



中华人民共和国国家标准

GB/T 44316—2024

空间物体监测数据规范

Space objects observation data specification

2024-08-23 发布

2024-12-01 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 监测数据结构	2
5 元数据要素	2
6 数据体要素	4
6.1 通则	4
6.2 空间物体光学监测数据体要素	5
6.3 空间物体激光监测数据体要素	6
6.4 空间物体雷达监测数据体要素	7
6.5 数据体的可选要素	8
附录 A（资料性） 空间物体监测数据规范示例	12
A.1 空间物体光学监测数据必备要素示例	12
A.2 空间物体激光监测数据必备要素示例	12
A.3 空间物体雷达监测数据必备要素示例	13
A.4 空间物体光学监测数据必备要素和可选要素示例	14
A.5 空间物体天基光学监测数据必备要素和可选要素示例	14
A.6 空间物体激光监测数据必备要素和可选要素示例	15
A.7 空间物体雷达监测数据必备要素和可选要素示例	16
参考文献	18

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。

本文件由全国宇航技术及其应用标准化技术委员会（SAC/TC 425）提出并归口。

本文件起草单位：中国科学院国家天文台、中国航天标准化研究所、北京跟踪与通信技术研究所。

本文件主要起草人：刘静、程昊文、李大卫、江海、张耀、曹莉、李恭强、泉浩芳、王鲲鹏、赵南英。



空间物体监测数据规范

1 范围

本文件规定了包括绕地球运动的航天器、运载火箭、空间碎片，以及其他绕某天体运动的人造空间物体和绕太阳运动的近地小行星在内的空间物体监测数据的要素、编排格式、数据结构及说明。

本文件适用于由地基光学望远镜、激光测距望远镜和雷达等监测设备观测获取的测角、测距、测速、光度等空间物体监测数据的产生、传输、存储和使用。

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 7408.1—2023 日期和时间 信息交换表示法 第1部分：基本原则

GB/T 16831—2013 基于坐标的地理点位置标准表示法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

J2000.0 参考系 J2000.0 reference system

以地球质心为原点，历元 J2000.0 平赤道为 XY 平面，历元 J2000.0 平春分点为 X 轴指向的右手参考系。

3.2

地心天球参考系 geocentric celestial reference system; GCRS

以地球质心为原点，由 2000 年国际天文学联合会（IAU）决议 B1.3 定义的右手参考系。

注：GCRS 坐标轴指向与 J2000.0 参考系靠近，相差约为 0.02° 。

3.3

地平坐标系 horizontal coordinate system

以监测设备所在位置为原点，以此点所在地铅垂线的背离地心方向为 Z 轴方向、北向为 X 轴方向、东向为 Y 轴方向的坐标系。

3.4

国际地球参考系 international terrestrial reference system; ITRS

以地球质心为原点，地球赤道面为 XY 平面，本初子午线为 X 轴指向的右手参考系，与地球自转严格同步，是由国际地球自转服务（IERS）负责定义和实现的协议地球参考系。

3.5

站心坐标系 topocentric coordinate system

以监测设备所在位置为原点的一类坐标系。

注：坐标轴方向与所对应坐标系一致。

3.6

观测站 observation station

光学望远镜、激光测距望远镜、雷达监测设备等空间物体监测设备所部署运行的地面位置或天基平台。

4 监测数据结构

空间物体监测数据结构包括元数据和数据体两部分，分别由一系列数据要素组成。元数据之后紧跟数据体。

元数据由监测数据的定义和说明信息组成。元数据的必备要素主要包含监测对象编号、数据类型、设备编号、观测站类型、时间系统、数据时间标识、参考系、观测量要素名称列表、数据修正标识等。元数据的可选要素是辅助性要素，如任务编号、空间物体轨道类型等。

数据体是监测数据的主体，由一个或者多个数据行组成，每个数据行包括同一观测时刻的监测数据。数据体的必备要素包含数据时间、质心运动测量数据等。数据体的可选要素是辅助性要素，如距离变率、曝光时间、测距误差等。

监测数据可选要素由用户确定。用户可增加自定义要素和要素的枚举值。自定义要素名称以“USR_DEFINED_”为前缀。要素的枚举值以“USR_VALUE_”为前缀。

5 元数据要素

元数据以 META_START 作为起始标记，以 META_END 作为结束标记。每个元数据要素单独一行，采用“要素名称=值”的格式，等号两边可加入一个或多个空格。要素名称和字符串值区分大小写。

元数据的必备要素应符合表 1 的规定，可选要素应符合表 2 的规定。

表 1 元数据的必备要素

序号	要素名称	中文名称	说明	示例及释义
1	TARGET_ID	监测对象编号	被监测的空间物体或搜索区域的编号。编号规则由用户确定	“TARGET_ID = 0123456”代表监测对象编号为“0123456”
2	OBS_TYPE	数据类型	监测数据类型，分为： ——光学监测数据：OPTICAL ——激光监测数据：LASER ——雷达监测数据：RADAR	“OBS_TYPE = OPTICAL”代表光学监测数据
3	DEVICE_ID	设备编号	监测设备编号	“DEVICE_ID = BJ01”代表监测设备编号为BJ01
4	SITE_TYPE	观测站类型	观测站类型，分为： ——地基固定站：GROUND_FIXED ——地基移动站：GROUND_MOBILE ——天基站：SPACE_BASED	“SITE_TYPE = GROUND_FIXED”，代表地基固定站

