

ICS 19.100
J 04



中华人民共和国国家标准

GB/T 35090—2018

无损检测 管道弱磁检测方法

Non-destructive testing—Test method for weak magnetic testing of pipeline

2018-05-14 发布

2018-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国无损检测标准化技术委员会(SAC/TC 56)提出并归口。

本标准起草单位：中国工程物理研究院总体工程研究所、四川瑞迪射线影像技术有限责任公司、上海材料研究所、中国石油天然气股份有限公司管道分公司、中石化长输油气管道检测有限公司、北京市燃气集团有限责任公司特种设备检验所、北京邹展麓城科技有限公司、新疆燃气集团、中国石油天然气第七建设公司青岛维康中油检测所、贵州燃气集团贵州安发工程检测有限公司、宁波市鄞州磁泰电子科技有限公司。

本标准主要起草人：胡绍全、牛红攀、韦利明、程发斌、向前、金宇飞、陈朋超、韩焯、刘清泉、李剑峰、张建兵、景文学、毕波、于润桥。

无损检测 管道弱磁检测方法

1 范围

本标准规定了一种管道弱磁检测方法,用于磁场信号强度通常在 0.1 mT 以下铁磁材质管道的几何变形、裂纹、材料损失、穿孔等损伤检测。

本标准适用于不处理表面保护层或覆盖层的管道直接检测和埋地管道的不开挖检测。本标准不适用于检测螺旋焊缝处损伤,不适用于有金属覆盖层的管道。

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 20737 无损检测 通用术语和定义

3 术语和定义

GB/T 20737 界定的术语和定义适用于本文件。

4 方法概要

4.1 探测运营中管道损伤引起的微弱空间磁场分布信号,经干扰去除、数据处理与分析,可判断出管道损伤的位置和类型,评估管道损伤状况。

4.2 特点及优点如下:

- a) 非接触式检测;
- b) 不需要停运、不需要清管等预处理,不需施加外部激励;
- c) 具有预警能力;
- d) 操作方便、简单,不受管道规格限制。

4.3 影响检测效果的因素如下:

- a) 管道运行状况,如管道规格、运行压力、投入使用时间等,影响磁场信号强弱;
- b) 不同区域大地磁场的差异性;
- c) 管道的人为磁化或消磁,影响损伤检测准确性;
- d) 被检管道外部的磁场干扰,如高压线、铁磁质标志牌、并行管道、交叉管道等,增加损伤诱发磁场信号提取难度;
- e) 检测仪器的自身零部件,如电子元件、铁磁质元件等,增加损伤诱发磁场信号提取难度;
- f) 检测仪器与被检管道的距离,包括竖直提离距离、水平偏移距离等,影响测得磁场信号的强弱;
- g) 检测仪器与被检管道相对位置的变化,如管道埋深的变化、仪器姿态变化等,影响磁场信号测量准确性。

5 人员要求

采用本标准对管道进行弱磁检测的人员应经过专业培训和考核,并获得雇主或其代理方的检测授权。

6 检测系统

6.1 检测仪器

6.1.1 检测仪器应至少具备以下功能:

- a) 能探测管道外磁场的空间分布;
- b) 能实时探测和记录管道的位置坐标;
- c) 能探测存储检测数据,并能传输到计算机上。

6.1.2 检测仪器性能指标应至少满足以下要求:

- a) 磁场测量的量程不低于 ± 0.1 mT;
- b) 磁场测量的分辨率不大于 1×10^{-7} mT;
- c) 100 m 距离的定位误差不大于 ± 0.5 m。

6.2 检测仪器核查

检测仪器应至少每年进行一次核查。

核查内容应至少包括仪器磁场测量量程、分辨率以及距离测量误差等内容。

6.3 检测分析软件

应有与检测仪器配套的检测分析软件,将检测仪器测得的检测数据结合管道特征参数等辅助信息进行数据分析和结果输出,包括干扰信号去除、损伤信号提取、损伤等级评估、损伤数据库功能。

