

城镇燃气管道内检测技术规程

Code of practice for in-line inspection of urban gas pipelines

2024 - 07 - 30 发布

2024 - 08 - 30 实施

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。

本文件由安徽省特种设备检测院提出。

本文件由安徽省市场监督管理局归口。

本文件起草单位：安徽省特种设备检测院、合肥合燃华润燃气有限公司。

本文件主要起草人：程浩、高薇、赵波、胡伟华、陈由熹、于磊、姚立东、司卫东、刘亮、阮玮、黄孝政、赵锴、余小卫、李小明。

城镇燃气管道内检测技术规程

1 范围

本文件规定了城镇燃气管道内检测清管、几何变形、金属损失、裂纹和惯性导航检测的技术要求。本文件适用于外径159mm及以上城镇钢质燃气管道内检测。长输油气管道内检测参照执行。

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。

SY/T 6597 油气管道内检测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

内检测 in-line inspection (ILI)

借助于流体压差使检测器在管内运动，检测管道缺陷（内外壁腐蚀、损伤、变形、裂纹等）、中心线位置和结构特征（焊缝、三通、弯头等）的方法。

3.2

清管 pigging

利用清管设备对管道内部存在的可能影响检测结果的杂质、积垢及凝结物等进行清理。

3.3

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。

3.4

设标 marking

为实现对检测出的管道特征精确定位而设置地面测量标记点的工作。

3.5

惯性导航检测 Inertial navigation detection

使用惯性导航装置对管道走向进行检测，并绘制管道中心线的高程和平面图。

3.6

管道特征 pipeline feature

所能检测识别出来的管道本体、焊缝、弯头、阀门、三通、法兰、绝缘接头及其他管道附属设施，或因管道变形、腐蚀、制造缺陷、外接金属、壁厚变化等产生的异常。

3.7

缺陷 defect

尺寸或特征超出可接受范围的异常点。

3.8

变形 deformation

形状与出厂状态比发生了永久性的改变，如凹陷、褶皱、波纹、屈曲、弯曲或影响管道截面圆度或平局度的其他变化。

3.9

开挖验证 excavation verification

通过选取检测特征值进行开挖，验证检测结果的准确性。

4 基本要求

4.1 资质

4.1.1 承担城镇燃气管道内检测的检测单位应具备国家市场监督管理总局核准的 MFL 资质。

4.1.2 承担城镇燃气管道内检测的检测单位检测人员应取得 MFL-II 证。

4.1.3 内检测项目负责人应具备至少 2 年以上的管道内检测现场操作经验。

4.1.4 内检测数据判读人员应持 MFL-II 证，并从事数据判读 2 年以上。

4.2 检测器

4.2.1 内检测器性能规格应规定探测、定位、识别、表征、量化管道异常和特征的能力，具体指标参照 SY/T 6597 执行。

4.2.2 检测单位应通过有效的统计方法建立内检测器在特定管道运行时的性能指标。

