

BD

中国第二代卫星导航系统重大专项标准

BD 440032-2021

地面试验验证系统服务接口

Service interface of Grounded Test and Validation Bed (GTVB)



2021-05-25 发布

2021-06-01 实施

I

中国卫星导航系统管理办公室 批准

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 地面试验验证系统概述.....	4
4.1 系统简介.....	4
4.2 试验服务分类.....	4
4.3 服务接口介绍.....	4
5 基本保障条件.....	5
5.1 概述.....	5
5.2 供配电保障条件.....	5
5.3 时频保障条件.....	6
5.4 网络交换和数据存储接口.....	6
6 本地服务接口.....	7
6.1 概述.....	7
6.2 标定服务接口.....	7
6.3 射频类测试服务接口.....	9
7 远程服务接口.....	13
7.1 概述.....	13
7.2 地面试验验证系统与卫星系统远程对接服务接口.....	13
7.3 地面试验验证系统与地面系统远程对接服务接口.....	15
8 软件仿真测试服务接口.....	17
8.1 软件输入接口.....	17
8.2 软件输出接口.....	19
8.3 软硬协同服务接口.....	19
8.4 其他模型接入试验服务.....	20

前 言

本标准按照 BD 130002-2017 和 BD 130003-2017 给出的规则起草。

本标准由中国卫星导航系统管理办公室提出。

本标准由全国北斗卫星导航标准化技术委员会（SAC/TC 544）归口。

本标准起草单位：中国航天时代电子有限公司、中国卫星导航工程中心、国防科技大学电子科学学院、航科集团五院、中科院微小卫星创新研究院、北京卫星导航中心、电科集团五十四所、武汉大学、中国航天标准化研究所。

本标准主要起草人：卢满宏、牛靖逸、赵晓琨、柴 强、张国义、白 羽、姚 雷、郭树人、高为广、卢 鋈、王 威、陈 颖、孙广富、刘文祥、李蓬蓬、左 勇、冯文婧、李绍前、楚恒林、向才炳、郭 艺、汪 勃、陈韬鸣、刘铁龙、耿 涛、周玉霞、王维嘉。

地面试验验证系统服务接口

1 范围

本标准规定了地面试验验证系统对外提供测试服务的接口，按照提供服务内容可以分为四类，它们分别是：1) 标定服务，2) 射频类测试服务，3) 软件仿真服务，4) 远程对接服务。

本标准适用于地面试验验证系统对外提供试验服务，开展设备时延标定、设备信号流测试、软件仿真模拟、远程对接测试等工作。

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。凡是标注日期的引用文件，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/T 39267 北斗卫星导航术语

3 术语和定义

GB/T 39267界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地面试验验证系统 grounded test and validation bed

卫星导航系统级的仿真试验平台，服务于北斗全球系统的研发、建设、运行和发展。组成包括空间段验证分系统、运行控制验证分系统、工程测控验证分系统、用户终端验证分系统、环境段模拟分系统、控制与综合保障分系统、射频信号远程传输分系统、复杂电磁环境模拟分系统、信息管理系统管理软件、全球系统仿真软件和性能评估软件。

3.2

标定服务 calibration service

地面试验验证系统提供的北斗卫星和地面设备时延标定服务，可以对卫星、运控、用户终端等设备的发射通道时延、接收通道时延进行标定。

3.3

射频类测试服务 RF signal test service

地面试验验证系统提供的北斗射频信号层测试服务，具体包括待测设备的L频段上行注入信号、RNSS下行导航信号、Ka频段星间链路信号、S频段遥控信号、S频段遥测信号接入地面试验验证系统的功能和性能测试。

3.4

软件仿真服务 software simulation service

地面试验验证系统提供的北斗系统级仿真服务,通过数学仿真的方式模拟北斗全球系统的星座运行、卫星轨道、星地钟差、观测数据等,同时根据仿真统一的任务调度,驱动和控制工程等效系统的运行,完成系统自闭环仿真验证测试,同时支持对工程系统的入网测试评估,能够支撑北斗工程系统级软件仿真试验任务与系统顶层优化设计目标。

3.5

远程对接服务 remote docking service

地面试验验证系统通过射频信号远程传输分系统将待卫星厂房的待测卫星、运控机房的专用对接设备与地面试验验证系统进行射频信号层互连,开展待测卫星与地面试验验证系统综合对接试验服务。

3.6

空间段验证分系统 space segment verification subsystem

地面试验验证系统的组成部分,模拟在轨导航卫星的业务相关功能和性能,具有与导航相关的上行信号接收、处理,时频建立与保持,下行导航信号的生成和发射;与自主运行相关的星间链路的建立、导航电文的自主生成;与卫星平台相关的综合电子以及测控功能等。

3.7

运行控制验证分系统 operation and control verification subsystem

地面试验验证系统的组成部分,代表运控系统的技术状态,由模拟主控站、模拟监测站和模拟锚固站组成的地面运行控制网,实现与之相关的系统间接口和业务流程。

3.8

工程测控验证分系统 measurement and control verification subsystem

地面试验验证系统的组成部分,代表测控系统在星座长期运行段的技术状态,不含运载火箭的发射与入轨段、卫星发射与早期轨道段的测控支持。主要实现星座组网阶段、星座正常运行阶段和星座补网阶段等多种空间段状态下的星座管理,及其与其它分系统协同工作有关的测控分系统工作状态。

3.9

星间链路运行管理验证分系统 Inter-Satellite link operation management verification subsystem

地面试验验证系统的组成部分,代表星间链路运行管理系统的技术状态,由模拟星间链路运行管理中心、模拟星间链路地面管理站、数字星间链路地面管理站组成的地面星间链路控制网,实现与之相关的系统间接口和业务流程。

