

附件 1

ICS 19.020
CCS F 04



中国特种设备安全与节能促进会标准

GPASE PXXX-XXXX

管道漏磁内检测设备牵拉操作通用要求

General requirements for pulling test operation of pipeline MFL internal equipment

XXXX-XX -XX 发布

XXXX-XX -XX 实施

中国特种设备安全与节能促进会 发布

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	2
5 人员要求	4
6 安全操作要求	4
7 牵拉试验场地规定	4
8 地面标识器 (AGM) 放置规定	5
9 牵拉试验流程	5
10 性能指标评价	5
11 牵拉试验记录、报告及提交资料	6
12 内检测器性能规格验证	6
附录 A (资料性) 牵拉试验管段公称尺寸	7
附录 B (资料性) 设备检查确认表	8
附录 C (资料性) 牵拉试验记录表	9
附录 D (资料性) 牵拉试验内检测性能验证报告模板	10
附录 E (资料性) 检测器缺陷尺寸量化精度表	13
附录 F (资料性) 牵拉试验样管	14
附录 G (资料性) 人工缺陷	15

管道漏磁内检测设备牵拉操作通用要求

1 范围

本标准规定了轴向励磁管道漏磁内检测器牵拉试验的一般要求、牵拉试验流程、性能评价指标和报告提交等要求。

本标准适用于在牵拉试验场开展的管道轴向励磁漏磁内检测器的牵拉试验。

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 27699 钢质管道内检测技术规范

GB 50517 石化金属管道工程施工质量验收规范

GB 32167 油气输送管道完整性管理规范

SY/T 6597 油气管道内检测技术规范

3 术语和定义

GB/T 27699、SY/T 6597界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

性能规格 Performance specification

用于确定内检测器检测、分类、表征特征能力的一系列技术指标。

3.2

漏磁检测 Magnetic flux leakage MFL

利用磁铁磁化管壁，通过磁通量变化，检测管体和焊缝中存在的缺陷和管道特征的内检测技术。

3.3

标识器 Above-ground maker (AGM)

置于管道上方的便携或永久性设备，能够探测并记录内检测器的通过信号，或内检测器能够探测并记录其发射信号。

3.4

可信度 Certainty

检测结果报告的异常特征在规定公差范围内的概率。

3.5

置信度 Confidence level

总体参数值落在样本统计值某一区间的概率，用于描述在指定条件下数据的可信度。

3.6

检测概率 Probability of detection (POD)

特征能被内检测器探测到的概率。

3.7

识别概率 Probability of identification (POI)

能够正确识别被检测到的异常或其他特征的概率

3.8

检测阈值 Detection threshold

为获得指定的探测概率，某一异常尺寸应超出的临界值。

3.9

报告阈值 Reporting threshold

说明是否应报告某一异常的参数，该参数可以是一个有关异常或特征的深度、宽度或长度的限制值。

3.10

量化精度 Sizing accuracy

报告的异常尺寸或特征的精度。通常精度用公差和可信度表示。如金属损失深度的量化精度可表示为可靠性 90%，公差为±10%的壁厚。

3.11

牵拉试验 Pulling test

为验证管道内检测器的缺陷检出概率、识别概率、量化精度和定位精度而开展的测试。

4 一般要求

4.1 开展牵拉试验的单位应具备国家市场监督管理总局核准颁发的在有效期内的特种设备检验检测机构核准证（MFL-漏磁内检测）。

4.2 开展牵拉试验的技术人员应具备国家市场监督管理总局颁发的相应资格证书。

4.3 牵拉试验场地环境要求：

试验现场应保持有良好的通风和照明条件，以便于观察和记录试验结果。

4.4 牵拉试验前，应准备好检测设备及牵拉试验所需的起重设备、相关备品备件等设备、物资，并认真阅读牵拉试验装置使用手册和检测设备使用说明书。

4.5 牵拉试验作业流程：

牵拉试验作业流程应包括：牵拉试验方案编制、人员及设备物资准备、设备检查与调试、牵拉试验作业、牵拉试验结果检查、出具牵拉试验报告、出具内检测器性能验证报告。

注：牵拉试验结果是否合格判定标准为根据内检测服务方提供的管道漏磁内检测器性能评价指标与牵拉试验结果进行比对：

- a) 若牵拉试验结果符合内检测服务方提供的管道漏磁内检测器性能评价指标，则牵拉试验结果相同，出具牵拉试验报告，及内检测器性能验证报告。
- b) 若牵拉试验结果不符合内检测服务方提供的管道漏磁内检测器性能评价指标，则重新进行牵拉试验。

