

团 体 标 准

T/CASEI XXXX—XXXX

长输管道基于风险的检验实施导则

Risk-based inspection implementation rules for transmission **pipeline**

（征求意见稿）

××××-××-××发布

××××-××-××实施



中国特种设备检验协会 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 缩略语..... 2

5 总则 2

6 检验流程..... 2

7 应用条件确认..... 3

8 基本数据收集..... 4

9 风险预评估..... 4

10 数据对齐和分析..... 5

11 补充检验检测..... 6

12 风险计算与等级划分..... 6

13 风险消减..... 8

14 检验周期确定..... 8

15 记录和报告..... 9

附录 A 管道基于风险的检验所需数据来源 10

附录 B 管道失效可能性计算方法 11

参考文献..... 14

前 言

本文件按 GB/T 1.1—2020 给出的规则起草。

本文件由中国特检协会提出并归口。

本文件起草单位：XXXX。

本文件主要起草人：XXXX。

长输管道基于风险的检验实施导则

1 范围

本文件规定了长输管道基于风险的检验（RBI）实施细则，其中包括总则、检验流程、条件审查与数据收集、危害因素和损伤模式识别、数据对齐和分析、补充检测、风险计算与等级划分、风险消减、风险再评估、检验周期确定、报告出具等内容。

本文件适用于长输管道^[注 1-1]（以下简称为“管道”）的基于风险的检验。

注 1-1：长输管道是指《特种设备目录》范围内，依据 GB 50251《输气管道工程设计规范》、GB 50253《输油管道工程设计规范》、GB/T 34275《压力管道规范长输管道》设计，产地、储存库、使用单位间的输送油气商品介质的压力管道，包括原油、成品油、天然气、煤层气、煤制气、页岩气、液化石油气等长距离油气输送管道。

本文件不适用于以下情况：

- （1）管道的首次检验。
- （2）管道停用 1 年以上再启用前的检验。

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。

TSG D7003 压力管道定期检验规则—长输管道

GB 32167 油气输送管道完整性管理规范

GB/T 30579 承压设备损伤模式识别

GB/T 34275 压力管道规范 长输管道

GB/T 37368 埋地钢质管道检验导则

3 术语和定义

GB 32167、GB/T 30579、GB/T 34275、GB/T 37368 界定的术语和定义适用于本文件下列术语和定义适用于本文件。

3.1

基于风险的检验 risk-based inspection

一种基于管道典型失效模式和风险水平相结合的定期检验方法。

3.2

区段 section

为对管道进行基于风险的检验而将管道划分成的各个部分。

3.3

适用性评价 fitness for purpose

对含缺陷或损伤的在役构件结构完整性的定量评价过程。

3.4

预评估维修系数 pre-estimated repair factor

最大允许运行压力与通过金属损失评估法计算出的安全运行压力的比值。

$$ERF = MAOP / P_{safe}$$

式中，MAOP 为最大允许运行压力， P_{safe} 为通过金属损失评估法计算出的安全运行压力。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

RBI 基于风险的检验（Risk-based Inspection）

HCA 高后果区（High Consequence Areas）

5 总则

5.1 实施基于风险的检验前，管道使用单位应向检验机构提出书面申请，并且提交实施完整性管理的记录和评价资料。检验机构应对收到的申请资料进行审查并复核管道使用单位情况，确认其满足开展基于风险检验的条件。

5.2 从事基于风险的检验的人员经过相应的培训，熟悉基于风险检验的相关国家标准和专用分析软件。

5.3 管道基于风险的检验应符合 TSG D7003 中的相关规定。

6 检验流程

基于风险的长输管道检验的流程包括：应用条件确认、基础数据收集、风险预评估、数据对齐和分析、补充检验检测、适用性评价及补充数据分析、风险计算与等级划分、风险消减、风险再评估、检验周期确定、出具报告等工作内容；当需要补充检验检测时，还包括检验策略制定、检验方案制定、检验实施等内容。具体流程见图 1 所示。

