



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

民航北斗授时系统技术规范

Technical specifications for civil aviation BeiDou time service system

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 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	2
5 技术要求	2
5.1 总体要求	2
5.2 系统结构	3
5.3 时间同步设备	6
5.4 监控设备	8
5.5 传输介质	8
6 验证方法	9
6.1 测试要求	9
6.2 测试项目	9
附录 A（规范性） 民航用时设备用时需求分级评价体系	11
A.1 民航用时设备等级评价方法	11
A.2 民航典型用时设备的等级评价样例	11
附录 B（规范性） 民航北斗授时系统测试方法	14
B.1 测试连接	14
B.2 测试方法	15
参考文献	22

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。

本文件由中国民用航空局提出。

本文件由全国航空运输标准化技术委员会（TC464）归口。

本文件起草单位：中国民用航空中南地区管理局等。

本文件主要起草人：李江超等。

民航北斗授时系统技术规范

1 范围

本文件规定了民航北斗授时系统的技术要求，描述了对应的验证方法。

本文件适用于民用航空机场、航空公司和空中交通管理等民航单位所属设施设备集中或分级使用的民航北斗授时系统的设计、研制、生产、部署、检验以及使用。

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 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB / T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB / T 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB / T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB / T 2423.21 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验M：低气压
- GB / T 2423.38 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验R：水试验方法和导则
- GB/T 37943—2019 北斗卫星授时终端测试方法
- BD 42000—2015 北斗/全球卫星导航系统(GNSS)定时单元性能要求及测试方法
- BD 520002—2019 北斗定时型用户设备检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

民航北斗授时系统 civil aviation BDS time service system

利用北斗卫星导航系统授时功能为民航用户得到精准、可靠时间信号的系统。

3.2

时间参考 time reference

被确认的精确的时间尺度。

3.3

无线时间参考信号 radio time reference signal

以无线通信方式传播的时间参考信号。

3.4

有线时间参考信号 wired time reference signal

以有线通信方式传播的时间参考信号。

3.5

主时钟 master clock

能接收北斗卫星导航系统及其它有线时钟系统提供的时间参考信号，具有内部时钟源，能够对外输出时间参考信号和时间信息的设备。

3.6

从时钟 **slave clock**

能同时接收主时钟通过有线传输方式发送的至少两路时间参考信号和一路北斗卫星导航系统提供的无线时间参考信号，具有内部时钟源，能够对外输出时间参考信号和时间信息的设备。

3.7

监控设备 **monitoring & control device**

对时间同步设备的工作状态及时间同步状态进行监测和控制的设备。

3.8

授时精度 **timing accuracy**

接收机输出时间与协调世界时之间的偏差统计值。

3.9

周计数翻转 **week number rollover**

当全球卫星导航系统（GNSS）周计数达到计数上限时，接收机接收的卫星数据中出现周溢出并重新开始计数的事件。

3.10

时间报文 **time message**

包含时间信息和报头、报尾等标志信息的字符串。

3.11

用时设备 **time synchronized device**

接收和使用民航北斗授时系统提供的时间信号来进行时间同步的设备。

4 缩略语

下列缩略语适用本文件。

BDS: 北斗卫星导航系统 (BeiDou navigation satellite system)

GNSS: 全球卫星导航系统 (global navigation satellite system)

IRIG-B: 串行时间交换码B格式 (inter-range instrumentation group-B)

MTBF: 平均故障时间间隔 (mean time between failures)

MTTR: 平均修复时间 (mean time to repair)

NTP: 网络时间协议 (network time protocol)

PTP: 精确时间协议 (precision time protocol)

RNSS: 卫星无线电导航业务 (radio navigation satellite service)

UTC: 协调世界时 (coordinated universal time)

1PPS: 秒脉冲 (1 pulse per second)

5 技术要求

5.1 总体要求

5.1.1 民航北斗授时系统应采用北斗卫星导航系统授时为主，有线授时为辅的模式。可根据预先设定的优先级选择有效的的时间参考信号。

- 5.1.2 民航北斗授时系统授时精度应优于 $1 \mu\text{s}$ 。
- 5.1.3 民航北斗授时系统主要设备的 MTBF 应不小于 10 000 h，室内设备的 MTTR 应不大于 0.5 h，室外设备的 MTTR 应不大于 2 h。系统设计寿命应不少于 15 a。
- 5.1.4 民航北斗授时系统应具备监控功能，通过监控设备实现对时间同步设备的监测和控制。
- 5.1.5 民航北斗授时系统室内设备应能在以下环境正常运行：
- 工作温度： $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
 - 工作湿度：5%RH~90%RH（非冷凝）；
 - 最高工作高度：不低于海拔 4 500 m。
- 5.1.6 民航北斗授时系统室外设备应能在以下环境正常运行：
- 工作温度： $-50\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
 - 最大相对湿度：98%RH（非冷凝）；
 - 最高工作高度：不低于海拔 4 500 m；
 - 具有防盐雾、防水、防尘等能力。

