

T/CGAS ×××××—××××

ICS XXXX
CCS XXXX

CGAS

团 体 标 准

T/CGAS XXXXX

城镇燃气输配管道风险评估

Risk assessment of city gas distribution pipeline

××××-××-×× 发布

××××-××-×× 实施

中 国 城 市 燃 气 协 会 发 布

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 基本规定 2

5 风险评估 2

 5.1 评估流程 2

 5.2 评估单元划分 3

 5.3 数据收集 4

 5.4 危害因素识别 5

 5.5 失效可能性分析 5

 5.6 失效后果分析 5

 5.7 风险值计算 6

6 风险分级 6

7 控制措施 6

8 风险评估报告 8

资料性附录 A 城镇燃气输配管道风险评估方法 1 9

 A.1 失效可能性指标体系 9

 A.2 失效可能性计算方法 28

 A.3 失效后果评分模型 28

 A.4 失效后果计算方法 29

 A.5 风险分级方法 29

资料性附录 B 城镇燃气输配管道风险评估方法 2 31

 B.1 钢质管道风险评估方法 31

 B.2 铸铁管道风险评估方法 35

前 言

为规范城镇燃气输配管道的风险评估工作，制定本文件。

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》和《中国城市燃气协会团体标准编写规则（试行）》的规定起草。

本文件由中国城市燃气协会标准工作委员会归口。

本文件起草单位：上海燃气有限公司等

本文件主要起草人：xxx

本文件使用过程中如有建议或意见请联系中国城市燃气协会标准工作委员会秘书处或负责起草单位。负责起草单位：上海燃气有限公司（地址：上海市闵行区虹井路159号 邮政编码：201103 E-mail: ）

本文件由中国城市燃气协会制定，其版权为中国城市燃气协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国城市燃气协会书面许可，标准的任何部分不得以任何形式和任何手段进行复制、发行、改编、翻译和汇编。如需申请版权许可，请联系中国城市燃气协会标准工作委员会秘书处。

联系地址：北京市西城区金融大街27号投资广场B座6层

邮政编码：100032

电话：010-66219978

电子邮箱：cgas@chinagas.org.cn

城镇燃气输配管道风险评估

1 范围

本文件规定了城镇燃气输配管道风险评估的一般要求、评估流程、评估指标体系、风险评估方法、风险等级划分及风险消减建议等技术内容。

本文件适用于按照 GB 50028 设计的燃气管道，不包含厂站内燃气管道、终端用户调压箱/柜出口以后的管道及附属设施。

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 19285 埋地钢质管道腐蚀防护工程检验
GB/T 27512 埋地钢质管道风险评估方法
GB/T 38942 压力管道规范 公用管道
GB 50028 城镇燃气设计规范
GB 55009 燃气工程项目规范
TSG D7004 压力管道定期检验规则——公用管道

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

评估单元划分 **Assessment unit division**

根据风险评估需要，将管道划分成不同长度的管段或区段，是管道风险评估的最小单位。

3.2

失效可能性 **failure probability**

管道发生事故的可能性。（GB/T 27512 埋地钢质管道风险评估方法）

3.3

失效后果 **failure consequence**

潜在的管道泄漏、燃烧、爆炸等事故所可能引起的最严重的人员伤亡、直接经济损失、无形损失等后果。（GB/T 27512 埋地钢质管道风险评估方法）

3.4

风险 **risk**

失效可能性与失效后果的组合变量。（GB/T 26610 承压设备系统基于风险的检验实施导则）

3.5

风险评估 risk assessment

识别对管道安全运行有不利影响的危害因素，评价事故发生的可能性和后果大小，评定管道风险大小，并提出相应风险控制措施的过程。（城镇燃气输配管道完整性管理规范）

4 基本规定

4.1 城镇燃气输配管道（以下简称燃气管道）风险评估应明确评估目的、对象和范围。根据风险评估目的，选择合适的方法，依据评估结果进行风险管理决策。

4.2 评估工作应在数据收集完成后，开展风险评估。高风险管道实施风险减缓措施前，评估人员宜对风险减缓措施的有效性进行再评估。

4.3

4.3 风险评估工作应由专业人员完成。燃气企业可委托第三方检测评估专业机构进行风险评估，或培养专业风险评估人员，并定期对风险评估人员进行技术培训。风险评估人员应根据评估目标选择合适的风险评估方法开展评估工作。评估人员按要求出具风险评估报告，并确保其结果的合规性和真实性。

4.4 燃气管道定期检验报告应为风险评估方法提供数据支撑。

4.5 燃气管道投产后，应在1年内完成首次风险评估工作，并依据评估结论确定下次风险评估时间，不宜超过5年。设计压力大于等于0.1MPa燃气管道的风险评估宜与年度检查结合，设计压力小于0.1MPa燃气管道的风险评估，燃气企业可根据运行情况确定评估时间。

4.6 属于下列情况之一的燃气管道，应直接判定为重大风险；

- a) 燃气管道组成件、安全保护装置和措施不满足设计要求；
- b) 实测最小壁厚低于管道所需要的最小壁厚；
- c) 含有不能通过 GB/T 19624 进行的安全评价的平面缺陷或体积型缺陷；
- d) 未避开 GB 50028 所规定的不宜进入或通过的区域及设施，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；
- e) 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。

4.7 属于下列情况之一的燃气管道，应缩短风险评估周期：

- a) 达到设计使用年限，或未规定设计使用年限、但实际投产运行时间超过20年的；
- b) 运行年限不足20年，但排查出安全隐患较多的；
- c) 存在超设计使用年限的；
- d) 次高压以上燃气管道安全间距不足、临近人员密集区、自然灾害或第三方损坏风险大等情形的；
- e) 燃气管道在日常管理中识别发现的重点区域。

4.8 燃气管道的阀门（井）、调压箱、阴极保护系统、集水井和凝水缸等设施，燃气企业应制定专项风险评估方法，对相关设施存在的安全隐患进行识别、评估和差异化管理。

5 风险评估

5.1 评估流程

5.1.1 燃气管道风险评估的流程如下图1所示。核心步骤为评估单元划分、数据收集、危害因素识别、风险计算、风险控制措施、风险再评估（可选）和编制风险评估报告。

5.1.2 评估人员完成风险评估工作后，应及时出具评估报告。

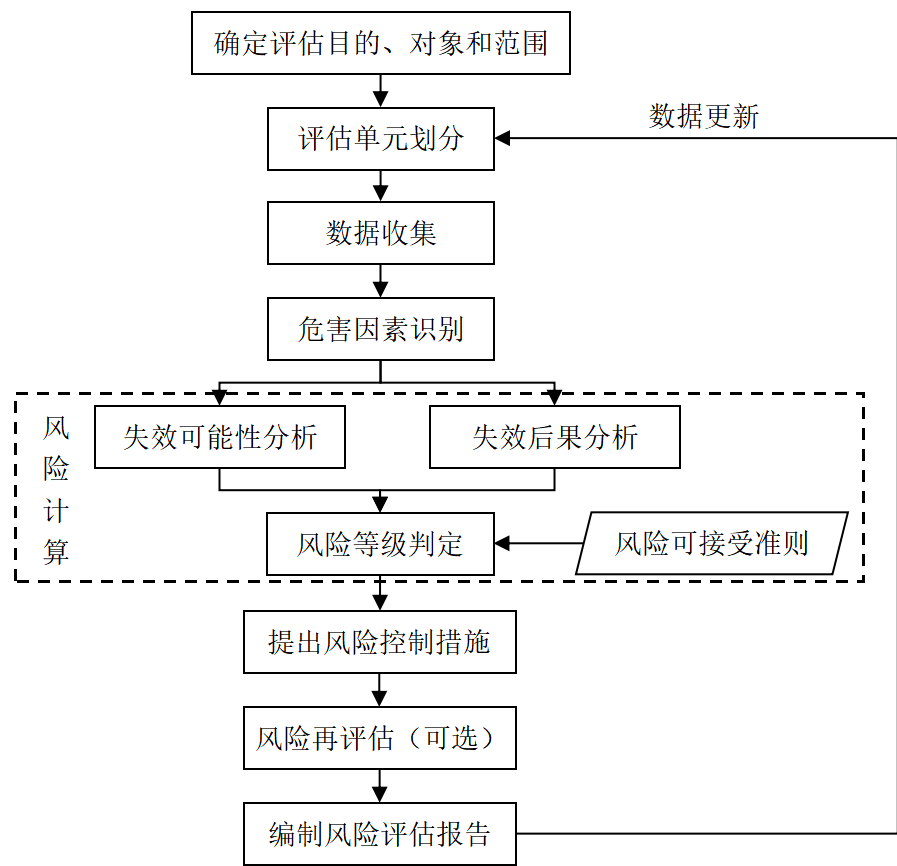


图 1 风险评估流程

5.2 评估单元划分

5.2.1 燃气管道单元划分遵循“相同属性、类似特征”的原则，将具有相同材质、同一建设时期、同一管理区域、相似周边环境等的主管线与附属设施组成的输配管道划分为同一单元，具体划分可根据表 1，并结合各地区的实际情况合理确定。

