YS

××××-××-××实施

××××-××-××发布

锆合金管材两辊冷轧孔型检测方法

Measument method for ring die of cold pilgering for

zirconium alloy tube

（送审稿）

YS/T XXX－XXXX

中华人民共和国有色金属行业标准

ICS 77.040.10

CCS H 22

DAITI

中华人民共和国工业和信息化部 发布

**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。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）提出并归口。

本文件起草单位：西安西部新锆科技股份有限公司、西北工业大学、浙江嘉翔精密机械技术有限公司、陕西高浦机电模具有限公司、西安汉唐分析检测有限公司、国合通用测试评价认证股份公司、国核宝钛锆业股份公司。

本文件主要起草人：

锆合金管材两辊冷轧孔型检测方法

1. 范围

本文件规定了通过“逆向工程”检测核级锆合金管材两辊冷轧孔型截面形状尺寸的检测方法。

本文件适用于核级锆合金管材两辊冷轧孔型截面形状尺寸检测，以及为孔型的反求（逆向）设计进行数据准备，其他金属管材两辊冷轧孔型截面尺寸检测也可参照执行。

1. 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 8170-2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 31053-2014 机械产品逆向工程三维建模技术要求

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

* 1. 逆向工程reverseengineering

对产品实物进行测量、拟合、编辑和重构等一系列分析方法和应用技术。

* 1. 三维几何量 3D geometry

被测孔型任意截面上的孔型偏心距、孔型直径、孔型偏心圆半径、轧辊间隙、孔型侧壁开口度等几何特征的标量，如图1所示。



注：*Dx*-孔型直径，*Bx-*孔型偏心距，*Rx*-孔型全开口偏心圆半径，*Sp*-上下孔型之间的间隙，*Fs*-孔型宽度和孔型直径之差之半个。

图1 孔型横截面三维几何量示意图

1. 原理

孔型截面形状的几何尺寸通过运用“逆向工程”数模检测技术进行检测，即利用孔型加工专用五轴数控磨床的测量系统或三坐标测量仪对孔型槽截面的几何形状进行测量，通过磨床测量系统或者三坐标测量仪测量的该截面不同位置的坐标点来重构该截面的CAD模型，通过对比分析测量数据重构的CAD模型来获得孔型三维几何量的实测值，与设计模型对比，可来获得设计和实测偏差，获得孔型截面形状的几何尺寸实测值和偏差检测报告，完成孔型截面形状的三维几何量检测。

1. 试验条件

孔型的检测应在20℃±2℃的温度及湿度55%±5%的条件下进行。

1. 试验流程

孔型测量流程参见图2，按照GB/T 31053-2014中第6.4章节对孔型进行实体建模。



图2 孔型检测流程

1. 仪器设备

7.1 试验机

测量设备应选用具有旋转和测量功能的五轴数控加工中心或者三坐标测量仪。

7.2 孔型夹紧装置

使用快速锥形夹紧工具在径向上固定孔型，或圆柱形夹紧装置在轴向上固定孔型。

7.3 孔型旋转装置

固定和旋转孔型的旋转轴行程：360°；转角精度为±0.5°。

7.4 测量系统

接触式测量系统，测量分辨率应为0.01 mm，精度应为0.01 mm或优于0.01 mm。

1. 试验步骤
   1. 测量条件
      1. 对孔型进行数据测量之前，应对其进行预处理，包括清洁和定位等。
      2. 被测量轧辊直径范围为100-520 mm，被测孔型直径*D*x为4-159 mm。
      3. 设置从起始测量位置到每个测量截面的孔型旋转角度。
   2. 测量准备
      1. 根据被测孔型内径尺寸，选择合适的夹紧装置，将孔型安装于测量设备上。
      2. 根据被测孔型所需检测的位置，将孔型旋转至起始测量位置。
   3. 孔型横截面测量

孔型槽任意横截面的几何形状通过磨床测量系统或者三坐标测量仪测量孔型槽深度来采集，为确保后续重构三维模型曲线的光滑和高的拟合精度，每一截面至少测量17个数据点，孔型深度*T*x测量位置如图3所示。



图3 孔型深度测量位置示意图

1. 数据处理
   1. 对于测量的数据，应进行数据修约处理，数据保留小数点后3位，按GB/T 8170-2008进行。
   2. 建立直角坐标系，根据孔型槽横截面测量的数据点，按式（1）和式（2）解算出测量点的二维坐标，获得孔型的测量截面曲线测量点坐标。

（1）

（2）

式中：

*x*——测量点二维*x*轴坐标，单位为毫米（mm）；

*y*——测量点二维*y*轴坐标，单位为毫米（mm）；

*Tx*——孔型深度，单位为毫米（mm）。

* 1. 按照获得的孔型各截面测量点的二维坐标，运用CAD 技术采用3阶、3段样条曲线拟合获得孔型的三维重构模型。

9.4 通过对孔型的重构模型进行测量分析，以图3所示的0°、-10°和10°三个测量点的坐标画出孔型的基圆*O1*，测量该圆直径可获得*D*x值，以-20°、-30°、-40°、20°、30°、40°的任意三个测量点的坐标画出偏心圆*O2*，测量圆心*O1*和*O2*之间的距离，可获得*B*x，测量基圆*O1*到轧辊边缘的距离，可获得*F*s，如图4所示，获通过以上几何量的数模检测，获得孔型相应的截面的三维几何量，生成数据检测报告。



图4 孔型数模检测示意图

1. 试验报告

试验报告应包含下列内容：

——孔型的基本信息（包括样品编号，材料名称等）；

——本文件编号；

——检测结果；

——检测日期。