



中华人民共和国国家标准

GB/T 37943—2019

北斗卫星授时终端测试方法

Test methods for BD Timing terminal

2019-08-30发布

2019-12-01实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

引言 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 概述 2

 5.1 坐标系统 2

 5.2 时间系统 2

6 授时终端分类 2

7 测试条件 3

 7.1 测试方式 3

 7.2 测试环境 3

 7.3 测试设备 3

8 测试方法 4

 8.1 一般要求测试 4

 8.2 功能测试 4

 8.3 性能测试 7

 8.4 接口测试 11

 8.5 环境适应性测试 12

 8.6 电磁兼容测试 13

 8.7 可靠性测试 13

参考文献 14

前 言

本标准按照 GB/T1.1—2009给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本标准起草单位：中国电子科技集团公司第五十四研究所、中国电子技术标准化研究院、广州比逊电子科技有限公司、郑州威科姆科技股份有限公司、成都国星通信有限公司、中国移动通信集团设计院有限公司、北京卫星导航中心、北京北斗星通导航技术股份有限公司、北京和协航电科技有限公司、深圳市远东华强导航定位有限公司。

本标准主要起草人：杜辉、陈情、梁冰、杨玉清、孙新宇、高惠、高鹏、杜雪涛、陈向东、曹雪勇、李凭。

引 言

本标准 of 北斗卫星授时及应用系列标准之一。主要对北斗卫星授时终端的通用测试方法进行了规定。



北斗卫星授时终端测试方法

1 范围

本标准规定了北斗卫星授时终端（以下简称授时终端）的分类、测试条件和测试方法。
本标准适用于使用北斗卫星导航系统的授时终端的设计、生产及检验。

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/T2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
GB/T2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
GB/T2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验cab：恒定湿热试验
GB/T2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
GB/T2423.38—2008 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/T17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T17626.4—2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
GB/T17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
GB/T17626.6—2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
GB/T19391—2003 全球定位系统（GPS）术语及定义
GB/T37937—2019 北斗卫星授时终端技术要求

3 术语和定义

GB/T37937—2019和 GB/T19391—2003界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了 GB/T37937—2019和 GB/T19391—2003中的某些术语和定义。

3.1

授时精度 *timing accuracy*

授时准确度

输出时间与标准时间的偏差程度。

〔GB/T37937—2019，定义 3.1〕

3.2

频率准确度 *frequency accuracy*

输出实际频率值与其标称值的相对偏差程度。

〔GB/T37937—2019，定义 3.2〕

3.3

频率稳定度 *frequency stability*

取样时间内平均频率的随机起伏程度。

注：改写 GB/T12498—2012，定义 3.4。

3.4

终端接收时延 *receive time delay of terminal*

从授时终端的天线相位中心接收导航卫星信号到输出时标信号所产生的时延。

〔GB/T 37937—2019, 定义 3.4〕

3.5

终端收发时 *receive and transmit time delay of terminal*

从授时终端的接收天线相位中心接收北斗卫星信号到从发射天线相位中心发出入站信号所产生的时延。

〔GB/T 37937—2019, 定义 3.5〕

3.6

捕获 *acquisition*

授时终端对接收到的卫星信号完成码同步和载波同步的处理过程。

〔GB/T 19391—2003, 定义 2.30〕

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。



BDS：北斗卫星导航系统（*BeiDou navigation satellite system*）
CGCS2000：2000 中国大地坐标系（*China Geodetic Coordinate System 2000*）

EIRp：等效全向性辐射功率（*Effective isotropic radiated power*）

RDSS：卫星无线电测定业务（*Radio determination satellite service*）

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

UTC：协调世界时（*Universal time coordinated*）

WGS84：1984 世界大地坐标系（*World Geodetic System 84*）

1pps：秒脉冲（*1 pulse per second*）

5 概述

5.1 坐标系统

应采用 CGCS2000 或 WGS84, 宜采用 CGCS2000。

5.2 时间系统

授时终端输出的时间应为 UTC。

6 授时终端分类

授时终端分为单向授时终端和双向授时终端两类。具体类型见表 1。

表 1 授时终端分类

类型	基本功能	扩展功能
单向授时终端	<div>— 单向授时；</div> <div>— 时标信号、时间信息输出；</div> <div>— 工作状态监测；</div> <div>— 参数设置功能</div>	<div>— 定位；</div> <div>— 守时；</div> <div>— 自主完好性监测；</div> <div>— 频率信号输出</div>

