



团 体 标 准

T/CAQI XXXX—2026

珍珠层厚度测定 X 射线透视法

Determination of nacre thickness—Roentgenoscopy

(征求意见稿)

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

中国质量检验协会 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 原理	1
5 检测设备	2
6 测试方法及要求	2
7 结果计算及表示	2
8 测量结果的局限性与干扰因素	3

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。

本文件由深圳城市职业学院（深圳技师学院）提出。

本文件由中国质量检验协会归口。

本文件起草单位：深圳城市职业学院（深圳技师学院）、华津国检（深圳）金银珠宝检验中心有限公司、中艺（香港）有限公司、扬州市玉器产品质量监督检验中心、深圳中质珠宝首饰检测有限公司、北京高德珠宝鉴定研究所有限公司、天津市产品质量监督检测技术研究院、粤港澳大湾区（深港）计量检测认证联盟。

本文件主要起草人：廖任庆、刘智华、王玲、郭杰、金晓婷、买潇、王惊涛、郑晨、王春杰、崔建军、张宏忠、郑秋菊、魏进国、周松、张芑、马嫣。

珍珠层厚度测定 X 射线透视法

1 范围

本文件规定了使用X射线透视技术无损测定珍珠层厚度的方法。

本文件适用于正圆形、圆形、近圆形珍珠层厚度的测定。其他形状的珍珠可参照本文件执行。

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 16552 珠宝玉石 名称
GB/T 16553 珠宝玉石 鉴定
GB/T 18781 珍珠分级

3 术语和定义

GB/T 16552、GB/T 16553、GB/T 18781界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

X 射线 X-ray

一种波长极短的电磁辐射波，波长范围0.001 nm~10 nm，能量0.0124 keV~0.124 keV。

3.2

X 射线透视法 roentgenoscopy

通过连续X射线从多个不同角度对被检测珍珠进行透视，利用计算机图像处理技术生成被检测珍珠的横断面扫描成像图，依据珠核与珍珠层的密度差异确定其珠层厚度。

3.3

珍珠层 nacre

经生物矿化作用所形成，由文石微板片和有机质纹层相间互为交生而成的生长层，整体具有同心层状或同心放射状生长结构。

注1：有核【淡水、海水】：经生物矿化作用所形成，整体具有同心层状或同心放射状生长结构，并由文石微板片和有机质纹层相间互为交生而成的生长层。

注2：无核【淡水、海水】：经生物矿化作用所形成，整体具有同心层状或同心放射状生长结构，并由钙化的外套膜或其它有机质为核心与其外层文石微板片和有机质纹层相间互为交生而成的生长层构成。

3.4

珍珠层厚度 nacre thickness

从珍珠表面到有核珍珠的珍珠层底部生长基面或无核珍珠核心的垂直距离。

注：常用P^T表示。

[来源：GB/T 18781—2023，3.6，有修改]

3.5

珍珠层厚度比 nacre thickness percentage

珍珠层平均厚度与该珍珠的最大直径与最小直径平均值得比值的百分数。

[来源：GB/T 18781—2023，3.17，有修改]

4 原理

基于不同的生长结构单元之间的质量吸收系数差异，利用X射线穿透珍珠样品时，不同结构单元对X射线的选择性吸收程度的差异而形成灰度对比图像，通过计算机图像分析技术识别珍珠层边界几何特征，实现珍珠层厚度的无损测量。该方法具备亚毫米级分辨率与秒级检测效率，其无损特性与全尺寸穿透能力优于直接测量法、光学相干层析法等技术。