表1 元数据的必备要素（续）

序号	要素名称	中文名称	说明	示例及释义
5	TIME_SYSTEM	时间系统	监测数据时间（见数据体的必备要素 OBS_TIME 字段定义）所采用的时间系统的标识，包括： ——协调世界时：UTC ——太阳系质心动力学时：TDB	“TIME_SYSTEM = UTC” 代表数据时间所采用的时间系统为协调世界时
6	OBS_TIME_TYPE	数据时间标识	监测数据时间信息标识，分为： ——设备发射信号时刻：DEVICE_TRANSMIT ——信号被空间物体反射的时刻：TARGET_REFLECT ——设备接收信号时刻：DEVICE_RECEIVE	“OBS_TIME_TYPE = DEVICE_TRANSMIT”，代表数据时间是设备发射信号时刻
7	REF_SYS	参考系	数据体测角观测量（ANG1、ANG2）的参考系。该参考系为站心坐标系，即以监测设备所在位置为坐标原点，坐标轴与该要素所对应参考系一致。主要包括： ——坐标轴与J2000.0参考系一致：J2000 ——坐标轴与地心天球参考系一致：GCRS ——坐标轴与地平坐标系一致：HORIZON ——未定义：UNDEFINED 当“REF_SYS = J2000”或者“REF_SYS = GCRS”时，测角观测量为赤经和赤纬；当“REF_SYS = HORIZON”时，测角观测量为方位角和仰角。 仅当数据体中无测角观测量时，该要素的值为UNDEFINED	“REF_SYS = J2000”，代表测角观测量为赤经和赤纬，参考系以监测设备为原点、坐标轴与J2000.0参考系一致
8	OBS_VAL_TYPES	观测量要素名称列表	数据体的数据行中各值所对应的要素名称按照顺序形成的列表，以半角“,”分隔，忽略空格。列表中要素名称见表3、表4、表5和表6，要素名称区分大小写。 第一个要素应为数据时间，要素名称为OBS_TIME	“OBS_VAL_TYPES = OBS_TIME, ANG1, ANG2” 代表数据体的数据行中各值依次为数据时间、测角1、测角2

表 1 元数据的必备要素（续）

序号	要素名称	中文名称	说明	示例及释义
9	CORRECTIONS_ APPLIED	数据修正标识	监测数据的修正标识信息，各类数据修正标识以半角逗号“,”分隔（忽略空格），NO表示未做数据修正。数据标识包括： ——视差修正：PARALLAX ——周年光行差修正：ANNUAL_ABERRATION ——周日光行差修正：DIURNAL_ABERRATION ——大气折射修正：ATMOS_REFRACTION ——光行时修正：LIGHTTIME_DELAY ——对流层修正：TROPOSPHERIC ——电离层修正：IONOSPHERIC ——质心修正：CENTER_MASS ——系统延迟修正：SYS_DELAY 具体修正模型由用户约定	“CORRECTIONS_ APPLIED = ANNUAL_ABERRATION, ATMOS_REFRACTION”，代表监测数据做了周年光行差和大气折射修正

表 2 元数据的可选要素

未找到 ele

包含必备要素和可选要素的元数据示例如图 1 所示。

```

META_START
TARGET_ID = 123456
OBS_TYPE = OPTICAL
DEVICE_ID = BJ01
SITE_TYPE = GROUND_FIXED
TIME_SYSTEM = UTC
OBS_TIME_TYPE = DEVICE_RECEIVE
REF_SYS = GCRS
OBS_VAL_TYPES = OBS_TIME, ANG1, ANG2
CORRECTIONS_APPLIED = ANNUAL_ABERRATION, ATMOS_REFRACTION
TASK_ID = XXXXX
TARGET_ORBIT_TYPE = ERATH_ORBIT
DEVICE_LLA = 39.123456 23.123456 123.123 CRSBDCS
META_END
    
```

图 1 元数据示例

6 数据体要素

6.1 通则

数据体以 DATA_START 作为起始标记，以 DATA_END 作为结束标记。数据体由一个或者多个数据行组成，每个数据行包括同一观测时刻的监测数据，用户可根据数据应用需求确定数据有效位数。数据行中的观测值，均以半角逗号“,”分隔，忽略空格，区分大小写。每个值所对应的数据要素名称由元数据中观测量要素名称列表（OBS_VAL_TYPES）定义。

数据体第一个要素应为数据时间，要素名称为 OBS_TIME。用户可根据数据应用需求确定数据有效位数，以及数据体中除 OBS_TIME 之外其他要素的顺序。

当元数据 OBS_VAL_TYPES 的值为“OBS_TIME, 必备要素 1, 必备要素 2, 可选要素 1, 可选要素 2”时，数据体的结构示意图如图 2 所示。