7 检测

7.1 检测前准备

7.1.1 管道资料收集

管道运营企业应详细填写待检管线的信息记录表,并对填写内容的正确性负责,检测人员应在管道运营企业的配合下对待检管道进行现场勘查。管道信息记录表参见附录 A。

7.1.2 检测方案编制

检测人员应依据待检管线信息及勘查情况,制定检测方案。检测方案包括任务来源、检测目的、管道状态、检测流程、人员配备、进度安排等内容。管道弱磁检测流程参见附录 B。

7.2 现场检测

7.2.1 仪器检查

通过仪器自检程序检测传感器输出是否正常,电池电量、存储空间是否足够,以确保仪器能正常使用。

7.2.2 管道定位与标记

确定检测过程中开始记录数据的起点,宜以被测管道有明显标识(如测试桩、泵站起点或终点等)或裸露管道的位置为起始点;采用合适方法对管道进行准确定位和标记,沿管道轴线方向间距不大于 100 m (可视范围内)放置标志物。

7.2.3 管道磁信号测量

检测人员携带检测仪器沿着管道标记前进,测量管道外磁场信号。测量时应注意:

- a) 仪器保持平稳状态,避免出现大幅晃动;
- b) 检测过程中检测人员不携带铁磁材质饰品(包括皮带扣、衣服纽扣、钥匙、手表等)及手机等电子产品;
- c) 非检测人员远离检测仪器 5 m 以上,其他电子设备(如管线探测仪)在使用时远离检测仪器 10 m 以上;
- d) 检测过程中通过建造在管道上方的房屋、与道路和沟壑的交叉点、磁场干扰源等环境标志物时,做好记录。检测过程记录表参见附录 C;
- e) 被检管道如遇水域、沟壑等无法直接通过的特殊地段时,借助辅助装置进行检测。

7.3 数据初步分析

7.3.1 干扰信号去除

采用检测分析软件,对检测仪器采集的磁场信号进行干扰信号去除。干扰信号去除包括检测仪器自身铁磁质元件等载体磁场干扰信号的去除,仪器姿态摆动等测量过程引起干扰信号的去除,高压线等环境磁场干扰信号的去除,大地磁场信号的去除等方面。

7.3.2 损伤位置判断

采用检测分析软件,对去除干扰信号之后磁场数据,结合管道埋深等信息,判断损伤的位置。

7.3.3 损伤类型判断

根据损伤位置的磁信号的波形特征,结合检测软件的损伤数据库和检测人员的经验,初步判断损伤的类型。

7.3.4 损伤程度评估

获得损伤位置的磁信号后,通过式(1)对损伤位置的损伤程度进行评估。磁矢量分量差值计算示例,参见附录 D。 $G > 0$, G 越大表示损伤程度越高。

$$G = \sum_{i=x,y,z} \sqrt{\sum_{j=x,y,z} \left(\frac{\Delta H_{ij}}{\Delta l_i} \right)^2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- G —— 损伤程度大小的度量值;
- i, j —— x, y, z 方向;
- ΔH_{ij} —— i 方向排列的传感器之间磁矢量 j 分量的差值;
- Δl_i —— i 方向排列的传感器之间的距离。

7.4 损伤点取样

7.4.1 取样目的

通过取样,为损伤等级评估提供比对数据,用于确定损伤等级评估公式中的修正系数 A 。

埋地管道宜通过开挖来取样。

7.4.2 取样点的选择

管道检测数据初步分析完成后,应选择适当的损伤点作为取样点。取样点的选择依据如下:

- a) 每一损伤类型(见 7.3.3),至少选 2 个取样点;
- b) 根据损伤程度(见 7.3.4),选择 G 值较大的作为取样点;
- c) 检测人员认为需要取样的其他位置。

7.4.3 取样点的损伤测量

取样点的损伤宜采用其他无损检测方法进行测量。

测量结果应记录并填写取样点测量结果记录表。

7.5 损伤等级评估

取样完成后,结合管道信息、现场检测记录等,利用检测分析软件对初步分析结果进行再分析,确定被检管道除取样点外其他部位的损伤等级。

对于含有损伤的管道,依据损伤等级指标 F 确定管道的损伤等级。 F 由式(2)计算得出:

$$F = e^{-AG} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

A ——修正系数;