表 1 (续)

类型	基本功能	扩展功能
双向授时终端	<div>— 双向授时；</div> <div>— 时标信号、时间信息输出；</div> <div>— 工作状态监测；</div> <div>— 用户授权与安全管理；</div> <div>— 参数设置功能</div>	<div>— 定位；</div> <div>— 短报文通信；</div> <div>— 守时；</div> <div>— 自主完好性监测；</div> <div>— 频率信号输出</div>

7 测试条件

7.1 测试方式

测试方式分两类：

- a) 方式 1:基于真实卫星信号测试，可进行 GB/T37937—2019规定的功能要求中除用户授权与抑制（8.2.6）和完好性监测（8.2.11）以外项目的测试，以及 GB/T37937—2019规定的性能要求中除接收信号灵敏度（8.3.6）、接收信号功率变化范围（8.3.7）、卫星信号重捕时间（8.3.8）、发射信号 EIRP值（8.3.9）、发射信号带外辐射（8.3.10）和终端收发时延（8.3.12）以外项目的测试；
- b) 方式 2:基于卫星信号模拟器测试，可进行全部项目的测试。

仲裁时应采用方式 2。

7.2 测试环境

7.2.1 气候环境

除另有特殊规定外，所有测试都应在测试用标准大气条件下进行：

- a) 温度：15℃~35℃；
- b) 相对湿度：25%~75%；
- c) 大气压力：86 kPa~106 kPa。

7.2.2 测试场地

采用 7.1a) 方式 1时，测试场地应无强电磁干扰源，如通信基站、雷达等，并空旷无遮挡。
采用 7.1b) 方式 2时，应在微波暗室或微波暗箱中进行。

7.3 测试设备

测试设备应经过计量检定合格，并在有效期内。主要测试设备及要求见表 2。

表 2 主要测试设备及要求

序号	设备名称	设备要求
1	RDSS信号模拟器	具备射频无线出站信号发射、无线入站信号接收处理、串口通信功能和输出本地 1PPS功能
2	RNSS信号模拟器	具备射频无线信号发射、串口通信功能和输出本地 1PPS功能

表 2 (续)

序号	设备名称	设备要求
3	标准时间源	具有基于 UTC秒脉冲和时间信息输出,时间精度应比被测授时终端授时精度高 一个数量级
4	标准频率源	具有标准频率信号输出,频率准确度应比被测授时终端高 一个数量级 ; 频率稳定 度应优于被测授时终端输出频率稳定度的 1/3
5	时间间隔计数器	可同时接不少于两路输入信号,分辨率优于 1ns
6	频率计数器	具备外频标输入功能,频率分辨率优于 10位/s
7	示波器	带宽不小于 500MHz,具备存储功能,可同时接不少于两路输入信号
8	频谱仪	带宽不小于 3 GHz
9	计算机	含测试用软件
10	绝缘电阻测试仪	测试电压 : DC500V, 量程不小于 100MΩ
11	绝缘强度测试仪	测试电压 : AC/DC不低于 1500V, 漏电流量程 : 0mA~100mA

