

团 体 标 准

T/B10T —2026

三维成像扫描仪

3D imaging scanner

公开征求意见稿

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

目 录

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	2
5 试验方法	8
6 检验规则	10
7 标志、包装、运输及贮存	11
附录 A	13
附录 B	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专利的责任。

本文件由北京物联网智能技术应用协会提出并归口。

本文件起草单位：中国计量科学研究院、安徽智质工程技术有限公司、深圳丰尚智慧农牧科技有限公司、杭州海康威视数字技术股份有限公司、北京爱绿色信息技术有限公司。

本文件主要起草人：郭立功、徐铭、贾宏伟、束正华、陈洋、崔绪辉、何淑伟……。

三维成像扫描仪

1 范围

本文件规定三维成像扫描仪的结构、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本文件适用于堆场、堆料、粮仓、封闭空间等场所的物料测量、体积计算、重量评估、轮廓扫描等功能的三维成像扫描仪的研发、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/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 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB/T 3836.13-2021 爆炸性环境 第13部分：设备的修理、检修、修复和改造
- GB/T 3836.15-2017 爆炸性环境 第15部分：电气装置的设计、选型和安装
- GB/T 3836.16-2022 爆炸性环境 第16部分：电气装置的检查与维护
- GB/T 6379.1-2004 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度)第1部分：总则与定义
- GB/T 7247 激光产品的安全 系列标准
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP 代码）
- GB 15577-2018 粉尘防爆安全规程
- GB 26572 电器电子产品有害物质限制使用要求
- GB 50257-2014 电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范
- SJ/T 11364-2014 电子电气产品有害物质限制使用标识要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

