

中华人民共和国团体标准

T/CATSI 02 00×—2020

车用 CNG 纤维缠绕复合气瓶 红外热成像检测方法

Infrared thermal imaging detection method for vehicle-mounted CNG fiber-wound
composite gas cylinder

(征求意见稿)

(本稿完成日期：2020 年 10 月)

20XX- XX-XX 发布

20XX- XX-XX 实施

中国技术监督情报协会 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 人员要求..... 1

5 方法概要..... 1

6 检测系统..... 2

7 检测工艺流程..... 3

8 仪器设备系统的维护..... 5

9 影响检测的因素..... 5

10 检测报告..... 5

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中国技术监督情报协会气瓶安全标准化与信息工作委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国特种设备检测研究院，中检希望科技有限公司、沈阳斯林达安科新技术有限公司、北京科泰克科技有限责任公司、重庆市特种设备检测研究院、重庆科技学院。

本标准主要起草人：丁克勤、李翔、唐方雄、张旭、李昕阳、孔松涛、王堃。

车用 CNG 纤维缠绕复合气瓶红外热成像检测方法

1 范围

本标准规定了复合材料气瓶的分层缺陷红外热成像检测的方法和要求。

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 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证（ISO 9712: 2005, IDT）

GB/T 12604.9 无损检测 术语 红外检测

GB/T 19870 工业检测型红外热像仪

GB/T 24160 车用压缩天然气钢质内胆环向缠绕气瓶

GB/T 35544 车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶

3 术语和定义

GB/T 12604.9、GB/T 24160和GB/T 35544界定的术语和定义适用于本文件。

4 人员要求

按本标准进行检测的人员应按规定取得有关无损检测人员资格鉴定机构颁发或认可的相关红外热成像检测等级资格证书，从事相应资格等级规定的检测工作。

5 方法概要

5.1 技术原理

复合材料气瓶分层缺陷红外检测采用蒸汽发生器对复合材料气瓶内部进行蒸汽加热，同时启动复合材料气瓶底部的立式旋转台，使用红外热像仪探测并记录被测气瓶在蒸汽加热过程中其表面温度分布及其变化。通常情况下，被测复合材料气瓶分层缺陷造成的热物理属性差异会影响其相应表面区域的升温过程，热像仪探测并记录与之相应的表面温度变化；经过数据分析和处理可获得被测复合材料气瓶分层缺陷信息，见图1。

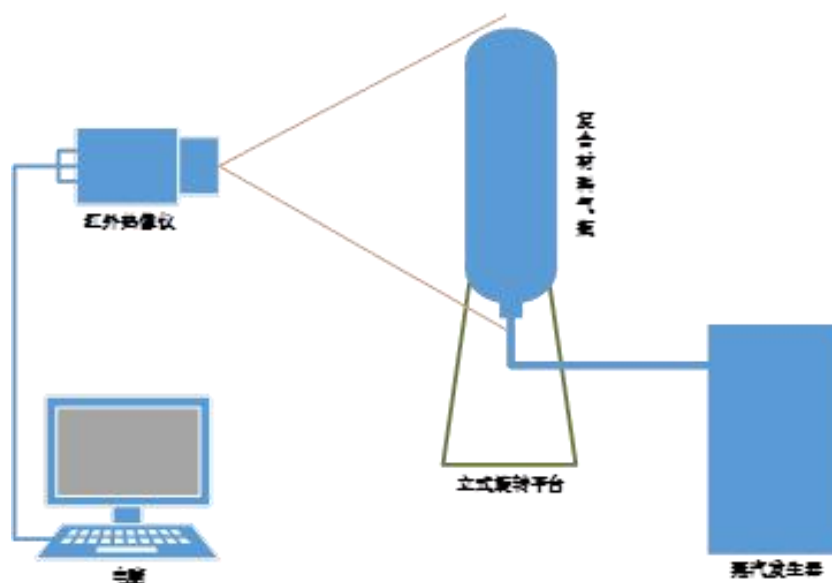


图1 检测原理示意图

5.2 技术特点

- 5.2.1 本方法通常不受被测物体材料类别的限制，尤其适合复合材料的检测。
- 5.2.2 本方法是一种非接触检测方法，检测面积法，速度快，检测效率高。
- 5.2.3 检测结果能以图像形式显示。
- 5.2.4 特别适用于物体的分层、脱粘、蜂窝结构积水、蒙皮锈蚀等类型缺陷的检测。
- 5.2.5 能用于缺陷形状、大小、深度、涂覆层厚度的测量。

6 检测系统

6.1 系统构成

- 6.1.1 复合材料气瓶分层缺陷红外检测系统应包括红外热像仪、蒸汽发生器热激励系统、气瓶立式旋转平台、电脑以及控制和数据分析软件。
- 6.1.2 检测系统及各组成部分在使用前应该进行必要的调试和测试，例如，校准、标定和参数设置。

6.2 红外热像仪

6.2.1 应满足如下要求：

- 在整个数据采集过程中能连续工作；
 - 能实时输出采集到的图像序列；
 - 在蒸汽发生器热激励系统加热后，被测复合材料气瓶的温度变化范围内，热像仪的响应近似线性。
- 6.2.2 性能指标应能满足检测要求，例如工作波段、工作距离、帧频、最小温度分辨力，空间分辨力、镜头视场等。

