



中华人民共和国国家标准

GB/T 26829—XXXX

代替 GB/T 26829-2011

脉冲激光测距仪 测距参数的室内测试方法

Indoor method for testing measurement
Range of pulse laser rangfinders

(征求意见稿)

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	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 测量条件	4
5 测试方法	8
附录 A（资料性） 测试记录及数据处理结果	16

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。

本文件代替 GB/T 26829-2011《脉冲激光测距仪测距参数的室内测试方法》。与代替 GB/T 26829-2011相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了范围内容（见第1章，见2011版的第1章）；
- 增加了规范性引用文件（见第2章、第3章、4.3.3、4.4）；
- 更改了脉冲激光测距仪、静态测距参数、最大测程、最小测程、测距精度的定义，增加了测距重复频率、测距分辨力的定义（见第3章，见2011版的第2章）；
- 增加了环境要求和检测设备要求（见4.1和4.3）；
- 更改了被测测距仪准备要求和安全防护要求（见4.2和4.4，见2011版的3.1和3.3）；
- 增加了测距重复频率、测距分辨力的测试方法（见5.1和5.2）；
- 增加了最大测程和最小测程的实测法和模拟延时法（见5.3.1和5.3.3）；
- 增加了测距精度的实测法和模拟延时法以及测距标准偏差的计算方法（见5.4.1和5.4.3）；
- 更改了附录A（见附录A，见2011版的附录A）。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国光学和光子学标准化技术委员会（SAC/TC103）归口。

本文件起草单位：河南省计量测试科学研究院、浙江省质量科学研究院、中国航空工业集团公司北京长城计量测试技术研究所、北京空间机电研究所、杭州洛微科技有限公司、西安应用光学研究所、中国计量科学研究院、深达威科技（广东）股份有限公司、北京中关村智连安全科学研究院有限公司、杭州隆硕科技有限公司、南京凯视迈科技有限公司、宁波永新光学股份有限公司、上海光学仪器研究所、上海理工大学、常州联盛光电科技有限公司、广东兴颂科技有限公司、南京江南永新光学有限公司。

本文件主要起草人：徐新超、张晓、崔岩梅、王春辉、孙笑晨、于东钰、刘洋、何刚、董亚欣、简张勇、崔远驰、崔志英、冯琼辉、张薇、陆志伟、胡连逵、姚晨、张卫东、冯剑飞、刘飞、王一鸣、朱君妃。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2011年首次发布为GB/T 26829-2011；

本次为第一次修订。

脉冲激光测距仪 测距参数的室内测试方法

1 范围

本标准规定了脉冲激光测距仪静态测距参数的术语和定义以及以实际或模拟标准距离检测脉冲激光测距仪静态测距参数的室内测试方法。

本标准适用于脉冲激光测距仪（以下简称测距仪）静态测距参数的室内测试。

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 7247.1 激光产品的安全 第1部分：设备分类和要求