三维成像扫描仪 3D imaging scanner

通过成像技术多维度扫描获取物料空间信息，用于精准测量物料存量，构建物料 3D 模型的设备。

注：以下简称扫描仪。

3.2

有效检测区域 effective detection area

扫描仪在特定安装条件下，能够可靠采集物料信息并生成准确 3D 图像的空间范围（以半径、高度等表示）。

3.3 测距最大允许误差 maximum permissible error in ranging

扫描仪测量的物料距离与实际距离的最大允许值，反映距离测量的准确性。

3.4 体积计算误差 volume calculation error

扫描仪计算的物料体积与实际物料体积的值差百分比，是衡量体积测量的精确程度。

4 结构

扫描仪的结构见下图：

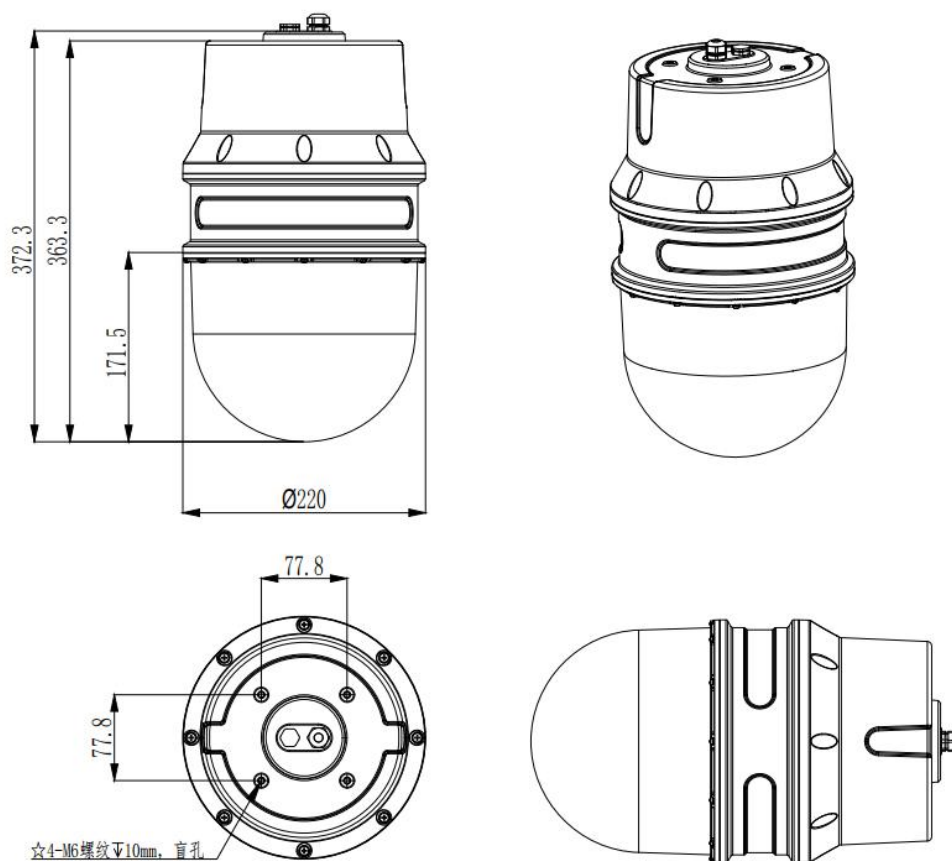


图1：常温毫米波三维扫描仪结构尺寸图

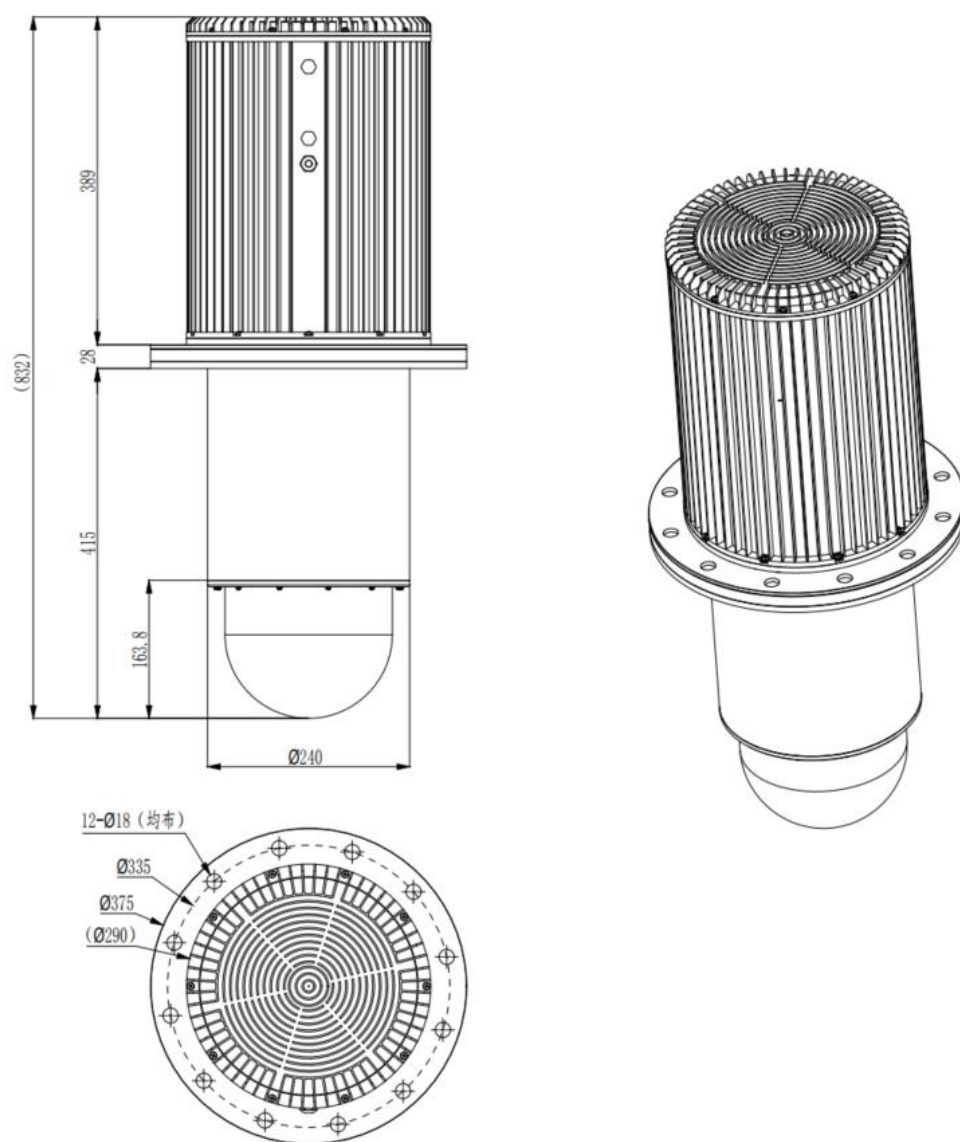


图2：高温毫米波三维扫描仪结构尺寸图

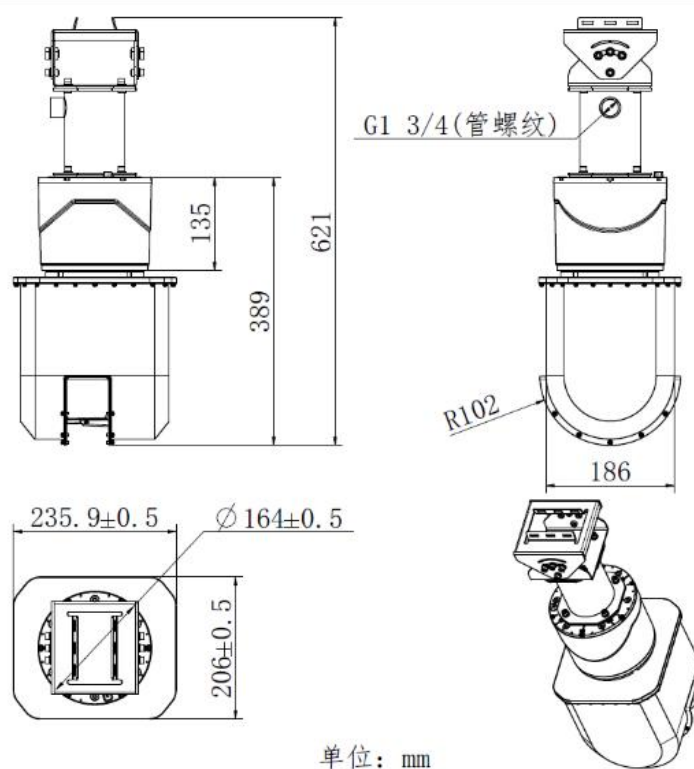


图3: 常温激光三维扫描仪结构尺寸图

5 技术要求

5.1 基本参数

扫描仪按技术类型分为毫米波型、激光型,按环境适应性分为常温型与高温型,基本参数应符合以下要求,见表1。

表1 扫描仪参数

参数类别	常温型(毫米波)	常温型(激光)	高温型(毫米波)
成像维度	3D	3D	3D
频段	高频毫米波 (80GHz)	—	高频毫米波 (80GHz)
发射最大角度	$-1^{\circ} \sim +1^{\circ}$	—	$-1^{\circ} \sim +1^{\circ}$

表 1 续

激光波长	—	905nm	—
角度分辨率	—	$\leq 0.05^\circ$	—
水平扫描角度范围	$0^\circ \sim 360^\circ$	$0^\circ \sim 360^\circ$	$0^\circ \sim 360^\circ$
