

团 体 标 准

T/ CASEI × × × × — 2021

在役聚乙烯燃气管道检验与评价

Inspection and evaluation of in-service polyethylene
gas pipeline

（征求意见稿）

× × × × — × × — × × 发布

× × × × — × × — × × 实施

中国特种设备检验协会

发布

目 次

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语、定义和缩略语..... 1

4 总则..... 2

5 数据收集..... 3

 5.1 基本数据要求..... 3

 5.2 数据来源..... 5

 5.3 数据质量..... 6

 5.4 数据更新..... 6

6 危害辨识与检验策略制定..... 6

7 检验方案制定..... 7

8 检验实施..... 7

 8.1 基本要求..... 7

 8.2 宏观检验..... 7

 8.3 泄漏检测..... 8

 8.4 开挖检验..... 8

9 合于使用性评价..... 10

 9.1 一般规定..... 10

 9.2 材料性能评价..... 10

 9.3 剩余寿命预测..... 10

10 压力试验与泄漏性试验..... 10

11 定级..... 10

 11.1 在役聚乙烯燃气管道安全状况等级评定..... 10

 11.2 城市燃气聚乙烯管道安全状况综合评价等级..... 13

12 检验周期确定..... 13

附 录 A （规范性附录） 在役聚乙烯燃气管道自行检查..... 15

附 录 B （规范性附录） 在役聚乙烯燃气管道风险评估方法..... 18

附 录 C （规范性附录） 聚乙烯燃气管道位置与深度检测方法..... 26

附 录 D （规范性附录） 气体泄漏检测方法及分级..... 30

附 录 E （规范性附录） 聚乙烯管道热熔接头相控阵超声检测方法..... 32

附 录 F （规范性附录） 聚乙烯燃气管道剩余寿命预测方法..... 37

附 录 G （资料性附录） 热熔接头相控阵检测特征图谱..... 40

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。
本标准由中国特种设备检验协会团体标准技术委员会提出并归口。
本标准起草单位：中国特种设备检测研究院等。
本标准主要起草人：略。

在役聚乙烯燃气管道检验与评价

1 范围

本标准规定了在役聚乙烯燃气管道检验与评价工作的流程、主要内容及基本要求。

本标准适用于工作温度在-20℃~40℃，工作压力不大于 0.8MPa，公称外径不大于 630mm 的在役聚乙烯燃气管道的检验与评价。

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 50028 城镇燃气设计规范

GB 15558.1 燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统第 1 部分：管材

GB 15558.2 燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统第 2 部分：管件

GB 15558.3 燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统第 3 部分：阀门

GB/T 9445 无损检测 人员资格认证

GB/T 37368 埋地钢质管道检验导则

GB/T 29302 无损检测仪器 相控阵超声检测系统的性能与检验

GB/T 29461 聚乙烯管道电熔接头超声检验

CJJ 63 聚乙烯燃气管道工程技术规程

TSG D7004 压力管道定期检验规则——公用管道

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文。

3.1.1

聚乙烯燃气管道 polyethylene (PE) gaseous fuel pipeline

由燃气用聚乙烯管材、管件、阀门及附件组成的管道系统。聚乙烯管材是用聚乙烯混配料通过加热熔挤出成型工艺生产的管材；聚乙烯管件是用聚乙烯混配料通过注塑成型等工艺生产的管件。

3.1.2

定期检验 periodic inspection

按照一定的时间周期，特种设备检验机构根据有关安全技术规范及相应标准的规定，对管道安全状况所进行的符合性验证活动。

3.1.3

自行检查 self-inspection

管道使用单位自行开展的针对聚乙烯管道的检验、检测活动。

3.1.4

示踪装置 locating device

沿管道铺设，可通过专用设备探测确定管道位置的装置，包括示踪线、电子标志器等。

3.1.5

警示装置 warning device

敷设在埋地燃气管道上方，喷涂有警示标识，以提示地下有城镇燃气管道的标识装置，包括标志带、警示保护板等。

3.2 缩略语

PE：聚乙烯（Polyethylene）

QHSE：质量、健康、安全、环境（Quality、Health、Safety、Environment）

4 总则

4.1 本标准规定的检验是指对在役聚乙烯燃气管道安全状态所进行的一种验证活动。按检验性质分为定期检验和自行检查两种类型。

4.2 采用本标准进行在役聚乙烯燃气管道检验时除应遵循本标准的规定外，还应遵守国家有关部门颁布的相关法律法规及安全技术规范的要求。

4.3 定期检验参照 GB/T 37368 执行，通过风险评估、现场开挖、识别验证已经发生、正在发生或预测可能发生的风险源，必要时进行合于使用评价，对危及管道安全的风险源结合管道风险等级提出风险减缓措施的过程。定期检验由特种设备安全监察部门核准的具有公用管道定期检验资质的检验机构负责实施。

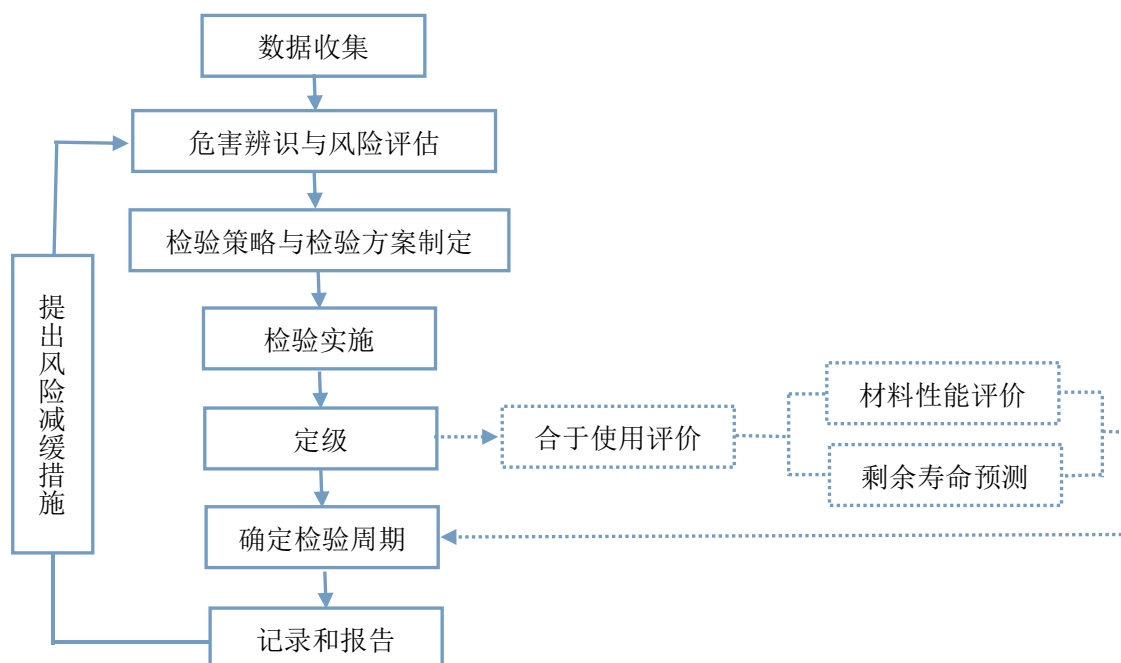


图 1 定期检验流程图

- 4.4 自行检查是指运行过程中的常规性检查，主要针对定期检验中识别的风险源的变化情况进行检查，根据风险源变化情况修订风险减缓措施，并检查定期检验中给出的风险减缓措施的落实情况。自行检查由管道使用单位特种设备安全管理人员组织进行或委托特种设备安全监察部门核准的具有公用管道定期检验资质的检验机构负责实施。自行检查的方法见附录 A。
- 4.5 管道使用单位应为定期检验的顺利开展提供必要的条件，并协助完成定期检验工作。
- 4.6 鼓励采取本标准中未列出的检测新技术，但应对新技术的应用效果进行有效验证。法定检验中应用新技术时，应按照相关法律法规要求开展新技术评审。
- 4.7 检验过程所使用的设备、仪器和测量工具应当在有效的检定或者校准期内。

5 数据收集

5.1 基本数据要求

- 5.1.1 收集的数据应真实有效。必要时，可对收集到的各类数据进行对比、分析及整合，保证数据质量。
- 5.1.2 在数据收集过程中，当检验员发现检验过程必要的的数据不完整时，可通过现场检测对重要数据进行补充。
- 5.1.3 检验前，需要收集的基本数据如下：
- a) 管道原始数据（设计、制造、安装与竣工等相关信息）；
 - b) 管道使用及运行管理数据；
 - c) 管道检验检测与评价数据；
 - d) 失效数据。

管道数据采集清单见表 1 和表 2。

表 1 管道原始数据

序号	分类	数据子类名称	数据采集信息
1	设计资料	设计单位资质	设计单位名称
2			设计许可证编号
3			设计许可范围
4		设计图纸	盖章情况
5			审批情况
6		设计说明书	设计标准规范
7			危险识别
8			设计压力/设计温度
9			设计介质
10			管道材料
11			管道规格
12		设计变更单	变更单手续
13			设计变更内容
14	制造资料	制造单位资质	制造单位名称
15			制造许可证编号

16		出厂资料	制造许可范围
17			产品质量证明文件
18			制造监督检验证书
19	安装竣工资料	安装单位资质	安装单位名称
20			安装许可证号
21			安装许可范围
22		竣工资料	组织设计/施工方案
23			材料验收
24			开槽控制
25			焊接操作人员资质
26			焊接工艺程序及焊接工艺评定记录
27			焊接记录
28			焊缝检测
29			焊缝翻边比例
30			回填质量
31			管道吹扫
32			强度试验
33			严密性试验
34			竣工图
35			竣工验收
36	监 理	监理单位	监理单位
37			监理过程确认情况
38	监督检验	监督检验报告	

表2 管道使用及运行管理数据

序号	分类	数据子类名称	数据采集信息
1	运行管理制度、 程序文件等质 量管理体系	安全管理制度	安全责任制
2			安全机构和人员
3		巡线规程	
4		设备维护规程	
5	人员培训与考 核记录	培训制度	
6		培训内容	
7		培训材料	
8		培训及考核方式	
9		培训激励	
10	运行日志及工 艺记录	管道运行记录	记录和日志
11			相关操作人员专业水平及工作经验
12		介质监测系统	监测系统类型
13		切断系统	切断系统类型
14		介质组分分析报告	
15		巡线	巡线频率
16			巡线方式
17			巡线人员的能力
18		阀门等设备维护	维护保养计划
19			维护保养方式
20			维护保养记录
21		管道占压	占压记录

22			处理记录
23		管道周围第三方施工活动记录	施工活动位置
24			施工活动类别
25			对建设活动施工单位的技术交底
26			第三方施工活动记录
27		隐患监护措施实施情况记录	隐患及重点巡查位置汇总
28			监护措施
29			实施情况记录
30		故障处理记录	故障位置
31			故障类别
32			处理记录
33		事故调查记录	事故位置
34			事故类别
35			调查记录
36	改造/维修资料	改造/维修单位资质	改造/维修单位名称
37			改造/维修许可证号
38			改造/维修许可范围
39		竣工资料	
40		监督检验	
41	应急演练预案及记录	应急演练预案	
42		应急演练记录	应急演练频次
43			演练记录
44	管理变更记录	管理变更记录	

5.1.4 数据收集的完整性要求为：检验人员认为现有数据能够满足检验实施的要求。

5.2 数据来源

5.2.1 设计、制造、安装与竣工资料，其中包括：

- 设计文件（包括设计图纸、设计说明书、设计变更单、设计审批等）；
- 管道元件质量证明文件、制造监督检验证书；
- 管道安装竣工验收资料、管道安装监督检验报告、工程质量检验与评定报告。

5.2.2 使用及运行管理资料，其中包括：

- 运行管理制度、程序文件等质量管理体系文件；
- 人员培训与考核记录；
- 运行日志及工艺记录（包括管道运行记录、介质监测系统、切断系统、介质组分分析报告、巡线记录、设备维护记录、管道沿线占压情况记录、管道周围第三方施工活动记录、隐患监护措施实施情况记录、故障处理记录、事故调查记录等）。
- 改造/维修资料，包括改造/维修施工方案和竣工资料，以及改造/维修监督检验资料。
- 应急预案及演练记录。
- 管理变更记录。