GB/T 26596 光学和光学仪器 大地测量仪器 术语

JJG 249-2023 0.1mW~200W激光功率计

3 术语和定义

GB/T 26596界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

脉冲激光测距仪 laser rangefinder

用脉冲激光作光源，基于一个脉冲往返延迟时间的电子测距仪。

3.2

静态测距参数 ranging parameter

对测距仪的最大测程、最小测程、测距分辨力、测距重复频率和测距精度等静态参数的统称。

3.3

最大测程 maximum range

在规定的环境和条件下，测距仪能够测出的具有一定仪器不确定度的最长距离。

注：通常天气等测试环境条件和目标条件会影响最大测程的测量。

3.4

最小测程 minimum range

在规定的环境和条件下，测距仪能够测出的具有一定仪器不确定度的最短距离。

注：通常天气等测试环境条件和目标条件会影响最大测程的测量。

3.5

测距分辨力 resolution

引起测距仪相应示值产生可觉察的最小分辨距离。

注：亦称距离分辨力，指测距仪在光束传播方向上能够区分两个目标之间的最小距离间隔。

3.6

测距精度 ranging accuracy

仪器距离测量值偏离参考标准值的程度。可以以测距误差或测距标准偏差表示。

注：测距误差是指仪器测量的目标距离与标准目标距离之差。

3.7

测距重复频率 ranging repetition frequency

测距仪单位时间内发射测距脉冲的次数。

3.8

消光比法 testing extinction-ratio

通过在仪器发射或接收光路中加入衰减装置，以调整衰减装置的衰减量来模拟检测脉冲激光测距仪测距参数的方法。

3.9

模拟延时法 testing by latency

通过在仪器发射或接收光路中加入延时脉冲装置，以调整延时时间来模拟检测脉冲激光测距仪测距参数的方法。

4 测量条件

4.1 环境要求

4.1.1 通常室内温度： $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ；采用光纤模拟测量时，室内温度应保持在 $(20 \sim 25) ^\circ\text{C}$ ；温度变化不大于 $1.2 ^\circ\text{C}/\text{h}$ 。

4.1.2 相对湿度： $\leq 70\%$ ；

4.1.3 测量过程中应无强磁场、电场的电磁波干扰，障碍物的遮挡以及反光物反光和阳光直射等的光干扰。

4.2 被测测距仪准备要求

4.2.1 激光发射轴与瞄准轴（指示光轴）、接收轴三轴应平行，通常平行度不大于 0.2mrad ；

4.2.2 被测测距仪预先设定的工作参数，在试验过程中不允许改变；

4.2.3 电源的工作电压应与被测测距仪的输入电压相对应，电压变化范围应控制在 $\pm 10\%$ 。

4.3 检测设备要求

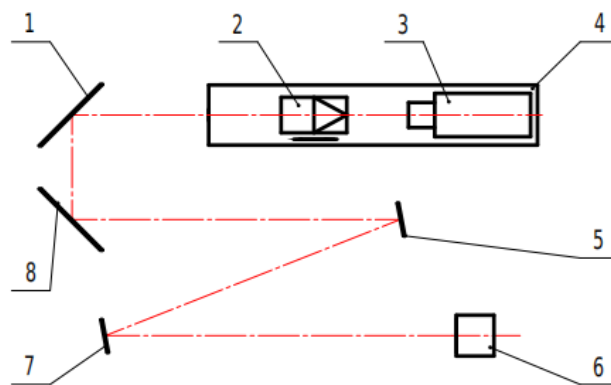
4.3.1 实测法测试装置

实测法测试装置是指以标准钢卷尺刻线长度、激光波长或经标定的空间距离为标准，测试脉冲激光测距仪静态测距参数的标准装置。该装置通常由目标反射板、工作台、长度基线等组成，见图1。它适用于量程在200m以内的脉冲激光测距仪。

4.3.1.1 作为测距目标的目标反射板，其靶面尺寸应大于激光束在靶面上的照射面积，靶面的反射特性应符合实际要求，一般反射系数应不小于85%，平面度应不大于0.2 mm；检测时，反射板的靶面应保持与测距光束垂直，垂直度应小于 0.3° ；

4.3.1.2 长度基线：通常由标准钢卷尺、激光干涉仪等标准器为基础或配合多个反射板组合的空间标准距离，测量范围为0 m~200 m，基线长度测量不确定度 $U(k=2)$ 不大于被测测距仪测距精度的1/5。

