

《无损检测 长材视觉检测方法》（征求意见稿）编制说明

一、工作简况：

1、任务来源：

本项目是依据国家标准化管理委员会文件国标委发 [2023] 58 号文“国家标准化管理委员会关于下达 2023 年第三批推荐性国家标准计划的通知”下达的项目计划，项目编号为 20231101-T-469，项目名称为“无损检测 长材视觉检测方法”。本项目是制定项目，主管部门为国家标准化委员会，归口单位为全国无损检测标准化技术委员会，计划周期：18 个月，应报批日期为 2025 年 6 月 1 日。

2、主要工作过程：

2.1 起草（草案、调研）阶段

计划下达后，由上海金艺检测技术有限公司和上海材料研究所有限公司负责组成标准起草工作组，确定了标准编写原则和分工。2024 年 3 月 29 日，在上海金艺检测技术有限公司 217 会议室，工作组成员对标准讨论稿进行了讨论及修改，形成了标准草案稿。上海金艺检测技术有限公司等单位进行项目试验验证。2024 年 6 月 6 日-7 日，在江苏科技大学梦溪校区深蓝学院 301 会议室，工作组成员沟通对标准征求意见稿初稿进行了讨论及审查，经过反复讨论、多次协商，完成了标准征求意见稿。2024 年 6-7 月，标准起草工作组根据试验验证方案，在上海金艺检测技术有限公司、上海材料研究所有限公司、宝钢股份等多家单位开展相关的标准验证试验，结合试验结果，编制标准的工作组讨论稿。

2024 年 7 月 23 日，标准起草工作组通过腾讯会议（会议号：317-438-541）召开标准起草工作组会议，工作组成员对标准的主要技术内容进行了讨论，完成讨论稿的修改，经内部讨论达成一致后，形成征求意见稿和编制说明，报全国无损检测标准化技术委员会秘书处。

2.2 征求意见阶段

等。

2.3 审查阶段

等。

2.4 报批阶段

等。

3、本标准起草单位：

上海金艺检测技术有限公司、上海材料研究所有限公司等。

4、本标准主要起草人：

等。

二、国家标准编制原则和确定国家标准主要内容：

本标准无损检测方法标准，同时编写《无损检测 长材视觉检测》（英文版）。本标准无损检测方法标准之一，遵循“国际接轨、广泛参与、合理易用、服务产业”的标准编制原则，充分考虑企业、使用单位各方面的意见和建议，在对标准规定的技术内容进行分析研究的基础上，开展实际验证工作，确保标准的内容可实施，技术状态实现自主可控。

本标准主要内容包括：1 范围、2 规范性引用文件、3 术语和定义、4 方法原理、5 一般要求、6 检测程序、7 验收、8 检测记录和检测报告、附录 A（规范性）长材视觉检测设备动态性能校验程序。

三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果：

本项目对长材视觉检测方法提出基本要求，参考、指导、设计和应用无损检测技术，有助于长材视觉检测技术更为合理地应用，可提高无损检测技术的水平。为了验证本标准在国内实施的适用性，标准起草小组进行试验验证。

本项目编写符合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》中有关规定。本项目制订后有助于国内各个行业从事无损检测领域的工作者规范合理使用视觉检测技术，确定检测工艺，评价和评估检测结果。

标准验证过程见“附录《无损检测 长材视觉检测方法》的总体验证报告”。

基于上述验证，通过对实验数据的对比分析，可以得出结论：依据国内现有条件，在制定详细的检测流程前提下，《无损检测 长材视觉检测方法》在国内可以有效实施。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况：

国内外暂无长材视觉方法的标准，本标准同步翻译为英文版本的标准，本标准水平为国际领先水平。本标准为方法标准。

五、与有关的现行法律法规和强制性国家标准的关系：

本标准与我国的现行法律法规和强制性国家标准没有冲突。

六、重大分歧意见的处理经过和依据：

无。

七、国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议：

建议本标准为指导性技术文件。

八、贯彻国家标准的要求和措施建议：

建议批准发布后立即实施。

九、废止现行有关标准的建议：

无。

十、其他应予说明的事项：

无

附录1：标准验证报告

1、概述

为了验证《无损检测 长材视觉检测方法》的适用性、可行性，根据该文件的相关要求，标准起草工作组组织相关单位和人员开展和完成了例如：常温棒材、管材、线材等长材类产品的视觉检测的验证，最终基于实验结果给出了该文件是适用于我国现有技术条件下的长材视觉检测的结论。