5.2 系统结构

5.2.1 系统一般组成

民航北斗授时系统由时间同步设备、监控设备和将这些设备连接起来所必须的传输介质等组成。时间同步设备主要指主时钟和从时钟。

民航北斗授时系统通常的组合形式有单主时钟和双主时钟两种，可根据运行需要配置从时钟作为主时钟授时接口和功能的扩展，具体组合形式如下。

- a) 单主时钟形式民航北斗授时系统由一台主时钟、多台从时钟（需要时）、监控设备和信号传输介质组成，用来为用时设备进行对时。组成示意图见图 1。

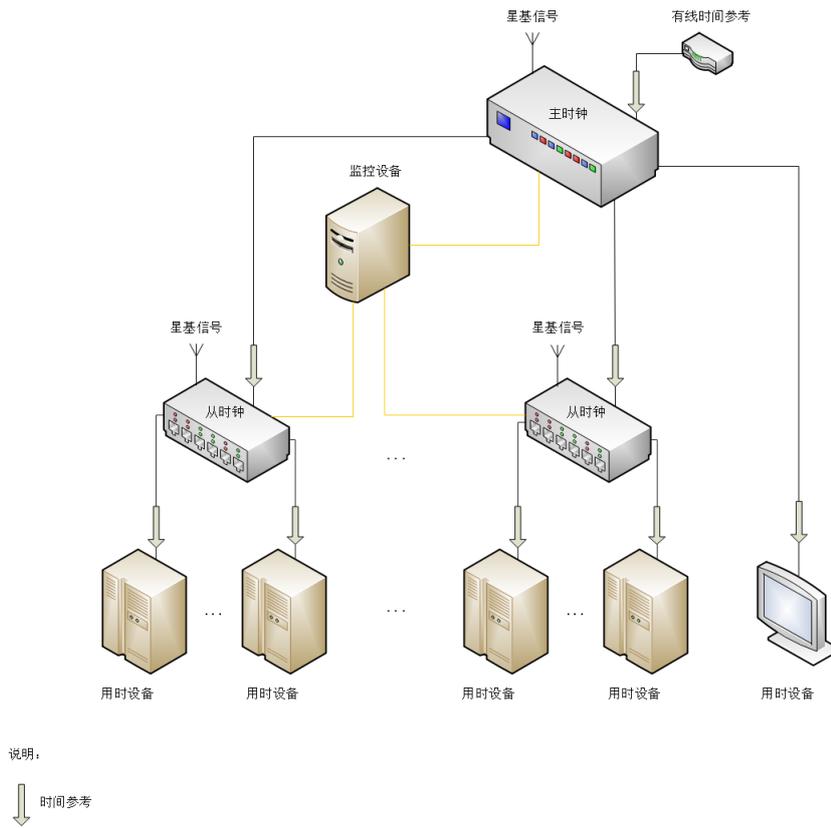


图1 单主时钟形式民航北斗授时系统组成示意图

- b) 双主时钟形式民航北斗授时系统由两台主时钟、多台从时钟（需要时）和信号传输介质组成，用来为用时设备进行对时。组成示意图见图 2。双母钟互为冗余，同一系统中同一时刻以其中一个主时钟为系统同步时钟源，另一个主时钟为备份系统同步时钟源。

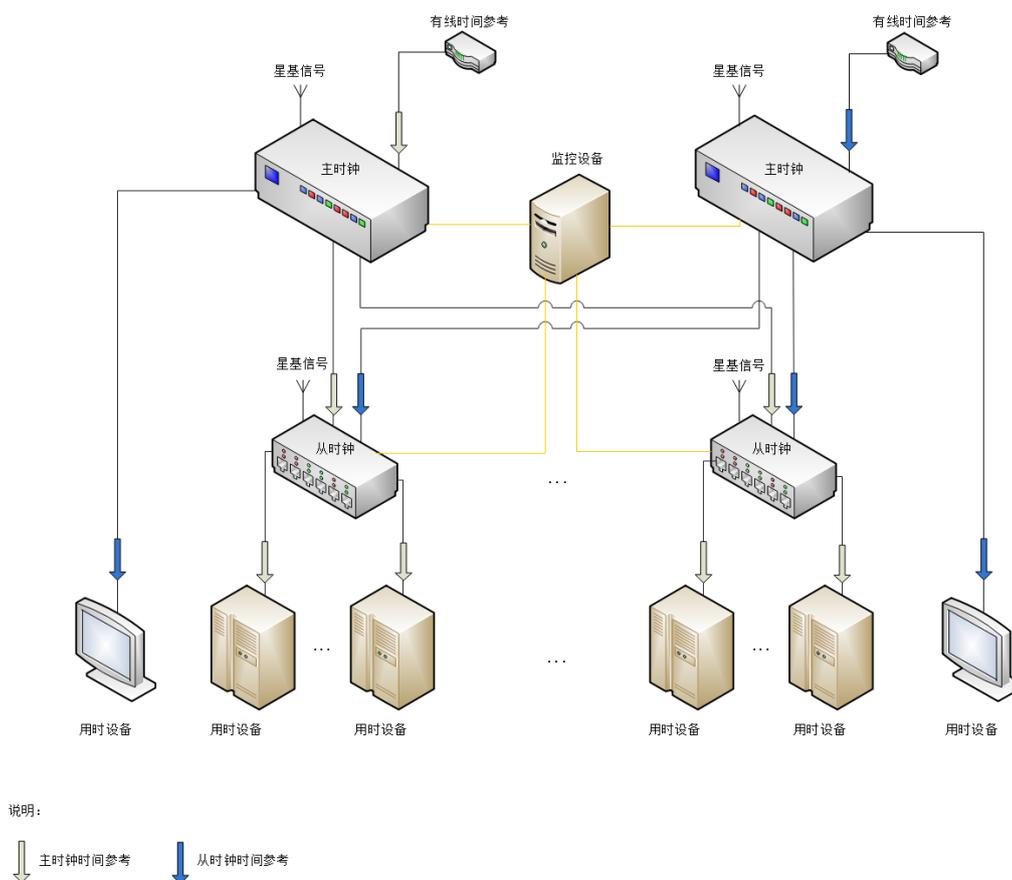


图2 双主时钟形式民航北斗授时系统组成示意图

5.2.2 系统配置要求

民航用时设备应根据授时需求并按照附录 A 给出的评价方法分为用时 A 级、用时 B 级和用时 C 级。民航北斗授时系统配置要求应符合表 1 的规定。

表1 不同用时设备等级对应民航北斗授时系统配置表

民航用时设备最高用时需求等级	冗余配置要求	频率源精度/稳定度	监控设备	时间同步信号传输
A	应采用双主时钟并行输出（从时钟按需配置）	应采用恒温控制晶体振荡器，宜采用铷原子钟	应配置监控设备	应选用光纤/双绞线 宜使用 PTP 协议
B	应采用双主时钟输出或单主时钟（从时钟按需配置）	应采用晶体振荡器，宜采用恒温控制晶体振荡器	宜配置监控设备	应选用双绞线 应使用 NTP 协议
C	应采用单主时钟/互联网授时	按需配置	按需配置	按需配置

5.2.3 系统运行方式

民航北斗授时系统通常采用独立运行方式和组网运行方式，并应满足以下要求。

- a) 采用独立运行方式时,仅接收北斗卫星导航系统时间参考信号,不接入外部有线时间参考信号。
- b) 采用组网运行方式时,除接收北斗卫星导航系统时间参考信号之外,还应接入外部有线时间参考信号。

5.3 时间同步设备

5.3.1 基本组成

时间同步设备通常由天馈单元、接收单元、处理单元和输出单元四部分组成,示意图见图3。

- a) 天馈单元包括接收天线及馈线,实现北斗卫星信号的接收。
- b) 接收单元实现对北斗卫星信号的下变频以及捕获、跟踪、译码以及定时解算处理。
- c) 处理单元接收 BDS 定时信号、外部时间参考等参考时间源,利用多源判决机制调整本地时钟输出。
- d) 输出单元输出 1PPS、串口、IRIG-B、NTP、PTP 等多种类型时间报文。