8 测试方法

8.1 一般要求测试

8.1.1 尺寸和重量

采用量具和衡器进行测量。

8.1.2 标志

采用目测法进行检查。

8.1.3 外观

采用目测法进行检查。

8.2 功能测试

8.2.1 单向授时



按图 1所示连接测试设备,依据产品说明书设置授时终端为单向授时模式,分别在示波器及计算机上观察是否有时标信号和时间信息输出,并检查输出的时间信息是否正确。

图 1 授时测试原理框图

8.2.2 双向授时

按图 1所示连接测试设备，依据产品说明书设置授时终端为双向授时模式，分别在示波器及计算机上观察是否有时标信号和时间信息输出，并检查输出的时间信息是否正确。

8.2.3 时标信号输出

按图 1所示连接测试设备，在示波器上观察是否有时标信号输出。

8.2.4 时间信息输出

按图 1所示连接测试设备，在计算机上观察是否有时间信息输出。

8.2.5 工作状态监测

按图 1所示连接测试设备，更改授时终端的工作状态（天线连接、输入输出接口连接、卫星跟踪锁定及授时/守时等），依据产品说明书观察授时终端的工作状态指示。

8.2.6 用户授权与抑制

本项测试仅适用双向授时终端。

按图 2所示连接测试设备，测试方法如下：

- a) 用户授权：依据产品说明书读取授时终端的用户卡信息，在计算机上观察能否正确获取用户卡信息。
- b) 抑制：通过信号模拟器向授时终端分别发送抑制和抑制解除指令，在计算机上观察授时终端是否进入相应的抑制和抑制解除状态。