根据《无损检测 长材视觉检测方法》，制定了详细的验证计划，见表 1。

表 1：验证计划表

序号	验证内容	对应标准条款	验证要求	交付物
1	方法原理	4、方法原理	对人工缺陷的尺寸进行实际验证和显微镜方法的对比测试	原始记录和检测报告
2、	适用范围	1、范围	直径 12mm 规格的极限检测能力	原始记录和检测报告
2	长材视觉检测方法的应用	正文全文	棒材 芯棒 钢管	1、长材视觉检测系统介绍 2、实物图片
3	长材视觉检测方法检测性能验证	正文全文	外径 95mm 样管测试	1、原始记录 2、检测报告
		正文全文	外径 50mm 样管测试	1、原始记录 2、检测报告
		7、检测能力验证	最小 0.15 深度的缺陷的验证，最小面积的验证，人工符合	1、原始记录 2、检测报告

2、标准主要验证过程

2.1、方法原理的验证

线激光传感器工作原理：传感器的相机从一个角度探测目标上的激光线，并捕获从目标上反射回来的激光。相机每次曝光捕获一个轮廓，从某种意义上说是捕获一个截面。激光反射回相机的不同位置，具体取决于目标与传感器之间的距离。传感器的激光发射器、相机和目标构成一个三角形。使用激光发射器与相机之间的已知距离以及两个已知角度（其中一个角度取决于相机上激光返回的位置）来计算传感器与目标之间的距离。该距离转换为目标的高度。这种计算距离的方法称为激光三角测量。

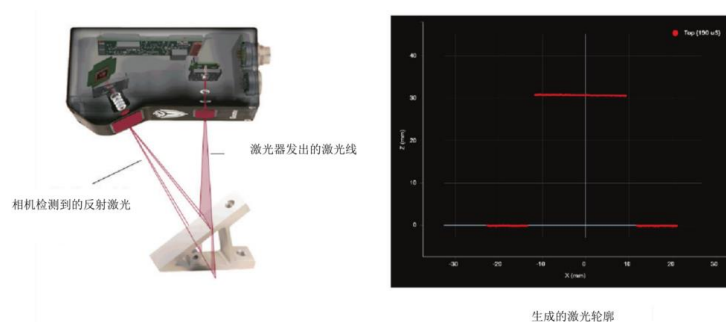


图 1: 3D 传感器的测量原理

2.1.1、实验装备

实验设备为自主搭建的实验室扫描平台，核心部件为 SICK LKM-890W35 型号线激光轮廓测量仪，具体参数：

- ① 行频：1600~20000Hz
- ② X分辨率：0.5 μm
- ③ Z方向重复性：0.4 μm
- ④ 视野范围：物距处16.5 mm
- ⑤ 工作距离：56-71 mm
- ⑥ 最佳工作距离：64mm
- ⑦ 激光颜色：蓝色

2.1.2、对人工缺陷的实际测量

为了验证方法的准确性，用传感器在一根刻好伤的经过计量的样管（深度 0.1mm，宽度 1mm）缺陷直接测量，测量过程如图 2 所示，测量数据见表 1。

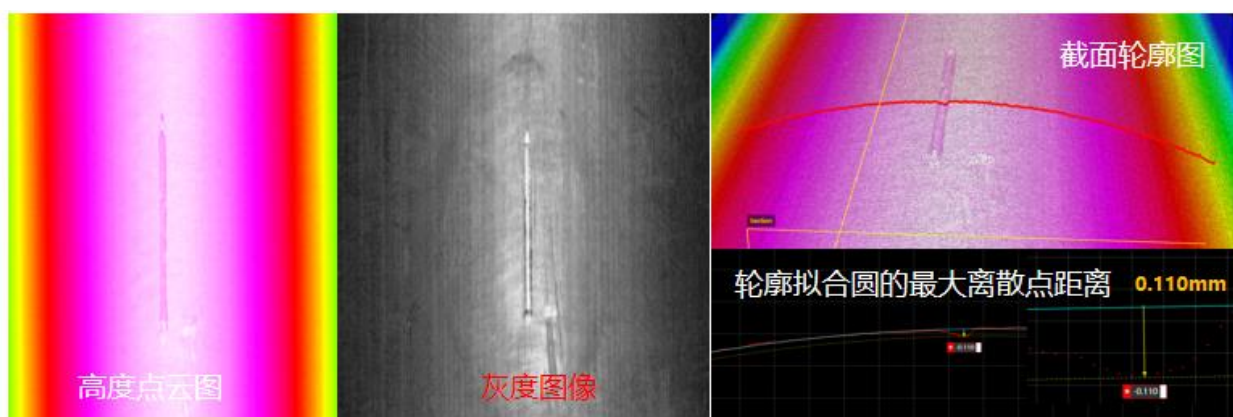


图 2：人工伤的实际测量过程图

表 2：人工缺陷实际测量表（单位：mm）

样和编号	检测项目	3D 检测结果（mm）	样伤实际（mm）	差值（mm）	备注
1 显微	裂纹宽度	1.02	1.0	-0.02	
	裂纹深度	0.11	0.1	-0.01	