3.10

用户终端验证分系统 user terminal verification subsystem

地面试验验证系统的组成部分,反映典型应用终端的技术状态,具备基于全球系统下行导航信号的导航定位、授时、测速等功能,对信号体制、系统服务性能指标、终端算法等进行验证。

3.11

控制与综合保障分系统 control and integrated security subsystem

是地面试验验证系统的组成部分,负责系统级的运行控制与任务保障,包括试验任务的规划调度、场景配置、指令控制、状态监视、数据存储,以及时频、通信、供配电、标定等保障性任务。

3.12

环境段模拟分系统 environmental simulation subsystem

是地面试验验证系统的组成部分,负责提供RNSS下行导航、上行注入、星间链路和锚固/数传/管理站等信号的交互和信道特性的模拟,为系统软硬协同提供星间、上注、下行、锚固和星间链路管理站的信息/信号实时转换。

3.13

全球系统仿真软件 global system simulation software

是地面试验验证系统的组成部分,通过数学仿真的方式模拟北斗全球系统的星座运行、卫星轨道、星地钟差、观测数据等,同时根据仿真统一的任务调度,驱动和控制工程等效系统的运行,完成系统自闭环仿真验证测试,同时支持对工程系统的入网测试评估。具备本地对外综合对接信息接口和模型对外测试接口。

3.14

性能评估软件 performance evaluation software

是地面试验验证系统的组成部分,采用模块化设计理念,以全球系统仿真软件和硬件试验验证系统的数据为输入,基于相同的模型和算法,完成仿真数据和实测数据的分析评估,可与实测结果进行对比,提高试验结论的可信度。

3.15

信息管理软件 information management software

信息管理系统软件提供地面试验验证系统的信息管理与服务,支持对各类试验数据和信息进行收集、处理、远程操作、互连共享等。

3.16

射频信号远程传输分系统 RF signal remote transmission subsystem

地面试验验证系统的组成部分,将待卫星厂房的待测卫星、运控机房的专用对接设备与地面试验验证系统进行射频信号层互连,待测卫星在地面试验验证系统中可等效为1套空间段卫星模拟器,且与空间段其它卫星模拟器具有互换性,从而开展待测卫星与地面试验验证系统综合对接试验。

3.17

一类卫星模拟器 first class satellite simulator

空间段验证分系统的组成部分,包含测控、导航、自主运行和综合电子子系统。信号和信息处理单机采用与工程卫星设计状态相同的电性件设备,软件状态、信息流程及外部接口状态与卫星一致,能够高保真地代表卫星的工作状态。

3.18

二类卫星模拟器 second class satellite simulator

空间段验证分系统的组成部分，包含导航、自主运行和综合电子子系统，与外部接口相关的功能和性能与工程卫星一致。通过优化重组信息处理流程，进行重新设计，充分利用软件无线电技术、数字信号处理技术、计算机网络技术，达到系统数字化、模块化、小型化、灵活性和可扩展性强的目的。

4 地面试验验证系统概述

4.1 系统简介

4.1.1 地面试验验证系统是北斗试验系统之一，构建一个卫星导航系统级的仿真试验平台，持续服务于北斗全球系统的研发、建设、运行和发展，对于保障北斗全球系统顺利建成和稳定运行，推动卫星导航技术自主创新和持续发展，促进我国卫星导航领域人才培养具有重要意义。

4.1.2 地面试验验证系统对外提供的服务内容包括：对卫星厂房的待出厂北斗卫星开展系统级功能测试；对扩展用户接入北斗星间链路开展业务流程验证；对卫星单机、用户终端、运控设备、测控设备、星间链路设备等开展功能和性能测试等。

4.1.3 地面试验验证系统组成包括空间段验证分系统、运行控制验证分系统、工程测控验证分系统、星间链路运行管理分系统、用户终端验证分系统、环境段模拟分系统、控制与综合保障分系统、射频信号远程传输分系统、复杂电磁环境模拟分系统、信息系统管理软件、全球系统仿真软件和性能评估软件。

4.1.4 地面试验验证系统由软件仿真试验环境和硬件试验验证环境两大部分组成。

4.1.5 软件仿真试验环境由全球系统仿真软件、性能评估软件及配套的计算资源组成，与工程各大系统软件仿真模型相结合，在全规模、全配置下完成全球系统体系模型、以星间星地网络为核心的信息流、网络能力、技术指标、服务性能的仿真分析和评估。

4.1.6 硬件试验验证环境由代表工程各大系统技术状态的软硬件设备、配套的控制与保障设备、仿真软件、性能评估软件等组成，侧重于完成实物验证，在全配置下近真实地再现北斗全球系统空间段与地面段、用户段间的接口、业务关系，验证主要技术体制，模拟系统整体的运行管理、服务能力。

4.1.7 两大试验环境既可独立工作，分别解决性能、功能方面的验证问题；又可以在集总的控制下，实现软硬件协同试验，解决系统全规模试验验证的问题。

4.2 试验服务分类

本标准规范了地面试验验证系统对外提供服务的接口要求，适用于地面试验验证系统与卫星厂房待测卫星、运控机房地面设备的综合对接试验，以及在地面试验验证系统机房提供的本地试验服务。

地面试验验证系统对外服务分为两大类：一类是硬件试验环境的对外服务，具体包括本地服务和远程服务；另一类是软件仿真平台的对外服务。

4.3 服务接口介绍

地面试验验证系统对外提供服务，基本保障条件包括供配电保障条件、时频保障条件和网络交换和数据存储接口。

地面试验验证系统在本地提供的服务接口主要包括标定服务接口和射频类测试服务接口。

地面试验验证系统通过光纤传输分系统实现射频信号远距离传输，在卫星厂房、运控机房远程提供服务接口主要包括射频信号接口和时频信号接口。地面试验验证系统服务接口示意图见图1。