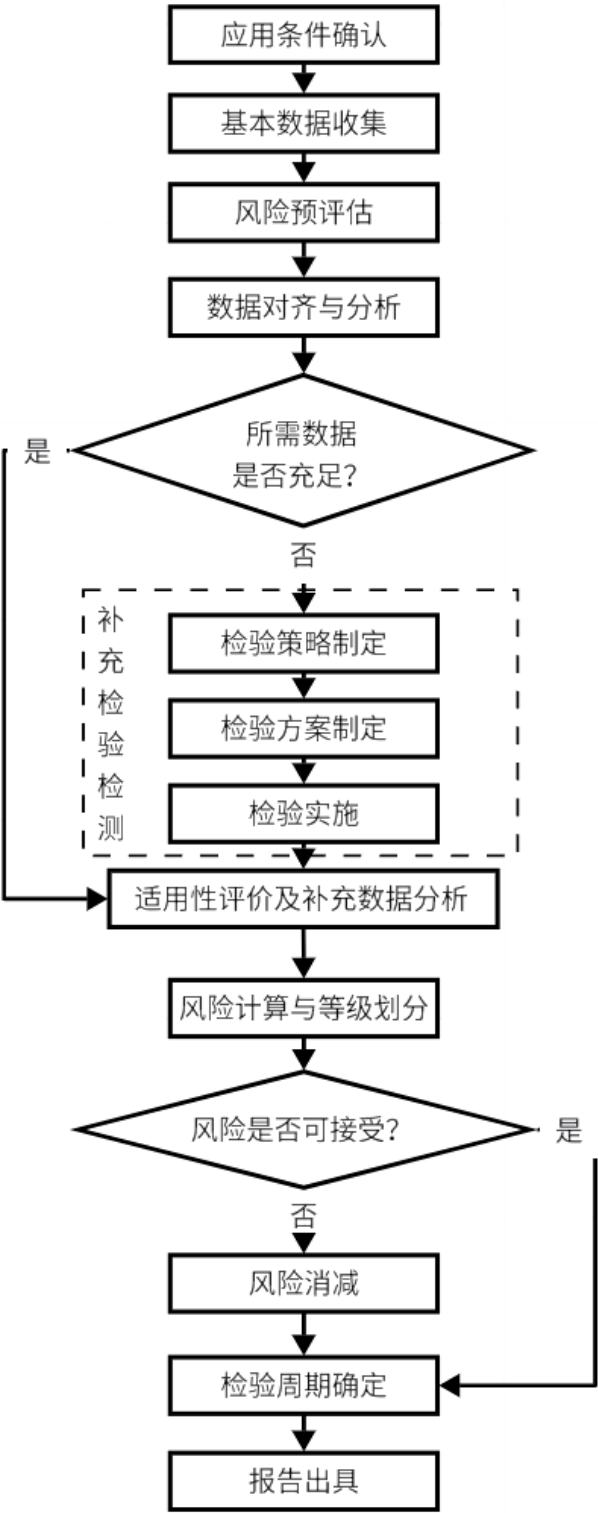


图 1 长输管道基于风险的检验流程

7 应用条件确认

应用 RBI 的管道，应当依据 GB 32167《油气输送管道完整性管理规范》等的规定实施完整性管理，并且管道使用单位应当满足以下条件：

- (1) 具有完善的管道完整性管理体系和较高的管理水平；
- (2) 建立健全应对各种突发情况的应急预案，并且定期进行演练；
- (3) 管道运行良好，能够按照有关规定进行检验和维护；
- (4) 管道资料齐全、完整；
- (5) 工艺操作稳定；
- (6) 管道采用数据采集与监控系统（SCADA），并且有可靠的泄漏监测系统和安全联锁保护系统。

8 基本数据收集

8.1 基于风险的检验开始前，应收集的基本数据包括但不限于：管道 HCAs 识别报告、风险评价报告、管道监/检测报告、第三方保护记录、维修维护记录。上述记录和报告中宜包括但不限于以下内容：

- (1) 管道基本属性：规格、材质、长度、输送温度、输送压力、输送介质、安装日期、投用日期、外防腐层类型、内涂层类型、阴极保护类型、是否有 SCADA 系统、是否有收发球装置。
- (2) 管道路由及地表情况：地理坐标、纵断面及高程。
- (3) 运行数据：介质成分、、入口压力、出口压力、压力波动。
- (4) 最近的清管及内、外检测结果。
- (5) 事故/事件数据：历史失效事件的调查报告。
- (6) 管理信息：管道完整性管理制度等管理文件、应急预案、检维修记录。
- (7) 周边环境信息：管道 HCAs 识别结果、周边自然气候、地质灾害评估报告。

