

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 42097—2022

## 地上石油储(备)库完整性管理规范

Aboveground petroleum storage depot integrity management specification

2022-12-30 发布

2023-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 总体要求和原则 .....	3
5 建设期完整性管理 .....	4
5.1 通则 .....	4
5.2 数据管理 .....	4
5.3 建设期的风险评价 .....	4
5.4 试运行前设施完整性审查 .....	5
6 数据收集与整合 .....	5
6.1 通则 .....	5
6.2 数据采集 .....	5
6.3 数据移交 .....	6
6.4 数据存储与更新 .....	6
7 风险评价 .....	7
7.1 通则 .....	7
7.2 风险评价内容 .....	7
7.3 风险评价方法 .....	7
7.4 风险评价流程 .....	7
7.5 危险有害因素的辨识 .....	8
7.6 确定风险分级 .....	8
7.7 风险分级管控 .....	8
7.8 风险削减措施 .....	9
7.9 编制评价报告 .....	9
8 完整性检测 .....	9
8.1 通则 .....	9
8.2 储罐检测 .....	10
8.3 工艺管道检测 .....	11
8.4 动设备(泵)检测 .....	12
9 完整性评价 .....	12
9.1 通则 .....	12
9.2 罐体、附件及基础完整性评价 .....	13
9.3 工艺管线完整性评价 .....	13
9.4 动设备(泵)完整性评价 .....	13
9.5 自动化及仪表系统完整性评价 .....	13

9.6	阴极保护完整性评价	13
9.7	防腐涂层完整性评价	13
9.8	防雷防静电设施完整性评价	13
9.9	合于使用评价	14
10	风险削减	14
10.1	通则	14
10.2	特种设备管理	15
10.3	工艺管线风险消减	15
10.4	机械设备风险消减	15
10.5	电气系统风险消减	16
10.6	自动化系统风险消减	16
10.7	公用设施风险消减	17
11	效能评价	17
11.1	通则	17
11.2	效能评价实施方式	17
11.3	效能评价报告	17
12	应急支持	18
12.1	通则	18
12.2	应急预案编制	18
12.3	应急资源支持	18
12.4	应急数据支持	18
13	地上石油储(备)库风险管控信息平台	18
13.1	通则	18
13.2	功能实现	19
14	记录与文档管理、沟通与变更管理	19
14.1	通则	19
14.2	记录与文档管理	19
14.3	沟通	20
14.4	变更管理	20
15	培训和能力要求	20
附录 A (规范性)	结构化数据采集表	22
附录 B (规范性)	非结构化数据采集表	27
附录 C (资料性)	地上石油储(备)库常见设施和人员受到的危害因素	29
附录 D (资料性)	风险矩阵法(LS)判断准则	32
附录 E (资料性)	作业条件危险性分析法(LEC)判断准则	34
附录 F (资料性)	储罐完整性检查表	36
附录 G (资料性)	储(备)库风险评价报告模板	42
参考文献		43

## 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。

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。

本文件由全国石油天然气标准化技术委员会(SAC/TC 355)提出并归口。

本文件起草单位：国家石油储备中心、中国石油大学(北京)、国家石油天然气管网集团有限公司、中国石油集团安全环保技术研究院有限公司、中国石化工程建设有限公司、中国石油集团工程材料研究院有限公司、中油龙慧自动化工程有限公司、管网集团(徐州)管道检验检测有限公司、国家管网集团(福建)应急维修有限责任公司、安科工程技术研究院(北京)有限公司、中化兴中石油转运(舟山)有限公司、国家石油天然气管网集团有限公司科学技术研究总院分公司、国家石油天然气管网集团有限公司华南分公司、中国石油天然气管道工程有限公司、中国石化销售股份有限公司华南分公司、中科智宇(寿光)安全技术有限公司、九江中船长安消防设备有限公司、清华大学、东北石油大学、中国石油大学(华东)、国家管网集团西部管道有限责任公司、中国石油化工股份有限公司大连石油化工研究院、国家管网集团西南管道有限责任公司。

本文件主要起草人：董绍华、马端祝、李浩、郭静波、罗金恒、王建国、卢成钢、王振声、吴世勤、田中山、谢书懿、李凤、武刚、戴丽平、杨志华、徐洪涛、李庆、马聪、刘保余、吉立东、侯磊、张行、徐叶新、王修云、张文伟、王维斌、吴锦强、孙伟栋、刘胜、杨永和、谢成、朱喜平、余东亮、程万洲、王晓霖、何明俊、李丽锋、朱丽霞、李明、苏军、韩焯、张彤翼、李伟、李玉星、李国选、汪月勇、孙玄、彭东华、武志德、樊建春、胡瑾秋、黄启玉、温凯、高富民、魏昊天、王成、傅全乐、张雷、尤泽广、马剑。

# 地上石油储(备)库完整性管理规范

## 1 范围

本文件规定了地上石油储(备)库完整性管理的内容、方法和要求,包括建设期完整性管理、数据收集与整合、风险评价、完整性检测、完整性评价、风险削减、效能评价、应急支持、一体化风险管控平台等。

本文件适用于地上石油储(备)库储罐、工艺管道、控制系统、附属设施、防火堤、应急池等资产的完整性管理,以及地上石油储(备)库的应急管理,其他储存介质参照使用。

## 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 1452 夹层结构平拉强度试验方法
- GB/T 12777 金属波纹管膨胀节通用技术条件
- GB/T 19624 在用含缺陷压力容器安全评定
- GB/T 25921 电气和仪表回路检验规范
- GB/T 26644 无损检测 声发射检测 总则
- GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
- GB 30077 危险化学品单位应急救援物资配备要求
- GB/T 30578 常压储罐基于风险的检验及评价
- GB 50074 石油库设计规范
- GB 50128 立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范
- GB 50737 石油储备库设计规范
- GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范
- DL/T 596 电力设备预防性试验规程
- DL/T 1195 火电厂高压变频器运行与维护规范
- JB/T 10765 无损检测 常压金属储罐漏磁检测方法
- NB/T 47013.1 承压设备无损检测 第1部分:通用要求
- NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第2部分:射线检测
- NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第3部分:超声检测
- NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测
- NB/T 47013.12 承压设备无损检测 第12部分:漏磁检测
- SY/T 5921 立式圆筒形钢制焊接油罐操作维护修理规范
- SY/T 6325 输油气管道电气设备管理规范
- YD/T 1970.4 通信局(站)电源系统维护技术要求 第4部分:不间断电源(UPS)系统
- TSG D7005 压力管道定期检验规则——工业管道
- TSG Z8002 特种设备检验人员考核规则

ISO 14224:2016 石油、石化和天然气工业 设备可靠性和维修数据的采集与交换(Petroleum, petrochemical and natural gas industries—Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**地上石油储(备)库** **aboveground petroleum storage depot**

位于地面收发储存(备)原油的独立仓库等独立仓储设施。

注：地上石油储(备)库设施包括地面储罐、半地面储罐、卧式储罐，以及泵机组、动力系统、自控系统、消防装备、工艺管线等设施，并且具备收发油品、装卸油品、储存油品、自动控制等功能的储存(备)设施。

#### 3.2

**地上石油储(备)库完整性** **aboveground petroleum storage depot integrity**

地上石油储(备)库设备设施处于安全可靠的服役状态。

注：安全可靠服役状态的主要要求包括：

- a) 地上石油储(备)库设备设施在结构和功能上是完整的；
- b) 地上石油储(备)库处于风险可控状态；
- c) 地上石油储(备)库的状态可满足当前安全运行要求。

#### 3.3

**完整性评价** **integrity assessment**

通过对地上石油储(备)库设施的数据收集、检验检测、风险预警，采取基于风险的检测或测试技术，获取设备设施本体完整性信息，结合材料与结构可靠性等分析，对地上石油储(备)库安全性和适用性进行全面评价，确定地上石油储(备)库当前完整性状态的过程。

#### 3.4

**完整性管理** **integrity management**

对地上石油储(备)库设备设施面临的风险因素，不断进行风险评价，持续采取各种降险措施，将风险控制在合理、可接受范围内，保证地上石油储(备)库安全、经济运行的管理活动。

#### 3.5

**风险评价** **risk assessment**

通过地上石油储(备)库设备设施的失效概率和失效后果的乘积表征地上石油储(备)库的风险，确定其风险等级。

注：常用的设施完整性风险评价方法包括基于风险检验(RBI)方法、定量风险评价(QRA)方法、安全完整性等级(SIL)分级评价方法等。

#### 3.6

**完整性管理方案** **integrity management scheme**

对地上石油储(备)库的完整性管理工作提出计划和项目安排的文件，系统地指导建设期完整性管理、数据收集与整合、风险评价、完整性检测与评价、效能评价等工作。

#### 3.7

**效能评价** **effectiveness evaluation**

针对地上石油储(备)库完整性管理实施效果、实施能力开展的系列评价活动。

注：效能评价一般是通过建立指标体系来评价完整性管理体系的实施效果，提出持续改进建议的动态过程。

## 3.8

**变更管理 change management**

运营过程中产生的变化与更新活动,主要针对技术、程序、组织和管理,其变化和更新影响了地上石油储(备)库的完整性。

## 3.9

**合于使用评价 applicability assessment**

针对地上石油储(备)库压力容器、工艺管道、储罐等在役设施,进行多源数据采集、风险隐患识别,通过检测检验,科学评价地上石油储(备)库设施的安全性,依据标准和规范,给出是否继续使用的动态评价过程。

## 3.10

**一体化风险管控平台 integrated risk management and control platform**

针对地上石油储(备)库全生命周期的海量数据,以及物联网自动采集的监测数据,建立数据库,开发基于多源数据融合的风险预警及评价模型,对地上石油储(备)库开展风险评价和完整性评价,并提出针对性管控措施,所形成的风险管控平台。

## 4 总体要求和原则

4.1 地上石油储(备)库完整性管理应贯穿地上石油储(备)库整个生命周期,包括规划、可行性研究、设计、施工、验收、投产、运行和报废等各阶段,并应符合法律法规要求,检验检测要求应满足特种设备相关法律法规规定。

