

ICS 17.040.30

J 42



ZZB

浙 江 制 造 团 体 标 准

T/ZZB 0697—2018

结构光手持式三维测量系统

Handheld 3D measuring systems based on structured light

ZHEJIANG MADE

2018 - 11 - 02 发布

2018 - 11 - 30 实施

浙江省品牌建设联合会 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 产品架构	2
5 基本要求	3
6 技术要求	3
7 试验方法	5
8 检验规则	9
9 标志、包装、运输、贮存	10
10 质量承诺	11
参考文献	12

ZHEJIANG MADE

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由浙江省品牌建设联合会提出并归口。

本标准主要起草单位：先临三维科技股份有限公司。

本标准参加起草单位：浙江科正电子信息产品检验有限公司、杭州思看科技有限公司、杭州市标准化研究院、浙江省物联网产业协会、浙江省计量科学研究院（排名不分先后）。

本标准主要起草人：赵晓波、王文斌、潘贝、沈波、王伟雄、陈尚俭、林杉、张韧、马益洪、纪卫平、吴军航、叶怀储、金挺。

本标准由先临三维科技股份有限公司负责解释。

ZHEJIANG MADE

结构光手持式三维测量系统

1 范围

本标准规定了结构光手持式三维测量系统（以下简称“扫描仪”）的术语和定义、产品架构、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及质量承诺。

本标准适用于基于结构光应用技术的手持式三维测量系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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（ISO 780:1997, MOD）

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（IEC 60068-2-1:2007, IDT）

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（IEC 60068-2-2:2007, IDT）

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（IEC 60068-2-78: 2012, IDT）

GB/T 2423.10—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）（IEC 60068-2-6:1995, IDT）

GB 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求（IEC 60950-1: 2005, MOD）

GB/T 9254—2008 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法（IEC/CISPR 22:2006, IDT）

GB/T 9969—2008 工业产品使用说明书 总则

GB/T 17163—2008 几何量测量器具术语 基本术语

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验（IEC 61000-4-2:2001, IDT）

GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验（IEC 61000-4-3: 2010, IDT）

GB/T 17626.6—2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度（IEC 61000-4-6: 2013, IDT）

GB/T 25480—2010 仪器仪表运输、运输储存 基本环境条件及试验方法

3 术语和定义

GB/T 17163—2008中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

结构光 structured light

对物体表面投射具有编码信息的投影图案，以对表面进行特征标识，自动获取表面三维点云坐标信息。

3.2

解码 decoding

将接受到的光信号转换成它所代表的位置信息、三维点数据的过程。

3.3

结构光手持式三维测量系统 handheld 3D measuring systems based on structured light

通过对空间物体表面投射结构光，然后由探测器采集物体表面反射的光信息，经过解码计算得到特定坐标系下被测物体表面的三维坐标点集，从而得出物体表面三维形貌的一种非接触便携式测量系统。