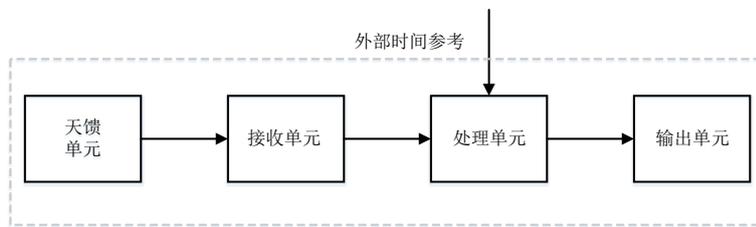


图3 时间同步设备组成示意图

5.3.2 功能要求

- 5.3.2.1 时间同步设备应具备接收北斗卫星导航系统时间参考信号及其它有线时间参考信号的功能。
- 5.3.2.2 时间同步设备应具备时间参考信号优先级选择功能,时间参考信号切换时应采用步进方式调整且步长可配置。
- 5.3.2.3 时间同步设备应具备对外部时间参考信号和时间信息的有效性、连续性检测功能。
- 5.3.2.4 时间同步设备应具备跟随和守时工作状态。
- 5.3.2.5 时间同步设备开启后在达到 5.3.3.4 规定的精度前不应输出时间信号。
- 5.3.2.6 时间同步设备应具有输出端延时补偿功能。
- 5.3.2.7 时间同步设备应具备输出时间参考信号和时间信息的功能。
- 5.3.2.8 时间同步设备应具备输入输出信号状态、当前时间参考信号、时间信息、故障等信息显示功能。
- 5.3.2.9 时间同步设备应具备闰秒、闰日、周计数翻转的处理功能,能接受外部时间参考信号给出的闰秒预告信号并正确执行和输出。
- 5.3.2.10 时间同步设备应具备自主守时功能。

5.3.3 性能要求

- 5.3.3.1 时间同步设备接收信号捕获灵敏度应优于-133 dBm,跟踪灵敏度应优于-138 dBm。
- 5.3.3.2 时间同步设备冷启动首次定时时间不应大于 5 min。
- 5.3.3.3 时间同步设备失锁后 10 s 内重新捕获卫星信号所需时间不应大于 1 s。
- 5.3.3.4 时间同步设备授时精度应优于 200 ns (RMS)。

5.3.3.5 时间同步设备在失去外部时间参考信号时应具备守时功能，主时钟在守时状态下的自主守时精度应优于 $1 \mu\text{s}/\text{d}$ ，从时钟在守时状态下的自主守时精度应优于 $100 \mu\text{s}/\text{d}$ 。

5.3.3.6 天线应满足以下指标要求：

- a) 天线增益：不低于 30 dBi；
- b) 极化方式：右旋圆极化；
- c) 工作频率：至少包含 $(1\,575.42 \pm 16.368)$ MHz、 $(1\,561.098 \pm 2.046)$ MHz；
- d) 输出阻抗： 50Ω ；
- e) 电缆损耗：不大于 10 dB。

5.3.4 时间同步输出信号及接口

5.3.4.1 时间同步设备应输出 1PPS 脉冲信号、IRIG-B (DC) 信号、串行口时间报文和 NTP 协议报文，宜具备输出 PTP 协议的能力。

5.3.4.2 时间同步设备天线输入信号接口应满足以下要求：

- a) 接口类型：N/TNC/BNC；
- b) 阻抗： 50Ω 。

5.3.4.3 时间同步设备输出信号接口应满足以下要求：

- a) 1PPS 信号接口：LVTTTL/TTL 电平（脉宽 1 ms~200 ms，上升沿小于 20 ns，前沿抖动小于 2 ns，阻抗 50Ω ），BNC/SMA；
- b) IRIG-B (DC) 码信号接口：端子/BNC；
- c) 网络接口：NTP/SNTP/PTP，10 M/100 M 自适应，RJ45 或 SFP 接口。

5.3.4.4 串行口时间报文宜采用异步方式输出，数据位 8 位，停止位 1 位，输出波特率可根据需要进行选择或设置。报文发送时刻，每秒应输出 1 帧，帧头与 1PPS 的前沿对齐，对齐误差小于 $1 \mu\text{s}$ 。串行口时间报文格式应符合表 2 的要求。

表2 串行口时间报文格式

字段序号	含义	长度	内容	取值范围
1	帧头	6 个字符	\$BDZDA	\$BDZDA
2	UTC 时间	6 个字符	前 2 位个字符表示“时”，中间 2 个字符表示“分”，后 2 个字符表示“秒”。	--
3	日	2 个字符	前 1 个字符表示十位，后 1 个字符表示个位。	‘01’~‘31’
4	月	2 个字符	前 1 个字符表示十位，后 1 个字符表示个位。	‘01’~‘12’
5	年	4 个字符	其中，第 1 个字符表示千位，第 2 个字符表示百位，第 3 个字符表示十位，第 4 个字符表示个位。	‘2000’~‘2099’
6	本地时区	2 或 3 个字符	表示本地时区	‘-12’~‘00’~‘+12’
7	时间标志	1 个字符	0: 时间无效；1: 时间有效	‘0’或‘1’

5.3.4.5 为保证授时精度及信号传输的质量，民航用时设备应按表 3 给出的对应关系选用信号接口。

表3 时间参考信号、接口类型与授时精度的对照

信号类型	接口类型				
	SFP	RS-422, RS-485	RS-232	BNC	RJ45
1PPS	—	$1 \mu\text{s}$	—	$1 \mu\text{s}$	—

表3 时间参考信号、接口类型与授时精度的对照（续）

信号类型	接口类型				
	SFP	RS-422, RS-485	RS-232	BNC	RJ45
串口时间报文	10 ms	10 ms	10 ms	—	—
IRIG-B (DC)	1 μ s	—	—	1 μ s	—
NTP	10 ms	—	—	—	10 ms
PTP	1 μ s	—	—	—	1 μ s

5.3.5 电源及安全性要求

5.3.5.1 时间同步设备应具备双电源输入接口，工作电源应满足以下要求：

- a) 交流电源 220 V, 50 Hz;
- b) 直流电源 24 V 或 48 V。

5.3.5.2 时间同步设备电源输入端与机壳间绝缘电阻应不小于 100 M Ω ，介电强度不小于 1 500 V 时泄漏电流应不大于 20 mA。

5.3.5.3 时间同步设备在输入电压或电流超过正常工作范围时应进行自动保护。

5.4 监控设备

5.4.1 监控设备应具有友好的人机界面，方便操作，能对用户的权限进行分级管理，同时能对重要操作进行提醒和确认。

5.4.2 监控设备应通过网络协议进行监控信息的采集，对系统工作状态做出正确的判决，形成并输出状态报告，采用不同授时源时状态报告应包含的内容如下：

- a) 当以无线时间参考信号为授时源时，状态报告至少包括：授时源种类、GNSS 源、自检时间、使用卫星数量、对时精度、设备状态及告警信息；
- b) 当以有线时间参考信号为授时源时，状态报告至少包括：授时源种类、授时源标识（IP）、自检时间、对时精度、设备状态及告警信息。