4.2 新建地上石油储(备)库的设计、施工和投产应满足安全管理“三同时”,安全环保设施与地上石油储(备)库主体工程应同时设计、同时施工、同时投入使用,满足建设期完整性管理的要求。

4.3 数据采集与整合工作应从可研设计期开始,在完整性管理全过程中持续进行并建立相应数据库。

4.4 地上石油储(备)库建设与运行期间宜积极采用新技术。

4.5 地上石油储(备)库运营单位应建设开发石油储(备)库完整性管理信息平台,满足数据采集、存储、分析及应用等功能需求。

4.6 地上石油储(备)库的完整性管理是持续循环和改进的过程,完整性管理的主要流程包括数据收集与整合、风险评价、完整性检测、风险削减及效能评价六部分内容,地上石油储(备)库设施完整性管理流程见图1。

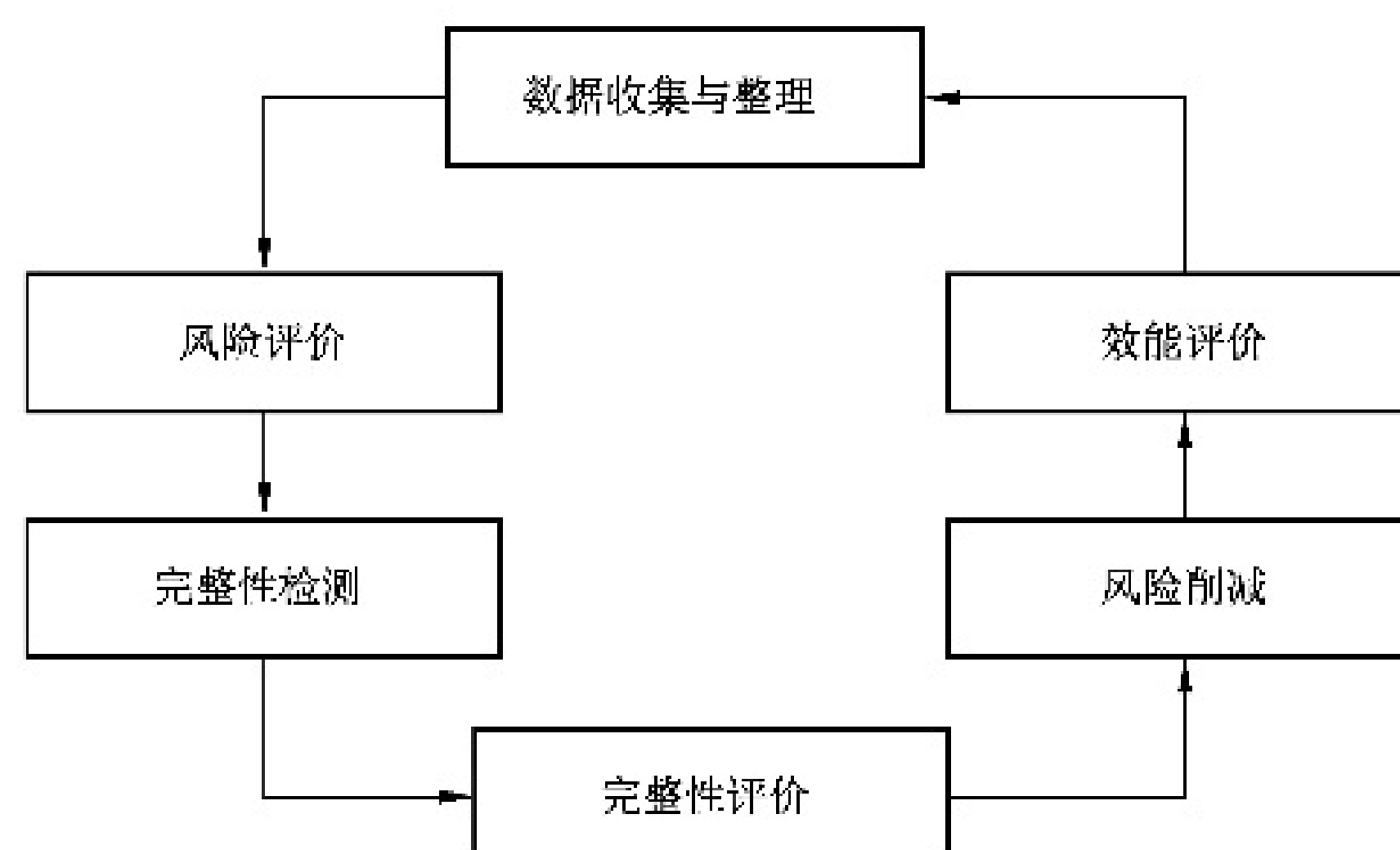


图1 地上石油储(备)库设施完整性管理流程

4.7 地上石油储(备)库运营企业应明确完整性管理的负责部门及职责要求,并对完整性管理从业人员进行培训。

4.8 地上石油储(备)库站控系统宜集中统一监视站场设备和控制运行参数,自动保护设备设施安全运行。

4.9 地上石油储(备)库内部的设备设施间的安全距离,以及地上石油储(备)库与周边设施间的安全距离应满足 GB 50737 和 GB 50074 的要求。

4.10 地上石油储(备)库运营单位可单独建立石油储(备)库完整性管理体系或使用现有管理体系,包含石油储(备)库完整性管理的相关要求。

4.11 地上石油储(备)库应每年定期编制完整性管理方案,包括所辖设备情况、完整性管理计划与实施情况、完整性效能评价情况、体系的执行情况、存在的问题和下一年度的计划与措施。

## 5 建设期完整性管理

### 5.1 通则

5.1.1 地上石油储(备)库建设期完整性管理涵盖储(备)库的设计、施工、验收、试运行的全过程。

5.1.2 应开展建设期各阶段的数据采集,并做好数据管理,确保数据完整、准确地移交至下一阶段,并最终移交至地上石油储(备)库的运行单位。

5.1.3 地上石油储(备)库设计单位、施工单位在设计、施工等过程中应以支持生产运行中的完整性管理为目标,针对储(备)库关键设备设施,开展建设期的风险因素识别和评价,风险识别与评价方法按照第 7 章执行。

5.1.4 地上石油储(备)库建设单位应建立储(备)库失效数据库,数据库内容包括失效的过程、后果、原因、整改措施、经验分享等,并具备查询、统计、分析功能,对已有同类项目的失效信息在新建储(备)库的建设期各阶段进行识别和改进。

### 5.2 数据管理

5.2.1 对建设期数据管理要求如下:

- a) 基于地上石油储(备)库设计、施工、试运行各阶段的数据要求,应开展储(备)库设施的基础数据采集;
- b) 应开展建设期数据的实时采集整合,保证数据真实有效并具有可追溯性;
- c) 应根据地上石油储(备)库完整性管理数据采集需求,及时纳入数据管理系统;
- d) 建设期的数据应满足完整性管理对数据的需求,符合数据变化的趋势和逻辑关联性。

5.2.2 地上石油储(备)库建设期的数据包括规划数据、设计数据、采购数据、施工数据、检测与验收数据及试运行数据等。数据收集与整合的内容及要求按照第 6 章执行。

### 5.3 建设期的风险评价

5.3.1 在地上石油储(备)库建设期应开展风险评价,并依据风险评价结果进行风险排序,针对可能出现的风险因素采取相应的控制措施,一般包括如下内容:

- a) 对拟建库址的自然条件、地质条件及周边社会条件进行分析,确保库址选择合理;
- b) 结合储存介质的理化性质,对地上石油储(备)库管道、油罐及其他设备设施进行合理选型,并配置足够的生产辅助设施,消防、安全设施的设计、施工符合现行标准的要求;
- c) 宜考虑其他同类项目的失效与事故信息,以在地上石油储(备)库建设方案中借鉴和避免;



d) 建设期应持续不断地对各类风险因素进行识别和分析。

5.3.2 对识别出的风险因素,应逐一进行评价,落实各个风险点的风险控制措施是否满足安全运行要求,并为地上石油储(备)库生产运行中的完整性管理提供支持。

5.3.3 建设期发生工程变更时,应进行风险识别,评价工程变更对今后运行可能产生的危害,并提出消除危害和预防风险的措施。

5.3.4 试运行阶段应开展风险评价,分析运行过程中可能出现的风险源、失效的可能性、失效的后果,以及采取相应措施需要投入的成本。

#### 5.4 试运行前设施完整性审查

5.4.1 地上石油储(备)库试运行前应对设备设施、资源与市场条件前期准备情况等试运行前设施完整性审查,目的是对储(备)库是否按照设计要求进行施工,所有程序是否都落实到位,员工培训是否完成以及所有风险分析和控制措施是否落实等工作的最终确认。

5.4.2 地上石油储(备)库试运行前审查的重点是审查影响使用的生产与安全设施、监控仪表、安全措施、人员配备和技术文件等,并给出审查结果及是否可进行试运行的结论,保证试运行期间储(备)库安全稳定运行。

### 6 数据收集与整合

#### 6.1 通则

6.1.1 数据移交范围应覆盖地上石油储(备)库规划、可行性研究、设计、施工、验收、投产、运行和报废等各阶段。

6.1.2 宜借助智能移动终端、智能感知设备、电子标签等工具,借助综合系统集成、接口移交等手段,运用5G、云计算等新技术,实施地上石油储(备)库完整性管理数据库的数据采集、存储、移交、利用。