3.4

工业级 industrial

满足于高精度工业产品的三维测量系统。

3.5

专业级 professional

有别于工业级，适用于通用产品。

3.6

空间分辨率 resolution

能够识别的两个空间点间的最小距离。

3.7

测量精度 measurement accuracy

在扫描仪允许的最小测量体空间内扫描得到的物体模型长度的测量值与其真实值之间的偏离程度。

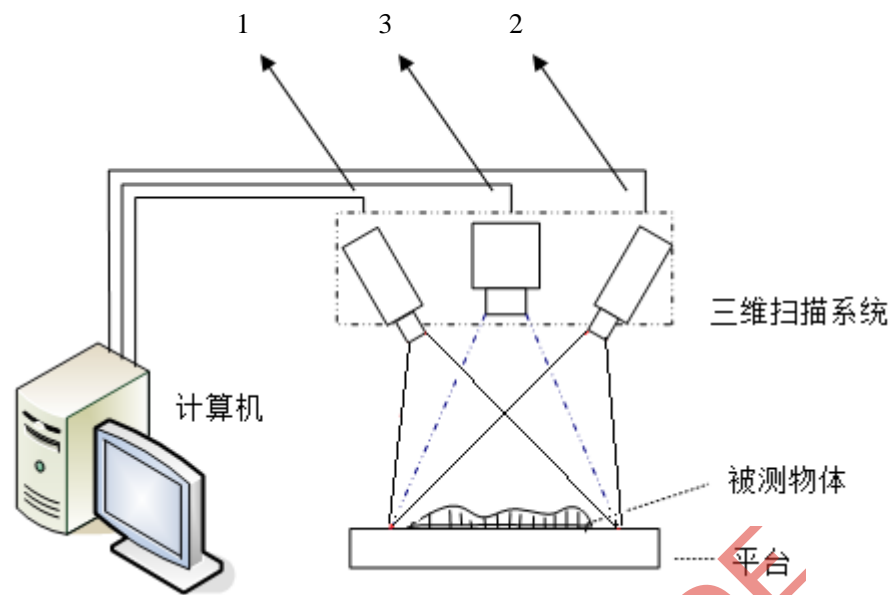
3.8

体积精度 volume accuracy

在扫描仪允许的可测量空间体积内扫描得到的物体模型长度的测量值与其真实值之间的偏离程度。

4 产品架构

如图1所示，结构光手持式三维扫描仪的主要硬件模块为三维扫描测量头，其由投影模块和相机模块组成，投影模块用于投影编码结构光于被测物体，相机模块用于捕获被测物体的图像，进而交由计算机处理。



说明：1，2——相机；3——投影仪；1, 2, 3组成一个三维扫描系统。

图1 结构光手持式三维测量系统原理示意图

5 基本要求

5.1 设计

- 5.1.1 软件采用模块化设计，包括显示模块、标定模块、扫描模块、数据处理模块等。
- 5.1.2 支持的数据格式应与国际先进的第三方数据处理软件（如 Geomagic）和下游产品（如 3D 打印设备）的数据格式相匹配。
- 5.1.3 软件设计时应具备特征匹配、数据后处理的算法功能；硬件设计时应至少具备 1 个 USB 2.0 /3.0 数据接口；主机应采用人体工程学设计，轻便易操作。
- 5.1.4 设计时应使用三维 CAD 设计工具（如 Solidedge），并应有研发管理工具（如 QFD、FMEA）等对开发过程进行质量控制，且应进行仿真模拟试验以验证可靠性。

5.2 制造

- 5.2.1 装配光学部件的无尘室的洁净度等级应至少为 1 万级，其他部件的装配车间的洁净度等级应至少为 10 万级。
- 5.2.2 每个产品出厂时应对应唯一的编码，以具有可追溯性。

5.3 检测能力

- 5.3.1 应配备检测制造环境的工具（如尘埃粒子计数器）和检测光学零件的检测设备（如光学显微镜和光谱色彩照度计等），且应具备相应的检验能力。
- 5.3.2 应配备经校准的标准件及第三方数据处理软件等且应具备扫描精度等主要技术性能的检验能力。

6 技术要求

6.1 外观

6.1.1 外观应清洁，整机外壳应平整光滑，不应有凸起或凹陷、削伤、刮手、开裂等现象，外壳油漆喷涂应均匀，无杂质、油印、积油、刮伤等现象。

6.1.2 光学零部件应清洁，不应有脱胶、脱膜、污迹和显著的气泡、麻点、尘埃及其他疵病。相机摇晃应无配件松动或异响现象，螺丝应拧紧到位，不应有凸出现象。

6.1.3 商标、文字、符号等标识应准确、完整、匀称、清晰、色泽鲜明、着色牢固，无杂质、起毛、断印等现象，标签位置应准确填充，不应有歪斜、翘边等现象。

6.2 硬件要求

硬件应具备相机模块，投影模块和通讯模块等功能模块，连接扫描仪后各功能模块应能正常工作，设备插入后应有提示、应答或确认等提示。

6.3 软件要求

6.3.1 软件应能正常显示和运行各功能模块，包括标定，扫描，数据处理、编辑和输出等，使用过程中应无卡住、崩溃等现象。

6.3.2 软件界面应有显示扫描距离是否合适的提示条。

6.3.3 软件支持的数据格式应至少包括 OBJ、STL、ASC、PLY。

6.4 主要技术参数要求

主要技术参数见表1。

表1 主要技术参数

项目	类型	
	工业级	专业级
	技术指标	
空间分辨率	$\leq 0.05 \text{ mm}$	$\leq 0.5 \text{ mm}$
测量精度	$\leq 0.03 \text{ mm}$	$\leq 0.1 \text{ mm}$
体积精度	$\leq 0.02 \text{ mm} + L \times 0.06 \text{ mm/m}$	$\leq 0.1 \text{ mm} + L \times 0.3 \text{ mm/m}$