G ——损伤程度的度量值。

在确定修正系数 A 时,应使采用本方法获得的取样点损伤等级与采用其他无损检测数据评估获得的损伤等级一致。针对不同的损伤类型,确定各自的修正系数。对于同一损伤类型的多个取样点,应调整 A 值,使得各取样点损伤等级一致情况达到最优。

管道损伤等级可分为三个等级:Ⅰ级为高风险,Ⅱ级为中等风险,Ⅲ级为低风险,管道损伤等级及处理措施建议见表 1。

表 1 管道损伤等级划分

损伤等级	F 值	安全状况	处理措施建议
Ⅰ	$0 < F \leq 0.2$	高风险	立即修复
Ⅱ	$0.2 < F \leq 0.6$	中风险	计划修复
Ⅲ	$0.6 < F \leq 1.0$	低风险	定期检测

8 检测记录和报告

8.1 记录

应按检测流程的要求记录相关信息,并按相关法规、标准和(或)合同要求保存所有记录。

8.2 报告

检测报告至少应包括以下内容:

- a) 委托单位和检测单位的名称;
- b) 检测仪器名称和主要性能参数;

- c) 被检管道的信息；
- d) 执行与参考的标准；
- e) 检测方法的简单描述；
- f) 检测结果分析的简单描述；
- g) 取样点的损伤测量结果；
- h) 损伤等级评估用主要参数 G 、 A 、 F ；
- i) 被检管道损伤部位位置信息；
- j) 被检管道损伤部位对应等级；
- k) 被检管道损伤部位的处理措施建议；
- l) 检测结论；
- m) 检测人员和审核人签字；
- n) 检测日期。

附 录 A
(资料性附录)
管道信息记录表

管道信息记录表见表 A.1。

表 A.1 管道信息记录表

管道信息	参数
管道名称	
运营单位	
投入运营时间(年月)	
管道长度/km	
管道壁厚/mm	
管道外径/mm	
运行压力/MPa	
设计压力/MPa	
管道材质	
管道埋深范围/m	
输送介质(主要成分及腐蚀性)	
防腐层(类型及厚度)	
近期检测情况(检测时间、检测标准、检测方式及结果等)	
管道维修情况(维修时间、维修方式及位置等)	
其他信息(并行管道、交叉管道等)	
备注:	