6.1.3 数据应采用实施准备、数据填报、检查审核、整改跟踪等步骤确保数据质量。数据采集与数据质量要求按照ISO 14224:2016执行。

#### 6.2 数据采集

##### 6.2.1 数据来源

地上石油储(备)库完整性管理数据来源主要包括规划、可行性研究、设计、施工、验收、投产、运行和报废各阶段的数据。

##### 6.2.2 数据收集流程

6.2.2.1 应明确地上石油储(备)库设施全生命周期不同阶段产生的数据种类和属性,并按照源头采集原则进行采集,各阶段数据宜尽可能完整,便于追溯和分析。

6.2.2.2 典型的地上石油储(备)库全生命周期完整性数据管理流程如图2所示。

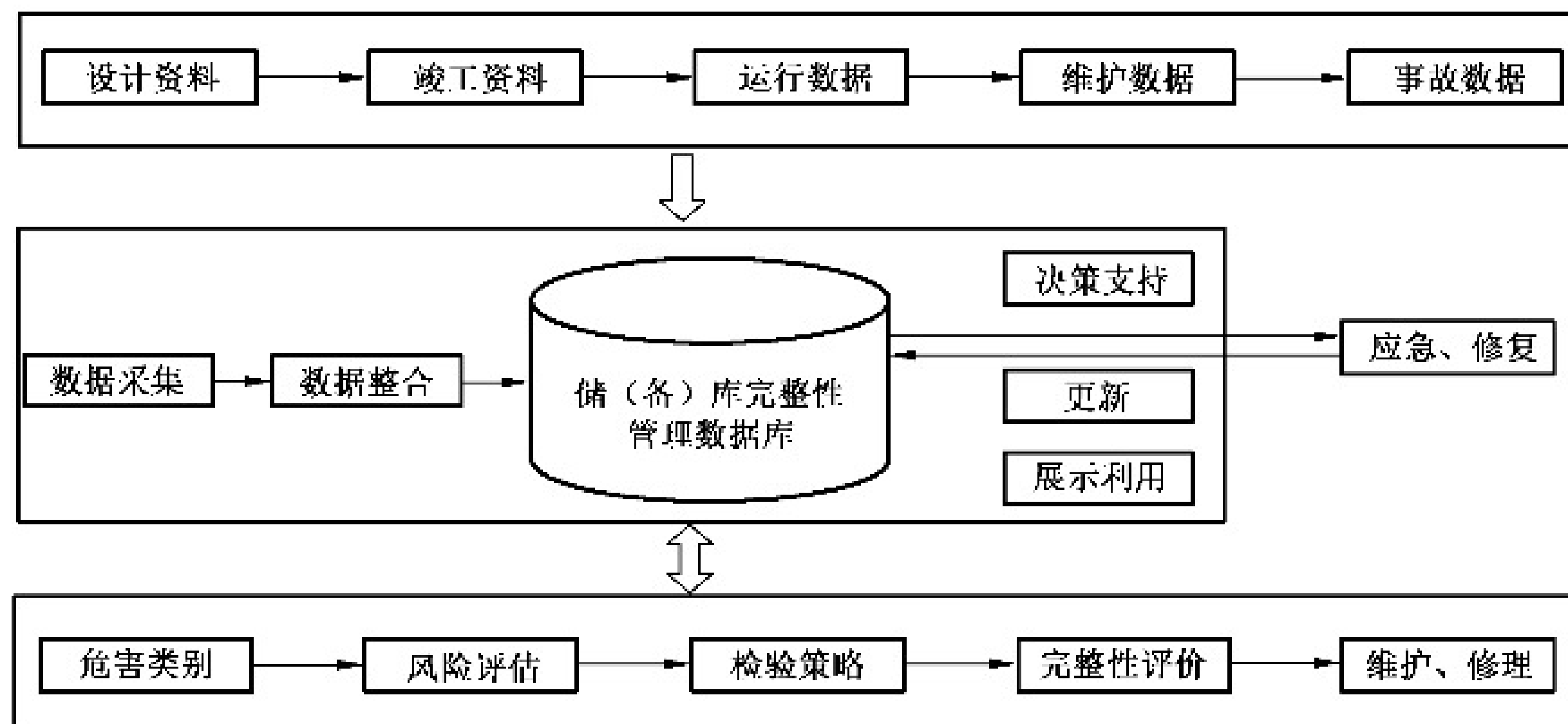


图 2 地上石油储(备)库全生命周期完整性数据管理流程

### 6.2.3 数据采集范围

地上石油储(备)库完整性管理数据采集范围应覆盖储(备)库全生命周期,包括静设备、动设备、仪表、电气、防腐和构筑物,以及设计图纸、出厂证明、施工记录、维修维护记录等数据,具体数据采集范围应满足附录 A 和附录 B 的规定。

### 6.3 数据移交

6.3.1 宜统筹考虑建设期与运行期需求,统一数据结构形式,实现建设期数据向运行阶段移交。

6.3.2 应建立数据库进行数字化移交,保证储(备)库资产全生命周期数据的有效利用。

6.3.3 数据移交形式宜采集结构化数据,按运营单位完整性管理数据要求移交。

### 6.4 数据存储与更新

6.4.1 宜采用结构化的实体数据模型,实现全生命周期数据的管理和有效维护。

6.4.2 结构化数据的存储宜通过基于数据模型的数据库进行管理和维护。

6.4.3 文档、图片、视频等非结构化数据的存储宜建立文件清单。非结构化数据应保证提交数据和文件清单相一致。

6.4.4 应采取管理措施保证数据的准确性和有效性。

6.4.5 应具备数据内容更新方式和数据校验的方法,宜使用更新过或校验过的数据。

6.4.6 数据更新宜符合下列要求:

- a) 存储的数据已进行例行性检查确保一致性和完整性;
- b) 设备及设施均建立相对独立、完整的数据库文件,并及时更新,其内容包括但不限于:
  - 储罐及其附属设备设施台账,
  - 压力容器和安全阀的检定检验记录,
  - 压力管道的台账和定期检测记录,
  - 闲置设备和报废设备的统计台账,
  - 故障案例统计及隐患治理跟踪表,
  - 特种设备使用登记台账,
  - 关键部位壁厚检测记录以及重要设施;
- c) 更新应标识版本详细信息,并能通过历史数据和当前数据的比较反映设施变化;

d) 数据的更新宜按照数据变更管理流程进行,并做好相应记录。

## 7 风险评价

### 7.1 通则

7.1.1 地上石油储(备)库风险评价对象:静设备(储罐、工艺管道、消防管道、特种设备、压力容器等)、动设备(泵机组、压缩机等转动设备)、工艺流程、安全仪表系统及其他附属设施等。

7.1.2 地上石油储(备)库风险评价的范围包括但不限于设备设施本体、作业文件、管理文件、工艺流程、人员操作等。

7.1.3 地上石油储(备)库风险评价每3年可进行1次。当储(备)库设备设施、工艺流程有重大调整,或发生重大事故时,应及时开展风险评价。

### 7.2 风险评价内容

在进行风险评价时,宜分析以下内容:

- a) 危险有害因素识别;
- b) 事故失效的可能性分析;
- c) 事故后果评价及次生、衍生后果分析;
- d) 风险排序并确定风险等级。

### 7.3 风险评价方法

7.3.1 应基于现有数据的完整程度以及经济投入等因素,选择适用的评价方法。

7.3.2 可采取一种或多种风险评价方法来实现对地上石油储(备)库的风险评价。风险评价方法参见GB/T 27921。

### 7.4 风险评价流程

在进行风险评价时,宜按照风险评价准备、评价实施和编制评价报告的程序进行,并包含以下步骤:

- a) 确定风险评价单元;
- b) 收集评价所需资料,主要包括运行记录、检维修记录、以往失效记录等数据并核实基础资料的真实性;
- c) 明确风险评价准则;
- d) 选择风险评价方法;
- e) 危险有害因素辨识;
- f) 风险评价;
- g) 确定风险等级;
- h) 制定削减措施。