5.2.2 燃气管道内的阀门（井）、调压箱、阴极保护系统、集水井、凝水缸等附属设施，可根据燃气企业分类管理需求，作为单独单元进行风险评估。

表 1 单元划分

管道类型	划分方式	划分原则
次高压以上燃气管道（>1.6MPa）	管段划分	a) 应同时考虑管道的压力、规格、使用年限、介质、人口密度、土壤腐蚀性、杂散电流状况、防腐层类型、阴极保护状况、土壤工程地质条件、建筑物密集程度和重要程度、敷设方式等属性进行区段划分； b) 连续长度原则上不超过 5km。
次高压及以下燃气管道	区域划分	a) 具有相同的材质、建设和投用时间、行政区块、管理单位等； b) 具有相似的区域环境，如住宅区、商业区等；

(≤1.6MPa)		c) 依据 GB 50028 表 6.1.6，具有相同的设计压力（表压）分级； d) 单独供应的商业用户个体可划分为一个单元； e) 进入小区的庭院低压燃气管道，可根据小区和住宅建设年限进行划分； f) 同一降风险措施可能会有效降低风险的区域。
-----------	--	---

5.3 数据收集

5.3.1 数据收集的范围包括管道属性和测绘数据、环境数据、运行维护数据、失效统计与分析数据、社会资源数据等。

5.3.2 设计、制造、安装与竣工等管道建设期数据采集内容至少应包括：

- a) 设计文件、设计变更；
- b) 管道元件和安全附件制造质量证明文件、监督检验证书；
- c) 管道属性、施工过程记录、焊接工艺文件、无损检测文件、阴极保护质量等数据；
- d) 管道中心线测量数据，包括管道地理坐标、高程、埋深数据，宜标注管道环焊缝、管件、附属设施、拐角点、边界点等中心坐标数据，与沿线地上公路、铁路、河流、建（构）筑物等交汇点坐标数据，以及与沿线地下管线和基础设施等交汇点坐标数据；
- e) 管道安装竣工验收资料、安装监督检验报告、隐蔽工程验收记录及相关资料、工程质量检验和评定报告。

5.3.3 管道日常运行维护数据采集内容至少应包括：

- a) 运行日志及工艺记录，运行条件变化和管理变更记录，异常及处理情况记录、重要监测数据、日常维护资料等；
- b) 地区等级、人口现状、地形地貌变化、土壤腐蚀性、历史调查记录等；
- c) 改造或修理资料，包括设计和施工方案、竣工验收资料，以及改造、修理记录及检验资料；
- d) 运行管理制度及程序文件。

5.3.4 在役管道检测与评价数据采集内容至少应包括：

- a) 安全附件的校准、校验资料；
- b) 重点区域识别与风险评估报告；
- c) 日常检查记录；
- d) 年度检查报告；
- e) 定期检验、专项检测报告。

5.3.5 管道失效数据采集内容至少应包括：

- a) 腐蚀、老化、误操作等原因导致的管道泄漏失效数据；
- b) 第三方损坏数据；
- c) 自然灾害损坏数据；
- d) 牺牲阳极或外加电流阴极保护失效数据；
- e) 燃气安全事故统计和分析报告等数据；
- f) 其他失效数据。

5.4 危害因素识别

5.4.1 危害燃气管道和附属设施完整性的潜在危险主要为开挖破坏、腐蚀、材料或焊缝缺陷、自然力破坏、其他外力损伤、误操作、设备失效、其他危险等八大类。根据危害因素特征和形成阶段，细分如下四种：

PE 管道：

- 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等；
- b) 运行过程中与时间有关的危险，如老化等；
- c) 运行过程中与时间无关的危险，如第三方损坏、误操作、生物损坏及不良地质条件等；
- d) 其他危害管道安全的潜在危险。

非 PE 管道：

- a) 固有危险，如制造与安装、改造、维修施工过程中产生的材料、焊接或接头缺陷，包括制管阶段的管体螺旋或直焊缝缺陷、管材缺陷、施工阶段的环焊缝缺陷、划伤、褶皱、屈曲、热熔和电熔接头缺陷等；
- b) 运行过程中与时间有关的危险，如内腐蚀、外腐蚀、应力腐蚀等；
- c) 运行过程中与时间无关的危险，如第三方损坏、外力破坏、自然力破坏、误操作、设备故障或失效、地区等级变化、埋深不足、三桩一牌缺失、管道位置不清等；
- d) 其他危害管道安全的潜在危险。

5.4.2 危害因素识别过程中，由于部分因素导致管道失效的概率较低，但其后果极为严重，结合其后果的严重性，进行识别排序，辨识对风险、失效可能性、后果等影响最大的主导性危害因素。

5.5 失效可能性分析

5.5.1 管道失效可能性分析应将所有可能的管道危害因素量化，利用一个或多个风险评估模型或算法组合，分析评估管道失效的总体可能性。

5.5.2 失效可能性分析模型建立。分析管段每种失效的影响因素及相互关系，建立每种管道失效可能性分析评分方法，再组合评估总失效可能性。

5.5.3 失效可能性分析的因素组成。由于燃气管网长而环境复杂多样，需要单元划分，分析每个单元的失效可能性因素。失效可能性分析因素包括所有危害因素、预防或缓解措施及有效性、管道本身抵抗失效或故障的能力等三个方面的相关指标。

5.5.4 定期对风险评估中失效可能性分析和后果计算的模型进行评估和验证，以确保风险模型准确反映燃气管道系统风险。

5.6 失效后果分析

5.6.1 失效后果分析模型建立。分析管段每种失效后果的影响，建立管道失效后果的评分方法，再组合评估总失效后果。

5.6.2 失效后果分析的因素组成。失效后果分析是对燃气管道系统或部分管段故障或失效等意外事件的后果严重性和损失的评估，需要利用风险分析模型建立管道故障或失效后的后果场景，并评估管道故障或失效对周围环境、公众人员等受灾体带来的总体后果。

5.7 风险值计算

5.7.1 根据不同的管道类型，推荐两种风险评估模型，第一种风险评估模型适用于钢管、PE 管、

球墨铸铁管、镀锌钢管和附属设施，第二种风险评估方法适用于钢管和铸铁管，各燃气管理企业及相关机构可根据具体情况，选择相适宜的风险评估方法，具体失效可能性和失效后果计算方法分别见资料性附录 A、附录 B。

6 风险分级

风险等级应根据不同的风险评估模型选择具体的风险等级展示形式，按照严重性从高到低进行分级，具体等级划分方法见资料性附录 A、附录 B。

7 控制措施

7.1 燃气企业应根据风险评估、检测监测与评价等结论和建议制定针对性的风险消减措施，将风险控制在可接受水平以下，以保证管道安全与风险可控。

7.2 选择风险控制措施时，应根据风险致因，结合消减措施的可操作性、有效性和经济性进行综合比选。

7.3 重大风险的控制措施充分论证后实施。在选择风险管控措施时重点考虑以下内容：

- a) 措施的有效性和可靠性；
- b) 是否使风险降低至可接受水平；
- c) 是否会产生新的危险源或危险有害因素；
- d) 是否已选定最佳的解决方案。

7.4 必要时，对较大及以上风险管道进行安全隐患排查，加大整治力度，安全隐患整改完成后重新进行风险评估，根据评估结果采取风险控制措施。针对不同的风险因素，可参照表 2 的措施进行风险消减：

