



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

## 光电测量 智能驾驶汽车用激光雷达主要参数测试方法

Opto-electronic Measurement—Measurement methods for main parameter of laser radar in intelligent driving system

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2021.5）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 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.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 测试条件及要求.....	4
4.1 环境要求.....	4
4.2 测试仪器及计量要求.....	4
4.3 激光安全要求.....	4
4.4 被测产品正常工作要求.....	4
5 主要参数测试方法.....	4
5.1 水平视场角.....	4
5.2 水平角分辨率.....	5
5.3 垂直视场角.....	6
5.4 垂直（平均）角分辨率.....	7
5.5 点频率（测距重复频率）.....	7
5.6 距离分辨率.....	8
5.7 测程误差.....	9
5.8 帧频.....	10
5.9 最大测程.....	10
5.10 最小测程.....	10
5.11 准测率.....	10
6 相关性能参数测试.....	11
6.1 安全性能.....	11
6.2 机械性能.....	11
6.3 数据接口.....	11
6.4 车载适用性.....	11
6.5 环境适应性.....	11
附录 A（规范性） 主要参数测量约束条件.....	13
A.1 背景.....	13
A.2 约束条件.....	13
参考文献.....	14

## 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这些专利的责任。

本文件由中国科学院提出。

本文件由全国光电测量标准化技术委员会(SAC/TC 487)归口。

本文件起草单位：中国科学院空天信息创新研究院、中国科学院微电子研究所...

本文件主要起草人：麻云凤...

# 光电测量 智能驾驶汽车用激光雷达主要参数测试方法

## 1 范围

本文件规定了智能驾驶汽车用激光雷达主要参数及测试方法的术语和定义、测试条件及要求、主要参数测试方法和相关性能参数测试。

本文件适用于智能驾驶用车载脉冲法激光雷达，其他类型的激光雷达也可参照本文件。

## 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 4208 外壳防护等级

GB 7247.1 激光产品的安全第1部分：设备分类、要求

GB 7247.13 激光产品的安全第13部分：激光产品的分类测量

GB/T 10320 激光设备和设施的电气安全

GB/T 14950-2009 摄影测量与遥感术语

GB/T 15313-2008 激光术语

GB/T 28046.1-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第1部分：一般规定

GB/T 28046.2-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第2部分：电气负荷

GB/T 28046.3-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第3部分：机械负荷

GB/T 28046.4-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷

GB/T 28046.5-2013 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第5部分：化学负荷

GB/T 29299-2012 半导体激光测距仪通用技术条件

GB/T 30038-2013 道路车辆 电气电子设备防护等级（IP代码）

GB/T 36100—2018 车载激光雷达点云数据质量评价指标

ISO 12103-1:2016 Road vehicles—Test contaminants for filter evaluation—Part 1: Arizona test dust

## 3 术语和定义

GB/T 14950-2009、GB/T 15313-2008、GB/T 29299-2012和GB/T 36100-2018界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**激光雷达** light detection and ranging; LiDAR

发射激光束并接收回波以获取目标三维信息的系统。

[来源：GB/T 14950—2009, 4.150]

### 3.2

#### 点云 point cloud

以离散、不规则方式分布在三维空间中的点的集合。

[来源：GB/T 36100—2018, 3.2]

### 3.3

#### 激光雷达点云 LiDAR point cloud

通过激光雷达扫描获得的点云。

[来源：GB/T 36100—2018, 3.3]