5.2.3 检测与评价资料，其中包括：

- 管道使用年数；
- 历次年度检查报告；
- 历次定期检验报告；

d) 其它企业自主检验、检测及评价报告和记录。

5.2.4 失效数据文件，其中包括：

- a) 泄漏记录；
- b) 第三方破坏记录；
- c) 地质灾害记录。

5.3 数据质量

5.3.1 影响数据有效性的主要因素

应考虑下列影响数据有效性的主要因素：

- a) 过期图纸及文件；
- b) 检测错误；
- c) 笔误；
- d) 检测设备和工具的准确性不足。

5.3.2 规范及标准更新

应考虑管道设计、安装时采用的规范标准是否依然是有效版本，并考虑版本变化对检验结果的影响。

5.4 数据更新

检验后，管道使用单位应对管道数据进行完善和更新，并补充到管道数据库中。

6 危害辨识与检验策略制定

6.1 检验人员应在数据收集分析基础上，辨识危害管道结构完整性的潜在风险。潜在风险可分为以下几种：

- a) 固有危险，如制造与安装、改造、维修施工过程中产生的缺陷；
- b) 运行过程中与时间有关的危险，如老化；
- c) 运行过程中与时间无关的危险，如第三方破坏、误操作、外力机械破坏及不良地质条件等。

检验人员应通过辨识危害管道结构完整性的潜在风险以确认能否应用本标准，否则应采取其他检验与评价方法。

6.2 风险评估是检验人员对资料审查分析完成后，定期检验开展前，按照附录 B 进行风险评估。

6.3 检验策略制定应综合考虑国家法规要求、使用单位管理制度、风险评估结果、安全管理或检验目标、待检管道特征、服役工况和环境条件、检验有效性及资源投入等因素，一般包括以下内容：

- a) 潜在危险及损伤模式；
- b) 检验的时间；
- c) 检验的管道范围；
- d) 检验的项目、方法及比例；
- e) 设定的风险可接受水平；
- f) 管道检验前的风险水平；
- g) 实施检验后预期可达到的风险水平。

6.4 确定管道检验时间时，应遵守以下原则：

- a) 高风险管道、位于高后果区内的管道应优先检验；
- b) 检验时间确定时应考虑检验仪器工具与工况、季节、路由状况的匹配性；
- c) 下次检验前的风险应低于较高风险等级。

6.5 检验项目及检验方法的选择，应符合以下要求：

- a) 确定检验项目时，应选择检验管段对主要损伤模式及缺乏历史数据的重要项目开展检测，应重点关注可能造成管道立即失效的历史问题及与时间相关的风险因素；
- b) 选择适当的检验方法，且应保证被选用的检验方法的检验有效性能够满足检验目标要求；
- c) 应根据各种检测方法的局限性，对检测难点提出有效的质量控制措施。必要时，应组合多种检测技术进行综合检测。

6.6 检验策略中应明确合于使用评价要求及检验周期的确定方法。

7 检验方案制定

7.1 现场检验工作开展前，检验机构应在数据收集的基础上，根据检验策略以及相关安全技术规范和标准的要求，制定检验方案，检验方案至少包括以下内容：

- a) 聚乙烯燃气管道基本情况及检验范围；
- b) 依据规范、标准；
- c) 参与人员要求与分工；
- d) 检验流程；
- e) 检验项目、内容、检测方法、检测比例或数量等；
- f) 记录与报告要求。
- g) 管道使用单位配合项目；
- h) QHSE 要求。

7.2 检验方案应征询管道使用单位意见，并经过检验机构授权审批人批准后，方可实施。检验方案修改，应经过检验机构授权审批人批准。

8 检验实施

8.1 基本要求

8.1.1 管道现场检验实施内容主要包括宏观检验、泄漏检测、开挖检验，必要时，进行压力试验以及对管道钢塑接头等特殊部位进行专项检测。

8.1.2 检验实施前，管道使用单位应配合做好检验前的准备工作，确保管道处于待检状态。

8.1.3 检验实施过程中应严格按照法规、标准和检验方案要求执行，并做好记录。

8.2 宏观检验

8.2.1 主要检查内容

主要检查内容如下：

- a) 位置与埋深检查：应结合管道资料情况，检查管道的位置、走向、埋深，测量方法见附录 C；
- b) 管线敷设环境检查：主要检查管道与其他建(构)筑物、植被或者管道的净距、占压状况、管

道裸露、土壤扰动等情况；

- c) 穿越管道检查：主要检查穿越管道河流冲刷变迁情况，保护设施稳固性，套管检查孔的完好情况等。
- d) 地面设施检查：标志桩、标志牌（贴）、阀门井、放散管等的完好情况；
- e) 检验人员认为有必要的其他检查。

8.2.2 宏观检验重点部位

根据相关的数据及资料审查情况进行分析，确定管线宏观检查的主要位置，重点对下列管道进行宏观检查：

- a) 穿越段管道；
- b) 管道阀井、管道分叉处、位于热力管附近、排污管下或其他液体管道下方的燃气管道；
- c) 影响管道安全运行，曾经发生过严重泄漏和严重事故的管道；
- d) 工作条件苛刻及承受交变载荷的管道；
- e) 存在第三方破坏的管道；
- f) 曾经为非机动车道或者绿化带改为机动车道的、经过空穴（地下室）的管道；
- g) 位于边坡、地质不稳等位置的管道；
- h) 风险等级较高以上的位置管道；
- i) 检验人员认为其他重要的管道。

8.3 泄漏检测

应对聚乙烯燃气管道沿线、阀井等进行泄漏检测；必要时对燃气可能泄漏扩散到的地沟、窨井、地下构筑物内进行检测；对疑似泄漏点可进行地面钻孔检测。

气体泄漏检测方法及分级见附录 D。

8.4 开挖检验

8.4.1 管道开挖点的选择

通过前期的资料审查、风险评估结果，结合宏观检查的情况，确定管线的开挖位置，开挖位置的选取应重点考虑以下因素：

- a) 与热力管道交叉并行的净距不满足规范要求的位置；
- b) 发生过泄漏、沉降和第三方破坏的位置；
- c) 管道周边环境发生变化，不符合相应标准要求的位置；
- d) 管道运行时间达到 30 年以上的位置；
- e) 选择管线中焊接碰口，尽量抽取热熔焊接接头部位及电熔焊接弯头部位；
- f) 地下钢塑连接焊口位置；
- g) 风险等级较高的位置；
- h) 管道上方的植被异常枯死的位置；
- i) 检验人员认为需要开挖的位置。

8.4.2 管道开挖数量原则

参照 TSG D7004 的要求，结合风险辨识与宏观检验的结果，按照 0.3 处每千米确定开挖数量，且不应少于 1 处。可根据实际检测结果以确定是否需进一步增加抽查检测数量。

如果管道或管段存在下列情况之一的，原则上应增加开挖数量：

- a) 埋设管道地下环境温度月平均气温超过 30℃ 的；
- b) 管道运行时间达到 30 年以上的；
- c) 管道周边环境发生变化，不符合相应标准要求的；
- d) 发生过泄漏、沉降和第三方破坏的；
- e) 管道风险等级较高的；
- f) 首次检验的；
- g) 管材表面存在划伤深度超过壁厚的 10%或超过 4mm 的。

8.4.3 开挖检验

- a) 管道埋深测量：聚乙烯燃气管道埋设的最小覆土厚度（地面至管顶）应符合 GB 50028 的规定；
- b) 示踪装置检测：管道开挖时应检查示踪装置有无断裂失效、腐蚀等导致示踪装置失效的情况；
- c) 土壤环境检查：检查土壤环境是否有白蚁生存；检测近管道位置土壤的温度；
- d) 管道表面损伤：检查开挖处管道有无损坏，有无变形，表面有无裂纹、鼓包、凹陷、夹渣、颜色不均等缺陷；管道有无老化降解（如表面粉化）等情况；钢塑接头损坏情况；
- e) 焊口无损检验：对开挖处管道的焊接接头进行外观检测，必要时进行无损检测，电熔接头超声检测按 NB/T 47013.15 附录 C 进行，热熔接头的超声相控阵检测按照附录 E 进行，PE 管焊接接头的数字射线检测按照 NB/T 47013.11 进行；
- f) 管材壁厚检测：测厚数量不少于 3 点；
- g) 警示装置检查；
- h) 聚乙烯管道与热力管道之间的水平净距和垂直净距，不应小于表 3 和表 4 的规定；
- i) 附属设备的检查：阀门、法兰、钢塑接头等设施的情况。

表 3 燃气管道与热力管道之间的水平净距

项目			地下燃气管道（m）			
			低压	中压		次高压
				B	A	B
热力管道	直埋敷设	热水	1.0	1.0	1.0	1.5
		蒸汽	2.0	2.0	2.0	3.0
	管沟内敷设（至管沟外壁）		1.0	1.5	1.5	2.0

表 4 燃气管道与热力管道之间的垂直净距

项目		燃气管道（有套管时，从套管外径计算）（m）
热力管线	燃气管道在直埋热力管道上方	0.5（加套管）
	燃气管道在直埋热力管道下方	1.0（加套管）

	燃气管道在管沟上方（至管沟外壁）	0.2（加套管）或 0.4（无套管）
	燃气管道在管沟下方（至管沟外壁）	0.3（加套管）

9 合于使用性评价

9.1 一般规定

9.1.1 存在下列条件之一的管线一般进行合于使用性评价：

- a) 检测完成后，管线存在影响安全运行的缺陷；
- b) 管道运行时间达到 30 年以上的；
- c) 管线附近土壤温度超过 40℃；
- d) 检验人员认为需要进行合于使用性评价的。

9.1.2 合于使用性评价包括材料性能评价与剩余寿命预测。

9.1.3 材料性能评价一般采用现场割管取样的方法进行，选取含缺陷的样本进行取样。

9.2 材料性能评价

材料性能评价按照 GB 15558 进行。检测内容如下：

- a) 氧化诱导期；
- b) 熔体质量流动速率。

当以上 2 项检测异常时，检测：

- a) 热稳定性试验；
- b) 力学性能试验。

9.3 剩余寿命预测

对检测发现存在材料老化等与时间有关问题的聚乙烯燃气管道，应当考虑管道投用时间、运行压力、管道老化程度，建立管道材料老化裂化变化的预测模型，对管道进行剩余寿命预测，根据寿命预测结果，确定下次检验时间。管道的剩余寿命预测可参照附录 F 进行。

10 压力试验与泄漏性试验

现场直接检测不可实施时，可采用压力试验和泄漏性的方法进行检验。试验按照有关标准规定进行。

11 定级

11.1 在役聚乙烯燃气管道安全状况等级评定

在检验与评价完成之后，根据检验与评价结果，管道安全状况等级的确定主要从管道位置或结构、管道组成件材质、管道减薄情况、裂纹、焊接缺陷、管道组成件缺陷、附属设施、管道压力试验或泄漏性试验等方面进行评定。

11.1.1 管道位置或结构

a) 位置不当

当燃气聚乙烯管道与其他管道或建构筑物之间存在碰撞或摩擦的，应及时进行调整，调整后符合安全技术规范的，不影响定级；否则，应根据缺陷程度定为3级或4级；管道位置不符合相关要求和规范的，应及时进行调整；受条件限制无法调整的，应根据具体情况定为2级或3级，如对管道安全运行影响较大，应定为4级。

b) 不合理结构

当燃气PE管道有不符合安全技术规范或者设计、安装标准的不合理结构时，应进行调整或修复，调整或修复完好后，不影响定级；如一时无法进行调整或修复，对于不承受明显交变载荷并且经定期检验未发现新生缺陷的，可定为2级或3级；否则，应对管道进行安全评定，经安全评定确认不影响安全使用的，则可定为2级，反之则可定为3级或4级。