风险评价流程图如图3所示。

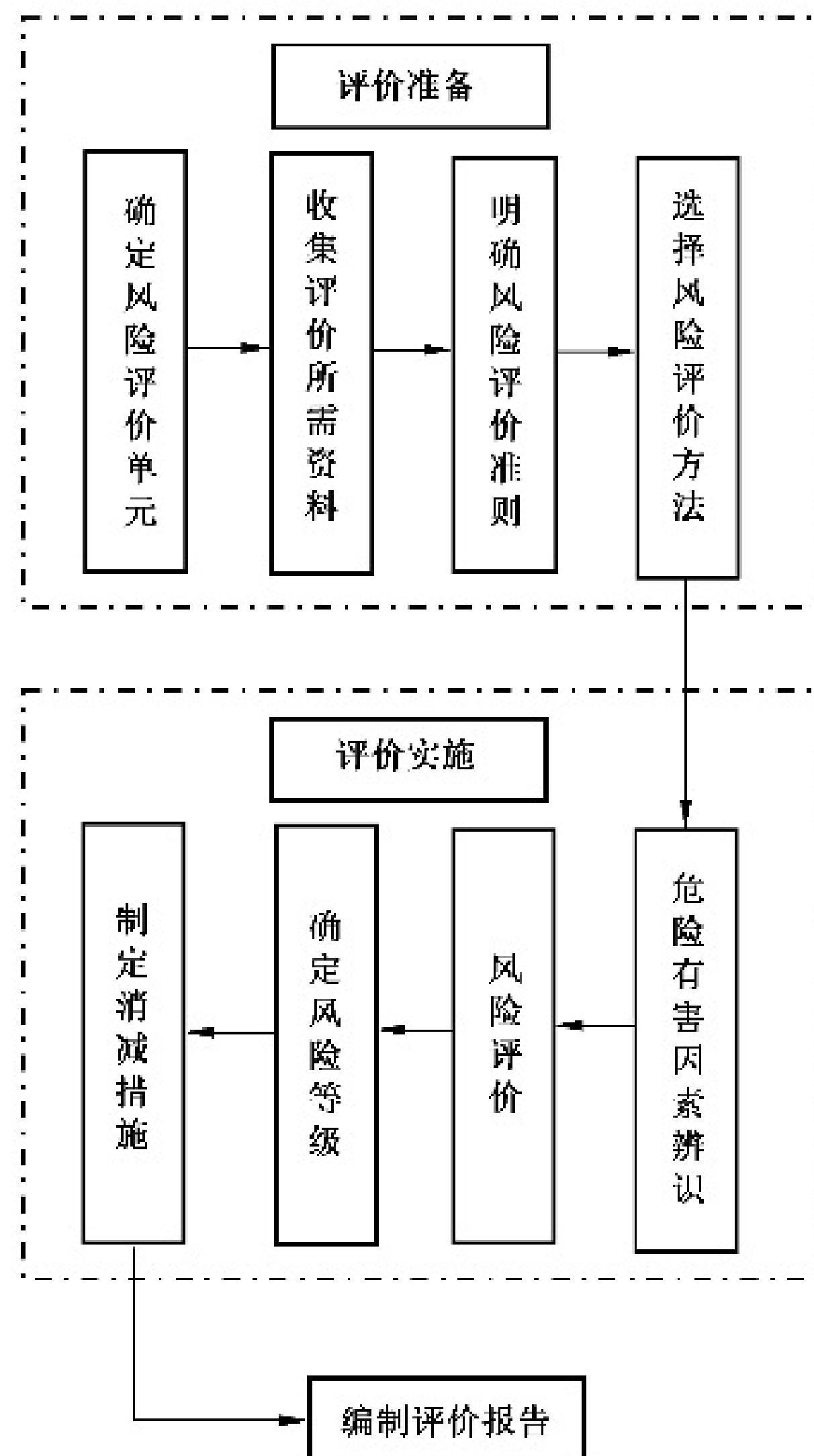


图 3 风险评价流程图

## 7.5 危险有害因素的辨识

7.5.1 地上石油储(备)库常见设施的危害因素参照附录 C 的表 C.1。

7.5.2 应根据评价目的,结合运营单位生产运营特点,选择适用的风险识别方法进行危险有害因素辨识,地上石油储(备)库的事故类型与危险有害因素辨识参照表 C.2。

## 7.6 确定风险分级

7.6.1 运营单位宜排查评价重点部位、重点环节,通过分析重特大事故发生规律、特点和趋势,依据风险评价准则确定事故风险等级。

7.6.2 按照事件后果的严重性和事件发生的可能性确定风险等级,常用风险等级划分法有风险矩阵法(LS)和作业条件危险性分析法(LEC)。风险矩阵法(LS)判断准则参照附录 D,作业条件危险性分析法(LEC)判断准则参照附录 E。

## 7.7 风险分级管控

依据风险评价准则分别确定事故风险“红、橙、黄、蓝”4个等级,其中,红色为最高级。运营单位应建立事故风险分级管控制度,实施风险隐患动态管理。具体的风险管控要求按表 1 执行。

表 1 风险管控要求

风险等级	危险程度	管控要求
红色风险	极其(不可容许)危险	应立即整改,不应继续作业。只有当风险已降至可接受或可容许程度后,才可开始或继续工作
橙色风险	高度危险	应制定措施进行控制管理。企业应重点控制管理,由各专业职能部门根据职责分工具体落实。当风险涉及正在进行中的工作时,应采取应急措施,并根据需求为降低风险制定目标、指标、管理方案或配给资源、限期治理,直至风险降至可接受或可容许程度后才能开始或继续工作
黄色风险	中度(显著)危险	需要控制整改。企业应引起关注,负责危险源的管理,并负责控制管理,所属车间具体落实;应制定管理制度、规定进行控制,努力降低风险;应仔细测定并限定预防成本,在规定期限内实施降低风险措施。在严重伤害后果相关的场合,必须进一步进行评价,确定伤害的可能性和是否需要改进的控制措施
蓝色风险	轻度(稍有、可忽略)危险	对于轻度危险,车间级应引起关注,负责危险源的管理,并负责控制管理,所属工段、班组具体落实;不需要另外的控制措施,应考虑投资效果更佳的解决方案或不增加额外成本的改进措施,需要监视来确保控制措施得以维持现状,保留记录;对于稍有、可忽略危险,员工应引起注意,基层工段、班组负责控制管理,可根据是否在生产场所或实际需要来确定是否制定控制措施及保存记录。需要控制措施的纳入风险监控

## 7.8 风险削减措施

7.8.1 根据风险评价结果,针对不同级别的风险采取相应的防控措施。

7.8.2 制定风险削减措施时,主要考虑以下几方面因素:

- a) 降低事故发生的可能性;
- b) 限制事故的范围;
- c) 降低事故长期和短期的影响。

7.8.3 应对提出的风险削减措施建议的有效性进行分析。

## 7.9 编制评价报告

风险评价结束后,汇总评价中发现的问题,撰写评价报告,给出风险评价建议与管控措施。事故评价报告应当客观公正、数据准确、内容完整、结论明确、措施可行。风险评价报告编制内容应至少包括:

- a) 企业概况;
- b) 地上储(备)库设施运行情况;
- c) 风险因素识别;
- d) 风险评价方法;
- e) 风险评价及分级;
- f) 风险削减;
- g) 问题整改和下一步计划。

## 8 完整性检测

### 8.1 通则

8.1.1 检测对象包括储罐、工艺管道、特种设备、动设备等。对于储罐的检测按照 GB 50128 及

SY/T 5921执行；工艺管道的检测按照 TSG D7005 执行；特种设备的检测按照 TSG Z8002 执行；消防设施管道的检测按照 GB 50974 执行；仪表电气系统的检测按照 GB/T 25921 执行。

8.1.2 地上石油储(备)库设施完整性检测包括日常检测、定期检测和专项检测。

## 8.2 储罐检测

### 8.2.1 日常检测

8.2.1.1 日常检测应包含日常巡检和年度检查，其内容应包括检查储罐外观、结构以及附件情况是否满足储罐安全使用的要求以及有无可能影响使用的腐蚀、宏观缺陷或环境因素，以目视检查为主，必要时辅以壁厚测定等方法。

8.2.1.2 年度检查检测宜每年进行 1 次，按照检测项目进行评分，检测具体内容参照附录 F。完整性管理实施采取等级分类管理，完整性评价总分为 600 分，完整性等级划分为 4 个等级，完整性等级表见表 2，日常检测完整性等级评定程序见图 4。根据得分评定储罐的完整性等级，对于评定为 I、II 等级的储罐应对存在的风险因素进行监控，评定为 III、IV 等级的储罐应进行安全评价，制定整改措施。

表 2 完整性等级表

等级	得分	描述
I	$\geq 500$	罐体本身及附件结构完整性良好，几乎未发现或者只存在轻微缺陷，不影响运行安全，储罐可以继续正常运行
II	$400 \sim < 500$	罐体本身及结构附件完整性存在一定程度的缺陷和问题，需进行监控，若可能影响安全运行，则需要整改
III	$300 \sim < 400$	储罐本身以及结构附件存在缺陷，具有潜在隐患，需专业人员进行检测后及时进行整改，并监控运行
IV	$< 300$	储罐本身以及结构附件存在严重缺陷，需要立即停产维修

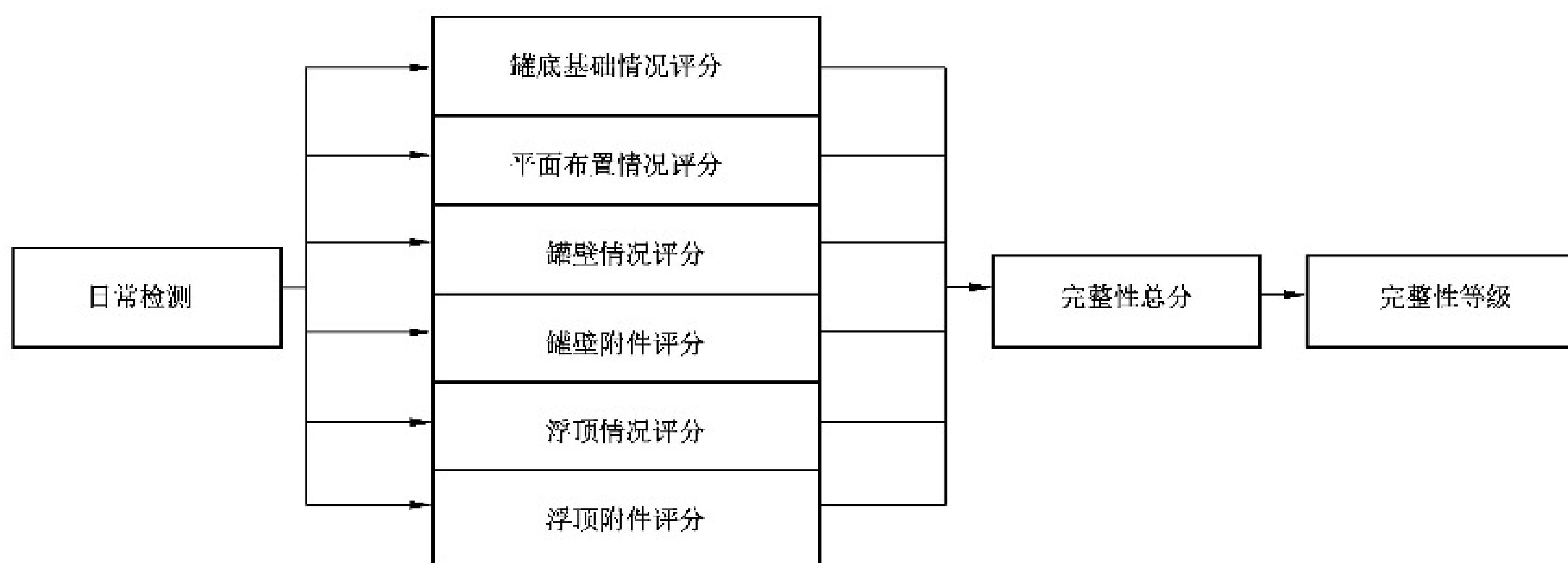


图 4 日常检测完整性等级评定程序

### 8.2.2 定期检测

#### 8.2.2.1 在线检测

在线检测主要考虑以下几方面：

- a) 储罐进行在线检测用以确定储罐是否需要维修以及维修的优先顺序,延长储罐的检修周期等;
- b) 在线检测内容包括但不限于储罐主体及附件宏观检查、基础沉降检测、几何形体检测、测厚、一二次密封油气浓度检测等内容。可采用的方法包括声发射检测或其他纳入国家标准或行业标准的可靠检测方法;
- c) 声发射检测按照 GB/T 26644 执行;
- d) 几何形体及基础沉降检测按照 SY/T 5921 执行。

