



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 44381—2024

## 月球与行星探测数据质量检验要求

Requirements for quality inspection of lunar and planetary exploration data

2024-08-23 发布

2024-08-23 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 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 数据质量检验对象及其说明 .....	2
4.1 数据质量检验对象 .....	2
4.2 检验对象格式与结构 .....	2
4.3 检验对象文件命名规则 .....	3
5 通则 .....	4
5.1 数据质量检验元素 .....	4
5.2 数据质量检验项等级 .....	4
5.3 数据质量检验覆盖性 .....	5
6 数据质量检验方式与流程 .....	5
7 数据质量检验内容与要求 .....	6
7.1 数据产品质量检验 .....	6
7.2 数据集质量检验 .....	12
8 数据质量评价 .....	13
8.1 概述 .....	13
8.2 缺陷等级 .....	13
8.3 评价等级 .....	14
9 数据质量检验报告 .....	14
附录 A(资料性) 月球与行星历次探测任务科学探测仪器与数据级别关联表 .....	15
附录 B(资料性) 数据产品结构和数据产品标签的主要数据元素(PDS4 格式) .....	17
B.1 数据产品结构 .....	17
B.2 科学数据产品标签的主要数据元素 .....	17
B.3 辅助数据产品标签的主要数据元素 .....	21
附录 C(资料性) 评价结果记录表示例 .....	23
参考文献 .....	24



## 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。

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专利的责任。

本文件由中国科学院提出。

本文件由全国空间科学及其应用标准化技术委员会(SAC/TC 312)归口。

本文件起草单位：中国科学院国家天文台、中国电子科技集团第十五研究所。

本文件主要起草人：李春来、左维、时晓青、齐志博、刘宇轩、曾兴国、张舟斌、刘建军、关琦。





# 月球与行星探测数据质量检验要求

## 1 范围

本文件规定了月球与行星探测数据质量检验要求,描述了月球与行星探测数据质量检验方法。

本文件适用于月球与行星探测在测试任务结束后进入正式在轨探测所获取的科学探测数据的生成、处理、存档、管理、发布、交换与应用阶段的质量检验和质量评定。

## 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 33996—2017 月球探测数据产品分级与命名

GB/T 33998—2017 月球信息元数据

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **数据产品 data product**

有效地运用数据分析方法,从海量的原始信息中挖掘出对用户有价值的信息,以直观、有效的表现形式,为用户应用提供的数字化信息。

[来源:GB/T 30114.1—2013,4.32]

### 3.2

#### **科学数据 scientific data**

对通过各类科学探测仪器获取的探测数据处理形成的数据产品。

### 3.3

#### **辅助数据 auxiliary data**

用于支持和补充科学数据、能帮助用户更好地理解和使用科学数据的附加数据。

### 3.4

#### **数据集 dataset**

一定时间范围内的数据产品按照探测任务、有效载荷类型、数据产品级别进行分类打包形成的可识别的数据集合。

### 3.5

#### **元数据 metadata**

关于数据的数据。

## 4 数据质量检验对象及其说明

### 4.1 数据质量检验对象

数据质量检验对象包括数据产品和数据集两类。数据产品包括科学数据和辅助数据,一个数据产品可由一个或多个科学数据及 0 个或多个(包括 1 个)辅助数据组成。数据产品按照数据处理方法可分为原始数据、0 级、1 级和 2 级四类级别,其中 0 级分为 0A 级和 0B 级,2 级分为 2A 级、2B 级和 2C 级。0 级、1 级、2A 级和 2B 级的定义见 GB/T 33996—2017 中 3.2~3.4,原始数据和 2C 级数据产品定义见表 1。原始数据不涉及有效载荷分包,0 级、1 级和 2 级数据产品与具体的科学探测仪器相关,在不同的探测任务中数据产品级别与科学探测仪器的关联性见附录 A。

表 1 原始数据和 2C 级数据产品定义

数据产品级别	英文名称	数据描述
原始数据	RAW	探测器下行数据,经帧同步、解扰、RS 译码的数据帧序列,也称为成帧数据
2C 级数据产品	Level 2C	在 2B 级基础上,对于不同的科学载荷采用不同的处理得到的产品,如带通滤波、彩色复原等

### 4.2 检验对象格式与结构

#### 4.2.1 数据产品格式与结构

##### 4.2.1.1 科学数据格式与结构

科学数据按照数据级别采用不同的数据格式与结构,包括:

- 原始数据和 0 级数据产品采用二进制格式,原始数据和 0A 级数据产品由多个二进制源包组成,格式见 GB/T 33997—2017 中表 A.1;
- 0B 级数据产品由多个二进制数据块组成,格式见 GB/T 33997—2017 的表 A.2 和表 A.3;
- 1 级和 2 级(包括 2A、2B 和 2C)数据产品采用 PDS 格式,由数据标签和数据对象两部分构成,在不同的型号任务中会采用 PDS3 格式或 PDS4 格式。PDS3 格式的数据产品结构见 GB/T 33997—2017 中附录 B,PDS4 格式的数据产品结构和数据产品标签的主要数据元素见附录 B。

##### 4.2.1.2 辅助数据格式与结构

1 级和 2 级科学数据有配套的辅助数据,辅助数据主要包括字符标识为 AUX 的辅助数据文件和字符标识为 GEO 的几何定位格网文件。其中,AUX 是描述载荷工作参数的图像帧头信息,记录仪器的温度、增益、曝光时间等,用于数据预处理和后处理;GEO 是对科学数据的几何定位信息进行补充描述,包括坐标系、经度、纬度、方位角等信息。

AUX 和 GEO 数据文件应采用类 PDS 形式的格式,由数据标签和数据对象构成,数据标签的结构见 B.1,数据对象采用 ASCII 码的表格(Table\_Character)形式存储,其标签的主要数据元素见 B.3。

#### 4.2.2 数据集格式与结构

数据集按照目录结构组织数据文件并采用 zip 格式打包存储,数据集的目录结构包括 DATA 文件夹、DOCUMENT 文件夹和 Readme.txt 文件。其中:

- a) DATA 文件夹:存放科学数据产品及其辅助数据文件;
- b) DOCUMENT 文件夹:数据集的载荷任务和数据格式的说明文件;
- c) Readme.txt:数据的说明文件,包含数据集的内容以及数据的使用说明等。

### 4.3 检验对象文件命名规则

#### 4.3.1 数据产品文件命名规则

科学数据的 0 级、1 级和 2 级数据产品,以及辅助数据文件命名规则应符合 GB/T 33996—2017 中第 4 章数据产品文件命名规则的规定,其中任务标识按照实际探测任务进行扩展;数据类型取值为 SCI 表示科学数据,取值为 AUX 和 GEO 则表示为辅助数据。

原始数据文件的命名按照任务标识、探测器标识、接收天线标识、轨道接收开始时间、轨道接收开始时间对应的轨道圈数、数据接收单轨跟踪弧段号和原始数据分块文件号等进行组织。文件命名格式具体结构图见图 1。