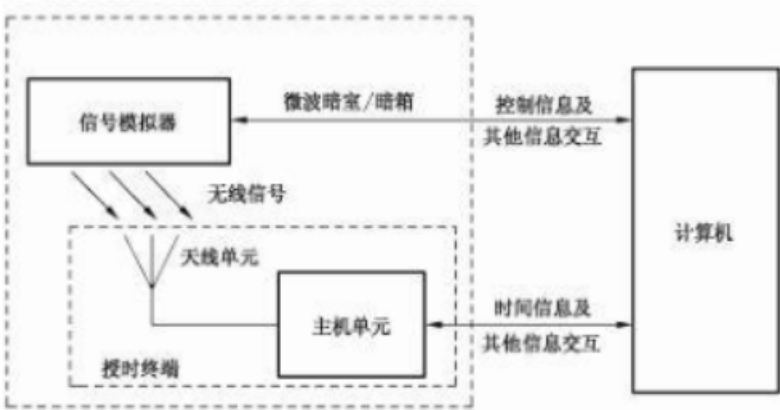


图 2 用户授权与抑制测试原理框图

8.2.7 参数设置

8.2.7.1 天线坐标

依据产品说明书分别采用输入位置坐标方式或授时终端自主定位方式，进行天线相位中心坐标设置和保存功能验证。

8.2.7.2 终端时延

依据产品说明书进行终端时延（包括终端接收时延和终端收发时延）设置和保存功能验证。

8.2.8 定位

按图 1所示连接测试设备,依据产品说明书设置授时终端为定位输出状态,观察是否有定位结果输出。

8.2.9 短报文通信

短报文通信功能按 7.1中 a) 和 b) 两种测试方式测试时, 测试方法有所不同。

按 7.1a) 方式 1测试时：按图 3所示连接测试设备，依据授权发射频度由被测授时终端和参考授时终端之间互发短报文,观察对应授时终端是否有正确的短报文输出。

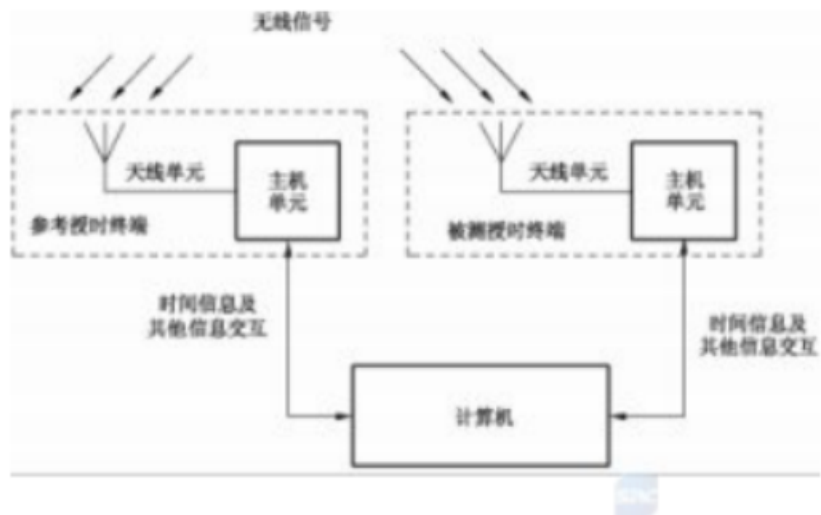


图 3 短报文通信测试原理框图

按 7.1b) 方式 2测试时：按图 2所示连接测试设备，依据授权发射频度控制授时终端向自身发送短报文通信,观察授时终端是否有正确的短报文输出。

8.2.10 守时

按图 4所示连接测试设备,待授时终端进入正常授时状态后,使授时终端停止接收卫星信号 10 min,观察授时终端停止接收卫星信号前后输出时间的连续性。

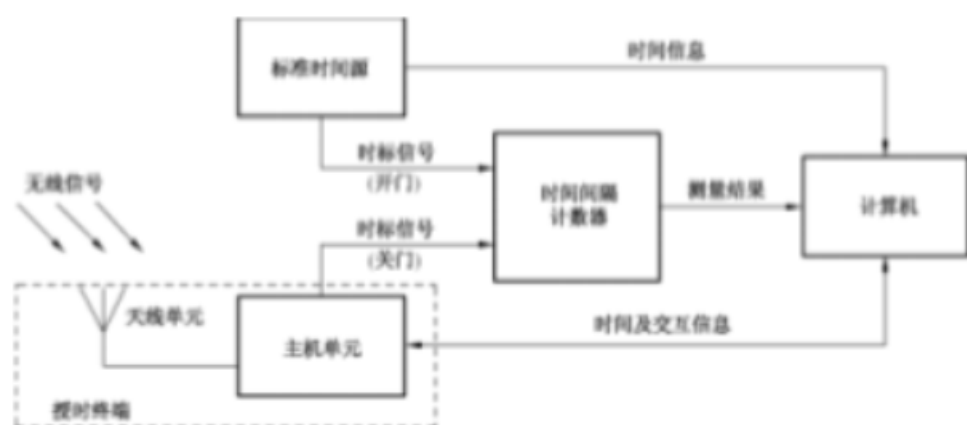


图 4 守时/授时测试原理框图

8.2.11 完好性监测

按图 2所示连接测试设备,设置信号模拟器模拟卫星状态 (包括卫星信号和导航电文信息) 异常,在计算机上观察授时终端是否能正确检测并提示。

8.2.12 频率信号输出

按图 5所示连接测试设备,在示波器/频率计数器上观察是否有频率信号输出。



图 5 频率信号输出测试原理框图

8.3 性能测试

8.3.1 单向授时精度

单向授时精度的测量应在授时终端进入稳定工作状态后进行。进入稳定工作状态的时间由产品标准规定。

按图 4所示连接测试设备,依据产品说明书设置授时终端为单向授时模式,用时间间隔计数器测量两时标信号的时间间隔,测试 24h,记录并比对授时终端和标准时间源输出的时间信息,若出现错误,则判定该项测试无效;若无错误,则按式 (1) 计算授时精度。

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta_i^2}$$

.....(1)

式中：

s — 测量结果的标准差；

N — 测量结果中数据的数目；

Δi — 测量结果中的第 i 个数据。

8.3.2 双向授时精度

此项测试仅适用双向授时终端。

按图 4所示连接测试设备,依据产品说明书设置授时终端为双向授时状态,用时间间隔计数器测量两时标信号的时间间隔,待授时终端进入稳定工作状态后,测试 24h,记录并比对授时终端和标准时间源输出的时间信息,若出现错误,则判定该项测试无效;若无错误,则按式 (1) 计算授时精度。

8.3.3 守时精度

按图 4所示连接测试设备，待授时终端进入稳定工作状态后，中断卫星信号接收 24h,在这 24h

内,用时间间隔计数器测量两时标信号的时间间隔,记录并比对授时终端和标准时间源输出的时间信息,若出现错误,则判定该项测试无效;若无错误,则对 24h 内时间间隔测量值取绝对值并按照从大到小的顺序排序,最大值即为 24h 的守时精度。

8.3.4 频率准确度

按图6所示连接测试设备,将标准频率源输出的频率信号 (F_0) 和授时终端输出的频率信号 (F_x) 分别通过分频钟 1、2分频为两路秒脉冲。待授时终端进入稳定工作状态后,用时间间隔计数器测量两秒脉冲的时间间隔 (T_1),相隔时间 τ 后再测量一次,测得两秒脉冲的时间间隔 (T_2),按式 (2) 计算 T_1 与 T_2 之间的时差 ΔT , 按式 (3) 计算频率准确度 (Rf)。