4.3 检测条件

4.3.1 管道运营方和检测单位宜共同搜集待检管道的相关信息，评估管道检测的适宜性，并对影响管道检测的限制进行更新和改造，管道信息填写按附录 A 的规定执行。

4.3.2 管道运营方向检测单位提供管道调查表，列出待检管道的物理特征和运行条件。

4.3.3 管道调查表填写完成后，由管道运营方相关负责人对管道信息进行核查并签字确认。

4.3.4 如果介质包含化学物质如硫化氢，宜考虑修改标准内检测器的设计以解决腐蚀性的问题，其他化学物质也可要求对内检测器进行改造，宜提前进行。

4.3.5 三通开孔直径大于 30%管道外径的三通应设置档条或挡板，如管道运营方不确定三通是否有档条，应通过开挖做射线检测等方法进行确认。

4.3.6 管道弯头的曲率半径应满足相应规格内检测器的通过性能指标。

4.3.7 管道沿线阀门应开启灵活，检测期间应处于全开状态，全开状态的阀门内径应满足内检测器最低通过性能指标。

4.3.8 内检测器运行期间，管道的输送排量应保持平稳且满足内检测器运行速度的要求。

4.3.9 检测前应充分考虑管道运行压力和介质流量。

4.4 检测方案

4.4.1 根据收集到的管道相关信息，充分考虑本次检测的重点，编制具有针对性的检测方案。

4.4.2 方案中应包含管道的基本情况信息，并对检测中可能遇到的风险情况进行分析，针对每一种风险提出相应的解决方案。

4.4.3 参与本次项目检测的人员应进行分工。

4.4.4 制定检测计划表，清管和检测方案中应考虑管道实际情况，给出清管器发送顺序、发送次数和

内检测器的发送前的各项准备工作。

4.4.5 检测结束后数据的下载和检测结果的完整性和有效性应符合 SY/T 6597 的相关要求。

5 收发球作业

5.1 置换

5.1.1 管道收发球作业前应对收发球筒进行氮气置换，氮气置换应由专业人员进行操作。

5.1.2 氮气置换应待收发球筒内压力为 0 MPa 时从注氮孔开始注氮，注氮气时应缓慢打开阀门逐渐加大，并用发泡剂观察注氮孔是否泄漏。

5.1.3 氮气置换应设置隔离区，氮气瓶组应尽量远离收发球筒。

5.1.4 当球筒采用液氮汽化装置进行注氮时，应注意观察软管是否结霜冰冻，如发现冰冻现象应立即停止注氮，待冰冻解除后继续注氮。

5.1.5 氮气置换应分多次进行，每次注氮气球筒压力不宜超过 0.2 MPa，每次置换后测天然气含量，直至天然气含量不大于 1%为合格。

5.2 发球作业

5.2.1 管道发球作业前应进行管道运行系统调试，确保系统正常运行。

5.2.2 内检测器发送前应检查发射装置和跟踪装置是否正常运行，并从站内入地弯头开始对内检测器进行跟踪。

5.2.3 球筒置换完成后，由管道运营方专业操作人员打开快开盲板，检查球筒内无异物后将内检测器送入球筒底部大小头位置，确保清管器第一个皮碗与大小头紧密贴合。

5.2.4 管道运营方关闭快开盲板后，缓慢打开相应阀门，待球筒冲压后，检测盲板、阀门、仪表口是否泄漏。

5.2.5 发球操作时应观察发球指示器、管道震动情况和跟踪装置，确认内检测器发送成功，并记录发送时间。

5.3 收球作业

5.3.1 管道内检测作业时，收球筒应提前放置缓冲装置避免内检测器直接与快开盲板发生碰撞，导致球筒损坏，对于泡沫清管作业时，收球筒还应提前放置收球笼，防止泡沫检测器被吸入管道中。