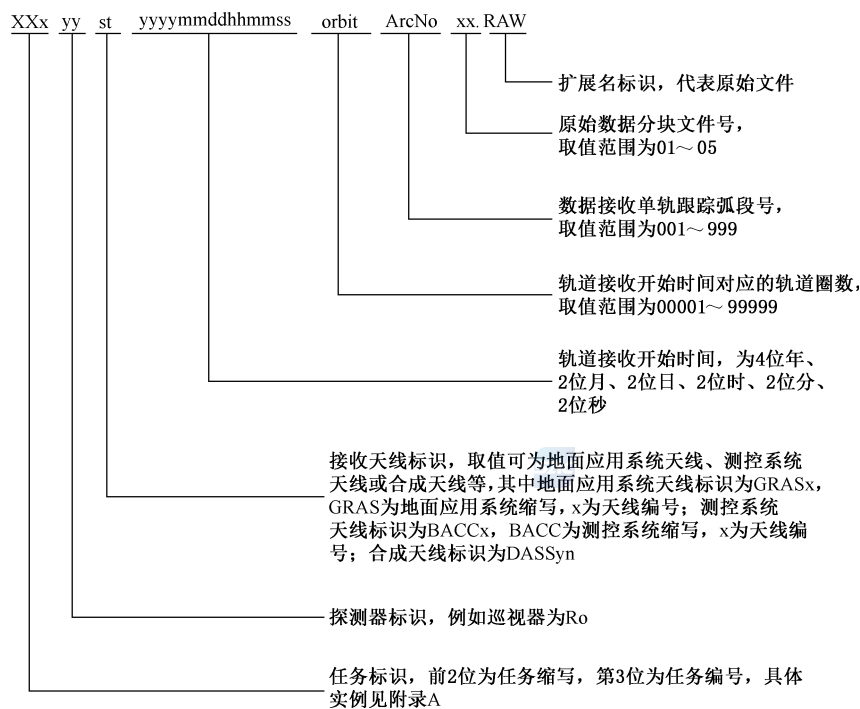


图 1 原始数据文件命名格式结构图

#### 4.3.2 数据集文件命名规则

数据集文件的命名按照任务标识、探测仪器载荷的缩写、数据级别标识、轨道接收数据开始时间、轨道接收数据结束时间等进行组织,命名格式具体结构图见图 2。

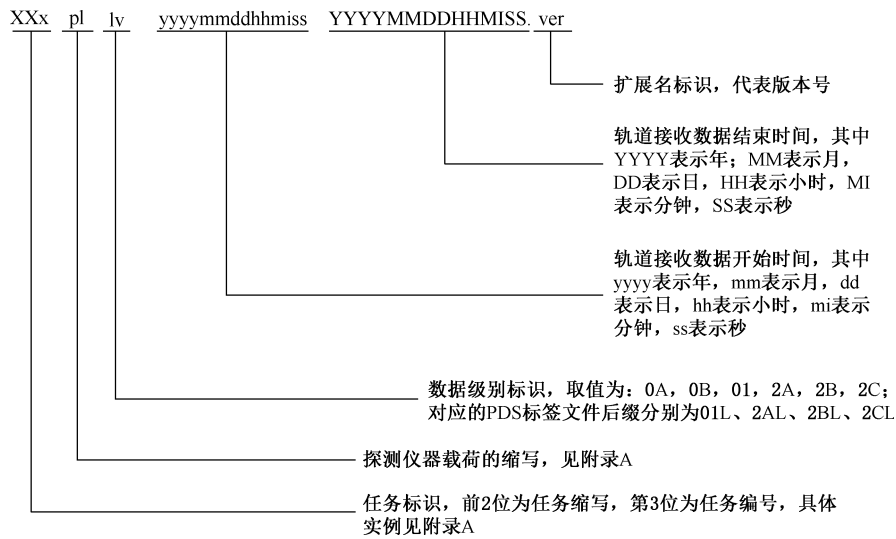


图 2 数据集文件命名格式结构图

## 5 通则

### 5.1 数据质量检验元素

数据质量检验元素包括完整性、准确性、一致性、唯一性、合理性和规范性。每个元素代表了数据质量的不同方面,通过对这些元素的评估和检验,可确定数据的质量水平。通过检验这些元素,可识别并解决数据中存在的问题,从而提高数据质量。数据质量检验元素及其描述见表 2。

表 2 数据质量检验元素及其描述

数据质量检验元素	描述
完整性检验	检验数据的完整性,即数据中必要数据项都应存在,没有缺失或遗漏
准确性检验	验证数据的准确性,即数据应真实、无误。检验数据应与现实世界相符合,并且数据应经过正确的录入和处理
一致性检验	检验数据的一致性,即数据在不同地方、不同时间点的表达应一致。数据在不同数据源或数据表中应具有有一致性,且数据记录之间的逻辑关系应符合预期
唯一性检验	检验数据的唯一性,即数据记录不能重复或存在冗余,确保每个数据记录都是唯一的,且没有重复出现的情况
合理性检验	评估数据应符合业务规则和约束条件,包括检验数据的范围、格式和类型等应符合预期,以及数据应满足特定的业务要求
规范性检验	验证数据应符合规定的标准、格式和约定,确保数据的规范性,提高数据的可读性、可维护性和互操作性

### 5.2 数据质量检验项等级

数据质量检验基于检验项进行,检验项的等级共分为以下四级。

- 关键检验项:最关键的检验项,对数据的准确性、完整性和可靠性至关重要。若检验项不符合要求,将会严重影响月球与行星探测数据的正确使用。

- b) 重要检验项:涉及数据重要方面的检验项,对数据的正确性和一致性有着显著影响。若检验项不符合要求,将会较大程度影响月球与行星探测数据的正确使用。
- c) 一般检验项:对数据的基本完整性和合理性进行验证的常规检验项。若检验项不符合要求,对月球与行星探测数据的正确使用会产生轻微影响。
- d) 辅助检验项:用于描述数据的生产目的、用途、数据志和用户自定义类信息的检验项。若检验项不符合要求,不会影响月球与行星探测数据的正确使用。

### 5.3 数据质量检验覆盖性

数据质量检验应采用全数检验,对所有数据进行质量检验,覆盖率 100%。

## 6 数据质量检验方式与流程

月球与行星探测数据质量检验采用计算机自动检验,具体的流程按如下步骤实施:

- a) 准备好待检测的数据,包括数据产品和数据集;
- b) 针对要检测的数据产品或数据集,提取出待检测数据的元数据信息和各检测项信息;
- c) 根据待检测数据对象的类型,按照第 7 章所述的数据质量检验内容与要求,从完整性、准确性、一致性、唯一性、合理性和规范性所对应的各检验项对数据进行逐条检验,检验各检验项应符合检验要求;
- d) 数据检验项检测完成后,记录各检验项的检测结果形成《数据质量检验内容结果记录表》,该记录表在表 3、表 4 和表 5 的基础上增加检验结果项生成;
- e) 依据数据检验内容结果,按照 8.2 所述的缺陷等级评定方法,评定数据产品的缺陷等级,并记录形成《数据质量缺陷等级评价结果记录表》,见附录 C 中表 C.1;
- f) 依据数据缺陷等级评定结果,按照 8.3 所述的数据质量评价等级评定方法,评定数据的质量评价等级,并记录形成《数据质量等级评价结果记录表》,见表 C.2;
- g) 最后根据评价结果形成数据质量检验报告。

月球与行星探测数据质量检验的流程图见图 3。

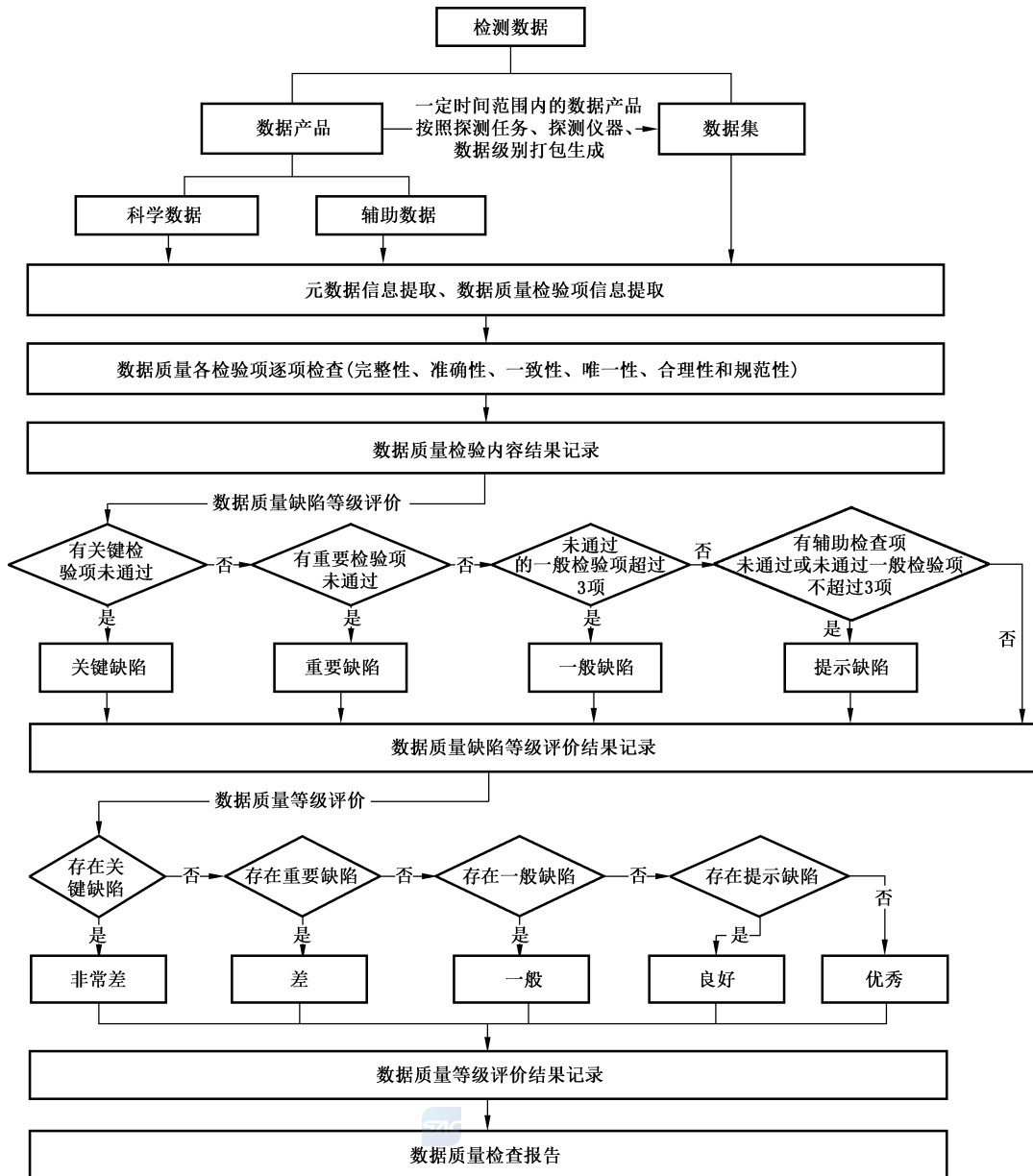


图 3 数据质量检验流程图

## 7 数据质量检验内容与要求

### 7.1 数据产品质量检验

#### 7.1.1 科学数据质量检验

科学数据质量检验的检验内容与要求见表 3。

表 3 科学数据质量检验内容与要求

检验元素	检验项	检验项等级	检验要求	涉及数据级别
完整性 检验	元数据信息	关键检验项	按照 GB/T 33998—2017 中 3.3 检验元数据信息的完整性,应包括探测任务标识、探测仪器标识、接收站、轨道号等信息	原始数据/0 级数据产品/1 级数据产品/2 级数据产品
	数据文件大小	重要检验项	检验数据文件大小与数据发送方描述大小的一致性	原始数据/0 级数据产品/1 级数据产品/2 级数据产品
	数据配套文件	重要检验项	检验数据配套文件的齐套性,应包括数据标签文件、数据对象文件和辅助数据文件	1 级数据产品/2 级数据产品
	标签规格标识符	一般检验项	检验应含有 PDS 标准版本号,版本号见 NASA JPL D—7669	1 级数据产品(PDS3 格式)/2 级数据产品(PDS3 格式)
	文件特征 数据元素	一般检验项	检验数据产品的数据元素,应含有记录类型,字节长度,物理记录个数的描述标签	1 级数据产品(PDS3 格式)/2 级数据产品(PDS3 格式)
	数据对象指示器	一般检验项	检验数据产品应含有对象指针标签	1 级数据产品(PDS3 格式)/2 级数据产品(PDS3 格式)
	识别性数据元素	一般检验项	检验数据产品应含有识别性数据元素标签	1 级数据产品(PDS3 格式)/2 级数据产品(PDS3 格式)
	数据组定义	一般检验项	检验数据产品应含有数据组定义标签	1 级数据产品(PDS3 格式)/2 级数据产品(PDS3 格式)
	数据对象定义	一般检验项	检验数据产品应含有检验数据对象标签	1 级数据产品(PDS3 格式)/2 级数据产品(PDS3 格式)
	识别性元素域	一般检验项	检验标签文件应含有识别性元素域标签	1 级数据产品(PDS4 格式)/2 级数据产品(PDS4 格式)
	参考列表域	一般检验项	检验标签文件应含有参考列表域标签	1 级数据产品(PDS4 格式)/2 级数据产品(PDS4 格式)
	观测信息域	一般检验项	检验标签文件应含有观测信息域标签	1 级数据产品(PDS4 格式)/2 级数据产品(PDS4 格式)
数据对象描述域	一般检验项	检验标签文件应含有数据对象描述域标签	1 级数据产品(PDS4 格式)/2 级数据产品(PDS4 格式)	
准确性 检验	数据存储格式	重要检验项	检验数据存储格式的准确性,数据文件能够按照既定格式正确地读出	原始数据/0 级数据产品/1 级数据产品/2 级数据产品
	数据产品命名	重要检验项	按照 GB/T 33996—2017 和 4.3.1 数据产品文件命名规则,检验文件命名各字段取值的准确性	原始数据/0 级数据产品/1 级数据产品/2 级数据产品
	数据对象	重要检验项	检验数据对象能按照数据标签中数据对象描述域中的属性正确打开	1 级数据产品/2 级数据产品