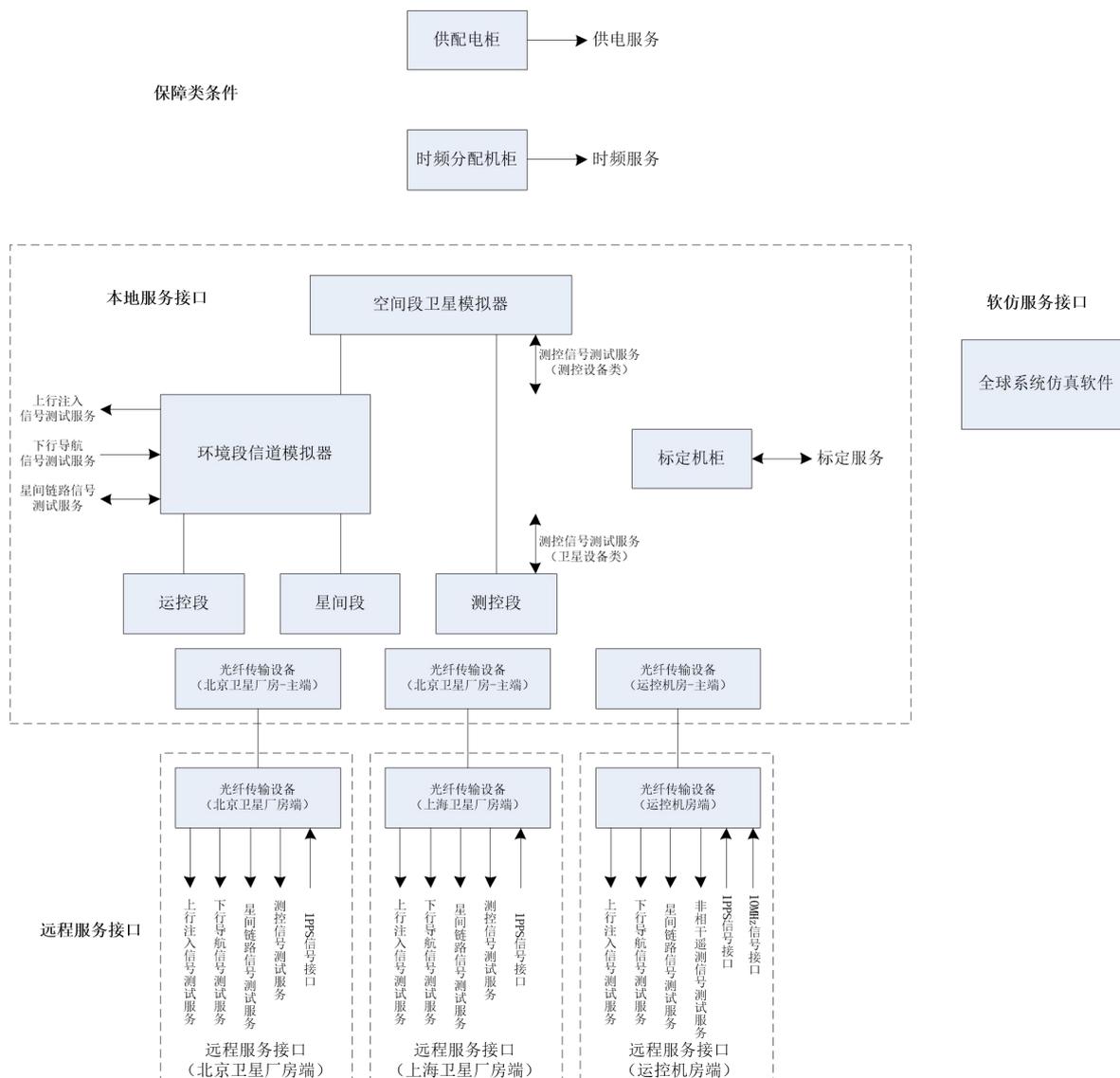


图1 地面试验验证系统服务接口示意图

5 基本保障条件

5.1 概述

地面试验验证系统对外提供服务，基本保障条件包括供配电保障条件、时频保障条件和网络交换和数据存储接口。其中，时频保障条件包括提供高精度的10MHz、1PPS、B码信号。

5.2 供配电保障条件

供配电保障条件包括：

- a) 接口位置：控制与综合保障分系统供配电柜输出的插线板和工业连接器；
- b) 信号电压：220 (1±10%) V；

- c) 信号频率：50 (1±2%) Hz;
- d) 接插件：10A 插座，16A 插座、工业连接器;
- e) 单路供电额定功率：5KW

5.3 时频保障条件

5.3.1 10MHz 信号

10MHz信号要求如下：

- a) 接口位置：控制与综合保障分系统时频分配机柜;
- b) 信号频率：10MHz 正弦波;
- c) 信号幅度：(8±2) dBm;
- d) 输出阻抗：50Ω;
- e) 接插件类型：SMA-K;

5.3.2 1PPS 信号

1PPS信号要求如下：

- a) 接口位置：控制与综合保障分系统时频分配机柜;
- b) 信号幅度：TTL;
- c) 前沿宽度：≤10ns;
- d) 前沿抖动：≤0.1ns (RMS);
- e) 脉冲宽度：20μs;
- f) 输出阻抗：50Ω;
- g) 接插件类型：SMA-K;

5.3.3 B 码信号

B码信号要求如下：

- a) 接口位置：控制与综合保障分系统时频分配机柜;
- b) 时间码：IRIG-B (DC) 码;
- c) 接口电平：RS422;
- d) 接口形式：DB9-CZ;
- e) 版本：遵照 GJB2991A-1997;