附录 B
(资料性附录)
管道弱磁检测基本流程

管道弱磁检测基本流程见图 B.1。

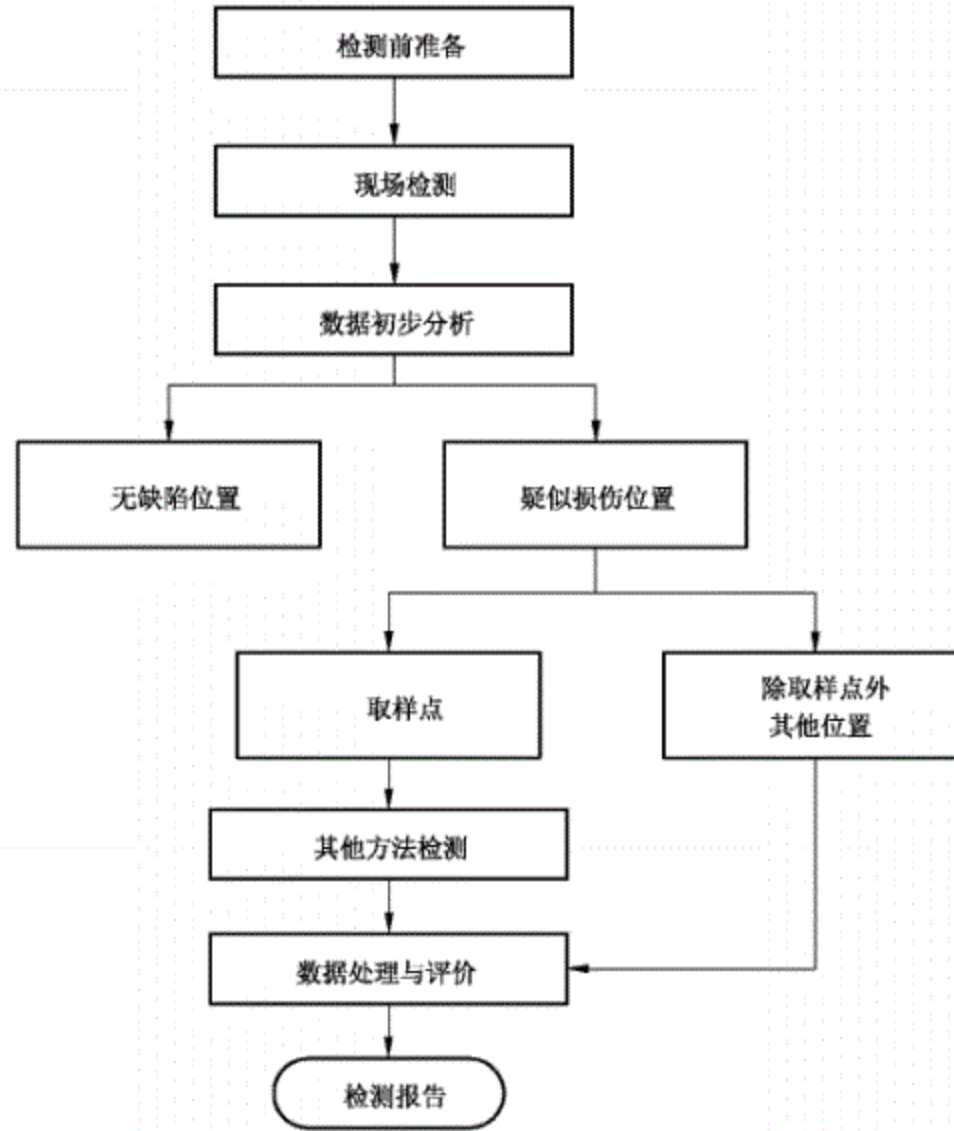


图 B.1 管道弱磁检测基本流程

附 录 C
(资料性附录)
检测过程记录表

检测过程记录表见表 C.1。

表 C.1 检测过程记录表

管道名称						
检测长度				起点(km 或坐标)		
				终点(km 或坐标)		
序号	参考起点	里程/m	GPS(经、纬度)	干扰源、特殊地貌描述	数据文件名称	备注
检测人员：			记录人员：			日期：