8.2 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、整合及现场复核。

8.3 当发现数据不完整时，应通过现场检测或测试补充相关必要数据。

8.4 所需数据的一般来源见附录 A。

9 风险预评估

9.1 管道区段划分

9.1.1 应根据管道的权属、内检测器收发位置对管道进行区段划分。

9.1.2 每个管道区段的风险以该区段内各类危害因素中的最大风险作表征。

9.2 危害因素识别与损伤模式识别

9.2.1 应结合管道运行工况及历史失效案例总结分析其常见危害因素。管道失效原因分为时间相关、时间无关及固有因素，常见分类见表 1。

表 1 管道危害因素

分类	危害因素	失效模式
时间相关	管体腐蚀减薄	金属损失、穿孔
	应力开裂	开裂
	几何变形	变形
时间无关	焊接缺陷	开裂、穿孔
	凹陷	变形
	机械损伤	金属损失

9.2.2 识别管道的损伤机理应分析其与化学、机械环境的相互作用，结合管道或附属设施材质、输送介质和工艺条件进行损伤机理分析，确定管道的主要损伤机理及其对应的失效模式。

9.2.3 根据 GB/T 30579 及典型长输管道工况，管道本体的损伤机理分为减薄、环境开裂、机械损伤 3 类。失效模式可分为金属损失、穿孔、开裂、变形等。

9.2.4 与时间相关的损伤机理的发展趋势宜用损伤速率表示，对于未知或不可量化的损伤速率可用敏感性表示。确定损伤速率的依据包括：

- (1) 检测历史数据；
- (2) 现场试验和在线监测结果；
- (3) 公开发表的数据；
- (4) 相似管道的经验数据；
- (5) 实验室数据。

10 数据对齐和分析

10.1 数据对齐

10.1.1 不同来源的管道数据应进行对齐，对齐的基准应以精度较高的内检测数据为准，可参考 SY/T 0087.5 有关规定执行。

10.1.2 应根据评价对象和缺陷类型确定数据对齐内容。

- (1) 对于外腐蚀风险，宜将内检测数据与管道基础信息、防腐层检测、管道阴极保护有效性评价、杂散电流干扰检测及土壤环境腐蚀调查、开挖直接检测等数据进行对齐分析。
- (2) 对于内腐蚀风险，宜将内腐蚀与管道高程、输介质、输送量、工艺参数、内涂层、清管产物和排污物等数据进行对齐分析。
- (3) 对于环焊缝风险，宜将内检测结果及地质灾害识别结果等数据进行对齐分析。

10.1.3 多轮次内检测数据对齐时，应先排除改线、换管等因素后，进行环焊缝对齐，然后将关注的缺陷或特征进行对齐。在对齐的基础上，对检测精度和缺陷增长变化情况进行分析。

10.2 数据质量分析

10.2.1 应检查数据的准确性、完整性和不同来源数据的一致性。

10.2.2 基于风险的检验所采用的数据应为基于风险的检验开始前 18 个月之内的有效检测评价结果（以正式检验检测报告的出具时间为准），不具备以上数据的评价管段，应按有关法规标准开展补充检验检测。

10.2.3 应对现有管道内/外检测等不同来源的数据进行差异性分析,包括通过开挖测量数据验证检测和监测数据的准确性。

10.2.4 当数据缺失时,宜采用补充检验检测数据的方式来满足评价要求。

10.2.5 补充后的数据应按照本章的要求与原有数据进行整合,并重新进行数据质量分析和充足性分析。

11 补充检验检测

11.1 基本要求

补充检验检测工作一般包括:检验策略制定、检验方案制定、检验实施和合于使用评价。

11.2 检验策略制定

检验策略制定应符合 GB/T 37368 中第 9.4 条有关规定,且满足以下要求:

(1) 条件具备时,管道检验优先选择内检测(含开挖验证)方法。采用内检测时,仍需对外防腐(保温)层状况、阴极保护系统状况和杂散电流干扰进行检测评价。

(2) 如管道不具备内检测条件,宜改造管道使其具备内检测条件。不能改造或不能清管的管道,应根据管道的主要损伤模式选取一种或多种适合的外检测方法。外检测方法主要包括外腐蚀评价、内腐蚀评价、应力腐蚀裂纹直接评价等。