5.4 网络交换和数据存储接口

5.4.1 概述

在地面试验验证系统中，信息管理软件与控制与综合保障分系统进行控制信息、状态信息的交互，信息管理软件提供业务数据的存储访问接口。

5.4.2 通信网络

地面试验验证系统网络拓扑结构如图2所示。

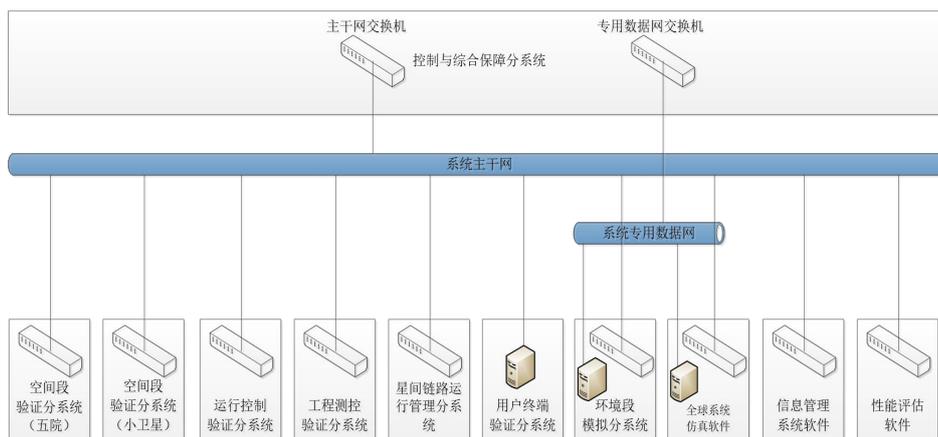


图2 地面试验验证系统网络拓扑结构图

物理层接插件类型为RJ45连接器、传输介质为6类UTP。数据链路层为IEEE802.3标准以太网协议与帧格式。网络层为IP协议、IGMP协议及其他基础协议。传输层采用TCP和UDP协议；应用层的FTP协议在传输层采用TCP协议，其他应用层协议在传输层均采用UDP协议。应用层网络时间同步协议为SNTPv4，文件传输协议为FTP。

5.4.3 文件存储格式

信息管理系统软件主要采用文件存储方式，即在试验过程中信息管理系统软件处理的数据是以文件形式存在的，具体表现在计算机中是以目录形式进行展现。信息管理系统软件按照自然时间、试验名称及分系统名称等进行目录划分。

6 本地服务接口

6.1 概述

地面试验验证系统在本地提供的服务主要包括标定服务和射频类测试服务。其中，标定服务可以对L频段上行注入信号、RNSS下行导航信号、Ka频段星间链路信号的发射通道时延、接收通道时延进行精确标定；射频类测试服务可以对L频段上行注入信号、RNSS下行导航信号、Ka频段星间链路信号、S频段遥控遥测信号接入地面试验验证系统开展功能和性能指标测试。

6.2 标定服务接口

6.2.1 L频段上行注入信号发射时延标定服务

L频段上行注入信号发射时延标定服务接口包括：

- a) 信号发端：待标定设备；
- b) 信号收端：控制与综合保障分系统；
- c) 信号频率： $13xx.xx\text{MHz} \pm 5.xx\text{MHz}$ ；
- d) 信道带宽（3dB）：14MHz；
- e) 收端功率：-20dBm~-5dBm；
- f) 接插件类型：SMA-K；
- g) 同时标定路数：1路。

6.2.2 L 频段上行注入信号接收时延标定服务

L频段上行注入信号接收时延标定服务接口包括：

- a) 信号发端：控制与综合保障分系统；
- b) 信号收端：待标定设备；
- c) 信号频率： $13xx.xx\text{MHz} \pm 5.xx\text{MHz}$ ；
- d) 信道带宽（3dB）：14MHz；
- e) 发端功率： $-110\text{dBm} \sim -85\text{dBm}$ ；
- f) 接插件类型：SMA-K；
- g) 同时标定路数：1路。

6.2.3 RNSS 下行导航信号发射时延标定服务

RNSS下行导航信号发射时延标定服务接口包括：

- a) 信号发端：待标定设备；
- b) 信号收端：控制与综合保障分系统；
- c) 信号频率：
 - B1： $1575.42\text{MHz} \pm 18.414\text{MHz}$ ；
 - B2： $1191.795\text{MHz} \pm 35.805\text{MHz}$ ；
 - B3： $1268.52\text{MHz} \pm 20.46\text{MHz}$ ；
- d) 信道带宽（3dB）：
 - B1：37MHz；
 - B2：72MHz；
 - B3：41MHz；
- e) 收端功率： $-20\text{dBm} \sim -5\text{dBm}$ ；
- f) 接插件类型：SMA-K；
- g) 同时标定路数：1路。

6.2.4 RNSS 下行导航信号接收时延标定服务

RNSS下行导航信号接收时延标定服务接口包括：

- a) 信号发端：控制与综合保障分系统；
- b) 信号收端：待标定设备；
- c) 信号频率：
 - B1： $1575.42\text{MHz} \pm 18.414\text{MHz}$ ；
 - B2： $1191.795\text{MHz} \pm 35.805\text{MHz}$ ；
 - B3： $1268.52\text{MHz} \pm 20.46\text{MHz}$ ；

- d) 信道带宽 (3dB):
 - B1: 37MHz;
 - B2: 72MHz;
 - B3: 41MHz;
- e) 收端功率: -125dBm~-115dBm;
- f) 接插件类型: SMA-K;
- g) 同时标定路数: 1路。