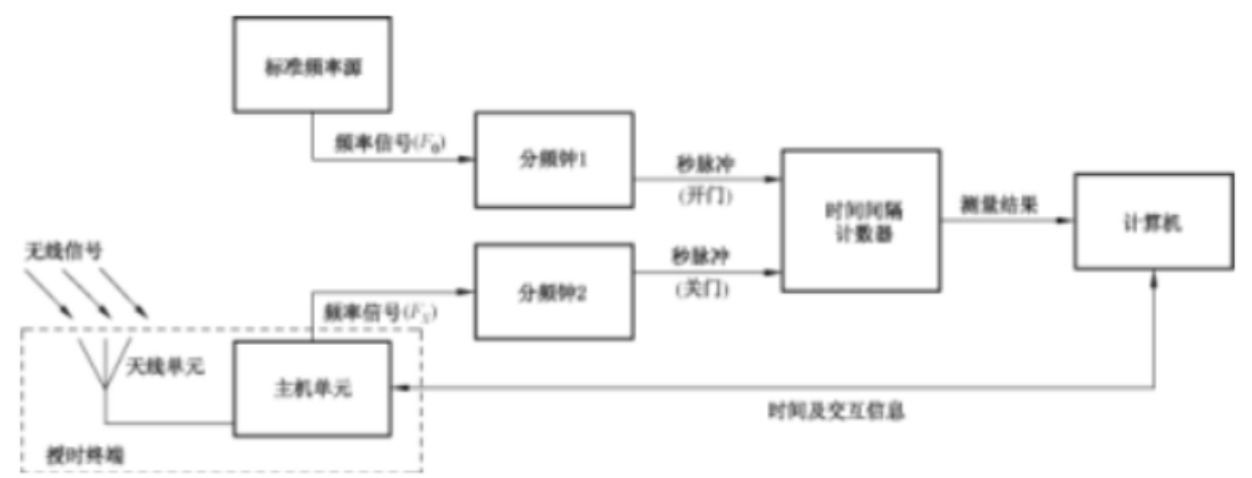


图 6 频率准确度测试原理框图

$$\Delta T=|T_1-T_2|$$

.....(2)

式中:

ΔT —时差,单位为秒 (松);

T_1 — 前一次测量的时间间隔,单位为秒 (松);

T_2 — 后一次测量的时间间隔,单位为秒 (松)。

$$Rf=\frac{\Delta T}{\tau}$$

.....(3)

式中:

Rf — 频率准确度 ;

ΔT — 时差,单位为秒 (松);

τ — 取样时间,单位为秒 (松)。

8.3.5 频率稳定度

按图7所示连接测试设备,将授时终端的输出频率信号 (F_x) 和标准频率源的输出频率信号 (F_0) 分别连接到频差倍增器的输入端, F_0 和 F_x 的频率差(Δf) 经倍增 M 倍后, 用时间间隔计数器测量频差倍增器输出频率值 (f_r)。待授时终端进入稳定工作状态后, 按照 GB/T37937—2019中 9.1.5规定的取样时间(τ)采集 N 个取样频率数据 (f_i),按式 (4) 计算频率的稳定度。