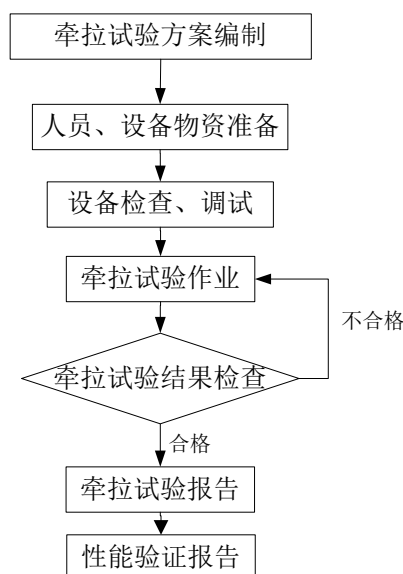


图1 牵拉试验流程图

4.6 牵拉试验作业准备

4.6.1 人员设备进场：

- a) 按照牵拉试验计划，提前将相关人员、设备、物资调遣至试验场规定地点，按照试验场管理规定办理进场手续。
- b) 严格遵守试验场工作制度和工作、安全与环保要求。
- c) 作业人员劳动保护要求：穿工作服、工作鞋，戴安全帽等。

4.6.2 检查、调试：

- a) 试验前，对牵拉试验装置、设施进行必要的检查，保障牵拉试验顺利运行。
- b) 对检测设备进行检查、现场调试，对检测设备的探头进行校准，确保检测设备及附属设备工作正常。如果设备存在损坏情况，对设备进行现场维修。现场不能维修则做好标识并返厂处理。

4.7 牵拉前，应对检测设备进行检查与确认，填写设备检查确认表（见附录 B）。

4.8 内检测服务方应提供内检测器的性能指标，包括但不限于以下参数：

- a) 设备长度；
- b) 设备重量；
- c) 设备过盈量；
- d) 磁场强度；
- e) 万向节最大承受力；
- f) 检测阈值；
- g) 检出概率；
- h) 识别概率；
- i) 定位精度，包括轴向定位和周向定位；
- j) 缺陷尺寸量化精度；
- k) 报告格式和数据格式。
- l) 皮碗数量

4.9 缺陷检测范围

- a) 外腐蚀；

- b) 内腐蚀;
- c) 划痕。

4.10 牵拉试验速度要求

4.10.1 对于未投入现场应用的内检测器,应在内检测服务方提供的内检测器运行速度范围内,按最小速度、最大速度以及最佳速度进行牵拉,以验证不同速度下内检测器的性能。

4.10.2 对于现场应用成熟的内检测器,应在内检测服务方提供的内检测器运行速度范围内,至少按照最大速度和最小速度进行牵拉。

4.10.3 对于应用于液体管道的内检测器,应至少测试在 0.5m/s~2 m/s 内的速度根据现场条件多次测量,验证内检测器的检测能力和缺陷检测精度。

4.10.4 对于应用于气体管道的内检测器,应至少测试在 0.5 m/s~5 m/s 内的速度根据现场条件多次测量,验证内检测器的检测能力和缺陷检测精度。

4.10.5 对于应用于特殊工况管道的内检测器:

- a) 对于应用于低压低流量情况管道的内检测器,应至少测试在 0.1m/s~0.5m/s 内的速度根据现场条件多次测量,验证内检测器的检测能力和缺陷检测精度。
- b) 对于应用于高速情况管道的内检测器,应至少测试在 5m/s~10m/s 内的速度根据现场条件多次测量,验证内检测器的检测能力和缺陷检测精度。