表 3 科学数据质量检验内容与要求 (续)


检验元素	检验项	检验项等级	检验要求	涉及数据级别
准确性 检验	标签规格标识符	一般检验项	检验应含有 PDS 标准版本号, 版本号见 NASA JPL D—7669	1 级数据产品 (PDS3 格式)/2 级数据产品 (PDS3 格式)
	文件特征数据元素	一般检验项	检验数据产品文档特征的描述应有记录类型、字节长度, 文件中物理记录的个数、标签中物理记录的个数	1 级数据产品 (PDS3 格式)/2 级数据产品 (PDS3 格式)
	数据对象指示器	一般检验项	检验数据产品的对象指针 TABLE, ^ IMAGE, ^ IMAGE_PREFIX, DESCRIPTION 的准确性	1 级数据产品 (PDS3 格式)/2 级数据产品 (PDS3 格式)
	识别性数据元素	一般检验项	检验数据产品的基本信息的准确性, 包括文件名, 任务名, 仪器名, 载荷名, 级别, 采集信息等	1 级数据产品 (PDS3 格式)/2 级数据产品 (PDS3 格式)
	数据组定义	一般检验项	检验仪器的参数、工作模式、与数据处理相关的参数、与数据对应的几何信息、位置信息的准确性	1 级数据产品 (PDS3 格式)/2 级数据产品 (PDS3 格式)
	数据对象定义	一般检验项	检验数据产品中的描述对象表格对象 (TABLE OBJECT)、图像对象 (IMAGE OBJECT)、图像前缀对象 (IMAGE_PREFIX) 和描述对象 (DESCRIPTION) 的准确性	1 级数据产品 (PDS3 格式)/2 级数据产品 (PDS3 格式)
	元数据标准声明	一般检验项	检验定义元数据内容的标签所使用的标准名称及版本的准确性	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
	可解析性	重要检验项	检验元数据内容与 PDS 语法规则的符合性, 见 NASA JPL D—7669	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
	 层级关系	一般检验项	检验各元素之间的层级关系构建的正确性, 见表 B.1	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
	识别性元素域	重要检验项	检验数据对象名称的描述, 见表 B.1	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
重要检验项		检验数据版本, 见表 B.1	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)	
重要检验项		检验数据来源, 见表 B.1	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)	
重要检验项		检验数据信息所属类型, 见表 B.1	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)	

表 3 科学数据质量检验内容与要求 (续)

检验元素	检验项	检验项等级	检验要求	涉及数据级别
准确性 检验	参考列表域	重要检验项	检验引用参考信息标签格式,见表 B.1	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
		重要检验项	检验交叉引用参考信息的标签格式,见表 B.1	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
		重要检验项	检验元数据信息标签格式符合 PDS 数据标准,见 NASA JPL D—7669	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
	观测信息域	重要检验项	检验时间坐标,见表 B.1	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
		重要检验项	检验数据类型,见 GB/T 33996—2017 的 4.5	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
		重要检验项	检验数据任务标识,见表 A.1	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
		重要检验项	检验载荷名称,见表 A.1	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
		重要检验项	检验产品基本信息定义的准确性,包括与任务、探测器、平台、载荷、产品级别、产品版本、产品描述等相关信息	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
		一般检验项	检验时间的准确性	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
		一般检验项	检验坐标系、经度、纬度或高程定义的准确性	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
	数据对象描述域	关键检验项	检验图像类数据的结构定义应与实际数据相符,见表 B.1	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
		关键检验项	检验非图像类数据的结构定义应与实际数据相符,见表 B.1	1 级数据产品 (PDS4 格式)/2 级数据产品 (PDS4 格式)
	一致性 检验	数据文件大小	一般检验项	检验数据文件大小应与数据对象描述域中的一致
元数据的描述		一般检验项	检验元数据的信息应与观测信息域中描述的一致	1 级数据产品/2 级数据产品
采集时间		重要检验项	检验数据采集的开始时间和结束时间应正确反映实际的数据获取时间段	原始数据/0 级数据产品/1 级数据产品/2 级数据产品
时间关联性		重要检验项	检验数据采集的开始时间和结束时间应与数据的探测周期/弧段号具有一致关联性	原始数据/0 级数据产品/1 级数据产品/2 级数据产品
辅助文件描述		一般检验项	检验观测信息域中的辅助文件的描述应与实际一致	1 级数据产品/2 级数据产品

表3 科学数据质量检验内容与要求(续)

检验元素	检验项	检验项等级	检验要求	涉及数据级别
唯一性 检验	命名格式唯一	重要检验项	检验数据的命名格式应具有唯一性	原始数据/0级数据产品/1级数据产品/2级数据产品
	元数据	重要检验项	检验元数据信息应唯一存在	原始数据/0级数据产品/1级数据产品/2级数据产品
	数据文件唯一	重要检验项	检验数据文件应唯一存在	原始数据/0级数据产品/1级数据产品/2级数据产品
合理性 检验	任务标识检验	关键检验项	检验探测任务标识名应在规定标识范围内,范围见表A.1	原始数据/0级数据产品/1级数据产品/2级数据产品
	数据类型检验	关键检验项	检验数据类型应在规定范围内,取值范围见GB/T 33996—2017中4.5	1级数据产品/2级数据产品
	级别检验	重要检验项	检验级别标识应在规定范围内,范围见表A.1	1级数据产品/2级数据产品
	版本号检验	一般检验项	检验版本号应在规定范围内,取值范围A~Z	1级数据产品/2级数据产品
	探测器检验	关键检验项	检验探测器标识应在有效范围内,范围见表A.1	1级数据产品/2级数据产品
	载荷检验	关键检验项	检验各载荷的缩写,范围见表A.1	1级数据产品/2级数据产品
	接收站标识检验	重要检验项	检验接收站标识应在规定接收站标识范围内,取值范围见4.3.1数据产品文件命名规则中的接收天线标识	原始数据/0级数据产品/1级数据产品/2级数据产品
	轨道号标识检验	重要检验项	检验轨道号应在规定取值范围内,范围见4.3.1数据产品文件命名规则中的轨道号描述信息	原始数据/0级数据产品/1级数据产品/2级数据产品
	弧道号标识检验	重要检验项	检验弧道号应在规定范围内,范围见4.3.1数据产品文件命名规则中的弧道号描述信息	原始数据/0级数据产品/1级数据产品/2级数据产品
	目的检验	辅助检验项	检验生产数据目的应为科研所用	原始数据/0级数据产品/1级数据产品/2级数据产品
	用途检验	辅助检验项	检验数据的使用用途和范围应为科研所用	原始数据/0级数据产品/1级数据产品/2级数据产品
用户自定义检验	辅助检验项	检验应符合用户自定义的检验规则	原始数据/0级数据产品/1级数据产品/2级数据产品	
规范性 检验	命名格式	重要检验项	检验数据命名格式的规范性,见4.3.1数据产品文件命名规则	原始数据/0级数据产品/1级数据产品/2级数据产品
	时间	一般检验项	检验时间格式应符合时间命名规则,见4.3.1数据产品文件命名规则中的时间信息描述	原始数据/0级数据产品/1级数据产品/2级数据产品
	空间信息	一般检验项	检验空间信息的经度、纬度、高程和方位角等信息的规范性	1级数据产品/2级数据产品