11.3 检验方案制定

检验方案制定应按照 GB/T 37368 中第 9.5 条有关规定执行。

11.4 检验实施

检验实施应按照 GB/T 37368 中第 9.6 条有关规定执行。

11.5 适用性评价

针对检测发现问题的管道应进行适用性评价,应结合检验评价历史数据建立缺陷增长预测模型(投用时间、缺陷成因、发展速率),确定管道许用工作参数(压力)与维修计划。适用性评价分为应力分析、强度评估、剩余寿命预测和材料适用性评价。适用性评价应符合 TSG D7003 中第 2.4 节和 GB/T 37368 中第 8 章有关规定执行。

12 风险计算与等级划分

12.1 应基于管道的主要危害因素和失效模式,结合最新监检测及维修维护数据进行风险计算,并确定管道的风险等级。

12.2 管道风险计算和等级划分流程如下:

- (1) 确定评价对象;
- (2) 失效可能性评价;
- (3) 失效后果评价;

(4) 风险值计算及级别划分。

12.3 失效可能性评价

12.3.1 管道的失效可能性以危害因素为对象进行计算。危害因素类型及其影响因子见表 2。

表 2 危害因素及影响因子

序号	危害因素		影响因子
1	焊接缺陷		无损检测
			内检或开挖验证
			是否修复
			管控措施
2	凹陷		变形量
			是否修复
			管控措施
3	机械划伤		尺寸
			是否修复
			管控措施
4	管体腐蚀减薄	外腐蚀	缺陷尺寸（ERF）
			土壤腐蚀性
			防腐层状况等级
			阴保有效性
			杂散电流干扰
			是否修复
5	管体腐蚀减薄	内腐蚀	缺陷尺寸（ERF）
			介质腐蚀性
			内涂层
			是否修复
			缓蚀剂
6	应力开裂	应力腐蚀开裂	开裂历史
			SCC 环境
			地质活动水平
		压力循环疲劳	疲劳环境
7	椭圆度		椭圆度
			地质活动水平