俯仰扫描角度	180°	180°	160°
最远距离	$\leq 50\text{m}$	$\leq 150\text{m}$ (10% 反射率)	$\leq 50\text{m}$
测距最大允许误差	$\pm 2.5\text{cm}$	$\pm 2\text{cm}$	$\pm 2.5\text{cm}$
最小成像时间	30s	30s	150s
防护等级	IP67	IP65	IP67
防爆等级	Ex tb III C T85°C Db	Ex tb III C T85°C Db	—
体积计算误差	不超过 $\pm 3\%$	不超过 $\pm 2\%$	不超过 $\pm 3\%$
过温保护	—	—	支持 (雷达腔体内部温度 $>120^\circ\text{C}$ 时 断电)

5.2 环境适应性

4.2.1 温度适应性

- a) 常温型：工作环境温度 - 40℃~85℃，无冷凝；部分激光型工作环境温度 - 40℃~70℃。
- b) 高温型：库内工作温度≤150℃，库外散热部分工作温度≤85℃。
- c) 存储温度：-40℃~85℃。

4.2.2 湿度适应性

相对湿度小于 95%环境下，连续工作 168h，设备应正常运行，无性能下降、部件损坏现象。

4.2.3 恶劣环境耐受

- a) 粉尘环境：符合 GB 15577-2018 要求，在粉尘浓度≤1500mg/m³ 的场所，正常工作无故障；激光型应支持开合窗设计，适配粉尘环境。
- b) 雨水/灰尘：IP65 防护等级设备应符合 GB/T 4208-2017 防尘、防溅要求，IP67 防护等级设备应按照 GB/T 4208-2017 进行 1m 水深浸泡 30min（防水）、粉尘喷射（防尘）试验，设备内部无进水、进尘。
- c) 光照：不受强光（≥10000lux）、弱光（≤50lux）影响，成像与测距最大允许不超过±5%。激光型设备不大于强光 不小于弱光 下正常工作，体积最大允许误差值±5%。
- d) 反射率适配：激光型在物料反射率≤10% 的场景下，测距精度与成像性能无明显下降。