#### 8.2.2.2 开罐检测

开罐检测主要考虑以下几方面:

- a) 开罐检测是在储罐停运、清洗且具备人员进入检测条件后,对储罐主体、基础、附件等设备设施进行的检测;
- b) 开罐检测内容包括但不限于宏观检查、基础沉降检测、几何形体检测、管体腐蚀检测、厚度测定、焊缝无损检测、附件检查等。可采用的方法包括漏磁、超声、射线、磁粉渗透、泄漏检测等检测方法或其他纳入国家标准或行业标准的可靠检测方法;
- c) 漏磁检测按照 JB/T 10765、NB/T 47013.12 执行;
- d) 超声、射线、磁粉、渗透等检测按照 NB/T 47013.3、NB/T 47013.2、NB/T 47013.4、执行;
- e) 泄漏检测按照 SY/T 5921 和 NB/T 47013.1 执行;
- f) 原油储罐开罐检测周期一般为 5 年~7 年,新建储罐第一次开罐检测周期不宜超过 10 年,经过在线可靠检测分析评价储罐状况,根据评价结果,开罐检测周期可适当延长或缩短。

#### 8.2.3 专项检测

##### 8.2.3.1 补偿器检测

补偿器检测主要考虑以下几方面:

- a) 补偿器检测是指针对储罐补偿器本体及附件进行的外观检查、高程及壁厚测量等,可根据储罐管理及使用单位情况定期开展;
- b) 具体检测按照 GB/T 1452 及 GB/T 12777 执行。

##### 8.2.3.2 防火堤检测

防火堤检测主要包括防火堤的结构及功能的完整性、合规性等内容,具体内容参见 GB 50351。

#### 8.3 工艺管道检测

##### 8.3.1 日常检查

###### 8.3.1.1 巡视检查

运营单位应每日对工艺管道进行巡检,重点检查管道本体与管件的外观、结构的完好性,做好异常记录,每日至少一次。

###### 8.3.1.2 监控检测

对工艺管道重点部位和曾发生事故的部位,应制定监控措施,监控手段不限于宏观检查、超声测厚等。

### 8.3.2 周期性检测

#### 8.3.2.1 年度检查

年度检查的具体要求如下：

- a) 由管道使用方或者有资质的检验机构按照 TSG D7005 中的相关规定,进行综合性在线检查,每年至少 1 次,并做好检查记录;
- b) 年度检查的内容包括但不限于安全管理情况检查、管道运行状况检查、壁厚测定、电阻值测量、接地电阻值测量、安全附件与仪表检查;
- c) 检查记录应定期存档。

#### 8.3.2.2 定期检验

定期检验的具体要求如下：

- a) 地上石油储(备)库的工艺管道定期检验周期按照 TSG D7005 相关要求执行,重点检测部位包括运行频次较低的管段、盲封头、相对位置低洼处管段、出现过泄漏的管段、应力集中以及突变管段等需要作为检测的重点部位。
- b) 检测对象包括焊缝、管道本体、管件、补偿器等。
- c) 检测方法包括：
  - 焊缝检测方法:承受循环载荷的焊缝,如机泵出入口的第一、二道焊缝应进行表面无损检测,铁磁性材质应优先选用磁粉检测。对于焊缝埋藏缺陷采用超声检测或者超声类新型有效的检测技术,如超声波衍射时差(TOFD)技术、超声相控阵(PAUT)技术等;
  - 管道本体检测:以腐蚀检测为主,外部腐蚀主要采取目视及宏观检查。对管道内部腐蚀进行检测时,结构简单的长直管道可采用超声导波检测技术进行检测,检测时尽量避开管件等可产生干扰信号的部位;短距离以及局部管道的本体可采用超声相控阵双阵探头进行检测;
  - 管件检测:除按 TSG D7005 要求的比例进行厚度测量外,检验人员认为有必要时应采用超声相控阵双阵探头进行厚度测量;
  - 补偿器(波纹管补偿器、大拉杆补偿器)检测:检查选型是否符合设计,外观有无腐蚀、破损、结构破坏,测量补偿器是否符合设计要求等。

### 8.4 动设备(泵)检测

8.4.1 动设备的监测宜采用状态监测与故障诊断的方法,通过安装应力、应变、加速度、位移等传感器监测动设备的动态性能,并建立故障库,对动设备的运行状态提前进行诊断及预警。

8.4.2 泵机组及阀门检查:以宏观检查为主,主要检查泵机组有无异常震动、密封及油位状态等;主要检查阀门防腐及保温层是否完好、是否存在渗漏以及电控系统运行状况等。

## 9 完整性评价

### 9.1 通则

9.1.1 地上石油储(备)库完整性评价包括储罐罐体和基础、工艺管线、动设备系统(泵)、自动化及仪表、阴极保护、防腐涂层、防雷防静电设施等完整性评价,必要时进行合于使用评价。

9.1.2 储罐应在投用后 6 年内完成首次完整性评价。再评价时间间隔根据上一次评价结果确定,评价



报告格式参照附录 G,地上石油储(备)库设备设施风险评价报告的内容参照 G.1,地上石油储(备)库设备设施完整性评价报告的内容参照 G.2。

## 9.2 罐体、附件及基础完整性评价

9.2.1 储罐顶板、壁板、底板和罐基础的在线检验、开罐检验结果完整性评价按 GB/T 30578 的相关要求进行。

9.2.2 储罐自动化及仪表系统包括地上石油储(备)库设施远传的液位仪表、测温仪表、测压仪表、流量仪表、调节阀、切断阀、可燃气体和有毒气体报警器、火灾报警器及相应的控制系统等。自动化及仪表系统完整性评价的具体内容及要求参见 GB/T 37327。

## 9.3 工艺管线完整性评价

9.3.1 全面检验是按一定的检验周期在在用工艺管道进行的较为全面的检验,地上石油储(备)库库区工艺管道的全面检验按照 8.3 中要求进行。检验完成后,评价机构应当结合管线检测情况进行完整评价,并且确定管道许用参数与下次检测日期。

9.3.2 对检测中发现的危害管道完整性的超标缺陷进行剩余强度评价,并根据剩余强度评价结果提出运行维护意见。

## 9.4 动设备(泵)完整性评价

9.4.1 地上石油储(备)库动设备主要包括泵等,宜采用可靠性的评价方法,针对动设备的运行特性、振动特性采取监测与故障诊断的方法进行。

9.4.2 可靠性评价方法的步骤包括基础数据采集、设备和系统评价单元划分、失效模式影响分析、可靠性指标确定、维修维护策略制定 5 个步骤。

## 9.5 自动化及仪表系统完整性评价

自动化及仪表系统包括地上石油储(备)库设施远传的液位仪表、测温仪表、测压仪表、流量仪表、调节阀、切断阀、可燃气体和有毒气体报警器、火灾报警器及相应的控制系统等。自动化及仪表系统完整性评价的具体内容及要求参见 GB/T 37327。

## 9.6 阴极保护完整性评价

9.6.1 地上石油储(备)库阴极保护系统的完整性评价包括储罐罐底的阴极保护、库区的区域阴极保护以及罐内部的阴极保护等评价内容。

9.6.2 地上石油储(备)库阴极保护系统主要的测试内容包括土壤腐蚀性检测、电性能测试、阴极保护系统测试、防腐涂层性能测量、阳极地床电位检测、杂散电流测试、防腐涂层电阻测试、罐内部的检测等。具体的评价方法参见 GB/T 37327、GB/T 21246 及 GB/T 35508。

## 9.7 防腐涂层完整性评价

地上石油储(备)库防腐涂层的完整性评价包括储罐及工艺管道的防腐涂层质量检测。具体的评价方法参见 GB 50727 及 GB/T 37327。

## 9.8 防雷防静电设施完整性评价

防雷防静电设施完整性评价包括外观检查、接地体的接地电阻测试、避雷网和避雷带以及浪涌保护器测试。具体的评价方法参见 GB 50737。

## 9.9 合于使用评价

### 9.9.1 合于使用评价的一般要求

进行合于使用评价时一般宜包括对评定对象的状况调查(历史、工况、环境等)、缺陷和损伤检测、损伤模式识别和缺陷成因分析、材料性能获取、必要的实验与计算,并根据相关标准的规定对评定对象的安全性进行综合分析和评价。

### 9.9.2 储罐的合于使用评价

储罐的合于使用评价是指当常压储罐的顶板、壁板(包括壁板和底板的连接部位)、底板和储罐基础存在的变形、损伤或缺陷超出 GB/T 30578 的允许范围,判断其能否在给定液位的介质下继续使用所做的分析与评价。合于使用评价参见 GB/T 37327,无法通过评价时,宜进行修理或更换。

### 9.9.3 地上石油储(备)库辅助设施的合于使用评价

地上石油储(备)库辅助设施,包括密封系统、阴极保护、防腐涂层、呼吸阀、仪表电气系统、防雷防静电设施、安全附件等,不符合 9.2~9.8 完整性评价的要求时,宜进行修理或更换。

### 9.9.4 储罐基础的合于使用评价

储罐基础的合于使用评价要求如下:

- a) 储罐基础沉降评价时,宜考虑其运行条件、建造材料、土壤性质、储罐基础结构和服役历史,评价包括以下内容:
  - 储罐基础评价包括标高的检测评价、罐区场地排水情况和储罐基础构造的检测评价,应按照 SY/T 5921 进行评定;
  - 如果由于储罐基础的沉降,导致储罐罐壁底端和罐底出现沉降,按照 SY/T 5921 进行评定。
- b) 储罐基础沉降不满足 a) 的要求或发现其他超出建造标准的变形时,可采用有限元应力分析方法,进行介质充装量最大时的应力强度校核和稳定性校核,同时宜考虑地震、强降雨、强风、冰雪、洪水、不均匀沉降、地基的蠕变等附加载荷,如各类应力强度和稳定性均满足要求,可通过评价。