表 2 风险消减措施

序号	风险致因		可选择的风险控制措施	相关标准
	风险分类	二级因素		
1	腐蚀	外腐蚀	1) 加强管道内外检测； 2) 修复防腐层； 3) 检测与维护阴极保系统； 4) 增设排流措施； 5) 增加泄漏检测的频率； 6) 缺陷修复或换管； 7) 增设腐蚀泄漏监测系统； 8) 降压运行或停输	GB 50991 GB/T 19285 GB/T 23257 GB/T 21246 GB/T 21447 GB/T 21448 GB/T 19292 GB/T 37580
		内腐蚀	1) 开展管道内外检测； 2) 输送介质腐蚀性控制，如安装脱水硫设备； 3) 增加泄漏检测的频率； 4) 缺陷修复或换管； 5) 增设腐蚀泄漏监测系统； 6) 添加缓蚀剂； 7) 降压运行或停输	GB/T 34349 GB/T 23258

2	材料、焊接缺陷	管道制造缺陷、施工/工艺缺陷、焊接或其他故障	1) 泄漏检测或监; 2) 修复缺陷; 3) 换管	GB 55009 GB/T 37580
		相关附属设施故障	1) 更换或修复; 2) 增加检查/检测的频率; 3) 检查连接类型或正在使用设备安全状态/位置; 4) 改善安装程序; 5) 设备故障发展趋势分析。	GB 55009
3	第三方破坏	开挖损坏	1) 加强巡线和泄漏检测频率; 2) 加强管道保护宣传; 3) 增加管道警示标识; 4) 安装全预警系统; 5) 加强第三方施工监护; 6) 报告当地政府部门; 7) 增加埋深; 8) 增加保护措施, 提高管线定位的准确度。	GB 55009
		机动车撞击	1) 安装保护设施 ; 2) 增加高风险设施的巡线 /检查力度 检查力度; 3) 迁移易受损坏的设施	
		蓄意破坏	1) 安装或改善防护设施; 2) 增强巡护; 3) 迁移设备。	
4	设备装置操作管理	/	1) 提高泄漏检测的频率; 2) 在线监控系统; 3) 改进加臭; 4) 加强操作培训。	/
5	自然力破坏	土地移动、雷电、暴雨/洪水、高/低温、大风等	1) 加强水工保护工程; 2) 灾害体治理; 3) 增设灾害监测装置; 4) 管道安全保护措施, 如安装紧急切断装置; 5) 安装滑动或延展连接设施, 如补偿器、金属软管; 6) 在地震或其他灾害后进行泄漏检测; 7) 改线或换管。	SY/T 6828

8 风险评估报告

管道风险评估报告应包括如下内容:

- a) 评价概述;
- b) 管道系统概述;

- c) 评价方法；
- d) 危害因素识别结果；
- e) 失效可能性分析结果；
- f) 失效后果分析结果；
- g) 风险判定结果及风险控制措施建议；
- h) 结论和建议。

资料性附录 A 城镇燃气输配管道风险评估方法 1

本评估方法适用于钢管、PE 管、球墨铸铁管、镀锌钢管和附属设施。

A.1 失效可能性指标体系

A.1.1 1.6MPa 以上的钢管失效可能性指标评分表

表 A.1 1.6MPa 以上的钢管失效可能性指标评分表

一级指标	二级指标	三级指标	评价内容	评价方法	分值
1, 腐蚀 (0.55)	介质腐蚀性 (0.06)		强	现场检测+ 资料审查	100
			中		50
			弱		10
	外 腐 蚀 (0.32)	土 壤 腐 蚀 性 等 级 (GB/T 19285) (0.18)	强	现场检测+ 资料审查	100
			中		70
			较弱		40
			弱		10
		交 流 干 扰 (0.29)	强 (交流电流密度/(A/m ²)>100)	现场检测+ 资料审查	100
			中 (交流电流密度/(A/m ²) (30, 100])		50
			弱 (交流电流密度/(A/m ²)<=30)		0
		直 流 干 扰 (0.41) (管 地 电 位 正 向 偏 移 和 土 壤 表 面 电 位 梯 度 二 选 一)	强 (管 地 电 位 正 向 偏 移 / (mV) >200)	现场检测+ 资料审查	100
			中(管地电位正向偏移/(mV)[20, 200])		50
			弱(管地电位正向偏移/(mV)<20)		0
			强 (土 壤 表 面 电 位 梯 度 / (mV) >=5)	现场检测+ 资料审查	100
			中 (土壤表面电位梯度/ (mV) (0.5,5])		50
			弱 (土壤表面电位梯度/ (mV) <0.5)		0
		深 根 植 被 (0.12)	管道区段两侧各 5m 范围内存在大量深根植物	现场检测+ 资料审查	100
			管道区段两侧各 5m 范围内存在少量深根植物		60
			管道区段两侧各 5m 范围内不存在深根植物		0
	防 腐 层	防腐层质	低劣	现场检测+	100

	(0.29)	量 (0.6)	中等		资料审查	60
			优良			0
		破 损 点 密 度 (0.4) (处 /100m) (二选一)	3LPE	<=0.1	现场检查+ 资料审查	0
				0.1~0.5		40
				0.5~1		70
				>1		100
			硬质聚氨酯泡沫防腐保温层和沥青防腐层	<=0.2	现场检查+ 资料审查	0
				0.2~1		40
				1~2		70
				>2		100
	阴 保 系 统 (0.33)	断 电 电 位 (0.41)	-850~-1200mV 有效保护		资料审查+ 现场监测	0
			无效保护或者没有阴保系统			100
		极 化 电 位 (0.41)	-850~-1200mV 有效保护		资料审查+ 现场监测	0
			无效保护或者没有阴保系统			100
		测 试 桩 间 距 (0.18)	测试桩测试间距不大于 350m		资料审查+ 现场监测	0
			测试桩测试间距大于 350m 小于 500m			40
			测试桩测试间距大于 500m 小于 1km			70
			测试桩测试间距大于 1km			100
2, 管道及附属设施材料敷设和焊接缺陷 (0.2)	管 道 类 型 (0.49)	埋地管道	符合（城市燃气地下管道敷设在车行道下的最小直埋深度不应小于 0.9m，人行道及田地下的最小直埋深度不应小于 0.6m，若不符合上述规范要求，则应采取有效防护措施。）		现场检查	0
			不符合上述标准			60
		穿越段	锚固墩、套管检查孔的完好情况以及河流冲刷侵蚀情况。		现场检查	0
			不符合上述标准			60
		跨越段	防腐层、补偿器完好情况，吊索、支架、管子墩架的变形、腐蚀情况。			0
			不符合上述标准			
	接 口 类 型 (0.24)	非机械接口		现场检查	10	
		机械接口（管道与设备连接）			50	
		机械接口（管道与管道、管件连接）			80	
	管 道 是 否 进 行 内 检 测 (0.27)	管道进行内检测		资料审查	0	
管道不进行内检测		50				
3. 第三方损坏	管道巡线活动巡查频率 (0.05)	频繁		现场检查	0	
		有时			30	

(0.1)			偶尔		70
	临时占压（0.23）		临时占压现象严重	资料审查	100
			存在临时占压现象		60
			无占压		5
	车辆碾压（0.12）		主干线	资料审查	60
			干线		30
			交通线		10
	人为活动（0.11）		非常密集（学校、医院、购物中心、车站）	资料审查	60
			密集（居民住宅楼区、写字楼区等）		30
			比较密集（一般街区）		20
			稀疏（郊区、欠开发街区）		5
	施工频率（在输配管道及附属设施外缘周边0.5m范围内，近3年已开展过的第三方施工活动次数，不包括正在进行的第三方施工活动）（0.3）		0	资料审查	0
			1~2		30
			≥3		70
	警示标志（0.19）		优秀：清晰的标明管道	资料审查+ 现场检查	5
			良好：比较清楚地管道标志		30
			一般：标志数量不够		60
			差：没有任何标志		100
4，设备（装置）操作管理体系（0.09）	安全机构和安全责任制（0.21）		无安全机构和安全责任制	资料审查	100
			有安全机构和安全责任制，但未严格执行		60
			安全机构和安全责任制健全，并严格执行		5
	人员培训与考核（0.04）		不培训	资料审查	70
			培训但无相应的培训材料、考核制度		40
			相应的培训材料、考核制度完善		5
	防错装置（0.27）	防止误操作的硬件措施（0.5）	有防止误操作的硬件措施	资料审查	5
			无防止误操作的硬件措施		85
		联锁装置（0.5）	有联锁装置	资料审查	5
			无联锁装置		100
	设备（装置）操作（0.22）		无设备（装置）操作规程	资料审查	70
有设备（装置）操作规程，但未按操作规程执行			40		
设备(装置)操作规程完整、正确，			10		