5.3 散热与安全性能

- a) 散热方式：高温型应采用纯被动散热；常温型应根据功耗合理设计散热结构，确保工作温度范围内无过热现象。
- b) 过温保护：高温型应支持过温自动断电，当库内温度>150℃时且腔体内温度>120℃，设备切断电源；激光型根据工作温度范围设置过温保护阈值，温度超限时停止工作并报警。
- c) 电气安全：接地电阻≤4Ω，绝缘电阻≥100MΩ（500V DC），无漏电、短路现象；激光型需符合激光设备安全 GB/T 7247 系列标准要求。
- d) 结构安全：配备安全绳，安装时需固定；法兰连接部位密封良好，防止粉尘、水汽进入设备内部。

5.4 通信与数据输出

- a) 通信接口：支持百兆以太网（RJ45）、RS485、4~20mA 模拟量、2路继电器常开接口；支持网络配置调试。
- b) 数据输出：实时点云数据、XYZ 坐标数据、原始数据，支持导出功能；输出物料曲面与体积数据；数据协议包含私有协议与适配用户平台的标准协议。

c) 网络参数：默认 IP192.168.1.2，数据端口 8866，配置端口 6006。

5.5 测量体积原理

扫描仪测量体积需遵循“信号发射 - 数据采集 - 建模计算 - 结果优化”的核心流程，具体原理如下：

5.5.1 信号发射与反射

设备通过专用发射天线（符合 GB 3836.1 - 2021 防爆要求）向被测物料表面发射探测信号，信号类型需满足以下要求：

- a) 毫米波型：发射频率 76GHz~81 GHz 微波信号，信号带宽 \geq 2GHz。
- b) 激光型：波长 905nm 或 1050nm。

探测信号接触物料表面后产生反射回波，回波强度需满足设备接收灵敏度要求。

4.5.2 数据采集与处理

4.5.2.1 基础参数采集

- a) 测距数据采集：通过信号处理单元测量信号发射与回波接收的时间差，结合已知信号传播速度，按公式（1）计算距离：

$$h = (v \times t) / 2 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- h 一为距离（单位：m）；
- v 一为信号传播速度（单位：m/s）；
- t 一为时间差（单位：s）。

- b) 角度数据采集：旋转俯仰机构（水平旋转角度 $0^\circ \sim 360^\circ$ ，俯仰角度 $-90^\circ \sim 90^\circ$ ）。

4.5.2.2 扫描与数据整合

设备应按预设网格对物料进行全方位扫描，数字信号处理器对采集的距离、角度数据进行降噪处理，剔除异常数据，形成有效数据集合。

4.5.2.3 扫描时间

扫描有效时长 \leq 1 分钟。

4.5.3 三维建模与体积计算

4.5.3.1 三维点云建模

基于设备安装坐标，将有效数据点转换为三维空间坐标系（见附录 B）下的坐标（X, Y, Z），形成三维点云模型，点云密度应满足：单次成像生成的点云数量不应低于 12 万点，且点云在整体成像视场内均匀分布。

三维点云建模应满足以下要求：

- a) 使用 FPGA 对输出点云数据测距做精度提升，得到更加精准的距离精度；
- b) 支持固定建筑物的模型剔除方式；

- c) 支持定制的地面栅格创建，可以得到更加精准的体积结果；
- d) 支持对毫米波数据的多径处理策略去掉筒仓内壁中因多径引入的错误料面数据；
- e) 算法本身支持部分堆取料机和车辆的过滤操作。

