行计划轨迹，推算经过每个功能扇区的边界时间，并计算移交协调时间。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(i). 飞行数据空域管理：具备飞行数据空域定义和管理，满足《技术要求》中第 4.5.14 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(j). 飞行计划变更：自动或人工修改飞行计划，并重新进行计算，更新飞行计划数据，应满足《技术要求》中第 4.5.15、4.5.16、4.5.17 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(k). 进程单处理：具备进程单处理功能，满足《技术要求》中第 4.5.18、 4.5.19、 4.5.20、 4.5.21、 4.5.27 中规定的要求。

测试方法：模拟输入监视数据和飞行计划数据，验证系统是否具有飞行进程单处理功能，能否提供电子进程单和纸质进程单。系统在采用纸质进程单方式时，能否将进程单自动分配到功能扇区对应的管制席位，并能否自动或手动打印进程单。进程单格式是否符合MH 4011标准，并能否根据用户需求进行修改。系统能否通过选择飞行计划状态和航路点等可选项显示电子进程单，并根据有关内容排序。能否通过电子进程单修改飞行计划数据，也能否通过电子进程单显示相应飞行计划的全部信息。系统能否将电子进程单自动分配到功能扇区对应的管制席位，也提供人工方式在管制席位上显示所有扇区的电子进程单。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：2人/日。

(l). 二次代码管理：具备二次代码管理功能，满足《技术要求》中第 4.5.23、 4.5.24 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(m).RVSM、ADS-B 及 PBN 信息处理：具备 RVSM、

ADS-B 及 PBN 信息处理功能，满足《技术要求》中第 4.5.25、4.5.26、4.5.27 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

3.1.2.6 进港排序基本功能

(1) 测试项目唯一标识符：FUT-AM

(2) 测试项描述：具备基本的航班进离港排序功能，满足《技术要求》中第 4.6.1、4.6.2 中规定的要求。

测试工作量：1人/日。

缺陷等级：S3、S4。

3.1.2.7 人机界面功能

(1) 测试项目唯一标识符：FUT-HMI

(2) 测试项描述：

(a). 席位显示：具备不同类型的席位人机界面，满足《技术要求》中第 4.1.1 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(b). 主任管制席位：具备主任管制席位人机界面，满足《技术要求》中第 4.7.2 中规定的要求。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：3人/日。

(c). 管制席位：具备管制席位人机界面，满足《技术

要求》中第 4.7.3 中规定的要求。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：3人/日。

(d). 飞行数据操作席位：具备飞行数据操作席位人机界面，满足《技术要求》中第 4.7.4 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：3人/日。

(e). 系统监控控制席位：具备系统监控控制席位人机界面，满足《技术要求》中第 4.7.5 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(f). 技术管理席位：具备技术管理席位人机界面，满足《技术要求》中第 4.7.6 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

对于人机交互界面测试，不仅应满足《技术要求》中对人机界面功能的相关规定，且应与被测系统操作手册中的描述保持一致。

3.1.2.8 记录回放功能

(1) 测试项目唯一标识符：FUT-DRP

(2) 测试项描述：

(a). 记录回放：记录回放系统配置及能力应满足《技

术要求》中第 4.8.1、4.8.2 中规定的要求。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(b). 数据记录：数据存储、保存应满足《技术要求》中第 4.8.3、4.8.4、4.8.5、4.8.6、4.8.7、4.8.8、4.8.9、4.8.10 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(c). 数据回放：数据回放应满足《技术要求》中第 4.8.11、4.8.12 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

3.1.2.9 系统监控功能

(1) 测试项目唯一标识符：FUT-CMS

(2) 测试项描述：

(a). 系统监控：系统具备监控功能，满足《技术要求》中第 4.10.1 中规定的要求。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(b). 实时统计与状态显示：系统具备实时统计与状态显示功能，满足《技术要求》中第 4.10.2、4.10.3 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(c). 监控信息记录: 系统具备存储监控信息记录功能，满足《技术要求》中第 4.10.4 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

3.1.2.10 离线数据管理功能

(1) 测试项目唯一标识符：FUT-DBM

(2) 测试项描述：离线数据管理：系统具备离线数据管理功能，满足《技术要求》中第 4.11.1、4.11.2、4.11.3、4.11.4 中规定的要求。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1.5人/日。