12.3.2 管道的失效可能性分值为表 2 中 8 项危害因素分值的总和，各危害因素分值以其下级各影响因子的乘积计算，计算方法见附录 B。

12.4 失效后果等级确定

依据缺陷所在位置是否为高后果区及其高后果区等级，确定其失效后果等级。失效后果等级分为 4 个级别，见表 3。

表 3 失效后果等级划分

失效后果等级	A	B	C	D
高后果区识别结果	非 HCA	I 级 HCA	II 级 HCA	III 级 HCA

12.5 风险等级确定

风险等级可以用风险值或风险矩阵图表示。管道风险矩阵如图 2 所示。

后果	失效可能性				
	1	2	3	4	5
D	较高	较高	高	高	高
C	中	中	较高	较高	高
B	中	中	中	较高	较高
A	低	低	低	中	较高

图 2 管道风险矩阵

12.6 风险可接受水平确定

风险可接受水平的制定应考虑人员伤亡、经济损失、环境污染、社会影响，可通过以下途径确定管道风险的可接受性：

- (1) 参照同行业已确立的风险可接受性标准；
- (2) 根据以往经验以及管道运营单位的需求，判断认为可接受的情况。

13 风险消减

13.1 对于风险等级超过使用单位风险可接受水平的管道，应当分析产生较高风险的原因，采用针对性的检验、检测方法和措施来降低风险，使风险控制在可接受范围内。

13.2 经风险评估确定风险不可接受的，应采取以下措施将风险降低至可接受范围后继续使用：

- (1) 实施缺陷维修维护或换管。不同类型缺陷的修复方法可参考 GB 32167 附录 K；
- (2) 管道降压运行。

13.3 实施风险消减措施后，应结合危害因素及影响因子的变化，通过风险再评估对管道的风险计算结果及等级进行更新。

14 检验周期确定

14.1 基于风险的管道再检验周期，应采用以下方法确定：

(1) 依据基于风险检验的情况确定管道的检验周期，根据管道的风险水平延长或者缩短检验周期，但是最长不应当超过 9 年，最长允许检验周期见表 4；

表 4 最长允许的检验周期

风险等级	低	中	较高	高
最长允许检验周期	9 年	8 年	6 年	3 年

(2) 环向工作应力小于或者等于管材规定最低屈服强度 30% 的，最长检验周期可至 9 年；

(3) 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，并且不应当超过 9 年。

14.2 可根据管道风险等级进一步确定管道的检验周期，见表 5。

表 5 检验周期

失效后果等级	失效可能性等级				
	1	2	3	4	5
D	/	/	3 年	2 年	1 年
C	6 年	6 年	5 年	4 年	3 年
B	8 年	7 年	6 年	5 年	/
A	9 年	8 年	7 年	/	/

14.3 检验周期的确定以评估所采用检验数据的正式报告出具时间为起始时间计算，下一次检验报告出具时间止。

15 记录和报告

记录和报告应按照 GB/T 37368 中第 10 章有关规定执行。

附录 A

(资料性)

管道基于风险的检验所需数据来源

A.1 设计、制造、安装资料，包括：

- (1) 设计文件（包括计算书、施工图、说明书、强度计算书等）、设计变更；
- (2) 管道元件制造质量证明文件、监督检验报告；
- (3) 管道安装验收资料、管道安装监督检验报告、工程质量检验和评定报告。

A.2 使用及运行管理资料，包括：

- (1) 运行日志及工艺记录（含介质成分分析和异常情况处理记录等）；
- (2) 改造或修理资料，包括施工方案和竣工资料，以及改造、修理监督检验资料；（仅限于特种设备安全技术规范要求监督检验的改造和修理，才需要收集改造或修理监督检验资料）
- (3) 应急预案；
- (4) 管理变更记录。

A.3 检测与评价报告，包括：

- (1) 安全附件的校准、校验资料；
- (2) 定期检验周期内的年度检查报告；
- (3) 历次定期检验报告。

A.4 失效数据文件，包括：

- (1) 泄漏数据；
- (2) 腐蚀数据；
- (3) 外力破坏数据；
- (4) 地质灾害数据。

附 录 B
(资料性)

管道失效可能性计算方法

B.1 管道失效可能性的危害因素分为焊接缺陷、凹陷、机械划伤、外腐蚀、内腐蚀、应力腐蚀开裂、疲劳、椭圆度共 8 项，见附表 B-1，管道的失效可能性分值 S 为附表中 8 项危害因素分值的总和，即：

$$S = \sum_{i=1}^8 E_i$$

B.2 每项危害因素下设若干个影响因子，各危害因素的分值以其下各影响因子的乘积计算，即：

$$E_i = a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot \dots \cdot a_{in} , \text{ n 为对应因素下设因子的个数。}$$

表 B.1 各危害因素及影响因子

序号	危害因素	影响因子	取值标准
1	焊接缺陷 (E ₁)	无损检测 (a ₁₁)	(1) 底片完整清晰，取 0.5。 (2) 底片不完整清晰，取 1。
		内检测或 开挖验证 (a ₁₂)	(1) 检测报告的缺陷严重或经验证评为四级片：取 5； (2) 一般或评为 3 级片取 3；轻微或一级二级片取 1。考虑可采用的各类检测技术
		是否位于地质 灾害中高风险 区 (a ₁₃)	(1) 位于地质灾害高风险区，且无有效防护措施，取 5； (2) 位于地质灾害中风险区，且无有效防护措施，取 4； (3) 其他情况取 1。
		是否修复 (a ₁₄)	(1) 未修复，取 1； (2) 已修复，取 0。
		管控措施 (a ₁₅)	(1) 有相应管控措施，取 0.5； (2) 无相应管控措施，取 1。
2	凹陷 (E ₂)	变形量 (a ₂₁)	(1) 凹陷变形量≥6%OD，取 10； (2) 2%OD≤凹陷变形量<6%OD，取 6； (3) 凹陷变形量<2%OD，取 1； (4) 凹陷是否位于焊缝上或是否存在应力集中，如是取 5，不是取 1。
		是否修复 (a ₂₂)	(1) 未修复，取 1； (2) 已修复，取 0。
		管控措施 (a ₂₃)	(1) 有相应管控措施，取 0.5；