5.4.3 监控设备的失效不应影响授时功能。

5.4.4 应能通过人工干预对设备的工作状态进行控制，对设备参数进行配置，至少包括外部时间参考信号的优先级选择、补偿值和时间瞬时跳变门限设定等。

5.4.5 监控设备应具有日志保存功能，至少包括故障信息和操作信息，存储时间应不少于 90 d，能够对时间参考信号切换及时间跳变进行记录。

5.4.6 监控设备宜具备对外输出信息的接口，输出内容包含 5.4.2 中列出的状态信息。

5.5 传输介质

民航北斗授时系统内部网络的传输介质应满足系统对时间信号质量的要求。传输介质宜从下列几种传输介质中进行选择：

- a) 同轴电缆：用于室内短距离高质量地传输 TTL 电平信号，如 1PPS 脉冲信号和 IRIG-B (DC) 码 TTL 电平信号等；
- b) 屏蔽控制电缆：用于传输 RS-232、RS-422、RS-485 等串口时间报文信号；
- c) 光纤：用于远距离传输各种时间信号和需要高授时精度的场合；
- d) 双绞线：用于传输网络时间报文等信号。

6 验证方法

6.1 测试要求

6.1.1 环境要求

6.1.1.1 按环境条件分为仿真环境测试和实星环境测试，仿真环境测试主要用于对设备的定量考核测试，实星环境测试主要用于对设备的定性验证测试。出现差异时，应以仿真环境测试结果作为判别依据。其中捕获灵敏度、跟踪灵敏度、冷启动首次定时时间、失锁后 10 秒内重新捕获时间及对闰秒、闰日、周计数翻转的处理宜在仿真环境下进行测试。

6.1.1.2 仿真环境测试条件应满足以下要求：

- a) 实验室环境无影响正常工作的电磁干扰；
- b) 温度：20 °C ± 5 °C；
- c) 相对湿度：20%~80%；
- d) 采用无线或有线测试方式。

6.1.1.3 实星环境测试条件应满足以下要求：

- a) 室外单元：-40 °C~55 °C；
- b) 室内单元：-20 °C~55 °C；
- c) 测试现场周围无影响用户设备和测量标准正常工作的机械振动、冲击和电磁场干扰；
- d) 采用无线测试方式。

6.1.2 测试设备

测试设备的精度和功能应满足测试项目要求。

测试设备应经过计量检定合格，符合国家量值溯源规定，并在有效期内。

6.2 测试项目

民航北斗授时系统各技术要求应按附录B给出的测试方法开展测试，其对应关系见表4。

表4 测试方法一览表

序号	测试项目	指标要求	测试方法
1	民航北斗授时系统授时模式	5.1.1	B.2.1.1
2	民航北斗授时系统授时精度	5.1.2	B.2.1.2
3	MTBF、MTTR、设计寿命	5.1.3	B.2.1.3
4	民航北斗授时系统监控功能	5.1.4	B.2.1.4
5	民航北斗授时系统室内工作环境	5.1.5	B.2.1.5.1
			B.2.1.5.2
			B.2.1.5.3
6	民航北斗授时系统室外工作环境	5.1.6	B.2.1.6.1
			B.2.1.6.2
			B.2.1.6.3
			B.2.1.6.4
			B.2.1.6.5
			B.2.1.6.6

表4 测试方法一览表（续）

序号	测试项目	指标要求	测试方法
7	民航北斗授时系统运行方式	5.2.3	B.2.2
8	时间同步设备信号接入	5.3.2.1	B.2.3.1
9	时间同步设备时间参考信号选择及切换	5.3.2.2	B.2.3.2
10	时间同步设备的有效性、连续性测试	5.3.2.3	B.2.3.3
11	时间同步设备工作状态	5.3.2.4	B.2.3.4
12	时间同步设备时间信号输出	5.3.2.5	B.2.3.5
13	时间同步设备输出时延输出补偿	5.3.2.6	B.2.3.6
14	时间同步设备输出时间同步信号和时间信息	5.3.2.7	B.2.3.7
15	时间同步设备信息显示	5.3.2.8	B.2.3.8
16	时间同步设备闰秒、闰日、周计数翻转处理	5.3.2.9	B.2.3.9
17	时间同步设备自主守时	5.3.2.10	B.2.3.10
18	时间同步设备具备天线开路、短路保护功能，并给出报警信息	5.3.2.11	B.2.3.11
19	时间同步设备捕获灵敏度	5.3.3.1	B.2.4.1
20	时间同步设备跟踪灵敏度	5.3.3.1	B.2.4.2
21	时间同步设备冷启动首次定时时间	5.3.3.2	B.2.4.3
22	时间同步设备失锁后 10 秒内重新捕获时间	5.3.3.3	B.2.4.4
23	时间同步设备授时精度	5.3.3.4	B.2.4.5
24	时间同步设备主从时钟守时精度	5.3.3.5	B.2.4.6
25	时间同步设备天线	5.3.3.6	B.2.4.7
26	时间同步设备输入信号接口	5.3.4.2	B.2.5.1
27	时间同步设备输出信号接口——1PPS 信号	5.3.4.3	B.2.5.2.1
28	时间同步设备输出信号接口——IRIG-B(DC)信号	5.3.4.3	B.2.5.2.2
29	时间同步设备输出信号接口——网络接口	5.3.4.3	B.2.5.2.3
30	时间同步设备输出信号接口——串行口时间报文	5.3.4.4	B.2.5.2.4
31	双电源测试	5.3.5.1	B2.5.3.1
32	绝缘电阻测试	5.3.5.2	B2.5.3.2
33	耐电压测试	5.3.5.2	B2.5.3.3
34	保护	5.3.5.4	B2.5.3.4
35	监控设备分级管理和操作提醒	5.4.1	B.2.6.1
36	监控设备监控信息采集	5.4.2	B.2.6.2
37	监控设备失效对授时功能影响	5.4.3	B.2.6.3
38	监控设备对时间同步设备参数配置	5.4.4	B.2.6.4
39	监控设备工作日志保存	5.4.5	B.2.6.5
40	监控设备对外输出信息的接口	5.4.6	B.2.6.6

附录 A

(规范性)