		操 作 员 工 的 素 质 (0.4)	严格按照操作规程执行	资料审查		
			有 3 年以上相关操作的学习工作经验		10	
			有 3 年以下相关操作的学习工作经验		50	
	设 备 维 护 (0.26)	维 护 保 养 方式 (0.7)	无相关操作的学习工作经验		100	
			维 护 保 养 记录 (0.3)	不维护保养	资料审查	90
				仅进行保养，不修理或更换		50
		进行保养，并且必要时修理或更换		10		
		未进行维护保养	资料审查	90		
				进行维护保养，但维护保养记录和相关图纸不完整	50	
				进行维护保养，维护保养记录和相关图纸齐全	10	
5,自然力 破 坏 (0.06)	地基土沉降 (0.3)		地基土沉降或隆起明显	现场检查+ 资料审查	100	
			有轻微的地基土沉降或隆起		60	
			无地基土沉降隆起现象		10	
	其他地质稳定性 (0.7)		如果管道区段处容易发生崩塌	资料审查	100	
			如果管道区段处曾经发生沉降或者位于采矿区		80	
			如果管道区段位于斜坡段、活断层、液化区等，地质不稳定		50	
			如果管道区段处地质稳定		10	

A.1.2 1.6MPa 以下的钢管失效可能性指标评分表

表 A.2 1.6MPa 以下钢质燃气管道失效可能性指标评分表

一级指标	二级指标	三级指标	评价内容	评价方法	分值
1. 腐蚀 (0.45)	介质腐蚀性(0.06)		强	现场检查+资料审查	90
			中		50
			弱		10
	外腐蚀 (0.32)	土壤腐蚀性等级 (GB/T 19285) (0.18)	强	现场检查+资料审查	100
			中		70
			较弱		40
			弱		20
		交流电流(0.29)	强(交流电流密度/(A/m ²)>100)	现场检查+资料审查	100
			中(交流电流密度/(A/m ²)(30, 100])		50
			弱(交流电流密度/(A/m ²)≤30)		0
		直流电流(0.41)	强(管地电位正向偏移/(mV)>200)	现场检查	100

		(管地电位正向偏移和土壤表面电位梯度二选一)		中(管地电位正向偏移/ (mV) [20, 200])		测 + 资料审查	50	
				弱(管地电位正向偏移/ (mV) <20)			0	
				强(土壤表面电位梯度/ (mV) >=5)		现场检测 + 资料审查	100	
				中 (土壤表面电位梯度/ (mV) (0.5,5])			50	
				弱(土壤表面电位梯度/(mV)<0.5)			0	
		深根植被 (0.12)		管道区段两侧各 5m 范围内存在大量深根植物		现场检测 + 资料审查	100	
				管道区段两侧各 5m 范围内存在少量深根植物			65	
				管道区段两侧各 5m 范围内不存在深根植物			30	
		防 腐 层 (0.29)	防 腐 层 质 量 (0.6)		低劣		现场检测 + 资料审查	80
					中等			40
	优良				0			
	破 损 点 密度(处 /100m) (0.4)		3LPE	<=0.1		现场检测 + 资料审查	0	
				0.1~0.5			30	
				0.5~1			60	
				>1			100	
			硬 质 聚 氨 酯 泡 沫 防 腐 保 温 层 和 沥 青 防 腐层	<=0.2		现场检测 + 资料审查	0	
				0.2~1			30	
				1~2			60	
				>2			100	
	阴保系统 (0.33)		断电电位 (0.41)		-850~-1200mV 有效保护		资料审查 + 现场监测	0
		其他			100			
		极化电位 (0.41)		-850~-1200mV 有效保护		资料审查 + 现场监测	0	
				其他			100	
		测 试 桩 间 距 (0.18)		测试桩测试间距不大于 350m		资料审查 + 现场监测	0	
				测试桩测试间距大于 350m 小于 500m			30	
				测试桩测试间距大于 500m 小于 1km			60	
测试桩测试间距大于 1km				100				
2. 管道及	管道类型	埋地管道埋深	符合 (城市燃气地下管道敷设在车	资料审	0			

附属设施 材料敷设 和焊接缺陷 (0.2)	(0.29)		行道下的最小直埋深度不应小于 0.9m, 人行道及田地下的最小直埋深度不应小于 0.6m, 若不符合上述规范要求, 则应采取有效防护措施。)	查 + 现场监测	
			不符合上述标准		100
		穿越段	锚固墩、套管检查孔的完好情况以及河流冲刷侵蚀情况。	资料审查 + 现场监测	0
			不符合上述标准		100
		跨越段	防腐层、补偿器完好情况, 吊索、支架、管子墩架的变形、腐蚀情况。		0
			不符合上述标准		100
	阀门设置(0.11)			资料审查 + 现场监测	完全符合 0
					不符合 +20
					不符合 +20
					不符合 +15
					不符合 +10
					不符合 +10
					不符合 +10
					不

				符合 +5
		(8) 直埋阀应设有护罩或护井。		不符合 +10
	补偿器设置 (0.17)	阀门补偿器应无异常变形, 补偿器接口应定期检查, 保证严密性, 且拉杆应处于受力状态。桥管补偿器应无异常变形, 补偿器接口应定期检查, 保证严密性, 且拉杆应处于松弛状态。	资料审查	0
		不符合上述		100
	凝水缸 (0.17)	凝水缸已拆除水井杆。	资料审查	0
		未拆除水井杆		100
	接口类型 (0.26)	焊接接口	资料审查	0
		机械接口 (管道与设备连接) 法兰		20
		机械接口 (管道与管道、管件连接)		90
3. 第三方损坏 (0.2)	管道巡线活动巡查频率 (0.2)	频繁	资料审查	0
		有时		50
		偶尔		90
	临时占压 (0.22)	临时占压现象严重	资料审查	100
		存在临时占压现象		60
		无占压		5
	车辆碾压 (0.12)	重型车碾压位置	资料审查	80
		非重型车碾压位置		0
	人为活动 (0.1)	非常密集 (学校、医院、购物中心、车站)	资料审查	90
		密集 (居民住宅楼区、写字楼区等)		60
		比较密集 (一般街区)		30
		稀疏 (郊区、欠开发街区)		0
	施工频率 (在输配管道及附属设施外缘周边 0.5m 范围内, 近 3 年已开展过的第三方施工活动次数, 不包括正在进行的第三方施工活动) (0.3)	0	资料审查	0
		1~2		50
		≥3		100
	警示标志 (0.06)	优秀: 清晰的标明管道	资料审查 + 现场检查	0
		良好: 比较清楚地管道标志		40
		一般: 标志数量不够		70
		差: 没有任何标志		95

4. 设备（装置）操作管理体系（0.09）	安全机构和责任制（0.21）		无安全机构和安全责任制	资料审查	95
			有安全机构和安全责任制，但未严格执行		40
			安全机构和责任制健全，并严格执行		0
	人员培训与考核（0.04）		不培训	资料审查	70
			培训但无相应的培训材料、考核制度		40
			相应的培训材料、考核制度完善		5
	防错装置（0.27）	防止误操作的硬件措施（0.5）	有防止误操作的硬件措施	资料审查	0
			无防止误操作的硬件措施		95
		联锁装置（0.5）	有联锁装置	资料审查	0
			无联锁装置		95
	设备（装置）操作（0.22）	操作规程（0.6）	无设备（装置）操作规程	资料审查	90
			有设备（装置）操作规程，但未按操作规程执行		50
			设备(装置)操作规程完整、正确，严格按照操作规程执行		0
		操作员工的素质（0.4）	有3年以上相关操作的学习工作经验	资料审查	0
			有3年以下相关操作的学习工作经验		50
			无相关操作的学习工作经验		90
	设备维护（0.26）	维护保养方式（0.7）	不维护保养	资料审查	90
			仅进行保养，不修理或更换		50
			进行保养，并且必要时修理或更换		10
		维护保养记录（0.3）	未进行维护保养	资料审查	90
			进行维护保养，但维护保养记录和相关图纸不完整		50
			进行维护保养，维护保养记录和相关图纸齐全		10
5. 自然力破坏（0.06）	地基土沉降（0.3）		地基土沉降或隆起明显	现场检查+资料审查	100
			有轻微的地基土沉降或隆起		60
			无地基土沉降隆起现象		10
	其他地质稳定性（0.7）		如果管道区段处容易发生崩塌	资料审查	100
			如果管道区段处曾经发生沉降或者位于采矿区		80
			如果管道区段位于斜坡段、活断层、液化区等，地质不稳定		50
			如果管道区段处地质稳定		10