序号	危害因素	影响因子	取值标准
			(2) 无相应管控措施, 取 1。
3	机械划伤 (E ₃)	尺寸 (a ₃₁)	(1) ERF≥0.909 或深度大于 60%wt, 取 10; (2) 0.6≤ERF<0.909 或深度大于 40%wt, 取 5; (3) ERF<0.6, 取 1。
		是否修复 (a ₃₂)	(1) 未修复, 取 1; (2) 已修复, 取 0。
		管控措施 (a ₃₃)	(1) 有相应管控措施, 取 0.5; (2) 无相应管控措施, 取 1。
4	外腐蚀 (E ₄)	缺陷尺寸 (a ₄₁)	(1) ERF≥0.909 或深度大于 60%wt, 取 10; (2) 0.6≤ERF<0.909 或深度大于 40%wt, 取 5; (3) ERF<0.6, 取 1。
		土壤腐蚀性 (a ₄₂)	(1) 土壤腐蚀性为 4 级 (强), 取 3; (2) 土壤腐蚀性为 3 级 (中), 取 1; (3) 土壤腐蚀性为 2 级 (较弱), 取 0.8; (4) 土壤腐蚀性为 1 级 (弱), 取 0.6。
		防腐层状况等级 (a ₄₃)	(1) 防腐层状况等级为 4 级, 取 1.5; (2) 防腐层状况等级为 3 级, 取 1.2; (3) 防腐层状况等级为 2 级, 取 1; (4) 防腐层状况等级为 1 级, 取 0.8。
		阴保有效性 (a ₄₄)	(1) 阴保有效性不合格, 取 1.3; (2) 阴保有效性合格, 取 1。
		杂散电流干扰 (a ₄₅)	(1) 干扰程度强, 且未设置排流装置, 取 1.8; (2) 干扰程度强, 且设置排流装置不能完全满足排流需要, 取 1.6; (3) 干扰程度中或弱, 且未设置排流装置, 取 1.4; (4) 干扰程度中或弱, 设置排流装置不能完全满足排流需要, 取 1.2; (5) 不存在直流杂散电流干扰, 或设置的排流装置满足排流需要, 计 1 分。
		是否修复 (a ₄₆)	(1) 未修复, 取 1; (2) 已修复, 取 0。
5	内腐蚀 (E ₅)	缺陷尺寸 (a ₅₁)	(1) ERF≥0.909, 取 10; (2) 0.6≤ERF<0.909, 取 5; (3) ERF<0.6, 取 1。
		介质腐蚀性 (a ₅₂)	(1) 介质腐蚀性为强, 取 1.2; (2) 介质腐蚀性为中, 取 1.1; (3) 介质腐蚀性为弱, 取 1。
		内涂层 (a ₅₃)	(1) 无内涂层, 取 1.2;

序号	危害因素	影响因子	取值标准
			(2) 有内涂层, 取 1。
		是否修复 (a_{54})	(1) 未修复, 取 1; (2) 已修复, 取 0。
		缓蚀剂 (a_{55})	(1) 无缓蚀剂, 取 1; (2) 有缓蚀剂, 取 0.7。
6	应力腐蚀 开裂 (E_6)	应力开裂环境 (a_{61})	(1) 存在 SCC 或 HIC 腐蚀环境, 取 5; (2) 不存在 SCC 或 HIC 腐蚀环境, 取 1。
		开裂历史 (a_{62})	(1) 有 SCC 或 HIC 开裂历史, 取 1.2; (2) 无 SCC 或 HIC 开裂历史, 取 1。
7	疲劳 (E_7)	疲劳环境 (a_{71})	(1) 存在压力循环疲劳环境, 取 5; (2) 不存在压力循环疲劳环境, 取 1。
8	椭圆度 (E_8)	椭圆度 (a_{81})	(1) 椭圆度 $\geq 5\%OD$, 取 10; (2) $1\%OD \leq \text{椭圆度} < 5\%OD$, 取 5; (3) 椭圆度 $< 1\%OD$, 取 1。
		地质活动水平 (a_{82})	(1) 地质活动区域, 且无防护措施, 取 1.2; (2) 地质活动区域, 防护措施不完全满足需要, 取 1.1; (3) 防护措施有效, 或非地质活动区域, 取 1。

