

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加中国标准文献分类号

DB 11

北京市地方标准

DB11/T ××××—××××

聚乙烯管道热熔对接接头微波无损检测 质量控制要求

Quality control requirements for microwave non-destructive testing
of polyethylene pipe butt fusion joints

(征求意见稿)

2023 - ×× - ×× 发布

2023 - ×× - ×× 实施

北京市市场监督管理局 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 基本要求.....	2
5 质量要求.....	3
6 记录与报告控制.....	7
附录 A（资料性） 热熔对接接头微波无损检测特征图谱.....	8
附录 B（资料性） 检测报告示例.....	10
参考文献.....	12

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。

本文件由北京市市场监督管理局提出并归口。

本文件由北京市市场监督管理局组织实施。

本文件起草单位：北京市特种设备检验检测研究院，北京西管安通检测技术有限责任公司，北京燃气集团特种设备检验所。

本文件主要起草人：

聚乙烯管道热熔对接接头微波无损检测质量控制要求

1 范围

本文件规定了聚乙烯管道热熔对接接头微波无损检测的基本要求、质量要求、记录和报告控制。本文件适用于公称外径为90mm~630mm的在制及在役聚乙烯管道热熔对接接头。

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 15558.1 燃气用埋地聚乙烯管道系统 第1部分：管材

GB/T 15558.2 燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第2部分：管件

CJJ 63-2018 聚乙烯燃气管道工程技术标准

TSG D2002-2006 燃气用聚乙烯管道焊接技术规则

3 术语和定义

GB/T 15558.1、GB/T 15558.2 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

聚乙烯热熔对接接头 polyethylene butt fusion joint

在焊接程序合格的条件下，将两个管道或管道与配件的端口对齐固定在加热板上，使端口适当熔合后结合在一起，然后在适当保压条件下冷却形成的接头。

3.2

微波传感器 microwave transducer

也称为微波探头，由波导和微波天线组成，在微波频率范围（300MHz-300GHz）内产生电磁场的电子设备，利用微波的反射特性来测量材料的介电特征值。

3.3

提离高度 standoff distance

微波传感器与被检部件之间的距离，可调整该距离以满足不同检测需求。

3.4

增益值 gain

微波传感器输出信号被放大的幅值量。

3.5

零偏值 null

微波传感器输出信号偏移的幅值量。

3.6

冷焊缺陷 cold fusion flaws

由于不明原因,在聚乙烯热熔对接接头焊缝熔接界面未形成聚乙烯高分子长链而导致热熔对接接头强度不足的缺陷。

3.7

异物缺陷 inclusion flaws

由于聚乙烯热熔对接接头焊缝熔接界面存在异物污染(如灰尘,污垢,油脂等外来杂质),导致热熔对接接头强度不足的缺陷。

3.8

介电特征值 dielectric characteristic value

体现介电材料微观属性的综合参数,通常用G表示。介电特征值表征熔接质量,介电特征值越低,焊缝抗拉强度越高。

4 基本要求

4.1 人员要求

4.1.1 一级微波无损检测人员可从事以下工作:

- a) 正确调整和使用微波无损检测仪器;
- b) 按照微波无损检测操作指导书进行微波无损检测操作;
- c) 记录微波无损检测数据,整理微波无损检测资料;
- d) 了解和执行有关安全防护规则。

4.1.2 二级微波无损检测人员可从事以下工作:

- a) 从事或者监督一级微波无损检测人员的工作;
- b) 按照工艺文件要求调试和校准微波无损检测仪器,实施微波无损检测操作;
- c) 根据微波无损检测工艺规程编制针对具体工件的微波无损检测操作指导书;
- d) 编制和审核微波无损检测工艺规程,限持二级资格3年以上的人员;
- e) 按照规范、标准规定,评定微波检测结果,编制或者审核微波无损检测报告;
- f) 对一级微波无损检测人员进行技能培训和工作指导。

4.1.3 三级微波无损检测人员可从事以下工作:

- a) 从事或者监督一级和二级微波无损检测人员的工作;
- b) 负责微波无损检测工程的技术管理、微波无损检测装备性能和人员技能评价;
- c) 编制和审核微波无损检测工艺规程;
- d) 确定用于特定对象的特殊微波无损检测方法、技术和工艺规程;
- e) 对微波无损检测结果进行分析、评定或者解释;
- f) 对一级和二级微波无损检测人员进行技能培训和工作指导。