6.2.5 Ka 频段星间链路信号发射时延标定服务

Ka频段星间链路信号发射时延标定服务接口包括:

- a) 信号发端: 待标定设备;
- b) 信号收端: 控制与综合保障分系统;
- c) 信号频率: 22.xxxxGHz;
- d) 信道带宽 (3dB): 20.46MHz;
- e) 收端功率: -35dBm~-5dBm;
- f) 接插件类型: K(2.92)-K;
- g) 同时标定路数: 1路。

6.2.6 Ka 频段星间链路信号接收时延标定服务

Ka频段星间链路信号接收时延标定服务接口包括:

- a) 信号发端: 控制与综合保障分系统;
- b) 信号收端: 待标定设备;
- c) 信号频率: 22.xxxxGHz;
- d) 信道带宽 (3dB): 20.46MHz;
- e) 收端功率: -130dBm~-70dBm;
- f) 接插件类型: K(2.92)-K;
- g) 同时标定路数: 1路。

6.3 射频类测试服务接口

6.3.1 L 频段上行注入信号测试服务 (卫星类接入设备)

L频段上行注入信号测试服务 (卫星类接入设备) 接口包括:

- a) 信号发端: 环境段模拟分系统;
- b) 信号收端: 接入设备;
- c) 信号频率: 13xx.xxMHz±5.xxMHz;
- d) 信道带宽 (3dB): 14MHz;
- e) 收端功率: -110dBm~-85dBm;

f) 接插件类型：SMA。

6.3.2 L 频段上行注入信号测试服务（运控类接入设备）

L频段上行注入信号测试服务（运控类接入设备）接口包括：

- a) 信号发端：接入设备；
- b) 信号收端：环境段模拟分系统；
- c) 信号频率： $13xx.xx\text{MHz} \pm 5.xx\text{MHz}$ ；
- d) 信道带宽（3dB）：14MHz；
- e) 发端功率：-20dBm~-5dBm；
- f) 接插件类型：SMA。

6.3.3 RNSS 下行导航信号测试服务（卫星类接入设备）

RNSS下行导航信号测试服务（卫星类接入设备）接口包括：

- a) 信号发端：接入设备；
- b) 信号收端：环境段模拟分系统；
- c) 信号频率：
 - B1： $1575.42\text{MHz} \pm 18.414\text{MHz}$ ；
 - B2： $1191.795\text{MHz} \pm 35.805\text{MHz}$ ；
 - B3： $1268.52\text{MHz} \pm 20.46\text{MHz}$ ；
- d) 信道带宽（3dB）：
 - B1：37MHz；
 - B2：72MHz；
 - B3：41MHz；
- e) 发端功率：-20dBm~-5dBm；
- f) 接插件类型：SMA。

6.3.4 RNSS 下行导航信号测试服务（终端类接入设备）

RNSS下行导航信号测试服务（终端类接入设备）接口包括：

- a) 信号发端：环境段模拟分系统；
- b) 信号收端：接入设备；
- c) 信号频率：
 - B1： $1575.42\text{MHz} \pm 18.414\text{MHz}$ ；
 - B2： $1191.795\text{MHz} \pm 35.805\text{MHz}$ ；
 - B3： $1268.52\text{MHz} \pm 20.46\text{MHz}$ ；
- d) 信道带宽（3dB）：
 - B1：37MHz；

——B2: 72MHz;

——B3: 41MHz;

- e) 收端功率: -125dBm~-115dBm;
- f) 接插件类型: SMA。

6.3.5 Ka 频段星间链路发射信号测试服务

Ka频段星间链路发射信号测试服务接口包括:

- a) 信号发端: 接入设备;
- b) 信号收端: 环境段模拟分系统;
- c) 信号频率: 22.xxxxGHz;
- d) 信道带宽 (3dB): 20.46MHz;
- e) 发端功率: -35dBm~-5dBm;
- f) 接插件类型: K(2.92)。

6.3.6 Ka 频段星间链路接收信号测试服务

Ka频段星间链路接收信号测试服务接口包括:

- a) 信号发端: 环境段模拟分系统;
- b) 信号收端: 接入设备;
- c) 信号频率: 22.xxxxGHz;
- d) 信道带宽 (3dB): 20.46MHz;
- e) 收端功率: -100dBm~-70dBm;
- f) 接插件类型: K(2.92)。

6.3.7 S 频段遥测信号测试服务 (卫星类接入设备)

S频段遥测信号测试服务 (卫星类接入设备) 接口包括:

- a) 信号发端: 接入设备;
- b) 信号收端: 工程测控验证分系统;
- c) 信号频率:
 - 非相干体制: $22xx.xxx \pm 10.xx$ MHz;
 - 数传一体化体制: $22xx.xxx$ MHz;
 - 扩跳频体制: $(22xx.xx \sim 22xx.xx) \pm 10$ MHz;
- d) 信道带宽 (3dB):
 - 非相干体制: 20MHz;
 - 数传一体化体制: 2MHz;
 - 扩跳频体制: 100MHz;
- e) 收端功率: -13dBm~2dBm;

f) 接插件类型: N。

6.3.8 S 频段遥测信号测试服务 (测控类接入设备)

S 频段遥测信号测试服务 (测控类接入设备) 接口包括:

- a) 信号发端: 空间段验证分系统;
- b) 信号收端: 接入设备;
- c) 信号频率:
 - 非相干体制: $22xx.xxx \pm 10.xx$ MHz;
 - 数传一体化体制: $22xx.xxx$ MHz;
 - 扩跳频体制: $(22xx.xx \sim 22xx.xx) \pm 10$ MHz;
- d) 信道带宽 (3dB):
 - 非相干体制: 20 MHz;
 - 数传一体化体制: 2 MHz;
 - 扩跳频体制: 100 MHz;
- e) 收端功率: -13 dBm ~ 2 dBm;
- f) 接插件类型: N。

