

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 42646—2023

## 星载激光测高仪场地定标探测器 布设与测量方法

Arrangement and measurement of laser footprint detectors for  
the field calibration of spaceborne laser altimeter

2023-05-23 发布

2023-09-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 一般要求 .....	1
4.1 测量仪器 .....	1
4.2 测量天气 .....	2
4.3 布设场地 .....	2
5 布设要求 .....	2
5.1 激光地面探测器布设要求 .....	2
5.2 激光角反射器布设要求 .....	2
6 测量内容 .....	3
7 测量程序 .....	3
8 测量数据处理方法 .....	3
9 不确定度分析 .....	4
9.1 分析步骤 .....	4
9.2 不确定度因素 .....	4
9.3 不确定度计算公式 .....	4
附录 A (资料性) 布设示意图 .....	5
附录 B (资料性) 记录表格式 .....	6

## 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：中国资源卫星应用中心、中国四维测绘技术有限公司、中国科学院空天信息创新研究院、武汉大学、中国科学院长春光学精密机械与物理研究所、中国测绘科学研究院、北京中勘迈普科技有限公司、自然资源部第四地形测量队、西安交通大学、太原理工大学、中国航天标准化研究所。

本文件主要起草人：韩启金、马灵玲、龙小祥、黎荆梅、李松、闵祥军、徐兆鹏、李大成、王玉鹏、李庆鹏、陈军、曾健、赵航、邸志众、马跃、廉志鹏、崔林、张学文、李晓进、马秀秀、杜晓铮、赵永光、赵圆春、张泽星、吴永亮。

## 引 言

受发射过程及在轨外部环境因素等影响,星载激光测高仪激光指向参数与测距参数会产生一定的变化。为保证后续地面处理系统高程数据产品的质量,需要对星载激光测高仪开展在轨定标,获取准确的激光测高仪指向角与测距参数误差修正系数。

本文件旨在制定科学可行的便于野外操作的星载激光测高仪场地定标地面探测器布设与操作规范,保证地面激光探测器准确捕捉到星载激光测高仪地面足印信息,为星载激光测高仪在轨定标提供可靠的地面控制信息。

# 星载激光测高仪场地定标探测器 布设与测量方法

## 1 范围

本文件规定了星载激光测高仪场地定标地面探测器测量的一般要求、布设要求、测量内容、测量程序、测量数据处理方法和不确定度分析等内容。

本文件适用于星载激光测高仪场地定标地面探测器的布设与测量。其他同类地面探测器的使用方式参照执行。

## 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 18314 全球定位系统(GPS)测量规范

GB 22021 国家大地测量基本技术规定

GB/T 34509.2—2017 陆地观测卫星光学遥感器在轨场地辐射定标方法 第2部分：热红外

## 3 术语和定义

GB 22021 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**激光地面探测器** **ground laser detector**

地面捕获星载激光测高仪发射的激光足印信息的光电探测设备。

### 3.2

**星载激光测高仪** **spaceborne laser altimeter**

搭载于卫星上，精密测量卫星到地球表面的距离或地球表面起伏变化的主动探测激光雷达系统。

### 3.3

**激光定标场** **laser altimeter calibration site**

用于校正星载激光测高仪指向角和测距值系统误差的定标试验场地。

## 4 一般要求

### 4.1 测量仪器

#### 4.1.1 激光地面探测器

激光地面探测器是用于捕获星载激光测高仪发射的地面激光足印信息的光电探测设备，使用前应进行标定，性能要求如下：

- a) 波长响应范围应涵盖星载激光测高仪工作波段；
- b) 能量响应范围应覆盖星载激光测高仪地面足印范围内的能量密度；

- c) 工作角度范围应覆盖星载激光测高仪激光光束接收角度要求,一般不小于 $3^{\circ}$ (以天顶方向为参考);
- d) 工作时的误触发率小于 $0.1\%$ ;
- e) 与协调世界时(UTC)时间同步精度优于 $20\ \mu\text{s}$ ;
- f) 地面自动整平范围应达到 $10^{\circ}$ ;
- g) 多个激光地面探测器响应一致性优于 $95\%$ 。

#### 4.1.2 激光角反射器

激光角反射器是用于反射激光测距仪发射的激光束,增加激光测距仪接收机位置处的激光能量密度的远程合作目标,激光角反射器口径尺寸应与星载激光测高仪能量密度匹配。

#### 4.2 测量天气

测量天气条件如下:

- a) 天气晴朗,目标区周边 $10\ \text{km}^2$ 内天顶无云;
- b) 风力小于4级;
- c) 试验期间大气干燥、洁净。

#### 4.3 布设场地

激光定标场场地要求如下:

- a) 场地边长应大于激光地面足印直径与激光测高仪点位预报误差之和;
- b) 场地应选择在交通便利、试验人员与定标设备易于进出的地带;
- c) 场地开阔,且周边无影响激光地面探测器工作的障碍物;
- d) 场地整体倾斜度应小于 $2^{\circ}$ 。

### 5 布设要求

#### 5.1 激光地面探测器布设要求

激光地面探测器布设要求如下:

- a) 激光地面探测器阵列沿卫星轨道方向布设,布设范围在垂轨和沿轨方向上应不小于激光地面足印直径与激光点位预报误差之和;
- b) 布设间距应小于激光地面足印直径的四分之一;
- c) 布设点天顶角 $3^{\circ}$ 范围内不存在可能会遮挡激光探测器探测窗口的遮挡物;
- d) 布设的下垫面应平坦、稳固;
- e) 放置的位置应根据布设要求提前放样。

布设示意图见附录A。

#### 5.2 激光角反射器布设要求

激光角反射器布设要求如下:

- a) 激光角反射器阵列沿卫星轨道方向布设,布设范围在垂轨和沿轨方向上应不小于激光地面足印直径与激光点位预报误差之和;
- b) 布设间距应不小于激光地面足印直径;
- c) 相邻激光角反射器支架高度不同,高度差应在激光测高仪观测数据上明显观测到;
- d) 支架应竖直、稳固;

e) 放置的位置应根据布设要求提前放样。

布设示意图见附录 A。

## 6 测量内容

测量记录内容如下：

- a) 激光地面探测器响应数量；
- b) 激光地面探测器响应时刻的协调世界时；
- c) 激光地面探测器响应的能量级别；
- d) 利用定位仪器测量激光地面探测器、激光角反射器的位置信息，平面与高程测量精度不低于 10 cm。

## 7 测量程序

测量程序如下：

- a) 卫星过境前，预测激光定标场范围内的激光地面足印位置，放样激光地面探测器阵列；
- b) 依据星载激光测高仪过境激光定标场 2 h 前的激光地面足印位置预测结果，重新调整激光探测器点阵布设位置；
- c) 登记所有激光地面探测器的位置和唯一编号，记录表格式见附录 B 中表 B.1；
- d) 卫星过顶定标场 60 min 前，将所有激光地面探测器开机；
- e) 卫星过顶定标场 10 min 前，所有人员确保在激光探测器点阵范围之外；
- f) 卫星过顶定标场 3 min 后，登记响应到激光信号的激光探测器编号；
- g) 测量有响应的激光探测器的位置，以及其范围内激光角反射器的位置，测量规范应符合 GB/T 18314 的规定；
- h) 记录有响应的激光地面探测器能级、时刻、位置数据，记录表格式见表 B.2。
- i) 记录有响应的激光地面探测器范围内激光角反射器口径、位置、高度数据，记录表格式见表 B.3。

## 8 测量数据处理方法

利用星载激光测高仪地面激光足印范围及周边区域布设的激光探测器阵列，获取星载激光测高仪发射的激光脉冲到达地面的时刻以及激光足印能量分布，使用能级平方加权重心法计算激光足印质心坐标，确定激光足印质心位置。能级平方加权重心法计算激光足印质心坐标按公式(1)计算。

$$\left. \begin{aligned} x' &= \frac{\sum x I^2(x, y)}{\sum I^2(x, y)} \\ y' &= \frac{\sum y I^2(x, y)}{\sum I^2(x, y)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$x', y'$  ——能级平方加权重心法求得的激光足印质心位置，单位为米(m)；

$(x, y)$  ——探测器在投影坐标系下的平面坐标位置，单位为米(m)；

$I(x, y)$  ——在平面坐标 $(x, y)$ 位置处探测器的能量级别。

## 9 不确定度分析

### 9.1 分析步骤

不确定度的分析步骤如下：

- a) 列出影响仪器的不确定性因素；
- b) 测量或估算每个不确定性因素的不确定度；
- c) 根据不确定度传递理论，计算合成标准不确定度。

### 9.2 不确定度因素

不确定因素主要包括以下方面：

- a) 激光地面探测器能量级别测量的不确定因素，主要包括激光地面探测器响应的不一致性；
- b) 激光地面探测器位置测量的不确定因素，主要包括激光地面探测器的位置测量误差。

