

在役燃气用埋地聚乙烯（PE）管道
风险评估规范

2023 - 09 - 15 发布

2023 - 12 - 14 实施

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 总则 2

5 风险评估的工作流程 2

6 管道区段划分 2

7 数据收集 2

8 风险评估 3

9 风险评估报告 4

附录 A（规范性） PE 管道失效可能性评分表..... 6

附录 B（规范性） PE 管道失效后果评分表 9

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。

本文件由河南省承压类特种设备标准化技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：河南省锅炉压力容器检验技术科学研究院。

本文件主要起草人：赵向南、孙玉领、房伟峰、于明涛、齐文超、曹录梅、陈晨、刘璞、周纪龙、张乐堂、孙中仁、张海营、郭志强、刘瑞蓉、宁兆伟、孙嘉栋、邹俊伟。

在役燃气用埋地聚乙烯（PE）管道风险评估规范

1 范围

本文件规定了在役燃气用埋地聚乙烯（PE）管道（以下简称PE燃气管道）风险评估的总则、基本工作流程、数据收集、风险评估及风险评估报告。

本文件适用于工作温度在-20℃~+40℃，工作压力不大于0.8 MPa，公称外径大于等于50 mm且不大于630 mm PE燃气管道的风险评估。

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（PE）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
- GB/T 15558.3 燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统 第2部分：阀门
- GB 50028 城镇燃气设计规范
- CJJ 33 城镇燃气输配工程施工及验收规范
- CJJ 63 聚乙烯燃气管道工程技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.13.1

半定量风险评估

按照评分体系对影响失效可能性和失效后果的各种因素进行打分，并综合得出以分数表示风险值的过程。

3.23.2

失效可能性

PE燃气管道发生事故的可能性，以分数表示。

3.33.3

失效后果

潜在的影响管道泄漏、燃烧、爆炸等事故所可能引起的最严重的人员伤亡、经济损失、社会影响后果，以分数表示。

3.43.4

风险值

以分数表示的失效可能性与失效后果的乘积。

3.53.5

风险等级

将风险值划分为预先给定的若干个区段，根据风险值所属的区段所确定的等级。

4 总则

- 4.1 采用本文件对 PE 燃气管道进行风险评估时除应遵循本文件的规定外，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。
- 4.2 本文件对 PE 燃气管道的各区段进行评价，以风险值的大小对管道各区段作出综合评价。

5 风险评估的工作流程

PE燃气管道风险评估的基本工作流程如下：

- a) 数据收集；
- b) 确定失效可能性得分；
- c) 确定失效后果得分；
- d) 确定风险值；
- e) 确定风险等级；
- f) 对风险区段，给出降低风险措施的建议。

6 管道区段划分

6.1 管道压力区段划分

按照管道不同使用压力级别进行区段划分。

6.2 管道规格区段划分

对按照6.1划分的每一区段，按照管道规格再次进行区段划分。

6.3 管道使用年数区段划分

对按照6.2划分的每一区段，按照管道使用年数再次进行区段划分。

6.4 管道沿线人口密度区段划分

对按照6.3划分的每一区段，按照管道沿线人口密度再次进行区段划分。

6.5 管道外覆盖层状况区段划分

对按照6.4划分的每一区段，按照管道外覆盖层状况再次进行区段划分。

6.6 管道沿线土壤工程地质条件区段划分

对按照6.5划分的每一区段，按照管道沿线土壤工程地质条件再次进行区段划分。

7 数据收集

7.1 数据要求

评估前应进行数据收集，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。

7.2 数据收集内容

- 7.2.1 设计、制造、安装与竣工资料，其中包括：
- a) 设计图纸、设计说明书、设计变更单、设计审批等；
 - b) 管道元件质量证明文件、制造监督检验证书；
 - c) 安装及其竣工验收资料，安装监督检验证明文件。
- 7.2.2 使用及运行管理资料，其中包括：
- a) 安全管理制度相关文件；
 - b) 管道运行管理记录，包括输送介质压力、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；
 - c) 管道的修理或改造相关资料及其修理或改造监督检验报告。
- 7.2.3 运行周期内的定期检验报告，包括历次年度检查报告、全面检验报告等。
- 7.2.4 失效数据文件，其中包括：
- a) 泄露记录；
 - b) 第三方破坏记录；
 - c) 地质灾害记录。

7.3 数据补充

在数据收集过程中，当评估人员发现评估过程必要的信息不完整时，可通过实际调查、现场实测等方式对重要数据进行补充，如管道的埋深、走向等。

7.4 数据的间接获取

如果无法通过资料收集、实际调查及现场实测等方式获得7.2、7.3所列基本信息，则可以采用以下方式间接获取所评估管道的基本信息，但应在风险评估报告中明确指出结论的有效性有所降低：