5 检测设备

- 5.1 X射线透视仪——珍珠层厚度无损检测仪，检测设备纵向分辨力优于0.05 mm。
5.2 已知直径的标准圆形钢珠，直径允许误差不大于0.01 mm。

6 测试方法及要求

6.1 一般原则

- 6.1.1 测量时，应在X射线低能量状态识别珍珠边界，在X射线高能量状态下识别珍珠层与珠核分界线。如果在X射线低能量状态同时可以识别珍珠边界和珍珠层与珠核分界线，则无需调节X射线到高能状态。
6.1.2 至少测量珍珠三个不同方向的珍珠层厚度值并计算平均值。
6.1.3 对近圆形珍珠以及当获得的最大值与最小值之差大于0.1 mm时，应多次变换珍珠放置方位，并增加测量次数。
6.1.4 待测样品与标准钢珠放置在载物台应保持同一水平高度。
6.1.5 X射线使用安全：检测设备开机前确认安全联动开关正常及屏蔽门完好无损，操作期间如光管有不稳定或有电弧现象产生（异常声响），应立即将电压降低50%，最好先进行预热，待预热结束后，逐渐加到原来的电压水平，如无异常请保持此电压水平10 min，再进行正常检测，当关闭X射线，需确认X射线电压完全降到0时，方可开启屏蔽门拿取被检测样品。
6.1.6 设备操作人员必须经过专业培训，熟练掌握设备操作技术、辐射防护知识及应急处理措施。

6.2 校准

- 6.2.1 测试前先测试已知直径的标准钢珠进行仪器校准。
6.2.2 测试中每次放大倍率调整时或测量样品直径变化超过1 mm，应进行重新校准。

6.3 操作步骤

- 6.3.1 测试前先仔细阅读设备生产商的说明书，应注意第8章阐述的干扰因素。
6.3.2 先用卡尺测量样品直径，将样品放置在载物台上，关闭舱门，进行初始化。
6.3.3 选择样品，调节载物台位置，使样品图像位于测量软件界面中间。
6.3.4 调节X射线能量至合适大小，识别有核珍珠的珍珠层底部生长基面与珠核之间的分界线或无核珍珠核心点位置。
6.3.5 根据获得的有核珍珠的珍珠层底部生长基面与珠核之间的分界线或无核珍珠核心点位置图像，利用计算机软件从珍珠表面到有核珍珠的珍珠层底部生长基面弧线边缘做切线，测量切线之间的垂直距离，从而获得珍珠层厚度值。

7 结果计算及表示

7.1 珍珠层厚度平均值计算

按公式（1）计算珍珠层厚度平均值：

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^k t_i}{k} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- \bar{t} ——珍珠层厚度平均值，单位为毫米（mm）；
 t_i ——第*i*次测量得到的珍珠层厚度，单位为毫米（mm）；
 k ——测量次数。
计算结果保留到小数点后一位。

7.2 珍珠层厚度比计算

珍珠层厚度比按公式（2）计算：

$$P^T = \frac{\bar{t}}{\bar{d}} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

P^T ——珍珠层厚度比，单位为%；

\bar{t} ——珍珠层厚度的平均值，单位为毫米（mm）；

\bar{d} ——珍珠最大直径与最小直径的平均值，单位为毫米（mm）。

计算结果保留到小数点后一位。

8 测量结果的局限性与干扰因素

8.1 测量结果的局限性

8.1.1 成像精度限制

珍珠层与珠核边界模糊（尤其是微米级间隙或密度突变时），多层结构叠加导致珍珠层与珠核边界难以精准分离。

8.1.2 尺寸与厚度阈值

珍珠尺寸过小（<5 mm）或珍珠层厚度较薄（≤0.3 mm）时，X射线难以清晰分辨珠核与珍珠层边界，易导致测量失效。

8.1.3 方向依赖性误差

单一方向扫描无法覆盖珍珠全周，珍珠长短轴方向以及珍珠层厚薄位置无法处于理想测试角度，需要不低于3个方向测量，并计算其平均值。

8.2 设备与操作干扰因素

8.2.1 设备性能

设备的X射线能量、X射线焦斑尺寸、纵向分辨力、测量重复性、像素尺寸、放大倍率等硬件参数直接影响测量结果精度，需定期校准。

8.2.2 图像定位误差

珠层厚度的测量是由人工或计算机根据扫描获得的珍珠层图像进行。当图像不清晰或定位不恰当时会影响测量的准确性，需清晰成像与标准定位流程。

8.2.3 表面缺陷干扰

珍珠表面缺陷如凹坑、突起等位置的珠层厚度变化大，测量这些局部区域的异常数据需排除。

8.3 环境干扰因素

8.3.1 电磁干扰

强磁场导致设备异常或图像畸变，设备周围禁放手机等电磁干扰源。

8.3.2 温湿度波动

温湿度超出设备允许范围影响结果稳定性，应在设备允许的温湿度范围进行测试。

8.4 争议解决与仲裁

若结果存疑，按GB/T 18781规定的直接测量法仲裁。