11.1.2 管道组成件材质

管道组成件材质，要符合设计和使用要求，若与原设计不符，材质不明或材质劣化，则会影响管道的安全运行，其管道组成件材质缺陷安全状况等级划分如下：

a) 材质与原设计不符

如果材质清楚，强度等性能校核合格，在使用中未发生安全问题，经检验可以满足使用要求，则不影响定级；否则定为4级。

b) 材质不明

材质不明，一般要进行材质检验，确定材质类别。如果满足使用要求，可定为2级或3级；经检验确认不符合使用要求，则定为4级。

c) 材质劣化和损伤

在对管道进行理化检验时，发现材质劣化、损伤，如管材外观缺陷（气泡、划伤、凹陷、杂质、颜色不均）、老化降解与疲劳损伤，应根据其劣化程度进行安全状况等级评定，凡各种原因出现裂纹的管道应定为4级。

1) 管材外观存在缺陷，经检验及修复，能够满足使用要求，根据使用情况可定为2级或3级；否则定为4级。

2) 材料老化降解，但不影响使用要求的，根据使用情况可定为3级；老化降解严重时，则定为4级。

3) 对蠕变损伤，当存在蠕变孔洞时，可定为3级；当存在蠕变裂纹时，评为4级。

4) 管道存在热损伤、疲劳损伤的，经检验不影响使用要求时，评为3级；若存在裂纹，则评为4级。

d) 钢塑转换接头的腐蚀缺陷

燃气立管一般为金属管，要用钢塑转换接头与PE管在地下连接，因此要注意防腐。经检验存在腐蚀，但在下一个检验周期内不影响使用，可定为3级；否则定为4级。

11.1.3 管道减薄情况

管道在埋地环境中会受到管周介质的摩擦、外力损伤等，造成管道的减薄。在进行检验时，对减薄处要进行强度校核。聚乙烯焊制管件的壁厚应不小于对应连接管材壁厚的1.2倍。管道减薄情

况分为全面减薄和局部减薄。

a) 全面减薄

管子或管件经过长期的使用，受周围环境影响，管道壁厚会整体减薄，降低管道的承载能力。参照 GB 15558.1 进行耐压强度校验，校核通过的，则不影响管道定级；如果管道不能通过耐压强度校验，则定为 4 级。

b) 局部减薄

受摩擦、冲刷、机械损伤、管周坚硬物等影响，造成管道局部变薄。若局部减薄在制造或验收规范所允许范围内，则不影响定级；否则根据情况定为 3 级或 4 级。

11.1.4 裂纹

若管道组成件的内外表面或管壁中存在裂纹，则定为 4 级。

11.1.5 焊接缺陷

燃气 PE 管材、管件的连接一般采用热熔对接或电熔连接，焊接温度、压力、时间、周围环境等与焊接质量有很大关联。根据试验情况，焊接缺陷的安全状况评定如下：

a) 熔合面夹杂

焊口附近的泥土、油污等清理不干净，会造成焊接接口的夹杂情况。当与内冷焊区贯通的融合面夹杂缺陷超过 $L/10$ 或与内冷焊区不贯通的融合面夹杂缺陷超过 $L/5$ ，则不可接受定为 4 级；否则根据夹杂情况定为 2 级或 3 级。

L—标称熔合区长度，单位为毫米（mm）。

b) 孔洞

管材中含有的炭黑具有吸湿作用，如果水分过多，会产生孔洞。单个孔洞缺陷计算尺寸 $X/L \geq 10\%$ 且 $h \geq 10\%T$ ，组合孔洞缺陷累计尺寸 $X/L \geq 15\%$ 且 $h \geq 10\%T$ 或内冷焊区贯通的孔洞定为 4 级；否则，根据孔洞情况定为 2 级或 3 级。

X—缺陷在熔合面轴向方向上的尺寸，单位为毫米（mm）；

L—标称熔合区长度，单位为毫米（mm）；

T—电熔结构管材壁厚，单位为毫米（mm）；

h—孔洞自身高度，单位为毫米（mm）。

c) 结构畸变

燃气 PE 管道结构畸变主要是电阻丝错位。错位量超过电阻丝间距、相邻电阻丝间存在连贯性孔洞或相互接触的电阻丝错位，是不可接受的定为 4 级；否则，根据错位情况定为 2 级或 3 级。

d) 冷焊

焊接接头受热不足、套筒与管材间隙过大等，造成冷焊。在电熔管件的承插端口尺寸和公差满足 GB 15558.2 规定的前提下：当冷焊程度 $H \geq 30\%$ 时，不可接受定为 4 级；否则根据情况定为 2 级或 3 级。

H—电熔接头冷焊表征量。

e) 过焊

焊接接头受热过大容易造成过焊。过焊引起孔洞或电阻丝错位缺陷的，分别按照 11.1.5 中

b) 和 c) 评定；过焊按照过焊程度分级评定时，当过焊程度 $H' \geq 40\%$ 时，不可接受定为 4 级；否则根据情况定为 2 级或 3 级。

H' —电熔接头过焊表征量。

f) 承插不到位

焊接接头存在承插不到位的，不可接受定为 4 级；否则根据情况定为 2 级或 3 级。

g) 焊缝过短

焊缝过短接头表现形式为卷边过大。卷边底部若有杂质、小孔、偏移或损坏，则不合格定为 4 级；当有开裂、裂缝缺陷时，也不合格定为 4 级；当卷边宽度 $B=0.35\sim 0.45T$ ，卷边高度 $L=0.2\sim 0.25T$ ，处于可接受范围，安全状况等级可定为 2 级或 3 级。其中 T 为管材壁厚，并且实际值应不超过规定值的 $\pm 20\%$ 。

11.1.6 管道组成件缺陷

a) 管子表面的皱褶和重皮，应打磨消除，打磨凹坑按 11.1.3 管道减薄的规定进行定级。

b) 管子的碰伤，应打磨消除，打磨凹坑按 11.1.3 管道减薄的规定进行定级；其它管道组成件的碰伤，不影响管道安全使用的，则可定为 2 级；反之则可定为 3 级或 4 级。

c) 管道组成件的变形，不影响管道安全使用的，则可定为 2 级；反之则可定为 3 级或 4 级。

11.1.7 附属设施

管道坡向凝水缸的坡度不满足设计要求，应进行调整，不影响使用，则可定为 2 级，否则定为 3 级或 4 级；安全保护装置损坏时，应更换，更换后不影响定级；否则定为 4 级。

11.1.8 管道压力试验或泄漏性试验

管道压力试验或泄漏性试验不合格，属于本身原因的，定为 4 级。

11.2 城市燃气聚乙烯管道安全状况综合评价等级

燃气聚乙烯管道作为压力管道中的公用管道，安全状况等级分为四级：安全状况等级综合评定为 1 级和 2 级的，检验结论为符合要求，可以继续使用；安全状况等级综合评定为 3 级的，检验结论为基本符合要求，有条件的监控使用；安全状况等级综合评定为 4 级的，检验结论为不符合要求，不得继续使用。

燃气聚乙烯管道的安全状况综合评价等级，以所有评价中等级最差的为准。

12 检验周期确定

12.1 一般规定

管道一般在投入使用后 3 年内进行首次定期检验。以后的检验周期由检验机构根据管道的安全状况等级，按照以下要求确定：

a) 安全状况等级为 1 级或 2 级，一般 6 年检验一次，最长不超过 9 年；

b) 安全状况等级为 3 级，有条件监控使用，其检验周期不超过 3 年，使用单位应当采取有效的监控措施；

- c) 安全状况等级为 4 级，应当对问题进行处理，否则不得使用；
- d) 以管道的剩余寿命为依据，检验周期最长不超过管道剩余寿命的一半，管道的剩余寿命预测方法见附录 F。

12.2 特殊规定

有下列情况之一的管道，定期检验周期应当适当缩短：

- a) 介质或环境对管道材料的影响情况不明或者材质劣化情况异常的；
- b) 发生泄漏、第三方破坏频繁的；
- c) 材质劣化现象比较明显的；
- d) 使用单位没有按照规定进行自主检查的；
- e) 检验中对其他影响安全的因素有怀疑的。

附录 A

(规范性附录)

在役聚乙烯燃气管道自行检查

A.1 基本要求

A.1.1 聚乙烯燃气管道使用单位应建立自行检查制度，并严格按照制度要求开展自行检查工作。

A.1.2 自行检查通常由聚乙烯燃气管道使用单位巡检维护人员进行实施，也可委托具备相关检验能力的检验机构进行实施。

A.1.3 自行检查每年至少进行一次，进行定期检验的年度可不进行自行检查。

A.2 重点检查部位

实施自行检查时，应对下列管道或位置进行重点检查：

- a) 穿越段管道；
- b) 管道阀门井（室）、调压装置，以及与市政热力管道水平净距或垂直净距不满足 CJJ63 要求的位置；
- c) 高后果区管道；
- d) 埋深不满足设计或验收规范要求的管道；
- e) 曾经发生过影响管道安全运行泄漏的管道；
- f) 存在第三方破坏的管道，地质灾害发生比较频繁的管道；
- g) 位于边坡等位置的管道；
- h) 曾经为非机动车道或绿化带改为机动车道的管道；
- i) 有证据表明白蚁活动密集区域的管道；
- j) 已经发现的其他危险因素的管道。

A.3 检查项目与要求

A.3.1 检查项目

自行检查项目包括：资料审查、宏观检查、敷设环境调查、壁厚测定、泄漏检测。

A.3.2 资料审查

- a) 安全管理制度和操作规程是否齐全有效；
- b) 相关安全技术规范规定的设计文件、安装竣工图、质量证明文件、监督检验证书及安装、改造、修理资料等是否完整；
- c) 日常巡检、维护、运行记录，定期安全检查记录是否符合要求；
- d) 自行检查、定期检验报告是否齐全，检查、检验报告中所提出的问题是否得到解决；
- e) 是否按照相关要求制定了专项应急预案，并且有演练记录；
- f) 是否对事故、故障以及处理情况进行了记录。

T/ CASEI ×××××—××××

检查人员应当对管道资料进行审查,本款第 a)、b) 项的资料,在管道投入使用后的首次自行检查时必须进行审查,以后的自行检查视需要进行审查。

A. 3. 3 宏观检查

A. 3. 3. 1 管道位置与埋深检查

主要检查周围地表发生较大变动、管道沉降等情况下,管道位置与埋深是否符合设计及验收规范的要求。

A. 3. 3. 2 示踪系统检查

检查管道上方敷设的示踪线、可探测示踪带、电子标识器等示踪和定位系统的完整性和有效性。

A. 3. 3. 3 地面标志检查

检查管道地面标志是否存在缺失、损坏等情况。

A. 3. 3. 4 穿段检查

主要检查管道穿越处保护工程的稳固性、河道变迁、水工保护等情况。

A. 3. 3. 5 阀门井(室)检查

检查阀门井(室)内有无积水、沉降、泄漏等情况;检查阀门是否出现破损、卡死等情况。

A. 3. 4 敷设环境调查

- a) 检查管道与其他建(构)筑物的净距以及管道上方占压变化情况;
- b) 与热力管道伴行或交叉敷设时,通过查阅数据资料或实际测量得出聚乙烯燃气管道与热力管道的水平净距或垂直净距。必要时,测试聚乙烯燃气管道外壁温度;
- c) 检查管道周边是否存在白蚁、老鼠啃咬等生物侵害情况;
- d) 检查管道上方是否存在容易对管道造成破坏的榕树、乔木等深根植物;
- e) 检查管道上方是否存在第三方施工活动;
- f) 不良地质条件调查,检查管道沿线是否有地面沉降、冻土、滑坡、断层、洪水等不良地质条件。

A. 3. 5 壁厚测定

当检查人员对管道安全状况有怀疑时,应对下列位置管道进行壁厚测定:

- a) 阀门井(室)内存在的裸露管道;
- b) 开挖段管道等应进行壁厚测定。

测厚点的比例选取由检查人员根据现场实际情况而定。

A. 3. 6 泄漏检测

A. 3. 6. 1 对管道沿线进行泄漏检测抽查,重点抽查管道阀门井(室)、法兰、调压装置、钢塑转换接头以及距管道比较近的地沟、窖井等部位的泄漏情况;

A. 3. 6. 2 对可疑泄漏点应进行进一步精确的定位检测或地位钻孔检测；

A. 3. 6. 3 必要时对管道泄漏异常点进行开挖验证。

A. 4 自行检查结论与报告

A. 4. 1 结论

自行检查工作完成后，检查人员应根据实际情况作出以下检查结论：

- a) 符合要求，指未发现影响安全使用的问题或者只发现轻度的、不影响安全使用的问题，可以在允许的工作参数范围内继续使用；
- b) 基本符合要求，指发现一般问题，经过使用单位采取措施后能够保证管道安全运行，可以在监控条件下使用，并且在检查结论中应当注明监控条件、监控运行需要解决的问题及其完成期限；
- c) 不符合要求，指发现严重问题，不能保证管道安全运行的情况，不允许继续使用，必须停止运行或者由具备相关检验能力的检验机构进行定期检验。

A. 4. 2 报告

自行检查由使用单位自行实施时，按照本标准的检查项目、要求进行记录，并出具自行检查报告，自行检查报告应当由使用单位安全管理负责人或授权的的安全管理人员审查批准。

附录 B

(规范性附录)

在役聚乙烯燃气管道风险评估方法

B.1 范围

本附录规定了城镇燃气聚乙烯管道风险评估的术语、定义和符号，总则，风险评估基本工作流程，管道区段划分，失效可能性评价，失效后果评价，风险计算，风险等级划分、降低风险措施的建议和风险再评估。

本附录适用于在役聚乙烯燃气管道在用阶段的风险评估。

本附录不适用于非聚乙烯材质长输管道、集输管道、公用管道、输送液体介质的工业管道的风险评估，也不适用于长输管道、集输管道、公用管道、输送液体介质的工业管道的站场中的各种装置、设备本身的风险评估。

B.2 风险评估模型

风险评估模型包括失效可能性评分模型和失效后果评分模型。

B.2.1 失效可能性评分模型

按照表 B.2 规定的在役聚乙烯燃气管道失效可能性评分项分别确定资料审查得分 S_1 、宏观检查得分 S_2 、敷设环境调查得分 S_3 、管道示踪系统完整性检查得分 S_4 、直接检验得分 S_5 、安装及验收得分 S_6 、使用年限得分 S_7 、安全管理得分 S_8 。在役聚乙烯燃气管道失效可能性得分 S 的计算按照式 (1)：

$$S = \sum_{i=1}^8 S_i \quad \dots\dots\dots (1)$$

如果所评估的管道中存在以下情况，应将失效可能性得分 S 调整为 100 分：

- a) 管道组成件不满足设计要求；
- b) 工作压力超过设计压力；
- c) 含有不可接受的缺陷；
- d) 安全保护装置和措施不满足设计要求。

B.2.2 失效后果评分模型

按照表 B.3 规定的在役聚乙烯燃气管道失效后果评分项分别确定介质燃烧性 C_1 、介质毒性 C_2 、最高工作压力 C_3 、最大泄漏量 C_4 、地形 C_5 、风速 C_6 、人口密度 C_7 、沿线环境(财产密度) C_8 、泄漏原因 C_9 、抢修时间 C_{10} 、供应中断的影响范围和程度 C_{11} 、用户对管道所输送介质的依赖性 C_{12} 。在役聚乙烯燃气管道失效后果得分 C 的计算按照式 (2)：

$$C = \sum_{i=1}^{12} C_i \quad \dots\dots\dots (2)$$

如果所评估的管道中存在以下情况，应将失效后果得分 C 调整为 150 分：

- a) 未避开 GB50028 所规定的不宜进入或通过的区域，并且与建筑物外墙的水平净距小于 GB50028 的规定或不满足 GB50028 对分段阀门的规定；
- b) 未避开 GB50028 所规定的不应通过的区域或设施，并且未采取安全保护措施。

B.3 风险值与风险等级

B.3.1 管道的运行风险值等于管道失效可能性得分与失效后果得分的乘积，风险值R的计算按照式（3）：

$$R = S \times C \dots\dots\dots (3)$$

B.3.2 风险等级划分见表B. 1：

表 B. 1 风险等级划分

风险值 R	$R \in [0, 3600)$	$R \in [3600, 7800)$	$R \in [7800, 12600)$	$R \in [12600, 15000]$
风险等级	低风险等级	中风险等级	较高风险等级	高风险等级

B.4

风险评估数据采集

风险评估所需数据的采集主要来源于以下四个方面：

- a) 历次定期检验数据；
- b) 运行期数据：包括管道属性数据、管道环境数据和管道检测管理维护数据；
- c) 建设期数据：包括管道属性数据、管道环境数据、施工过程中的重要过程及事件记录、设计文件、施工记录及评价报告等；
- d) 社会资源数据。

表 B.2 在役聚乙烯燃气管道失效可能性评分模型

编号	分类	评分项目	分值	评分内容	失效可能性分数		得分
					有/是	无/否	
S ₁	资料审查 8	安全管理资料	4	有无使用登记证	0	2	
				有无安全管理规章制度与安全操作规程	0	2	
		技术档案及运行状况资料	4	作业人员是否持证上岗	0	1	
				有无定期检验报告	0	1	
				有无设计文件资料	0	1	
				日常运行及维修维护记录齐全、无或欠缺	0	1	
S ₂	宏观检查 20	位置与走向	2	管道位置与走向是否清晰	0	2	
		地面标志	2	地面标志齐全、无或欠缺	0	2	
		管道裸露或变形	1	是否存在地表滑坡、沉降、洪涝水毁等造成管道裸露或变形	1	0	
		管道元件	1	阀门、法兰、钢塑转换接头等管道元件的是否完好	0	1	
		穿越管道	2	穿越管道符合要求或存在隐患	0	2	
		阀门井	1	是否定期排放积水以及护盖、排水装置是否完好	0	1	
		管道埋深	4	小于 0.4 米	4	/	
				0.4~1.0 米	2	/	
				大于 1.0 米	1	/	
		地面泄漏检查	4	发现一级泄漏	4	/	
				发现二级泄漏	3	/	
				发现三级泄漏	2	/	
				发现四级泄漏	1	/	
				未发现泄漏	0	/	
		安全保护装置	2	安全保护装置是否完好	0	2	
		地面保护设施	1	地面保护设施是否完好	0	1	
S	敷设环境调查	地面活动频繁程度	4	铁路或公路主干道	4	/	

	12			普通公路	3	/	
				人行路	2	/	
				绿化带、小区	1	/	
		管道裸露	2	是否存在管道裸露情况	2	0	
		与构筑物或相邻管道的净距	2	与构筑物或相邻管道的净距是否符合要求	0	2	
		第三方施工活动	2	管道上方是否有第三方施工活动	2	0	
		地质条件	2	是否经过不良地质条件	2	0	
S_4	管道示踪系统完整性检查 4	管道示踪系统完整性	4	完整有效、无或部分缺失	0	4	
S_5	直接检验 12	生物及深根植物	2	是否存在生物侵食情况	1	0	
				是否存在深根植物破坏情况	1	0	
		管体状况	3	管道表面有无鼓胀、气泡、槽痕或凹痕等缺陷	1	0	
				管道有无老化降解、表面粉化等迹象	2	0	
		管道敷设质量	2	示踪线(带)、警示带、管道的敷设质量是否符合要求	0	2	
		管道地下敷设环境温度	3	<30℃	0	/	
				30℃~40℃	2	/	
				>40℃	3	/	
		焊接接头无损检测	2	开挖检验时是否进行了焊接接头无损检测	0	2	
S_6	安装及验收 20	安装单位资质	2	安装单位资质有无资质	0	2	
		管道元件控制	4	管道元件制造单位有无资质	0	2	
				管道元件有无质量证明文件	0	1	
				管道元件有无进货检验	0	1	
		焊接及其检验	3	焊接操作人员有无资质	0	1	
				有无焊接工艺评定	0	1	
				是否进行了焊接质量检验	0	1	

T/ CASEI ×××××—××××

		强度试验	2	合格、无试验或不合格	0	2	
		严密性试验	2	合格、无试验或不合格	0	2	
		监理	2	监理单位及人员有无资质	0	1	
				监理结论是否合格	0	1	
		监检	2	监检单位及人员有无资质	0	1	
				监检结论是否合格	0	1	
		竣工资料	2	竣工资料齐全、无或不齐全	0	2	
S_7	使用年限 6	管道使用年限	6	0~10 年（含 10 年）	2	/	
				10~30 年（含 30 年）	4	/	
				30~50 年（含 50 年）	6	/	
		专家验收	1	有无组织专家验收	0	1	
S_8	安全管理 18	巡线频率	3	每天一次	0	/	
				不定期	1	/	
				不巡线	3	/	
		巡线方式	2	沿线逐步	0	/	
				只巡检建设挖掘频繁的管段	1	/	
				不巡线	2	/	
		巡线人员的能力	1	是否能够胜任	0	1	
		公众教育	2	有资料且经常组织宣传管道安全知识	0	/	
				有资料但较少组织宣传管道安全知识	1	/	
				没有宣传资料、不组织宣传	2	/	
		安全责任制	2	有无安全机构和人员	0	1	
				是否落实到人	0	1	
		自行检查和定期检验	3	按规范要求实施	0	/	
				发现问题才实施	2	/	
				不实施	3	/	
		设备装置的维护保养	3	有无维护保养计划	0	1	

T/ CASEI ×××××—××××

				是否定期维护保养及更换部件	0	2	
		信息管理系统	2	有无 GIS、PIMS 等信息管理系统	0	2	
S	合计		100	/			

表 B.3 在役聚乙烯燃气管道失效后果评分模型

编号	评分项目	分值	评分内容	失效后果分数	得分
C_1	介质燃烧性	20	如果介质是天然气、人工煤气、液化石油气	20	
C_2	介质毒性	10	如果介质是天然气	4	
			如果介质是人工煤气	10	
			如果介质是液化石油气	4	
C_3	最高工作压力	6	如果最高工作压力<0.1MPa	2	
			如果 0.1MPa≤最高工作压力≤0.4MPa	4	
			如果 0.4MPa<最高工作压力≤0.8MPa	6	
C_4	最大泄漏量	20	可能的介质最大泄漏量≤1m ³	1	
			可能的介质最大泄漏量∈（1m ³ ，10m ³]	8	
			可能的介质最大泄漏量∈（10m ³ ，100m ³]	12	
			可能的介质最大泄漏量∈（100m ³ ，500m ³]	16	
			可能的介质最大泄漏量>500m ³	20	
C_5	地形	6	可能的泄漏处地形闭塞	1	
			可能的泄漏处地形开阔	6	
C_6	风速	9	可能的泄漏处年平均风速低	2	
			可能的泄漏处年平均风速中等	6	
			可能的泄漏处年平均风速高	9	
C_7	人口密度	20	可能的泄漏处是荒芜人烟地区	0	
			可能的泄漏处 1.6km 长度范围内，管道区段两侧各 200m 的范围内，人口数量 ∈[1，100)	6	
			可能的泄漏处 1.6km 长度范围内，管道区段两侧各 200m 的范围内，人口数量 ∈[100，300)	12	
			可能的泄漏处 1.6km 长度范围内，管道区段两侧各 200m 的范围内，人口数量 ∈[300，500)	16	
			可能的泄漏处 1.6km 长度范围内，管道区段两侧各 200m 的范围内，人口数量 ≥500	20	
	沿线环境(财产密度)	15	可能的泄漏处是荒芜人烟地区	0	