4.3.1.3 工作台：主要用于安置脉冲激光测距仪及铺设标准钢卷尺、激光干涉仪等长度标准器。



标引序号说明：

1——反射镜 1；

2——回射器；

3——激光干涉仪等标准器；

4——工作台；

5——反射镜 3；

6——被测测距仪；

7、8——反射镜 4、2。

图1 实测法测试装置原理图

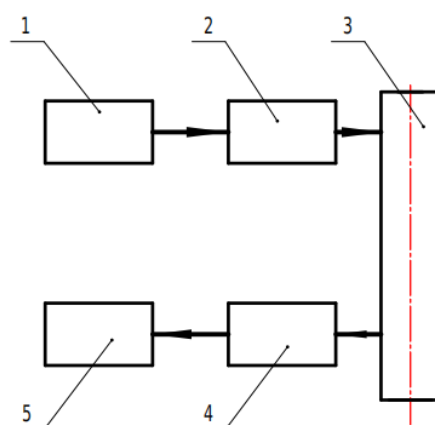
4.3.2 模拟法测试装置

模拟法测试装置是指以模拟标准距离测试脉冲激光测距仪静态测距参数的标准装置。根据模拟方式

不同可分为消光比法标准装置、时间延迟法标准装置。

4.3.2.1 消光比法标准装置

消光比法标准装置是指基于光信号衰减与接收灵敏度关系的测量技术,通过在激光发射或接收路径中引入可控光学衰减,测量信号从可探测到不可探测(消光)的临界状态,从而间接评估脉冲激光测距仪静态测距参数的标准装置。通常由望远镜接收系统、光纤耦合器件、测试光纤、准直发射系统、衰减装置组成,根据被测测距仪测距参数特点可适当简化部分组件或调整不同功能的测试光纤,见图2。它通常适用于最大测程在7km以内的脉冲激光测距仪。



标引序号说明:

- 1——望远镜接收系统;
- 2——光纤耦合器件;
- 3——测试光纤;
- 4——准直发射系统;
- 5——衰减装置。

图2 消光比法标准装置结构示意图

4.3.2.1.1 模拟的标准距离扩展不确定度 ($k=2$) 通常不大于被测测距仪最大允许测距误差的 $1/3$;

4.3.2.1.2 通过装置和被测测距仪的位置调整,尽量保持测距仪的发射轴与装置的望远镜接收系统光轴平行;入射测试光纤的光束横截面半径与光纤纤芯半径之比不大于 $2/3$,光斑截面与光纤端面应正对,避免角度偏移,提高激光束与光纤的耦合效率。

4.3.2.1.3 测试光纤应牢固安置在光纤座上,保持形状稳定,光纤纤芯半径与弯曲的曲率半径之比应不大于 $1/20$,当测试光纤为光纤延时线时,延时精度应不大于 2ns 。用于测距精度、测程测试的光纤等效光程应与被测距离大致相当。

4.3.2.1.4 衰减装置:由安置在衰减器座上的衰减片组或可调衰减器组成,衰减波长应与被测测距仪的测距波长一致;其衰减值和标定扩展不确定度应满足表1的规定;全套标准衰减片的数量应不少于表1中的13种,总数不少于14块(其中 30dB 的为2块);全套标准衰减片的通光口径应大于激光束的

有效直径，每块衰减片的两边平行度应不大于 10"，组合后的平行度应不大于 40"。

表1 全套标准衰减片的衰减值

单位：dB

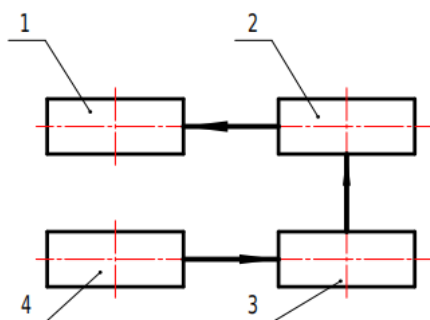
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
标称值 N	30	20	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0.5
标定扩展 不确定度 ($k=2$)	0.1			0.05									

4.3.2.1.5 模拟延时法标准装置

模拟延时法标准装置是指以时间延迟模拟标准距离，测试脉冲激光测距仪静态测距参数的标准装置。通常由回波模拟器、光电转换器、延时脉冲发生器组成，根据被测测距仪测距参数特点可适当简化部分组件或选用不同功能的测试光纤，见图 3。它通常适用于最大测程大于 200m 的脉冲激光测距仪。