4.11 要求牵引装置的牵引力满足不同规格的内检测器的牵拉试验,牵拉设备的额定牵引力大于待测内检测器的运行最大阻力。

4.12 每次牵拉时,应测量管道外壁磁场强度。

4.13 牵拉时,应对地面标记盒进行测试,以验证内检测器的轴向定位性能。

4.14 牵拉时,应开展至少 3 次牵拉试验,对内检测器的速度和精度指标进行验证。

4.15 牵拉结果应满足内检测服务方提供的牵拉试验精度指标。

4.16 待开展牵拉实验的管道漏磁内检测器的 POD 及 POI 值不应低于 90%。

4.17 牵拉试验管道的缺陷信息应为保密信息,人工缺陷分布图不应提供给内检测服务方。

5 人员要求

依据本标准参与漏磁内检测器牵拉测试与评价的技术人员,应持有特种设备无损检测MFL-II资质证书,其中:

- a) 参与检测设备牵拉测试人员:应持有 MFL-II 资质证书 2 年及以上;
- b) 参与检测设备牵拉测试数据分析人员:应持有 MFL-II 资质证书,且应有 3 年及以上数据分析经验。

6 安全操作要求

6.1 参与检测设备牵拉测试人员应严格执行国家的安全作业规定。牵拉测试人员应熟悉有关消防知识、电气安全知识和人身触电紧急救护方法,能正确使用消防用具和设备。

6.2 牵拉试验方应具备安全用具、防护用具和消防器材等。

6.3 牵拉试验用蓄能器作为一种压力容器,其设计、制造和检验必须遵守压力容器国家相关标准、规范进行。

7 牵拉试验场地规定

7.1 牵拉管道的口径应具备以下任意口径条件,符合管道内检测器实际工作条件,管道公称尺寸 DN100-DN1400;牵拉试验管道公称尺寸见附录 A。

7.2 牵拉管道的长度 $\geq 100\text{m}$ ，包括加速段、减速段和匀速段，匀速段不应小于 60m，减速段不应小于 20m。

7.3 牵拉试验场地长度应大于 150m，宽度大于 40m。

7.4 牵引速度应满足 4.10 条。

7.5 牵拉试验样管

7.5.1 牵拉试验管道每节管子上应有标识，标识内容为编号/管径/管长/壁厚/材质。

7.5.2 牵拉试验样管缺陷：

- a) 牵拉试验样管可根据内检测服务方需要选择人工缺陷标准缺陷样管或自然缺陷样管。
- b) 牵拉试验人工缺陷样管宜在匀速段制作人工缺陷，人工缺陷制作要求及数量见附件 F。
- c) 牵拉试验自然缺陷应通过几何尺寸测量、超声测量等方式对缺陷尺寸进行标定。自然缺陷样管中应包含 3%t~80%t 不同深度缺陷数量大于等于 4 个。