6.5 电源适应性要求

设备在50 Hz \pm 1 Hz、60 Hz \pm 1 Hz，100 V~240 V范围内，应能正常工作。

6.6 电气安全要求

6.6.1 电气结构要求

电气结构应符合GB 4943.1—2011中“2.9电气绝缘”规定的要求。

6.6.2 接触电流要求

产品的设计应保证接触电流或保护导体电流不可能产生电击危险，产品的泄漏电流应符合GB 4943.1—2011中“5.1接触电流和保护导体电流”的有关规定。

6.6.3 抗电强度要求

产品的抗电强度应符合GB 4943.1—2011中“5.2抗电强度”的有关规定，应能承受500 Vac、历时60秒的耐压试验，无击穿。

6.7 电磁兼容要求

6.7.1 辐射骚扰和传导骚扰

产品的辐射骚扰和传导骚扰应符合GB/T 9254—2008中的B级要求。

6.7.2 静电放电抗扰度

产品的静电放电抗扰度应符合GB/T 17626.2—2006中等级2的相关规定。

6.7.3 射频电磁场辐射抗扰度

产品的射频电磁场辐射抗扰度应符合GB/T 17626.3—2016中等级2的相关规定。

6.7.4 射频感应的传导骚扰抗扰度

产品的射频感应的传导骚扰抗扰度应符合GB/T 17626.6—2017中等级2的相关规定。

6.8 环境适应性要求

6.8.1 工作温度下限

在 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内应能正常工作24小时，外观和结构无变化。

6.8.2 工作温度上限

在 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内应能正常工作24小时，外观和结构无变化。

6.8.3 低温贮存

产品在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 贮存48小时后，在室温下恢复2小时，应能正常工作。

6.8.4 高温贮存

产品在 $+45\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 贮存48小时后，在室温下恢复2小时，应能正常工作。

6.8.5 恒定湿热贮存

产品在 $+40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $(90 \pm 2)\%$ 的恒定湿热环境下贮存24小时后应能正常工作，外观和结构应无变化。

6.8.6 振动

振动条件：在非工作状态下，垂直方向，扫频范围10 Hz~55 Hz，幅度0.35 mm，3个轴向，每个轴向循环扫频3次，每次循环5分钟，试验结束后应能正常工作。

7 试验方法

7.1 试验条件

本标准中除特殊要求下，其他试验均在下述标准条件下进行：

- a) 温度： $15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度： $\leq 75\% \text{ RH}$ ；
- c) 大气压力： $(86 \sim 106)\text{ kPa}$ ；

d) 其他条件：光照应相对稳定，周围无明显电磁干扰、灰尘、振动及气流抖动。

7.2 外观试验

按照6.1的要求采用手感与目测法检验。

7.3 硬件运行试验

按6.2的要求开机运行，采用目测法检验。

7.4 软件试验

按6.3.1和6.3.2的要求运行软件进行目测法检验，按6.3.3中规定的支持数据格式，逐一进行输出，看是否正常输出数据。

7.5 性能检验

7.5.1 分辨率试验

将扫描得到的点云数据导入第三方数据处理软件（例如Geomagic, Imageware软件，下同），随机选取20个相邻点对，获取每个点对之间的空间距离，再计算平均值即为所得。

7.5.2 测量精度试验

7.5.2.1 测量方法

在手持扫描模式下扫描标准球棒，扫描数据至少覆盖球面50%的区域。扫描时可使用各种形式的标志点或标志物辅助测量。标准球棒是由陶瓷、钢铁或其他合适材料制成的形如哑铃球棒的物体，如图2所示，其两球心之间的距离即为球心距L，被测球表面对光漫反射。标准球棒的球心距长度L应至少为设备允许的最小测量体积的体对角线长度的30%，球直径应为测量体积体对角线长度的2%~20%。标准球棒经校准溯源。