6.3.9 S 频段遥控信号测试服务 (卫星类接入设备)

S 频段遥控信号测试服务 (卫星类接入设备) 接口包括:

- a) 信号发端: 工程测控验证分系统;
- b) 信号收端: 接入设备;
- c) 信号频率:
 - 非相干体制: $22xx.xxx \pm 10.xx$ MHz;
 - 数传一体化体制: $22xx.xxx$ MHz;
 - 扩跳频体制: $(22xx.xx \sim 22xx.xx) \pm 10$ MHz。
- d) 信道带宽 (3dB):
 - 非相干体制: 20 MHz;
 - 数传一体化体制: 2 MHz;
 - 扩跳频体制: 100 MHz。
- e) 收端功率: -112 dBm ~ -37 dBm;
- f) 接插件类型: N。

6.3.10 S 频段遥控信号测试服务 (测控类接入设备)

S 频段遥控信号测试服务 (测控类接入设备) 接口包括:

- a) 信号发端: 接入设备;
- b) 信号收端: 空间段验证分系统;

- c) 信号频率：
 - 非相干体制： $22xx.xxx \pm 10.xx$ MHz；
 - 数传一体化体制： $22xx.xxx$ MHz；
 - 扩跳频体制： $(22xx.xx \sim 22xx.xx) \pm 10$ MHz；
- d) 信道带宽（3dB）：
 - 非相干体制：20MHz；
 - 数传一体化体制：2MHz；
 - 扩跳频体制：100MHz；
- e) 收端功率：-112dBm～-37dBm；
- f) 接插件类型：N。

7 远程服务接口

7.1 概述

地面试验验证系统通过光纤传输分系统实现射频信号远距离传输，开展与卫星厂房待测卫星综合对接试验，与卫星厂房待测卫星的接口包括L频段上行注入信号、RNSS下行导航信号、Ka频段星间链路信号、S频段非相干遥控遥测信号、1PPS信号；开展与运控设备综合对接试验，与运控对接设备的接口包括L频段上行注入信号、L频段下行导航信号、Ka频段星间链路信号、S频段非相干遥测信号、10MHz信号、1PPS信号。

7.2 地面试验验证系统与卫星系统远程对接服务接口

7.2.1 L 频段上行注入信号测试服务

L频段上行注入信号测试服务接口包括：

- a) 信号发端：光纤传输设备；
- b) 信号收端：待测卫星；
- c) 信号频率： $13xx.xx$ MHz $\pm 5.xx$ MHz；
- d) 信道带宽（3dB）：14MHz；
- e) 收端功率：-110dBm～-85dBm；
- f) 接插件类型：SMA。

7.2.2 L 频段下行导航信号测试服务

L频段下行导航信号测试服务接口包括：

- a) 信号发端：待测卫星；
- b) 信号收端：光纤传输设备；
- c) 信号频率
 - B1： 1575.42 MHz ± 18.414 MHz；
 - B2： 1191.795 MHz ± 35.805 MHz；

——B3: 1268.52MHz±20.46MHz;

d) 信道带宽 (3dB)

——B1: 37MHz;

——B2: 72MHz;

——B3: 41MHz;

e) 发端功率: -10dBm~0dBm;

f) 接插件类型: SMA。

7.2.3 Ka 频段星间链路发射信号测试服务

Ka频段星间链路发射信号测试服务接口包括:

a) 信号发端: 待测卫星;

b) 信号收端: 光纤传输设备;

c) 信号频率: 22.xxxxGHz;

d) 信道带宽 (3dB): 20.46MHz;

e) 发端功率: -5dBm~5dBm;

f) 接插件类型: K(2.92)。

7.2.4 Ka 频段星间链路接收信号测试服务

Ka频段星间链路接收信号测试服务接口包括:

a) 信号发端: 光纤传输设备;

b) 信号收端: 待测卫星;

c) 信号频率: 22.xxxxGHz;

d) 信道带宽 (3dB): 20.46MHz;

e) 收端功率: -100dBm~-70dBm;

f) 接插件类型: K(2.92)。

7.2.5 S 频段上行遥控信号测试服务

S频段上行遥控信号测试服务接口包括:

a) 信号发端: 光纤传输设备;

b) 信号收端: 待测卫星;

c) 信号频率:

——非相干体制: 22xx.xxx±10.xxMHz;

——数传一体化体制: 22xx.xxxMHz;

——扩跳频体制: (22xx.xx~22xx.xx)±10MHz;

d) 信道带宽 (3dB):

——非相干体制: 20MHz;

——数传一体化体制：2MHz；

——扩跳频体制：100MHz；

e) 收端功率：-90dBm~-70dBm；

f) 接插件类型：SMA。

7.2.6 S 频段下行遥测信号测试服务

S频段下行遥测信号测试服务接口包括：

a) 信号发端：待测卫星；

b) 信号收端：光纤传输设备；

c) 信号频率：

——非相干体制：22xx.xxx±10.xxMHz；

——数传一体化体制：22xx.xxxMHz；

——扩跳频体制：(22xx.xx~22xx.xx)±10MHz；

d) 信道带宽（3dB）：

——非相干体制：20MHz；

——数传一体化体制：2MHz；

——扩跳频体制：100MHz；

e) 收端功率：-5dBm~5dBm；

f) 接插件类型：SMA。

7.2.7 1PPS 信号接口

1PPS信号接口包括：

a) 信号发端：待测卫星；

b) 信号收端：光纤传输设备；

c) 信号幅度：LVDS, TTL；

d) 前沿宽度：≤10ns；

e) 前沿抖动：≤0.1ns (RMS)；

f) 脉冲宽度：20 μs；

g) 接插件类型：SMA。

7.3 地面试验验证系统与地面系统远程对接服务接口

7.3.1 L 频段上行注入信号测试服务

L频段上行注入信号测试服务接口包括：

a) 信号发端：运控对接设备；

b) 信号收端：光纤传输设备；

c) 信号频率：13xx.xxMHz±5.xxxMHz；

- d) 信道带宽 (3dB): 14MHz;
- e) 收端功率: -20dBm~0dBm;
- f) 接插件类型: SMA。

7.3.2 L 频段下行导航信号测试服务

L频段下行导航信号测试服务接口包括:

- a) 信号发端: 光纤传输设备;
- b) 信号收端: 运控对接设备;
- c) 信号频率
 - B1: 1575.42MHz±18.414MHz;
 - B2: 1191.795MHz±35.805MHz;
 - B3: 1268.52MHz±20.46MHz;
- d) 信道带宽 (3dB)
 - B1: 37MHz;
 - B2: 72MHz;
 - B3: 41MHz;
- e) 发端功率: -110dBm~-70dBm;
- f) 接插件类型: SMA。

7.3.3 Ka 频段星间链路发射信号测试服务

Ka频段星间链路发射信号测试服务接口包括:

- a) 信号发端: 光纤传输设备;
- b) 信号收端: 运控对接设备;
- c) 信号频率: 22.xxxxGHz;
- d) 信道带宽 (3dB): 20.46MHz;
- e) 发端功率: -100dBm~-70dBm;
- f) 接插件类型: K(2.92)。

7.3.4 Ka 频段星间链路接收信号测试服务

Ka频段星间链路接收信号测试服务接口包括:

- a) 信号发端: 运控对接设备;
- b) 信号收端: 光纤传输设备;
- c) 信号频率: 22.xxxxGHz;
- d) 信道带宽 (3dB): 20.46MHz;
- e) 收端功率: -20dBm~0dBm;
- f) 接插件类型: K(2.92)。

7.3.5 S 频段非相干遥测信号测试服务

S频段非相干遥测信号测试服务接口包括：

- a) 信号发端：光纤传输设备；
- b) 信号收端：运控对接设备；
- c) 信号频率：22xx.xxxMHz；
- d) 信道带宽：(3dB)：20.46MHz；
- e) 收端功率：-100dBm~-70dBm；
- f) 接插件类型：SMA。

7.3.6 10MHz 信号接口

10MHz信号接口包括：

- a) 信号发端：运控主控站时频分配设备；
- b) 信号收端：光纤传输设备
- c) 信号频率：10MHz 正弦波；
- d) 信号幅度：8±2dBm；
- e) 输出阻抗：50Ω；
- f) 接插件类型：SMA。

7.3.7 1PPS 信号接口

1PPS信号接口包括：

- a) 信号发端：运控主控站时频分配设备；
- b) 信号收端：光纤传输设备；
- c) 信号幅度：TTL；
- d) 前沿宽度：≤10ns；
- e) 前沿抖动：≤0.1ns (RMS)；
- f) 脉冲宽度：20 μs；
- g) 接插件类型：SMA。

8 软件仿真测试服务接口

8.1 软件输入接口

软件输入接口内容包括：

- a) 试验基本配置：
 - 1) 星座配置：根据试验场景选配、如北斗系统完整系统星座、自行选星构型；
 - 2) 卫星星间链路技术状态配置：采用“1Ka”星间链路体制。；
 - 3) 地面站型配置：主控站、时间同步注入站和测控站可配；
 - 4) 系统工作模式：星间星地联合；

- 5) 网络层配置：加载不同节点配置方案、拓扑结构及建链规划表、路由算法等可配；
 - 6) 运控上注规划配置：运控信息注入策略、频度、业务量等可配；
 - 7) 测控上注规划配置：测控信息注入策略、频度、业务量等可配；
 - 8) 系统场景：卫星与地面站等所有节点的工作状态正常、无故障或失效情况可配。
- b) 模型属性配置：
- 1) 卫星配置：卫星编号、卫星标识、星座标识、卫星厂家、1ka方案配置、业务处理时延、链路接收及发射时延可配；星座参数、卫星关键单机模型可配；入站卫星选择算法可配：最长可视时间优先、最小距离优先；出站卫星选择算法可配：仰角择优、下行负载均衡；
 - 2) 地面站配置：地面站类型、地面站编号、地面站坐标、地面站不可用时间范围可配；
 - 3) 主控站/注入站/锚固站配置：L上注天线设备配置、上注规划策略可配、天线类型、数量、同时注入卫星数可配；主控站、时间同步注入站、监测站、锚固站等的数量、位置分布、钟差模型、高度截止角等；运行管理参数的上注和遥测可配；运控业务数据上注通道可配；
 - 4) 监测站配置：监测接收机设备类型、设备编号、天线高度角范围、天线方位角范围可配；
 - 5) Ka标校站配置：Ka天线参数可配；
 - 6) 测控模型配置：上注规划策略、星间链路管理策略可配、天线资源套数可配；
 - 7) 短报文模型核查任务可配：整网通信性能核查，跟踪哪种信息流可选择；
 - 8) 短报文业务频度可配：位置报告业务上行频度可配、应急搜救业务上行频度可配、报文通信业务上行频度可配；
 - 9) 星间链路运管系统配置：星间建链与路由规模模型可配。
- c) 用户配置：
- 1) 用户个数可配；
 - 2) 用户类型可配：飞机、车辆、舰艇、火箭和导弹等；
 - 3) 用户编号可配；
 - 4) 用户描述可配；
 - 5) 短报文终端用户分布可配：全球随机分布、重点区域差异化分布、外部文件导入；
 - 6) 终端用户状态可配：关机、准离线、开机在线。
- d) 数仿计算配置：
- 1) 时间系统转换关系：UTC跳秒和EOP参数中的UT1-UTC可配；
 - 2) 空间系统转换参数可配；
 - 3) 卫星轨道计算参数可配；
 - 4) 卫星钟差计算参数可配；
 - 5) 接收机钟差计算参数可配；