2.1.3、和显微镜方法的数据比对

为了验证检测线材裂纹深度的可行性，我们和显微镜测量的方式进行了对比验证实验。如图 3 所示的线材产品（样品编号为 2087 和 2088），金艺检测利用 3D 传感器进行了裂纹深度测量的实验，用户利用传统的显微镜的方式进行检测。



图 3：测试样品

金艺检测经过严格的 3D 测试和检测，得到如图 4 和图 5 所示的检测结果。

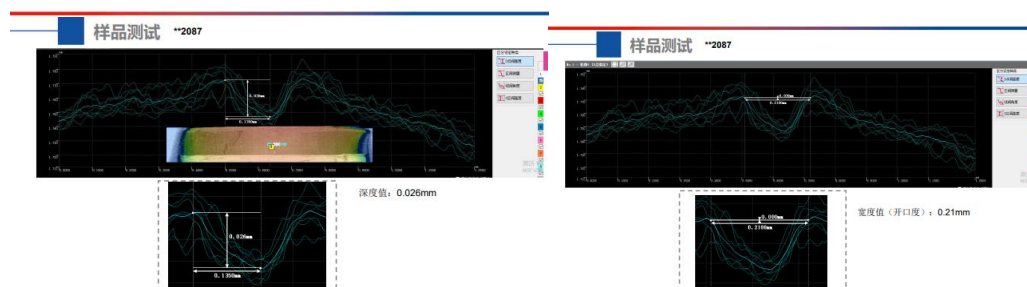


图 4：线材样品 2077 的 3D 检测结果

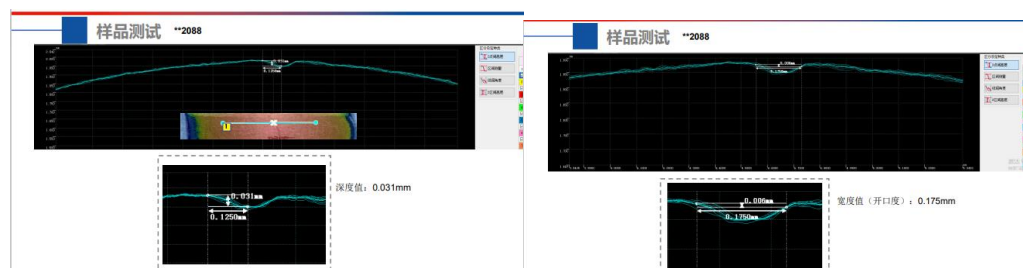


图 5：线材样品 2088 的 3D 检测结果

同时，用户采用显微镜的方式也对裂纹的深度和宽度进行了测量，得到如图 6 和图 7 的检测结果。

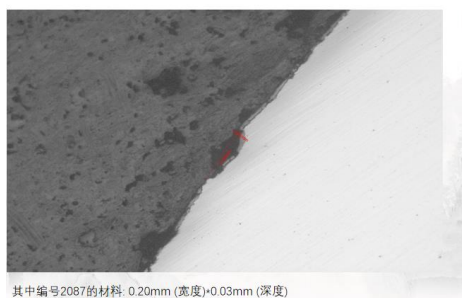
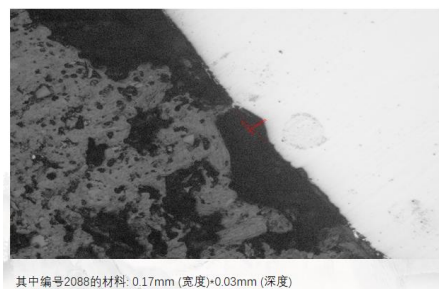


图 6：线材样品 2077 的显微镜检测结果 图 7：线材样品 2088 的显微镜检测结果
对 3D 和显微镜的检测结果形成对比，如表 3 所示：

表 3： 两种方式的检测结果对比表（单位：mm）

样品编号	检测项目	3D 检测结果	显微镜检测结果	差值	备注
2087	裂纹宽度	0.210	0.200	-0.010	
	裂纹深度	0.026	0.030	0.004	
2088	裂纹宽度	0.175	0.170	-0.005	
	裂纹深度	0.031	0.030	-0.001	

通过上述测试可以证明表面视觉检测技术对于缺陷的检测能力达到要求，证明了视觉检测技术应用在长材领域内是有效可靠的。

2.2、3D线激光轮廓测量仪性能验证（直径12mm规格的极限检测能力）

2.2.1 、3D 线激光轮廓测量仪验证

本实验利用不同类型的缺陷验证了 3D 线激光轮廓测量仪的测试能力，同时选用最小规格直径 12mm 的材料作为极限能力验证。

2.2.2、实验设备

实验设备为自主搭建的实验室扫描平台，核心部件为 Gocator 2520 线激光轮廓测量仪，具体参数：

- ① 行频：1600～20000Hz
- ② X分辨率：0.013～0.017mm
- ③ Z方向重复性：0.4 μm
- ④ 视野：25～32.5mm
- ⑤ 激光颜色：蓝色