C_8			可能的泄漏处 1.6km 长度范围内，管道区段两侧各 200m 的范围内，大多为农业生产区	3	
			可能的泄漏处 1.6km 长度范围内，管道区段两侧各 200m 的范围内，大多为住宅、宾馆、娱乐休闲地	6	
			可能的泄漏处 1.6km 长度范围内，管道区段两侧各 200m 的范围内，大多为商业区	9	
			可能的泄漏处 1.6km 长度范围内，管道区段两侧各 200m 的范围内，大多为仓库、码头、车站等	12	
			可能的泄漏处 1.6km 长度范围内，管道区段两侧各 200m 的范围内，大多为工业生产、住宅区	15	
C_9	泄漏原因	8	最可能的泄漏原因是操作失误	1	
			最可能的泄漏原因是焊接质量	5	
			最可能的泄漏原因是第三方破坏或自然灾害	8	
C_{10}	抢修时间	9	如果抢修时间<1 天	1	
			如果抢修时间∈[1 天，2 天)	3	
			如果抢修时间∈[2 天，4 天)	5	
			如果抢修时间∈[4 天，7 天)	7	
			如果抢修时间≥7 天	9	
C_{11}	供应中断的影响范围和程度	15	如果无重要用户，供应中断对其他单位影响一般	3	
			如果供应中断影响小城市、小城镇的工业用燃料	6	
			如果供应中断影响小企业、小城市生活	9	
			如果供应中断影响一般的工业生产、中型城市生活	12	
			如果供应中断影响国家重要大型企业、大型中心城市的生产、生活	15	
C_{12}	用户对管道所输送介质的依赖性	12	如果供应中断的影响很小	3	
			如果有代替介质可用	6	
			如果有自备储存设施	9	
			如果用户对管道所输送介质绝对依赖	12	
C	合计	150	/		

附录 C

(规范性附录)

聚乙烯燃气管道位置与深度检测方法

C.1 探管仪定位法

C.1.1 适用范围

本方法适用于敷设有连续示踪线的聚乙烯燃气管道的检测。

C.1.2 方法介绍

发射机发射固定频率的信号施加到待测管线上，接收机以相同频率接收此信号，利用电磁信号的原理来探测地下管线的精确位置和深度。

C.1.3 检测设备

检测设备包括发射机、接收机，以及配套的电源设备、连接线等。

C.1.4 测量步骤

- 利用阀井、开挖点等，连接电源,将发射机与待测管道示踪线进行连接；
- 设定电流强度，调节发射机输出电流，尽量大地稳定输出；
- 设定接收机探测频率，确保与发射机工作在同一频率上；
- 利用峰值法或者谷值法对管道定位，配合GPS定位仪，记录管线的埋深及坐标，绘制管线路由图。

C.2 固定信标定位法

C.2.1 适用范围

本方法适用于埋设有电子标识器的聚乙烯燃气管道的检测。

C.2.2 方法介绍

信标探测器通过发送可使地下信标感应的特定低频脉冲信号，并接收地下信标感应信号，定位布设于地下管线上方的电子标识器，确定管线的位置和深度。

C.2.3 检测设备

检测设备包括信标探测仪接收机、电子标识器等。

C.2.4 测量步骤

- 架设信标探测器，设定探测频率，不同埋设深度的信标对应不同的频率；

- b) 探测管线位置上方布设的信标对管道定位，配合 GPS 定位仪，记录管线的埋深及坐标，绘制管线路由图。

C.3 探地雷达定位法

C.3.1 适用范围

本方法适用于未敷设示踪线或示踪线失效的聚乙烯燃气管道的检测。

C.3.2 方法介绍

利用超高频短脉冲电磁波在介质中传播时其路径、电磁场强度与波形随通过介质的电性质和几何形态的不同而变化的特点，根据接收到波的旅行时间（亦称双程走时）、幅度与波形资料来判断管线的位置和深度。

C.3.3 检测设备

检测设备包括管线探地雷达发射天线、接收天线等。

C.3.4 测量步骤

探地雷达采集方式一般采用剖面法探测，以阀井、开挖点等作为坐标原点，将发射、接收天线以固定的分离距，沿测线方向以等步长同步移动，所有单道反射信息构成了雷达图像剖面，其中横坐标表示天线在水平方向的位置，纵坐标记录的是反射波的双程旅程时间。该剖面常以脉冲反冲波的波形记录，波形的正负峰分别以黑、白表示，或者以灰阶或色彩表示，这样，同相轴或等灰、等色线即可形象地表征出地下反射界面或目标体。

C.4 多频声波探测法

C.4.1 适用范围

本方法适用于未敷设示踪线或示踪线失效的聚乙烯燃气管道的检测。

C.4.2 方法介绍

利用发射控制机驱动气体振动器，通过放散阀或调压箱和管道连接，来驱动管道中的燃气以施加多频复合声波震动信号，使管道中的燃气产生特殊调制的振荡波信号，接收并跟踪仪器信号源发出的声波信号，从而精确定位管道的位置与走向。

C.4.3 检测设备

检测设备包括发射机部分和地面接收机部分，发射机部分分为动力控制部分和发声腔气体驱动部分；接收机部分分为拾音器和手簿分析输出部分。

C.4.4 测量步骤

- a) 连接前检查接口气密性，确保放散阀门是关闭的，打开放散阀保护堵头，清理里面的杂物和水；
- b) 架设发射控制机，选择合适的接头将发射控制机接头连接到放散阀或者调压箱放散阀，通过快速接头将共振腔连接发射机共振腔，尽量安装在待测管道的上游；
- c) 通过拾音器及手簿分析软件，接收声波信号并分析，确定定位管道的位置与走向。

C.5 静电探测法

C.5.1 适用范围

本方法适用于未敷设示踪线或示踪线失效的聚乙烯燃气管道的检测。

C.5.2 方法介绍

燃气主要成份氢原子核中的质子是一种带有正电荷的粒子，其本身在不停的无规则自旋，具有一定磁性，在外磁场作用下自旋质子将按一定方向排列，称为核子顺磁性，使用弱磁感应探测仪可以将被探测物的弱磁场放大，双手持金属杆的操作使用者在运动状态下通过人体静电、大地磁场、弱磁场的相互作用下可以探测出被探测物的位置与埋深。

C.5.3 检测设备

检测设备包括主机、探测天线，配套的电源充电设备、背包等。

C.5.4 测量步骤

- a) 打开设备开关，取出可旋转伸缩探测天线，并将探测天线拉伸至最长，保持天线可旋转，天线水平且平行指向前方，与肩同宽即可；
- b) 初步判断管道大致走向，以及管道所在范围，垂直管道方向进行走动探测，当两根天线相互吸引并旋转至交叉平行状态，天线正下方即为探测管道所在位置，人体走过目标管道后，天线可由平行状态缓慢打开，最终恢复到预备状态；
- c) 天线交叉点开始平稳向前方走到天线打开之间距离可得到管道深度；
- d) 天线在目标管道上方沿管道走向平行，后仰身体至两杆欲改变平行状态时，一杆静止，另一杆向前错开至再次改变平行状态，两杆错开的距离即为管道管径；
- e) 单手操作时，天线的指向与正下方目标管道的走向一致，可用于管道追踪和弯头、三通的识别。

C.6 冲击棒检测定位法

C.6.1 适用范围

本方法适用于土质较为疏松、单一的土壤环境中的聚乙烯燃气管道的检测。

C.6.2 方法介绍

通过冲击棒探针上部的配重块向下的冲击力使探针竖直插入土壤中至到探针端部与聚乙烯燃气管道接触，通过探针与管道不断的撞击将声音及震动传递到地面，由检测人员来辨认是否为待测管道。通过探针插入土壤深度来判断管道埋深。

C.6.3 检测设备

检测设备包括冲击棒含配重块、探针。

C.6.4 测量步骤

- a) 阀井处检测方法。通过阀井判断管道走向、埋深是否符合冲击棒量程，之后在管道敷设方向地面上划定若干横截面、间距根据现场情况确定，在横截面上使用冲击棒进行探测至到找出管线准确位置；
- b) 管道出、入土端检测方法。以管道出入、土处为圆心在地面画出圆形截面、直径根据现场情况确定，之后在圆形截面上使用冲击棒进行探测至到找出管道位置，若探测不出管道位置则证明管道埋深超出冲击棒探测量程需选择量程更大的冲击棒。若探测出管道位置，则此位置与圆心连线则为管道敷设方向，重复 a) 步骤；
- c) 冲击棒使用方法。将探针竖直放置于待测位置地面上，手持配种块将其尽可能的远离地面，之后用力向下释放，重复操作该过程，使探针不断的插入土壤中至到接触到待测管道；
- d) 冲击棒在横截面上使用时，冲击孔的间距应尽可能的小，并且保证探针竖直向下运行；
- e) 探测出管道后，配合 GPS 定位仪，记录管线的埋深及坐标，绘制管线路由图。

附 录 D
(规范性附录)
气体泄漏检测方法分级

D.1 气体泄漏检测方法

D.1.1 可用气体泄漏检测仪、气体泄漏检测车、声学成像仪、激光甲烷检测仪等对聚乙烯燃气管道沿线进行泄漏检测；

D.1.2 重点检查管道阀门、阀井、法兰、调压器、套管、非金属管道熔接接口（含钢塑转换接口）等组件，及燃气可能泄漏扩散到的地沟、窨井、地下构筑物内的泄漏情况；对疑似泄漏点可进行地面钻孔检测。

D.1.3 当发现疑似泄漏点时，应采用可燃气体检测仪确定泄漏的浓度，并依据其最大读数确定泄漏等级。

D.1.4 可燃气体泄漏检测仪报警装置的报警浓度不高于可燃气体爆炸极限下限的 20%。

D.2 气体泄漏分级

燃气泄漏按下列原则分为 4 个等级：

D.2.1.1 一级泄漏

符合下列条件之一的，为一级泄漏：

- a) 明显可见到、听到或者闻到有燃气泄漏的；
- b) 建筑物内或之下有燃气泄漏的；
- c) 密闭空间(如阀井等)有燃气泄漏的；
- d) 燃气泄漏源于压力大于 0.1MPa 的燃气管道的；
- e) 燃气泄漏源于建筑物 0.5m 之内的燃气管道，且检测仪器显示数值大于 80%LEL 的。

D.2.1.2 二级泄漏

符合下列条件之一的，为二级泄漏：

- a) 燃气泄漏源于建筑物 0.5m 之内的燃气管道，但检测仪器显示数值小于 80%LEL 的；
- b) 燃气泄漏源于建筑物 0.5m 之外的燃气管道，但检测仪器显示数值小于大于 80%LEL 的。