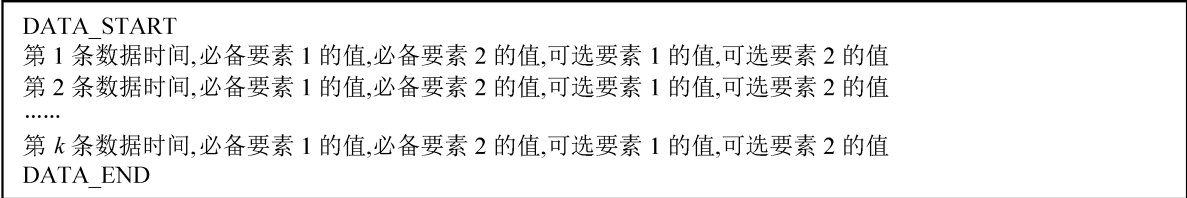


图 2 数据体的结构示意图

6.2 空间物体光学监测数据体要素

空间物体光学监测数据体的必备要素应符合表 3 的规定，可选要素应符合表 6 的规定。空间物体光学监测数据示例见附录 A 中图 A.1、图 A.4 和图 A.5。

注：空间物体光学监测数据指利用光学望远镜获取的空间物体测角等数据。

表 3 空间物体光学监测数据体的必备要素

序号	要素名称	单位	中文名称	说明	示例及释义
1	OBS_TIME	—	数据时间	由元数据中的时间系统、数据时间标识共同定义。对于光学监测数据，“设备接收信号时刻”，通常指设备探测器的曝光中心时刻。 数据时间的格式采用GB/T 7408.1—2023规定的日期和时间的组合表示法： a) 当数据时间为协调世界时（UTC）时，采用如下所示格式： [dateX][“T”][timeX][“Z”] b) 当数据时间为当地时间时，需要指出当地时间与协调时间之间的时差，采用如下所示格式： [dateX][“T”][timeX][shiftX] 或者[dateX][“T”][timeX][shiftH] c) 当数据时间为太阳系动力学时（TDB）时，采用如下所示格式： [dateX][“T”][timeX] 其中，[dateX]采用如下格式： [year(4,0)][“-”][month(2,0)][“-”][day(2,0)] [timeX]采用如下格式： [hour(2,0)][“:”][min(2,0)][“:”][sec(2,y)] [shiftX]采用如下格式： [hour(2,0)][“:”][min(2,0)] [shiftH]采用如下格式：	示例1： 元数据要素 “TIME_SYSTEM=UTC” 时， “2021-05-21T03:00:38.391234Z” 代表数据时间是协调世界时（UTC）2021年05月21日03:00:38.391234。 示例2： 元数据要素 “TIME_SYSTEM=UTC” 时， “2021-05-21T03:00:38.391234+08”，代表数据时间是北京时间2021年05月21日03:00:38.391234。 示例3： 元数据要素 “TIME_SYSTEM=TDB” 时， “2021-05-21T03:00:38.391234” 代表数据时间为太阳系动力学时2021年05月21日03:00:38.391234

表 3 空间物体光学监测数据体的必备要素（续）

序号	要素名称	单位	中文名称	说明	示例及释义
				[hour(2,0)] 年份为4位整数，月份为2位整数，日为2位整数，小时为2位整数，分钟为2位整数，秒的整数部分为2位。整数部分不足位时应补零。秒的小数部分最大位数为“y”，数据交换双方应对秒的小数部分的最大位数达成协议。如果当地时间为早于或等于协调时间时则时差为正值，前面加上加号[“+”]；如果当地时间迟于协调时间时则时差为负值，前面加上减号[“-”]	
2	ANG1	(°)	测角1	测角1观测值，取值范围是[0°,360°)，定义与元数据要素REF_SYS值一致。如REF_SYS = J2000，则测角1为站心J2000.0参考系下的赤经	“168.9813”，代表测角1的值为168.981 3°
3	ANG2	(°)	测角2	测角2观测值，取值范围是[-90°, 90°]，定义与元数据要素REF_SYS值一致。如REF_SYS = J2000，则测角2为站心J2000.0参考系下的赤纬	“43.8842”，代表测角2的值为43.884 2°

6.3 空间物体激光监测数据体要素

空间物体激光监测数据体的必备要素应符合表 4 的规定，可选要素应符合表 6 的规定。空间物体激光监测数据示例见图 A.2 和图 A.6。

注：空间物体激光监测数据指利用激光测距望远镜获取的空间物体距离等数据。

表 4 空间物体激光监测数据体的必备要素

序号	要素名称	单位	中文名称	说明	示例及释义
1	OBS_TIME	—	数据时间	由元数据中的时间系统、数据时间标识共同定义。 数据时间的格式采用GB/T 7408.1—2023规定的日期和时间的组合表示法： a) 当数据时间为协调世界时（UTC）时，采用如下所示格式： [dateX][“T”][timeX][“Z”] b) 当数据时间为当地时间时，需要指出当地时间与协调时间之间的时差，采用如下所示格式： [dateX][“T”][timeX][shiftX] 或者[dateX][“T”][timeX][shiftH] c) 当数据时间为太阳系动力学时（TDB）时，采用如下所示格式： [dateX][“T”][timeX] 其中，[dateX]采用如下格式： [year(4,0)][“-”][month(2,0)][“-”][day(2,0)] [timeX]采用如下格式：	示例1： 元数据要素 “TIME_SYSTEM=>UTC”时， “2021-05-21T03:00:38.391234Z”，代表数据时间是协调世界时（UTC）2021年05月21日03:00:38.391 234。 示例2： 元数据要素 “TIME_SYSTEM=UTC”时， “2021-05-21T03:00:38.391234+08”，代表数据时间是北京时间

表 4 空间物体激光监测数据体的必备要素（续）

序号	要素名称	单位	中文名称	说明	示例及释义
				<p>[hour(2,0)][“:”][min(2,0)][“:”][sec(2,y)]</p> <p>[shiftX]采用如下格式： [hour(2,0)][“:”][min(2,0)]</p> <p>[shiftH]采用如下格式： [hour(2,0)]</p> <p>年份为4位整数，月份为2位整数，日为2位整数，小时为2位整数，分钟为2位整数，秒的整数部分为2位。整数部分不足位时应补零。秒的小数部分最大位数为“y”，数据交换双方应对秒的小数部分的最大位数达成协议。如果当地时间为早于或等于协调时间时则时差为正值，前面加上加号[“+”]；如果当地时间迟于协调时间时则时差为负值，前面加上减号[“-”]</p>	<p>2021年05月21日 03:00:38.391 234。</p> <p>示例3: 元数据要素 “TIME_SYSTEM=TDB” 时，“2021-05-21T 03:00:38.391234”代表数据 时间为太阳系动力学时 2021年05月21日 03:00:38.391 234</p>
2	TIME_OF_FLIGHT	s	光子飞行时间	光子从设备发射到空间物体，经反射再回到设备接收端的时间间隔	<p>“0.008093481996”， 代表光子从设备发射到空间 物体，经反射再回到设备 接收端的时间间隔为 0.008 093 481 996 s</p>