### 3.4

#### 点频率 point frequency

每秒激光雷达系统测量点的数目。

### 3.5

#### 帧频 frame frequency

标准数据格式的激光点云数据输出刷新频率。

### 3.6

#### 水平角视场 horizontal angle field of view

以水平扫描中心或光学镜头为顶点，以被测目标的点云在水平方向上，通过激光雷达获取的最大范围的两条边缘构成的夹角。

### 3.7

#### 水平角分辨率 horizontal angle resolution

在水平方向上，同一距离上区分两个目标点云的最小平面角。用  $\Delta \phi$  表示。

### 3.8

#### 扫描线数 channels of scanning lines

通过激光雷达控制软件可采集到有效点云的激光通道数的线数。

### 3.9

#### 垂直角视场 vertical angle field of view

以垂直扫描中心或光学镜头为顶点，以被测目标的点云在垂直方向上，通过激光雷达获取的最大范围的两条边缘构成的夹角。

## 3.10

**垂直（平均）角分辨率 vertical angle resolution**

由获取的垂直视场角度(均值)与扫描线数之比。

## 3.11

**测距精度 ranging precision**

激光雷达测量的目标距离与标定的目标距离的相对误差（统计1 的数据来计算相对误差）。用测量结果的实际标准差来定量表示。

## 3.12

**距离分辨率 range resolution**

在同一方向上，能分辨的最小距离。用  $\Delta d$  表示。

## 3.13

**测程误差 range error**

评价激光雷达测量目标物点云数据的测程与其真实测程之间的偏离量。用均方根值  $\Delta n$ 表示。

## 3.14

**测程 measuring range**

在标准大气条件下，满足测量准确度时，针对特定的靶标板激光雷达所能探测到的有效最大距离和最小距离。

## 3.15

**激光束散角 laser divergence angle**

光束宽度在远场增大形成的渐近面锥所构成的全角度。

[来源：GB/T 15313—2008，2.1.65]

## 3.16

**重复频率 repetition rate of laser pulse**

重复脉冲激光器每秒钟发出的激光脉冲数。

[来源：GB/T 15313—2008，2.1.77]

## 3.17

**准测率 detection rate**

激光雷达达到规定测距精度的测距概率。

[来源：GB/T 29299—2012，3.7]

## 4 测试条件及要求

### 4.1 环境要求

除非另有规定，测试环境条件应符合以下要求：

- a) 环境温度： $-20^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：20%~30%；
- c) 环境洁净度：按照产品详细规范规定；
- d) 屏蔽电磁辐射（适用时，按照产品详细规范规定）；
- e) 防静电（适用时）。

### 4.2 测试仪器及计量要求

除非另有规定，测试仪器条件应符合以下要求：

- a) 选择高于被测激光雷达测量精度一个数量级的仪器设备；
- b) 测试仪器量程满足被测激光雷达参数范围；
- c) 符合 I 级计量检定要求，且在计量有效期内。

### 4.3 激光安全要求

车载激光雷达的安全要求应符合以下规定：

- a) 激光雷达的辐射安全和防护应符合 GB 7247.1 的规定；
- b) 激光发射水平不应超过激光安全等级 1 类的可达发射限值；
- c) 激光雷达配套的电器系统安全与防护应符合 GB/T 10320 的相关规定。激光雷达的外壳防护等级应符合 GB/T 4208，不低于 IP65。

### 4.4 被测产品正常工作要求

除非另有规定，被测产品应满足以下工作要求：

- a) 在规定的大气环境条件下，激光雷达在静止状态下测试；
- b) 按照详细规范中规定的工作程序和工作条件下工作，并在稳定工作之后测量各相关参数；
- c) 被测激光雷达表面不应有灰尘和沉积物；
- d) 激光雷达不适用于恶劣环境车载辅助驾驶使用，例如沙尘暴、暴雨等天气。激光雷达防护窗长时间附着灰尘也会影响探测数据准确性。

## 5 主要参数测试方法

### 5.1 水平视场角

测试方法：在规定的测试条件下，利用高于测量精度的仪器对激光雷达水平扫描角度范围测试，如采用全站仪。

测试步骤：

- a) 在室内长约标称距离  $1/4$  至  $1/2$  长度的场地，两端分别安置激光雷达与参考靶标板（或专业灰度板），使二者等高，并调整水平摆放方向与激光雷达垂直；

- b) 通过激光雷达获取靶标板上的点云数据的三维坐标，并调整靶标板位置使其分别位于激光雷达水平视场左、右边界位置，分别记为 A 点和 B 点，激光雷达获取水平点云数据的三维坐标如图 1 所示；