4.5.3.2 体积计算

采用四面体剖分法或曲面拟合算法，见图4。对三维点云模型进行体积积分计算，公式（2）为简化计算模型：

$$V = \iint \Delta S f(x, y) dx dy \dots\dots\dots (2)$$

式中：

V 一为物料体积（单位： m^3 ）；

ΔS 一为物料表面在 XY 平面的栅格面积大小（单位： m^2 ）；

$f(x, y)$ 为 (x, y) 坐标处的物料的栅格高度（单位： m ）。

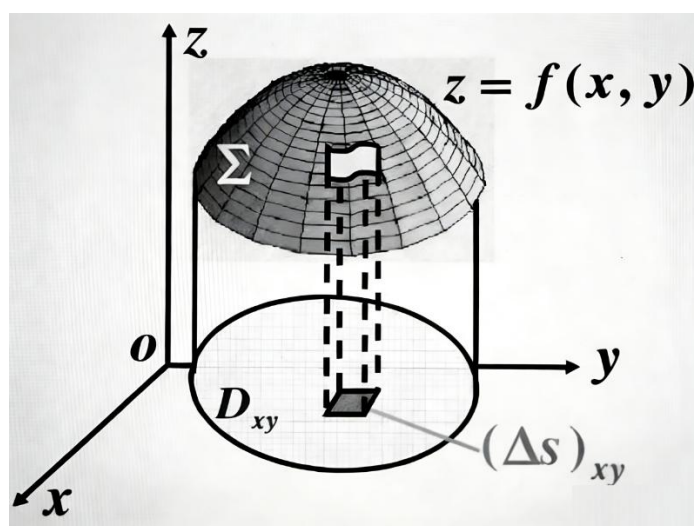


图4 四面体剖分

若已知物料密度，可按公式（3）计算物料质量：

$$m = \rho \times V \dots\dots\dots (3)$$

式中：

m 一为物料质量（单位： t ）；

ρ 一为物料密度（单位： t/m^3 ）。

6 试验方法

6.1 基本参数测试

6.1.1 扫描与成像测试

- a) 搭建测试平台：激光型：在空旷场地设置已知尺寸（长 × 宽 × 高 = 10m×10m×5m）的立方体目标物，扫描仪安装高度按附录 A（常温型）或产品安装要求确定（符合安装高度与有效检测区域要求）；激光型需额外设置不同反射率（10%、50%、100%）的目标物。
- b) 测试步骤：
 - 1) 启动扫描仪；
 - 2) 通过 WEB 端或专用配置工具配置参数；
 - 3) 触发 3D 扫描，记录成像时间、点云数量；
 - 4) 激光型需测试不同配置下的成像时间差异。
- c) 体积计算：对采集的数据进行处理，自动计算体积。
- d) 体积测量误差计算。

6.2 环境适应性试验

5.2.1 温度试验

- a) 低温试验：将常温型扫描仪置于 -40℃、高温型扫描仪置于-20℃环境，保温 16h，启动设备，连续工作 4h，测试扫描成像与测距精度，偏差应符合 4.1 要求。
- b) 高温试验：常温型置于 85℃环境（激光型部分为 70℃），高温型库内模拟 150℃、库外 85℃环境，保温 16h，启动设备，连续工作 4h，性能无异常。
- c) 高温型置于 150℃恒温箱（模拟库内环境），库外散热部分暴露在 85℃环境，连续工作 24h，用红外测温仪测量外壳温度，应≤85℃，无过热损坏；常温型在 85℃环境下连续工作 24h，外壳温度不超过产品规定上限，性能正常。
- d) 温度循环试验：-40℃（2h）→常温（1h）→85℃（2h）→常温（1h），循环 5 次，试验后设备正常运行；激光型高温阶段按其最高工作温度调整。

5.2.2 湿度试验

将扫描仪置于相对湿度 90%~95% 环境，连续 168h，试验后通电测试，无短路、性能下降现象。

5.2.3 防护与干扰试验

- a) IP 等级测试：IP65 设备按照 GB/T 4208-2017 进行防尘、防溅试验；IP67 设备按照 GB/T 4208-2017 进行 1m 水深浸泡 30min（防水）、粉尘喷射（防尘）试验，试验后内部无进水、进尘。

- b) 粉尘环境测试：在粉尘浓度 $1500\text{mg}/\text{m}^3$ 的试验舱内，连续工作 24h，设备正常运行，无故障；激光型需验证开合窗结构防尘效果，试验后成像精度无明显下降。

5.3.3 电气安全测试

- a) 接地电阻：用接地电阻测试仪测量接地端子与外壳的电阻，应 $\leq 4\Omega$ 。
- b) 绝缘电阻：用绝缘电阻测试仪（500V DC，精度 $\pm 1\%$ ）测量电源端子与外壳的绝缘电阻，应 $\geq 100\text{M}\Omega$ 。
- c) 激光安全测试：激光型按照 GB/T 7247 系列标准，检测激光辐射强度、波长等参数，符合安全等级要求，无辐射危害。