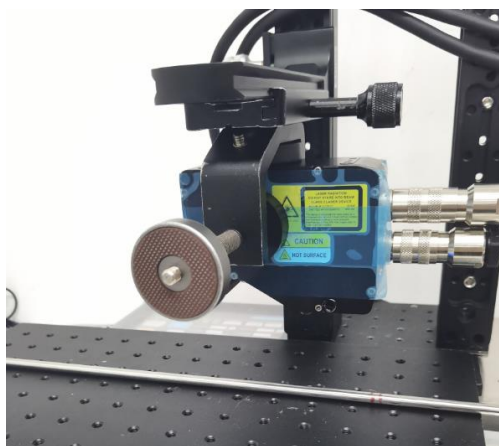


图 8:Gocator 22520 拍摄架设图

2.2.3、实验对象

实验对象为直径 12mm 圆棒材，表面带有划伤缺陷，如图 9 所示。

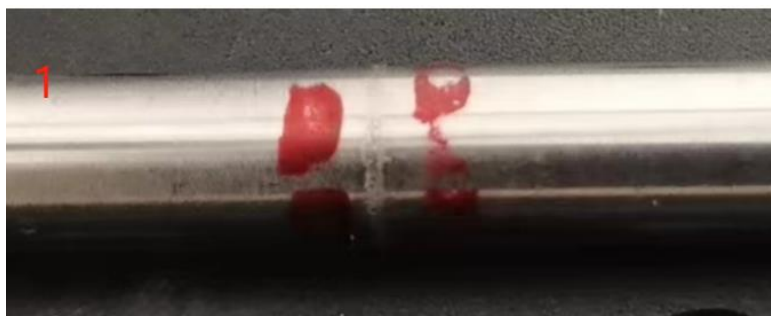
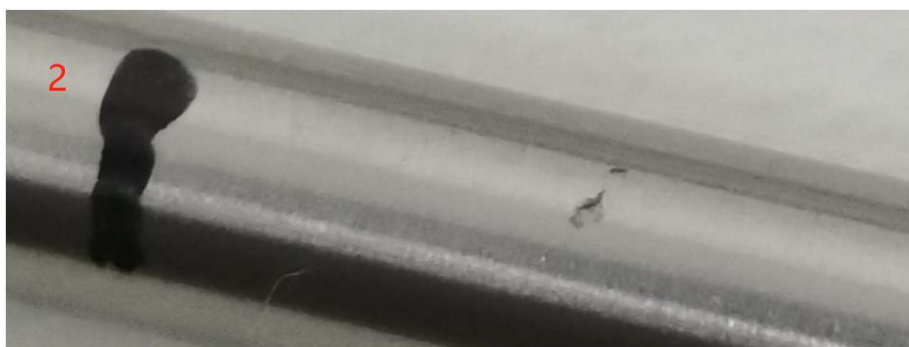
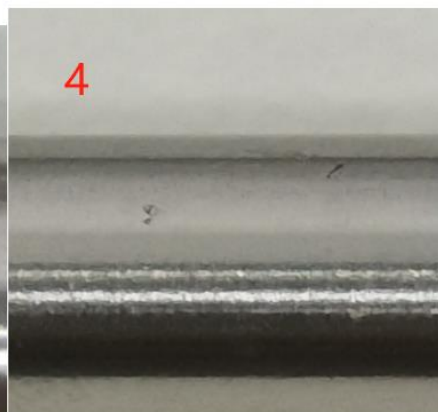




图 9: $\Phi 12\text{mm}$ 圆棒材缺陷实物图

2.2.4、实验参数设置

对样棒进行连续扫描，最大行频 3600 Hz，有效区域 X 测量范围设置 25mm，Z 测量范围设置 10mm，采用双曝光（10/100us），按照 Y 方向 0.03mm 的分辨率。