3.1.3 性能测试

(1) 测试项目唯一标识符：PT

(2) 测试项描述：

(a). 系统设计容量：系统设计容量指标满足《技术要求》中第 4.12.1 规定的指标。

对于大型自动化系统：系统设计覆盖范围应不低于 4096 km×4096 km，最大扇区数不少于48个，最大席位不少于120个，同时管制航空器数不少于1500个，各类限制区不少于256个，最大相邻AIDC管制区不少于40个，服

务器、工作站CPU平均负载不少于20%，服务器、工作站CPU最大负载不少于40%。

对于中小型自动化系统：系统设计覆盖范围应不低于2048 km×2048 km，最大扇区数不少于20个，最大席位不少于40个，同时管制航空器数不低于750个，各类限制区不低于128个，最大相邻AIDC管制区不少于20个，其它性能指标要求与大型自动化系统一致。

缺陷等级：S1、S2、S3、S4。

测试工作量：2人/日。

(b). 系统时间性能：系统时间性能指标满足《技术要求》中第4.12.2规定的指标。

对于大型自动化系统：单台工作站冷启动时间应不超过5 min，整个系统冷启动时间不超过10min，单台工作站平均无故障时间（MTBF）不少于10 000 h，监视数据处理平均无故障时间（MTBF）不少于100 000h，最大时钟同步误差不超过100 ms。

对于中小型自动化系统：系统时间性能指标要求与大型自动化系统一致。

缺陷等级：S1、S2、S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(c). 监视数据处理性能指标：监视数据处理性能指标满足《技术要求》中第4.12.3规定的指标。

对于大型自动化系统：航空器位置均方根误差（直线飞行误差不超过200 m，转弯飞行误差不超过450m），航空器位置最大误差（99%）（直线飞行误差不超过500 m，转弯飞行误差不超过1100m），同时存在的最大系统航迹数不少于2 048个，最大雷达输入数不少于48部，最大可接入ADS-B数不少于48路，系统航迹刷新周期不超过4s。

对于中小型自动化系统：同时存在的最大系统航迹数不少于1024个，最大雷达输入数不少于32部，最大可接入ADS-B数不少于32路，其他性能指标要求与大型自动化系统一致。

缺陷等级：S1、S2、S3、S4。

测试工作量：2人/日。

(d). 飞行数据处理功能容量：飞行数据处理功能容量指标满足《技术要求》中第 4.12.4 规定的指标。

对于大型自动化系统：系统飞行计划数不少于10000个，同时激活的飞行计划不少于3000个。

对于中小型自动化系统：系统飞行计划数不少于3000个，同时激活的飞行计划不少于1000个。

缺陷等级：S1、S2、S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(e). 记录和回放功能容量：记录和回放功能容量指标满足《技术要求》中第 4.12.5 规定的指标。

对于大型自动化系统：系统内数据保留的最短时间不低于31天，记录至少3个月的历史飞行计划和AFTN报文，重放记录介质时间不低于48小时。

对于中小型自动化系统：记录和回放功能容量指标要求与大型自动化系统一致。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(3) 测试项适用性：使用许可、工厂验收。

(4) 测试工作量：7人/日。

对于被测自动化系统，在其系统技术手册中有特定描述但《技术要求》中未涉及的性能指标，应针对其做相应测试要求。

3.1.4 接口测试

(1) 测试项目唯一标识符：IT（Interface Test）

(2) 测试项描述：

(a). 接口标准：系统接口标准、协议要求满足《技术要求》中第4.9.1中规定的要求。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(b). 接口类型：系统接口类型要求满足《技术要求》中第4.9.2、4.9.3、4.9.4、4.9.5、4.9.6、4.9.7中规定的要求。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：2人/日。

(3) 测试项适用性：使用许可、工厂验收。

(4) 测试工作量：3人/日。

对于被测自动化系统，在其系统技术手册中有特定描述但《技术要求》中未涉及的接口类型，应针对其做相应测试要求。

3.1.5 安全性测试

(1) 测试项目唯一标识符：SAT（Safety Test）

(2) 测试项描述：

(a). 全功能的主备处理能力：应满足《技术要求》中第4.1.5、4.1.7中规定的要求，系统应具备故障隔离能力和全功能的主备处理能力。

测试方法：模拟输入监视数据和飞行计划数据，当系统主要功能服务器（SDP\FDP）进行主、备处理机切换时，系统显示的系统航迹连续；系统主用SDP的主要进程或告警功能失效，系统自动切换备用SDP为主用的功能；系统主用FDPA机的主要进程失效，系统自动切换备用FDPB为主用，再模拟FDPB机主要进程失效（此时FDPA主要进程已自动恢复），后系统自动切换FDPA为主用；当FDP所在工作网LANA或LANB故障时，系统显示的系统航迹连续；当A、B网交换机同时故障时，检验系统通过C网实现