6.3 蒸汽发生器热激励系统

应满足如下要求：

- 在气瓶表面上加热均匀；
- 额定蒸汽发生量一般不小于8.6kg/h；
- 蒸汽发生器放置在红外成像仪视场范围之外。

6.4 立式旋转平台

应满足如下要求：

- 旋转平台转速均匀可调节，最高转速不小于1r/min；
- 气瓶固定可靠，且具有气瓶防脱落安全保护装置；
- 气瓶固定装置在气瓶缠绕层范围内不得有遮挡。

6.5 电脑

检测数据可通过数据传输线从检测仪器传输至电脑，有助于对复合材料气瓶的运行状况是否良好提出分析和评价。

6.6 控制和数据分析软件

应满足如下要求：

- 能发出控制红外热像仪焦距变化和数据采集的指令，采集复合材料气瓶在热激励系统加热过程中各个部位的温度变化数据，并实现数据存储。
- 能实时显示热像仪采集到的信号；能存、取、连续播放、逐帧播放检测所获得的热图像序列。
- 宜具有如下功能：能观察任意像素点的温差—时间对数曲线，数据处理系统宜能够对原始热图像序列进行相关的图像处理运算，例如，均值滤波，减背景，降噪，一阶微分和二阶微分处理等。

7 检测工艺流程

7.1 检测流程

检测流程参见图2。

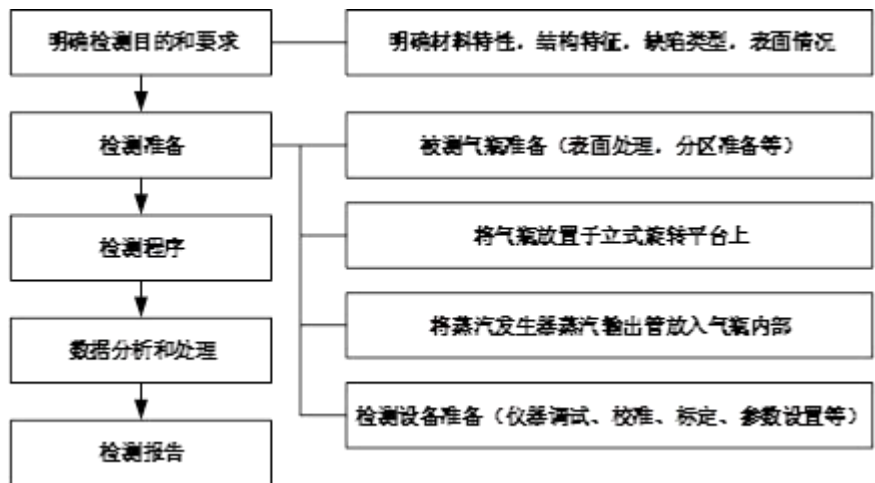


图2 检测流程图

7.2 检测目的和要求

了解被测气瓶的材料、结构特征、缺陷类型和表面状况，明确检测目的和具体要求。

7.3 检测前的准备

检测前应进行如下准备工作：

- 被测气瓶准备，例如，气瓶固定，表面处理、分区准备等；
- 热激励装置准备，例如，水蒸气压力调节等；
- 检测设备准备，例如，仪器调试、校准、标定、参数设置等。

7.4 检测程序

- 7.4.1 通过软件，连接红外热像仪；
- 7.4.2 通过软件实现红外热像仪的自动对焦或者近焦和远焦的调节使得图像清晰。
- 7.4.3 打开蒸汽发生器热激励系统吹干气瓶蒸汽，蒸汽流量以瓶口略微有蒸汽溢出为宜。
- 7.4.4 待被测气瓶热图像清晰后，应根据升温过程的快慢来确定数据采集时间和频率，完整地记录检测数据。
- 7.4.5 完成气瓶热像图采集后，使用软件读取检测热像图数据，识别气瓶缺陷，保存缺陷识别图。
- 7.4.6 应尽可能排除环境背景干扰，例如，移除被测物体周围的热源。

7.5 数据分析和处理

7.5.1 数据采集

数据连续采集间隔不宜大于8s。

7.5.2 数据传输

检测数据可采用有线或无线的方式传输至电脑主机，数据传输应确保数据的完整性和可靠性。

7.5.3 数据存储

数据保存内容应包括：

- 仪器初始参数：在检测工作开始之前，初始阶段的全部参数；
- 测量结果数据：仪器运行期间的测试的结果，如温度、热像图等。

7.5.4 数据查看

利用数据分析软件回放检测结果，对比被测气瓶红外热像图，确定分层缺陷。

8 仪器设备系统的维护

应对仪器设备进行周期性的检查和调节来校正仪器的功能。在进行检测时，如发现仪器设备产生错误或部分变化，也应对仪器进行功能的检查和调节。维护工作应按照制定的书面程序进行，并应对每次维护检查的结果进行记录。

9 影响检测的因素

主要包括以下几点：

- 考虑被测气瓶、检测要求、设备、环境等各种影响检测的因素；
- 红外热像照片“长度-像素”标定，影响检测结果；
- 温度显示范围，影响缺陷识别效果；
- 对于图像灰度化阈值，直接影响识别效果。

10 检测报告

报告内容应至少包括：检测时间、检测人员、材料气瓶基本参数、检测目的和要求、检测设备、数据分析、检测结果及结论；检测报告应包括复合材料气瓶必要的照片、热图、曲线等。