2.2.5、实验结果

实验检测 1#缺陷图像如图 10 所示：最大高度 0.053mm

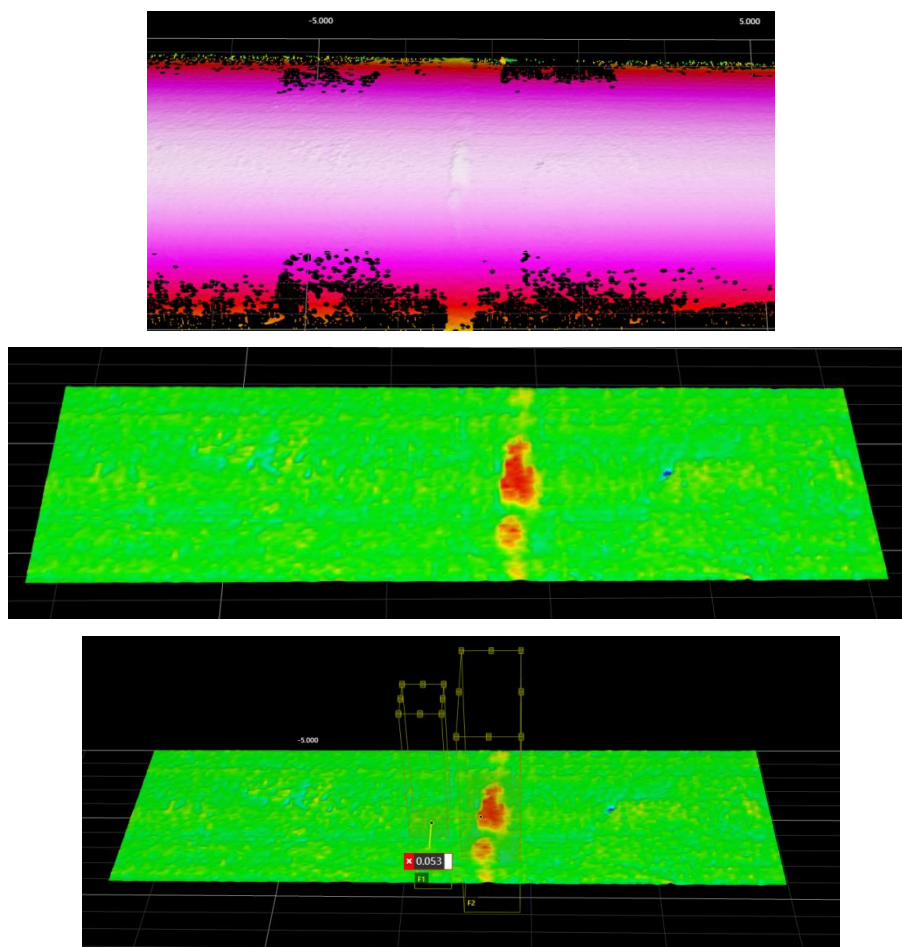


图 10:1#缺陷图像

2#缺陷图像如图 11 所示：小凹坑最大深度 0.073mm，平均深度 0.034mm

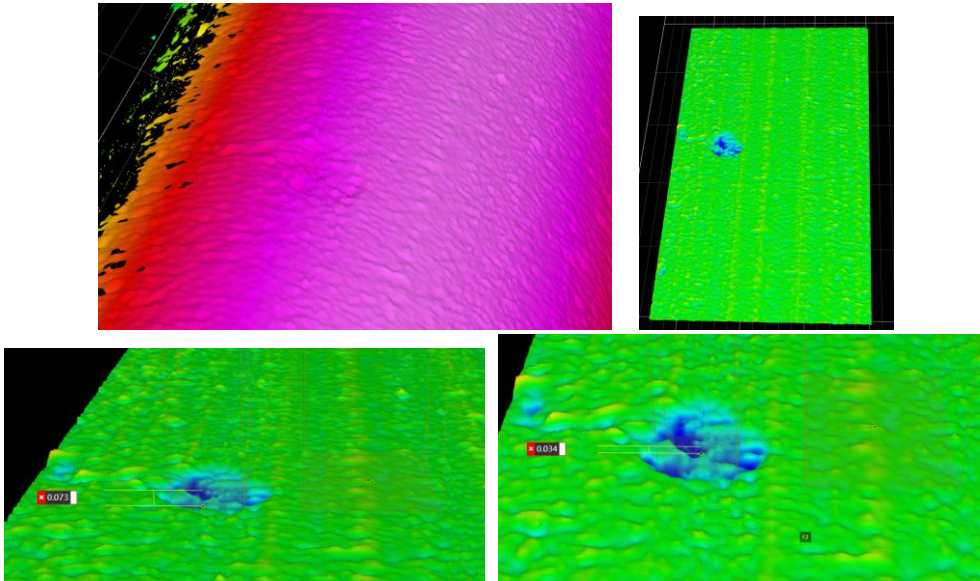


图 11:2#缺陷图像

3#缺陷图像如图 12 所示：最大深度 0.073mm，平均深度 0.054mm

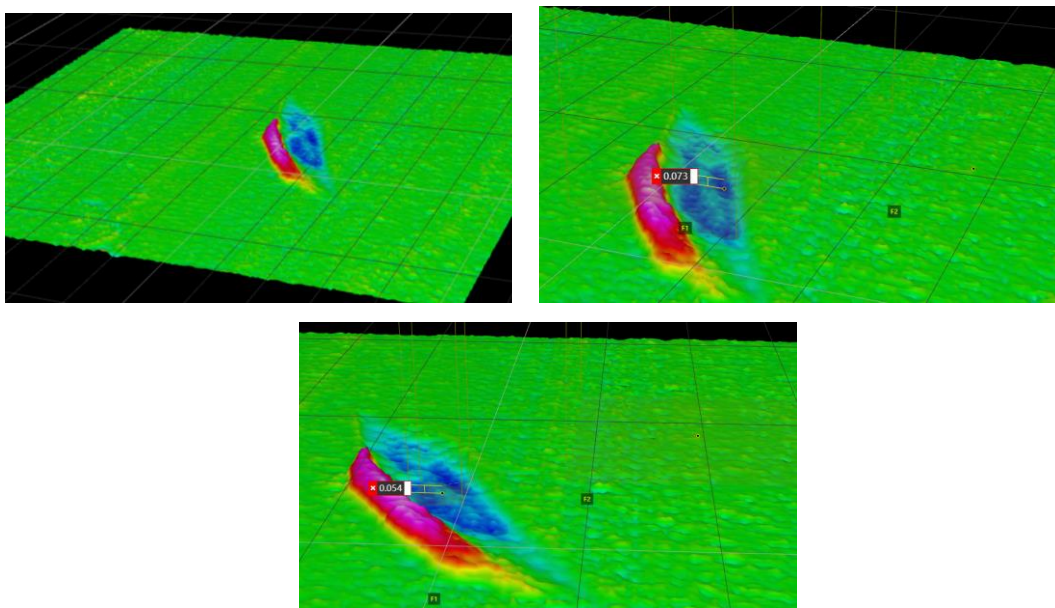


图 12: 3#缺陷图像

4#缺陷图像如图 13 所示：

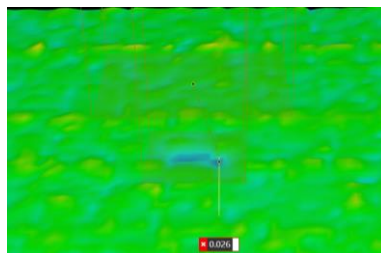