民航用时设备用时需求分级评价体系

A.1 民航用时设备等级评价方法

A.1.1 在不考虑自带授时配置的前提下，民航用时设备可根据用时依赖性、业务连续性、用时精度要求、用时监控需求等四个维度进行综合评价定级。

- a) 用时依赖性：指授时系统输出的时标对用时设备输出的影响情况，全部失效或中断输出得 40 分，有输出且存在部分失效的 25 分，有输出且存在失效可能得 5 分；有输出且有效得 0 分。
- b) 业务连续性：指用时设备失效时对其主体民航业务的影响情况，改变服务方式得 30 分、导致服务运行标准提高 20 分；服务可靠性降低得 10 分；无影响得 0 分。
- c) 用时精度需求：是指用时设备正常工作状态下需要的时标精度要求，纳秒级别得 20 分；微秒级别得 15 分；毫秒级别得 10 分；秒级别得 5 分。
- d) 监控用时需求：是指用时设备的监控是否需要自动对时服务和是否需要授时设备的时标可靠性指示，用时设备的监控即不需要自动对时服务也不需要授时设备的时标可靠性指示得 0 分；用时设备的监控需要自动对时服务且不需要授时设备的时标可靠性指示或用时设备的监控不需要自动对时服务且需要授时设备的时标可靠性指示得 5 分；用时设备的监控需要自动对时服务且需要授时设备的时标可靠性指示得 10 分。

A.1.2 民航用时设备经综合评价后，根据综合评价得分可分为用时需求A级、用时需求B级和用时需求C级三个级别：

- a) 综合评价大于 80 分为民航 A 级用时需求；
- b) 大于等于 50 分且小于等于 80 分为民航 B 级用时需求；
- c) 小于 50 分为民航 C 级用时需求。

A.2 民航典型用时设备的等级评价样例

民航典型用时设备分级样例见表A.1。

表A.1 民航典型用时设备分级样例

民航用时设备	用时依赖性	业务连续性	用时精度	授时监控需求	总分	等级
民航空管系统						
空管自动化系统	40	30	10	10	90	A
高级场面活动引导与控制系统	40	30	10	10	90	A
机坪管制系统	40	30	10	10	90	A
管制综合信息系统	0	30	5	10	45	C
单重覆盖二次雷达	25	30	15	10	80	B
多重覆盖二次雷达	25	10	15	10	60	B
仪表着陆系统	0	30	5	5	40	C
全向信标系统	0	30	5	5	40	C
甚高频通信系统	0	30	5	5	40	C

表A.1 民航典型用时设备分级样例（续）

民航用时设备	用时依赖性	业务连续性	用时精度	授时监控需求	总分	等级
语音通信交换系统	0	30	5	5	40	C
记录仪	40	20	5	5	70	B
自动转报系统	25	30	5	5	65	B
民航通信网	0	30	5	5	40	C
一次雷达	5	0	5	5	15	C
场监雷达（单重覆盖且无MLAT）	5	30	5	5	45	C
场监雷达（冗余覆盖或有MLAT）	5	0	5	5	15	C
ADS-B地面站（无雷达覆盖且单重ADS-B信号）	25	30	20	10	85	A
ADS-B地面站（有雷达覆盖或多重ADS-B信号）	25	0	20	10	55	B
广域多点定位系统	40	0	10	10	60	B
场面多点定位系统（集中式-无SMR单覆盖）	25	20	20	10	85	A
场面多点定位系统（集中式-有SMR冗余覆盖）	20	0	20	10	50	B
场面多点定位系统（分布式-无SMR单覆盖）	40	30	20	10	100	A
场面多点定位系统（分布式-有SMR冗余覆盖）	40	0	20	10	70	B
天气雷达系统	20	0	5	5	30	C
自动气象观测系统	20	30	5	5	60	B
民用航空气象信息系统	20	0	5	5	30	C
其他	...	...	...	...	...	...
民航机场						
航站楼时钟系统	40	0	5	10	55	B
登机口航班控制系统 FCS	25	0	5	0	30	C
航班信息显示系统 FIDS	25	0	5	0	30	C
信息集成系统 AIS	25	0	5	0	30	C
离港系统	25	15	5	0	45	C
安检系统	25	15	5	0	45	C
其他	...	...	...	...	...	...
航空公司						
签派运行监控系统	25	0	10	0	35	C
航班运行保障系统	25	0	10	0	35	C
ACARS 系统	25	0	10	10	45	C
电子飞行包 EFB	25	0	10	0	35	C

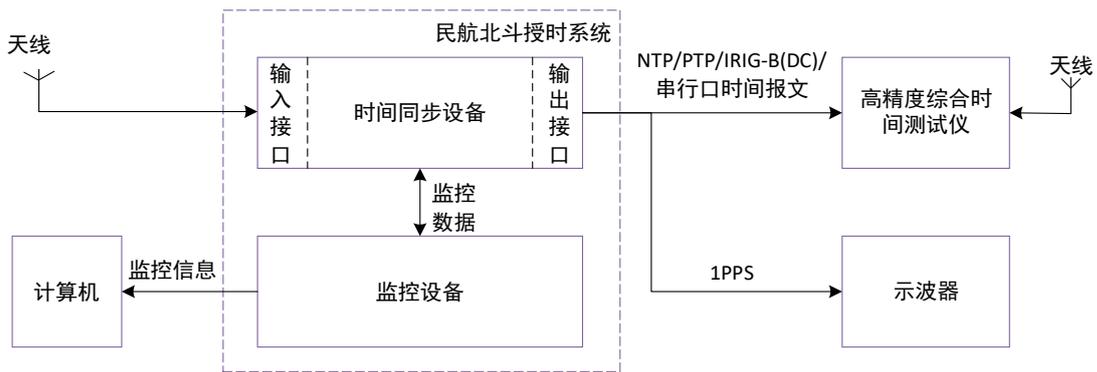
表A.1 民航典型用时设备分级样例（续）

民航用时设备	用时依赖性	业务连续性	用时精度	授时监控需求	总分	等级
飞行计划系统 FPM	25	0	10	0	35	C
运行数据中心系统 ODC	25	0	10	10	45	C
地面保障可视化系统 GCS	25	0	10	0	35	C
物联网平台	25	15	10	10	60	B
其他	...	...	...	...	...	...