- a) 同地区与被评估管道同期建设的其他同类管道的基本信息；
- b) 与管道管理、巡线人员及沿途人民群众的访谈。

8 风险评估

8.1 风险评估要求

根据分析收集到的数据，并综合考虑管道的敷设环境，对管道运行安全进行风险评估，风险评估应以区段为单位。

8.2 风险评估模型

8.2.1 失效可能性评分模型

8.2.1.1 失效可能性评分的计算

按照附录A规定的PE燃气管道失效可能性评分项进行评分，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 ，按照式（1）计算PE燃气管道失效可能性得分 S ：

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 + S_8 \dots\dots\dots (1)$$

8.2.1.2 失效可能性评分的调整

如果所评估的管道存在以下情况，应将失效可能性得分S调整为100分：

- a) 管道组成件不满足 GB/T 15558.1、GB/T 15558.2 及 GB/T 15558.3 等设计要求；
- b) 工作压力超过设计压力；
- c) 存在不符合标准要求的缺陷；
- d) 安全保护装置和措施不满足设计要求。

8.2.2 失效后果评分模型

8.2.2.1 失效后果评分的计算

按照附录B规定的PE燃气管道失效后果评分项进行评分，分别确定最高工作压力 C_1 、最大泄露量 C_2 、地形 C_3 、风速 C_4 、人口密度 C_5 、沿线环境（财产密度） C_6 、泄漏原因 C_7 、抢修时间 C_8 、供应中断的影响范围和程度 C_9 、用户对管道所输送介质的依赖性 C_{10} 的得分，按照式（2）计算PE燃气管道失效后果得分C：

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8 + C_9 + C_{10} \dots\dots\dots (2)$$

8.2.2.2 失效后果评分的调整

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) 不符合 GB 50028 地下燃气管道不得从建筑物和大型构筑物的下面穿越的相关规定；
- b) 未避开 GB 50028、CJJ 33 及 CJJ 63 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GB 50028 的规定或不满足GB 50028 对分段阀门的规定；
- c) 未避开 GB 50028 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。

8.2.3 风险值计算

按式(3)计算风险值R：

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

式中：

- S——失效可能性得分；
- C——失效后果得分。

8.2.4 风险等级

根据风险评估结果确定风险评估等级，风险等级划分见表1：

表 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

8.3 降低风险措施的建议

对于各区段应分析其风险的主要来源，并针对其风险主要来源，提出相应的降低风险措施的建议。

9 风险评估报告

风险评估报告应至少包括以下方面的内容：

- a) 所评估管道的基本情况概述；
- b) 风险评估所需基本信息的来源；
- c) 失效可能性得分；
- d) 失效后果得分；
- e) 风险值；
- f) 各区段的风险来源分析及降低风险的措施。

附 录 A
(规范性)
PE 管道失效可能性评分表

PE管道失效可能性评分见表A. 1。

表A. 1 PE 管道失效可能性评分表

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	1	有无安全管理违章制度与安全操作规程	0	1	
		技术档案及运行状况资料	7	相关管理人员是否持证上岗	0	1	
				有无定期检验报告	0	2	
				有无设计文件资料	0	2	
				日常运行及维修维护记录齐全、无或欠缺	0	2	
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	<0.4 m 或>5.0 m	4	—	
				>0.4 m 且<0.9 m	3	—	
				>0.9 m 且≤5.0 m	1	—	
		地面泄漏检查	4	有检查且未发现泄漏	0	—	
				有检查但发现泄漏	2	—	
				未检出	4	—	
		安全保护装置	2	安全保护装置是否完好	0	2	
		地面保护装置	1	地面保护设施是否完好	0	1	
S ₃	敷设环境 调查 12	地面活动频繁程度	4	铁路或公路主干道	4	—	

表A.1 PE管道失效可能性评分表（续）

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 ₃	敷设环境调查 12	地面活动频繁程度	4	普通公路	3	—	
				人行路	2	—	
				绿化带、小区	1	—	
		水平净距	2	与建/构筑物及相邻管道的水平净距是否符合要求	0	2	
		占压	2	是否存在建（构）筑物占压	2	0	
		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	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	1	0	
				是否存在深根植物破坏情况	1	0	
		管体状况	4	管道表面有无鼓胀、气泡、槽痕、凿痕或凹痕等缺陷	1	0	
				管道有无老化降解（如表面粉化）等迹象	2	0	
				壁厚是否符合要求	0	1	
		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 ℃且≤40 ℃	2	—	
				>40 ℃	3	—	
		焊接接头无损检测	1	开挖检验时是否进行了焊接接头无损检测	0	1	
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	1	
		管道元件控制	4	管道元件制作单位有无资质	0	1	
				管道元件有无质量证明文件	0	1	
				管道元件有无监督检验证明文件	0	1	
				管道元件有无进货检验	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	