## 7.1.2 辅助数据质量检验

辅助数据的质量检验内容与要求见表 4。

表 4 辅助数据质量检验内容与要求

检验元素	检验项	检验项等级	检验要求	涉及辅助数据
完整性检验	命名格式完整	重要检验项	检验命名格式应完整,见 4.3.1 数据产品文件命名规则	AUX/GEO
	辅助文件大小	一般检验项	检验辅助数据文件大小应与数据标签中的大小一样	AUX/GEO
	辅助文件齐全	一般检验项	检验辅助文件是否齐全,应含有其对象标签域中描述的所有辅助文件	AUX/GEO
	图像帧头信息	一般检验项	检验应含有图像的帧头信息	AUX
	工作模式参数	一般检验项	检验应含有工作模式参数	AUX
	仪器参数	一般检验项	检验应含有仪器参数	AUX
	几何定位信息	一般检验项	检验应含有几何定位信息	GEO
准确性检验	文件命名	重要检验项	检验文件名中各字段取值应准确,见 4.3.1 数据产品文件命名规则	AUX/GEO
	图像帧头信息	一般检验项	检验图像帧序号和图像模式应准确	AUX
	工作模式参数	一般检验项	检验曝光参数、曝光时间、增益、相机温度等信息应准确	AUX
	仪器参数	一般检验项	检验成像波段范围、焦距、像元尺寸、图像分辨率和质量信息应准确	AUX
	几何定位信息	一般检验项	检验经度、纬度、高程、坐标系、中心像元分辨率、入射角和方位角等信息应准确	GEO
一致性检验	辅助文件描述	一般检验项	检验观测信息域中的辅助文件描述与辅助文件的实际信息应一致	AUX/GEO
	采集时间	一般检验项	检验辅助数据的采集的开始时间和结束时间应与科学数据的采集开始时间和结束时间一致	AUX/GEO
	时间关联性	一般检验项	检验数据中的开始时间和结束时间应与数据的探测周期/弧段号具有一致关联性	AUX/GEO
唯一性检验	命名格式唯一	重要检验项	检验各级别数据文件的命名格式应唯一	AUX/GEO
	辅助文件唯一	重要检验项	检验辅助数据文件应唯一存在	AUX/GEO
合理性检验	任务标识检验	关键检验项	检验任务标识名应在规定标识范围内,范围见表 A.1	AUX/GEO
	数据类型检验	关键检验项	检验数据类型应在规定范围内,取值范围见 GB/T 33996—2017 中 4.5	AUX/GEO
	数据级别检验	关键检验项	检验数据级别标识应在规定范围内,范围见表 A.1	AUX/GEO

表 4 辅助数据质量检验内容与要求（续）

检验元素	检验项	检验项等级	检验要求	涉及辅助数据
合理性检验	版本号检验	重要检验项	检验版本号应在规定的取值范围内,取值范围 A~Z	AUX/GEO
	探测器检验	关键检验项	检验探测器标识应在有效范围内,范围见表 A.1	AUX/GEO
	载荷检验	关键检验项	检验各科学探测仪器的缩写应合理,范围见表 A.1	AUX/GEO
	接收站标识检验	重要检验项	检验接收站标识应在规定接收站标识范围内,范围见 4.3.1 数据产品文件命名规则中的接收天线标识	AUX/GEO
	轨道号标识检验	重要检验项	检验轨道号应在规定的取值范围内,范围见 4.3.1 数据产品文件命名规则中的轨道号描述信息	AUX/GEO
	弧道号标识检验	重要检验项	检验弧道号应在规定的取值范围内,范围见 4.3.1 数据产品文件命名规则中的弧道号描述信息	AUX/GEO
	目的检验	辅助检验项	检验生产数据目的为科研所用	AUX/GEO
	用途检验	辅助检验项	检验数据的使用用途和范围应为科研所用	AUX/GEO
	用户自定义检验	辅助检验项	检验应符合用户自定义的检验规则	AUX/GEO
规范性检验	命名格式	重要检验项	检验数据文件命名格式,见 4.3.1 数据产品文件命名规则	AUX/GEO
	时间信息	一般检验项	检验时间格式应符合时间命名规则,见 4.3.1 数据产品文件命名规则中的时间信息描述	AUX/GEO
	空间信息	一般检验项	检验空间信息的经度、纬度、高程和方位角等信息的规范性,见 GB/T 33998—2017	AUX/GEO

## 7.2 数据集质量检验

数据集质量检验的检验内容及要求见表 5。

表 5 数据集质量检验内容与要求

检验元素	检验项	检验项等级	检验要求
完整性检验	命名格式完整	关键检验项	数据集命名格式应完整,见 4.3.2 数据集文件命名规则
	数据集大小	重要检验项	检验数据集的大小应按照数据集说明文件中的大小一样
	数据集齐套性	重要检验项	根据数据集说明文件检验数据集对应的配套文件齐全
	元数据信息	重要检验项	检验元数据信息的完整性,按照 GB/T 33998—2017 中 3.3 应包括探测任务标识、探测仪器标识、接收站、轨道号等信息

表 5 数据集质量检验内容与要求 (续)