参考文献

- [1] GB/T 26610 承压设备系统基于风险的检验实施导则
- [2] GB/T 27512 埋地钢质管道风险评价方法
- [3] GB/T 34346 基于风险的油气管道安全隐患分级导则

T/CASEI ××××—××××

《长输管道基于风险的检验实施导则》

编 制 说 明

标准编制工作组

2025 年 6 月 15 日

《长输管道基于风险的检验实施导则》编制说明

(征求意见稿)

1 工作简况

1.1 任务来源

本标准是经中国特检协会压力管道检验工作委员会、团标工委会长输管道与公用管道工作组批准而制定的，立项名称为：“埋地压力管道基于风险的检验实施细则”（项目编号“2024015”）。经研究，标准名称调整为“长输管道基于风险的检验实施导则”。项目计划2025年底完成，标准为新制定。

1.2 编制单位、主要起草人员及分工

本标准起草单位主要包括：略。

本标准主要起草人包括：略。

1.3 工作过程

2024年1月，在本标准获批立项后，标准主要起草单位对国内外相关法规标准进行调研分析，研究长输管道基于风险的检验工作可参考的相关依据和技术方法。2024年5月，召开标准启动会，详细讨论了标准的内容和工作计划安排，结合调研结果和前期科研基础，提出了标准的整体框架、编制原则和技术路线。2024年8月和2025年5月分别召开标准文件讨论会，对标准草案中的风险评估、检测评价技术要求以及再检验周期确定依据和原则等主要内容进行详细讨论。2025年6月，形成征求意见稿。

2 国家标准编制原则和确定国家标准主要内容的论据

2.1 编制原则

- 1) 标准的编写格式按国家标准 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》的规定和要求进行编写；
- 2) 本标准以横向科研成果为基础，进行综合凝练，以保证标准的先进水平；
- 3) 以横向科研成果为基础，充分考虑工程试应用的结果，以保证标准的适用性；
- 4) 为检验人员和企业安全管理的提供技术支撑；

5) 满足标准的科学性、先进性、有效性原则，规范长输管道基于风险的检验工作。

2.2 标准主要内容说明

本标准规定了长输管道基于风险的检验（RBI）实施细则，其中包括总则、检验流程、条件审查与数据收集、危害因素和损伤模式识别、数据对齐和分析、补充检测、风险计算与等级划分、风险消减、风险再评估、检验周期确定、报告出具等内容。附录 A 为管道基于风险的检验所需数据来源，附录 B 为管道失效可能性计算方法。

1) 确定本标准的适用范围

本文件适用于依据 GB 50251《输气管道工程设计规范》、GB 50253《输油管道工程设计规范》、GB/T 34275《压力管道规范长输管道》设计，产地、储存库、使用单位间的输送油气商品介质的压力管道，包括原油、成品油、天然气、煤层气、煤制气、页岩气、液化石油气等长距离油气输送管道。

2) 总体要求

实施基于风险的检验前，管道使用单位应向检验机构提出书面申请，并且提交实施完整性管理的记录和评价资料。检验机构应对收到的申请资料进行审查并复核管道使用单位情况，确认其满足开展基于风险检验的条件。

3) 检验流程

基于风险的长输管道检验的流程包括：应用条件确认、基础数据收集、风险预评估、数据对齐和分析、补充检验检测、适用性评价及补充数据分析、风险计算与等级划分、风险消减、风险再评估、检验周期确定、出具报告等工作内容。

4) 应用条件

应用 RBI 的管道，应当依据 GB 32167《油气输送管道完整性管理规范》等的规定实施完整性管理，并且管道使用单位应当具有完善的管道完整性管理体系和较高的管理水平。

5) 数据收集

基于风险的检验所需基本数据包括但不限于管道 HCAs 识别报告、风险评价报告、管道监/检测报告、第三方保护记录、维修维护记录等。

6) 损伤模式识别及风险预评估

划分评价管道区段,并识别管道的损伤机理应分析其与化学、机械环境的相互作用,结合管道或附属设施材质、输送介质和工艺条件进行损伤机理分析,确定管道的主要损伤机理及其对应的失效模式。