4.2 仪器设备要求

4.2.1 微波无损检测设备包括主机系统、微波传感器、管道扫查装置、连接电缆和附件，上述各项应成套或单独具有产品合格证或制造厂出具的合格文件。

4.2.2 管道扫查装置的编码器扫查步进精度应不少于 0.25mm。

4.2.3 微波传感器的输出功率应小于 10mW。

4.3 环境要求

4.3.1 现场检测空间应满足设备的安装及运行。

4.3.2 聚乙烯热熔对接接头的微波检测的环境温度宜在 $-5^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 范围内，并应符合以下规定：

- a) 当环境温度低于 0°C 时，应采取保温措施；
- b) 当风力大于 5 级时，应采取防风措施；
- c) 夏季应采取遮阳措施；
- d) 雨天应采取防雨措施。

5 质量要求

5.1 试块

5.1.1 合格试块应按照经焊接工艺评定合格的工艺和规范制作。

5.1.2 冷焊缺陷试块的制作可通过改变主要焊接工艺参数来实现，如调整界面压力或延迟时间。

5.1.3 异物缺陷试块的制作可通过在管道截面即将熔合前快速添加滑石粉实现。

5.2 系统调校

系统调校是指模拟实际测试过程对检测仪器进行调校。进行检测工作前，应使用 5.1 节中指定的试块对检测仪器进行调校。当合格试块和冷焊缺陷试块或异物缺陷试块的检测结果正常时，则仪器系统及相关设置满足检测需求，可开展检测工作。

5.3 检测准备

5.3.1 检测时机

5.3.1.1 在制聚乙烯管道的热熔对接接头检测应在焊接工作完成后、宏观（外观）检查合格后进行。

5.3.1.2 在役聚乙烯管道的热熔对接接头检测应在表面清理、宏观（外观）检查合格后进行。

5.3.1.3 宏观（外观）检查应符合 TSG D2002-2006 中 G1.1 对几何形状、卷边中心高度和焊接处错边量的要求。

5.3.2 表面清理

5.3.2.1 检测前应对被测聚乙烯管表面进行清洁，确保检测部位无污垢、油脂、水分、油漆或其它污染物。

5.3.2.2 被测聚乙烯管表面应是光滑的，如有肉眼可见的划痕等表面损伤，应进行拍照和记录。

5.3.3 标记

5.3.3.1 应对被测接头进行编号与标记，应与管体上已有的其它表面标识不同。

5.3.3.2 应在管体表面对扫描起始点及扫描方向进行标记。

5.4 检测过程控制

5.4.1 卷边检验

5.4.1.1 外卷边完好的在制及在役聚乙烯管道热熔对接接头应参照 CJJ 63-2018 中 5.2.3.4 的要求进行外卷边切除及检验，检验后的聚乙烯管道热熔对接接头处理程序如下：