检验元素	检验项	检验项等级	检验要求
准确性检验	文件命名	重要检验项	检验数据集文件中各字段取值应准确,见 4.3.2 数据集文件命名规则
	数据集说明文件	重要检验项	检验同一数据集内的全部数据,每个数据文件以及可能的辅助文件、定标文件、格网文件等配套文件的元数据内容应准确,见 GB/T 33998—2017
	数值准确性	重要检验项	检验数据值应符合规定的数据类型和取值范围,不能存在溢出值/异常值,见 GB/T 33998—2017
	数据集内容	重要检验项	检验数据集中包含的数据和文件应正确与完善,见 NASA JPL D—7669
一致性检验	数据集大小	重要检验项	检验数据集大小应与数据集说明文件中描述的一致
	数据集说明文件	重要检验项	检验数据集说明文件中的配套文件应与实际一致
唯一性检验	命名格式唯一	重要检验项	检验数据集的命名格式应唯一
	数据集	重要检验项	检验数据集应唯一存在
合理性检验	数据集命名	重要检验项	检验数据集的命名应合理,见 4.3.2 数据集文件命名规则
	数据集组织规范	一般检验项	检验数据集所包含的数据文件及其他各类配套文件的目录组织结构应合理,见 NASA JPL D—7669
	任务标识检验	重要检验项	检验任务标识名应在规定标识范围内,范围见表 A.1
	数据级别检验	重要检验项	检验数据级别号应在规定范围内,范围见表 A.1
	版本号检验	重要检验项	检验版本号应在规定的取值范围内,取值范围为 A~Z
	探测仪器检验	重要检验项	检验探测仪器标识应在规定仪器标识范围内,范围见表 A.1
	目的检验	辅助检验项	检验生产数据集的目的为科研所用
	用途检验	辅助检验项	检验数据集的使用用途和范围应为科研所用
	用户自定义检验	辅助检验项	检验数据集应符合用户自定义的检验规则
规范性检验	命名格式	重要检验项	检验数据集命名格式,见 4.3.2 数据集文件命名规则
	时间信息	一般检验项	检验时间格式应符合时间命名规则,见 4.3.2 数据集文件命名规则中的时间信息描述

## 8 数据质量评价

### 8.1 概述

数据质量评价是指根据数据质量检验结果对数据质量整体水平的评价,从缺陷等级和评价等级两个方面进行描述,并对两种等级进行定义和分级。

### 8.2 缺陷等级

缺陷等级用于描述数据中的具体错误或缺陷的严重程度。按照数据产品和数据集的质量检验内容

的未通过检验项进行缺陷等级的评定,并在表 6 中记录缺陷等级评定结果。缺陷等级按照数据对用户使用的影 响程度分为关键缺陷、严重缺陷、一般缺陷和提示缺陷四个等级,各个等级的判别如下:

- a) 关键缺陷(critical defect):有未通过的关键检验项,会对用户正确使用科学数据产生严重影响,用字母 A 标识;
- b) 严重缺陷(major defect):没有未通过的关键检验项,有未通过的重要检验项,对用户正确使用科学数据产生会较大程度的影响,用字母 B 标识;
- c) 一般缺陷(minor defect):没有未通过的关键检验项和重要检验项,未通过的一般检验项超过 3 项,对用户使用科学数据有轻微影响,用字母 C 标识;
- d) 提示缺陷(indicative defect):没有未通过的关键检验项和重要检验项,未通过的一般检验项不超过 3 项或有未通过的辅助检验项,对用户使用科学数据没有直接影响,用字母 D 标识。

### 8.3 评价等级

评价等级是结合数据产品和数据集的缺陷评价得出数据的最终总体评价,并在表 7 中记录评价结果。数据质量评价等级分为优秀、良好、一般、差和非常差五个等级,划分如下:

- a) 优秀(excellent):数据质量非常高,所有的检验项不存在包括关键缺陷、严重缺陷、一般缺陷或提示缺陷在内的任何缺陷,用符号 I 进行标识;
- b) 良好(good):数据质量较高,检验项中存在提示缺陷,不会影响数据使用,用符号 II 进行标识;
- c) 一般(fair):数据质量一般,检验项中存在一般缺陷,对用户使用科学数据有轻微影响,用符号 III 进行标识;
- d) 差(poor):数据质量较低,检验项中存在严重缺陷,对用户使用科学数据有严重影响,用符号 IV 进行标识;
- e) 非常差(very poor):数据质量非常低,检验项中存在关键缺陷,用户无法有效使用数据,用符号 V 进行标识。

## 9 数据质量检验报告

数据质量检验报告是数据质量检验与评价过程、方法及结果的综合描述和评述,是对月球与行星探测数据质量特性的综合评价。数据质量评价报告由正文和评价附表组成。

正文应是质量评价方法、过程和结果的全面记录和描述,一般包括质量检查与评价的组织、数据集概况、检查方法、评价依据、评价规则、质量评述、存在问题及结论等。

附表至少应包括《数据质量检验内容结果记录表》、《数据质量缺陷等级评价结果记录表》和《数据质量等级评价结果记录表》,《数据质量检验内容结果记录表》可在表 3、表 4 和表 5 的基础上增加检验结果项生成,《数据质量缺陷等级评价结果记录表》和《数据质量等级评价结果记录表》见附录 C。凡是检验、汇总等表格,应有检测、检验和记录人员签字。

## 附录 A

(资料性)

月球与行星历次探测任务科学探测仪器与数据级别关联表

探测任务携带的科学探测仪器以及获取和处理生成的各级数据产品级别的关联关系见表 A.1。

表 A.1 月球与行星历次探测任务科学探测仪器与数据级别关联表

探测任务 (缩写标识)	卫星/探测器 (缩写标识)	科学探测仪器(缩写标识)	数据级别					
			0A	0B	01	2A	2B	2C
嫦娥一号 (CE1)	嫦娥一号 (CE1)	CCD 立体相机(CCD)	√	√	√	√	√	√
		激光高度计(LAM)	√	√	√	√	√	√
		X 射线谱仪(XRS)	√	√	√	√	√	√
		γ 射线谱仪(GRS)	√	√	√	√	√	√
		干涉成像谱仪(IIM)	√	√	√	√	√	√
		波辐射计(MRM)	√	√	√	√	√	√
		高能粒子探测器(HPD)	√	√	√	√	√	√
太阳风离子探测器(SWID)	√	√	√	√	√	—		
嫦娥二号 (CE2)	嫦娥二号 (CE2)	CCD 立体相机(CCD)	√	√	√	—	—	√
		激光高度计(LAM)	√	√	√	√	√	—
		X 射线谱仪(XRS)	√	√	√	√	√	√
		γ 射线谱仪(GRS)	√	√	√	√	√	√
		波辐射计(MRM)	√	√	√	√	√	√
		高能粒子探测器(HPD)	√	√	√	√	√	√
		太阳风离子探测器(SWID)	√	√	√	√	√	—
嫦娥三号 (CE3)	着陆器 (L)	月基光学望远镜(MUTV)	√	√	√	√	√	—
		极紫外相机(EUVC)	√	√	√	√	√	—
		地形地貌相机(TCAM)	√	√	√	√	√	√
		降落相机(LCAM)	√	√	√	√	√	—
	巡视器 (R)	全景相机(PCAM)	√	√	√	√	√	√
		粒子激发 X 射线谱仪(PIXS)	√	√	√	√	√	—
		测月雷达(LPR)	√	√	√	√	√	√
红外成像光谱仪(VNIS)	√	√	√	√	√	—		
嫦娥四号 (CE4)	着陆器 (La)	地形地貌相机(TCAM)	√	√	√	√	√	√
		降落相机(LCAM)	√	√	√	√	√	—
		月表中子与辐射剂量探测仪(LND)	√	√	√	√	—	—
		低频射电频谱仪(LFRS)	√	√	√	√	√	√