4.3.2.2.1 模拟的标准距离扩展不确定度 $U(k=2)$ 应不大于被测测距仪最大允许测距误差的 1/3；

4.3.2.2.2 延时脉冲发生器应定期用频率准确度优于 1×10^{-7} 的时间间隔计数器进行频率校准，确保延时精度；



标引序号说明：

1——衰减装置；

2——回拨模拟器；

3——延时脉冲发生器；

4——光电转换器。

图3 模拟延时法标准装置结构示意图

4.3.3 激光能量计

带有统计功能、可用于测量激光频率的激光能量计，应符合 JJG 249-2023 0.1mW~200W 激光功率计的计量技术要求。

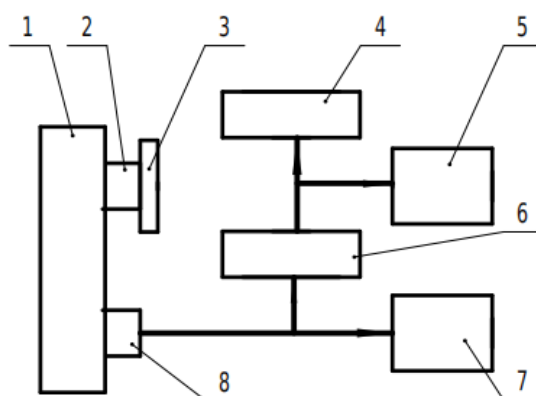
4.4 安全防护

试验人员应熟悉被测测距仪的操作特性和激光安全防护规定。对试验人员和测距仪采取的激光辐射安全防护措施，应符合 GB 7247.1 的要求。

5 测试方法

5.1 测距重复频率测试方法

采用带有统计功能的激光能量计和频率计进行测量（见图 4）。测量时挡住被测测距仪的接收端，同时调整被测测距仪出射光束，确保激光光斑落在探头测量面上。将被测测距仪以重复频率测距方式连续测距不低于 50 次，并用示波器监测波形峰值，开启能量计的频率统计功能或频率计，读取频率显示值为测距重复频率。



标引序号说明：

- 1——被测测距仪；
- 2——测距仪接收端；
- 3——挡板；
- 4——示波器；
- 5——频率计；
- 6——光电转换器；
- 7——激光能量计；
- 8——测距仪发射端。

图4 测距重复频率测量示意图

5.2 测距分辨力测试方法

5.2.1 对于最大测程不大于 200m 的测距仪

5.2.1.1 测量步骤

选择测距仪测量范围内适当距离，在其两端分别安置被测测距仪和反射目标板，调整使测距仪瞄准

中心和目标反射板中心等高且目标反射板移动的方向与测距仪的瞄准轴一致。将仪器照准目标反射板后重复测距不少于 10 次，待测距稳定，以 1.1 倍标称距离分辨力距离为移动间隔 d_i ，按照等间隔移动目标反射板 10 次，在每个移动间隔位置，重复测距不少于 10 次，取平均值为 D_i 值。

5.2.1.2 数据处理

将测距值 d_i 值归算到零点，求其归算量的平均值为 D_0 值。按公式 (1) 计算分辨力 $m_{分}$ ：

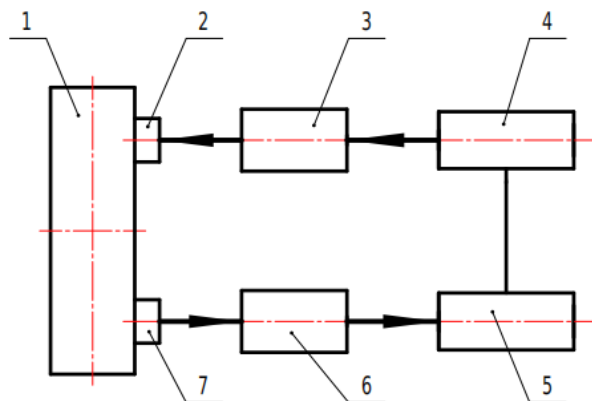
$$m_{分} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n}} \dots\dots\dots (1)$$