- 6) 用户轨迹计算参数可配；
- 7) 观测误差计算参数可配；
- 8) 地面站观测数据计算参数可配；
- 9) 上注测距观测值计算参数可配；
- 10) 星间观测数据计算参数可配；
- 11) Ka星地链路观测值生成参数可配；
- 12) 星地L下行观测值生成参数可配；
- 13) 站间C波段观测值生成参数可配。

8.2 软件输出接口

软件输出接口包括：

- a) 信息传输正确性与一致性评估结果：
 - 1) 导航服务参数正确性、一致性评估：
 - 评估信处子系统生成的导航服务参数与地面接收的导航服务参数的一致性；
 - 各个节点导航服务参数正确性评估。
 - 2) 星间控管电文正确性、一致性评估：
 - 评估网管中心产生的星间控管信息与目的卫星接收到的星间转发电文的一致性；
 - 各个节点星间控管电文正确性评估。
- b) 系统信息传输性能评估结果：
 - 1) 信息传输时延统计：
 - 地面运控系统上行注入信息时延；
 - 卫星下传的运控业务相关信息时延；
 - 遥控及回执信息时延；
 - 遥测信息时延。
 - 2) 丢包数/丢包率统计：
 - 地面运控系统上行注入信息丢包率；
 - 卫星下传的运控业务相关信息丢包率；
 - 遥控及回执信息丢包率；
 - 遥测信息丢包率。

8.3 软硬协同服务接口

8.3.1 试验配置接口

试验配置接口包括：

- a) 硬件输入接口：星间/锚固/管理站/下行/上注信号；
- b) 仿真软件支持的硬件节点配置：

- 1) 4个星间物理节点：卫星节点和地面节点互斥；
 - 2) 1个主控站：含管控系统、信处系统；
 - 3) 4个注入站：4条注入链路，地面站站址和ID号可变；
 - 4) 7个监测站：通过信道转换接收最多4个硬件卫星信号，其他软星信息通过千兆网接收；
 - 5) 1个测控站与1个测控数字站；
 - 6) 1个星间控管中心；
 - 7) 1套环境段。
- c) 仿真软件支持的软件节点配置：
- 1) 至少28个卫星模型；
 - 2) 1个软监测站模型；
 - 3) 1个软注入站模型；
 - 4) 2个软测控站模型；
 - 5) 1个星间控管模型；
 - 6) 主控站仿真处理软件，含管控仿真软件和信处仿真软件各一套（裁剪后的工程软件）。

8.3.2 评估结果输出接口

评估结果输出接口包括：

- a) 仿真模型校准的软硬件协同试验：信息流的正确性和完备性；
- b) 软硬试验一致性自验证试验：软硬件试验一致性；
- c) 地面试验验证系统自闭环试验：信息流试验、自主导航试验结果等；
- d) 真星整网性能测试：信息流验证结果。

8.4 其他模型接入试验服务

8.4.1 外部模型接入接口

当需要在软仿试验中替换或增加其它的外部模型时，可以采用导航仿真服务接口INDKService支持外部模型动态链接库的载入和相关的方法调用，其调用过程下所示：

- a) 动态链接库载入和初始化；
- b) 获取需要使用的动态链接库的计算函数地址；
- c) 仿真运行中调用相关计算函数；
- d) 仿真结束时释放相关的动态链接库。

8.4.2 外部模型接口规范

外部模型的动态链接库由初始化函数、计算结束释放函数和计算函数三部分组成：

- a) 初始化函数，名称为Initialise，可以在初始化新建相关的计算对象：

```
DLL_EXPORT bool Initialise();
```

Initialise在载入动态链接库时自动调用，用于初始化相关算法的初始数据。参数：无。返回值：布尔值，说明是否成功初始化。异常：无。注释：无。

- b) 计算结束释放函数，名称为Finalize，在Finalize中可以按照初始化获得的标识释放计算对象内存：

```
DLL_EXPORT bool Finalize();
```

Finalize 在仿真运行结束时自动调用，用于释放相关内存或保存结果数据。参数：无。返回值：布尔值，说明是否成功运行结束。异常：无。注释：无。

- c) 计算函数，计算函数按照初始化获得的标识根据模型需求执行计算，计算函数可以为任意形式，但必须明确函数类型，便于仿真系统进行调用。

8.4.3 外部模型开发规范

外部模型动态链接库的开发应满足一些开发要求。这些要求主要包括：

- a) 开发环境要求：
- 1) 硬件架构为Intel Core I5和I7系列；
 - 2) 操作系统：Windows 7（64位）；
 - 3) 开发平台为Visual C++ 2010版本或Eclipse CDT开发平台。首选为Eclipse CDT和MinGW。
- b) 运行和版本要求：
- 1) 要求能运行多个计算实例；
 - 2) 尽量仅使用标准C++和Windows核心的动态链接库，不建议使用MFC动态链接库，减少动态链接库之间对不同Visual C++版本相关库的依赖问题，如需要依赖其他动态链接库，需要进行协商和试验确定；
 - 3) 提供Release版本，但根据测试需要应可以增加调试打印选项，可以跟踪相关的计算过程；
 - 4) 动态链接库必须经过测试才能与计算模块集成，为此需要相关的动态链接库的测试报告。
-