6.4 空间物体雷达监测数据体要素

空间物体雷达监测数据体的必备要素应符合表 5 的规定，可选要素应符合表 6 的规定。空间物体雷达监测数据示例见图 A.3 和图 A.7。

注：空间物体雷达监测数据指利用雷达监测设备获取的空间物体角度、距离及测速等数据。

表 5 空间物体雷达监测数据体的必备要素

序号	要素名称	单位	中文名称	说明	示例及释义
1	OBS_TIME	—	数据时间	<p>由元数据中的时间系统、数据时间标识共同定义。 数据时间的格式采用GB/T 7408.1—2023规定的日期和时间的组合表示法： a) 当数据时间为协调世界时（UTC）时，采用如下所示格式： [dateX][“T”][timeX][“Z”] b) 当数据时间为当地时间时，需要指出当地时间与协调时间时之间的时差，采用如下所示格式： [dateX][“T”][timeX][shiftX] 或者 [dateX][“T”][timeX][shiftH] c) 当数据时间为太阳系动力学时（TDB）时，采用如下所示格式： [dateX][“T”][timeX]</p>	<p>示例1: 元数据要素 “TIME_SYSTEM = UTC” 时， “2021-05-21T 03:00:38.391234Z”，代 表数据时间是协调世界时 （UTC）2021年05月 21日03:00:38.391 234。</p> <p>示例2: 元数据要素 “TIME_SYSTEM = UTC” 时，</p>

表 5 空间物体雷达监测数据体的必备要素（续）

序号	要素名称	单位	中文名称	说明	示例及释义
				<p>其中, [dateX]采用如下格式: [year(4,0)] [“-”] [month(2,0)] [“-”] [day(2,0)]</p> <p>[timeX]采用如下格式: [hour(2,0)] [“:”] [min(2,0)] [“:”] [sec(2,y)]</p> <p>[shiftX]采用如下格式: [hour(2,0)] [“:”] [min(2,0)]</p> <p>[shiftH]采用如下格式: [hour(2,0)]</p> <p>年份为4位整数, 月份为2位整数, 日为2位整数, 小时为2位整数, 分钟为2位整数, 秒的整数部分为2位。整数部分不足位时应补零。秒的小数部分最大位数为“y”, 数据交换双方应对秒的小数部分的最大位数达成协议。如果当地时间为早于或等于协调时间时则时差为正值, 前面加上加号[“+”]; 如果当地时间迟于协调时间时则时差为负值, 前面加上减号[“-”]</p>	<p>“2021-05-21T 03:00:38.391234+08”, 代表数据时间是北京时间 2021年05月21日 03:00:38.391 234。</p> <p>示例3: 元数据要素 “TIME_SYSTEM = TDB”时, “2021-05-21T 03:00:38.391234”代表数 据时间为太阳系动力学时 2021年05月21日 03:00:38.391 234</p>
2	ANG1	(°)	测角1	测角1观测值, 取值范围是[0°, 360°), 定义与元数据要素REF_SYS值一致。如REF_SYS = HORIZON, 则测角1为地平坐标系下的方位角	“168.9813”, 代表测角1的值为168.981 3°
3	ANG2	(°)	测角2	测角2观测值, 取值范围是[-90°, 90°], 定义与元数据要素REF_SYS值一致。如REF_SYS = HORIZON, 则测角2为地平坐标系下的仰角	“43.8842”, 代表测角2的值为43.884 2°
4	RANGE	m	测距	空间物体到监测设备的距离测量值	“2391941.9”, 代表测距为2 391 941.9 m

6.5 数据体的可选要素

数据体的可选要素应符合表 6 的规定。

表 6 数据体的可选要素

序号	要素名称	单位	中文名称	说明	示例及释义
1	RANGE	m	测距	激光测距望远镜的附加质心运动测量数据, 表示空间物体到监测设备的距离测量值	“2391941.912”, 代表测距为2 391 941.912 m

表6 数据体的可选要素（续）

序号	要素名称	单位	中文名称	说明	示例及释义
2	ANG1	(°)	测角1	激光测距望远镜的附加质心运动测量数据。测角1观测值，取值范围是 $[0^\circ, 360^\circ)$ ，定义与元数据要素REF_SYS值一致。如REF_SYS = J2000，则测角1为站心J2000.0参考系下的赤经	“168.9813”，代表测角1的值为168.9813°
3	ANG2	(°)	测角2	激光测距望远镜的附加质心运动测量数据。测角2观测值，取值范围是 $[-90^\circ, 90^\circ]$ ，定义与元数据要素REF_SYS值一致。如REF_SYS = J2000，则测角2为站心J2000.0参考系下的赤纬	“43.8842”，代表测角2的值为43.8842°
4	RANGERATE	m/s	距离变率	空间物体到监测设备的距离随时间变率	“3193.431712”，代表距离随时间变率为3 193.431 712 m/s
5	MAG	—	视星等	视星等值	“11.123”代表视星等为11.123等
6	IMG_X	px	星象中心X轴位置	星象在光学图像底片坐标中的位置坐标的X分量	“941.0”代表底片坐标X坐标位置941.0px
7	IMG_Y	px	星象中心Y轴位置	星象在光学图像底片坐标中的位置坐标的Y分量	“2391.1”代表Y坐标位置2 391.1px
8	EXPOSURE	s	曝光时间	观测的曝光时间	“12.000”代表曝光时间为12.000 s
9	BIN_PEAK_MINUS_MEAN	ps	标准点窗口内数据峰值-均值	激光测距标准点窗口内峰值-均值	“4.3”代表标准点数据窗口内峰值减均值的差为4.3 ps
10	BIN_VOL	—	标准点窗口内的数据点数	激光测距标准点窗口内完整数据点数	“33”代表标准点窗口内完整的数据点数为33
11	BIN_WINDOW	s	标准点窗口长度	激光测距标准点窗口长度	“30.0”代表标准点窗口长度30.0 s
12	RCS	m ²	雷达散射截面	被测空间物体的雷达散射截面，反映被测物体反射雷达信号的能力，与雷达的频率、极化方式、入射波夹角等有关	“12.1”，代表被测雷达散射截面为12.1 m ²
13	SIG_NOISE_RATIO	—	信噪比	监测数据的信噪比	“5.1”代表信噪比为5.1