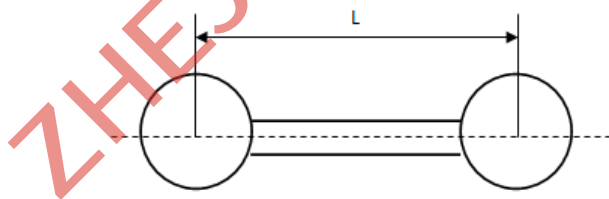


图2 标准球棒及球心距 L 示意图

注1：当试验需测的球心距长度大于 100 mm 时建议使用步距球规（结构如图 3 所示）作为标准样件，材质和长度的要求同标准球棒的要求。

注2：扫描仪的测量体积范围参数由生产企业规定，生产企业在产品机身或说明书的技术规格中应给出具体说明。

7.5.2.2 数据处理

利用第三方数据处理软件分别对测得的球冠数据点进行最小二乘球面拟合，得出球心坐标，计算球心距 I_m (不大于千分之三的数据点可以在计算中滤除)。球心距长度测量精度 E_{SD} 的计算见下式 (1)。

$$E_{SD} = | I_m - I_k | \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E_{SD} ——测量精度，单位：mm；

I_m ——球心距测量值，单位：mm；

I_k ——球心距校准值，单位：mm。

7.5.2.3 数据判定

按照上述方法重复测量7次，如果所测的7次测量精度 E_{50} 都没有超出允许误差限值（见表1中的“测量精度”），则检验合格。若有且仅有一次测量精度值超出允许误差限值，则重新测量一次。如果重新测量得到的误差值不大于该允许误差限值，则检验合格，反之不合格。

7.5.3 体积精度试验

7.5.3.1 测量方法

可在测量体积内任意摆放标准样件，但在每条测量线上应至少测试五个长度（见图3），扫描数据至少覆盖球面50%的区域。扫描时可使用各种形式的标志点或标志物辅助测量。标准样件采用步距球规，是由陶瓷、钢铁或其他合适的具有漫反射表面（非体反射）材料制成的形如的物体；其形状误差应小于待测扫描仪的最大允许测量误差的五分之一。在每条测量线上最长的测试长度应该不小于测量体积的最短边的长度。要测试的最长长度应该至少达到测量体积体对角线的三分之二长度。当没有合适长度的标准样件时，这个长度可以由两个叠加的标准样件代替。标准样件经校准溯源。