A. 1. 3 PE 管失效可能性指标评分表

表 A. 3 PE 管失效可能性指标评分表

一级指标	二级指标	三级指标	评价内容	评价方法	分值
1. 腐 蚀 (0.06)	是否有生物啃食 (0.4)		无生物啃食	现场检测+	0
			有生物啃食	资料审查	90
	深根植被 (0.6)		管道区段两侧各 5m 范围内不存在深根植物	现场检测+ 资料审查	0
			管道区段两侧各 5m 范围内存在少量深根植物		40
			管道区段两侧各 5m 范围内存在大量深根植物		100
2. 管道及 附属设施 材料敷设 和焊接缺陷 (0.34)	管材 (0.15)		燃气用聚乙烯管材 (PE100)	资料审查	0
			燃气用聚乙烯管材 (PE80)		20
	管径壁厚比 (0.08)		SDR 11	资料审查	0
			SDR 17.6		30
			SDR 17.6 以上		80
	管龄 (0.16)		<20 年	资料审查	5
			20-30 年		20
			>30 年		60
			>50 年		90
	管 道 类 型 (0.13)	埋地管道	城市燃气地下管道敷设在车行道下的最小直埋深度不应小于 0.9m, 人行道及田下的最小直埋深度不应小于 0.6m, 若不符合上述规范要求, 则应采取有效防护措施。	现 场 检 查 + 资料审查	0
			不符合上述标准		100
		穿越段 (仅适用于穿越管段)	管道锚固墩、套管检查孔的完好情况以及河流穿越处河流冲刷侵蚀情况。	现 场 检 查 + 资料审查	0
			不符合上述标准		100
	材料老化 (0.1)		材料表面应无表面降解 (如表面粉化) 等老化迹象。	现场检测+ 资料审查	0
			材料表面应有表面降解 (如表面粉化) 等老化迹象。		90
	材料损伤 (0.1)		管道表面无划伤、槽痕或凹陷等缺陷	现 场 检 查 + 资料审查	0
			管道表面存在不超过壁厚 10% 的划伤、槽痕或凹陷等缺陷		40
			存在超壁厚 10% 的划伤、槽痕或凹陷等缺陷		100
	阀门设置 (0.13)		管道上的阀门和阀门井应符合下列要求:	现 场 检 查 + 资料审查	完 全 符 合 0

		(1) 在燃气干管上应设置分段阀门,并在阀门两侧设置放散管。燃气支管的起点处应设置阀门		不 符 合 +20
		(2) 阀门不应有燃气泄漏现象		不 符 合 +20
		(3) 阀门外观无损坏和严重锈蚀现象		不 符 合 +15
		(4) 不得有妨碍阀门操作的堆积物		不 符 合 +10
		(5) 阀门应定期检查维护,启闭应灵活		不 符 合 +10
		(6) 阀门井不应塌陷		不 符 合 +10
		(7) 井内不得有积水,是否由黄沙填满		不 符 合+5
		(8) 直埋阀应设有护罩或护井		不 符 合 +10
	管道接口类型 (0.15)	热熔连接	现 场 检 查 + 资 料 审 查	5
		电熔连接		20
		一体式钢塑转换连接		50
		法兰式钢塑转换连接		90
3. 第三方 损 坏 (0.4)	管道巡线活动巡查频率 (0.2)	频繁	资 料 审 查	0
		有时		50
		偶尔		90
	临时占压 (0.22)	无占压	资 料 审 查	15
		存在临时占压现象		70
		临时占压现象严重		100
	车辆碾压 (0.12)	交通线	资 料 审 查	20
		干线		60
		主干线		90
	人为活动 (0.10)	稀疏 (郊区、欠开发街区)	资 料 审 查	0
		比较密集 (一般街区)		30
		密集 (居民住宅楼区、写字楼区等)		60
		非常密集 (学校、医院、购物中心、车站)		90
	施工频率 (在输配管道	0	资 料 审 查	0

	及附属设施外缘周边0.5m 范围内，近 3 年已开展过的第三方施工活动次数，不包括正在进行的第三方施工活动）（0.3）		1~2		50
			≥3		90
	警示标志（0.06）		优秀：清晰的标明管道	资料审查	0
			良好：比较清楚地管道标志		40
一般：标志数量不够			70		
差：没有任何标志			95		
4. 设备（装置）操作管理体系（0.1）	安全机构和安全责任制（0.21）		安全机构和安全责任制健全，并严格执行	资料审查	0
			有安全机构和安全责任制，但未严格执行		40
			无安全机构和安全责任制		95
	人员培训与考核（0.04）		相应的培训材料、考核制度完善	资料审查	0
			培训但无相应的培训材料、考核制度		50
			不培训		95
	是否有安全保护装置（0.27）		有安全保护装置	现场检查+资料审查	0
			无安全保护装置		95
	操作规程（0.22）		设备(装置)操作规程完整、正确，严格按操作规程执行	现场检查+资料审查	0
			有设备（装置）操作，但未按操作规程执行		50
			无设备（装置）操作规程		95
	设备维护（0.26）	维护保养方式（0.7）	进行保养，并且必要时修理或更换	资料审查	10
			仅进行保养，不修理或更换		50
			不维护保养		90
		维护保养记录（0.3）	进行维护保养，维护保养记录和相关图纸齐全	资料审查	10
			进行维护保养，但维护保养记录和相关图纸不完整		50
			未进行维护保养		90
5. 自然力破坏（0.1）	地基土沉降（0.3）		无地基土沉降隆起现象	现场检查+资料审查	0
			有轻微的地基土沉降或隆起		40
			地基土沉降或隆起明显		70
	其他地质稳定性（0.7）		如果管道区段处地质稳定	资料审查	0
			如果管道区段位于斜坡段、活断层、液化区等，地质不稳定		20
			如果管道区段处曾经发生沉降或者位于采矿区		50
			如果管道区段处容易发生崩塌		90

A.1.4 球墨铸铁失效可能性指标评分表

表 A.4 球墨铸铁管失效可能性指标评分表

一级指标	二级指标	三级指标	评价内容	评价方法	分值
1. 腐 蚀 (0.03)	介质腐蚀性（0.22）		弱	现场检测 + 资 料 审 查	10
			中		50
			强		100
	外 腐 蚀 (0.36)	土 壤 腐 蚀 性等级（1）	弱	现场检测 + 资 料 审 查	10
			较弱		40
			中		70
			强		100
	防腐层质量（0.42）		优良	现场检测 + 资 料 审 查	40
			中等		70
			低劣		100
2. 管 道 及 附 属 设 施 材 料 敷 设 缺 陷 (0.49)	管材（0.6）		球墨铸铁管	资料审查	80
	管道埋深（0.1）		符合（城市燃气地下管道敷设在车行道下的最小直埋深度不应小于 0.9m，人行道及田地下的最小直埋深度不应小于 0.6m，若不符合上述规范要求，则应采取有效防护措施。）	现场检查	20
			不符合上述标准		100
	阀门设置(0.1)		管道上的阀门和阀门井应符合下列要求：	现场检查	完 全 符 合 0
			（1）燃气支管的起点处应设置阀门；		不 符 合 +20
			（2）阀门不应有燃气泄漏现象；		不 符 合 +20
			（3）阀门外观无损坏和严重锈蚀现象；		不 符 合 +15
			（4）不得有妨碍阀门操作的堆积物；		不 符 合 +10
			（5）阀门应定期检查维护，启闭应灵活；		不 符 合 +10
（6）阀门井不应塌陷；			不 符 合		