8 地面标识器（AGM）放置规定

8.1 开展牵拉试验期间，应对地面标识器的跟踪定位功能进行验证。

8.2 牵拉试验管段，地面标识器每隔 25 米放置一个。

9 牵拉试验流程

9.1 牵拉前应编制牵拉试验方案并通过审批。

9.2 牵拉前应对牵拉现场进行勘察，并对牵拉条件进行确认。

9.3 牵拉前应对牵拉设备进行检查确认。

9.4 牵拉完成后，应对检测设备外观进行检查，内检测服务方应对牵拉数据进行处理，并提供牵拉试验报告。

9.5 应根据牵拉数据和实际缺陷数据对比分析结果，出具内检测器性能验证报告。

10 性能指标评价

10.1 检测概率（POD）

10.1.1 应对内检测服务方给出的 POD 指标的缺陷特征按式（1）计算内检测器的实际 POD 值。

$$POD = \frac{t}{T} \times 100\% \quad \dots \dots \dots (1)$$

式中：

POD ——实际 POD 值；

t ——检测到的缺陷总数；

T ——缺陷实际总数。

注：检测到的缺陷总数和缺陷实际总数均为尺寸超过内检测服务方给出的检测阈值的缺陷数量。

10.1.2 应比较实际 POD 与内检测服务方给出的 POD，评价 POD 指标是否满足要求。

10.2 识别概率（POI）

10.2.1 应对内检测服务方给出 POI 指标的缺陷特征按式（2）计算内检测器的实际 POI 值。

$$POI = \frac{m}{T} \times 100\% \quad \dots \dots \dots (2)$$

式中：

POI ——实际 POI 值；

m ——正确识别的缺陷总数；

T ——识别到的缺陷实际总数。

注：正确识别的缺陷总数和识别到的缺陷实际总数均为尺寸超过内检测服务方给出的检测阈值的缺陷数量。

10.2.2 应比较实际 POI 与内检测服务方给出的 POI，评价 POI 指标是否满足要求。

10.3 定位精度

应比较缺陷在轴向和周向位置上内检测服务方给定的定位偏差与现场实际测量偏差，评价缺陷定位精度。

10.3.1 内检测器速度应根据实际牵拉速度和原始检测数据质量，评价内检测服务方给定的内检测器运行速度。

10.3.2 磁化水平应根据牵拉管道的实际壁厚和原始检测数据，评价内检测器的磁化水平。

10.3.3 综合评价应依据内检测服务方提供的最终牵拉试验报告进行综合评价。

11 牵拉试验记录、报告及提交资料

11.1 应按照现场试验实际情况详细记录试验过程的有关信息和数据，至少应包括以下内容：

- a) 牵拉管道资料表、牵拉管段布管图、实测的人工缺陷分布图（牵拉试验方留存）；
- b) 牵拉现场照片、牵拉设备照片；
- c) 内检测器设备调试记录；
- d) 漏磁内检测器牵拉信息表。

11.2 内检测服务方应报告每次牵拉检测出的缺陷信息，并提供每次牵拉的检测数据以及客户端应用软件。

11.3 牵拉试验方应依据内检测服务方提供的内检测器性能指标及现场牵拉试验记录出具内检测器性能验证报告，报告模板参见附录 D。

11.4 牵拉试验竣工资料应至少包括以下内容：

- a) 牵拉试验方案；
- b) 牵拉试验报告；
- c) 内检测器性能验证报告；
- d) 内检测服务方提供的客户端应用软件及检测数据；
- e) 提交设备的综合分析报告。

12 内检测器性能规格验证

12.1 来自人工缺陷或自然样管缺陷的全尺寸牵拉试验数据可用于建立和验证内检测器性能规格。

12.2 在设计牵拉试验时，应根据试验目的考虑各种因素对测量结果的影响，包括但不限于：

- a) 特征类型
- b) 特征尺寸
- c) 特征位置
- d) 与其他特征的相互影响
- e) 管道壁厚
- f) 牵拉速度

附 录 A
(资料性)
牵拉试验管段公称尺寸

牵拉试验管段公称尺寸表见表 A.1。

表A.1 牵拉试验管段公称尺寸表

序号	公称尺寸
1	DN100
2	DN150
3	DN200
4	DN250
5	DN300
6	DN350
7	DN400
8	DN450
9	DN500
10	DN550
11	DN600
12	DN650
13	DN700
14	DN750
15	DN800
16	DN850
17	DN900
18	DN1000
19	DN1050
20	DN1200
21	DN1400

附 录 B
(资料性)
设备检查确认表

设备检查确认表见表 B.1。

表B.1 设备检查确认表

设备名称		牵拉试验单位	
设备组装日期		牵拉试验日期	
产品铭牌			
设备型号规格		生产单位名称	出厂日期
产品主要性能指标			
检测器长度			
检测器重量			
检测通道数量			
传感器采样间隔			
里程轮数量			
检测壁厚范围			
运行速度范围			
牵拉试验前外观检验			
皮碗数量			
骨架是否完好	是 否	骨架前端是否设置拉环	是 否
设备是否带尼龙刷	是 否	设备是否带磁铁	是 否
是否带测径板	是 否	设备是否采用防松螺母	是 否
设备各紧固件紧固力矩是否满足要求	是 否	螺栓紧固后螺杆出头长度 (mm)	
泄流孔检验			
泄流孔数量		泄流孔尺寸 (mm)	
前部皮碗各泄漏孔的有效面积总和是否为管道流通面积的 1%-8%	是 否	前后皮碗的泄流孔面积之比是否为 1:1.5-1:2	是 否
皮碗检验			
皮碗过盈量是否满足要求 (宜为 1.025 倍至 1.05 倍)	是 否	皮碗表面是否光滑, 均匀, 有无变形等缺陷	是 否
设备上前后皮碗同轴度是否小于 2mm	是 否	皮碗安装顺序是否正确	是 否
皮碗密封间距是否满足要求 (骨架上安装 2 个皮碗时, 两皮碗密封间距宜为管径的 1.1 倍至 1.4 倍。骨架上安装 3 个至 4 个皮碗时, 外端两皮碗密封间距为管径的 1.15 倍至 1.5 倍)			是 否
检测单元检验			
检测探头数量	是 否	探头调试是否正常	是 否
存储模块是否正常	是 否	最大检测时间 (min)	

