



中华人民共和国国家标准

GB/T 38241—2019

深空探测器与地面数据接收系统对接 试验规范

Specification for matching test of deep space probe and ground-based
data receiving system

2019-10-18 发布

2020-05-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国科学院提出。

本标准由全国空间科学及其应用标准化技术委员会(SAC/TC 312)归口。

本标准起草单位:中国科学院国家天文台、中国航天科技集团公司第五研究院总体部。

本标准主要起草人:李俊铎、苏彦、黄晓峰、孔德庆、朱新颖、强晖萍、刘适、李臣、薛喜平、戴舜、邢树果、张洪波、李春来。



深空探测器与地面数据接收系统对接 试验规范

1 范围

本标准规定了深空探测器数传发射部分与地面数据接收系统对接试验的一般要求、有线对接试验、无线对接试验以及对接试验结果分析。

本标准适用于深空探测器数传发射部分与地面数据接收系统对接试验。

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/T 14733.6—2005 电信术语 空间无线电通信

GB/T 14733.7—2008 电信术语 振荡、信号和相关器件

GB/T 30114.1—2013 空间科学及其应用术语 第1部分:基础通用

3 术语和定义

GB/T 14733.6—2005、GB/T 14733.7—2008 和 GB/T 30114.1—2013 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/T 14733.6—2005、GB/T 14733.7—2008 和 GB/T 30114.1—2013 中的一些术语和定义。

3.1

航天器 spacecraft

飞出地球大气层主要部分以外的人造飞行器。

[GB/T 14733.6—2005,定义 725-11-01]

3.2

深空 deep space

距地球表面等于或大于 2×10^6 km 的宇宙空间。

注:改写 GB/T 14733.6—2005,定义 725-11-02。

3.3

空间探测器 space probe

用于在宇宙空间进行观察或测量的航天器。

[GB/T 14733.6—2005,定义 725-11-03]

3.4

深空探测器 deep space probe

进入深空探测的空间探测器。

[GB/T 14733.6—2005,定义 725-11-04]

3.5

地面数据接收系统 ground-based data receiving system

在地面用于收集航天器下行信号,通过解调和译码,获取科学与技术数据的系统。

注: 主要包含天线、放大器、变频器和解调处理机。

3.6

对接试验 matching test

深空探测器数传发射部分与地面数据接收系统之间通过有线连接或无线传输,进行信号匹配性和一致性验证的工作。

3.7

有效载荷 payload

装载于空间技术平台上,用于执行特定科学实验、科学探测与应用研究任务的仪器及设备系统。

[GB/T 30114.1—2013,定义 4.1]

3.8

编码 coding

把数字信号的码元序列按一定规律变换成另一种码元序列。

3.9

调制 modulation

使高频信号的某个参数受低频信号控制而变化的技术。

3.10

译码 decoding

把编码时形成的码序列还原为编码前的信息码序列。

3.11

解调 demodulation

从已调信号中恢复出原调制信号的过程。

[GB/T 14733.7—2008,定义 702-06-67]

3.12

码速率 bit rate

每秒传送的二元制码元的个数。

3.13

误码率 bit error probability

数字信号的消息码元发生错误的概率。

4 一般要求

4.1 对接试验内容

对接试验分为有线对接试验和无线对接试验两种方式。在有线对接方式中,深空探测器数传发射部分发射射频信号,通过射频电缆输出给地面数据接收系统,地面数据接收系统接收、处理深空探测器发射的信号。在无线对接方式中,深空探测器数传发射部分以无线方式发射信号,地面数据接收系统检验深空探测器发射的信号。有线对接试验包括数传发射频点和功率测试、射频频谱和调制体制测试、接收门限和起始有效帧计数测试、有效载荷数据信道格式验证。无线对接试验包括极化匹配测试。

4.2 对接试验技术文件要求

对接试验前应编写试验大纲和试验细则,主要内容包括:

- a) 对接试验目的；
- b) 参试设备、软件与技术状态；
- c) 对接试验条件；
- d) 试验辅助设备与工具；
- e) 试验前的准备；
- f) 问题与处理方案；
- g) 组织分工；
- h) 对接试验步骤；
- i) 对接试验结果分析与评价的方法；
- j) 试验记录。

4.3 对接试验场地、环境及设备要求

4.3.1 设备和产品要求

对接试验前应做好以下准备工作：

- a) 通用、专用测试设备及附件工作正常；
- b) 测试仪器在计量有效期内；
- c) 深空探测器已完成单机电测；
- d) 地面数据接收系统设备工作正常。

4.3.2 环境要求

应利用屏蔽与其他的基本干扰控制措施，如滤波、导线隔离、扭绞线、电路的布置、频率管理和频率指配来获得系统内和系统间的电磁兼容性。

4.3.3 供电要求

供电应满足以下条件：

- a) 供电电压： $220 \times (1 \pm 10\%) \text{V}$ ；
- b) 供电频率： $(50 \pm 1) \text{Hz}$ ；
- c) 供电功率：应大于深空探测器和地面应用系统全部参试设备功耗总和。