a) 对于外卷边检验合格的聚乙烯管道热熔对接接头，应使用专业工具修整热熔对接接头表面残余卷边，在表面达到平整状态后再进行微波无损检测；

b) 对于外卷边检验不合格的聚乙烯管道热熔对接接头，则无需进行微波无损检测。

5.4.1.2 外卷边缺失的在役聚乙烯管道热熔对接接头，应使用专业工具修整热熔对接接头表面残余卷边，在表面达到平整状态后再进行微波无损检测。

5.4.1.3 针对外卷边完好的在制及在役聚乙烯管道热熔对接接头和外卷边缺失的在役聚乙烯管道热熔对接接头实施的卷边检验程序参见图 1：

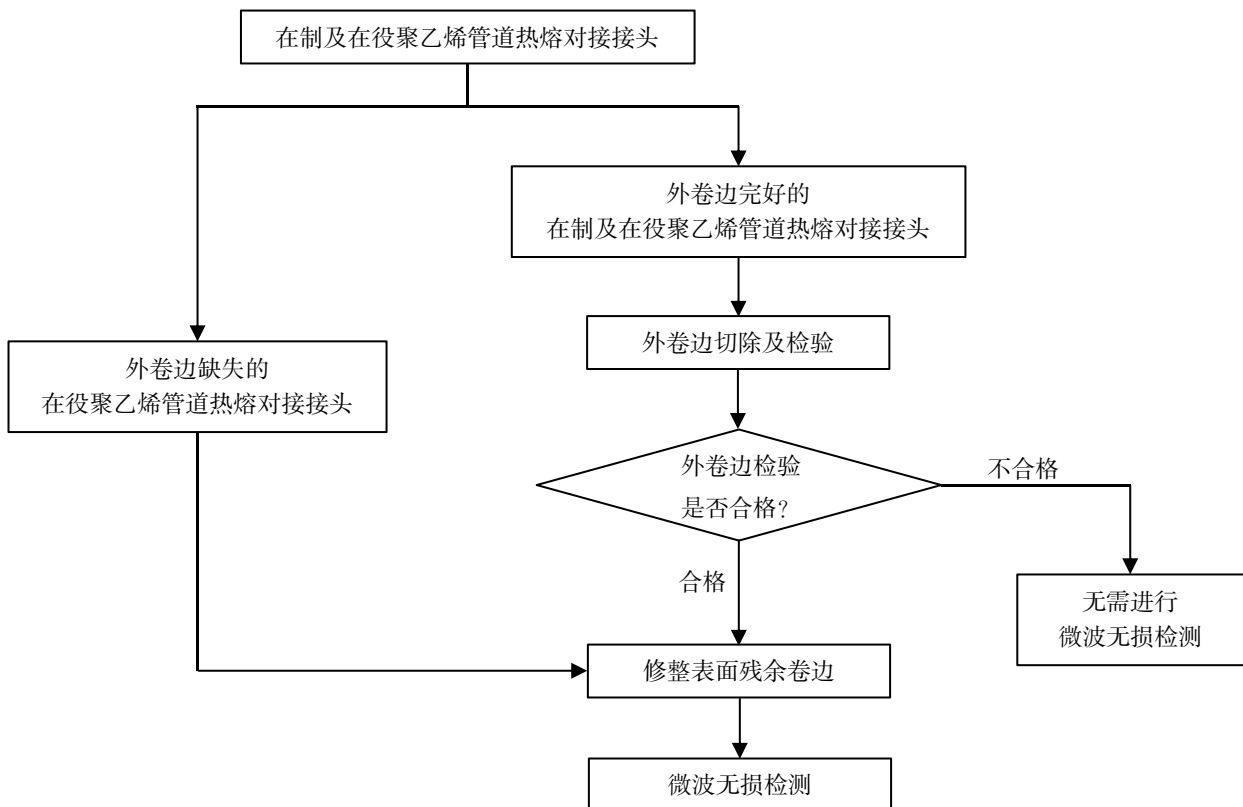


图 1 卷边检验流程

5.4.2 检测方向与范围

5.4.2.1 应对焊缝进行全周向检测，并在焊缝的两侧适当延伸，延伸要求如下：

a) 对于厚度小于 50mm 的管道，轴向检测长度应至少为 150mm 或焊缝两侧各 2 倍壁厚，两者以较大者为准。

b) 对于厚度大于或等于 50mm 的管道，轴向检测长度应至少为焊缝两侧各 2 倍壁厚，但总长不应

超过 250mm。

5.4.2.2 周向检测长度需大于被测热熔对接接头的周向长度且应有一定的重叠部分，重叠部分的长度至少为接头周长的 2%。

5.4.2.3 对于无法满足全周向检测的接头，可根据需要或需求将被检区域划分为几个小面积区域进行检测，此类划分应清楚明确，且需在检测报告中进行记录。

5.4.3 微波传感器安装

5.4.3.1 将聚乙烯专用微波传感器安装至微波传感器底座中，调节底座的轴向及周向角度，以使微波传感器与管道轴向及周向均垂直。

5.4.3.2 对于管体表面无法达到平整的情况，微波传感器的轴向偏差角（ α ）和周向偏差角（ β ）应在 5° 以内，参见图 2。