### 9.9.5 工艺管道的合于使用评价

应对检测中发现的危害工艺管道完整性的超标缺陷进行合于使用评价,评价应包括对工艺管道状况调查(历史、工况、环境等)、缺陷成因分析、失效模式判断、材料检验(性能、损伤与退化等)、应力分析、必要的试验与计算,并对评定对象的安全性进行综合分析和评价,按照 GB/T 19624 执行。

## 10 风险削减

### 10.1 通则

10.1.1 应根据完整性检测与评价结果,按地上石油储(备)库设备设施不同类型和相关规程建立设备的维修、维护管理制度,并对执行情况进行监督,按照技术和管理两方面制定风险削减措施。

10.1.2 宜根据风险评价与完整性评价的评价等级结果确定,确定维护周期、维护时间和技术措施。

10.1.3 地上石油储(备)库完整性管理、风险隐患整治、日常检查、安全活动、体系审核、事故事件调查

等各项活动应保留记录。

10.1.4 宜定期对库区输油泵机组等动设备的效率及静设备的安全、经济运行状况进行分析,并及时进行运行调整或改造,确保系统和设备的高效运行。

10.1.5 地上石油储(备)库及周界噪声及污染物排放要求参见 GB 3096 和 GB 16297。

## 10.2 特种设备管理

10.2.1 特种设备应按期办理使用登记,应取得使用登记证书。

10.2.2 特种设备及其安全附件宜按期进行检查、检验、检测。

10.2.3 固定式压力容器管理参见 TSG 21—2016。

## 10.3 工艺管线风险消减

10.3.1 地上石油储(备)库管道系统安装完毕后,在投入生产之前,宜进行吹扫、试压、干燥和惰性气体置换。

10.3.2 库内工艺管线(包括排污管线、放空管线等)宜定期进行检查,发现异常情况宜及时处理。

10.3.3 根据管输介质温度、环境温度等参数,管道宜采取有效措施防冻、防凝、防烫,具体要求如下:

- a) 地面裸露安装的工艺管线宜在站场日常巡检时进行目测检查;
- b) 包覆有保温层的地面工艺管线宜每年选点保温层进行检查;
- c) 埋地工艺管线宜每 3 年进行部分开挖检查;
- d) 站场工艺管线宜每 3 年开展 1 次全面检查、检测;
- e) 防腐层失效、泄漏等宜及时开展全面检查;
- f) 库区工艺管线的三通、弯头处宜每年测试壁厚。

10.3.4 不宜对管道或管道组件使用有腐蚀性的补口带和其他包装材料。

10.3.5 所有地下金属部分宜采用符合相关标准规范要求的涂层和阴极保护。

10.3.6 地上石油储(备)库位于沿海地区时,宜特别注意靠近海水的金属构件的阴极涂层的保护。

10.3.7 地上石油储(备)库装置的金属设备、管道及金属结构表面、站场内管架,宜采用涂层保护,混凝土结构宜根据要求采用防火涂料防护。涂装宜考虑在池火与喷射火两种情况下设备及构筑物的耐火时间。

## 10.4 机械设备风险消减

### 10.4.1 增压设备

增压设备风险消减的具体要求如下:

- a) 增压设备(如输油泵机组、空压机、增压泵等)及其附属系统,宜根据生产制造商技术要求进行维护、修理;
- b) 设备运行期间的振动、温度、噪声等参数宜符合生产制造商或设计技术要求;
- c) 设备维护、修理期间,宜进行有效能量隔离,确保作业安全。

### 10.4.2 加热、冷却设备

加热、冷却设备风险消减的具体要求如下:

- a) 加热设备设施(包括锅炉、加热炉、换热器、电加热器等)、冷却设备及其附属系统,宜根据生产制造商技术要求进行维护、修理;
- b) 设备运行期间的振动、温度、噪声等参数宜符合生产制造商或设计技术要求;

- c) 设备维护、修理期间,宜进行有效能量隔离,确保作业安全。

#### 10.4.3 储罐

储罐风险消减的具体要求如下:

- a) 立式圆筒形钢制焊接油罐管理宜符合 SY/T 5921 的规定;
- b) 储罐呼吸阀、安全阀、阻火器等,宜定期进行检查、校验;
- c) 储罐宜配备压力检测仪表,压力检测仪表宜设置连续的压力测量,按照不同液位进行压力测量;
- d) 储罐的清洗、大修应制定作业方案,罐底板在大修期间应进行腐蚀检测;
- e) 储罐膨胀弯头及波纹管宜进行定期检查。

#### 10.4.4 阀门

阀门风险消减的具体要求如下:

- a) 通用阀门管理宜参见 SY/T 6470 的规定;
- b) 安全阀宜每年进行校验;
- c) 自力式泄压阀、放空阀宜每季度至少检查 1 次设定值,必要时进行泄压或放空测试;
- d) ESD 截断阀宜定期进行开关操作,确认其功能完好,宜每年至少 1 次;
- e) 储罐进出口的工艺截断球阀宜每年至少检查 1 次;
- f) 阀门应定期维护和保养,避免锈蚀、内漏以及水击等情况。

### 10.5 电气系统风险消减

10.5.1 电气作业安全宜符合 GB 19517 的规定。

10.5.2 所有位于危险区域的电气设备、仪表设备及装置宜符合 GB 3836.1 中的规定。

10.5.3 所有电气设备的不带电金属外壳和工艺要求接地的非用电设备均宜可靠接地。

10.5.4 在地上石油储(备)库内运行过程中会产生静电积累的管道、容器、储罐和加工设备均宜作静电接地,其接地系统与其他公用接地系统连接时接地电阻宜符合其中最小值的要求。

10.5.5 地上石油储(备)库内装卸作业时,相应设备宜配备静电接地保护装置,并确保静电接地保护装置在接地不符合要求的情况下能够自动中止装卸作业。

10.5.6 电气设备日常管理按照 SY/T 6325 执行。

10.5.7 高压电气设备的运行、异常及故障处理按照 DL/T 596 的规定执行。

10.5.8 变频器的运行与维护宜符合 DL/T 1195 的规定。

10.5.9 UPS 的运行与维护按照 YD/T 1970.4 执行。

10.5.10 站场备用或应急供电电源宜每月启动试验 1 次。

10.5.11 地上石油储(备)库宜每年进行 2 次防雷、防静电检测,对于发现的异常情况宜及时处理。

10.5.12 地上石油储(备)库内宜安装应急照明系统,照明系统可照明时间最少为 30 min。

10.5.13 储罐及其他高架结构宜根据航空航海安全规则配备警告信号灯。

### 10.6 自动化系统风险消减

10.6.1 压力、温度等各类现场检测仪表宜定期进行校准和检定。

10.6.2 开关类执行器的维护检查宜符合 SY/T 6069 的规定。

10.6.3 罐区管网运行时,联锁保护程序宜保持投用。对于不能投用的,宜及时处理并纠正。

10.6.4 持续停用 6 个月以上的仪表设备在投用前宜进行检定或试验,确认技术状态完好后再投入使用。

10.6.5 库区安全联锁保护系统宜定期测试,测试内容包括设定值、联锁逻辑、保护功能、响应效果。

## 10.7 公用设施风险消减

10.7.1 生产区域安装的火焰探测报警系统、火灾探测报警系统和可燃气体探测报警系统宜定期检测维护,确保其状况完好。可燃气体检测器、火灾探测器、报警器等宜每年至少检查或校验 1 次。

10.7.2 气体检测系统宜在检测到气体不高于爆炸下限的 25% 时,发出声光警报。

10.7.3 火灾和气体泄漏检测装置和监视设备布置原则宜符合 GB 50160 和 GB 50183 中的规定。

地上石油储(备)库设置的静电消除装置宜保持完好,进入生产区的人员宜释放人体静电。

10.7.4 地上石油储(备)库防爆区内不应使用非防爆器具和非防爆通信工具。

10.7.5 消防器材宜每季度至少检查 1 次,并按照生产厂商规定及时更换。

10.7.6 消防设备、水龙带、喷淋器等宜每半年至少检查 1 次。

10.7.7 固定消防设施宜每周试运行 1 次,可采用压缩空气泡沫消防新技术,增加泡沫覆盖率和覆盖范围,以及提高阻燃性能。

10.7.8 消防演练宜每年开展 1 次。

10.7.9 站场、阀室的安全防护宜符合 GA 1166 的规定。

10.7.10 防水泵系统、灭火系统、紧急停车系统宜符合 GB/T 20368 和 GB 50183 的规定。

10.7.11 建筑物、构筑物投用 3 年内,宜检查基础沉降情况,必要时进行检测。

10.7.12 地上石油储(备)库内地面出现的沉降宜及时处理。

## 11 效能评价

### 11.1 通则

运营单位应制定地上石油储(备)库的效能评价指标体系,宜每年定期开展 1 次完整性管理的效能评价,并对指标体系持续改进,提出效能评价报告。

### 11.2 效能评价实施方式

效能评价的实施采取以下方式:

- a) 第三方专业评价机构开展效能评价;
- b) 运营单位自主开展效能评价检测,包括日常检查及专项检查;
- c) 结合地上石油储(备)库完整性管理体系进行内审。

### 11.3 效能评价报告

效能评价报告包括以下内容:

- a) 基本情况概述;
- b) 效能指标设定;
- c) 效能评价实施;
- d) 问题总结与整改;
- e) 体系的持续改进与计划安排。

## 12 应急支持

### 12.1 通则

12.1.1 应急响应成员应包含地上石油储(备)库完整性管理人员。

12.1.2 宜依据风险评价的结果,确定地上石油储(备)库一旦发生失效,潜在后果的种类和影响范围,并依据分析结果制定储(备)库在紧急状态下应采取的应急措施。

12.1.3 应基于地上石油储(备)库由影像图、地图、高程图和水力分布图,预估泄漏点对环境的影响。

### 12.2 应急预案编制

12.2.1 风险评价和完整性评价结论所提出的地上石油储(备)库中高风险区、风险源、较大隐患,应作为应急预案编制过程中重点预控对象,具体编制工作按照 GB/T 29639 规定执行。

