



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 769—2025

气溶胶激光雷达标准散射信号发生器

Standard scattering signals generator for aerosol lidar

2025-05-19 发布

2025-10-01 实施

中 国 气 象 局 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 组成	2
4.1 概述	2
4.2 供电单元	2
4.3 控制单元	2
4.4 光源单元	2
4.5 连接单元	2
5 技术要求	3
5.1 功能	3
5.2 外观	3
5.3 预热时间	3
5.4 可选激光波长	3
5.5 重复频率	3
5.6 偏振度	3
5.7 输出功率不稳定性	3
5.8 设定温度偏差	3
5.9 环境适应性	3
5.10 可靠性	4
6 试验方法	4
6.1 试验环境条件	4
6.2 试验仪表和设备	4
6.3 组成	4
6.4 功能	4
6.5 外观	5
6.6 预热时间	5
6.7 可选激光波长	5
6.8 重复频率	5
6.9 偏振度	6
6.10 输出功率不稳定性	6
6.11 设定温度偏差	6
6.12 环境适应性	7
6.13 可靠性	7
7 检验规则	7
7.1 检验分类	7
7.2 检验项目	7

7.3	型式检验	8
7.4	出厂检验	8
8	标志和随行文件	9
8.1	标志	9
8.2	随行文件	9
9	包装、运输和贮存	9
9.1	包装	9
9.2	运输	9
9.3	贮存	10
	参考文献	11

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。

本文件由全国气候与气候变化标准化技术委员会大气成分观测预报预警服务分技术委员会(SAC/TC 540/SC 1)提出并归口。

本文件起草单位：深圳大舜激光技术有限公司、武汉大学、中国气象局气象探测中心、北京华云东方探测技术有限公司、中国科学技术大学。

本文件主要起草人：杨少辰、徐文静、冼锦洪、王宣、王缅、宋扬、孙东松、韩於利。

气溶胶激光雷达标准散射信号发生器

1 范围

本文件规定了气溶胶激光雷达标准散射信号发生器的组成和技术要求,给出了相应的试验方法,规定了其检验规则、标志和随行文件、包装、运输和贮存要求。

本文件适用于气溶胶激光雷达标准散射信号发生器设计、生产、检验和验收。

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 191—2008 包装储运图示标志

GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A:低温

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B:高温

GB/T 2423.3—2016 环境试验 第2部分:试验方法 试验Cab:恒定湿热试验

GB/T 2423.5—2019 环境试验 第2部分:试验方法 试验Ea和导则:冲击

GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 11463—1989 电子测量仪器可靠性试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

大气气溶胶 atmospheric aerosol

气溶胶

液体或固体微粒分散在大气中形成的相对稳定的悬浮体系。

[来源:GB/T 31159—2014,2.1]