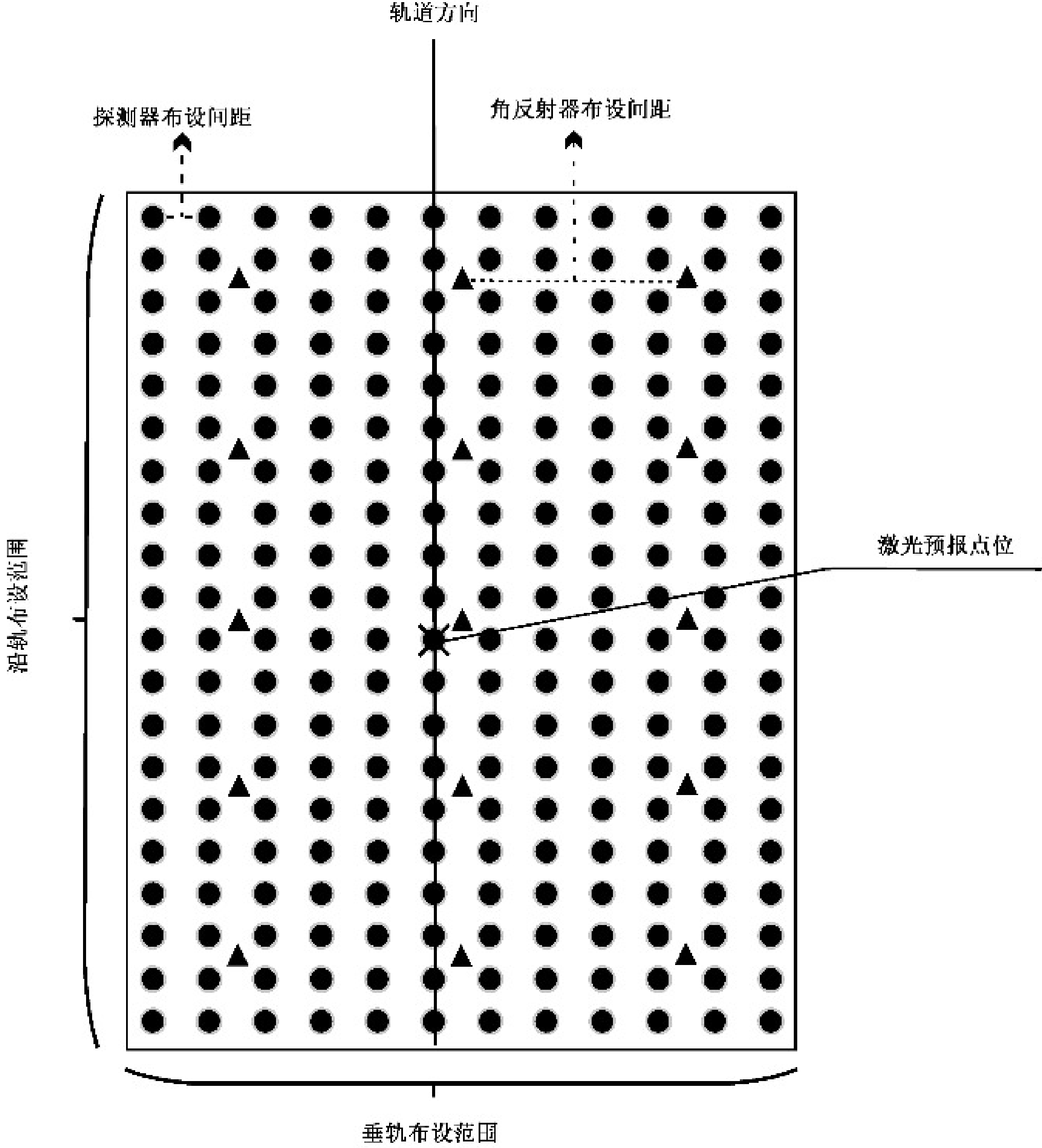
### 9.3 不确定度计算公式

依据不确定度传递理论对使用激光地面探测器进行激光测高仪定标时测量数据的不确定度进行分析，相关分析计算公式按照 GB/T 34509.2—2017 中 A.2 的规定。



附录 A  
(资料性)  
布设示意图

激光探测器布设示意图见图 A.1。



- 标引符号说明：
- ▲——激光角反射器；
  - 激光地面探测器；
  - ×——激光预报点位。

图 A.1 激光探测器布设示意图

**附录 B**  
(资料性)  
记录表格式

**B.1** 激光探测器布设位置和编号记录表(格式)见表 B.1。

**表 B.1 激光探测器布设位置和编号记录表(格式)**

第 页 共 页

场地位置	场地名称:	过境日期		记录者	
	经度 __° __' __"	过境时间		布设时间	
	纬度 __° __' __"	垂轨布设范围	___ m	沿轨布设范围	___ m
	海拔高 ___ m	垂轨间隔	___ m	沿轨间隔	___ m
	坐标基准\高程基准				

垂轨方向

沿轨方向

↓

→

	探测器编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...
	1												
	2												
	3												
	...												

B.2 有响应激光探测器测量信息记录表(格式)见表 B.2。

表 B.2 有响应激光探测器测量信息记录表(格式)

第 页 共 页

场地名称：						过境时间：			
序号	探测器编号	经度/°	纬度/°	X/m	Y/m	高程/m	探测器能级	探测器响应时刻	备注
1									
2									
3									
...									
坐标 基准信息		椭球基准	投影方式			中央子午线			
		高程基准					时间基准		
场地近地表 大气参数		温度：			相对湿度：			压强：	
检查者：					日期：				
复核者：					日期：				

B.3 角反射器测量信息记录表(格式)见表 B.3。

表 B.3 角反射器测量信息记录表(格式)

第 页 共 页

场地名称:						过境时间:			
序号	探测器 编号	经度/°	纬度/°	X/m	Y/m	底部高 程/m	角反射器 高度/m	角反射器 口径/mm	备注
1									
2									
3									
...									
坐标 基准信息		椭球基准	投影方式			中央子午线			
		高程基准					时间基准		
场地近地表 大气参数		温度:		相对湿度:			压强:		
检查者:					日期:				
复核者:					日期:				