D.2.1.3 三级泄漏

燃气泄漏源于建筑物 0.5m 之外的燃气管道，但检测仪器显示数值为 3001ppm~80%LEL 的。

D.2.1.4 四级泄漏

检测仪器显示数值≤3000ppm 的。

燃气泄漏分级识别见图 D.1。

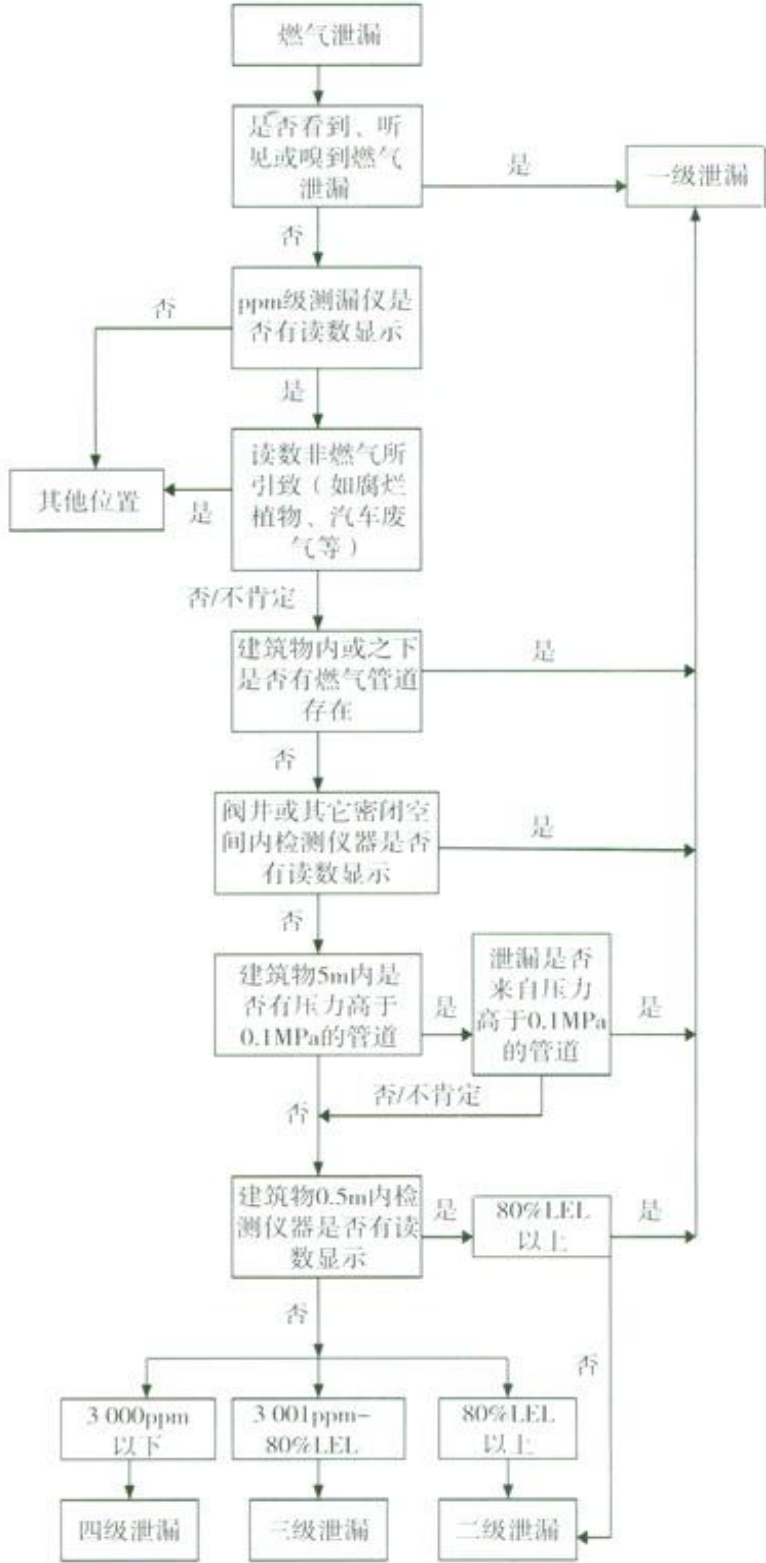


图 D.1 燃气泄漏分级流程图

附 录 E
(规范性附录)
聚乙烯管道热熔接头相控阵超声检测方法

E. 1 范围

本附录规定了聚乙烯管道对接接头相控阵超声检测方法和质量分级。
本附录适用于符合 GB 15558.1、GB 15558.2 或其他类似标准的，外径在 50mm-610mm 范围内，壁厚在 4mm-60mm 范围内的焊缝。

E. 2 人员要求

按本方法实施检测的人员，应按照 GB/T 9445 或合同各方同意的体系进行资格鉴定认证，并由雇主或其代理对其进行专门科目培训和操作授权。
该专门科目培训应包括相控阵超声检测技术和聚乙烯热熔接头检测技术。

E. 3 检测设备

相控阵超声检测系统应按 GB/T 29302 进行测试并符合其要求。
相控阵超声检测系统还应进行本方法规定的测试并满足要求。

E. 3. 1 仪器

相控阵超声仪器应按照 GB/T 29302 测试并符合其要求。

E. 3. 2 探头

- E. 3. 2. 1 聚乙烯管道热熔接头相控阵超声检测用探头采用一元线阵斜探头。
- E. 3. 2. 2 探头声束汇聚区范围应能满足检测聚乙烯管道热熔接头内缺陷深度的要求。
- E. 3. 2. 3 探头折射角通常为 45° 或 60°，探头楔块应选用声速与聚乙烯相近的材料制作，推荐采用聚枫材料。
- E. 3. 2. 4 探头频率应根据管材厚度选定。不同管材厚度范围推荐的探头频率见表 E. 1。

表 E. 1 不同管材厚度适用的探头频率

PE管材厚度e (mm)	频率f (MHz)
4<e≤8	F>5
8<e≤30	2. 5<f≤5
e≥30	2<f≤2. 5

E. 3. 3 检测系统

- E. 3. 3. 1 组合仪器、探头和特殊楔块的相控阵检测系统应按 GB/T 29302 进行测试并符合其要求。
- E. 3. 3. 2 系统在检测项目的聚乙烯管道校准试块上最远和最近人工反射体信号的灵敏度余量和信噪比均应超过 12dB；横向分辨力小于 2mm；纵向分辨力小于 1mm。

E. 3. 4 扫查器

- E. 3. 4. 1 应能夹持探头并贴合管道沿焊缝进行平行扫查。
- E. 3. 4. 2 检测前应对扫查器进行校准，位移误差应小于1%，最大不超过10mm。
- E. 3. 4. 3 位置分辨率应小于 1mm。

E. 3. 5 耦合剂

- E. 3. 5. 1 应使用对聚乙烯材料没有任何腐蚀、溶解作用的耦合剂，耦合剂应易于附着和清除。

E. 4 校准试块

- E. 4. 1 应采用与被热熔接头管件材料声学性能相同或近似的材料制成，该材料不得有大于或等于 ϕ 1mm 平底孔当量直径的缺陷。
- E. 4. 2 应选择图 E. 1 所示校准试块图样进行制作，试块的检测面为平面或带有一定曲率半径的曲面，在试块的不同深度位置上含有 6 个排列不均匀的预埋金属丝。

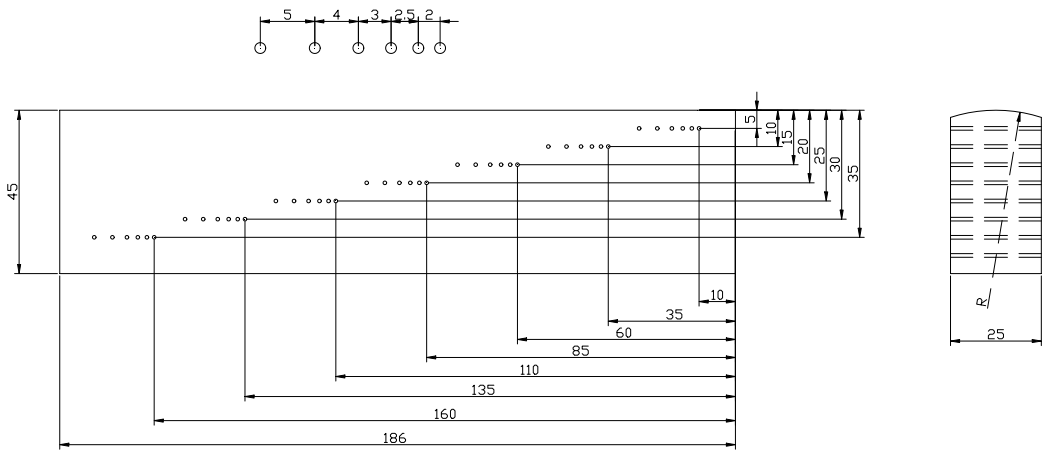


图 E. 1 PE-I 试块

- E. 4. 3 试块的型号、相应的曲率半径和适用的焊接接头范围见表 E. 2的规定。

表 E. 2 试块圆弧曲率半径

试块型号	试块圆弧曲率半径R (mm)	适用的热熔接头范围（公称直径） (mm)
PE- I -1	30	75~110
PE- I -2	60	110~200

PE- I -3	平面	>200
----------	----	------

E. 5 检测准备

E. 5. 1 检测时机

热熔焊接接头的检测应在焊接完成后经 5 小时冷却并稳定以后进行检测。

E. 5. 2 表面要求

被检测的热熔焊接接头应在焊缝两边一倍壁厚+50mm 范围内整圈清除表面异物。

E. 5. 3 检测区域

检测区域应包括焊缝中心线两侧一倍壁厚。

E. 5. 4 灵敏度校准

E. 5. 4. 1 灵敏度校准应在校准试块上进行。

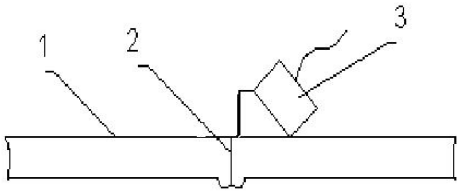
E. 5. 4. 2 灵敏度校准后不同深度处相同反射体回波波幅应基本一致，且经最大补偿的声束回波的信噪比不应小于 6dB，记录此时的增益和波高为参考幅度。

E. 5. 4. 3 扫查灵敏度由工艺验证试验确定，一般将 $\phi 1 \times 25-4\text{dB}$ 设置为满屏高度的 80~95%，作为扫查灵敏度。

E. 6 检测

E. 6. 1 应使用经校准的检测系统对待测热熔接头进行检测。

E. 6. 2 检测方式应采用扇扫描，探头平行于焊缝周向移动做沿线扫查，如图 E. 2 所示。



1.管材 2.接头 3.相控阵探头

图 E. 2 热熔接头检测示意图

E. 6. 3 焊缝长度方向重叠应大于 20mm。

E. 6. 4 在完成扫描之后，应自动存储原始数据。

E. 7 结果解释和评价

E. 7. 1 缺陷的判定

当反射波幅高于或等于 20%满屏幕波高时，应记录并测定。

E. 7. 2 缺陷的尺寸

以 S 显示和 B 显示的图像中缺陷成像尺寸作为缺陷尺寸。

E. 7. 3 缺陷的定性

E. 7. 3. 1 热熔接头缺陷性质包括：

- A) 接头中的孔洞；
- B) 熔接面夹杂，如夹砂、灰尘、金属等；
- C) 未熔合；
- D) 裂纹；

E. 7. 3. 2 熔合面夹杂

熔合面夹杂缺陷为面积型缺陷，将其表征为由其外接矩形之长和宽围成的矩形。图 E. 3中缺陷所在的面为聚乙烯热熔接头的熔合面（B显示图像），X为缺陷径向的矩形边长即缺陷自身高度，Y为缺陷周向的矩形边长即缺陷长度。

当相邻缺陷间距小于等于较短缺陷尺寸时，应视为单个缺陷，缺陷长度应计入间距。

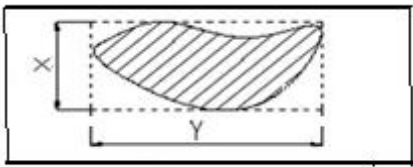


图 E. 3 熔接面缺陷的表征

E. 7. 3. 3 孔洞

孔洞缺陷为体积型缺陷，应表征其X、Y, 其表征方法与E. 7. 3. 2相同。

E. 8 质量分级

E. 8. 1 聚乙烯管道对接接头相控阵超声检测质量分级

E. 8. 1. 1 缺陷质量分级的依据

根据接头中存在的缺陷性质、数量和密切程度，其质量等级可划分为 I 、 II 、 III级。
I 、 II 级焊接接头内不允许有裂纹和未熔合缺陷。

E. 8. 2 熔合面夹杂的质量分级

熔合面夹杂缺陷按表 E. 3 的规定进行分级评定。

表 E. 3 熔合面夹杂缺陷的质量分级

级别	与内外壁贯通的熔接面夹杂	在接头熔合面中间的熔合面夹杂
I	$X<5\%T$, $Y<10\%T$	$X<10\%T$, 且在任意连续 300mm 的焊缝长度中, 当 Y 累计长度不超过 20mm

T/ CASEI ×××××—××××

II	X<10%T, Y<20%T	X<15%T, 且在任意连续 300mm 的焊缝长度中, 当 Y 累计长度不超过 50mm
III	大于 II 级者	
注: T 为管材壁厚。		

E.8.3 孔洞的质量分级

I、II 级热熔接头中不允许尖锐端角的孔洞缺陷。

孔洞缺陷按表 E.4 的规定进行分级评定。

表 E.4 孔洞缺陷的质量分级

级别	单个孔洞	组合孔洞
I	X<5%T、Y<10%T	X<5%T 且在任意连续 300mm 的焊缝长度中，当缺陷累计长度 Y 不超过 20mm。
II	X<10%T、Y<20%T	X<10%T 且在任意连续 300mm 的焊缝长度中，当缺陷累计长度 Y 不超过 50mm。
III	大于 II 级者	
注：T 为热熔接头管材壁厚。		