表 6 数据体的可选要素（续）

序号	要素名称	单位	中文名称	说明	示例及释义
14	DEVICE_PX	m	设备X方向位置	监测设备X方向位置。坐标参考系由元数据要素DEVICE_CRS定义	当“DEVICE_CRS = J2000”时，“3877555.527”代表监测设备位置在J2000.0参考系下X分量为3 877 555.527 m
15	DEVICE_PY	m	设备Y方向位置	监测设备Y方向位置。坐标参考系由元数据要素DEVICE_CRS定义	当“DEVICE_CRS = J2000”时，“5741390.381”代表监测设备位置在J2000.0参考系下Y分量为5 741 390.381 m
16	DEVICE_PZ	m	设备Z方向位置	监测设备Z方向位置。坐标参考系由元数据要素DEVICE_CRS定义	当“DEVICE_CRS = J2000”时，“905043.492”代表监测设备位置在J2000.0参考系下Z分量为905 043.492 m
17	DEVICE_VX	m/s	设备X方向速度	监测设备X方向速度。坐标参考系由元数据要素DEVICE_CRS定义	当“DEVICE_CRS = J2000”时，“813.915321”代表监测设备速度在J2000.0参考系下X分量为813.915 321 m/s
18	DEVICE_VY	m/s	设备Y方向速度	监测设备Y方向速度。坐标参考系由元数据要素DEVICE_CRS定义	当“DEVICE_CRS = J2000”时，“561.547740”代表监测设备速度在J2000.0参考系下Y分量为561.547 740 m/s
19	DEVICE_VZ	m/s	设备Z方向速度	监测设备Z方向速度。坐标参考系由元数据要素DEVICE_CRS定义	当“DEVICE_CRS = J2000”时，“7520.357310”代表监测设备速度在J2000.0参考系下Z分量为7 520 .357 310 m/s
20	ATM_PRESSURE	hPa	气压	表示测量的气压	“965”代表气压为965 hPa
21	RHUMIDITY	%	相对湿度	表示测量的相对湿度	“45”代表相对湿度为45%
22	TEMPERATURE	℃	温度	表示测量的环境温度	“13.1”代表环境温度为13.1℃
23	WIND_SPEED	m/s	风速	表示测量的风速	“3.4”代表风速为3.4 m/s
24	ERROR_ANG1	(°)	测角1误差	ANG1 × cos(ANG2)的误差，用标准差表示	“0.0010”代表ANG1 × cos(ANG2)的误差为0.001 0°
25	ERROR_ANG2	(°)	测角2误差	测角2的误差，用标准差表示	“0.001 0”代表ANG2的误差为0.001 0°
26	ERROR_RANGE	m	测距误差	测距的误差，用标准差表示	“10.0”代表RANGE的误差为10.0 m
27	ERROR_RANGERATE	m/s	距离变率误差	距离变率的误差，用标准差表示	“0.012345”代表RANGERATE的误差为0.012 345 m/s
28	ERROR_TIME_OF_FLIGHT_BIN	ps	标准点窗口内光子飞行时间误差	激光测距标准点窗口内光子飞行时间的误差，用标准差表示	“26.0”代表激光测距标准点数据窗口内光子飞行时间的误差为26.0 ps

表6 数据体的可选要素（续）

序号	要素名称	单位	中文名称	说明	示例及释义
29	ERROR_RCS	m ²	雷达散射截面误差	RCS的误差,用标准差表示	“0.1”代表RCS的测量误差为0.1 m ²
30	ERROR_MAG	—	视星等误差	视星等的误差,用标准差表示	“0.1”代表MAG的测量误差为0.1 星等
31	COV	—	监测数据协方差矩阵的下三角元素	按照从左至右、从上至下的顺序排列协方差矩阵下三角元素,各元素所对应的观测量及其顺序由元数据中COV_VAL_TYPES字段定义。监测数据的协方差矩阵中每个元素的单位与观测量的单位保持一致,如测角相关误差,单位为平方度。协方差矩阵中的多个元素之间用半角逗号分隔“,”,矩阵用方括号包括	“COV_VAL_TYPES = ANG1, ANG2, RANGE”时,协方差矩阵中的要素包括测角1、测角2、测距。 “[0.367, 0.481, 0.036, 0.1, 0.11, 3.34]”,依次代表 cov [ANG1*cos(ANG2), ANG1*cos(ANG2)], cov[ANG1*cos(ANG2), ANG2], cov(ANG2, ANG2), cov[ANG1*cos(ANG2), RANGE], cov(ANG2, RANGE), cov(RANGE, RANGE),其中cov为协方差运算符
32	CORRECTION_ANG1	(°)	测角1的修正值	测角1的修正值	“0.0002”代表测角1的修正值为0.000 2°
33	CORRECTION_ANG2	(°)	测角2的修正值	测角2的修正值	“-0.000 2”代表测角2的修正值为-0.000 2°
34	CORRECTION_RANGE	m	测距的修正值	测距的修正值	“2.000”代表测距的修正值为2.000 m
35	CORRECTION_RANGERA TE	m/s	距离变化率的修正值	距离变化率的修正值	“0.000 2”代表距离变化率的修正值为0.000 2 m/s
36	DELAY_CAL	ps	激光测距系统延迟	测距系统延迟	“142104.0”代表激光测距系统延迟为142 104.0 ps
<p>注1: 测角1误差(序号24)引入了余弦因子cos(ANG2)以消除ANG2接近±90°时出现的ANG1几何奇点问题。</p> <p>注2: 涉及监测数据协方差矩阵的下三角元素(序号31)引入了cos(ANG2)因子,以消除ANG2接近±90°时出现的ANG1几何奇点问题。</p>					

附录 A

(资料性)