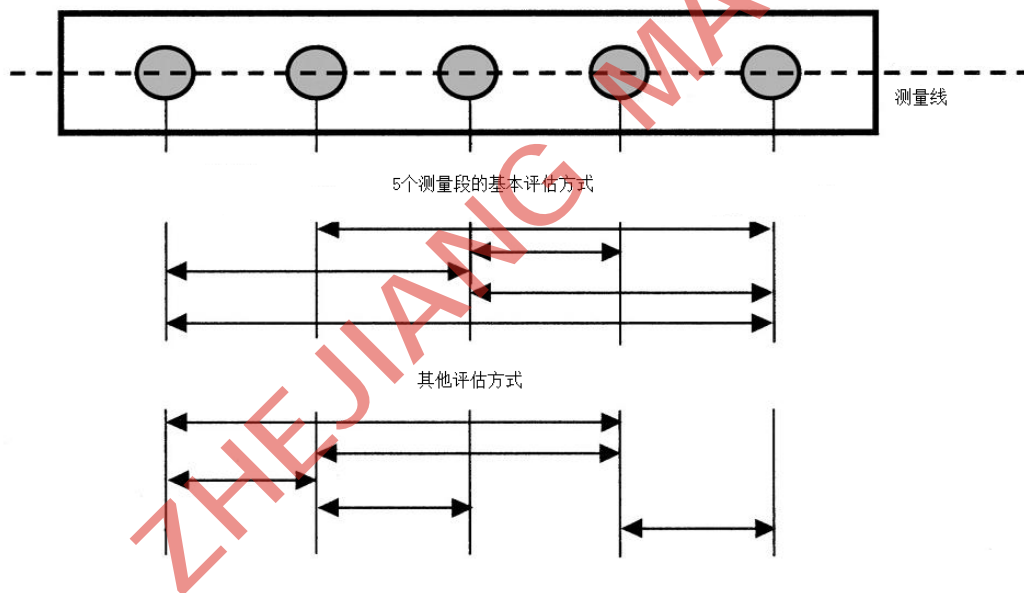


图3 步距球规及其测量评估方式

7.5.3.2 数据处理

7.5.3.2.1 参照 7.5.2.2 的数据处理方法，得出体积精度 ΔI 的计算见下式（2）：

$$\Delta I = | I_m - I_k | \dots \dots \dots (2)$$

式中：

ΔI ——体积精度，单位：mm；

I_m ——球心距测量值，单位：mm；

I_k ——球心距校准值，单位：mm。

7.5.3.2.2 由表 1 中规定的“体积精度”值，针对“工业级”和“专业级”扫描仪分别可以用表达式（3）和表达式（4）来表示最大允许体积精度 E。

$$E = 0.02 + L \times 0.06/m \dots \dots \dots (3)$$

$$E=0.1+ L \times 0.3/m \dots\dots\dots (4)$$

式中:

E——最大允许体积精度, 单位: mm;

L——被测球心距的校准值, 单位: m。

7.5.3.3 合格判定

如果每次测得的体积精度 ΔI (至少测试5次) 均没有超出最大允许体积精度E的值, 则检验合格。如果有且仅有一条测量线上测得的体积精度超出这个限值E, 那么可以重复测量这条测量线的长度。如果重新测量得到的体积精度不大于该最大允许误差值, 则检验合格, 否则判为不合格。

7.6 电源适应性试验

分别在49 Hz、98 V, 51 Hz、102 V, 49 Hz、242 V, 50 Hz、220 V, 59 Hz、99 V, 61 Hz、102 V, 59 Hz、242 V, 60 Hz、220 V条件下通电运行诊断程序, 观察产品是否能正常工作。

7.7 电气安全试验

根据6.6的要求按GB 4943.1—2011 规定的相关内容进行检测。

7.8 电磁兼容试验

7.8.1 辐射骚扰和传导骚扰试验

按GB/T 9254—2008 规定的方法进行检测。

7.8.2 静电放电抗扰度试验

按GB/T 17626.2—2006 规定的相关方法进行检测。

7.8.3 射频电磁场辐射抗扰度试验

按GB/T 17626.3—2016规定的相关方法进行检测。

7.8.4 射频感应的传导骚扰抗扰度试验

按GB/T 17626.6—2017规定的相关方法进行检测。

7.9 环境适应性试验

7.9.1 工作温度下限试验

按GB/T 2423.1—2008 中“试验Ad”规定的方法, 根据6.8.1的要求进行检验。

7.9.2 工作温度上限试验

按GB/T 2423.2—2008 “试验Bd” 规定的方法, 根据6.8.2的要求进行检验。

7.9.3 低温贮存试验

按GB/T 2423.1—2008 “试验Ab” 规定的方法, 根据6.8.3的要求进行检验, 为防止试验中受试样
品结霜和凝露, 允许将受试样用聚乙稀薄膜密封后进行试验, 必要时还可以在密封套内装吸潮剂。

7.9.4 高温贮存试验

按GB/T 2423.2—2008“试验Bb”规定的方法，根据6.8.4的要求进行检验。

7.9.5 恒定湿热贮存试验

按GB/T 2423.3—2016“试验Ca”规定的方法，根据6.8.5的要求进行检验。

7.9.6 振动试验

按GB/T 2423.10—2008规定的方法，根据6.8.6的要求进行检测。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验包括出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

每台扫描仪在出厂前应按本标准检验，经检验合格并签发合格证后方可出厂，出厂检验项目见表2。

8.3 型式检验

型式检验项目见表2，型式检验样品应从出厂检验合格的产品中随机抽取2台。如有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 试制新的扫描仪时；
- b) 元器件、设计技术指标、工艺要求等变化较大，可能影响产品质量时；
- c) 停产半年以上恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 批量产品进行定期抽检；
- f) 国家质量监督机构提出型式检验要求时。