E.8.4 验收标准执行设计文件规定、合同约定或合同各方商定。

E.9 检测报告

聚乙烯管道相控阵超声检测后, 应由 2 级或以上人员编写检测报告, 内容至少包括:

- 聚乙烯管道型号, 直径, 配套工程名称及地点, 焊缝数量, 验收标准;
- 材料型号, 直径, 壁厚;
- 相控阵超声仪器型号, 检测技术, 探头规格型号;
- 检测记录和结果, 焊缝评级;
- 检测人员, 资格; 审核人员, 资格; 报告日期

附录 F
(规范性附录)
聚乙烯燃气管道剩余寿命预测方法

F.1 寿命预测模型

聚乙烯燃气管道在老化过程中，性能变化指标 P 与老化时间 t 的关系，用模型(F-1)进行描述。

$$P = Ae^{-Kt} \tag{F-1}$$

式中：

P ——对拉伸性能试验为任意时间的断裂伸长率 L_t 与老化前断裂伸长率 L_0 的比值。对于热分析试验为任意时间的氧化诱导期 S_t 与老化前氧化诱导期 S_0 的比值；

T ——老化时间，单位为小时（h）；

K ——老化速率，单位为每小时（ h^{-1} ）；

A ——常数。

聚乙烯燃气管道热氧老化寿命预测可根据模型(F-1)建立性能变化指标 P 与老化时间 t 之间的关系曲线，如图 F.1 所示。

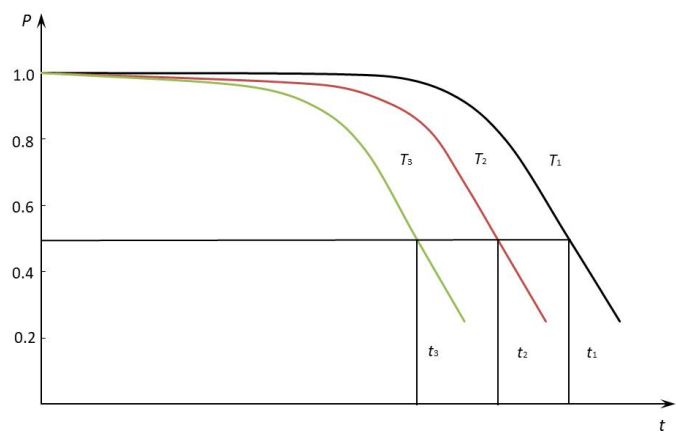


图 F.1 性能变化指标 P 与老化时间 t 之间的关系曲线

注：每一个温度下可绘制出一条性能变化指标 P 与老化时间 t 之间的关系曲线，每一条关系曲线对应一个老化速率。

F.2 老化速率

本方法适用于评定长期暴露在指定温度下聚乙烯燃气管道的热稳定性。主要使用 Arrhenius 方程进行评定，Arrhenius 转换公式见(F-2)。

$$\ln K = \ln B - \frac{E}{RT} \tag{F-2}$$

式中：

T/ CASEI ×××××—××××

K ——老化速率，单位为每小时 (h^{-1})；

B ——常数；

E ——表观活化能，单位为焦耳每摩尔 J/mol ；

R ——气体常数， $8.314 (\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$ ；

T ——绝对温度，开尔文 (K)。

聚乙烯燃气管道热氧老化速率可根据式 (F-2) 建立老化速率 K 与温度倒数 $1/T$ 之间的对数图，如图 F.2 所示。

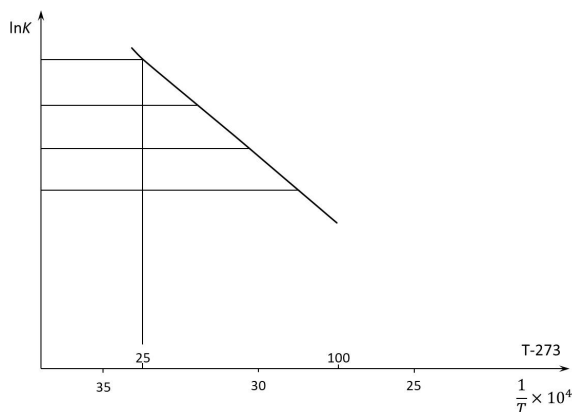


图 F.2 老化速率 K 与温度倒数 $1/T$ 之间的对数图

注：为达到合适的寿命预测精度，应采用不少于 3 种温度进行热氧老化试验，且热氧老化试验温度不高于 383K (80°C)。

F.3 剩余寿命计算方法

由热氧老化试验结果，对每个老化试验温度可获得一组 (n 个) 老化时间 t 与性能变化指标 P 的数据，可计算每个老化试验温度的老化速率 K 。

$$\begin{cases} t_1, t_2, \dots, t_i \\ P_1, P_2, \dots, P_i \end{cases} \quad i=1, 2, \dots, n \quad (\text{F-3})$$

令 $Y=\ln P$ ； $X=t$ ； $b=-K$ ，则模型(F-1)可用 $Y=a+bX$ 表示，如图 F.3。用最小二乘法求得系数 a 、 b 和相关系数 r 。根据 t 分布表，将置信度为 99%，自由度为 $f=n-2$ 的 r 表值与计算值 r 比较，若 $|r| > r$ 表值，则 X 与 Y 线性关系成立，方程的斜率 b 为相应老化试验温度下的老化速率常数。若 $|r| < r$ 表值，则 X 与 Y 线性关系不成立。

由老化速率计算结果，可得老化速率 K 与温度 T 的关系

$$\begin{cases} T_1, T_2, \dots, T_j \\ i=1, 2, \dots, m \end{cases} \quad (\text{F-4})$$

令 $Y_l=\ln K$ ； $X_l=1/T$ ； $b=-E/R$ ，则模型(F-1)可用 $Y_l=a_l+b_lX_l$ 表示，如图 F.4。用最小二乘法求得系数 a_l 、 b_l 和相关系数 r_l 。根据 t 分布表，将置信度为 99%，自由度为 $f=m-2$ 的 r_l 表值与计算值 r_l 比较，若 $|r_l| > r_l$ 表值，则 X_l 与 Y_l 线性关系成立，方程的斜率 b_l 为相应老化试验温度下的老化速率常数。若 $|r_l| < r_l$ 表值，则 X_l 与 Y_l 线性关系不成立。

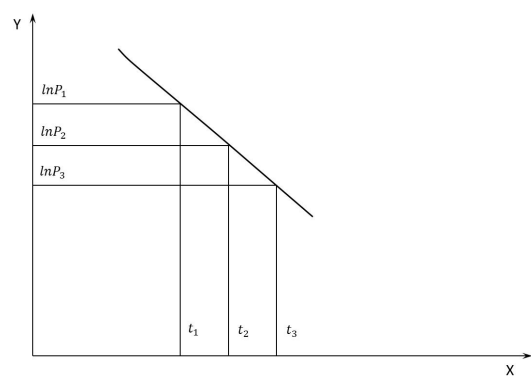


图 F.3 性能变化指标 P 与老化时间 t 的线性关系图

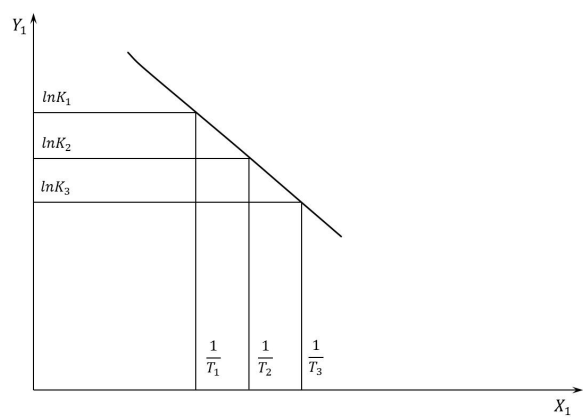


图 F.4 老化速率 K 与温度 T 之间的线性关系图

按所得线性方程 $Y1=a1+b1X1$ 计算工况温度(Ts)下的老化速率 Ks 。将 Ks 代入寿命预测模型(F-1)，根据失效时性能变化指标 Ps 和管道已工作的时间 tg ，即可得工况温度下的剩余寿命 ts ，即 $ts=\ln(A/Ps)/Ks - tg$ 。

附录 G
(资料性附录)
热熔接头相控阵检测特征图谱

G.1 正常焊接

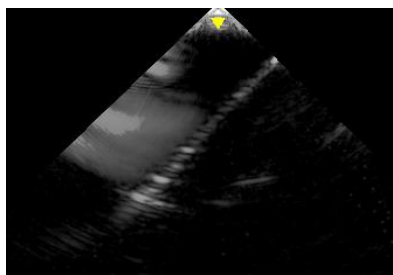


图 G.1 正常焊接接头超声图谱

正常焊接热熔接头超声图像有清晰的内外表面信号显示，在内外表面显示的信号之间，除探头本身的干扰信号外，无明显的其他信号显示。

G.2 熔合面夹杂

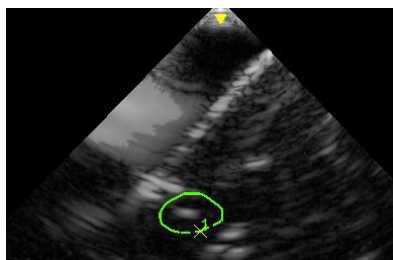


图 G.2 含有夹杂物的超声图谱

熔合面夹杂属于面积型缺陷，位置在熔合线上。常见熔合面夹杂缺陷有：金属夹杂、非金属夹杂等。在内外表面显示的信号之间，有明显的信号显示。金属夹杂显示较亮，非金属夹杂显示较暗。

G.3 孔洞

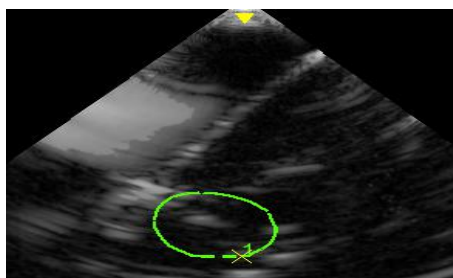


图 G.3 含孔洞的超声图谱

孔洞属体积型缺陷，图像较为清晰，在内外表面显示的信号之间，有明显的信号显示。孔洞主要

由于管材潮湿或端面污染物气化造成。出现严重孔洞时，在孔洞缺陷下方常会出现管材内壁信号缺失。

G.4 未熔合

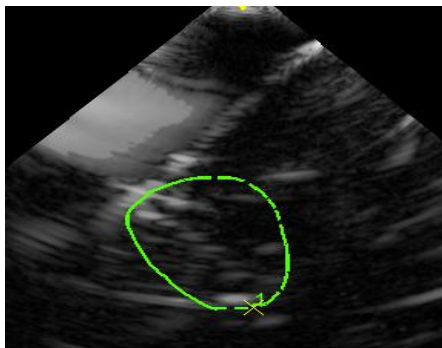


图 G.4 未熔合超声图谱

未熔合属面积型缺陷，出现在熔合面上。图像不太清晰，通常在内外表面显示的信号之间产生贯穿型的显示。未熔合缺陷极为严重，检测时典型的未熔合必须检出。

G.5 边界信号和干扰信号

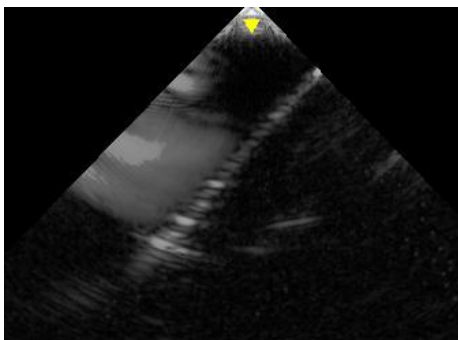


图 G.5 焊接中的边界信号和干扰信号

热熔接头相控阵检测图像总不是完美的，在热熔接头内、外表面会形成边界信号；由于相控阵探头本身的原因，也会在图像中产生一些干扰信号。这些信号显示在移动探头时，不会随着探头的移动，显示位置发生改变，而缺陷信号显示会发生变化。边界信号和干扰信号等这些信号不应该被包括在判定信号里。