空间物体监测数据规范示例

A.1 空间物体光学监测数据必备要素示例

空间物体光学监测数据必备要素示例如图 A.1 所示。

```

META_START
TARGET_ID = 123456
OBS_TYPE = OPTICAL
DEVICE_ID = BJ01
SITE_TYPE = GROUND_FIXED
TIME_SYSTEM = UTC
OBS_TIME_TYPE = DEVICE_RECEIVE
REF_SYS = GCRS
OBS_VAL_TYPES = OBS_TIME, ANG1, ANG2
CORRECTIONS_APPLIED = ANNUAL_ABERRATION, ATMOS_REFRACTION
META_END

DATA_START
2023-08-18T10:58:29.000000Z, 158.233403, 50.742582
2023-08-18T10:59:29.000000Z, 133.025214, 41.301564
2023-08-18T11:00:29.000000Z, 109.705441, 20.009926
2023-08-18T11:01:29.000000Z, 93.152983, -4.686779
2023-08-18T11:02:29.000000Z, 82.273139, -22.239952
DATA_END
    
```

注：监测对象编号为 123456，监测数据类型是空间物体光学监测数据，设备编号是 BJ01，观测站类型是地基固定站，数据时间是设备信号接收时刻，时间系统为协调世界时，测角观测量参考系为站心坐标系，坐标轴与地心天球参考系一致，监测数据进行了周年光行差和大气折射修正。数据体的数据行各观测量要素依次为数据时间、测角 1、测角 2，测角 1、测角 2 分别为赤经和赤纬。这段数据共包含 5 个数据行。

图 A.1 空间物体光学监测数据必备要素示例

A.2 空间物体激光监测数据必备要素示例

空间物体激光监测数据必备要素示例如图 A.2 所示。

```

META_START
TARGET_ID = 123456
OBS_TYPE = LASER
DEVICE_ID = BJ02
SITE_TYPE = GROUND_FIXED
TIME_SYSTEM = UTC
OBS_TIME_TYPE = DEVICE_TRANSMIT
REF_SYS = UNDEFINED
OBS_VAL_TYPES = OBS_TIME, TIME_OF_FLIGHT
CORRECTIONS_APPLIED = SYS_DELAY
META_END

DATA_START
2023-08-18T10:58:29.000000Z, 0.008093481996
2023-08-18T10:59:29.000000Z, 0.006274546772
2023-08-18T11:00:29.000000Z, 0.005497101612
2023-08-18T11:01:29.000000Z, 0.006173098526
2023-08-18T11:02:29.000000Z, 0.007938522358
DATA_END

```

注：监测对象编号为 123456，监测数据类型为激光监测数据，设备编号为 BJ02，测站分类为地基固定站，数据时间记录的是设备发射信号时刻，时间系统为协调世界时，监测数据进行了系统延迟修正。数据体的数据行各观测要素依次为数据时间（协调世界时）、光子飞行时间。这段数据共包含 5 个数据行。

图 A.2 空间物体激光监测数据必备要素示例

A.3 空间物体雷达监测数据必备要素示例

空间物体雷达监测数据必备要素示例如图 A.3 所示。

```

META_START
TARGET_ID = 123456
OBS_TYPE = RADAR
DEVICE_ID = BJ03
SITE_TYPE = GROUND_FIXED
TIME_SYSTEM = UTC
OBS_TIME_TYPE = TARGET_REFLECT
REF_SYS = HORIZON
OBS_VAL_TYPES = OBS_TIME, ANG1, ANG2, RANGE
CORRECTIONS_APPLIED = TROPOSPHERIC, IONOSPHERIC
META_END

DATA_START
2023-08-18T10:58:29.000000Z, 42.11338, 22.81920, 1213223.854
2023-08-18T10:59:29.000000Z, 61.40754, 33.20809, 940551.316
2023-08-18T11:00:29.000000Z, 97.05955, 40.01026, 823994.106
2023-08-18T11:01:29.000000Z, 133.65845, 33.77120, 925302.369
2023-08-18T11:02:29.000000Z, 153.85559, 23.20896, 1189911.699
2023-08-18T11:03:29.000000Z, 164.23325, 14.86029, 1534927.217
DATA_END

```

注：监测对象编号为 123456，监测数据类型为空间物体雷达监测数据，设备编号为 BJ03，观测站类型为地基固定站，数据时间为信号被空间物体反射的时刻，时间系统为协调世界时，测角观测量的参考系为地平坐标系，数据修正包括对流层修正和电离层修正。数据体的数据行各观测要素依次为数据时间（协调世界时）、测角 1、测角 2、测距，测角 1、测角 2 分别为方位角和仰角。这段数据共包含 6 个数据行。

图 A.3 空间物体雷达监测数据必备要素示例

A.4 空间物体光学监测数据必备要素和可选要素示例

空间物体光学监测数据必备要素和可选要素示例 如图 A.4 所示。

```

META_START
TARGET_ID = 123456
OBS_TYPE = OPTICAL
DEVICE_ID = BJ01
SITE_TYPE = GROUND_FIXED
TIME_SYSTEM = UTC
OBS_TIME_TYPE = DEVICE_RECEIVE
REF_SYS = GCRS
OBS_VAL_TYPES = OBS_TIME, ANG1, ANG2, MAG, ERROR_ANG1, ERROR_ANG2, CORRECTION_ANG
1, CORRECTION_ANG2, USR_DEFINED_IMAGE_ID
CORRECTIONS_APPLIED = ANNUAL_ABERRATION, ATMOS_REFRACTION
TASK_ID = 20230818105829_123456_BJ01
TARGET_ORBIT_TYPE = EARTH_ORBIT
OBS_SERIES_ID = 00
OBSERVER = XIAOMING
ORGANIZATION = NAOC
DEVICE_LLA = 39.123456 23.123456 123.123 CRSBDCS
DATA_QUALITY = RAW
AST_CAT = UCAC4
BAND = g
PHOT_CAT = UCAC4
NUMBER_OF_RECORDS = 5
USR_DEFINED_OBSERVED_TOTAL_OBJECTS = 1
USR_DEFINED_OPTICAL_OBSSERVATION_MODE = USR_VALUE_TRACK
META_END

DATA_START
2023-08-18T10:58:29.000000Z, 158.233403, 50.742582, 11.23, 0.001, 0.001, 0.003,0.002, 0001
2023-08-18T10:59:29.000000Z, 133.025214, 41.301564, 11.01, 0.001, 0.001, 0.003,0.002, 0002
2023-08-18T11:00:29.000000Z, 109.705441, 20.009926, 10.99, 0.001, 0.001, 0.003,0.002, 0003
2023-08-18T11:01:29.000000Z, 93.152983, -4.686779, 10.89, 0.001, 0.001, 0.003,0.002, 0004
2023-08-18T11:02:29.000000Z, 82.273139, -22.239952, 10.70, 0.001, 0.001, 0.003,0.002, 0005
DATA_END
    
```