其中： $v_i = D_i - D_0 - d_i$ ； $D_0 = \frac{\sum_{i=1}^n D_i - \sum_{i=1}^n d_i}{n}$

5.2.2 对于最大测程大于 200m 的测距仪

5.2.2.1 测量步骤

将被测测距仪固定在工作台上，调整测距仪，使其发射轴和接收轴分别与模拟延时法标准装置的光电转换器和回波模拟器对准（见图 5）。在模拟延时法标准装置上以测距仪测量范围内的适当距离设定为第一个模拟标准距离如 1000m，调整光路中所加的衰减片量值小于临界稳定测距状态时的衰减量值，并保证每次被测测距仪都能正确得到测距结果，连续测距不少于 10 次，取平均值为 d_1 值；根据测距仪技术文件选择合适选通距离如 1010m，设置模拟延时法标准装置第二个模拟标准距离 d_2 如 $1000m + d_{T0}$ （为标称距离分辨力）。按被测测距仪的重复工作频率和连续工作时间进行测距，若被测测距仪接收不到 d_2 ，则重新设置 d_2 值，直至其值最小且被测结果均为同一显示值为止，连续测距不少于 10 次，取平均值为 d_{2min} ，用 d_1 和 d_{2min} 计算测距分辨力。对于具有多测距分辨力的测距仪，应按技术文件的相关规定，分别测试测距分辨力。



标引序号说明：

- 1——被测测距仪；
- 2——测距仪接收端；

- 3——衰减器；
- 4——回波模拟器；
- 5——延时脉冲发生器；
- 6——光电转换器；
- 7——测距仪发射端；

图5 模拟延时法标准装置测试示意图

5.2.2.2 数据处理

按公式（2）计算分辨力 $m_{分}$ ：

$$m_{分} = |d_{2min} - d_1| \dots\dots\dots (2)$$

5.3 最大测程、最小测程测试方法

对于最大测程在200m以内的脉冲激光测距仪应采用实测法测试，对于最大测程在200m以上的脉冲激光测距仪，可以采用消光比法或模拟延时法测试。

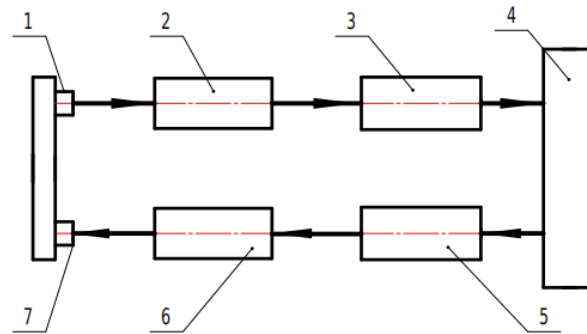
5.3.1 实测法

按照最大测程和最小测程的标称值，在室内分别竖立最大测程和最小测程两个目标反射板，反射板靶面应覆盖整个激光光斑（或按相关文件规定设置靶面尺寸、表面特性），标定距离值为测距仪激光出光窗口到被测目标中心间空间距离，距离的标定精度至少应为测距仪被测距离最大允许误差的 1/3。以规定的测距重复频率，分别对两个目标发射板中心连续测距至少 10 次，取各目标 10 次测距值平均值分别为最大测程和最小测程位置的测距值，将其与距离标准值比较，若实测位置的示值误差符合测距误差要求，则判定测距仪的最大测程或最小测程符合要求。

5.3.2 消光比法

5.3.2.1 最大测程的测试

最大测程的消光比法测试原理见图 6，消光比法标准装置通过望远接收系统接收到被测测距仪发射的激光信号，经光纤耦合器将激光信号耦合进消光比测试光纤，再由准直发射系统对激光进行扩束准直，最后经衰减器衰减后返回被测测距仪的接收系统。通过调整衰减器的衰减量，可以检测出表征测距仪最大测程能力的消光比参数。