4.3.4 安全性要求

对接试验应满足以下安全性要求：

- a) 测试中应对深空探测器发出的信号进行衰减，确保符合频谱分析仪量程和地面应用系统设备输入信号功率范围；
- b) 测试中应保障人员安全。

5 有线对接试验

5.1 数传发射频点和功率测试

5.1.1 对接试验目的

验证深空探测器发射的单载波频点和功率是否满足指标要求。

5.1.2 对接试验方法

设备连接方式参见图 1,深空探测器放置于具有屏蔽隔离干扰射频信号的屏蔽笼内。A 和 B 为对接试验的测试点。

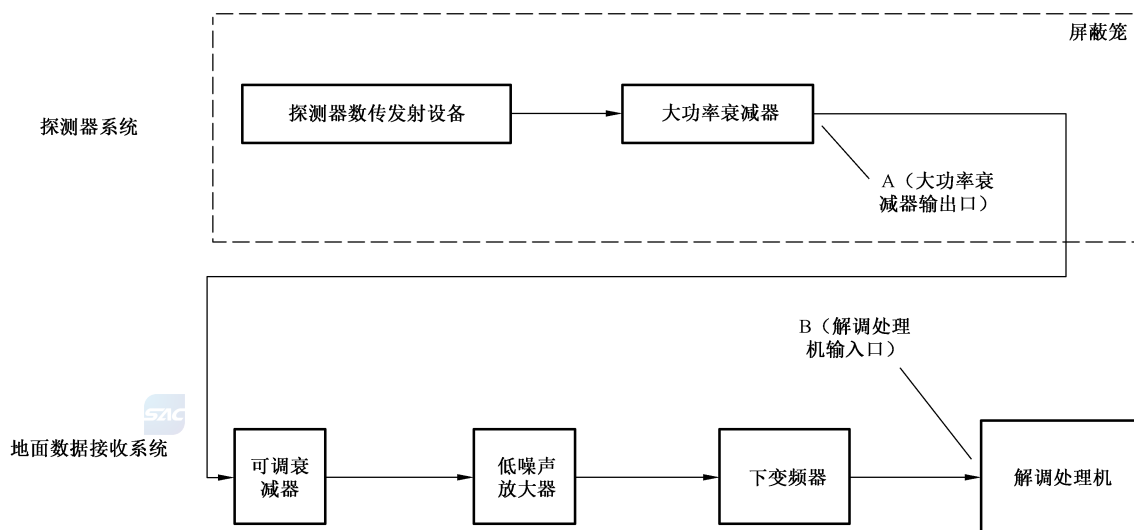


图 1 有线对接试验设备连接框图

测试方法如下：

- 深空探测器发射数传单载波,用频谱分析仪在 A 点测试深空探测器数传发射频点和杂谱情况,多次测量取算数平均值。测试应覆盖数传所采用的各个频点。
- 用频谱分析仪测试深空探测器数传发射功率,多次测量取算数平均值。测试应覆盖数传所采用的各个频点。

5.1.3 结果评定

结果评定应包括以下内容：

- 判定深空探测器发射的单载波频率的精度、杂波和谐波是否满足指标要求；
- 判定深空探测器发射的功率是否满足指标要求。

5.2 射频频谱和调制体制测试

5.2.1 对接试验目的

验证深空探测器发射的调制信号主瓣带宽和钟分量抑制情况是否满足指标要求。

5.2.2 对接试验方法

按照图 1 连接对接试验设备,深空探测器发射调制信号,用频谱分析仪在 A 点测试数传调制频谱,检测调制谱特性及钟分量抑制情况。

5.2.3 结果评定

结果评定应包括以下内容：

- 判定深空探测器发射的调制信号主瓣带宽是否满足指标要求；

- b) 判定深空探测器发射的调制信号钟分量抑制是否大于 15 dBc。

5.3 接收门限和起始有效帧计数测试

5.3.1 对接试验目的

试验目的如下：

- a) 验证数传码型、编码方式、数传数据格式是否满足指标要求；
- b) 验证数传误码率不大于 1×10^{-6} 时的接收门限是否满足指标要求；
- c) 测试起始有效帧计数，为深空探测器在轨任务期间数传策略提供参考。