				+10
		(7) 井内不得有积水;		不 符 合+5
		(8) 直埋阀应设有护罩或护井。		不 符 合 +10
	凝水缸 (0.1)	凝水缸已拆除水井杆。	现场检查	50
		未拆除水井杆		100
	接口类型 (0.1)	机械接口	现场检查	20
承插接口		100		
3.第三方 损 坏 (0.23)	管道巡线活动巡查频 率 (0.23)	频繁	资 料 审 查 + 现 场 检 查	15
		有时		60
		偶尔		100
	临时占压 (0.22)	无占压	资 料 审 查 + 现 场 检 查	50
		存在临时占压现象		70
		临时占压现象严重		100
	车辆碾压 (0.12)	交通线	资料审查	40
		干线		70
		主干线		95
	人为活动 (0.10)	稀疏 (郊区、欠开发街区)	资 料 审 查 + 现 场 检 查	30
		比较密集 (一般街区)		50
		密集 (居民住宅楼区、写字楼区等)		70
		非常密集 (学校、医院、购物中心、车站)		100
	施工频率 (在输配管 道及附属设施外缘周 边 0.5m 范围内, 近 3 年已开展过的第三方 施工活动次数, 不包 括正在进行的第三方 施工活动) (0.27)	0	资 料 审 查 + 现 场 检 查	40
		1~2		70
		≥3		100
	警示标志 (0.06)	优秀: 清晰的标明管道	资 料 审 查 + 现 场 检 查	45
		良好: 比较清楚地管道标志		70
		一般: 标志数量不够		95
		差: 没有任何标志		100
4. 设 备 (装置) 操 作 管 理 体 系 (0.13)	安全机构和责任制 (0.21)	安全机构和责任制健全, 并严格执行	资料审查	30
		有安全机构和责任制, 但未严格执行		50
		无安全机构和责任制		100
	人 员 培 训 与 考 核 (0.04)	相应的培训材料、考核制度完善	资料审查	10
		培训但无相应的培训材料、考核制度		60
		不培训		100
	防 错 装	防 止 误 操	有防止误操作的硬件措施	资料审查

	置(0.27)	作的硬件措施 (0.5)	无防止误操作的硬件措施	资料审查	100
		联锁装置 (0.5)	有联锁装置		45
			无联锁装置		100
	设备(装置)操作 (0.22)	操作规程 (0.6)	设备(装置)操作规程完整、正确, 严格按照操作规程执行	资料审查	20
			有设备(装置)操作规程, 但未按操作规程执行		50
			无设备(装置)操作规程		100
		操作员工的素质 (0.4)	有3年以上相关操作的学习工作经验	资料审查	30
			有3年以下相关操作的学习工作经验		50
			无相关操作的学习工作经验		90
	设备维护 (0.26)	维护保养方式 (0.7)	进行保养, 并且必要时修理或更换	资料审查	10
			仅进行保养, 不修理或更换		50
			不维护保养		90
		维护保养记录 (0.3)	进行维护保养, 维护保养记录和相关图纸齐全	资料审查	10
			进行维护保养, 但维护保养记录和相关图纸不完整		50
			未进行维护保养		90
5. 自然力破坏 (0.12)	地基土沉降 (0.3)		无地基土沉降隆起现象	现场检查+资料审查	35
			有轻微的地基土沉降或隆起		70
			地基土沉降或隆起明显		95
	其他地质稳定性 (0.7)		如果管道区段处地质稳定	资料审查	20
			如果管道区段位于斜坡段、活断层、液化区等, 地质不稳定		50
			如果管道区段处曾经发生沉降或者位于采矿区		70
			如果管道区段处容易发生崩塌		100

A. 1. 5 镀锌钢管失效可能性指标评分表

A. 5 镀锌钢管失效可能性指标评分表

一级指标	二级指标	三级指标	评价内容	评价方法	分值
1. 腐蚀 (0.3)	介质腐蚀性 (0.2)		弱	现场检测+资料审查	10
			中		50
			强		100
	外腐蚀 (0.4)	土壤腐蚀性等级 (GB/T 19285)	弱	现场检测+资料审查	10
			较弱		40
			中		70
			强		100
		大气腐蚀	弱	现场检测+	10

		等级	中	资料审查	50
			强		100
	防腐层质量（0.4）		优良	现场检测+ 资料审查	0
			中等		60
			低劣		100
2.管道及 附属设施 材料敷设 和焊接缺 陷（0.4）	管材（0.8）		镀锌钢管	资料审查	70
	使用年限（0.05）		<20 年	资料审查	5
			20-30 年		30
			30-50 年		80
			>50 年		100
	有无切断阀（0.05）		有切断阀	现场检测+ 资料审查	5
			无切断阀		100
	路 由 结 构 有 无 变 形 （0.05）		路由结构无边形	现场检测+ 资料审查	5
			路由结构有边形		80
	接口类型（0.05）待确认		焊接接口	现场检查	10
			机械接口		50
3.第三方 损 坏 （0.1）	管道巡线活动巡查频率 （0.3）		频繁	现场检查	0
			有时		30
			偶尔		70
	施工频率（在输配管道 及附属设施外缘周边 0.5m 范围内，近 3 年已 开展过的第三方施工活 动次数，不包括正在进 行的第三方施工活动） （0.4）		0	资料审查	0
			1~2		30
			≥3		70
	警示标志（0.3）		优秀：清晰的标明管道	资料审查+ 现场检查	5
			良好：比较清楚地管道标志		30
			一般：标志数量不够		60
			差：没有任何标志		100
4. 设 备 （装置） 操作管理 体 系 （0.09）	安全机构和安全责任制 （0.21）		安全机构和安全责任制健全，并 严格执行	资料审查	5
			有安全机构和安全责任制，但未 严格执行		60
			无安全机构和安全责任制		100
	人员培训与考核（0.14）		相应的培训材料、考核制度完善	资料审查	5
			培训但无相应的培训材料、考核 制度		40
			不培训		70

	设 备 （ 装 置 ） 操 作 (0.29)	操 作 规 程 (0.6) (有)	设备(装置)操作规程完整、正确，严格按照操作规程执行	资料审查	20
			有设备（装置）操作规程，但未按操作规程执行		50
			无设备（装置）操作规程		100
		操 作 员 工 的 素 质 (0.4)	有 3 年以上相关操作的学习工作经验	资料审查	30
			有 3 年以下相关操作的学习工作经验		50
			无相关操作的学习工作经验		90
	设 备 维 护 (0.36)	维 护 保 养 方 式 (0.7)	进行保养，并且必要时修理或更换	资料审查	10
			仅进行保养，不修理或更换		50
			不维护保养		90
		维 护 保 养 记 录 (0.3)	进行维护保养，维护保养记录和相关图纸齐全	资料审查	10
			进行维护保养，但维护保养记录和相关图纸不完整		50
			未进行维护保养		90
5.自然力破坏 (0.11)	地基土沉降（1）	无地基土沉降等现象	资料审查	10	
无地基土沉降等现象		100			

A.1.6 附属设施失效可能性指标评分表

A.6 阀门失效可能性指标评分表

一级指标	二级指标	评价内容	评价方法	分值
1.腐蚀（0.35）	腐蚀环境（0.56）	无水	资料审查	0
		有水		80
	防腐质量（0.44）	良好	资料审查	0
		一般		60
		较差		80
2.第三方破坏（0.29）	施工频率（在附属设施外缘周边 0.5m 范围内，近 3 年已开展过的第三方施工活动次数，不包括正在进行的第三方施工活动）（0.4）	0	资料审查	0
		1~2		50
		≥3		100
	警示标志（0.3）	优秀：清晰的标明管道	资料审查	0
		良好：比较清楚地管道标志		30
		一般：标志数量不够		60

		差：没有任何标志		80
	所处位置（0.1）	街坊	资料审查	30
		道路		50
	周围有无轨道交通（0.2）	无	资料审查	20
		有		80
3. 本体运行 情况 （0.36）	有无钢塑转换接头 （0.3）	无	资料审查	20
		有		50
	使用年限（0.06）	小于5年	资料审查	0
		5~10年		30
		10年以上		60
	阀门连接形式（0.23）	钢制阀门：法兰连接、焊接连接	资料审查	30
		PE阀门：热熔（电熔）连接、钢塑法兰连接		60
		铸铁阀门：法兰连接		80
	井盖（座）是否有破损、 残缺（0.06）	无	资料审查	5
		有		95
	有无补偿器（0.07）	有	资料审查	0
		无		60
	有无放散阀（0.2）	有	资料审查	10
		无		70
	压力级制（0.08）	低压	资料审查	20
		中压		50
		次高压		80