3.2

激光雷达 light detection and ranging; LiDAR

利用激光束探测目标的雷达。

3.3

气溶胶激光雷达标准散射信号发生器 standard scattering signals generator for aerosol LiDAR

用于对气溶胶激光雷达光电接收系统性能进行测试的、产生仿真散射光信号的器件。

3.4

偏振 polarization

电磁波的振动限制在一定方向的现象。

4 组成

4.1 概述

气溶胶激光雷达标准散射信号发生器由供电单元、控制单元、光源单元、连接单元四部分组成。结构见图 1。

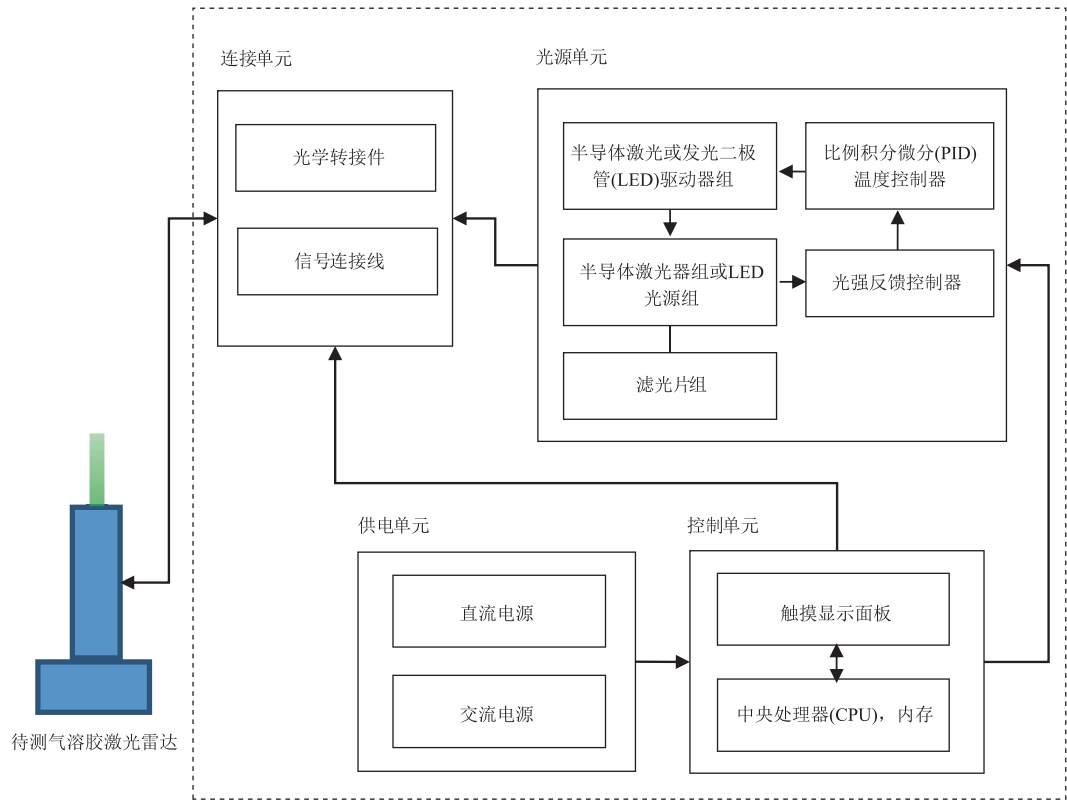


图 1 气溶胶激光雷达标准散射信号发生器结构示意图

4.2 供电单元

供电单元应包括直流电源和交流电源，能够为气溶胶激光雷达标准散射信号发生器供电。

4.3 控制单元

控制单元应包括中央处理器(CPU)、内存和触摸显示面板，能够输入控制指令、显示界面和控制电源组件驱动器。

4.4 光源单元

光源单元应包括半导体激光或发光二极管(LED)驱动器组、半导体激光器组或LED光源组、滤光片组、光强反馈控制器和比例积分微分(PID)温度控制器，能够控制放大电流、进行光强反馈及PID温度控制、输出不同指定波长的光信号。

4.5 连接单元

应包括光学转接件和信号连接线，能够将气溶胶激光雷达标准散射信号发生器与待测气溶胶激光

雷达望远镜和信号采集系统连接。

5 技术要求

5.1 功能

气溶胶激光雷达标准散射信号发生器能够通过控制单元进行参数设置,选择不同激光能量、波长、偏振态、经光源单元生成大气后向散射信号的仿真光信号。

5.2 外观

应符合下列要求:

- 外表整洁、无损伤和形变;
- 金属件无锈蚀,表面棱角光滑,涂层无气泡、开裂、脱落现象;
- 标志和字符清晰、完整、醒目。

5.3 预热时间

预热时间不少于 30 min。

5.4 可选激光波长

可选激光波长应为米散射波长 355 nm、532 nm、1064 nm,拉曼散射波长 386 nm、407 nm、607 nm,中心波长允许偏移量为 ± 1 nm。

5.5 重复频率

10 Hz~2000 Hz,可调。

5.6 偏振度

输出偏振光偏振度应优于 99%。

5.7 输出功率不稳定性

2 h 内输出功率变化的不稳定性应不大于 2%。

5.8 设定温度偏差

设定温度 40 °C 下,温度偏差应不大于 ± 1 °C。

5.9 环境适应性

5.9.1 工作环境

应符合下列要求:

- 温度: -10 °C~50 °C;
- 相对湿度: 0%~95%(无水汽凝结)。

5.9.2 贮存环境

应符合下列要求:

- 温度: -30 °C~50 °C;

——相对湿度:0%~90%(无水汽凝结)。

5.9.3 冲击

在非工作状态下,非包装状态的产品应能通过下列严酷等级的冲击试验:

- 脉冲波形:半正弦波;
- 峰值加速度:150 m/s²;
- 脉冲持续时间:6 ms;
- 冲击次数:样品三个正交轴的每个方向各 3 次。

5.10 可靠性

平均无故障工作时间应不小于 2000 h。

6 试验方法

6.1 试验环境条件

试验环境条件应满足:

- 温度:15℃~35℃;
- 相对湿度:30%~80%;
- 大气压力:860 hPa~1060 hPa。

6.2 试验仪表和设备

所用试验仪表和设备性能应满足表 1 的要求,并处于计量检定有效期内。

表 1 试验用仪器仪表性能

序号	仪表和设备名称	性能要求
1	计时器	误差 0.01 s
2	光谱仪	波长范围 300 nm~2000 nm,波长分辨力小于或等于 0.5 nm
3	光电探测器	光电倍增管(PMT)波长范围 300 nm~700 nm 雪崩光电二极管(APD)波长范围 900 nm~1700 nm
4	示波器	带宽不低于 200 MHz,最大采样率不低于 1 GSa/s
5	激光功率计	波长范围:250 nm~2.1 μm 功率范围:10 mW~15 W 功率计探测分辨率不大于 200 μW
6	检偏器	带宽 300 nm~2700 nm,偏振消光比 10000:1
7	温度测量仪	温度测量误差±0.1℃

6.3 组成

目测检查气溶胶激光雷达标准散射信号发生器组成的完备性。

6.4 功能

实际操作检查,使用控制单元选择不同激光能量、波长、偏振态、经光源单元生成大气后向散射信号

的仿真光信号。

6.5 外观

目视检查。

6.6 预热时间

用计时器测试仪器开机至正常工作的时间。

6.7 可选激光波长

按照下列步骤进行可选激光波长测试：

a) 按照图 2 建立测试装置,顺序摆放和连接测试仪器；

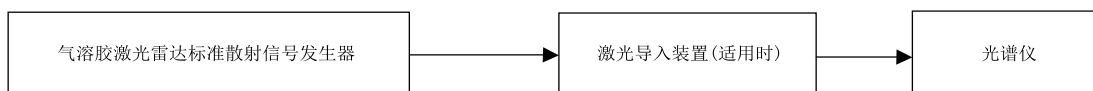


图 2 激光波长试验装置框图

- b) 将气溶胶激光雷达标准散射信号发生器发出的激光通过激光导入装置导入光谱仪中；
 c) 设置气溶胶激光雷达标准散射信号发生器发射波长,光谱仪进行扫描,并记录波长与该波长对应的光谱强度 I ；
 d) 根据记录的数据得到相对光谱强度与波长的分布曲线 ($I-\lambda$ 曲线),按公式(1)计算中心波长,计算中心波长的偏移量。

$$\lambda_c = (\lambda_1 + \lambda_2) / 2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