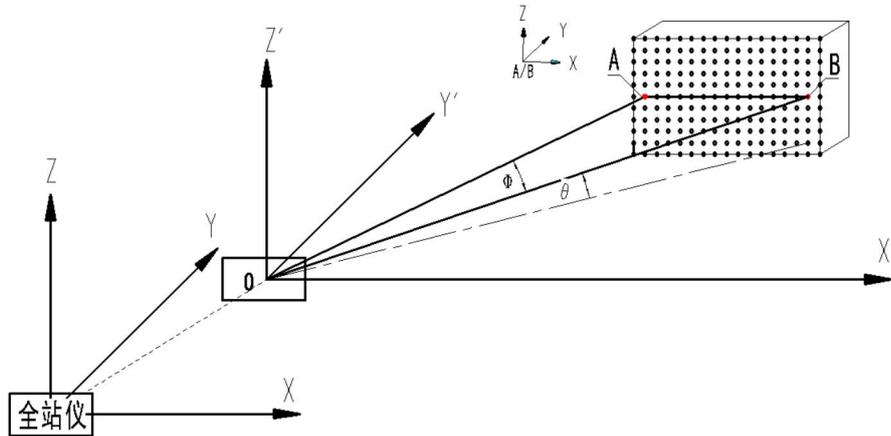


图 1 激光雷达获取水平点云数据的三维坐标示意图

- c) 将全站仪安置在距激光雷达大于 3m 的位置处，锁定好安放支架，不能随意挪动，保证全站仪在测量时稳定可靠；
- d) 通过全站仪获取和记录激光雷达中心参考点 O，以及靶标板点 A 和点 B 的点云数据求得全站仪坐标系下的三维坐标 ( )，采用微机或其他方法录取点云数据的三维坐标数据，OA 点之间的距离、AB 点之间的距离和 BO 点之间的距离按照公式(1-3)计算。由此得到的水平视场角  $\phi$  (  $\phi$  )，见公式(4)。

$$D_{OA} = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$D_{AB} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$D_{BO} = \sqrt{(x_2 - x_0)^2 + (y_2 - y_0)^2 + (z_2 - z_0)^2} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$D_{OA}$  ——激光雷达中心参考点 O 至目标物点 A 之间的距离；

$D_{AB}$  ——目标物点 A 至目标物点 B 之间的距离；

$D_{BO}$  ——目标物点 B 至激光雷达中心参考点 O 之间的距离；

$x_i, y_i, z_i$  ——全站仪坐标系下参考点和目标物的点云数据三维坐标；

$i$  ——目标距离第 i 点的测量值。(  $i = 1, 2, 3 \dots, n$  )

$$\phi = \arccos \left( \frac{D_{OA}^2 + D_{BO}^2 - D_{AB}^2}{2D_{OA} \times D_{BO}} \right) \dots\dots\dots (4)$$

- e) 以规定的重复频率连续测距不少于 3 次。

## 5.2 水平角分辨率

测试方法：在规定的测试条件下（参见附录A），以已知的工作频率发射激光一个循环次数，将激光雷达数据按帧存储，测量单帧数据水平方向上相邻两点与激光雷达中心参考点O之间的夹角，并采用微机或其他方法录取三维坐标点云数据，按照公式（1-3）计算，由公式（4）得到的水平角 $\varphi$ （ $\Phi$ ）的分辨率。

可通过激光雷达的软件系统得到测试结果。

### 5.3 垂直视场角

测试方法：在规定的测试条件下，利用高于测量精度的仪器对激光雷达垂直扫描角度范围测试，如采用全站仪。

测试步骤：

- 在室内长约标称距离 1/4 至 1/2 长度的场地，两端分别安置激光雷达测距仪与参考靶标板（或专业灰度板），并调整水平摆放方向与激光雷达垂直；
- 通过激光雷达获取靶标板的点云数据的三维坐标，并调整靶标板位置使其分别位于激光雷达水视场上、下边界位置，分别记为 C 点和 D 点，激光雷达获取垂直点云数据的三维坐标如图 2 所示；