附录 D
(资料性附录)
磁矢量分量的差值计算示例

图 D.1 给出了一种检测仪器传感器布局与被检管道位置示意图。其中管道走向为 z 向, 检测仪器在被检管道上方提高一定高度行进, 行进方向为 z 向。

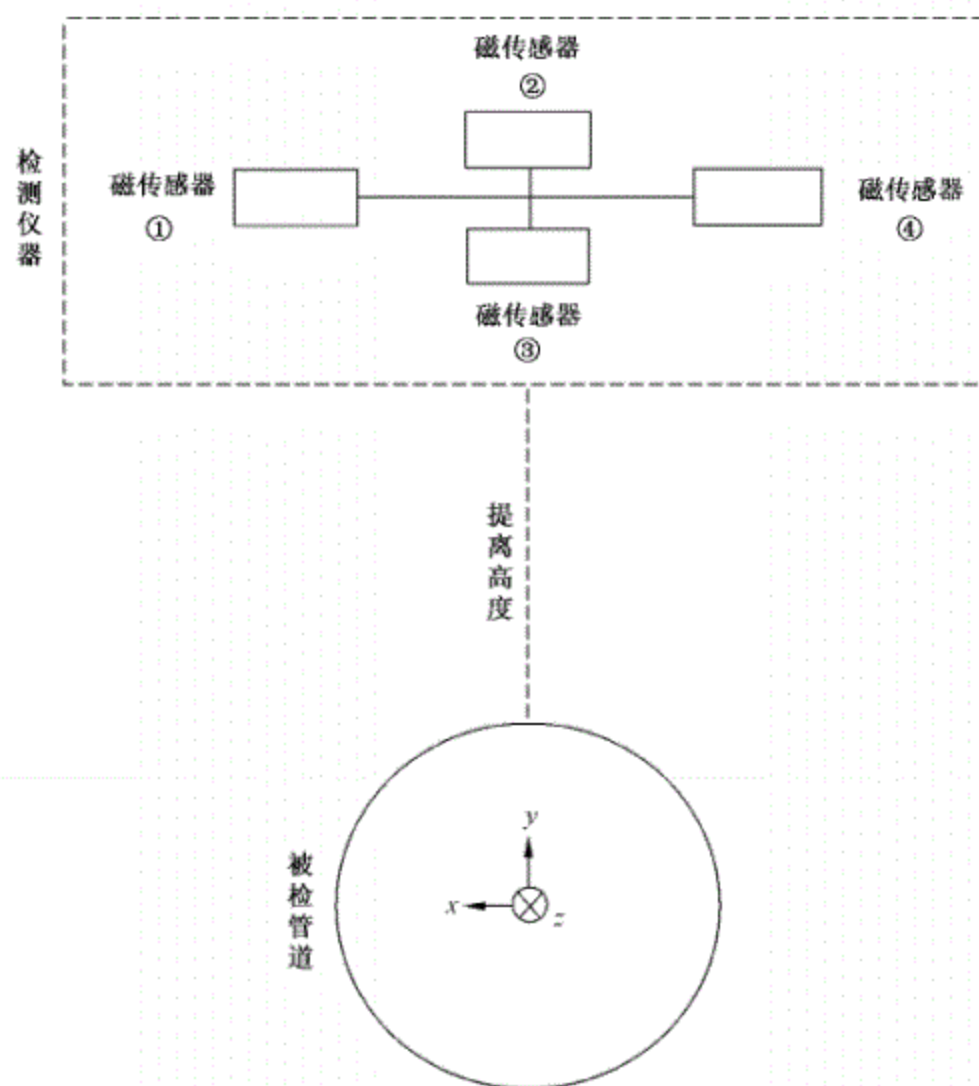


图 D.1 一种检测仪器传感器布局与被检管道位置示意图

按照图 D.1 所示, 传感器布局计算磁矢量差值的方法如下:

x 方向排列的传感器之间磁矢量分量的差值为:

$$\Delta H_{xx} = H_x^1 - H_x^4$$

$$\Delta H_{xy} = H_y^1 - H_y^4$$

$$\Delta H_{xz} = H_z^1 - H_z^4$$

y 方向排列的传感器之间磁矢量分量的差值为:

$$\Delta H_{yx} = H_x^2 - H_x^3$$

$$\Delta H_{yy} = H_y^2 - H_y^3$$

$$\Delta H_{yz} = H_z^2 - H_z^3$$

利用磁场信号的无旋性和无源性, z 向的磁梯度张量分量为:

$$\frac{\Delta H_{zx}}{\Delta l_z} = \frac{H_x^1 - H_x^4}{\Delta l_x}$$

$$\frac{\Delta H_{zy}}{\Delta l_z} = \frac{H_y^2 - H_y^3}{\Delta l_y}$$

$$\frac{\Delta H_{zz}}{\Delta l_x} = -\frac{H_x^1 - H_x^4}{\Delta l_x} - \frac{H_y^2 - H_y^3}{\Delta l_y}$$

式中：

H_i^n —— n 号传感器的磁矢量 i 方向分量；

Δl_x ——1 号传感器与 4 号传感器之间的距离；

Δl_y ——2 号传感器与 3 号传感器之间的距离。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
无损检测 管道弱磁检测方法
GB/T 35090—2018

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2018年5月第一版

*

书号: 155066·1-60119

版权专有 侵权必究



GB/T 35090—2018