6.3 数据准确性验证方法

5.4.1 静态验证

标准体积法：准备已知体积 (V_0) 的规则物料堆（如立方体砂石堆），扫描仪安装在正上方，扫描后计算体积 V_1 ，体积误差 $=|V_1-V_0|/V_0 \times 100\%$ ，应 $\leq 2\%$ ；

5.4.2 动态验证

- a) 物料进出料测试：在封闭筒仓中，先扫描初始物料体积 $V_{初}$ ，加入已知体积 $V_{加}$ 的物料，扫描体积 $V_{中}$ ，排出已知体积 $V_{排}$ 的物料，扫描体积 $V_{末}$ 。
- b) 误差计算：加入误差 $=|V_{中} - V_{初} - V_{加}|/V_{加} \times 100\%$ ，排出误差 $=|V_{末} - V_{中} + V_{排}|/V_{排} \times 100\%$ ，均应 $\leq 2\%$ 。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验、计量检验。

7.2 出厂检验

每台扫描仪出厂前应进行出厂检验，检验项目及表 2。

表 2 检验项目及要求

检验项目	检验要求	检验方法
外观	外壳无划痕、变形，接口无损坏，激光型开合窗结构完好	目视检查
基本参数	扫描角度、测距精度、成像时间、体积计算误差（常温型）符合 4.1	5.1.1
电气参数	功耗、供电电压符合 4.1	5.1.2
通信功能	以太网、RS485 通信正常，	5.1.2
防护等级	IP65/IP67（抽检 10%）	5.2.3
过温保护（高温型）	触发条件下能正常断电报警	5.3.2
姿态校正（激光型）	倾角自校正功能正常，校正后精度符合要求	5.1.1

7.3 计量检验

- a) 应通过第三方进行计量检验。
- b) 体积测量误差的校准。

8 标志、包装、运输及贮存

8.1 标志

每台扫描仪应在明显位置设置永久标志，内容包括不限于：

- a) 产品名称、型号、技术类型；
- b) 制造商名称、地址；
- c) 产品编号、生产日期；
- d) 供电电压、功耗；
- e) 防护等级、防爆等级；
- f) 激光安全等级、波长；

- g) 有害物质标识（符合 SJ/T 11364-2014）；
- h) 过温保护阈值（高温型）、姿态校正功能标识（激光型）。

8.2 包装

- a) 包装材料：采用瓦楞纸箱，内部用泡沫缓冲，配套附件（延长支架、安全绳、抱箍支架、说明书、合格证、激光安全警示标识）单独包装。
- b) 包装标识：产品型号、名称、技术类型、数量、毛重、净重、“小心轻放”“防潮”“向上”“激光辐射危险”等警示标志。

8.3 运输

- a) 运输方式：公路、铁路、航空运输均可。
- b) 运输要求：避免剧烈振动、冲击、雨淋、暴晒，严禁与腐蚀性物质混运；激光型运输过程中需固定激光发射部件，防止损坏；高温型需保护散热结构，避免挤压变形。

8.4 贮存

7.4.1 贮存环境

干燥、通风、无腐蚀性气体，温度 - 40℃~85℃，相对湿度≤90%。

7.4.2 贮存要求

产品应放置在托盘上，远离热源、火源，堆放高度不超过 3 层，贮存期限不超过 12 个月（超过需重新检验）。

附录 A

(资料性)

安装高度与有效检测区域对照表 (常温型)

扫描仪安装高度 (m)	有效检测范围 (半径, m) (毫米波型)	有效检测范围 (半径, m) (激光型)
10	12	12~15
12	15	15~18
14	18	18~20
16	20	20~22
18	22	22~25
20	25	25~28
25	28	28~30
30	30	30~35

附录 B

(资料性)

检测设备清单

检测项目	检测设备	性能指标
测距精度	激光测距仪	误差不超过±1mm
体积验证	全站仪	误差不超过±2mm
温度试验	高低温试验箱	±1℃
湿度试验	恒定湿热试验箱	±2%RH
防护测试	IP 等级试验设备	符合 GB/T 4208-2017
电气参数	功率计、绝缘电阻测试仪	功率 ±0.5%，电阻 ±1%
磁场干扰	磁场发生器	磁场强度误差≤5%
粉尘环境	粉尘试验舱	粉尘浓度控制误差 ±10%
激光参数	激光功率计、波长仪	功率 ±2%，波长 ±1nm
红外测温	红外测温仪	温度误差 ±0.5℃
接地电阻	接地电阻测试仪	电阻误差 ±5%