表 A.1 月球与行星历次探测任务科学探测仪器与数据级别关联表 (续)

探测任务 (缩写标识)	卫星/探测器 (缩写标识)	科学探测仪器(缩写标识)	数据级别					
			0A	0B	01	2A	2B	2C
嫦娥四号 (CE4)	巡视器 (Ro)	全景相机(PCAM)	√	√	√	√	√	√
		红外成像光谱仪(VNIS)	√	√	√	√	√	—
		测月雷达(LPR)	√	√	√	√	√	√
		中性原子探测器(ASAN)	√	√	√	√	√	—
	中继星(Re)	低频射电探测器(NCLE)	√	√	—	—	—	—
嫦娥五号 (CE5)	着陆器 (L)	降落相机(LCAM)	√	√	√	√	√	—
		全景相机(PCAM)	√	√	√	√	√	√
		月球矿物光谱分析仪(LMS)	√	√	√	√	√	—
		月壤结构探测器(LRPR)	√	√	√	√	√	√
天问一号 (HX1)	环绕器 (Or)	中分辨率相机(MoRIC)	√	√	√	√	√	√
		高分辨率相机(HiRIC)	√	√	√	√	√	—
		环绕器次表层探测雷达(MOSIR)	√	√	√	√	√	—
		火星矿物光谱分析仪(MMS)	√	√	√	√	√	—
		火星磁强计(MOMAG)	√	√	√	√	√	—
		火星离子与中性粒子分析仪(MINPA)	√	√	√	√	√	—
		火星能量粒子分析仪(MEPA)	√	√	√	√	√	—
	火星车 (Ro)	导航地形相机(NaTeCam)	√	√	√	√	√	√
		火星车次表层探测雷达(RoPeR)	—	√	√	√	√	√
		火星表面成分探测器(MarSCoDe)	—	√	√	√	√	—
		多光谱相机(MSCam)	√	√	√	√	√	—
火星表面磁场探测器(RoMAG)		—	√	√	√	√	√	
火星气象测量仪(MCS)	—	√	√	√	√	√		

注：√表示科学探测仪器有对应级别的数据产品，—表示无对应级别的数据产品。

## 附录 B

(资料性)

## 数据产品结构和数据产品标签的主要数据元素(PDS4 格式)

## B.1 数据产品结构

科学数据产品和辅助数据产品均由数据标签和数据对象构成。在 PDS4 格式中,数据标签独立于数据对象以 XML 文件的形式独立存在,其组织结构如图 B.1 所示。数据对象与 PDS3 格式中相同,代表具体的实体数据,分为图像类和非图像类,见 GB/T 33997—2017 中附录 B。



图 B.1 数据产品标签结构示意图

## B.2 科学数据产品标签的主要数据元素

在 PDS4 格式科学数据产品标签的主要数据元素包括识别性标签域、参考标签域、观测标签域和数据对象描述域等四个主体模块。其中,识别性标签域用于识别该数据产品的基本特征;参考标签域提供了数据产品的参考引用以及源数据信息;观测标签域提供时间、探测目标和探测任务相关的载荷工作参数等信息;数据对象描述域则描述科学数据文件,几何定位格网文件和辅助数据文件的存储格式。

在数据对象描述域中,根据数据对象的存储格式的不同,将科学数据分为图像类和非图像类两类。图像类数据用 Array 进行标识,具体可分为二维图像(Array\_2D\_Image)、三维图像(Array\_3D\_Image)和光谱图像(Array\_3D\_Spectrum)三类;非图像类数据用 Table 进行标识,具体可分为二进制表格(Table\_Binary)和字符表格(Table\_Character)。

识别性标签域、参考标签域、观测标签域和数据对象描述域等四个主体模块均通过一个或多个类和属性的组合进行特征描述,类表示一组相关的数据,提供了一种集合的概念,将具有类似属性的数据对

象聚集在一起,包括子类和多个属性;属性是指描述数据对象的特征或属性,提供了关于数据对象的详细信息。数据标签的主要数据元素见表 B.1。

表 B.1 科学数据产品标签的主要数据元素

识别性元素域		
特征描述	以<Identification_Area>开始,以</Identification_Area>结束,包括五个必选属性<logical_identifier>、<version_id>、<title>、<information_model_version>、<product_class>和一个必选类<Modification_History>	
类/属性名	含义	
logical_identifier	用于识别一个数据对象的所有版本,它是除去版本信息之外的数据对象的标识	
version_id	数据产品的版本,在 PDS 中用[m.n]来标识	
title	产品来源的名称	
information_model_version	标识 PDS 的标签和 schema 基于的 PDS 信息模型的版本	
product_class	该属性提供了数据产品属于哪一类数据的信息	
Modification_History	修订信息,包含子标签<modification_detail>	
参考列表域		
特征描述	以<Reference_List>开始,以</Reference_List>结束,参考列表域中的类属于可选内容	
类/属性名	子类/属性名	含义
Internal_Reference 	lidvid_reference	描述已存档入 DMS 并且与本数据产品相关的其他标准数据产品或文档的信息
	reference_type	参考 PDS 数据字典中数据产品或文档的信息
	comment	备注
External_Reference	doi	文档的版本号
	reference_text	用于描述未存档入 DMS 的数据或文档
Source_Product_Internal	lidvid_reference	用于描述存档至 DMS 的源数据
	reference_type	参考引用源数据信息
	comment	备注
观测信息域		
特征描述	以<Observation_Area>开始,以</Observation_Area>结束,包含六个必选类<Time_Coordinates>、<Primary_Result_Summary>、<Investigation_Area>、<Observing_System>、<Target_Identification>和<Mission_Area>	

表 B.1 科学数据产品标签的主要数据元素 (续)

类/属性名	子类/属性名		含义
Time_Coordinates	start_date_time		数据记录起始时间(UTC)
	stop_date_time		数据记录结束时间(UTC)
Primary_Result_Summary	purpose		目的
	processing_level		处理级别
	Science_Facets	wavelength_range	波段范围
Investigation_Area	name		名称
	type		类型
Observing_System	name		名称
	Observing_System_Component	Name	名称
		type	类型
		description	相关描述信息
Target_Identification	name		名称
	type		类型
Mission_Area	product_id		数据产品 ID
	product_version		数据产品版本
	product_level		数据产品级别
	instrument_name		载荷名称
	instrument_id		载荷 ID
	sequence_id		探测周期编号
	Work_Mode_Parm	.....	工作模式参数组
	Instrument_Parm	.....	仪器参数组
	Processing_Parm	.....	处理模型参数组
	Rover_Location	.....	巡视器位置
	Lander_Location	.....	着陆器位置
	Rover_LocationXYZ	.....	巡视器的 XYZ
	grid_point_location	.....	格网点位置组
	Vector_Cartesian_3_Position	.....	笛卡尔三维位置组
	Vector_Cartesian_3_Pointing	.....	笛卡尔三维指向组
Exterior_Orientation_Elements	.....	外方位元素组	
Angle_pointing_results	.....	角度定位结果组	
Rotation_angle	.....	转角信息组	