λ_c ——中心波长,单位为纳米(nm)；

λ_1 ——在 $I-\lambda$ 曲线上,最大相对光谱强度 50%处对应的最短波长,单位为纳米(nm)；

λ_2 ——在 $I-\lambda$ 曲线上,最大相对光谱强度 50%处对应的最长波长,单位为纳米(nm)。

6.8 重复频率

按照下列步骤进行重复频率测试：

a) 按照图 3 建立测试装置,顺序摆放和连接测试仪器；



图 3 重复频率测试装置框图

- b) 根据气溶胶激光雷达标准散射信号发生器激光输出光强设置示波器的档位；
 c) 加电后用示波器记录光脉冲波形；
 d) 根据公式(2)计算重复频率。

$$f = 1 / T_p \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

f ——重复频率,单位为赫兹(Hz)；

T_p ——脉冲周期,单位为微米(μs)。

6.9 偏振度

按照下列步骤进行偏振度测试：

a) 按照图 4 建立测试装置,顺序摆放和连接测试仪器；

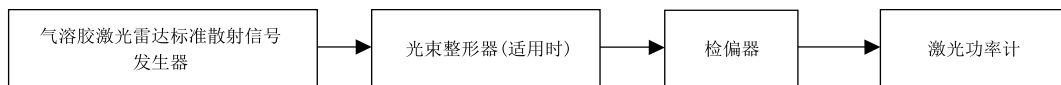


图 4 偏振度测试装置框图

b) 调节光束整形器(适用时),将垂直入射光的光束尺寸限制在检偏器的有效接收口径之内；

c) 旋转检偏器,测得最大激光功率 P_1 ,最小激光功率 P_2 ；

d) 根据公式(3)计算偏振度。

$$P_d = |(P_1 - P_2) / (P_1 + P_2)| \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

P_d ——偏振度；

P_1 ——最大激光功率,单位为瓦(W)；

P_2 ——最小激光功率,单位为瓦(W)。

6.10 输出功率不稳定性

按照下列步骤进行输出功率不稳定性测试：

a) 按照图 5 建立测试装置,顺序摆放和连接测试仪器；

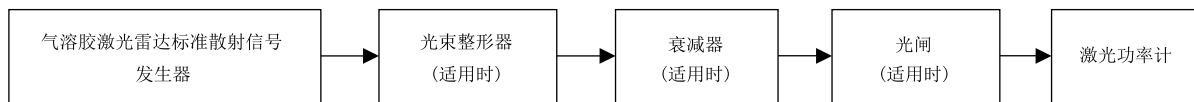


图 5 输出功率不稳定性测试装置框图

b) 调节光束整形器(适用时),保证被测光斑投射到激光功率计光接收面直径的 2/3 区域内；

c) 使用光闸(适用时),可阻挡进入激光功率计的光,选择合适量程,并调整零点；

d) 在 2 h 时间周期内分 n 次取值,记录每次测得的输出光功率 $P_{op,i}$ ；

e) 输出光功率的平均值按公式(4)计算,输出光功率 $P_{op,i}$ 中最大值与最小值分别记为 $P_{op,max}$ 、 $P_{op,min}$,利用公式(5)计算输出功率不稳定性。

$$\bar{P}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{op,i} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$S_{pt} = \pm \frac{P_{op,max} - P_{op,min}}{2\bar{P}_n} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

S_{pt} ——输出功率不稳定性,以百分比表示(%)；

$\bar{P}_n$ ——输出光功率的平均值,单位为瓦(W)；

$P_{op,max}$ ——测得的输出光功率的最大值,单位为瓦(W)；

$P_{op,min}$ ——测得的输出光功率的最小值,单位为瓦(W)。

6.11 设定温度偏差

按照下列步骤进行设定温度偏差测试：

- a) 温度测量仪连接气溶胶激光雷达标准散射信号发生器光源单元中半导体激光器组或 LED 光源组散热器部位;
- b) 设定温度为 40℃,设备开启 0.5 h 后开始测试,采样间隔为 10 min,测试时间为 2 h,分 12 次记录温度值,并与设定温度比较。

6.12 环境适应性

6.12.1 高温工作

按照 GB/T 2423.2—2008 中 5.4 规定的方法进行测试。

6.12.2 低温工作

按照 GB/T 2423.1—2008 中 5.4 规定的方法进行测试。

6.12.3 高温贮存

按照 GB/T 2423.2—2008 中 5.2 规定的方法进行测试。

6.12.4 低温贮存

按照 GB/T 2423.1—2008 中 5.2 规定的方法进行测试。

6.12.5 相对湿度

按照 GB/T 2423.3—2016 中第 7 章规定的方法进行测试。

6.12.6 冲击

按照 GB/T 2423.5—2019 的有关规定进行测试。测试结束后,结构件无破裂、明显变形和松动等现象,通电后能正常工作。

6.13 可靠性

按照 GB/T 11463—1989 中第 4 章规定的序贯试验方案进行测试。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为:

- 型式检验;
- 出厂检验。

7.2 检验项目

检验项目见表 2。

表 2 检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	技术要求条文	试验方法条文
1	功能特性	●	●	5.1	6.4
2	外观	●	●	5.2	6.5
3	预热时间	●	●	5.3	6.6
4	可选激光波长	●	●	5.4	6.7
5	重复频率	●	●	5.5	6.8
6	偏振度	●	●	5.6	6.9
7	输出功率不稳定性	●	●	5.7	6.10
8	设定温度偏差	●	●	5.8	6.11
9	环境适应性	●	○	5.9	6.12
10	可靠性	●	○	5.10	6.13
注：“●”表示必检项目，“○”表示需要时检验的项目。					

7.3 型式检验

7.3.1 检验时机

下列任一情况均应进行型式检验：

- 新产品定型投产；
- 产品在结构、工艺、电路、主要零部件等方面有较大改动，可能影响产品性能；
- 停产一年以上再恢复生产；
- 上级质量监督部门提出要求。

7.3.2 受检样品数

由生产方和使用方协商确定，宜不少于 3 台。

7.3.3 合格判定

在型式检验中，若有不合格项，则判该批产品不合格。

7.4 出厂检验

7.4.1 受检样品数

全数检验。

7.4.2 合格判定

按表 2 规定的项目进行出厂检验，无缺陷者判定为合格。若受检产品的任一项出现不合格，则判该产品为不合格品。

7.4.3 不合格处理

不合格品按下列方法进行处理。

- 若导致不合格的为表 2 中项目 1 和项目 2,可纠正后重新进行检验。
- 若导致不合格的为表 2 中项目 3—项目 10 中任一项则终止本次检验。
- 批量产品整改后,按 GB/T 2828.1—2012 中表 2-B 的加严检验一次抽样方案重新进行检验;如仍不合格,则判该批产品不合格,不应出厂。

8 标志和随行文件

8.1 标志

8.1.1 产品标志

应包括下列内容并形成标签:

- 制造厂名;
- 产品名称和型号;
- 出厂编号;
- 出厂日期。

8.1.2 包装标志

应包括下列内容:

- 产品名称、型号和数量;
- 制造厂名;
- 外形尺寸;
- 毛重;
- 包装箱上有符合 GB/T 191—2008 规定的“向上”“小心轻放”“怕湿”的标志。

8.2 随行文件

应包括下列内容:

- 使用说明或用户手册;
- 检验报告;
- 合格证;
- 保修单;
- 装箱单。

9 包装、运输和贮存

9.1 包装

应符合下列要求:

- 包装箱按照包装设计文件和工艺文件要求,对箱内仪器采取分隔、缓冲、支撑、垫平、卡紧、固定和防水等措施,做到内外包装紧凑、防护周密和安全可靠;
- 包装箱内有随行文件;
- 每个包装箱内部有装箱单。

9.2 运输

应符合下列要求:

- 运输过程中防止剧烈震动、挤压、雨淋及化学物品侵蚀；
- 搬运轻拿轻放，码放整齐，无滚动和抛掷。

9.3 贮存

包装好的产品宜单独存放，并应贮存在环境温度 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，空气相对湿度小于90%的室内，且周围无腐蚀性挥发物，无强烈的机械震动、冲击、强电磁场作用。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2900.65—2004 电工术语 照明
 - [2] GB/T 3784—2009 电工术语 雷达
 - [3] GB 15313—2008 激光术语
 - [4] GB/T 31159—2014 大气气溶胶观测术语
-

中 华 人 民 共 和 国
气 象 行 业 标 准
气溶胶激光雷达标准散射信号发生器
QX/T 769—2025

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://www.qxcbs.com>
发行部:010-68408042
北京建宏印刷有限公司印刷

*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1.25 字数:37.5千字
2025年6月第1版 2025年6月第1次印刷

*

书号:135029-6452 定价:30.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301