《在役聚乙烯燃气管道检验与评价》

编制说明

1 工作简况

1.1 任务来源

《在役聚乙烯燃气管道检验与评价》国家标准以国家“十五”、“十一五”、“十二五”重点科技攻关和科技支撑计划课题“城市埋地燃气管道及工业特殊承压设备安全保障关键技术研究”（2001BA803B03）、“城市燃气管道安全保障关键技术研究”（2004BA803B02）、“生命线工程安全保障关键技术与工程示范”（2006BAK02B01）、公益性行业科研专项项目“城镇燃气聚乙烯管道风险评估方法体系研究”（201310159）的相关成果为基础，结合 10 多年的检测实践经验制定。由中国特种设备检验协会批准立项，立项号 20201439-T-469。该标准由中国特种设备检验协会团体标准技术委员会归口管理。

1.2 起草单位

略。

1.3 主要起草人及其所承担工作的简要说明

序号	章节号	章节号	章节名称	承担单位
1	1		范围	中国特种设备检测研究院
2	2		规范性引用文件	中国特种设备检测研究院
3	3		术语、定义	安徽省特种设备检测院
4	4		总则	陕西省特种设备检验检测研究院
5	5		数据收集	福建省特种设备检验研究院
6	6		危害辨识与检验策略制定	中国特种设备检测研究院、中国石油大学
7	7		检验方案制定	广东省特种设备检测研究院、北京市特种设备检测中心
8	8		检验实施	中国特种设备检测研究院、中石化长输油气管道检测有限公司
9		8.1	基本要求	中国特种设备检测研究院
10		8.2	宏观检验	河南省锅炉压力容器安全检测研究院
11		8.3	泄漏检测	广东省特种设备检测研究院
12		8.4	开挖检验	江苏省特种设备安全监督检验研究院
13	9		合于使用评价	中国特种设备检测研究院
14	10		压力试验与泄漏性试验	中国特种设备检测研究院、杭州市特种设备检测研究院

15	11		定级	河南省锅炉压力容器安全检测研究院、河北省特种设备监督检验研究院、辽源市特检中心
16	12		检验周期确定	中国特种设备检测研究院
17	附录 A		在役聚乙烯燃气管道自行检查	沈阳特种设备检测研究院
18	附录 B		在役聚乙烯燃气管道风险评估方法	北京工业大学、广东省特种设备检测研究院、上海市特检院
19	附录 C		聚乙烯燃气管道位置与深度检测方法	河南省锅炉压力容器安全检测研究院、重庆市特种设备检测研究院
20	附录 D		气体泄漏检测方法及分级	广东省特种设备检测研究院
21	附录 E		聚乙烯管道热熔接头相控阵超声检测方法	江苏省特种设备安全监督检验研究院、港华燃气集团
22	附录 F		聚乙烯燃气管道剩余寿命预测方法	北京交通大学、深圳燃气集团
23	附录 G		热熔接头相控阵检测特征图谱	江苏省特种设备安全监督检验研究院、港华燃气集团

2 编制原则和主要内容

2.1 编制原则

- 1) 标准的编写格式按国家标准 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写规则》的规定和要求进行编写；
- 2) 本标准以国家科研成果为基础，进行综合凝练，以保证标准的先进水平。是对《压力管道定期检验规则——公用管道》（TSG D7004）明确提出对管道进行定期检验的要求的补充，提出具体的检验和评价方法。
- 3) 以国家科研成果为基础，充分考虑工程试应用的结果，以保证标准的适用性；
- 4) 充分考虑我国对聚乙烯燃气管道安全监察的总体要求、我国当代社会价值取向、管道失效模式及特点、我国企业技术、经济、管理水平和人员素质；
- 5) 为政府安全监察和企业安全管理的提供技术支撑；
- 6) 满足标准的科学性、先进性、有效性原则，规范我国聚乙烯燃气管道的穿跨越段工程检验。

2.2 标准主要内容说明

本标准给出聚乙烯燃气管道检验与评价方法，由 12 个章节和 7 个附录组成，包括：范围、规范性引用文件、术语定义缩略语、总则、数据收集、危害辨识与检验策略制定、检验方案制定、检验实施、合于使用评价、压力试验与泄漏性试验、定级、检验周期确定、附录 A（在役聚乙烯燃气管道自行检查）、附录 B（在役聚乙烯燃气管道风险评估方法）、附录 C(聚乙烯燃气管道位置与深度检测方法)、附录 D（气体泄漏检测方法及分级）、附录 E（聚乙烯管道热熔接头相控阵超声检测方法）、附录 F（聚乙烯燃气管道剩余寿命预测方法）、附录 G（热熔接头相控阵检测特征图谱）。

本标准是首次制订，核心的技术内容包括：数据收集、检验方案制定、检验实施、合于使用评价、

检验周期，这些内容是在国家“十五”、“十一五”、“十二五”重点科技攻关和科技支撑计划课题“城市埋地燃气管道及工业特殊承压设备安全保障关键技术研究”（2001BA803B03）、“城市燃气管道安全保障关键技术研究”（2004BA803B02）、“生命线工程安全保障关键技术与工程示范”（2006BAK02B01）、公益性行业科研专项项目“城镇燃气聚乙烯管道风险评估方法体系研究”（201310159）的相关研究成果的基础上进行了综合凝练，并在近 10000 公里的城市燃气管网进行了工程试应用，从而确定的。

1) 确定本标准的适用范围

适用于工作温度在-20℃~40℃，工作压力不大于 0.8MPa，公称外径不大于 630mm 的在役聚乙烯燃气管道的检验与评价。

这与 CJJ63-2018《聚乙烯燃气管道工程技术标准》保持一致，并对相应技术条款进行修订。

2) 总则

主要规定了在役聚乙烯燃气管道的检验类型和定义，以及检验的流程。

3) 数据收集

聚乙烯燃气管道有别于钢质管道，有效的检测方法不多，需要开展基于风险的检验，而进行风险评估，则需要详细的管道基础信息，所以在开展聚乙烯燃气管道的检验过程中，数据收集显得尤为重要。

4) 危害辨识与检验策略制定

检验人员根据收集的管道基础信息，开展管道危害辨识，根据不同的危害因素，制定有针对性的检验策略。

5) 检验方案制定

本章规定了检验方案的基本要求，主要包括检验管道的基本情况、检验范围、检验依据的标准规范、项目参与人员要求及分工、检验流程、检验项目、内容、检测方法、检测比例或数量、记录与报告要求、管道使用单位配合项目、QHSE 要求等。

6) 检验实施

本章主要围绕检验的基本要求、检验内容、检验方法、检验比例与数量等方面编写，对聚乙烯燃气管道的位置、走向、埋深、敷设环境、泄漏情况、管体状况、焊接质量等检验过程进行规定。

7) 合于使用评价

针对一些特定工况，需要对管道材料适用性和管道剩余寿命进行评价。

8) 压力试验与泄漏性试验

现场直接检测不可实施时，可采用压力试验和泄漏性的方法进行检验。

9) 管道定级及检验周期

安全状况评估的目的是评估在役聚乙烯燃气管道的安全状况并确定下次检验周期，为了与 TSG D7004 等的协调，安全状况等级也划为 4 级。针对不同的等级，给定 0-9 年不等的检验周期。

3 综述报告及预期经济效果

城镇燃气管道是市政公用事业的重要组成部分，是现代城镇的重要基础设施，聚乙烯管材性能优异，在燃气管道中大量应用。我国自 90 年代首次在上海使用聚乙烯燃气管道至今，已敷设聚乙烯燃气管道里程超过 40 万公里使用省份超过 30 个，聚乙烯管道在中低压管网建设的使用比例超过 65%。此类设施一旦发生事故，经济损失惨重、社会影响恶劣、环境污染严重，如吉林松原“7.4”燃气管道爆炸事故、福建长乐“1.16”燃气管道泄漏爆炸事故等。因此，各国政府普遍采取强制性的监管措施，推行管道定期检验，要求企业定期进行管道全面检验。我国国家质量监督检验检疫总局 2010 年颁布了《压力管道定期检验规则——公用管道》（TSG D7004）明确提出对聚乙烯燃气管道进行定期检验的要求。

我国聚乙烯燃气管道建设已有 30 多年历史，这些管道尤其是老管道，总体来说，施工质量问题多、技术档案不全、缺陷情况不清、具体位置不明。对于企业，安全管理水平普遍处于疲于堵漏抢险、无奈盲目更新的高成本、低成效的被动局面；对于政府，亟待摸清管道安全状况，建立和推行科学合理、经济有效的监管措施和技术规范。实施动态风险管理与控制，变被动抢险、盲目更新为主动预防、科学维护，是科学合理、经济有效地保障聚乙烯燃气管道安全生产的必由之路。

本标准为适应国家有关法规、规章中关于聚乙烯燃气管道检验检测要求和工程需要，提出对聚乙烯燃气管道检验与评价方法。解决了长期困扰燃气管道政府安全监察、企业安全生产的瓶颈性技术难题，为我国实施科学、合理、经济、有效的安全监管措施，从根本上扭转安全生产普遍处于疲于堵漏抢险、无奈盲目更新的高成本、低成效的被动局面，提供了必不可少的急需技术和方法手段。本标准中的检验与评价方法，已成功应用于广东省、福建省、陕西省、山西省、青海省、北京市、上海市等地城市部分燃气管道的安全管理和检测评价，为企业掌握所辖管道的风险状况、科学采取维护检修措施，提供了科学依据和技术指导，并通过避免管道的盲目更新和有针对性地科学安排维护检修计划，为企业节约了大量资金。

4 标准水平

目前，与本标准相近的标准为 DB35/T1699-2017《城镇聚乙烯（PE）燃气管道定期检验规则》和 DB44/T2033-2017《在用聚乙烯燃气埋地管道定期检验规则》，二者均为地方标准，缺乏全国普适通用性，且近年聚乙烯管道检测技术发展较快，以上地方标准中的技术相对老旧，无法与 TSG D7004 等相关安全技术规范进行有效衔接。本标准给出了聚乙烯燃气管道的检验与评价方法，并进行综合评价给出检验周期，与埋地管道其他段检验周期进行有机协调。通过对各个单项指标的检测结果进行分析，综合给出整条管道的安全状态等级，并给出检维修建议及措施。

本标准是对《压力管道定期检验规则——公用管道》（TSG D7004-2010）的有效补充。是根据我国聚乙烯燃气管道的建设条件和运行管理的工程实际，在对前期研究成果的凝练与整合、工程适用性研究的基础上，充分考虑国内外管道制造、安装、维护、管理、检验水平的差距，充分考虑我国特种设备安全监察的总体要求，与我国的经济水平、社会保障条件以及有关安全技术法规相适宜，是国内外同类方法不能替代的。

5 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

《压力管道定期检验规则-公用管道》(TSG D7004-2010)提出了聚乙烯燃气管道检验的要求，但不全面。针对聚乙烯燃气管道可能出现的安全质量问题,非常迫切的需要开展 PE 燃气管道安全检验技术

研究与应用工作，制定定期检验标准，解决聚乙烯燃气管道检验问题，为聚乙烯燃气管道的安全提供科学的检验方法体系，保障城镇燃气管道的安全运行。本标准是这个安全技术规范的支撑标准，给出了具体明确的在役聚乙烯燃气管道检验与评价方法。

本标准是为适应国家有关法规、规章中关于聚乙烯燃气管道检验要求而提出的具体检验与评价方法。

6 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

7 本标准属性

建议本标准作为我国特种设备检验行业团体标准。

8 贯彻国家标准的要求和措施建议

- 1) 标准发布后，应组织对实施标准的单位和技术人员进行宣贯培训；
- 2) 主管部门对标准的实施情况进行检查，发现问题及时反馈，确保本标准的贯彻实施。

9 废止现行有关标准的建议

无。

10 其他应予说明的事项

无。

《在役聚乙烯燃气管道检验与评价》

标准编制工作组