监视数据处理的能力。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(b). 雷达异常数据处理：应满足《技术要求》中第 4.2.9.6 中规定的要求，检验监视数据处理的异常数据处理功能，当所接收的雷达数据报文数量、长度、格式异常时，对其进行处理和过滤。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(c). 系统航迹处理：应满足《技术要求》中第 4.2.10.3 中规定的要求，检验单路 ADS-B 数据异常时不影响系统对多路 ADS-B 合成航迹的处理功能。

测试方法：模拟多路雷达数据和ADS-B数据的目标位置信息，系统对模拟数据进行融合并生成系统航迹，当单个监视源信息出现数据突变等问题时，系统航迹不受影响。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(d). 航迹与飞行计划相关：应满足《技术要求》中第 4.3.5 中规定的要求。

测试方法：模拟监视数据和飞行计划数据，不符合自动相关或去相关条件，检验系统是否进行正确处理。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(e). 飞行数据错误处理：应满足《技术要求》中第 4.5.5 中规定的要求。

测试方法：模拟发送错误电报或非法操作（输入错误的参数值），检验系统是否具备抗错能力，是否能正常接收合法数据，过滤非法数据和误操作，并在指定的席位提示错误。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(f). 记录回放：应满足《技术要求》中第 4.8.2 中规定的要求。

测试方法：在系统回放参数设置时输入异常数据或系统进行雷达数据回放时进行不合理操作，检验系统回放过程的容错功能。

缺陷等级：S2、S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(g). 监视控制：应满足《技术要求》中第 4.10.1.2、4.10.2 中规定的要求。

测试方法：在监控席上查询历史记录或添加席位时进行不合理操作或输入异常数据，检验系统监视控制席的容错功能。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(h). 离线数据错误处理：应满足《技术要求》中第4.11.3中规定的要求。

测试方法：在修改配置文件过程中输入非法数据，检验系统对于配置文件的容错功能。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：1人/日。

(3) 测试项适用性：使用许可、工厂验收。

(4) 测试工作量：5人/日。

3.1.6 强度测试

(1) 测试项目唯一标识符：ST（Strength Test）

(2) 测试项描述：

(a). 监视数据过载处理：满足《技术要求》中第4.2.3中规定的要求。

测试方法：模拟超过系统设计容量（长时间）的监视数据输入，检验系统内各功能工作是否正常。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(b). 飞行数据过载处理：满足《技术要求》规定，输入单位时间内超出系统处理上限的报文数据，检验系统内各功能工作是否正常。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(3) 测试项适用性：使用许可、工厂验收。

(4) 测试工作量：1 人/日。

3.1.7 边界测试

(1) 测试项目唯一标识符：BT（Boundary Test）

(2) 测试项描述：

(a). 回放时间设置：满足《技术要求》中第 4.8.10 中规定的要求，输入包括边界时间在内的时间段，观察系统处理是否合理，对于合理范围的边界输入正常接受，对于不合理范围边界值输入给出提示信息。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(b). 系统数据参数设置：满足《技术要求》规定，输入如 QNH 边界值、飞行电报的各类参数边界值、飞行进程单格式中的各类参数边界值、航路点及航路数据边界值、航空器数据的各类参数边界值等，观察系统处理是否合理。

缺陷等级：S3、S4。

测试工作量：0.5人/日。

(3) 测试项适用性：使用许可、工厂验收。

(4) 测试工作量：1 人/日。

3.1.8 安装性测试

(1) 测试项目唯一标识符: IST (Installation Test)

(2) 测试项描述: 采用人工方式, 按照安装手册和系统配置文件手册对系统软件各配置项进行安装和卸载。

缺陷等级: S2、S3、S4。

测试工作量: 1人/日。

(3) 测试项适用性: 使用许可、工厂验收。

(4) 测试工作量: 1 人/日。

3.1.9 环境可靠性测试

(1) 测试项目唯一标识符: ERT (Environment Reliability Test)