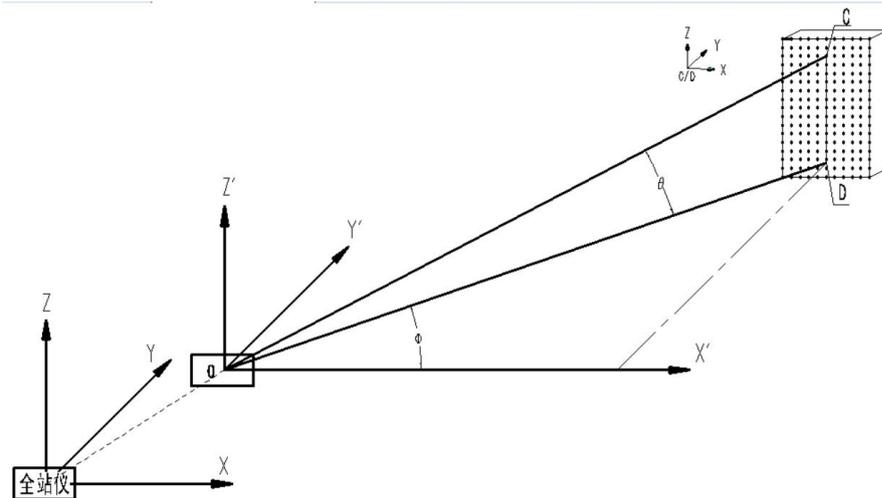


图 2 激光雷达获取垂直点云数据的三维坐标示意图

- 将全站仪安置在距激光雷达大于 3m 的位置处，锁定好安放支架，不能随意挪动，保证全站仪在测量时稳定可靠；
- 通过全站仪记录激光雷达中心参考点 O，以靶标板点 C 和点 D 的点云数据求得全站仪坐标系下的三维坐标  $(x_i, y_i, z_i)$ ，采用微机或其他方法录取点云数据的三维坐标数据，OC 点之间的距离  $D_{OC}$ 、CD 点之间的距离  $D_{CD}$  和 DO 点之间的距离  $D_{DO}$  按照公式（5-7）计算。由此得到的垂直视场角  $\theta$ （ $\theta$ ），见公式（8）。

$$D_{OC} = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$D_{CD} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$D_{BO} = \sqrt{(x_2 - x_0)^2 + (y_2 - y_0)^2 + (z_2 - z_0)^2} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $D_{OC}$  ——激光雷达中心参考点O至目标物点C之间的距离；
- $D_{CD}$  ——目标物点C至目标物点D之间的距离；
- $D_{DO}$  ——目标物点D至激光雷达中心参考点O之间的距离；
- $x_i, y_i, z_i$  ——全站仪坐标系下参考点和目标物的点云数据三维坐标；
- $i$  ——目标距离第*i*点的测量值。（ $i = 1, 2, 3 \dots, n$ ）

$$\theta = \arccos\left(\frac{D_{OC}^2 + D_{DO}^2 + D_{CD}^2}{2D_{OC}D_{DO}}\right) \dots\dots\dots (4)$$

以规定的重复频率连续测距不少于3次。

#### 5.4 垂直（平均）角分辨率

测试方法：在规定的测试条件下（参见附录A），在激光雷达测距仪的显示界面上获取其通道数的线数，再以多次测量的垂直视场角平均值除以激光雷达测距仪通道数的线数计算得出。

可通过激光雷达测距仪的软件系统得到测试结果。

#### 5.5 点频率（测距重复频率）

测试方法：通过光电探测器及示波器，采样测量点频率。

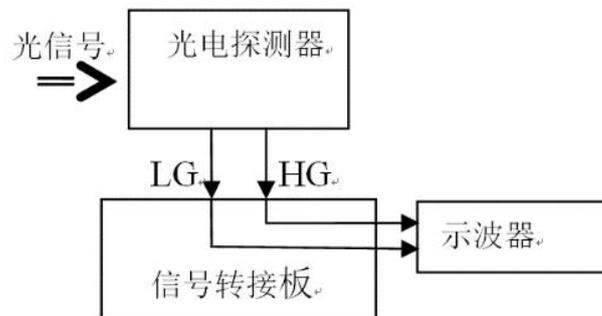


图3 重复频率和脉冲宽度测试装置框图

测试步骤：

重复频率的测试按照以下步骤进行：

- a) 按照图3建立测试装置，按图示顺序摆放和连接测试仪器，使用光闸（适用时），调节进入与激光波长相匹配的光电探测器；
- b) 根据被测半导体激光器输出光强度设置示波器的档位；
- c) 给被测激光器加电到规定的工作状态，对输出激光单一光斑进行测试；
- d) 以确定的时间间隔测量并记录示波器上的一次激光脉冲波形（见图4），重复测量10次，计算10次测量结果的标准偏差  $f_{\sigma}$ 。