图 13:4#缺陷图像

5#缺陷图像如图 14 所示：

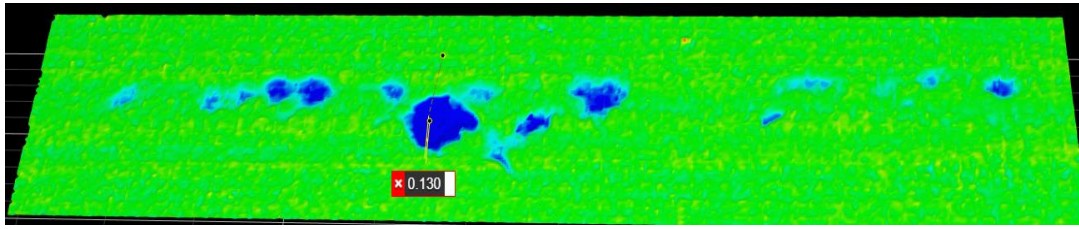


图 14:5#缺陷图像

不同角度凹坑检测高度数据对比：

- ① 视野中央角度：凹坑深度 0.06mm

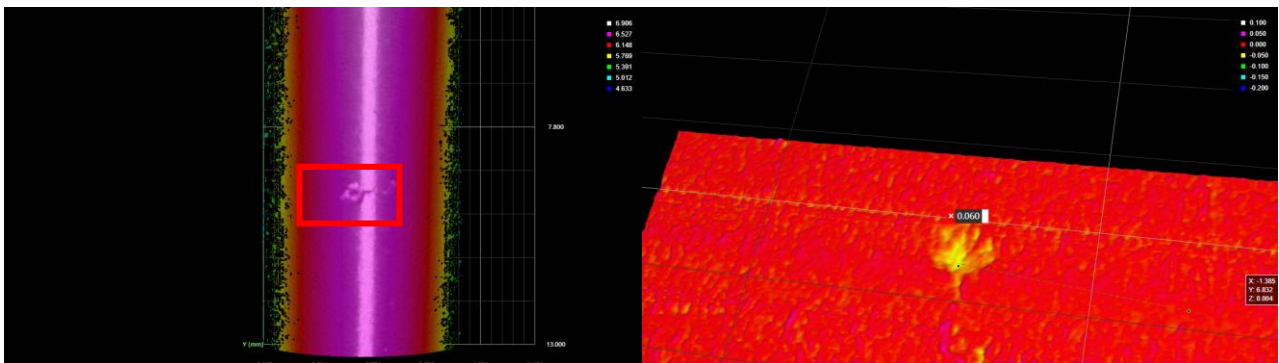


图 15：中央视角的检测结果

- ② 视野边缘角度：凹坑深度 0.064mm

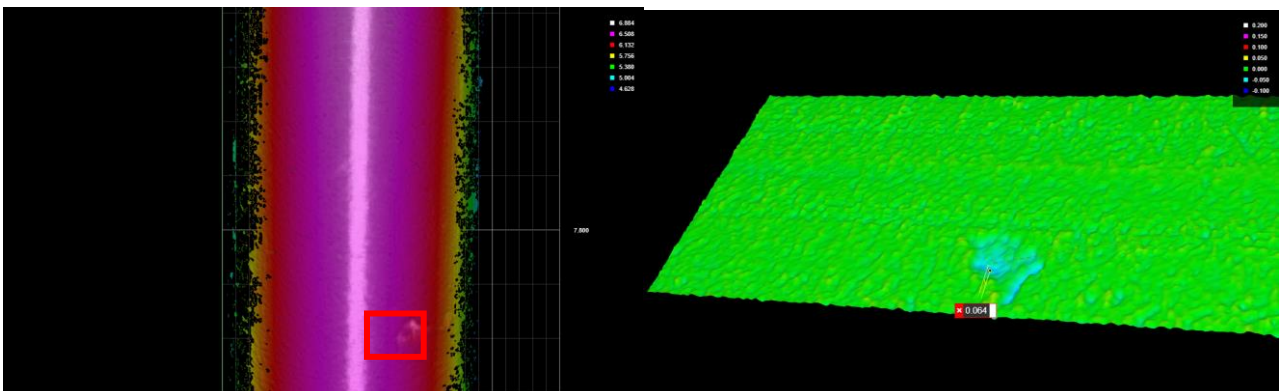


图 16：边缘视角的检测结果

2.2.6、实验结论

- ① Gocator2520能稳定检出直径12mm样棒上的所有缺陷；
- ② 最小可检测深度可以达到0.05mm；
- ③ 在视角偏差30° 范围内，转动不同角度后得到的凹坑深度基本一致，直径12mm的规格可以采用6路2520通过式检测方式实现。

2.3、长材视觉检测系统应用

本节针对长材视觉检测系统在常温棒材、钢管及芯棒的检测系统的实际应用进行介绍。根

据长材的规格、尺寸范围、相机视野与分辨率确定相机的数量与布局。相机的布设原则如下，在最小和最大被检长材规格范围内，相机的视角与缺陷所在位置的法向角 $\beta \leq 35^\circ$ ，同时相邻两个相机的覆盖率的最小重叠覆盖为 50 个像素，见图 17。实例 1 管径范围 $\phi 158.6 \sim 222.6\text{mm}$ ，采用 Gocator 2440；实例 2 管径范围 $\phi 216 \sim 570\text{mm}$ ，采用 Gocator 2650，见图 18。