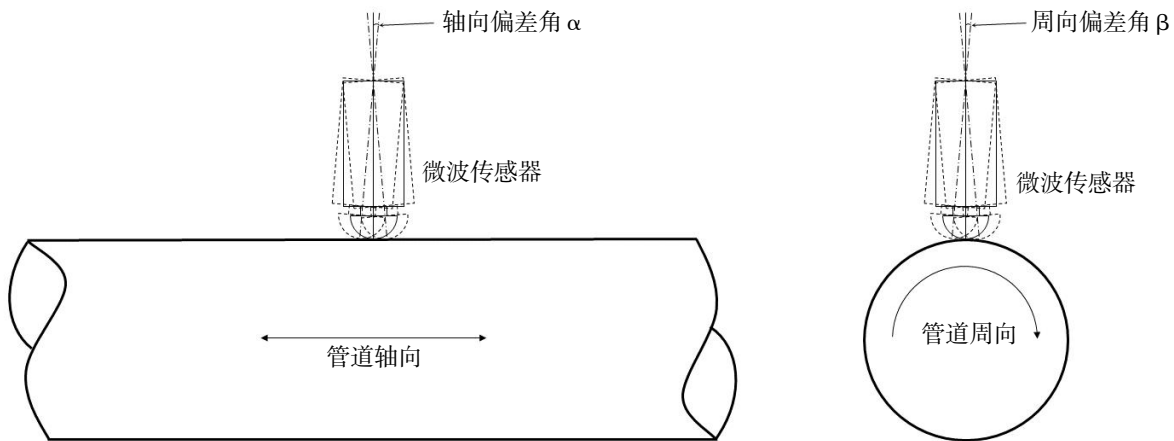


图 2 微波传感器轴向偏差角（ α ）及周向偏差角（ β ）示意图

5.4.4 系统设置

5.4.4.1 按照 5.4.2 节要求设置轴向及周向检测长度。

5.4.4.2 调整微波传感器的提高高度，使实时信号幅值在仪器的幅值范围内。

5.4.4.3 系统增益值应达到总幅值的 80%以上，零偏值应小于总幅值的 20%。

5.4.4.4 将安装好的微波传感器移动至选定的起始位置，并将该位置设置为“起点”。

5.4.5 检测

5.4.5.1 检测时应保证周向检测速度不大于 1mm/s，轴向检测速度不大于 85mm/s。

5.4.5.2 检测过程中应观察实时信号，如发现信号下降幅值超过 20%，则应中止检测，并调整系统设置重新检测。

5.4.5.3 检测完成后，按照系统提示保存文件，打开检测数据文件，评价数据有效性。

5.5 检测数据分析与评价

5.5.1 检测数据的有效性评价

5.5.1.1 分析数据之前应对所采集的数据进行评估以确定其有效性，数据应满足但不限于以下要求：

- a) 数据采集应基于 5.4.4 节中系统设置的增益值及零偏值；
- b) 采集的数据批应与 5.4.2 节中要求的检测范围具有一致对应性；
- c) 数据丢失量不应超过整个扫查数据量的 2%。

5.5.1.2 若数据不满足 5.5.1.1 节要求，应重新进行检测。

5.5.2 数据分析与评判

5.5.2.1 缺陷的表征

采用微波无损检测技术检测聚乙烯管道热熔对接接头会形成包含母材与焊缝介电特征值的二维图谱，图谱中管道周向检测长度应用 X 表示，轴向检测长度应用 Y 表示，如图 3 所示。