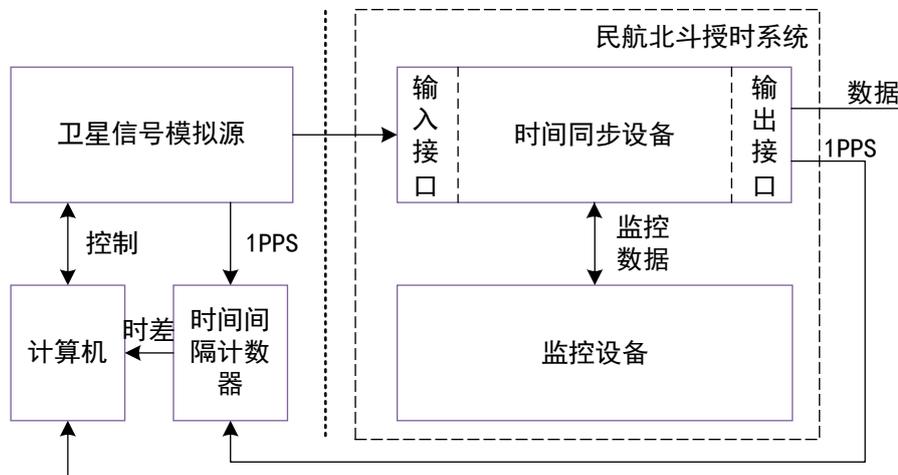
附录 B
(规范性)
民航北斗授时系统测试方法

B.1 测试连接

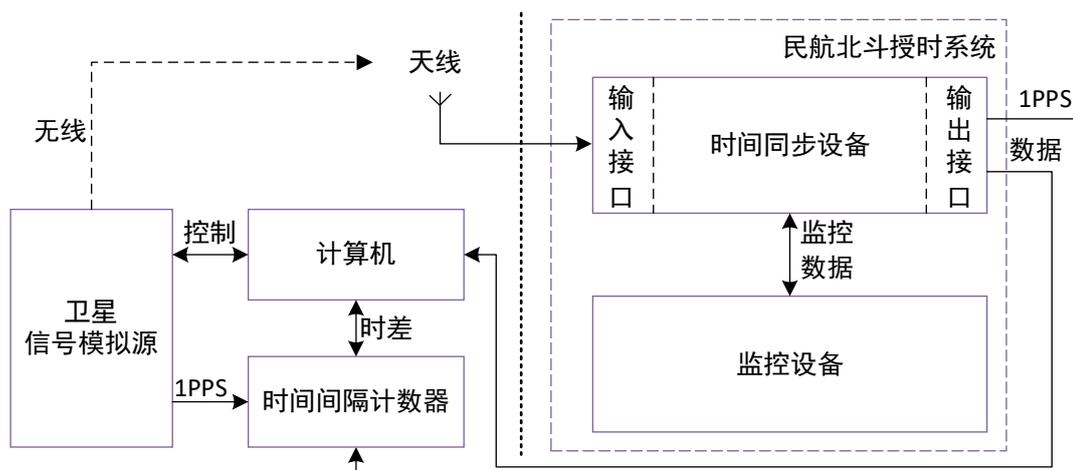
民航北斗授时系统测试连接示意图见图B.1至图B.3，根据具体测试项目进行选择。



图B.1 实星测试环境连接示意图



图B.2 仿真环境有线测试连接示意图



图B.3 仿真环境无线测试连接示意图

B.2 测试方法

B.2.1 民航北斗授时系统总体要求测试

B.2.1.1 民航北斗授时系统授时模式

测试方法如下：

- 按照图 B.1 实星环境测试连接示意图连接时间同步设备，测试时间同步设备是否能够卫星授时输出有效时间信息；
- 为时间同步设备提供有线授时时间参考信号，测试时间同步设备是否能够跟随时间参考信号输出有效时间信息；
- 保持全部时间参考信号连接，操作时间同步设备设置时间参考信号优先级，随机断开某时间参考信号，测试时间同步设备是否按照设置的优先级选择时间参考信号。

满足5.1.1要求则通过测试。

B.2.1.2 民航北斗授时系统授时精度

按照GB/T 37943—2019中8.3.1规定的方法进行测试。

B.2.1.3 MTBF、MTTR、设计寿命

依据可靠性分析报告等设计文档，对系统主要设备的MTBF、室内外设备的MTTR及系统设计寿命等指标进行确认，满足设计要求时通过测试。

B.2.1.4 民航北斗授时系统监控功能

测试方法如下：

- 检查系统是否具备监控设备，操作监控设备查看是否显示时间同步设备的工作状态和时间同步状态；
- 更改时间同步设备工作状态，测试监控设备显示的时间同步设备工作状态是否同步更改；
- 给时间同步设备连接全部时间参考信号，操作监控设备切换时间参考信号、设置输出信号延时补偿，测试监控设备显示的时间同步状态是否同步更改；