标引序号说明：

- 1——被测测距仪发射端；
- 2——望远镜接收系统；
- 3——光纤耦合器件；
- 4——消光比测试光纤；
- 5——准直发射系统；
- 6——衰减装置；
- 7——被测测距仪接收端。

图6 最大测程模拟测试原理图

5.3.2.1.1 测试准备

选取有效光程值略大于被测测距仪最小测程标称值的消光比测试光纤，先用被测测距仪和激光能量计测出消光比测试光纤的能量衰减值 S_1 ，随后将被测测距仪和消光比法标准装置以及消光比测试光纤模拟器按图6安置，并通过调整被测测距仪的工作位置，使测试装置接收光轴与被测测距仪的光轴共轴，被测测距仪的接收器应处于最大增益状态。

5.3.2.1.2 测试步骤

将衰减片逐渐按从大到小的顺序加到衰减器座或调整可变衰减器，直至脉冲激光测距仪达到临界稳定测距状态，记录和统计衰减片或可变衰减器的总衰减值 S_2 。

5.3.2.1.3 数据处理

脉冲激光测距仪最大测程消光比按公式（3）计算，其中 $F(\theta)$ 为修正因子，由公式（4）给出：

$$S = 10 \lg \left\{ \left(\pi L_{\max}^2 / \rho A_r \right) \left[G_{\max} / G(L_{\max}) \right] \left[1 / F(\theta) \right] \exp(2\alpha L_{\max}) \exp(-\alpha_1 L_1) \right\} \dots\dots\dots (3)$$

$$F(\theta) = \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ (当 } \theta_r \geq \theta_i \text{ 且 } A \geq (\pi\theta_r^2/4)L_{\max}^2 \text{ 时)} \\ A/(\pi\theta_r^2 L_{\max}^2/4) \text{ (当 } A < \pi\theta_r^2 L_{\max}^2/4 \text{ 且 } \theta_i^2 L_{\max}^2/4 > A \text{ 时)} \\ \theta_r^2/\theta_i^2 \text{ (当 } A > \pi\theta_r^2 L_{\max}^2/4 \text{ 且 } \theta_r < \theta_i \text{ 时)} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

L_l ——设定的略大于被测测距仪最小测程的测试距离值，单位为米（m）；

L_{\max} ——激光测距仪的最大测程，单位为米（m）；

ρ ——测距目标的漫反射系数；

θ_i ——束散角，单位为弧度（rad）；

θ_r ——接收视场角，单位为弧度（rad）；

α ——技术文件规定的大气衰减系数，对 $1.06\mu\text{m}$ 波长激光可近似用 $\alpha=2.7/V$ 计算；

α_l ——最大测程测试时的大气衰减系数，对 $1.06\mu\text{m}$ 波长激光可近似用 $\alpha_l=2.7/V_0$ 计算；

A ——技术文件规定的实测目标面积，单位为平方米（ m^2 ）；

A_r ——激光测距仪接收视场面积，单位为平方米（ m^2 ）；

V ——技术文件规定的大气能见度；

V_l ——最大测程测试时的能见度；

S ——激光测距仪最大测程消光比；

$G(L_{\max})$ ——接收放大器在距离 L_{\max} 处的增益；

G_{\max} ——接收放大器的最大增益。

5.3.2.1.4 测试结果记录和判断

测试结果记录见附录 A。

当测试最大测程时光纤模拟器衰减值 S_1 和衰减片的总衰减值 S_2 之和不小于 S 时，判脉冲激光测距仪最大测程达到指标要求。

5.3.2.2 最小测程的测试

同样将测试光纤更换为有效光程接近最小测程的光纤，被测测距仪的接收器处于最小增益状态，按 5.3.2.1 的方法进行最小测程的测试。

5.3.3 模拟延时法：

将被测测距仪安置在工作台上，根据被测测距仪的标称最大测程（或最小测程）用模拟延时法标准装置设定模拟的标准距离，并调整使被测测距仪的发射轴和接收轴分别对准模拟延时法标准装置的光电转换器和回波模拟器的光路中心见图 5。打开测距仪电源开关，测距仪发出激光脉冲后，光电转换器将激光发射脉冲转换为电脉冲，触发装置的延时脉冲发射器，延时光电转换器按预置数设定的最大测程（或最小测程）值延时，延时完成后输出电脉冲至回波模拟器，触发产生模拟回波，模拟回波强度应满足被测测距仪最大测程（或最小测程）工作时的回波强度，测距仪的接收轴接收模拟回波后，显示该时间延迟对应的测距值。