注：监测对象编号为 123456，监测数据类型为空间物体光学监测数据，设备编号为 BJ01，观测站类型为地基固定站，数据时间是设备接收信号时刻，时间系统为协调世界时，测角观测量参考系为站心坐标系，坐标轴与地心天球参考系一致，监测数据进行了周年光行差和大气折射修正，任务编号为 20230818105829_123456_BJ01，空间物体轨道类型为绕地轨道，监测序列编号为 00，观测者为 XIAOMING，提供数据的机构为 NAOC，设备大地坐标（北斗坐标系）的纬度为北纬 39.123 456°，经度为东经 23.123 456°，高程为 123.123 m，未做数据质量评估，天文定位的参考星表为 UCAC4，测光波段为 g 波段，测光参考星表为 UCAC4。数据体的数据行各观测量要素依次为数据时间（协调世界时）、测角 1、测角 2、视星等、测角 1 误差、测角 2 误差、测角 1 的修正量、测角 2 的修正量，以及图像序号。其中测角 1、测角 2 分别为赤经和赤纬，测角 1 误差指 $ANG1 \times \cos(ANG2)$ 的误差。这段数据共包含 5 个数据行。USR_DEFINED_IMAGE_ID 代表图像序号，为用户自定义要素。USR_DEFINED_OBSERVED_TOTAL_OBJECTS 代表观测的目标总数，为用户自定义要素。该示例的数据显示，观测到的目标总数为 1。USR_DEFINED_OPTICAL_OBSSERVATION_MODE 代表光学观测模式，为用户自定义要素。用户自定义要素 USR_DEFINED_OPTICAL_OBSSERVATION_MODE 的枚举值 USR_VALUE_TRACK 代表观测模式为跟踪。

图 A.4 空间物体光学监测数据必备要素和可选要素示例

A.5 空间物体天基光学监测数据必备要素和可选要素示例

空间物体天基光学监测数据必备要素和可选要素示例如图 A.5 所示。

```

META_START
TARGET_ID = 123456
OBS_TYPE = OPTICAL
DEVICE_ID = SAT01
SITE_TYPE = SPACE_BASED
TIME_SYSTEM = UTC
OBS_TIME_TYPE = DEVICE_RECEIVE
REF_SYS = GCRS
OBS_VAL_TYPES = OBS_TIME, ANG1, ANG2, DEVICE_PX, DEVICE_PY, DEVICE_PZ
DEVICE_CRG = GCRS
CORRECTIONS_APPLIED = ANNUAL_ABERRATION
NUMBER_OF_RECORDS = 8
META_END

DATA_START
2023-08-18T04:53:00.000Z, 338.360239, 4.608998, 1351822.714, 6266937.002, -2491353.960
2023-08-18T04:54:00.000Z, 338.208145, 4.632067, 1374844.721, 6080216.581, -2906808.716
2023-08-18T04:55:00.000Z, 338.059787, 4.650631, 1391826.602, 5866763.211, -3309482.848
2023-08-18T04:56:00.000Z, 337.913750, 4.663517, 1402694.318, 5627515.257, -3697605.884
2023-08-18T04:57:00.000Z, 337.768463, 4.669298, 1407400.690, 5363524.494, -4069471.328
2023-08-18T04:58:00.000Z, 337.622102, 4.666157, 1405925.602, 5075951.486, -4423444.167
2023-08-18T04:59:00.000Z, 337.472427, 4.651712, 1398276.088, 4766060.485, -4757968.057
2023-08-18T05:00:00.000Z, 337.316623, 4.622814, 1384486.299, 4435213.867, -5071572.166
DATA_END

```

注：监测对象编号为 123456，监测数据类型为空间物体光学监测数据，设备编号为 SAT01，观测站类型为天基站，数据时间为设备接收信号时刻，时间系统为协调世界时，测角观测量参考系为站心坐标系，坐标轴与地心天球参考系一致，天基设备位置的坐标参考系为地心天球参考系，监测数据进行了周年光行差修正。数据体的数据行各观测量要素依次为数据时间（协调世界时）、测角 1、测角 2、天基设备 3 个方向的位置坐标，测角 1、测角 2 分别为赤经和赤纬。这段数据共包含 8 个数据行。

图 A.5 空间物体天基光学监测数据必备要素和可选要素示例

A.6 空间物体激光监测数据必备要素和可选要素示例

空间物体激光监测数据必备要素和可选要素示例如图 A.6 所示。

```

META_START
TARGET_ID = 123456
OBS_TYPE = LASER
DEVICE_ID = BJ02
SITE_TYPE = GROUND_FIXED
TIME_SYSTEM = UTC
OBS_TIME_TYPE = DEVICE_TRANSMIT
REF_SYS = UNDEFINED
OBS_VAL_TYPES = OBS_TIME, RANGE, TIME_OF_FLIGHT, ERROR_TIME_OF_FLIGHT_BIN, BIN_P
EAK_MINUS_MEAN, BIN_VOL, BIN_WINDOW, DELAY_CAL
CORRECTIONS_APPLIED = SYS_DELAY
TASK_ID = 20230818105829_123456_BJ02
TARGET_ORBIT_TYPE = EARTH_ORBIT
OBS_SERIES_ID = 00
OBSERVER = XIAOMING
ORGANIZATION = NAOC
DEVICE_LLA = 39.123456 23.123456 123.123 CRSBDCS
DATA_QUALITY = RAW
NUMBER_OF_RECORDS = 5
META_END

DATA_START
2023-08-18T10:58:29.000000Z, 1213182.431, 0.008093481996, 0.000000002,100,800,5,6000
2023-08-18T10:59:29.000000Z, 940530.900, 0.006274546772, 0.000000002,100,800,5,6000
2023-08-18T11:00:29.000000Z, 823994.802, 0.005497101612, 0.000000003,100,800,5,6000
2023-08-18T11:01:29.000000Z, 925324.190, 0.006173098526, 0.000000002,100,800,5,6000
2023-08-18T11:02:29.000000Z, 1189954.565, 0.007938522358, 0.000000002,100,800,5,6000
DATA_END
    
```