表 B.1 科学数据产品标签的主要数据元素 (续)

对象描述域			
特征描述	以<File_Area_Observational>开始,以</File_Area_Observational>结束,包含<File>类用于存储数据对象文件的信息,根据数据对象类型的不同采用不同的类存储,包括可选类<Array_2D_Image>、<Array_3D_Image>、<Array_3D_Spectrum>、<Table_Binary>和<Table_Character>		
类/属性名	子类/属性名	含义	
File	file_name	文件名	
	local_identifier	文件路径	
	creation_date_time	对象文件创建时间	
	file_size	文件大小(单位:字节)	
	records	记录数	
Array_2D_Image	offset	实际数据在文件中的偏移量(单位:字节)	
	axes	维数	
	axis_index_order	维度索引的存储顺序	
	Element_Array	data_type	数据类型
		unit	每一科学数据的单位
	Axis_Array	axis_name	维度名称
		elements	元素数量
		sequence_number	维度编号
	Object_Statistics	maximum	最大值(数据类型 ASCII_Real)
		minimum	最小值(数据类型 ASCII_Real)
		mean	均值(数据类型 ASCII_Real)
		standard_deviation	均方差(数据类型 ASCII_Real)
Array_3D_Image	offset	实际数据在文件中的偏移量(单位:字节)	
	axes	维数	
	axis_index_order	维度索引的存储顺序	
	Element_Array	data_type	数据类型
		unit	科学数据的单位
	Axis_Array	axis_name	维度名称
		elements	元素数量
		sequence_number	维度编号
Array_3D_Spectrum	格式同 Array_3D_Image,按照(Band,Line,Sample)存取		

表 B.1 科学数据产品标签的主要数据元素 (续)

Table_Binary	offset		实际数据在文件中的偏移量(单位:字节)	
	records		记录数	
	Record_Binary	fields	域的数量,但不包括 group 的数量	
		groups	Group 用于存储具有相同类型/结构的参数,该项表示 group 的数量	
record_length		记录长度(单位字节)		
Table_Binary	Record_Binary	Field_Binary	name	名称
			field_number	域的编号
			field_location	域的起始位置(单位字节)
			data_type	数据类型
			field_length	域的长度(单位字节)
			field_format	域的格式
			unit	单位
			description	描述
Table_Character	offset		实际数据在文件中的偏移量(单位:字节)	
	records		记录数	
	record_delimiter		记录的分割方式,固定值	
	Record_Character	fields	域的数量,但不包括 group 的数量	
		groups	Group 用于存储具有相同类型/结构的参数,该项表示 group 的数量	
		record_length		记录长度(单位字节)
		Field_Character	name	名称
			field_number	域的编号
			field_location	域的起始位置(单位字节)
			data_type	数据类型
			field_length	域的长度(单位字节)
field_format	域的格式			
unit	单位			
description	描述			

### B.3 辅助数据产品标签的主要数据元素

辅助数据的数据对象仅采用非图像类的 ASCII 码(Table\_Character)存储格式,其标签中的主要数据元素见表 B.2。

表 B.2 辅助数据产品标签的主要数据元素

类/属性名		含义	举例或说明	
offset		实际数据在文件中的偏移量(字节)	<offset unit="byte">0</offset>	
records		记录数	10	
record_delimiter		记录的分割符, 固定采用回车换行符	固定值 Carriage-Return Line-Feed(表示采用 ASCII 的回车换行 0x0D_0x0A)	
Record_ Character	fields	域的数量	表示表格中包含的域的数量	
	groups	组的数量(具有相同类型/结构的域组合为 1 个组)	表示表格中包含的组的数量, 与域的数量分开计算	
	record_length	记录长度(字节)	数据记录的长度, 记录之间的分隔符(回车换行)计算在内	
	Field_ Character	name	名称	首字母大写, 例如 Time
		field_number	域的编号	表示域的编号, 从 1 开始
		field_location	域的起始位置(字节)	表示当前域的起始字节, 两个域之间的空格或分隔符不计算在内, 从 1 开始
		data_type	数据类型	ASCII_Real, ASCII_String, ASCII_Date_Time_YMD_UTC, ASCII_Integer, ASCII_Numeric_Base16...
		field_length	域的长度(字节)	表示当前域占用的字节长度, 两个域之间的空格或分隔符不计算在内
		field_format	域的格式	域的格式
		unit	单位	m/s
		description	描述	描述信息
	Group_Field_ Character	name	名称	名称信息
		group_number	组的编号	与域分开编号, 从 1 开始
		repetitions	重复次数	相同类型/结构的域重复的次数
		fields	域的数量	组里包含的域的数量
groups		组的个数	组里包含的域的数量, 如无嵌套, 组数为零	
group_location		组的起始位置	记录该组在一条记录中的起始位置	
group_length		组的长度(字节)	数据组的长度, 是重复字段的字节数加上嵌入的任何未使用的字节数(例如空格、分隔符)的和, 计算时应乘以重复次数	
description	描述(如有)	描述信息		

附 录 C  
(资料性)  
评价结果记录表示例

数据质量缺陷等级评价结果记录表和数据质量等级评价结果记录表的示例见表 C.1 和表 C.2。

表 C.1 数据质量缺陷等级评价结果记录表

评价项	评价对象		
	数据产品		数据集
	科学数据	辅助数据(若有)	
完整性缺陷等级评价			
准确性缺陷等级评价			
一致性缺陷等级评价			
唯一性缺陷等级评价			
合理性缺陷等级评价			
规范性缺陷等级评价			
注：依据检测结果在空白处填写对应的缺陷等级名称及字母标识。			

表 C.2 数据质量等级评价结果记录表

评价项	评价对象	
	数据产品	数据集
数据质量评价等级		
注 1：依据检测结果在空白处填写对应的质量评价等级名称及符号标识。		
注 2：数据产品质量等级检测结果由科学数据和辅助数据共同决定。		

参 考 文 献

- [1] GB/T 30114.1—2013 空间科学及其应用技术 第1部分:基础通用
  - [2] GB/T 33997—2017 月球与行星数据产品格式规范
  - [3] NASA JPL D—7669 行星数据系统标准参考版本 1.12.0(Planetary Data System Standards Reference Version 1.12.0)
- 