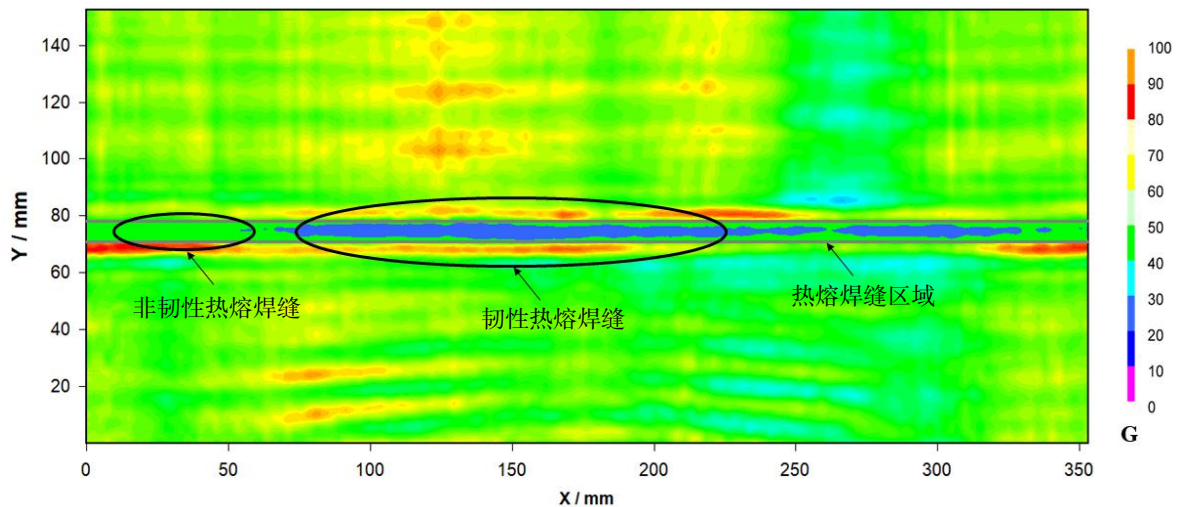


图 3 聚乙烯管道热熔对接接头微波检测图谱

5.5.2.2 缺陷（对应拉伸断口类型）评定

读取检测图谱的介电特征值（G），并根据介电特征值的大小将聚乙烯热熔焊缝的拉伸断口类型分为韧性与非韧性两类，具体分类及对应关系见表 1，两类焊缝的图谱表征见图 3。

表 1 聚乙烯热熔焊缝拉伸断口类型与介电特征值（G）对应关系表

聚乙烯热熔焊缝拉伸断口类型	介电特征值（G）
韧性	$0 \leq G \leq 30$
非韧性	$30 < G \leq 100$

注：微波检测图谱中的介电特征值表征焊接质量，介电特征值越低，焊缝抗拉强度越高。

5.5.2.3 质量分级

根据韧性热熔焊缝在管道周向上的连续长度比例（见公式(1)）及非韧性热熔焊缝在管道周向上的累计长度比例(见公式(2))对聚乙烯管道热熔对接接头质量进行等级划分，质量等级划分需同时满足 R 和 R' 的比例要求，具体的质量等级划分情况见表 2，对应质量等级图谱见附录 A。

$$R = \frac{L}{X} \times 100\% \quad \dots\dots\dots$$

(1)

$$R' = \frac{l}{X} \times 100\% \quad \dots\dots\dots$$

(2)

式中：

- L — 韧性热熔焊缝连续长度；
- l — 非韧性热熔焊缝累计长度；
- X — 管道周向检测长度（含叠加）；
- R — 韧性热熔焊缝连续长度比例；
- R' — 非韧性热熔焊缝累计长度比例。

表 2 聚乙烯管道热熔对接接头质量等级划分表

聚乙烯管道热熔对接接头质量等级	韧性热熔焊缝连续长度比例（ R ）	非韧性热熔焊缝累计长度比例（ R' ）
I	$R \geq 70\%$	$R' < 10\%$
II	$R \geq 70\%$	$10\% \leq R' \leq 30\%$
III	$R < 70\%$	/

6 记录与报告控制

6.1 记录控制

- 6.1.1 应确保检测过程中技术活动记录信息的完整性、充分性和可追溯性，电子记录和纸质记录均应安全储存。
- 6.1.2 采用计算机或自动设备对检测数据进行采集、处理时，对于手抄数据，应加以核查；对于保存在仪器中的数据记录，需定期备份至另外的数据储存设备中安全保存，对备份的完整性应当进行检查。
- 6.1.3 纸质原始记录应有技术人员复核，签署意见后作为编写检测报告的依据。
- 6.1.4 纸质原始记录应存档备查，保存时间至少为 5 年。

6.2 报告控制

- 6.2.1 微波无损检测报告应包括但不限于以下内容（参考附录 B）：
 - a) 有关单位：委托单位、焊接单位、检测单位；
 - b) 执行标准：焊接标准、检测标准；
 - c) 编号：报告编号、焊口编号、检测编号；
 - d) 设备型号：焊接设备型号、检测设备型号；
 - e) 被检热熔接头：管材/管件型号及厂家、规格及标准尺寸比、检测部位表面状况、管道状态、运行压力、检测地点；
 - f) 检测数据：数据文件名称、缺陷类型、位置与尺寸及缺陷部位的图像；
 - g) 检测结果；
 - h) 检测人员和责任人员签字及其技术资格等级；
 - i) 检测日期。
- 6.2.2 检测报告单应以原始记录为准，如实填写，不得随意更改或涂写。
- 6.2.3 检测报告单应打印清晰，内容完整，结论确切，全部数据单位均应采用法定计量单位。
- 6.2.4 审核后的检测报告单应存档备查，保存时间至少为 5 年。