8.4 检验项目

表2 检验项目

序号	项 目		出厂检验	型式检验
1	外观		√	√
2	硬件		√	√
3	软件		√	√
4	性能要求	分辨率	—	√
5		测量精度	√	√
6		体积精度	√	√
7	电源适应性		—	√
8	电气安全		—	√
9	电磁兼容	辐射骚扰度和传导骚扰度	—	√
10		静电放电抗扰度	—	√
11		射频电磁场辐射抗扰度	—	√
12		射频感应的传导骚扰抗扰度	—	√

表2 (续)

序号	项 目	出厂检验	型式检验
3	软件	√	√
4	性能要求	分辨率	—
5		测量精度	√
6		体积精度	√
7	电源适应性	—	√
8	电气安全	—	√
9	电磁兼容	辐射骚扰度和传导骚扰度	—
10		静电放电抗扰度	—
11		射频电磁场辐射抗扰度	—
12		射频感应的传导骚扰抗扰度	—
13	环境适应性	低温工作	—
14		高温工作	—
15		低温贮存	—
16		高温贮存	—
17		恒定湿热	—
18		振动	—

注：标“√”项为必检项，标“—”项为不检项。

8.5 判定规则

8.5.1 出厂检验中，在其全部检验项目均符合相应的要求时，则判为产品出厂检验合格；只要有一项检验结果不符合相应的要求，则判为产品出厂检验不合格并进行返修，返修后重新检验到合格为止。

8.5.2 型式检验在其全部检验项目均符合相应的要求时，判为产品型式检验合格；型式检验项目有一项或一项以上不符合相应的要求时，判为产品型式检验不合格。

8.5.3 在型式检验不合格时，可自同一组批中再次随机加倍抽样进行复检，复检只需测定或检验不合格的项目；复检结果全部合格时判为产品合格，如复检仍有不合格项，则判该批产品不合格。

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 标志

9.1.1 铭牌标志

每台机器应在明显的部位牢固地钉上或粘贴上产品铭牌，铭牌的材质及字迹应保证在其使用期内不易磨灭。铭牌内容至少应包括：

- a) 产品名称及型号；
- b) 主要参数；
- c) 出厂日期或出厂编号；
- d) 厂名及厂址。

9.1.2 包装标志

产品外包装箱上至少应标明：

- a) 产品名称及型号；
- b) 厂名及厂址；
- c) 出厂日期或出厂编号；
- d) 执行标准编号；
- e) “防雨、防潮、防震”等包装储运图示，标志应符合 GB/T 191—2008 的规定。

9.2 包装

9.2.1 包装应符合防潮、防震、防尘的要求。箱内应附有：

- a) 装箱清单；
- b) 产品出厂合格证和保修卡；
- c) 安装与使用说明书，使用说明书的编写应符合 GB/T 9969—2008 的规定。

9.2.2 运输包装条件应符合 GB/T 25480—2010 的要求。

9.3 运输

9.3.1 在运输中，应避免雨雪直接淋袭。装卸时应小心轻放，不允许倒置、碰撞和抛掷。

9.3.2 在运输过程中不得和易燃、易爆、易腐蚀的物品混装。

9.4 贮存

包装好的产品应贮存在通风、干燥的库房内，房内应无腐蚀性物质、无强烈的机械振动、冲击和强磁场作用。

10 质量承诺

10.1 用户可对每台设备在使用前进行到货验收。自用户购买之日起，在用户遵守产品的安装和使用规则的条件下，产品整机质保期为一年（客户要求硬件升级除外）。

10.2 在质保期内提供免费软件升级；如因质量问题导致设备故障，制造商应负责保修或更换；如因客户使用不当等因素造成的设备故障或超过质保期，制造商应负责维修，仅收取成本费。

参 考 文 献

- [1] VDI/VDE 2634 Blatt 1:2002-05 Optische 3D-Messsysteme Bildgebende Systeme mit punktförmiger Antastung in mehreren Einzelansichten. Berlin: Beuth Verlag.
- [2] JB/T 12637—2016 白光三维测量系统.
-

ZHEJIANG MADE