(2) 测试项描述: 此测试针对《技术要求》中第 4.2.10 中规定的室内、室外设备工作环境要求, 评价环境条件对设备可靠性、可用性的影响。

(3) 测试规定:

系统应符合国家计算机工作环境相关要求。应在下列条件下正常工作:

(a). 环境温度: 10 ℃ ~ 35 ℃;

(b). 相对湿度: 40% ~ 70%;

(c). 供电电源: 220 V ± 22 V, 50 Hz ± 0.5 Hz;

(d). 避雷接地: 小于或等于 4 Ω。

(e). 测试设备: 测试设备应检定合格, 并在有效期内。

其最大误差不应超过测量值允差的 1/3。

(f). 试验温度的稳定：除另有规定外，试件工作时，当试件中具有最大温度滞后效应的功能部件的温度变化率不大于 2.0℃/h 时，则认为试件达到了工作时的温度稳定；试件不工作时，当试件中具有最大温度滞后效应的功能部件温度达到试验温度时，则认为试件达到了不工作时的温度稳定。一般不考虑结构件或无缘件的温度稳定。

(4) 缺陷等级：S1、S2。

(5) 测试项适用性：使用许可。

(6) 测试方法：审查第三方环境可靠性测试报告。

(7) 测试工作量：5 人/日

3.2 现场环境测试

现场环境测试指在设备预期使用环境下开展的可用性、可靠性、可维护性、安全性、空间信号（针对收发信机类设备）和飞行校验（针对导航设备）等测试，其目的是确认设备是否满足民用航空空中交通的使用要求或预期用途。自动化系统现场环境测试包括可靠性测试、可用性测试和可维护性测试。

3.2.1 可靠性测试

(1) 测试项目唯一标识符：RET（Reliability Test）

(2) 测试项描述：可靠性测试指检测管制自动化系统保持其正常运行的能力。

(3) 缺陷等级：S2、S3、S4。

(4) 测试工作量：3 人/日。

3.2.2 可用性测试

(1) 测试项目唯一标识符：AVT (Availability Test)

(2) 测试项描述：可用性测试指自动化系统在其预期使用的环境下，对其可用性进行测试或评估。由设备维护人员通过对设备的安装、配置、监控等操作，以评估其可用性。

(3) 缺陷等级：S1、S2、S3、S4。

(4) 测试工作量：5 人/日。

3.2.3 可维护性测试

(1) 测试项目唯一标识符：MAT (Maintainability Test)

(2) 可维护性测试指自动化系统在其预期使用的环境下，对其可维护性进行测试或评估。由设备维护人员通过对设备的维护、维修（板件互换等）等操作，以评估其可维护性。

(3) 缺陷等级：S1、S2、S3、S4。

(4) 测试工作量：5 人/日。

附件 1：测试项目适用性

表 1 测试项目适用表

测试项	使用许可	工厂验收	现场验收
一般性检查	X	X	X
功能测试	X	X	X
性能测试	X	X	O
接口测试	X	X	O
安全性测试	X	X	O
强度测试	X	X	O
边界测试	X	X	O
安装性测试	X	X	O
环境可靠性测试	X	O	O
可靠性测试	X	O	O
可用性测试	X	O	O
可维护性测试	X	O	O

注：“X”标注的项是强制测试项，“O”标注的项是可选项。

附件 2：测试项目工作量

表 2 测试项目工作量

测试项	测试分项	工作量 (人日)	工作量 (人日)
一般性检查		4	4
功能测试	系统整体处理	1	63
	监视数据处理	15	
	监视数据处理与飞行计划相关	3	
	告警	11	
	飞行数据处理	17	
	进港排序	1	
	人机界面	8.5	
	记录回放	2.5	
	系统监控	2.5	
	离线数据管理	1.5	
性能测试	系统设计容量	2	7
	系统连续工作时间	1	
	监视数据处理容量	2	
	飞行计划处理容量	1	
	记录回放容量	1	
接口测试		3	3
安全性测试		5	5
强度测试		1	1
边界测试		1	1
安装性测试		1	1
环境可靠性测试		5	5
现场环境测试	可靠性测试	3	13
	可用性测试	5	
	可维护性测试	5	
分项小计			103
回归测试			5 (103*5%)
合计			108