附录 A

(资料性)

热熔对接接头微波无损检测特征图谱

A.1 I级聚乙烯管道热熔对接接头微波无损检测图谱见图A.1，图中 $X=360\text{mm}$ ， $L=360\text{mm}$ ， $R=100\%$ ， $l=0\text{mm}$ ， $R'=0$ 。

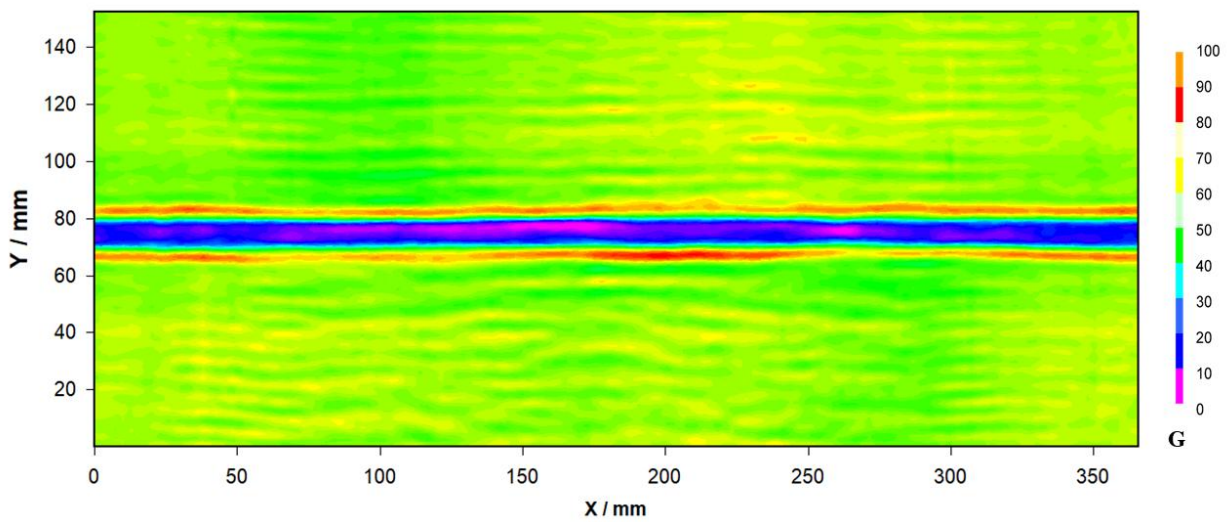


图 A.1 I级聚乙烯管道热熔对接接头微波无损检测图谱

A.2 II级聚乙烯管道热熔对接接头微波无损检测图谱见图A.2，图中 $X=360\text{mm}$ ， $L=300\text{mm}$ ， $R=83\%$ ， $l=45\text{mm}$ ， $R'=13\%$ 。