5.3.2 当有可能清出硫化铁或其他自燃物时，应在开盲板前对收球筒采取注水、喷淋等防护措施。

5.3.3 内检测器进入球筒后应使用跟踪装置探测内检测器的位置，确认内检测器完全进入球筒。

5.3.4 快开盲板在置换合格后，由管道运营方专业人员打开，盲板应缓慢打开，并观察球筒内情况。

5.3.5 收球筒内清理出的污物由管道运营方进行收集、处理。

6 设标与跟踪

6.1 设标

6.1.1 应使用地面探管仪，对清管和检测作业中所需要的参考点进行踏线选点。

6.1.2 参考点宜选设在管道里程桩、标志桩、标志贴、测试桩等永久标识附近且容易进入的位置，以一定间隔设置，通常不大于 1 km。

6.1.3 在大落差或阀室、穿跨越、大转弯等特殊位置宜加密设置参考点。

6.1.4 参考点选择应避免在容易出现山体滑坡、悬崖边、深水岸边等危险区域。

6.2 跟踪

- 6.2.1 跟踪开始前应列好参考点位置清单，并根据参考点位置、数量提前制定跟踪计划。
- 6.2.2 清管及检测前，跟踪人员应提前对全线设标点进行踏线，设定跟踪进入路线，必要时可组织模拟跟踪。
- 6.2.3 内检测器发出后，跟踪人员手持标识器根据事先设置的参考点进行跟踪，当检测管道较长时，可采取交替方式跟踪。在人员和车辆难以进入的区域，可在参考点提前埋设跟踪标识器。
- 6.2.4 当跟踪至车辆密集主干道时，跟踪人员应做好安全防护。
- 6.2.5 内检测器通过阀室、穿越等重要参考点时，跟踪人员应及时汇报跟踪状况。

7 应急处置与预防措施

7.1 应急处置

- 7.1.1 内检测器地面跟踪信号丢失且管道运行压力升高并影响输送，可初步判断检测器发生卡停。应及时上报并启动相应紧急程序和预案。
- 7.1.2 内检测器发出去后，应检查流程及压差，存在问题时及时修正。
- 7.1.3 快开盲板漏气时，应检查快开盲板是否变形、密封胶圈是否损坏、密封处是否有杂质，及时采取相应措施修正，更换密封圈、清理胶圈处杂质，甚至更换快开盲板。

7.2 预防措施

- 7.2.1 应提前对内检测项目相关人员进行安全风险及防范措施培训。
- 7.2.2 检测期间，应配备至少 1 套泡沫清管器和 1 套带测径板、接收机、发射机的机械清管器。
- 7.2.3 确保内检测地面跟踪器到位，在每次内检测器或清管器发送前应更换发射机和接收机电池，并将发射机和接收机调整至最佳工作状态。
- 7.2.4 确保维抢修人员和物资到位。
- 7.2.5 内检测过程中阀门开关及收发球流程切换等操作严格按照管道运营方站场操作规程进行，由管道运营方专业人员完成。
- 7.2.6 针对内检测器在管道中存在解体的风险，应提前对内检测器各部件检查。
- 7.2.7 针对内检测器皮碗丢失驱动的风险，应提前对皮碗磨损或可能造成失去驱动的位置进行识别、分析并采取相应措施。
- 7.2.8 提前对管道可能存在较大变形、支管等位置进行识别。
- 7.2.9 针对内检测过程中流程切换可能导致内检测器运行异常风险，内检测实施过程中宜尽量保持工艺平稳。
- 7.2.10 管道上下游相关方应制定管道运行中断的应急措施。

8 开挖验证

8.1 开挖点选取

- 8.1.1 每个项目应至少选取 3 个点进行开挖验证。
- 8.1.2 开挖点应选取检测结果中至少包含一个金属损失最严重的缺陷。
- 8.1.3 开挖点中应包含主要类型的缺陷。
- 8.1.4 开挖点应结合管道运营方的修复计划选取。

8.1.5 开挖点宜包含多个类型缺陷或不同敷设环境的管段进行。

8.1.6 除合同另有约定，开挖工作一般由管道运营方实施。

8.2 开挖单准备

8.2.1 确定开挖点后，应由内检测数据分析软件生成开挖单，开挖单应至少包含以下内容：

- a) 缺陷类型；
- b) 缺陷距离上下游参考点和上下游焊缝的距离；
- c) 缺陷的尺寸和周向位置；
- d) 缺陷所处的里程信息；
- e) 缺陷所处管节与上下游管节环缝和直缝（或螺旋缝）的交叉点信息。