5.3.2 对接试验方法

测试方法如下：

- a) 按照图 1 连接对接试验设备，深空探测器发送调制信号；地面数据接收系统检验码型、编码方式和数传数据格式，测试深空探测器接收门限。接收门限由频谱分析仪在 B 点测得。接收门限深空探测器信号功率-底噪。测试应涵盖深空探测器与地面数据接收系统接口控制文件所规定的全部码速率。为验证深空探测器测控信标对数传接收门限的影响，深空探测器需将数传信号和测控信标合路输出给地面数据接收系统，根据链路计算，将数传信号和测控信号强度进行按比例衰减，测试测控信标存在的情况下系统接收门限。
- b) 深空探测器发送调制信号，地面数据接收系统根据解调处理机存储的第一帧的帧计数与深空探测器发出的第一帧帧计数之差计算起始有效帧计数。起始有效帧计数测试为深空探测器在轨任务期间数传策略提供参考。

5.3.3 结果评定

结果评定应包括以下内容：

- a) 判定深空探测器发射的数传码型、编码方式、数传数据格式是否满足指标要求；
- b) 判定数传误码率不大于 1×10^{-6} 时的接收门限是否满足指标要求。

5.4 有效载荷数据信道格式验证

5.4.1 对接试验目的

验证深空探测器有效载荷数据信道格式是否满足指标要求。

5.4.2 对接试验方法

深空探测器发射有效载荷探测数据，地面数据接收系统进行解调、译码、存储有效载荷数据，验证有效载荷数据信道格式。

5.4.3 结果评定

判定深空探测器发射的有效载荷数据信道格式同深空探测器与地面数据接收系统接口控制文件所规定的格式是否一致。

6 无线对接试验

6.1 对接试验目的

验证深空探测器数传信号极化方式是否满足指标要求。

6.2 对接试验方法

设备连接参见图 2, A 为无线对接试验的测试点。

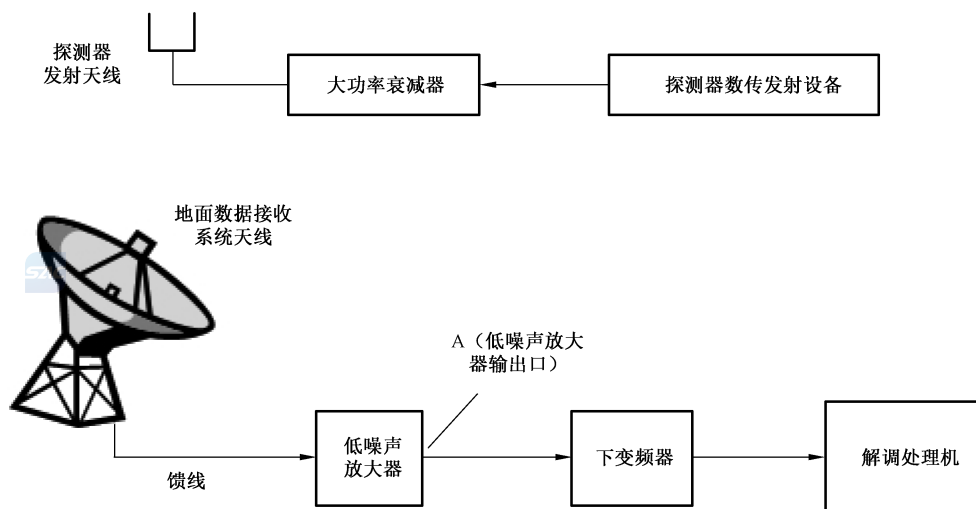


图 2 无线对接试验设备连接框图

测试方法如下：

- 深空探测器采用天线发射数传单载波。
- 地面数据接收系统利用频谱分析仪测试不同极化的低噪声放大器输出口信号功率, 计算低噪声放大器输入口信号功率。根据不同极化低噪声放大器输入口信号功率的大小验证极化方向。

6.3 结果评定

判定深空探测器发射的数传信号极化方式与地面接收系统的极化设置是否一致。

7 对接试验结果分析

7.1 分析内容

结果分析应包括以下内容：

- 数传射频信号匹配性分析；
- 数传基带信号匹配性分析；
- 数传数据格式匹配性分析；
- 有效载荷数据信道格式匹配性分析。

7.2 分析方法

根据各项对接试验测试结果的符合性进行各项匹配性分析。

各项匹配性与测试项目对应关系如下：

- 数传射频信号匹配性: 极化匹配测试、数传发射频点和功率测试、射频频谱和调制体制测试；
- 数传基带信号匹配性: 接收门限和起始有效帧计数测试；
- 数传数据格式匹配性: 接收门限和起始有效帧计数测试；

- d) 有效载荷数据信道格式匹配性:有效载荷数据信道格式验证。

7.3 对接试验报告

对接试验后应编制总结报告,主要包括:

- a) 参试设备、软件与技术状态;
 - b) 试验辅助设备与工具;
 - c) 组织分工;
 - d) 对接试验方法;
 - e) 对接试验结果;
 - f) 对接试验结果分析;
 - g) 结论。
-