A.7 调压器失效可能性指标评分表

一级指标	二级指标	评价内容	评价方式	分值
1.腐蚀（0.24）	腐蚀环境 （0.53）	无水	资料审查	0
		有水		90
	防腐漆质量 （0.47）	优良	资料审查	0
		一般		50
		较差		80
2.本体运行	压力等级	中-低压	资料审查	10

情况 (0.43)	(0.28)	中-中压		45
		次高-中压		60
		次高-次高压		90
	流量 (0.2)	50m ³ /h	资料审查	5
		75 m ³ /h		40
		100 m ³ /h		60
	有无电伴热 (0.16)	有	资料审查	0
		无		80
	微流量放散启闭状态 (0.06)	开启	资料审查	0
		关闭		80
	有无安全阀 (0.16)	有	资料审查	0
		无		50
	有无旋风过滤器 (0.1)	有	资料审查	0
		无		40
	有无集污池 (0.04)	有	资料审查	0
		无		30
3.第三方破坏 (0.33)	警示标志 (0.4)	优秀：清晰的标明管道	资料审查	0
		良好：比较清楚地管道标志		30
		一般：标志数量不够		60
		差：没有任何标志		80
	所处位置 (0.21)	街坊	资料审查	20
		道路		40
	周围有无轨道交通 (0.39)	无	资料审查	5
		有		50

A.8 阴保系统失效可能性指标评分表

一级指标	二级指标	评价内容	评价方法	分值
1.本体运行情况 (0.41)	有无测试桩或井 (0.4)	有	资料审查	0
		无		50
	测试桩间距 (0.32)	测试桩测试间距不大于 350m	资料审查	0

		测试桩测试间距大于 350m 小于 500m		30
		测试桩测试间距大于 500m 小于 1km		60
		测试桩测试间距大于 1km		80
	断电电位 (0.38)	-850~1200mV 有效保护	资料审查+ 现场监测	0
		其他		100
2.第三方破坏 (0.33)	施工频率 (在附属设施 外缘周边 0.5m 范围 内, 近 3 年已开展过的 第三方施工活动次数, 不包括正在进行的第 三方施工活动) (0.4)	0	资料审查	0
		1~2		50
		≥3		100
	警示标志 (0.3)	优秀: 清晰的标明管道	资料审查	0
		良好: 比较清楚地管道标志		30
		一般: 标志数量不够		60
		差: 没有任何标志		80
	所处位置 (0.1)	街坊	资料审查	20
		道路		40
	周围有无轨道交通 (0.2)	无	资料审查	5
		有		50
3.设备 (装置) 操作管理体系 (0.26)	安全机构和安全责任 制 (0.31)	安全机构和安全责任制健全, 并严格执行	资料审查	0
		有安全机构和安全责任制, 但未严格执行		40
		无安全机构和安全责任制		95
	人员培训与考核(0.13)	相应的培训材料、考核制度完善	资料审查	5
		培训但无相应的培训材料、考核制度		40
		不培训		70
	设备(装置)操作(0.22)	设备(装置)操作规程完整、正确, 严格按照操作规程执行	资料审查	0
		有设备 (装置) 操作规程, 但未按操作 规程执行		50
		无设备 (装置) 操作规程		95
	设备维护 (0.34)	进行保养, 并且必要时修理或更换	资料审查	0
		仅进行保养, 不修理或更换		50
		不维护保养		95

A.9 集水井失效可能性指标评分表

一级指标	评价内容	评价方法	分值
1. 是否拆除水井 梗 (1)	是	资料审查	0
	否		30

A.2 失效可能性计算方法

根据管道材质，钢质燃气管道按照表 A.1 评分表进行计算，聚乙烯燃气管道按照表 A.2 评分表进行计算，球墨铸铁燃气管道按照表 A.3 评分表进行计算，管道失效可能性得分 S 的计算公式如下式(1)：

$$S = \alpha_i \sum_{i=1}^5 S_i \tag{1}$$

其中 α_i 为各项权重， S_i 为各项得分

A.3 失效后果评分模型

表 A.9 燃气管道失效后果评分模型

序号	风险因素	评分细则	分值	得分
C ₁	最高工作压力（12%）	最高工作压力<0.1MPa	15	
		0.1MPa≤最高工作压力≤0.4MPa	30	
		0.4MPa≤最高工作压力≤0.8MPa	45	
		0.8MPa≤最高工作压力≤1.6MPa	60	
		1.6MPa≤最高工作压力≤2.5MPa	75	
		2.5MPa≤最高工作压力≤4.0MPa	90	
		4.0MPa<最高工作压力	100	
C ₂	周边环境（22%）	泄漏后无燃烧、燃爆风险的	0	
		管线安全控制范围内存在火源、易燃易爆物的	50	
		管线安全控制范围内存在密闭空间，燃气泄漏后容易积聚的	100	
C ₃	人口密度（27%）	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，人口数量在[1，100)之间	25	
		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，人口数量在[100，300)之间	50	
		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，人口数量在[300，500)之间	75	
		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	100	
C ₄	泄漏原因（6%）	最可能的泄漏原因是自然灾害	50	
		最可能的泄漏原因是焊接质量、腐蚀穿孔	100	
C ₅	抢修时间（5%）	抢修时间<1 天	20	
		抢修时间在[1，2)之间	40	
		抢修时间在[2，4)之间	60	

		抢修时间在[4, 7)之间	80	
		抢修时间≥7 天	100	
C ₆	供应中断的影响范围和程度（18%）	不影响或者基本不影响终端用户的	0	
		供应中断影响终端用户 1 万户以下的	25	
		供应中断影响终端用户 1 万户以上 5 万户以下的	50	
		供应中断影响终端用户 5 万户以上 10 万户以下的	75	
		供应中断影响终端用户 10 万户以上的	100	

A.4 失效后果计算方法

按照表 A.9 中失效后果评分项分别确定，管道失效后果得分 C 的计算公式如下式（1）：

$$C = \sum_{i=1}^7 \beta_i C_i$$
 (1)

其中β_i为各项权重，C_i为各项得分。

A.5 风险分级方法

风险等级采用风险矩阵形式，按照严重性从高到低进行分级，具体等级划分方法见下表 A.10、A.11 和 A.12。

表 A.10 风险矩阵

失效后果						
失效可能性	等级值	1	2	3	4	5
	5	Ⅱ（5）	Ⅲ（10）	Ⅳ（15）	Ⅳ（20）	Ⅳ（25）
	4	Ⅰ（4）	Ⅱ（8）	Ⅲ（12）	Ⅳ（16）	Ⅳ（20）
	3	Ⅰ（3）	Ⅱ（6）	Ⅱ（9）	Ⅲ（12）	Ⅳ（15）
	2	Ⅰ（2）	Ⅰ（4）	Ⅱ（6）	Ⅱ（8）	Ⅲ（10）
	1	Ⅰ（1）	Ⅰ（2）	Ⅰ（3）	Ⅰ（4）	Ⅱ（5）
图例：风险矩阵等级划分为 4 级，分别为： Ⅰ级：低风险（蓝色），可接受。不需要采取进一步措施降低风险。 Ⅱ级：一般风险（黄色），在控制措施落实的条件下可以容许。 Ⅲ级：较大风险（橙色），难容许风险。应采取工程、管理等控制措施，重新风险评估后，确定将风险降低到一般风险及以下。 Ⅳ级：重大风险（红色），绝对不能容许。应通过工程、管理等专门措施，重新风险评估后，确定将风险降低到一般风险及以下。						

表 A.11 失效可能性等级划分

失效可能性等级	失效可能性分值 S
---------	-----------

1	$0 < S \leq 20$
2	$20 < S \leq 40$
3	$40 < S \leq 60$
4	$60 < S \leq 80$
5	$80 < S \leq 100$