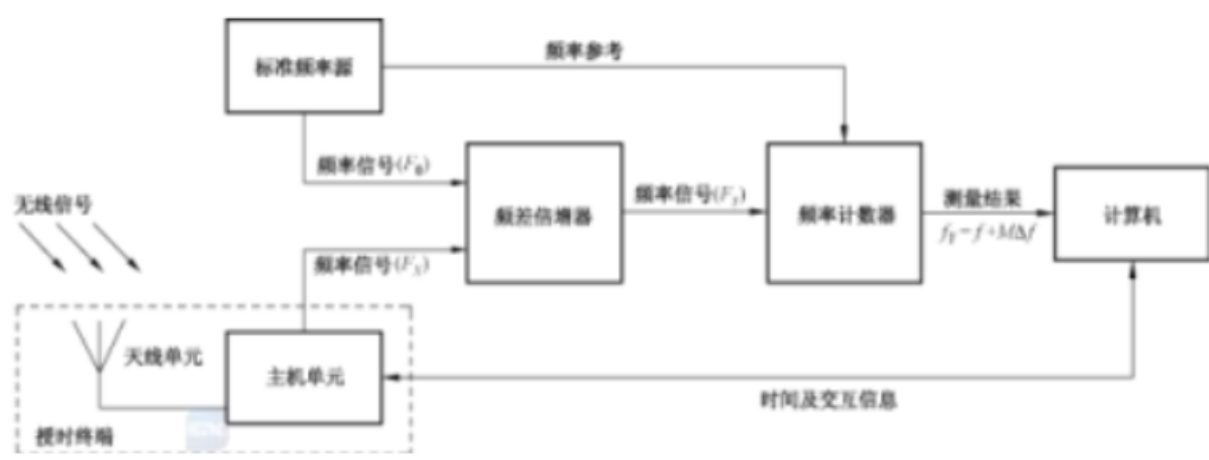


图 7 频率稳定度测试原理框图

$$\sigma(T) = \frac{1}{M f_0} \sqrt{\sum_{i=1}^{2N} (f_i - f_0)^2} \dots\dots\dots(4)$$

式中：

$\sigma(T)$ — 取样时间为 T 的频率稳定度；

M — 频差的倍增数；

f_0 — 参考信号频率值；

N — 样本中数据的数目，一般不少于 30 个；

f_i — 样本中的第 i 个频率数据。

8.3.6 接收信号灵敏度

按图 2 所示连接测试设备，将授时终端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信号功率（RDSS授时终端为 -157.6 dBW，RNSS授时终端为 -163 dBW），分别设置天线方位角为 0°、90°、180°、270°，仰角为 30°、90°。进行测试，比对授时终端解析输出的电文与信号模拟器的原始电文，计算误码率。

8.3.7 接收信号功率变化范围

按图 2 所示连接测试设备，将授时终端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信号功率（RDSS授时终端在 -157.6 dBW~ -142.6 dBW 变化，RNSS授时终端在 -163 dBW~ -143dBW 变化），分别设置天线方位角为 0°、90°、180°、270°，仰角为 30°、90°。时进行测试，比对授时终端解析输出的电文与信号模拟器的原始电文，计算误码率。

8.3.8 卫星信号重捕时间

按图 2所示连接测试设备，将授时终端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信号功率（RDSS授时终端为 -157.6 dBW，RNSS授时终端为 -163 dBW），在授时终端正常工作时中断卫星信号，10 s后恢复卫星信号并启动计时，在收到授时终端完成捕获信号时终止计时，该时间即为卫星信号重捕时间。

8.3.9 发射信号 EIRP值

本项测试仅适用双向授时终端。

按图 8所示连接测试设备,将授时终端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信号功率为-154.6 dBW。分别设置天线方位角为 0°、90°、180°、270°,仰角为 30°、90°,进行测试,控制授时终端进行定位申请,用频谱仪观测授时终端发射信号功率,计算 EIRP值。

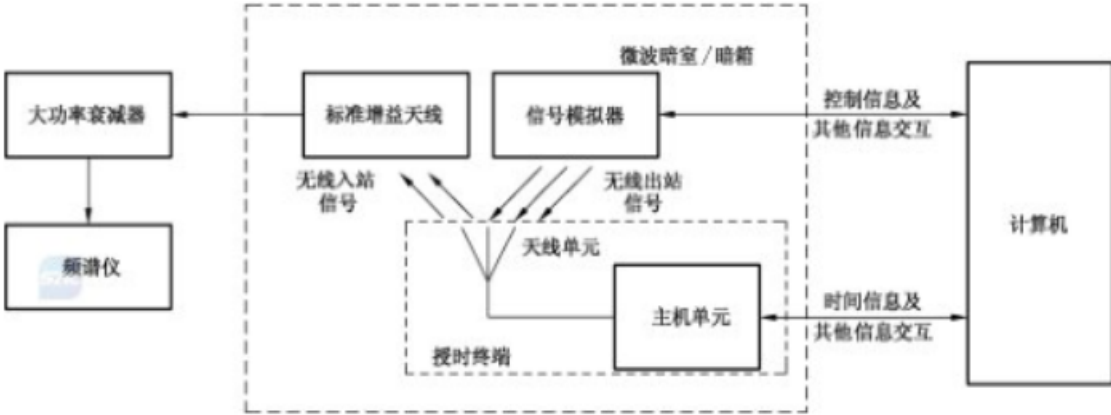


图 8 发射信号 EIRP值测试原理框图

8.3.10 发射信号带外辐射

本项测试仅适用双向授时终端。

按图 8所示连接,控制授时终端进行定位申请,用频谱仪观测授时终端的发射信号频谱,依据 GB/T37937—2019中 9.3.2规定的带宽读取对应的信号功率,计算带外辐射。