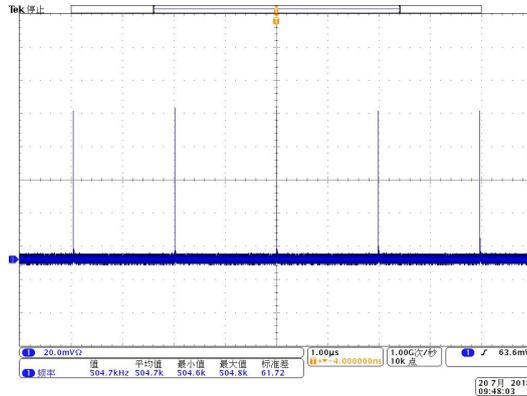


图4 示波器记录的激光重复频率波形

- e) 按公式(9)计算重复频率;
- f) 激光雷达的点频率按公式(10)计算。

$$f = \frac{1}{T} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$f$  ——重复频率, 单位为赫兹 (Hz);

$T$  ——脉冲周期, 单位为微秒 ( $\mu\text{s}$ )。

$$f_i = f \times N \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$f_i$  ——点频率, 单位为赫兹 (Hz);

$N$  ——激光通道数, ( $N = 1, 2, 3 \dots, n$ )。

### 5.6 距离分辨率

测试方法: 如图5所示。

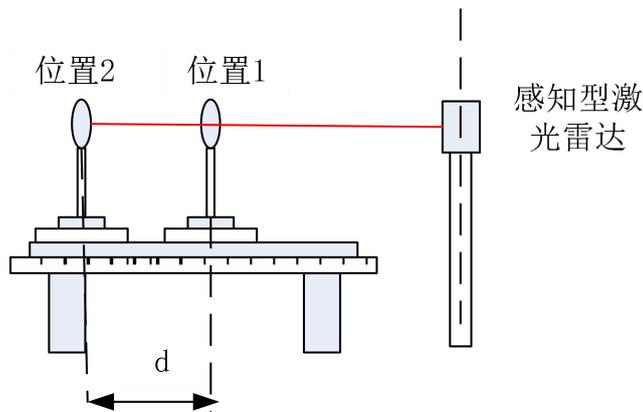


图5 距离分辨率测试装置示意图

测试步骤：

- 将参考靶标板固定在位置 1，调整靶标（灰度值、尺寸大小）与激光雷达的相对位置，靶标板漫反射比由产品规范规定；
- 设置激光雷达扫描静止的方式获取目标距离点云数据；
- 将全站仪安置在 3m 以外距靶标板在激光雷达标称测程的 1/10 至 1/2 之间的距离上，以保证测量数据的有效性。锁定好稳固的安放支架，不能随意挪动，保证全站仪在测量时稳定可靠；
- 调整两个靶标板位置，使两靶标板的内侧中点同时位于受检样品的光轴延长线上，两靶标板的距离为受检样品的距离分辨率。以标称的分辨率为距离间隔，依次向后移动靶标板至少 3 组以上的距离间隔，全站仪读取和记录移动目标得到的距离值；
- 分别读取和记录激光雷达上获取的点云数据距离平均值，然后通过不同位置获取的距离信息，计算出激光雷达距离方向所能达到的分辨率指标。

## 5.7 测程误差

测试方法：如图5所示。

测量步骤：

- 测量目标参数的误差，将目标点（靶标板）呈直线式排列，并均匀分布在激光雷达的测程之内；
- 测试中移动距离  $d$  一般不能少于  $n \geq 6$  个目标点；
- 采用全站仪分别读取和记录激光雷达标称距离参数上靶标板各距离实测值  $d$ ，同时记录靶标板每个目标点在激光雷达点云数据通过软件读取的检测值  $d_i$ （ $i$  为目标点序号）；

以下有两种推荐的计算方法：

方法1：绝对误差

在规定大气环境条件下（参见附录A），在激光雷达的测程范围内的任一任意距离上对规定目标进行测距，其显示宜符合公式（11）。

$$|d - d_i| \leq \Delta \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$d$  —— 全站仪测量的实测距离值（或标定距离），单位为米（m）；