7) 数据对齐分析

根据评价对象和缺陷类型确定数据对齐内容。应检查数据的准确性、完整性和不同来源数据的一致性。当数据缺失时,采用补充检验检测数据的方式来满足评价要求,并将补充后的数据按要求与原有数据进行整合。

8) 补充检验检测

规定补充检验检测工作的内容和步骤,一般包括检验策略制定、检验方案制定、检验实施和合于使用评价。

9) 风险计算与等级划分

提出风险计算的原则和方法,基于管道的主要危害因素和失效模式,结合最新监测及维修维护数据进行风险计算,并确定管道的风险等级。

10) 风险消减

根据风险等级划分结果及可接受性,确定风险消减原则。实施风险消减措施后,应结合危害因素及影响因子的变化,通过风险再评估对管道的风险计算结果及等级进行更新。

11) 检验周期确定

明确基于风险评估的结果的管道在检验确定原则和依据。

12) 记录和报告

按照相关标准规范确定记录和报告工作原则。

3 主要试验（或验证）情况分析

为确保标准的科学性,保障管道安全运行,本标准在编制前和编制过程中开展了调研、试算和实践验证,具体如下:

(1) 对国内外石油天然气长输管道风险评估、内外检测及适用性评价报告提取数据进行整理,从焊接缺陷、凹陷变形、机械划伤等方面详细整理出 8 类失效影响因子,并建立风险评价模型。

(2) 利用建立的风险评价模型，结合广东大鹏 3 段管线检验数据进行试算评价和实践验证，形成了本标准的核心技术部分。

4 综述报告及预期经济效果

长输管道作为国家能源供给重要基础设施组成部分，确保其安全运行意义十分重要。基于风险的检验方式是相对于常规全面检验更具科学性和针对性的实施方法，可以在保障管道安全质量的前提下，有效降低检验工作成本，优化风险管控策略。通过该标准的制定、持续应用及进一步修订，将为提高企业设备设施完整性管理水平，推动对该类管道检测、评价管理工作更加规范化和标准化，保障油气储运设施安全生产起到重要的促进作用，因此经济效益十分显著。

5 标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

6 与国际、国外同类标准水平的对比情况

经搜索相关文献，未发现国际上相关企业、协会或机构针对长输管道开展基于风险的检验实施细则的研究和制定。

现行国际管道检验评价标准，如 API 579、DNV RP-F101、BS7910 均未提及基于损伤模式分析、风险等级划分的检验策略优化。国内承压设备基于风险的检验相关标准如 GBT 30579、GBT 26610 的适用对象为化工装置、承压设备，针对长输油气管道的风险评价缺乏适用性。

作为新制定的技术标准，标准成果是在充分进行法规标准、技术方法调研的基础上，有效结合了国家和行业类似标准要求，及为编制本标准所开展的试验研究工作成果，填充本领域内的空白，有效保证了本标准处于国内领先水平和国际先进水平。

7 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

目前，国内特种设备安全技术规范 TSG D7003 提出了长输管道开展基于风险检验的合规性，但未明确具体实施方法。常用的适用于承压类特种设备或管道的损伤模式识别、

风险评价标准如 GB/T 30579、GB/T 27512、GB/T 26610 等提出的风险评价可作为本标准风险评估的参考依据。本标准为现行特种设备中压力管道安全技术规范的技术支持及检验标准体系的补充。

8 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

9 贯彻标准的要求和措施建议

本标准为长输管道基于风险的检验工作提供了方法和依据，可有效用于指导现场检验实践。为了贯彻执行该标准，应落实相关工作。

1、进行标准的宣贯

本标准正式发布以后，对长输管道相关企业管理人员进行该标准的解读讲解，推动该标准在日常工作中的实际应用。

2、标准执行情况的核实

在管道完整性管理检查工作中，建议对标准的执行情况进行检查核实，保证标准得到实际的应用，使企业长输管道管理及检验评价工作水平得到提升。

3、标准执行情况的意见反馈

由于该标准为首次制定，建议在本标准实施以后，定期收集各应用单位的意见反馈，对标准的实施应用和后续的修订提供意见和依据。

11 废止现行有关标准的建议

无。

12 其他应予说明的事项

无。

《长输管道基于风险的检验实施导则》

标准编制工作组