12.2.2 地上石油储(备)库风险识别分析的结果,确定应急预案需要重点关注的区域和内容,如罐区、消防系统、防火堤、应急池以及道路围墙等泄漏防护措施。

### 12.3 应急资源支持

应急资源支持包括以下内容:

- a) 应急资源的配置应按照 GB 30077 规定执行;
- b) 宜采用三维虚拟演练系统,结合无人机、消防机器人、固定式/半固定式压缩空气泡沫灭火系统对地上石油储备(库)火灾场景进行演练分析,构建典型场景实体火灾模型检验固定式/半固定式压缩空气泡沫灭火系统灭火作业的可行性;
- c) 应依据风险评价、完整性检测及完整性评价结果和险情分布情况,至少每年开展 1 次有效性评价。

### 12.4 应急数据支持

12.4.1 应将应急抢险所需的资料进行整理,宜包括但不限于:

- a) 图纸,包括:库区平面图、库区工艺图、库区影像图、库区及周边地图等;
- b) 库罐区基本信息,包括:库罐区型号、库容量、罐区运行参数、工艺辅助系统、泵压及流量、溢油池体积、防火堤、装卸码头高程等信息;
- c) 地上石油储(备)库周边设施的信息,包括:
  - 地上石油储(备)库周边 100 m 范围内的地下设施、地上构筑物;
  - 地上石油储(备)库周边 200 m 范围内的人口、水体、公路、铁路等信息;
  - 地上石油储(备)库所属区域内或附近的道路上消防、医院、派出所等应急资源信息;
  - 地上石油储(备)库途径城市的地下排水排污等设施信息。

12.4.2 当数据管理规定的数据发生变更时,应及时更新相关数据。

## 13 地上石油储(备)库风险管控信息平台

### 13.1 通则

13.1.1 地上石油储(备)库运行管理企业宜建立一体化风险管控平台,实现储(备)库整体的风险管理

和控制。

13.1.2 地上石油储(备)库完整性管理方案宜植入到储(备)库一体化风险管控平台中,并对方案进行跟踪管理。

## 13.2 功能实现

13.2.1 地上石油储(备)库三维引擎。地上石油储(备)库一体化风险管控平台宜采用三维引擎,实现设备矢量三维化,加载数据在组件上,实现地图的卫星图层、移动、缩放、定位、检索、标记等基本功能;地图引用的接口功能开发,实现外部引用地图进行标记、空间查询等功能。

13.2.2 地上石油储(备)库三维模块展示。实现三维引擎导入设备设施、三维设备设施数据展示、三维工艺站场风险展示,以及三维工艺站场巡检功能。

13.2.3 设备管理功能。实现设备管理、隐患管理、基础数据管理、统计分析等功能。

13.2.4 安全管理功能。具备安全检查、安全检查计划、安全检查记录、检查结果处理、隐患治理计划、隐患治理台账、抢维修人员信息管理、抢维修设备信息管理等功能。

13.2.5 风险评价功能。宜嵌入半定量和定量化的风险评价模型,实现风险分区和分段、风险计算分析、场景风险曲线描述、设备风险统计展示、风险后果影响范围趋势分析。

13.2.6 完整性评价功能。实现工艺管道及附属设施完整性评价、管道缺陷完整性评价、管道复杂管系力学计算、附属设施的完整性评价等功能。

13.2.7 地上石油储(备)库检测数据管理。实现基础档案管理、检测数据管理、统计查询以及储(备)库在役声发射、超声导波等无损检测数据入库与管理功能。

13.2.8 地上石油储(备)库一体化动态监测管理。开发若干传感器接口,用于展示监测数据,应力应变监测、阴极保护监测、位移监测、火灾探测、液位监测管理、可燃气体浓度监测、视频监控等多源数据。

13.2.9 应急管理,开发应急资源分布查询、人口分布分析、最佳路由分析、应急预案输出,如有其他应急应用平台,宜进行开发集成,如地上石油储(备)库应急无人机巡护、应急指挥等。

## 14 记录与文档管理、沟通与变更管理

### 14.1 通则

14.1.1 地上石油储(备)库全生命周期管理过程中应建立文档管理数据库,过程中的记录与文档宜每半年入库1次。

14.1.2 地上石油储(备)库宜建立内部之间、内外部之间沟通联络机制。

14.1.3 地上石油储(备)库应建立技术变更、管理变更流程和内控操作程序。

### 14.2 记录与文档管理

14.2.1 记录与文档管理应保存以下内容:

- a) 全生命周期地上石油储(备)库安全运行与维护所需的历史信息;
- b) 地上石油储(备)库管理有效性和合规性的客观证据;
- c) 决策制定和允许的相关资料。

14.2.2 应建立管理计划以识别、收集、储存和废弃,包括如下内容:

- a) 与地上石油储(备)库管理相关文档;
- b) 与其他完整性管理方案相关文档。

14.2.3 管理计划应包含电子和纸质记录与文档的管理流程。

14.2.4 应建立和管理涉及地上石油储(备)库设计、采购、施工、运行、维护和废弃阶段完整性管理活动的记录和文档。

14.2.5 各阶段的报告等应通过专业评审,并对报送备案的情况进行记录。

### 14.3 沟通

14.3.1 应制定和实施沟通计划以保证内外部有关人员能够获知完整性管理相关信息。

14.3.2 地上石油储(备)库企业与各外部相关方的沟通应考虑以下内容:

- a) 政府部门:
  - 地上石油储(备)库企业联系方式;
  - 地上石油储(备)库布置图;
  - 应急预案。
- b) 地上石油储(备)库周边居民:
  - 地上石油储(备)库企业联系方式;
  - 库区位置;
  - 储存介质;
  - 识别、报告和应对泄漏事故的方式。

14.3.3 内部相关部门沟通内容应包括:

- a) 完整性管理的关键要素及其相关情况;
- b) 必要的内部报告及其效果和结果;
- c) 及时有效的完整性管理实施的相关信息。

### 14.4 变更管理

14.4.1 应制定变更管理程序,以规范变更管理。

14.4.2 对于地上石油储(备)库工艺调整、大罐检修、库区扩容等变更,应及时更新数据,变更完整性管理方案。

## 15 培训和能力要求

15.1 地上石油储(备)库应制定年度培训计划,并针对完整性管理岗位提出培训需求和能力要求。

15.2 从事地上石油储(备)库完整性管理的相关人员应掌握相应技能,并通过培训和考核,包括:

- a) 储(备)库数据采集与管理;
- b) 储(备)库风险识别与评价;
- c) 储(备)库设备设施检测与评价;
- d) 储(备)库效能评价与管理;
- e) 储(备)库完整性管理方案编制;
- f) 储(备)库风险削减。

15.3 能力培训可分为两级:一级能力资格(操作级),二级能力资格(管理与分析级)。取得一级能力资格及以上的人员承担的工作范围宜包括 15.2 a)、b)、f)所述工作,取得二级能力资格的人员承担的工作范围宜包括 15.1 所述的全部工作,一级能力资格取得两年后方可进行二级能力资格的申请。

15.4 应编制并贯彻执行对完整性管理人员进行培训和考核的书面计划大纲,定期审查培训计划,并根



据需要进行修订。当新标准、法规发布,新设备、新工艺程序或新管理理念应用时,应对培训计划进行审查,并根据需要予以修订。

15.5 可根据培训需要,设置理论课程、操作课程、现场实践的培训,可通过书面、计算机或答辩等方式实施。

附 录 A  
(规范性)  
结构化数据采集表

结构化数据采集表见表 A.1。

表 A.1 结构化数据采集表

分类	采集项目名称	属性
静设备	储罐	
	储罐本体	位号、设备/设施地点、规格型号、设计使用寿命、执行标准、运行状态、储罐形式、基本风压、基本雪压、地面粗糙度类别、抗震设防烈度、设计地震分组、设计基本地震加速度、场地土类别、介质名称、介质密度、公称容积、设计压力、最高工作压力、充水试验高度、设计温度、最高(低)工作温度、公称直径、罐壁高度、低液位、高液位、高高液位、罐壁焊接接头系数、腐蚀裕量(罐顶/罐壁/罐底)、开口接管焊后热处理、罐底材质、罐壁材质、浮盘材质、抗风圈/加强圈道数、是否保温、加热器面积、一次密封类型、储罐重量
	储罐焊缝	储罐位号、排版图编号、焊缝编号、焊缝位置、焊接方法、焊缝类型、坡口型式、焊接工艺规程编号、焊工编号、焊前预热温度、预热方法、清根方法、焊接日期、施工单位
	无损检测	
	储罐射线检测	储罐位号、焊缝编号、检测报告编号、检测标准、检测类型、检测部位、设备型号、射源种类、透照方式、一次透照长度、曝光时间、增感方式、冲洗方式、合格级别、像质指数、检测长度、评定等级、缺陷性质、缺陷长度、评定结果、检测单位、检测日期
	储罐超声波检测	储罐位号、焊缝编号、检测报告编号、检测标准、检测类型、检测部位、检测方法、检测频率、设备型号、探头直径、swimK 值、探头移动方式、耦合剂、耦合补偿、检测灵敏度、合格级别、缺陷性质、缺陷长度、评定等级、评定结果、检测单位、检测日期
	储罐渗透检测	储罐位号、焊缝编号、检测报告编号、检测标准、检测类型、检测部位、渗透剂、渗透时间、显像剂、清洗剂、环境温度、渗透剂施加方法、显像剂施加方法、显像时间、试块型号、灵敏度等级、合格级别、检测长度、缺陷位置、缺陷性质、缺陷尺寸、评定等级、评定结果、检测单位、检测日期
	储罐磁粉检测	储罐位号、焊缝编号、检测报告编号、检测标准、检测类型、检测部位、设备型号、磁化方式、磁粉类型、磁悬液类型、磁悬液浓度、灵敏度试片、提升力/磁化电流、磁粉施加方法、合格级别、检测长度、缺陷性质、缺陷尺寸、缺陷位置、评定等级、评定结果、检测单位、检测日期
	储罐真空试漏检测	储罐位号、检测报告编号、检测标准、检测部位、检测部位编号(底片)、设计压力、设计温度、操作温度、检测长度、评定结果、检测单位、检测日期
	储罐附件	位号、设备/设施地点、储罐位号、附件名称、制造单位、规格型号、数量
	储罐开口	位号、储罐位号、开口名称、开口位置、数量、公称直径、公称压力、开口外伸高度、法兰型式、密封面型式
	储罐浮盘	位号、储罐位号、浮盘直径、密封形式、中央浮舱个数、边缘浮舱个数、浮盘材质、气密性试验结果、真空试验结果、油渗透试验结果
	储罐罐壁	位号、储罐位号、层数、罐壁厚度、规格、材料、数量、重量