$d_i$  —— 第*i*个检测点对应的激光点云数据读取的距离值，单位为米（m）；

$\Delta$  —— 规定的允许测量误差。

且测距数据应满足最大测程和准测率的要求。

方法2：均方差误差

在激光雷达的测程范围内进行测距，对目标点进行不同距离测量后的测程误差的统计平均值，取得的数据宜符合公式（12）。

$$\Delta n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - d)^2}{n}} \leq \Delta \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$\Delta n$  —— 测程误差，单位为米（m）；

$d_i$  —— 第*i*个检测点对应的激光点云数据读取的距离值，单位为米（m）；

$d$  —— 检测点对应的是全站仪测量的实测距离值（或标定距离），单位为米（m）；

- $n$  ——目标点个数，单位为个；  
 $\Delta$  ——规定的允许测量误差。

### 5.8 帧频

测试方法：按照激光雷达软件扫描频率设置，以此数据为依据。

测试步骤：

- a) 在有效的测距范围内，在激光雷达给定的扫描频率设置状态下，统计 30s 至 60s 间任意一确定时间段内激光扫描的总帧数；
- b) 采用微机或其他方法准确记录总帧数，以此计算激光雷达扫描帧频。

### 5.9 最大测程

测试方法：在最大测程处，在离地平面适当高度上竖立一个垂直于地平面尺寸为0.5m×0.5m的特定靶标板（靶标板的尺寸、表面特性由产品详细规范规定）或者使用由承制双方共同确定的目标物，具体要求参见附录A。距离的标定精度至少应为被测量容差的三分之一，以规定的重复频率测距不少于一个循环次数（以规定的重复频率连续测距3次），用微机或其他方法录取距离显示结果，应符合产品规范规定的要求。

测试步骤：

- a) 将特定靶标板放置于与激光雷达相隔一定距离的场景下，激光雷达以规定的重复频率测距，观察激光雷达用微机或其他方法录取给出的点云数据针对特定靶标板的分辨能力（三维坐标应清晰可见），即为能够探测到的最大距离；
- b) 将全站仪安置在距激光雷达大于 3m 的位置处，锁定好安放支架，不能随意挪动，保证全站仪在测量时稳定可靠。使用全站仪记录此时特定靶标板与激光雷达之间的相对距离。

### 5.10 最小测程

测试方法：在最小测程处，垂直于地平面竖立一个尺寸为0.5m×0.5m的离地平面适当高度的靶标板（靶标板的尺寸、表面特性由产品详细规范规定）或者使用由承制双方共同确定的目标物，具体要求参见附录A。距离的标定精度至少应为被测量容差的三分之一，以规定的重复频率测距不少于一个循环次数（以规定的重复频率连续测距3次），用微机或其他方法录取距离显示结果，应符合产品规范规定的要求。

测试步骤：

- a) 将特定的靶标板放置于与激光雷达相隔一定距离的场景下，激光雷达以规定的重复频率测距，观察激光雷达用微机或其他方法录取给出的点云数据对特定靶标板的分辨能力（三维坐标应清晰可见），即为能够探测到的最小距离。
- b) 用钢卷尺记录此时靶标板与激光雷达之间的相对距离，测量量具应在有效校准检定范围。

### 5.11 准测率

按5.7规定的条件和方法进行测距后计算，其准测率宜符合公式（13）。

$$P_c = \frac{n_i}{n} \geq 90\% \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- $P$ ——被检测距产品在本次检验中的准测率；  
 $n_i$ ——检测中符合准确度要求的测距次数；  
 $n$ ——是检测中测距总次数，重频激光雷达在检测中测距显示值的总次数。

## 6 相关性能参数测试

### 6.1 安全性能

激光安全等级：激光雷达的光辐射安全等级应按照GB/T 7247.13的规定进行测试。  
 电气安全：激光雷达常规的电气安全参数应按照GB/T 10320的相关规定进行测试。

### 6.2 机械性能

工作电压：通过可调稳压电源给激光雷达供电，在激光雷达工作状态下调整供电电压，采用数字多用表记录电压变化范围，观察激光雷达是否在给定的电压范围内正常工作。

计算功耗：在激光雷达正常工作时，利用数字多用表记录工作电流及相应的工作电压，连续测试结果 $n \geq 5$ 次，并取其均值。由平均工作电流与相应工作电压的乘积，计算得出激光雷达系统的功耗。