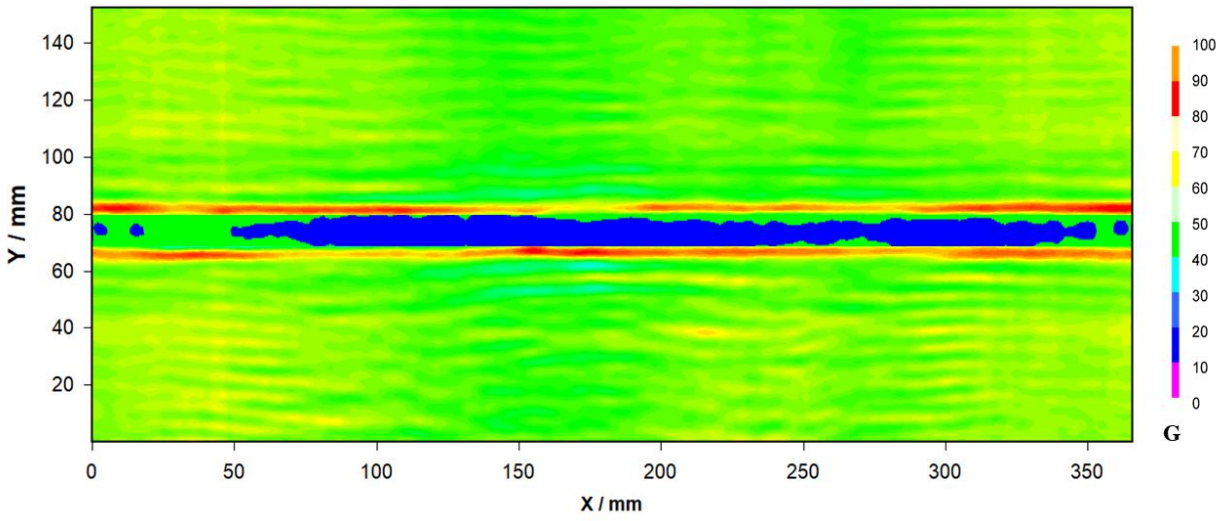


图 A.2 II级聚乙烯管道热熔对接接头微波无损检测图谱

A.3 III级聚乙烯管道热熔对接接头微波无损检测图谱见图A.3，图中 $X=360\text{mm}$ ， $L=140\text{mm}$ ， $R=39\%$ 。

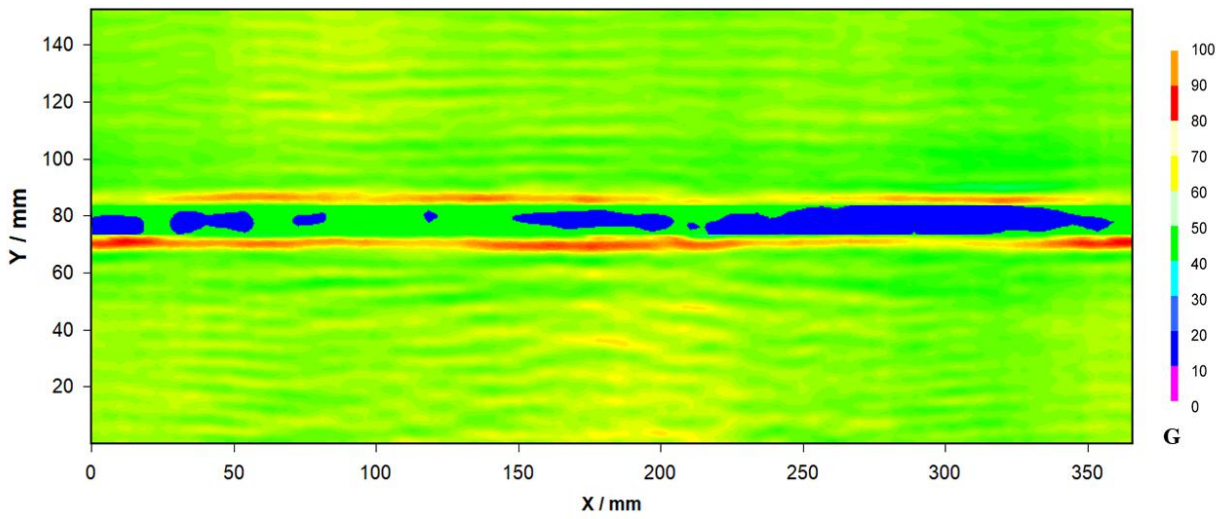


图 A.3 III级聚乙烯管道热熔对接接头微波无损检测图谱

附 录 B
(资料性)
检测报告示例

B.1 聚乙烯管道热熔对接接头微波无损检测报告见表B.1。

表 B.1 聚乙烯管道热熔对接接头微波无损检测报告
(委托单位名称)

报告编号:

共 页 第 页

基本信息	
焊口编号:	检测编号:
焊接标准:	检测标准:
焊接单位:	检测单位:
焊接设备型号:	检测设备型号:
管材/管件型号及厂家:	检测部位表面状况:
规格及标准尺寸比:	检测地点:
在制/在役:	运行压力:
聚乙烯 (PE) 热熔接头外观形貌	
卷边情况记录	

检测图谱			
数据分析			
结论			
检测（资格等级）：	日期：	审核（资格等级）：	日期：

参 考 文 献

- [1] TSG Z8001 特种设备无损检测人员考核规则
 - [2] GB 8702 电磁环境控制限值
 - [3] GB/T 19810 聚乙烯（PE）管材和管件 热熔对接接头拉伸强度和破坏形式的测定
-