- d) 利用计算机查看监控设备是否输出民航北斗授时系统的时间同步设备工作状态、时间同步状态等信息。

测试结果满足5.1.4要求时通过测试。

B.2.1.5 民航北斗授时系统室内工作环境

B.2.1.5.1 工作温度

按照GB/T 2423.1和GB/T 2423.2规定的方法进行测试。

B.2.1.5.2 工作湿度

按照GB/T 2423.3规定的方法进行测试。

B.2.1.5.3 最高工作高度

按照GB/T 2423.21规定的方法进行测试。

B.2.1.6 民航北斗授时系统室外工作环境

B.2.1.6.1 工作温度

按照GB/T 2423.1和GB/T 2423.2规定的方法进行测试。

B.2.1.6.2 最大相对湿度

按照GB/T 2423.3规定的方法进行测试。

B.2.1.6.3 最高工作高度

按照GB/T 2423.21规定的方法进行测试。

B.2.1.6.4 防盐雾

按照GB/T 2423.17-2008规定的方法进行测试。

B.2.1.6.5 防水

按照GB/T 2423.38-2021规定的方法进行测试。

B.2.1.6.6 防尘

按照GB/T 2423.37-2006规定的方法进行测试。

B.2.2 民航北斗授时系统运行方式测试

依据设计文档和说明书，对系统的运行方式进行验证。

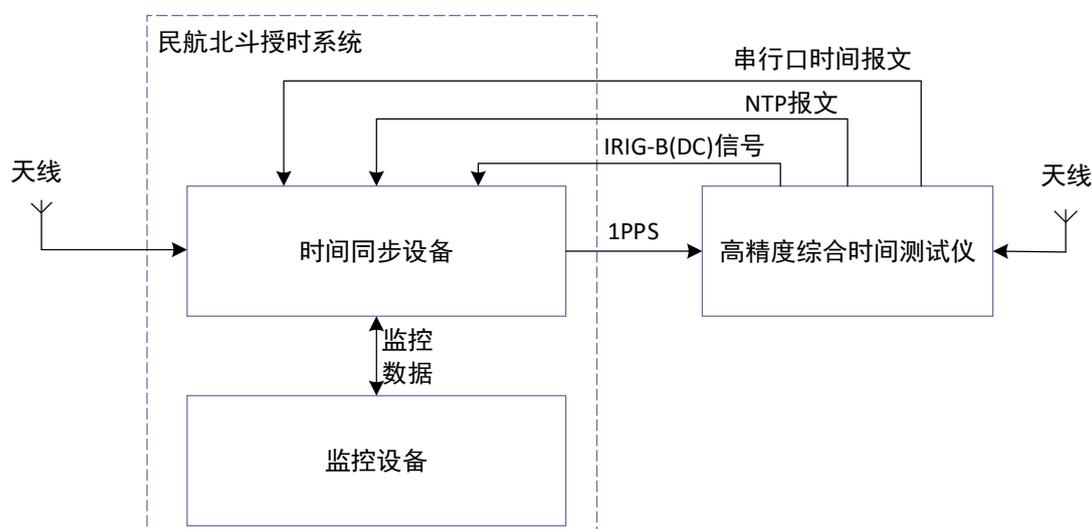
B.2.3 时间同步设备功能测试

B.2.3.1 信号接入

按照GB/T 37943-2019的8.2.1中的方法进行测试。

B.2.3.2 时间参考信号选择及切换

测试方法如下：采用图B.4方式进行测试连接，依据产品说明书操作时间同步设备依次选择北斗/NIP/IRIG-B(DC)码/串口时间报文(顺序不定)作为时间参考信号，观察时间同步设备时间参考信号选择是否正确，并检查时间同步设备在时间参考信号切换过程中的调整步长是否满足要求。



图B.4 时间参考信号选择切换功能测试连接示意图

B.2.3.3 外部参考信号有效性、连续性监测功能

测试方法如下：

- 给时间同步设备接入连续有效的外部参考信号，查看时间同步设备是否显示外部参考信号有效；
- 给时间同步设备接入连续无效的外部参考信号，查看时间同步设备是否切换至守时状态并且显示外部参考信号无效；
- 再次给时间同步设备接入有效的外部参考信号，查看时间同步设备是否切换至跟随状态并且显示外部参考信号有效；
- 断开外部参考信号，查看时间同步设备是否切换至守时状态并且显示无外部参考信号；
- 重复接入/断开有效的外部参考信号5次，查看时间同步设备工作状态和外部参考信号状态的显示是否正确。

时间同步设备可正确显示外部时间参考信号和时间信息的有效性、连续性，并且可根据外部时间参考信号和时间信息的有效性正确切换工作状态，则通过测试。

B.2.3.4 工作状态

测试方法如下：

- 为时间同步设备提供外部时间参考信号，待时间同步设备正常工作后，查看时间同步设备是否与外部时间参考信号保持同步状态；
- 断开时间同步设备所有外部时间参考信号，查看时间同步设备是否保持时间信息状态。

时间同步设备可与外部时间参考信号保持同步状态，并且断开外部时间参考信号后，时间同步设备可以保持时间信息状态，则通过测试。

B.2.3.5 设备开启后时间信号输出

测试方法如下：

- a) 采用仿真环境有线测试连接，时间同步设备输出 1PPS 信号接入示波器；
- b) 操作时间同步设备开机，测试时间同步设备是否输出 1PPS 信号；
- c) 操作卫星信号模拟源播发 BDS 信号，待时间同步设备正常工作后，时间同步设备锁定 BDS 信号，测试时间同步设备是否输出 1PPS 信号。

时间同步设备未锁定BDS信号时无1PPS信号输出，锁定BDS信号后输出1PPS信号，则通过测试。

B. 2. 3. 6 输出端延时补偿

测试方法如下：

- a) 采用仿真环境有线测试连接，时间同步设备输出 1PPS 信号和卫星信号模拟源 1PPS 接入示波器；
- b) 操作卫星信号模拟源播发 BDS 信号，等待 120 s，时间同步设备锁定 BDS 信号后，测试时间同步设备输出 1PPS 信号与卫星信号模拟源 1PPS 差值；
- c) 设置时间同步设备输出延时补偿参数，等待至少 1 s，测试时间同步设备输出 1PPS 信号偏移是否与设置的延时补偿值一致。

时间同步设备输出1PPS信号可按设置的延时补偿值偏移，则通过测试。

B. 2. 3. 7 输出时间同步信号和时间信息

测试方法如下：

- a) 采用图 B. 1 实星环境测试连接，待时间同步设备正常工作后；
- b) 查看示波器测试设备是否输出时间同步信号，查看高精度综合时间测试仪测试设备是否输出时间信息。

时间同步设备输出时间同步信号和时间信息则通过测试。

B. 2. 3. 8 信息显示

测试方法如下：

- a) 采用图 B. 2 仿真环境有线测试连接方式；
- b) 操作时间同步设备开机，查看时间同步设备显示的输入输出信号状态、当前时间参考信号、时间信息和故障信息；
- c) 操作卫星信号模拟源播发 BDS 信号，待时间同步设备锁定 BDS 信号；
- d) 查看时间同步设备是否显示 BDS 可见卫星状态，当前时间参考信号是否为 BDS，时间信息是否与卫星信号模拟源一致，是否指示输出信号状态。

时间同步设备能够显示输入输出信号状态、当前时间参考信号、时间信息、故障信息则通过测试。

B. 2. 3. 9 时间同步设备闰秒、闰日、周计数翻转处理

测试方法如下：

- a) 采用仿真环境有线或无线测试连接；
- b) 待时间同步设备正常工作后，操作卫星信号模拟源依次设置闰秒、闰日、周计数翻转的时间信息，播发卫星导航信号；
- c) 查看时间同步设备输出时间信息，测试时间同步设备是否正确处理。

时间同步设备可正确处理闰秒、闰日、周计数翻转则通过测试。

B. 2. 3. 10 时间同步设备自主守时

测试方法如下：

- a) 为时间同步设备提供外部时间参考信号，待时间同步设备正常工作后，查看时间同步设备是否与外部时间参考信号保持同步状态；
- b) 断开时间同步设备所有外部时间参考信号，查看时间同步设备是否保持时间信息状态。断开外部时间参考信号后，时间同步设备可以保持时间信息状态则通过测试。

B. 2. 3. 11 天线开路 and 短路保护功能

按照BD 420006—2015中5. 5. 6规定的方法进行测试。

B. 2. 4 时间同步设备性能测试

B. 2. 4. 1 捕获灵敏度

按照图B. 3示进行测试连接，将时间同步设备的天线架设在微波暗室/暗箱的转台上，调整到达天线口面的RNSS信号功率为-133 dBm。时间同步设备在冷启动状态下开机，待输出时间信息稳定后，分别设置天线方位角为0°、90°、180°、270°，仰角为30°、90°进行测试，比对时间同步设备输出的1PPS与信号模拟器的1PPS，计算授时精度，应符合5. 3. 3. 1指标要求。