附 录 C
(资料性)
牵拉试验记录表

牵拉试验记录表见表 C.1。

表C.1 牵拉试验记录表

牵拉试验记录表				
设备参数	检测设备型号		设备编号	
	供电类型		探头数量	
管道参数	钢管直径		长度	
	壁厚		材质	
	类型（直缝/无缝/螺旋）			
其他参数	牵拉时间		牵拉速度	
	牵拉次数		缺陷数目	
<p>其他需说明内容</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> 记录人： 日期： </div>				

附 录 D

(资料性)

牵拉试验内检测性能验证报告模板

漏磁内检测牵拉试验报告模板如下：

D.1 漏磁检测器牵拉试验报告封面

漏磁检测器牵拉试验报告封面见图D.1。

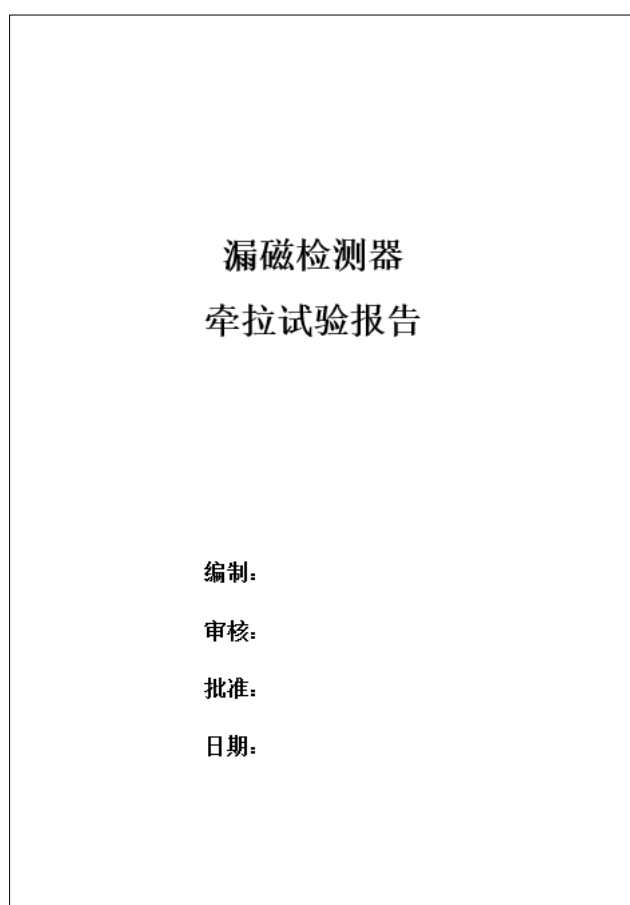


图6 漏磁检测器牵拉试验报告封面

D.2 概述

D.3 检测器性能参数及检测精度

D.3.1 检测器性能参数见表 D.1。

表D.1 检测器性能参数表

指标名称	技术参数
运行速度	
工作温度	
工作压力	
工作时间	
最大一次检测里程	
通过弯头能力	
通过变形能力	
腐蚀检测通道数量	
里程通道数量	
周向通道数量	
检测壁厚范围	
周向偏差	

D.3.1 检测器精度指标。

D.4 牵拉试验

D.4.1 漏磁检测器组成。

D.4.2 牵拉试验过程。

D.5 牵拉试验数据分析

D.5.1 检测结果统计

金属损失统计应包括：

- a) 全部金属损失数量；
- b) 一般金属损失数量；
- c) 坑状金属损失数量；
- d) 环向凹沟数量；
- e) 轴向凹沟数量；
- f) 环向凹槽数量；
- g) 轴向凹槽数量；
- h) 深度 $<10\%t$ (t 为管道壁厚)的金属损失数量；
- i) $10\%t \leq$ 深度 $<20\%t$ 的金属损失数量；
- j) $20\%t \leq$ 深度 $<30\%t$ 的金属损失数量；
- k) 深度 $>40\%t$ 的金属损失数量。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/488074104023007005>