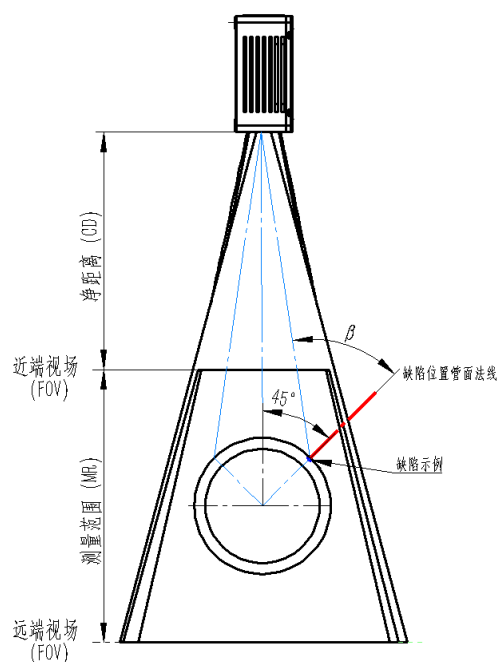


图 17：单一激光轮廓测量仪覆盖能力示意图

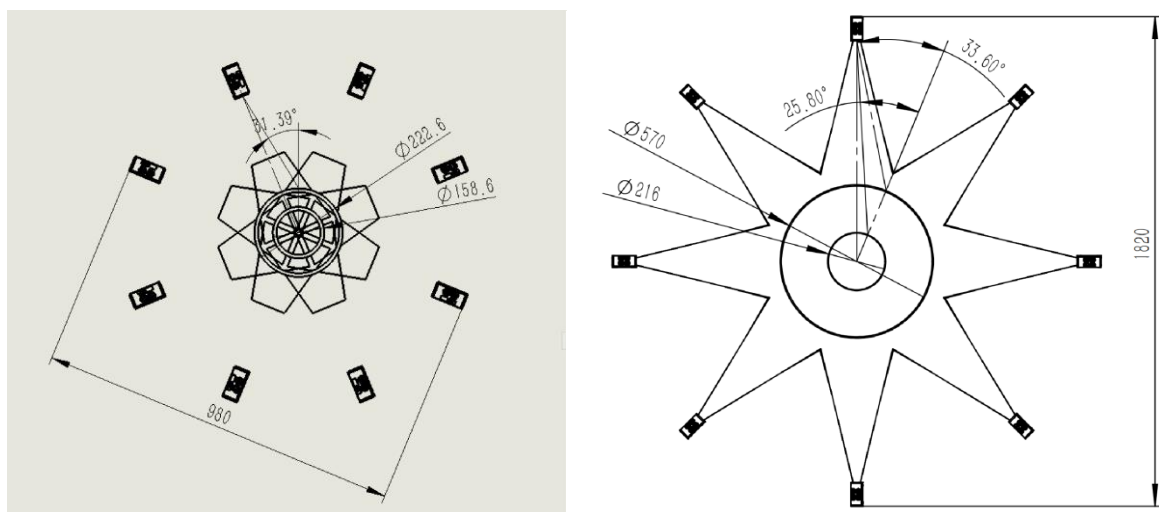


图 18：多个激光轮廓测量仪阵列覆盖能力示意图

2.3.1、棒材视觉检测系统

以圆钢表面视觉检测系统为例，如图 19 所示：



图 19：圆钢表面视觉检测系统实物图

➤ 应用领域

适用于圆钢的表面视觉检测

➤ 设备特点

- 1) 360° 外表全覆盖；
- 2) 对宽深比大的浅平坑同样具有很高灵敏度；
- 3) 管端头部盲区小于 10mm，管尾盲区小于 10mm；
- 4) 穿过式非接触测量，对直度要求低；
- 5) 一键式全自动更换产品规格；
- 6) 无需定时标定；

➤ 技术规格

管径：φ50 ~ 210mm

➤ 系统软件

以圆钢表面视觉检测系统的配套软件为例，检测软件界面如图 20 所示：

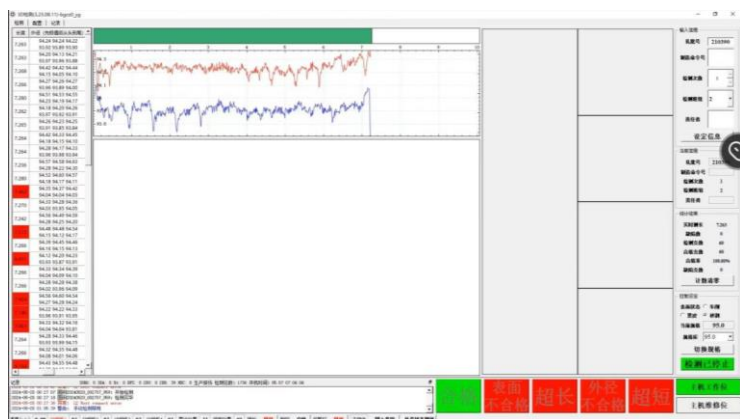


图 20：圆钢表面视觉检测系统软件界面

2.3.2、芯棒表面视觉检测系统

以芯棒表面视觉检测系统为例，如图 21 所示：



图 21：芯棒表面视觉检测系统实物图

➤ 应用领域

适用于芯棒的表面视觉检测

➤ 设备特点

- 1) 360° 外表全覆盖；
- 2) 对宽深比大的浅平坑同样具有很高灵敏度；
- 3) 穿过式非接触测量，对直度要求低；
- 4) 一键式全自动更换产品规格；
- 5) 无需定时标定。

➤ 技术规格

管径：φ60～510mm

➤ 系统软件

以芯棒表面视觉检测系统的配套软件为例，检测软件界面如图 22 所示：

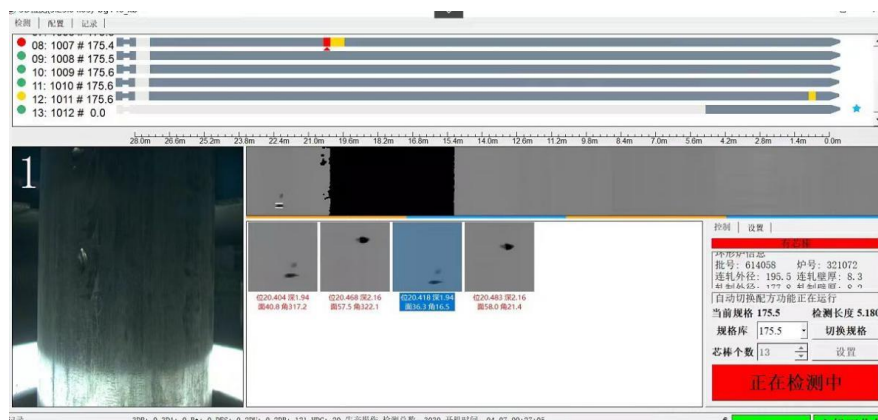


图 22：芯棒表面视觉检测系统软件界面

2.3.3、钢管视觉检测系统

以钢管视觉检测系统为例，如图 23 所示：



图 23：钢管表面视觉检测系统实物图

➤ 应用领域

适用于钢管的表面视觉检测

➤ 设备特点

- 1) 360° 外表全覆盖；
- 2) 对宽深比大的浅平坑同样具有很高的灵敏度；
- 3) 管端头部盲区小于 10mm，管尾盲区小于 10mm；
- 4) 穿过式非接触测量，对直度要求低；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/098134014141006116>