B. 2. 4. 2 跟踪灵敏度

按照图B. 3所示进行测试连接，将时间同步设备的天线架设在微波暗室/暗箱的转台上，调整到达天线口面的RNSS信号功率为-133 dBm，待时间同步设备正常工作时调整信号功率为-138 dBm，分别设置天线方位角为0°、90°、180°、270°，仰角为30°、90°进行测试，比对时间同步设备输出的1PPS与信号模拟器的1PPS，计算授时精度，应符合5. 3. 3. 1指标要求。

B. 2. 4. 3 冷启动首次定时时间

按照图B. 3所示进行测试连接，将时间同步设备的天线架设在微波暗室/暗箱的转台上，调整到达天线口面的RNSS信号功率为-133 dBm，设置转台仰角为90°，方位角为0°。时间同步设备在冷启动状态下开机，然后以1 Hz的更新率连续记录输出的定时信息，找出首次连续10次输出定时误差不超过5. 3. 3. 2要求的定时信号和信息的时刻，计算从开机到上述10个输出时刻中第1个时刻的时间间隔，应不大于5min。

B. 2. 4. 4 失锁后 10 秒内重新捕获时间

按照GB/T 37943—2019中8. 3. 8规定的方法进行测试。

B. 2. 4. 5 授时精度

按照GB/T 37943—2019中8. 3. 1规定的方法进行测试。

B. 2. 4. 6 主从时钟守时精度

按照GB/T 37943—2019中8. 3. 3规定的方法进行测试。

B. 2. 4. 7 天线

依据时间同步设备的设计报告、测试报告、天线选型说明等设计文档，对时间同步设备天线的增益、极化方式、工作频率、输出阻抗、电缆损耗等指标进行确认，满足设计要求时通过测试。

B. 2. 5 时间同步设备输出信号及接口测试

B.2.5.1 输入信号接口

目测检查时间同步设备的天线输入信号接口类型是否为N/TNC/BNC，依据设计文档和说明书等验证天线输入接口阻抗。

天线输入接口为N/TNC/BNC，阻抗为50 Ω，则通过测试。

B.2.5.2 输出信号接口

B.2.5.2.1 1PPS 信号接口

按照BD 520002—2019中9.3规定的方法进行测试。

接口类型、信号电平、脉宽、上升沿（时间）、前沿抖动、授时精度均满足5.3.4.3 a) 规定的要求，则通过测试。

B.2.5.2.2 IRIG-B(DC)信号接口

按照BD 520002—2019中9.5规定的方法进行测试。

接口类型和授时精度均满足5.3.4.3 b) 规定的要求，则通过测试。

B.2.5.2.3 网络接口

按照BD 520002—2019中9.9和9.10规定的方法进行测试。

接口类型和授时精度均满足5.3.4.3 c) 规定的要求，则通过测试。

B.2.5.2.4 串行口时间报文接口

按照BD 520002—2019中9.6规定的方法进行测试。

同步精度、报文格式和授时精度均满足5.3.4.4规定的要求，则通过测试。

B.2.5.3 时间同步设备电源及安全性测试

B.2.5.3.1 双电源供电

测试方法如下：

- a) 查看时间同步设备电源设计文档，测试时间同步设备电源输入是否为两路；
- b) 两路输入电源中，测试交流电源是否满足220 VAC，50 Hz；直流电源是否满足48 V或24 V；
- c) 为时间同步设备提供两路输入电源，查看时间同步设备工作状态。断开任意一路输入电源，查看时间同步设备是否仍正常工作。

时间同步设备为两路输入电源，满足5.3.5.1要求，并且断开任意一路输入电源时，时间同步设备仍可正常工作，则通过测试。

B.2.5.3.2 绝缘电阻

按照GB/T 37943—2019中8.3.13规定的方法进行测试。

B.2.5.3.3 耐电压

按照GB/T 37943—2019中8.3.14规定的方法进行测试。

B.2.5.3.4 保护

按照GB/T 37943—2019中8.3.14规定的方法进行测试。

B.2.6 监控设备测试

B.2.6.1 监控设备分级管理和操作提醒

操作监控设备，测试是否能对用户的权限进行分级管理，查看是否能对重要操作进行提醒和确认。测试结果满足5.4.1规定要求则通过测试。

B.2.6.2 监控设备监控信息采集

测试方法如下：

- a) 采用实星环境测试连接，查看监控设备是否采集时间同步设备状态信息，显示的系统工作状态是否正确，是否能够输出状态报告；
- b) 检查状态报告是否包括授时源种类、GNSS源、自检时间、使用卫星数量、对时精度、设备状态及告警信息；
- c) 利用高精度综合时间测试仪为时间同步设备提供 NTP 有线参考时间信号，检查状态报告是否包括授时源种类、授时源标识（IP）、自检时间、对时精度、设备状态及告警信息。

测试结果满足5.4.2要求规定要求则通过测试。

B.2.6.3 监控设备失效对授时功能影响

测试方法如下：

- a) 采用实星环境测试连接，查看监控设备是否采集时间同步设备状态信息，查看时间同步设备是否卫星授时；
- b) 断开监控设备与时间同步设备连接，测试时间同步设备输出的时间同步信号和时间信息是否跳变。

测试结果满足5.4.3规定要求则通过测试。

B.2.6.4 监控设备对时间同步设备的参数配置

操作监控设备设置时间同步设备的外部时间参考信号优先级选择、补偿值和时间瞬时跳变门限，测试时间同步设备是否同步调整。

测试结果满足5.4.4规定要求则通过测试。

B.2.6.5 监控设备工作日志保存功能

测试方法如下：

- a) 操作监控设备查看是否可保存日志，日志是否包含故障信息和操作信息；
- b) 依据监控设备参数报告，对存储时间进行验证；
- c) 切换时间同步设备的外部时间参考信号，查看日志是否记录；
- d) 更改外部时间参考信号时间信息，查看日志是否记录时间跳变。

测试结果满足5.4.5规定要求则通过测试。

B.2.6.6 监控设备输出接口

利用计算机查看监控设备是否输出民航北斗授时系统中时间同步设备工作状态，是否包含授时源种类、测试时间、使用卫星数量、对时精度、设备状态及告警信息。

测试结果满足5.4.6规定要求则通过测试。

参 考 文 献

- [1] GB/T 37937—2019 北斗卫星授时终端技术要求
 - [2] GB/T 39267—2020 北斗卫星导航术语
 - [3] IRIG Standard 200-04 IRIG serial time code formats
 - [4] RFC 1305 Network time protocol (version 3) specification, implementation and analysis
-