8.2.2 开挖单生成后，检测人员、管道运营方和开挖人员各持一份。

8.3 开挖前准备

8.3.1 根据确定的开挖验证点环境和缺陷类型编制开挖方案和应急预案。

8.3.2 准备适合的开挖直接检测工具。

8.3.3 对开挖点进行风险分析，根据分析结果与管道运营方、相关部门、维抢修单位等取得联系，做好应急准备。

8.3.4 做好开挖协调工作，办理好相关开挖点许可证。

8.4 开挖验证实施

8.4.1 根据开挖单提供的定位信息，寻找开挖点进行开挖。

8.4.2 开挖时应采取相应的防护措施，对开挖作业区域进行围挡并设置安全警告标志。

8.4.3 一般应先挖出一处管道环焊缝，通过环缝和直缝（或螺旋缝）的交叉点信息再结合检测数据的信息来确定此环焊缝距离开挖点的距离，然后通过测量进行二次开挖。

8.4.4 宜对开挖出来的环焊缝进行射线检测或者超声相控阵检测。

8.4.5 当开挖出目标开挖点后，找到缺陷位置，观察管道防腐层外观，保存开挖过程的影像资料，而后对管道缺陷的防腐层进行剥离漏出管道本体。

8.4.6 测量管道壁厚，记录开挖点缺陷形状、尺寸、剩余壁厚、环向位置等信息。

9 检测成果提交

9.1 检测单位应提前与管道运营方约定检测成果的提交要求，检测成果的提交内容应符合 SY/T 6597 的相关规定。

9.2 除非另有约定，否则检测单位应在几何检测后 15 个工作日内提交几何检测的初步报告，30 个工作日内提供最终报告。

9.3 除非另有约定，否则检测单位应在漏磁检测后 30 个工作日内提交漏磁检测的初步报告，60 个工作日内提供最终报告。

9.4 管道惯导检测报告应给出特征相对于发球点的三位直角坐标系。

9.5 管道惯导检测数据应符合国家相关法规关于测绘保密要求。

附 录 A
(规范性)
管线调查表

1. 基本信息

| | |
|----------|--|
| 管道运营公司名称 | |
| 地址 | |
| 联系人、电话 | |

2. 管道概况

| | |
|---------------------|--|
| 管道名称 | |
| 管道投产时间 | |
| 管道长度 | |
| 管道直径 | |
| 管道壁厚 | |
| 管道焊缝类型（无缝/直焊缝/螺旋焊缝） | |
| 输送介质 | |
| 防腐类型 | |
| 管道材质 | |
| 设计系数 | |
| 是否有内涂层 | <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是（涂层类型_____） |
| 三桩是否齐全 | |
| 是否有并行管道 | |
| 并行管道位置 | |
| 是否有交叉管线 | |
| 管线交叉位置 | |
| 管道最大高程差 | |
| 管道干线是否有变径 | |

3. 工艺参数

| | |
|-------------------------|--|
| 设计压力（MPa） | |
| 最大允许运行压力（MPa） | |
| 工作压力范围（MPa） | |
| 流量范围（m ³ /h） | |
| 运行温度范围（℃） | |

4. 沿线各站情况

| 序号 | 名称 | 距下站距离 km | 功能 | 有/无收发球装置 |
|----|----|-------------|----|----------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |

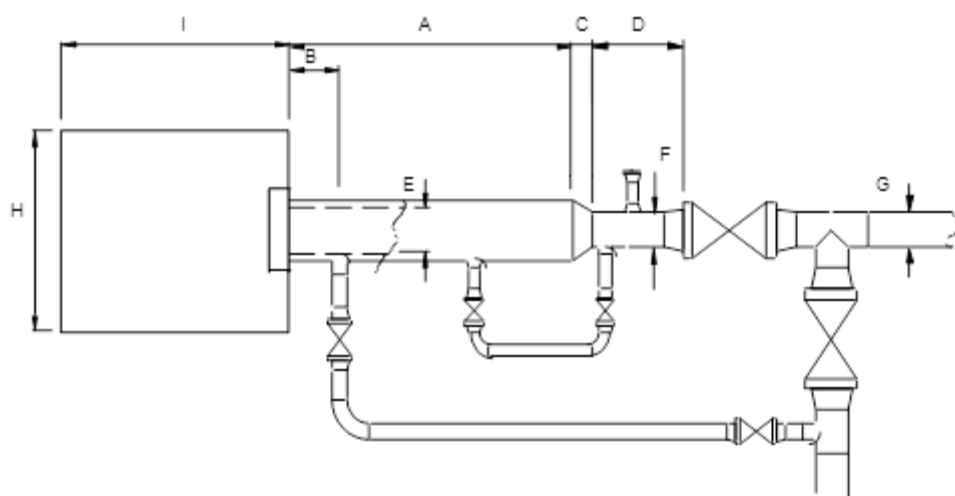
5. 管道壁厚及材料

| 序号 | 起点 km | 终点 km | 壁厚 mm | 管道外径 mm | 材质 |
|----|----------|----------|----------|------------|----|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |

6. 清管/检测历史

| | |
|-----------------------|--|
| 上次投用清管器类型 | |
| 清管周期 | |
| 近期清出污物质量（kg） | |
| 清出污物成分 | |
| 曾进行过何种智能检测、检测时间、检测设备 | |
| 已知管道最大变形、变形位置 | |
| 主要腐蚀类型（内腐蚀/外腐蚀） | |
| 腐蚀主要分布区域 | |
| 是否发生过穿孔泄漏及位置 | |
| 修复方式（套管、管卡、熔焊、销钉、换管等） | |

7. 收发球筒情况及管道简图



图A.1 收发球筒示意图

收发球筒信息

单位为毫米

| 序号 | 项目 | 发球筒 | 收球筒 |
|--------------------|----------|---|---|
| A | 盲板到变径管距离 | | |
| B | 盲板到推球管距离 | | |
| C | 变径管长度 | | |
| D | 变径管到阀门距离 | | |
| E | 球筒内径 | | |
| F | 直管段外径和壁厚 | | |
| G | 管道外径和壁厚 | | |
| H | 操作空间 | | |
| I | 操作空间 | | |
| 变径管类型（偏心/同心） | | | |
| 球筒最低点到地面高度 | | | |
| 球筒阀门的类型/内径 | | | |
| 球筒额定压力 | | | |
| 进入球筒路径是否受限？ | | | |
| 交流电源可用？（380V/220V） | | <input type="checkbox"/> 380V <input type="checkbox"/> 220V | <input type="checkbox"/> 380V <input type="checkbox"/> 220V |
| 发球站管道简图（测量准确距离） | | | |
| | | | |

| | | | | | |
|-----------------|--|--|--|--|--|
| 收球站管道简图（测量准确距离） | | | | | |
| | | | | | |

8. 穿跨越信息

| 序号 | 种类（穿/跨） | 位置 | 穿跨越长度 | 支撑方式 | 悬空高度 |
|----|---------|----|-------|------|------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |

9. 相关管道附件情况

| | | | | | |
|---------------------|-----------|-------------|----------|------|-------|
| 弯头（弯管）信息 | | | | | |
| 序号 | 种类（热弯/冷弯） | 曲率半径 | 壁厚 mm | 备注 | |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 斜接信息 | | | | | |
| 序号 | 位置 | 斜接角度 (°) | | | |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 开孔直径大于管道外径 30%的三通信息 | | | | | |
| 序号 | 分布位置 | 开孔直径 | 周向位置 | 三通内径 | 是否有挡条 |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |

| 花板三通信息 | | | | |
|--------|----|------|------------|--|
| 序号 | 位置 | 三通内径 | 开孔区域轴向长度 m | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

| 相邻三通信息 | | | |
|--------|----|--------|----|
| 序号 | 位置 | 相邻三通距离 | 备注 |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |

| 阀门信息 | | | | |
|------|----|------|------------|------|
| 序号 | 位置 | 阀门类型 | 最小孔径 mm | 工作状态 |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |

10. 其他需说明情况

11. 可提供的资料

以往检测结果（ ） 管道修复记录（ ） 管道腐蚀调查记录（ ）
管道设计图纸（ ） 管道竣工图（ ） 站区工艺流程图（ ） 阴极保护情况（ ）

填写人：_____ 校核人：_____ 日期：_____

管道运营方管理人员（签字/盖章）：_____