注：监测对象编号为 123456，监测数据类型为空间物体激光监测数据，设备编号为 BJ02，观测站类型为地基固定站，数据时间记录的是设备发射信号时刻，时间系统为协调世界时，监测数据进行了系统延迟修正，任务编号为 20230818105829_123456_BJ02，空间物体轨道类型为绕地轨道，监测序列编号为 00，观测者为 XIAOMING，提供数据的机构为 NAOC，设备大地坐标（北斗坐标系）的纬度为北纬 39.123 456°，经度为东经 23.123 456°，高程为 123.123 m，未做数据质量评估。数据体的数据行各观测量要素依次为数据时间（协调世界时）、测距、光子飞行时间、标准点窗口内光子飞行时间误差、标准点窗口内数据峰值—均值、标准点窗口内的数据点数、标准点窗口长度、激光测距系统延迟。这段数据共包含 5 个数据行。

图 A.6 空间物体激光监测数据必备要素和可选要素示例

A.7 空间物体雷达监测数据必备要素和可选要素示例

空间物体雷达监测数据必备要素和可选要素示例如图 A.7 所示。

```

META_START
TARGET_ID = 123456
OBS_TYPE = RADAR
DEVICE_ID = BJ03
SITE_TYPE = GROUND_FIXED
TIME_SYSTEM = UTC
REF_SYS = HORIZON
OBS_VAL_TYPES = OBS_TIME, ANG1, ANG2, RANGE, RANGERATE, RCS, COV
COV_VAL_TYPES = ANG1,ANG2
OBS_TIME_TYPE = TARGET_REFLECT
CORRECTIONS_APPLIED = TROPOSPHERIC, IONOSPHERIC
TASK_ID = 20230818105829_123456_BJ03
TARGET_ORCTYPE = EARTH_ORBIT
OBS_SERIES_ID = 00
OBSERVER = XIAOMING
ORGANIZATION = NAOC
DEVICE_LLA = 39.123456 23.123456 123.123 CRSBDCS
FREQUENCY = 440
NUMBER_OF_RECORDS = 6
META_END

DATA_START
2023-08-18T10:58:29.000000Z, 42.11338, 22.81920, 1213223.854, -5345.660947,1.5,[0.0001 0.0005 0.001]
2023-08-18T10:59:29.000000Z, 61.40754, 33.20809, 940551.316, -3520.763362,1.5,[0.0001 0.0005 0.001]
2023-08-18T11:00:29.000000Z, 97.05955, 40.01026, 823994.106, -145.194064,1.5,[0.0001 0.0005 0.001]
2023-08-18T11:01:29.000000Z, 133.65845, 33.77120, 925302.369, 3324.239098,1.5,[0.0001 0.0005 0.001]
2023-08-18T11:02:29.000000Z, 153.85559, 23.20896, 1189911.699, 5261.879465,1.5,[0.0001 0.0005 0.001]
2023-08-18T11:03:29.000000Z, 164.23325, 14.86029, 1534927.217, 6138.443339,1.5,[0.0001 0.0005 0.001]
DATA_END

```

注：监测对象编号为 123456，监测数据类型为空间物体雷达监测数据，设备编号为 BJ03，观测站类型为地基固定站，数据时间为信号被空间物体反射的时刻，时间系统为协调世界时，测角观测量的参考系为地平坐标系，数据修正包括对流层修正和电离层修正，任务编号为 20230818105829_123456_BJ03，空间物体轨道类型为绕地轨道，监测序列编号为 00，观测者为 XIAOMING，提供数据的机构为 NAOC，设备大地坐标（北斗坐标系）的纬度为北纬 39.123 456°，经度为东经 23.123 456°，高程为 123.123 m，雷达的频率为 440MHz，协方差矩阵的中监测数据要素为 ANG1、ANG2。数据体的数据行各观测量要素依次为数据时间（协调世界时）、测角 1、测角 2、测距、距离变率、雷达散射截面、监测数据协方差矩阵的下三角元素，测角 1、测角 2 分别为方位角和仰角。监测数据协方差矩阵的下三角元素依次为 $\text{cov}[\text{ANG1} \times \cos(\text{ANG2}), \text{ANG1} \times \cos(\text{ANG2})] (\text{°})^2$ 、 $\text{cov}[\text{ANG1} \times \cos(\text{ANG2}), \text{ANG2}] (\text{°})^2$ 、 $\text{cov}(\text{ANG2}, \text{ANG2}) (\text{°})^2$ 。这段数据共包含 6 个数据行。

图 A.7 空间物体雷达监测数据必备要素和可选要素示例

参 考 文 献

- [1] GB/T 39787—2021 北斗卫星导航系统坐标系
 - [2] CH/T 2016—2018 卫星激光测距 数据获取规范
 - [3] ISO 13526 :2010 Space data and information transfer systems — Tracking data message
 - [4] IAU2000 resolution. adopted at the 24th general assembly
 - [5] IERS Conventions 2010 (IERS Technical Note 36). Frankfurt am Main: Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie, 2010
 - [6] NIMA Technical Report 8350.2 Department of Defense World Geodetic System 1984 Its Definition and Relationships with Local Geodetic Systems
-