表A.1 PE管道失效可能性评分表（续）

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 ₆	安装及验收 20	强度实验	2	合格、无实验或不合格	0	2	
		严密性实验	2	合格、无实验或不合格	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	
		竣工资料	2	竣工资料齐全、无或不齐全	0	2	
		专家验收	1	有无组织专家验收	0	1	
S ₇	使用年限 6	管道使用年限	6	≤15 年	2	—	
				>15 年且≤30 年	4	—	
				>30 年且≤50 年	6	—	
S ₈	安全管理 18	巡线频率	3	每天一次	0	—	
				不定期	2	—	
				不巡线	3	—	
		巡线方式	3	沿线逐步	0	—	
				只巡检挖掘频繁的管段	2	—	
				不巡线	3	—	
		巡线人员的能力	1	是否能胜任	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	
		年度检查和全面 检验	4	按规范要求实施	0	—	
				发现问题才实施	2	—	
				不实施	4	—	
		设备装置的维护 保养	2	有无维护保养计划	0	1	
				是否定期维护保养及更换部件	0	1	
		信息管理系统	1	有无 GIS/PIMS 等信息管理系统	0	1	
S	合计	100					

附 录 B
(规范性)
PE 管道失效后果评分表

PE管道失效后果评分见表B.1。

表B.1 PE 管道失效后果评分表

编号	评分项目	分值	评分内容	失效后果分数	得分
C ₁	最高工作压力	10	如果 0.1MPa<最高工作压力≤0.2 MPa	4	
			如果 0.2MPa<最高工作压力≤0.4 MPa	6	
			如果 0.4MPa<最高工作压力≤0.8 MPa	10	
C ₂	最大泄漏量	20	可能的介质最大泄漏量≤1 m ³	1	
			可能的介质最大泄漏量∈ (1 m ³ , 10 m ³]	8	
			可能的介质最大泄漏量∈ (10 m ³ , 100 m ³]	12	
			可能的介质最大泄漏量∈ (100 m ³ , 500 m ³]	16	
			可能的介质最大泄漏量>500 m ³	20	
C ₃	地形	6	可能的泄漏处地形闭塞	6	
			可能的泄漏处地形开阔	1	
C ₄	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 ₅	人口密度	30	可能的泄漏处 1.6 km 长度范围内, 管道区段两侧各 200 m 范围内, 人口数量∈ [1, 100)	5	
			可能的泄漏处 1.6 km 长度范围内, 管道区段两侧各 200 m 范围内, 人口数量∈ [100, 300)	10	
			可能的泄漏处 1.6 km 长度范围内, 管道区段两侧各 200 m 范围内, 人口数量∈ [300, 500)	20	
			可能的泄漏处 1.6 km 长度范围内, 管道区段两侧各 200 m 范围内, 人口数量≥500	30	
C ₆	沿线环境 (财产密度)	25	可能的泄漏处是荒无人烟地区	0	
			可能的泄漏处 1.6 km 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	5	
			可能的泄漏处 1.6 km 长度范围内, 管道区段两侧各 200m 范围内, 大多为住宅、宾馆、娱乐休闲地	10	
			可能的泄漏处 1.6 km 长度范围内, 管道区段两侧 200m 的范围内, 大多为商业区	15	

表B.1 PE管道失效后果评分表（续）

编号	评分项目	分值	评分内容	失效后果分数	得分
C ₆	沿线环境（财产密度）	25	可能的泄漏处 1.6 km 长度范围内，管道区段两侧 200 m 的范围内，大多为仓库、码头、车站等	20	
			可能的泄漏处 1.6 km 长度范围内，管道区段两侧 200 m 的范围内，大多为工业生产区	25	
C ₇	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 ₈	抢修时间	10	如果抢修时间 < 1 d	2	
			如果抢修时间 ∈ [1 d, 2 d)	4	
			如果抢修时间 ∈ [2 d, 4 d)	6	
			如果抢修时间 ∈ [4 d, 7 d)	8	
			如果抢修时间 ≥ 7 d	10	
C ₉	供应中断的影响范围和程度	20	如果无重要用户，供应中断对其他单位影响一般	6	
			如果供应中断影响小城市、小城镇的工业用燃料	9	
			如果供应中断影响小企业、小城市的生活	12	
			如果供应中断影响一般的工业生产、中型城市生活	15	
			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	20	
C ₁₀	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	
			如果有代替的介质可用	6	
			如果有自备储存设施	9	
			如果用户对管道所输送的介质绝对依赖	12	
C	合计	150			