8.3.11 定位精度

按图 9所示连接,采用7.1a)方式1时将授时终端的天线放置在已知坐标点上,采用7.1b)方式2时将授时终端的天线架设在微波暗室/暗箱的转台上。正常输出定位结果后,记录 n 次($n>100$)的实时定位结果,计算定位结果相对于基准点坐标的高程偏差(Δh)和水平偏差(Δ_1),将这两个偏差值的绝对值分别按照从大到小的顺序排列,按 5%的比例去掉排列中数值最大的数据,剩余数据的最大值即为高程和水平定位精度。高程和水平定位偏差分别按式(5)和式(6)进行计算。



图 9 定位精度测试连接框图

$$\Delta h=|h_i-h_0| \dots\dots\dots(5)$$

式中：

Δh — 高程定位偏差,单位为米 (m)；

h_i — 高程定位结果,单位为米 (m)；

h_0 —— 基准点高程,单位为米 (m) 。

$$\Delta l = \sqrt{(X_0 - X_j)^2 + (y_0 - y_j)^2} \dots \dots \dots (6)$$

式中：

Δl —— 水平定位偏差,单位为米 (m) ；

x_0, y_0 —— 基准点水平坐标，单位为米 (m) ；

$x_i, >i$ —水平定位结果，单位为米（m）。

8.3.12 终端收发时延

本项测试仅适用双向授时终端。

按图 2所示连接，将授时终端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信号功率为-157.6 dBW。控制授时终端进行自动定位申请，测量从模拟信号源发射信号到收到对应恢入站信号的时间间隔，该时间间隔与测试时延（包括空间链路的时延和模拟信号源的收发设备时延）之差即为终端收发时延，测试 100次，记录测试结果中最小值和最大值。