按技术文件规定的测距重复频率连续进行有效测距不少于 10 次，将测距平均值与标称的最大测程（或最小测程）进行比较，若两者差值在测距仪的示值最大允许误差内，则认定被测测距仪的最大测程（或最小测程）符合要求。

5.4 测距精度测试方法

标称最大测程不大于 200m 的测距仪用实测法进行测量。标称最大测程大于 200m 且不大于 7km 的测距仪可用光纤模拟法或模拟延时法进行测量，标称最大测程大于 7km 的测距仪可用模拟延时法进行测量。

5.4.1 实测法

5.4.1.1 测试准备

将被测测距仪和实测法标准装置按图1所示放置，通过调节安放被测测距仪的工作台，使测试装置与被测测距仪的光轴相平行。

5.4.1.2 测试步骤

分别在标称最小测程和最大测程距离之间均匀选取5个测量位置，采用与标准钢卷尺、激光干涉仪或已标定的标准距离标准值直接比较法测试。

在设定距离处竖立一个目标靶板，目标靶板漫反射面与标准钢卷尺的相应刻线对准或目标靶板漫反射面与标准轴线垂直。用被测测距仪瞄准轴对准目标中心后，按重复工作频率连续进行有效测距不少于 10 次，取读数平均值与标准值之差为测距误差。

5.4.2 光纤模拟法

以光纤光程模拟标准距离标定被测测距仪测距精度的方法，适用于不大于7km脉冲激光测距机。其原理是，假设激光波长在光纤中的折射率为 n ，光纤物理长度为 d_0 ，光纤的模拟距离为 d_s ，则长度为 d_0

的光纤，模拟的标准距离为 $d_s = \frac{nd_0}{2}$ 。

5.4.2.1 测试准备

选取模拟标准距离与测试距离相近的光纤，调整标准光纤的光束入射端面和被测激光测距机的俯仰及方位，使被测测距仪的发射端口和接收端口分别与标准光纤的光束入射口和光束出射口对准，并在被测测距仪的接收端口和标准光纤的光束出射口之间插入衰减装置。

5.4.2.2 测试步骤

采用与光纤距离模拟器的模拟标准距离值 d_s 直接比较法测试，测试分别在标称最小测程和最大测程距离之间均匀的4个测量位置进行。按重复工作频率在测量位置连续进行有效测距不少于10次，取读数的平均值与模拟标准值之差为该位置的测距误差。然后根据其它位置距离选取不同长度的标准光纤，分别重复前述操作，计算各位置的测距误差，绝对值最大的位置测距误差为测距仪的测距误差。

5.4.3 模拟延时法

5.4.3.1 测试准备

将被测测距仪和模拟延时法标准装置按图5所示安置，通过调节安放被测测距仪的工作台，使测试装置的光电转换器轴和衰减器轴分别与被测测距仪的发射、接收轴共轴。

5.4.3.2 测试步骤

分别在标称最小测程、和最大测程距离之间均匀选取5个测量距离，采用室内模拟延时法测试。模拟延时法是采用标准距离模拟装置发生具有时间延迟的模拟回波脉冲获得标准距离的一种模拟方法，原理如图5所示。