表 A. 12 失效后果等级划分

失效后果等级	失效后果分值 C
1	$0 < C \leq 20$
2	$20 < C \leq 40$
3	$40 < C \leq 60$
4	$60 < C \leq 80$
5	$80 < C \leq 100$

资料性附录 B 城镇燃气输配管道风险评估方法 2

本评估方法适用于钢质管道和铸铁管道。

B.1 钢质管道风险评估方法

表 B.1 钢质管道风险评估评分表

序号	考虑因素		本项分值	得分	权重	结果	备注	计分说明
1	使用年限（年） （8分）	0~5	5		0.3	0		
		6~10	10					
		11~15	15					
		16~20	20					
		21~25	25					
		26~30	30					
2	管道实际壁厚 （mm）（2分）	>8	5		0.15	0		
		>6~≤8	10					
		>4~≤6	15					
		<4	20					
3	其他管线影响 （2分）	达到国家标准 （GB 50028）	5		0.15	0		可以按照 评估段内 各级管段 长度/整体 长度×本 级分值再 求和
		未达到国家标 准，采取措施	10					
		未达到国家标 准	20					
4	外防腐层使用情况 （4分）	按管道敷设环 境和国家标准 加强设计使用	0		0.25	0		
		按管道敷设环 境和国家标准 设计使用	5					
		未按管道敷设 环境和国家标 准设计使用	15					
		无防腐层	20					

5	阴极保护（14分）		有完整的阴极保护	0		0.8	0		过保护段按无阴极保护计算，可以按照（1-阴极保护率×阴保运行率×阴保合格率）×该项总分值=本管段分值
			部分保护	10					
			无阴极保护	20					
6	外防腐层绝缘电阻（ $\Omega \cdot m^2$ ）（8分）		优，防腐层绝缘电阻 >10000	0		0.4	0	参考SY/T5918执行，结合检测设备和方法	利用选频-变频法测量的石油沥青防腐层分类，利用其他方法数值需要调整，其他防腐方法参考此方法进行。
			良，防腐层绝缘电阻 $>6000 \sim \leq 10000$	5					
			一般，防腐层绝缘电阻 $>3000 \sim \leq 6000$	10					
			差，防腐层绝缘电阻 $>1000 \sim \leq 3000$	15					
			劣，防腐层绝缘电阻 <1000	20					
7	外防腐层破损情况（14分）		无各类点	0		0.8	0	参考SY/T0087.1	根据检测结果绘制各类点坐标图，按照各类点对应管线长度比例和对应分值乘积再与各类点密度值比例乘积后求和。
			三类点	5					
			二类点	10					
			一类点	20					
8	土壤腐蚀	土壤电阻率（ $\Omega \cdot m^2$ ）	>50	5		0.1	0		
			$\geq 20 \sim \leq 50$	10					

	性 (10分)	(2分)	<20	20					
		土壤含水量 (1.5分)	>40%或<7%	0		0.1	0		
			>30%~≤40%或≥7%~≤10%	5					
			>25%~≤30%或≥10%~≤12%	15					
			>12%~≤25%	20					
			管地电位 (mV) (1.5分)	>-300					
		>-450~≤-300		5					
		≥-550~≤-450		12					
		<-550		20					
		PH 值 (2分)	>8.5	0		0.13	0		
			>7~≤8.5	5					
			>5.5~≤7	10					
			≥4.5~≤5.5	15					
			<4.5	20					
		土壤地质 (2分)	粘土(轻粘土、粘土)	0		0.08	0		
			壤土(轻、中、重壤土)	12					
			砂土(强)	20					
		氧化还原电 位(mV) (1分)	>400	0		0.08	0		
			>200~≤400	6					
			≥100~≤200	14					
			<100	20					
9	直流干扰电流引起 管地电位偏移 (mV) (10分)	<20	0		0.25	0	SY/T0017	绘制直流 干扰电流 坐标图,确 定直流干 扰管线距 离,按照不 同干扰级 别与各自 长度比例 乘积后求 和。	
		≥20~≤100	6						
		>100~≤200	15						
		>200	20						

10	交流干扰电流影响 (mV) (8分)	<8	6		0.15	0		
		$\geq 8 \sim \leq 15$	12					
		>15	20					
11	钢质管道腐蚀情况	轻, <1mm	0		0.5	0		
		中, $\geq 1 \sim \leq 2\text{mm}$	5					
		重, $\geq 2\% \sim \leq 50\%$	10					
		严重, $> 50\% \sim \leq 80\%$	15					
		穿孔, $> 80\%$	20					
12	已发生泄漏情况 (处) (10分)	无	0		0.5	0		
		1/Km	5					
		2/Km	10					
		3/Km	15					
		4/Km	20					

该评估方法最高分 100 分, 最低分 4.4 分; 85 分以上为 IV 级, 60-85 分为 III 级, 35-60 分为 II 级, 35 分以下为 I 级。管线(段)的分值和等级划分是具有相对性的, 各公司供气时间、供气气源、管材和防腐方式和地质条件、运行管理情况均不相同, 应结合自己的实际情况, 灵活运用本方法, 确保管线(段)评估结果能够对公司运行和安全管理提供支持。

表 B.2 等级划分表

风险等级	失效可能性分值 S
IV (重大风险)	≥ 85 分
III (较大风险)	$> 60 \sim \leq 85$
II (一般风险)	$\geq 35 \sim \leq 60$
I (低风险)	< 35

B.2 铸铁管道风险评估方法

表 B.3 钢质管道风险评估评分表

序号	考虑因素		本项分值	得分	权重	结果	备注	计分说明
1	管径(mm) (15分)	≥400	2		1.5	0		
		≥200~≤300	5					
		≤150	10					
2	管道压力 (9分)	低压	3		0.9	0		
		中压	10					
3	接口类型 (20分)	机械式及除承插外其他形式接口	4		2	0		
		承插 (铅或水泥封口)	10					
4	管道位置 (7分)	管道排在行人道下	4		0.7	0		
		管道排在行车道下	10					
		穿越危险区 (公路、铁路)	10					
5	与建、构筑物间距 (米) (12分)	低压	<1	7		1.2	0	
			≥1~<2	5				
			≥2~<3	3				
			≥3	0				
		中压	<1	10				
			≥1~<2	7				
			≥2~<3	5				
			≥3~<5	3				
6	管道年限 (年) (12分)	≤10	0		1.2	0		
		≥11~≤20	5					
		≥21~≤30	8					
		>30	10					
7	管道埋深(米) (10分)	车行道	≥1.5	0		1	0	
			≥1~<1.5	3				
			≥0.8~<1	5				
			≥0.6~<0.8	7				
			<0.6	10				
		人行道	≥0.7	0				
			≥0.5~<0.7	3				
			≥0.3~<0.5	5				

		庭院管	<0.3	7					
			≥0.5	0					
			≥0.3~<0.5	5					
			<0.3	7					
8	泄漏次数（次） （17 分）		0	0		1.7	0		
			1~5	2					
			6~10	5					
			>10	10					
9	泄漏种类（9 分）		腐蚀	3		0.9	0		
			外力破坏	5					
			接口泄漏	7					
			断裂	10					
10	相邻管道间距 （8 分）		满足国标规定	0		0.8	0		
			未能达国标规定 但有额外保护措施	7					
			未能达国标规定	10					
11	违章占压（15 分）		不存在占压	0		1.5	0		
			存在占压，采取有效措施	5					
			存在占压，未采取有效措施	10					
12	管道标识、标志 （10 分）		标识清楚准确，保护设施完善	0		1	0		
			标识不完整，保护设施不完善	5					
			无标识和保护设施	10					
13	凝水缸和钢铸混用（个）（15 分）		0	0		1.5	0		
			1~3	2					
			4~6	5					
			≥7	10					

该评估方法最高分 159 分，最低分 19.2 分；115 分以上为 IV 级，85-115 分为 III 级，50--85 分为 II 级，50 分以下为 I 级。管线（段）的分值和等级划分是具有相对性的，各公司应结合自己的实际情况，灵活运用本方法，确保管线（段）评估结果能够对公司的运行和安全管理提供支持。

表 B.4 等级划分表

风险等级	失效可能性分值 S
IV（重大风险）	≥115 分
III（较大风险）	≥85~≤115

II（一般风险）	$\geq 50 \sim < 85$
I（低风险）	< 50