8.3.13 绝缘电阻

用绝缘电阻测试仪测量授时终端电源输入端与机壳之间的电阻值。

8.3.14 耐电压

进行耐电压测试前应先测试绝缘电阻，绝缘电阻大于 1MΩ时才能进行本项测试。

使用绝缘强度测试仪控制在 10s 时间内将授时终端电源输入端与机壳之间的试验电压从零升至规定电压值，到达规定电压值后维持 1min，在这期间测试漏电流值。

8.3.15 保护

给授时终端输入工作电压上限并逐步上升输入电压，观察是否进入过压保护状态。重启过压保护措施后，输入工作电压，观察授时终端是否正常工作。

8.3.16 功耗

给授时终端供电，测量输入的电压值和电流值，计算功耗。

8.3.17 电源

将输入电压分别置于工作电压的上限和下限，并在这两个数值上各自至少保持 15min后，观察授时终端是否正常工作。

8.4 接口测试

按照接口的相关技术标准进行测试。

按图 10所示连接，待授时终端进入稳定工作状态后，在示波器上观测脉冲信号的电平，脉冲宽度、上升时间、极性、阻抗、前沿抖动以及时间信息与脉冲信号的同步关系。

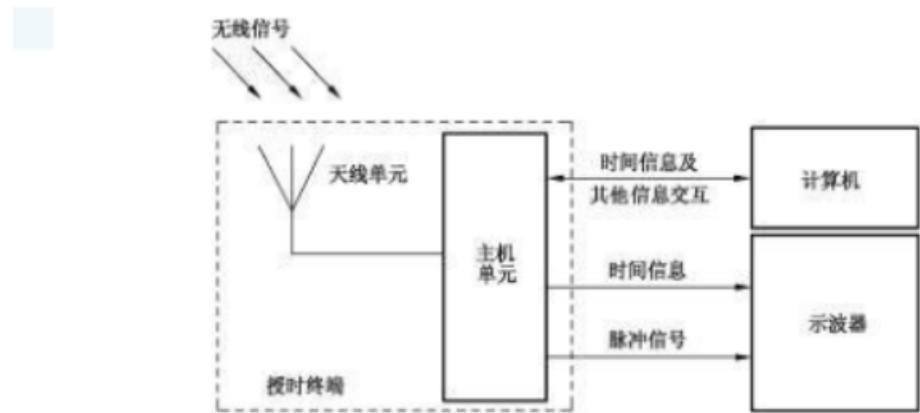


图 10 接口测试原理框图



8.5 环境适应性测试

8.5.1 检测项目

环境试验中的初始检测、中间检测和最后检测项目见表 3。

表 3 环境适应性检测项目

序号	检测项目	测试方法章条号	说明
1	单向授时精度	8.3.1	测试时间为 1h 适用单向授时终端
2	双向授时精度	8.3.2	测试时间为 1h 适用双向授时终端
3	接收信号灵敏度	8.3.6	
4	外观	8.1.3	
5	接口	8.4	
6	单向授时功能	8.2.1	适用单向授时终端
7	双向授时功能	8.2.2	适用双向授时终端

8.5.2 高温工作

高温工作试验方法按 GB/T2423.2规定的方法进行测试。其中温度稳定时间为 2h，恢复时间为 2h，中间检测项目按表 3中序号 1、序号 2进行，初始检测和最后检测项目按表 3中各项目进行。

8.5.3 低温工作

低温工作试验方法按 GB/T2423.1规定的方法进行测试。其中温度稳定时间为 2h，恢复时间为 2h，中间检测项目按表 3中序号 1、序号 2进行，初始检测和最后检测项目按表 3中各项目进行。

8.5.4 高温贮存

高温贮存试验方法按 GB/T2423.2规定的方法进行测试。其中温度稳定时间为 2h，恢复时间为 2h，试验时间为 16h，初始检测和最后检测项目按表 3中各项目进行。

8.5.5 低温贮存

低温贮存试验方法按 GB/T2423.1规定的方法进行测试。其中温度稳定时间为 2h，恢复时间为 2h，试验时间为 16h，初始检测和最后检测项目按表 3中各项目进行。

8.5.6 湿热

湿热试验方法按 GB/T2423.3规定的方法进行测试。试验持续时间 48h，初始检测和最后检测项目按表 3中各项目进行。

8.5.7 振动

振动试验方法按 GB/T2423.10规定的方法进行测试。初始检测和最后检测项目按表 3中各项目进行。

8.5.8 淋雨

本项实验仅适用于放置于室外的单元。

淋雨试验方法按 GB/T2423.38—2008中 5.2规定的方法进行测试。受试样品的初始检测和最后检测项目按表 3中各项目进行。

8.6 电磁兼容测试

8.6.1 静电放电抗扰度

按 GB/T17626.2—2018第 8章中规定的方法进行测试，其中，选取级别为 1的试验等级。单向授时终端按 8.2.1进行功能测试，双向授时终端按 8.2.2进行功能测试。

8.6.2 电磁场辐射抗扰度

按 GB/T17626.3—2016第 8章中规定的方法进行测试，其中，选取级别为 1的试验等级。单向授时终端按 8.2.1进行功能测试，双向授时终端按 8.2.2进行功能测试。

8.6.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

按 GB/T17626.4—2018第 8章中规定的方法进行测试，其中，选取级别为 1的试验等级。单向授时终端按 8.2.1进行功能测试，双向授时终端按 8.2.2进行功能测试。

8.6.4 浪涌（冲击）抗扰度

按 GB/T17626.5—2016第 8章中规定的方法进行测试，其中，选取级别为 1的试验等级。单向授时终端按 8.2.1进行功能测试，双向授时终端按 8.2.2进行功能测试。

8.6.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度

按 GB/T17626.6—2017第 8章中规定的方法进行测试，其中，选取级别为 1的试验等级。单向授时终端按 8.2.1进行功能测试，双向授时终端按 8.2.2进行功能测试。

8.7 可靠性测试

按产品标准规定进行。



参 考 文 献

〔1〕 GB/T
 〔2〕 GB/T 12498—2012 铷原子频率标准通用规范
 〔3〕 GB/T 15151—2012 频率计数器通用规范
 29842—2013 卫星导航定位系统的时间系统

www.bzxz.net

免费标准下载网