按照测距仪工作时的重复工作频率和连续工作时间进行试验。测距仪发射出激光脉冲后，光电转换器将激光发射脉冲转换为电脉冲，触发延时脉冲发生器，延时发生器按预置数设定的标准距离值延时，延时完成后输出电脉冲至回波模拟器，触发产生模拟回波，模拟回波强度应满足被测测距仪最大测程（或最小测程）工作时的回波强度，测距仪的接收轴接收模拟回波后显示该时间延迟对应的测距值。由测距仪显示距离值与标准距离模拟装置设定的标准距离相比较，即可获得测距误差。

5.4.4 测距精度计算

5.4.4.1 数据处理

5.4.4.1.1 错数和漏数判断

当 $|r_i - L| > CT$ 时，第 i 次判为错数， r 为测距仪测距结果， L 为标准距离量， C 为光在大气中传播速度， T 为测距仪的钟频脉冲周期。

当 r_i 为无回波显示时，第 i 次判为漏数。

5.4.4.1.2 计算错数率

错数率 P_c 的计算按公式（5）：

$$P_c = \frac{N_c}{N} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

N_c ——错数次数；

N ——总有效测距次数。

5.4.4.1.3 计算漏数率

漏数率 P_L 的计算按公式（6）：

$$P_L = \frac{N_L}{N} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

N_L ——漏数次数。

5.4.4.1.4 计算准测率

准测率 P 的计算按公式（7）：

$$P_Z = \frac{N_Z}{N} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

N_Z ——误差符合规定允许值的测距次数。

5.4.4.1.5 计算回波率

回波率 P_H 的计算按公式（8）：

$$P_H = \frac{N_H}{N} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

N_H ——有效回波次数。

5.4.4.2 测距误差计算

测距误差 Δ 的计算按公式（9）：

$$\Delta = |d_i - d_s| \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

Δ —被测测距仪在第 i 位置的测距误差（已判为错数和漏数的测距次数除外），单位为米（m）；

d_i —被测测距仪在第 i 位置的显示距离（已判为错数和漏数的测距次数除外），单位为米（m）；

d_s —标准装置实际布置或模拟的、在第 i 位置的标准距离，单位为米（m）。

5.4.4.3 测距标准偏差计算

测距标准偏差 s 的计算按公式（10）：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - d_s)^2}{n}} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

s —测距标准偏差，单位为米（m）；

d_i —被测测距仪在第 i 位置的显示距离（已判为错数和漏数的测距次数除外），单位为米（m）；

d_s —标准装置实际设置或模拟的第 i 位置标准距离，单位为米（m）；

n —标准距离总条数。

5.4.4.4 测试结果记录及判断

试验结果记录在附录 A 中。

当准测率、回波率和测距误差或测距标准偏差测试结果均满足要求时，判断测距精度合格。

附 录 A
(规范性)
测试记录及数据处理结果

A.1 测试记录及数据处理结果见表 A.1。

表A.1

被测产品名称					
型号和编号					
测试地点		测试时间			
气象条件	温度, °C		相对湿度, %		
测距重复频率, Hz					
测距分辨力 $(m_{分}), m$	实测法	读数平均值 D_i, m		$m_{分} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n}}$	
		归算量平均值 D_0, m			
	模拟法	读数平均值 d_{2min}, m		$m_{分} = d_{2min} - d_1 $	
		模拟标准值 d_1, m			
最大测程	消光比法	衰减片衰减(S1), dB		最大测程消光比 S, dB	
		光纤衰减(S2), dB		最大测程判定	
	实测法	最大测程, m			
	模拟	显示值, m		测距误差, m	

	延时法	模拟距离值, m		最大测程判定	
最小测程	消光比法	衰减片衰减(S1), dB		最小测程消光比 S, dB	
		光纤衰减(S2), dB		最小测程判定	
	实测法	最小测程, m			
	模拟延时法	显示值, m		测距误差, m	
		模拟距离值, m		最小测程判定	
测距精度	错数率 (P_C), %				
	漏数率 (P_L), %				
	准测率 (P_Z), %				
	回波率 (P_H), %				
	测距误差 (Δ), m				
	测距标准偏差 (s), m				