重量尺寸：利用电子称测量激光雷达重量；利用游标卡尺测量激光雷达尺寸，计算体积。

### 6.3 数据接口

激光雷达生产商需给出产品的支持数据接口类型，比如CAN、USB或者以太网等数据接口。检查测试激光雷达是否与计算机可通过接口总线进行连接，是否支持数据通信功能。

### 6.4 车载适用性

一般要求激光雷达系统启动时间不大于5s，在复杂天气条件下，满足自车速度范围：(0~120)km/h；对检测对象车辆、非机动车等动态、静态目标进行检测，目标准测率不低于90%；实时检测时间小于0.1s。利用高精秒表进行检测计时。

### 6.5 环境适应性

#### 6.5.1 概述

依据GB/T 28046系列标准中提供的检测方法执行验收。

#### 6.5.2 工作温度：

测试依据GB/T 28046.1-2011，高温工作85℃/4h；低温工作-40℃/4h。测试完毕，检查激光雷达测试数据是否正常。

#### 6.5.3 振动频率

测试依据GB/T 28046系列标准的相关部分进行随机振动试验。

#### 6.5.4 防尘测试

测试依据GB/T 30038-2013，进行防尘测试。测试时间为20分钟一个循环，共24循环8小时。其余参数要求为：

- 喷砂的要求：2Kg/m<sup>3</sup>，恒压；
- 试验箱的温度：25~35℃；
- 粉尘浓度：0.1至0.3g/ m<sup>3</sup>；
- 灰尘速度：2.5m/s+/-0.5m/s；
- 测试灰尘：ISO 12103-1 A.2型亚利桑那灰；
- 喷砂时间：每个循环中DUT工作模式3.2的最后5s；

#### 6.5.5 防水测试

测试依据GB/T 30038-2013，进行防水测试。

#### 6.5.6 光干扰影响

采用同类或同款激光雷达发射激光相互照射，观察光发射对彼此测试数据的干扰，实时检测激光雷达是否工作在正常状态。

**附录 A**  
**(规范性)**  
**主要参数测量约束条件**

**A.1 背景**

智能驾驶汽车用激光雷达宜按照如下指标项和约束条件标称设备的参数。

**A.2 约束条件**

车载激光雷达生产商向客户提供激光雷达时，产品需满足表A.1的要求。

**表 A.1 智能驾驶汽车用激光雷达主要标称参数**

主要指标	标称参数	标称参数约束条件
最大测程	最大探测距离，单位 (m)	1) 光照度，太阳光应直射目标靶标板，单位 Lux(在多少公里条件下的大气能见度(-大气透射仪)，光照度小于 100KLux)室内 100KLux，室外记录现场光照度，以使用太阳光模拟器覆盖目标靶标板为准。350nm-950nm(蓝菲激光雷达灰度板) 2) 目标靶标板的反射率，单位%(室内 R=10%标准漫反射板，室外 R=10%和 R=80%漫反射板)目标靶标板能够覆盖所测激光雷达的波长(同时给出光照度)。 3) 准测率，单位%(回点率)实际获得的点云数与理论(理想)值的比值(存储有效点云数，去除噪点)xxxm@准测率 90%。
最小测程 (约束条件同上)	最小探测距离，又称盲区，单位(m)。	1) 目标靶标板的反射率，单位%； 2) 准测率，单位%。
测距精准度 测程误差 (测距重复性)	测距准确度，单位 (m) 测距 3σ 精度，单位 (m)	1) 符合标称测距精准度的目标的距离和角度的范围； 2) 光照度，太阳光模拟器直射目标靶标板，单位 100KLux； 3) 目标靶标板的反射率，单位%。
水平或垂直角分辨率	水平或垂直探测的最小目标分辨率，单位度。	1) 各视场角区间的角分辨率(依据标称分辨率按照实际测量区间给出实际分辨率)一帧数据。

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 14950-2009 摄影测量与遥感术语
  - [2] CH/T 8023-2011 机载激光雷达数据处理技术规范
  - [3] 戴永江编著，《激光雷达技术》(上册)，电子工业出版社，2010
-