表 A.1 结构化数据采集表 (续)

分类	采集项目名称	属性
静设备	加强圈	位号、储罐位号、设备/设施地点、腹板厚度、腹板材料、腹板数量、腹板总重、筋板厚度、筋板材料、筋板数量、筋板总重、立板厚度、立板材料、立板数量、立板总重
	储罐防腐	储罐位号、罐底板上表面涂料、罐底板上表面涂料厚度、罐壁板外表面涂料、罐壁板外表面涂料厚度、罐壁板内表面涂料、罐壁板内表面涂料厚度、浮盘上表面涂料、浮盘上表面涂料厚度、浮盘下表面涂料、浮盘下表面涂料厚度、浮舱涂料、浮舱涂料厚度
	储罐保温	储罐位号、保温部位、保温材料、保温厚度、保温体积、外包覆层结构
	输油管道	位号、设备/设施地点、规格型号、管道级别、管线材质、敷设方式、起点、终点、管道直径、管道壁厚、管道长度、介质、设计压力、设计温度、最高工作压力、最高工作温度、保温方案、防腐方案、是否伴热、伴热类型
	消防管道	位号、设备/设施地点、规格型号、管道级别、管线材质、敷设方式、起点、终点、管道直径、管道壁厚、管道长度、介质、设计压力、设计温度、最高工作压力、最高工作温度、保温方案、防腐方案、是否伴热、伴热类型
	阀门	位号、设备/设施地点、规格型号、设备类型、介质、设计压力、设计温度、工作压力、工作温度、阀体材质、密封形式、进口连接方式、出口连接方式、驱动方式
	金属软管	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、介质、设计压力、设计温度、工作压力、工作温度
	波纹管	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、介质、设计压力、设计温度、工作压力、工作温度
	过滤器	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、工作介质、筒体直径、筒体高度、设计压力、设计温度、最高工作压力、最高工作温度、设计压差、滤网目数、滤芯材质、主体材质
	换热器	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、主体材质(壳体/管束)、壳程介质、管程介质、管程设计温度、壳程设计温度、管程设计压力、壳程设计压力、管程操作温度、壳程操作温度、管程操作压力、壳程操作压力
	鹤管	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、公称直径、主体材质、设计压力、设计温度、工作压力、工作温度、输送介质形式、装卸形式、旋转形式、左右旋转范围、真空断路器形式、最高工作位置、最低工作位置、控制方式、伴热形式、废气回收
	轻落扶梯	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、主体材质、步数、宽度、最高工作位置、最低工作位置
	精密过滤器	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、主体材质、操作压力、操作温度、流量、过滤精度
	门禁设备	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、识别模式、安装场景、所属系统
	闸机	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、开关模式、安装场景、所属系统
	摄像机	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、分辨率、镜头变焦范围、防爆等级、防护等级
	消防炮	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、水炮型号、水泡流量、水泡射程、泡沫炮型号、泡沫炮流量、泡沫炮射程、工作压力、回转角度、俯仰角度
泡沫比例混合装置	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、工作压力范围、流量范围、混合比、驱动方式、容量、泡沫液种类	
储罐冷却水喷淋装置	位号、设备/设施地点、规格型号、储罐容积、喷淋强度、立管数量、立管管径、环管数量、环管管径、环管喷头数量、环管喷头流量、过滤器型式、过滤器直径、过滤器目数	

表 A.1 结构化数据采集表 (续)

分类	采集项目名称	属性
动设备	电动机泵	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、介质、介质黏度、设计温度、额定流量、扬程、有效汽蚀余量、运行方式、电机额定电压、电机额定电流、电机额定功率、电机额定效率、电机防爆等级、电机防护等级
	搅拌机	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、介质、旋转角度、旋转力度、安装高度、驱动机型号、驱动机功率、驱动机轴功率、驱动机转速、驱动机电压、驱动机电流
	电动机	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、安装方式、启动方式、功率、电压、电流、转速、绝缘等级、防爆等级、防护等级、润滑介质、注入方式、前轴承型号、后轴承型号、轴承温度、联轴器形式、冷却方式、驱动设备类型、电缆型号、上级开关
仪表	气动执行机构	位号、设备/设施地点、规格型号、管道直径、最大输出力矩、开闭时间、气源压力、工作压力、电源电压、防爆等级、防护等级
	电液执行机构	位号、设备/设施地点、规格型号、管道直径、最大输出力矩、开闭时间、工作压力、电源电压、防爆等级、防护等级
	电动执行机构	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、管道直径、最大输出力矩、开闭时间、工作压力、电源电压、电机功率、防爆等级、防护等级、控制方式
	火灾报警按钮	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、防护等级、防爆等级、安装方式
	声光报警器	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、最高分贝值、防护等级、防爆等级
	感温光栅	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、测量精度、测量范围、温度高报、温度高高报、探头数量
	可燃性气体探测器	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、测量精度、量程范围、浓度高报、浓度高高报
	有毒气体探测器	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、测量精度、量程范围、浓度高报、浓度高高报
	火焰探测器	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、预设着火介质及过火面积、探测距离
	其他报警设备	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、测量参数、报警参数值
	分析仪表	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、分析介质、测量精度、量程范围、工作压力、防爆等级、防护等级
	流量计	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、计量介质、口径、计量范围、计量精度、体积管容量、水标定容量
	热电阻(偶)	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、测量介质、测量精度、测量范围
	温度变送器	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、测量介质、测量精度、测量温度范围
	压力变送器	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、测量介质、测量精度、测量压力范围
	压力表	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、测量介质、测量精度、测量压力范围
	压力开关	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、测量介质、测量压力范围、动作值
	液位计	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、测量介质、测量精度、测量范围、防爆等级、防护等级
	液位开关	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、测量点液位、测量介质、防爆等级、防护等级
	自控系统柜(盘、台)	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、机柜尺寸、功能模块、所属系统
服务器、工作站	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、CPU、显示器尺寸、内存容量、磁盘容量、所属系统	

表 A.1 结构化数据采集表 (续)

分类	采集项目名称	属性
电气	变压器	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、额定容量、额定电流比、短路阻抗、额定电压比、冷却方式、空载损耗、负载损耗、冷却油、使用条件
	高压开关柜	位号、设备/设施地点、规格型号、断路器类型、断路器型号、额定电流、额定短路持续时间、额定短路开断电流、柜体防护等级、电压互感器型号、电压互感器 PT 变比、电压互感器准确级组合、电流互感器型号、电流互感器 CT 变比、电流互感器准确级组合、避雷器类型、避雷器型号、保护装置通信串口、保护装置 CT、保护装置 PT、计量电度表型号、计量电度表计量精度、计量电度表通信串口
	低压配电柜	位号、设备/设施地点、规格型号、断路器工作电流、断路器工作电压、断路器极数、柜体防护等级、出线开关类型、出线开关额定电流、出线开关额定电压、出线开关极数
	恒电位仪	位号、设备/设施地点、规格型号、输出电压、输出电流、负载等级、恒电位范围、出线电缆规格、接线箱型号、接线箱防爆等级、接线箱防护等级、接线箱阳极电缆规格、接线箱阴极电缆规格
	直流屏	位号、设备/设施地点、规格型号、直流输出电压、稳压精度、稳流精度、功率因数、柜体规格、电池类型、电池规格型号、电池数量
	配电箱	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、箱体材质、箱体规格、防护等级、防爆等级、进线开关类型、进线开关型号、进线开关额定电流、进线开关额定电压、进线开关极数、出线开关类型、出线开关型号、出线开关额定电流、出线开关额定电压、出线开关极数、出线开关供电设备
	检修箱	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、箱体材质、箱体规格、防护等级、防爆等级、进线开关类型、进线开关型号、进线开关额定电流、进线开关额定电压、进线开关极数、出线开关类型、出线开关型号、出线开关额定电流、出线开关额定电压、出线开关极数
	分线箱	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、箱体材质、箱体规格、防护等级、防爆等级、上级开关、供电设备
	应急电源(EPS)	位号、设备/设施地点、规格型号、功率、输出电压、稳压精度、稳流精度、箱体规格、设计供电时间、供电范围、电池类型、电池规格型号、电池数量
	不间断电源(UPS)	位号、设备/设施地点、规格型号、功率、输出电压、稳压精度、稳流精度、箱体规格、设计供电时间、供电范围、电池类型、电池规格型号、电池数量
	稳压柜	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、输入/输出电压、稳压精度、箱体材质、箱体规格、防护等级、上级开关、供电设备
	设备控制柜	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、箱体型号、箱体规格、防护等级、防爆等级、控制单元类型、控制单元型号、控制方式、控制设备、供电回路
	路灯	位号、设备/设施地点、规格型号、类型、高度、电缆规格、灯具类型、灯具功率
人体静电消除装置	位号、设备/设施地点、规格型号、立杆材质、立杆直径、高度、防爆触摸球直径、底盘直径、接地电缆长度	
防腐	管道防腐	管道位号、防腐结构形式、防腐层厚度、防腐等级
	管道保温	管道位号、保温部位、保温材料、保温厚度、外包覆层结构
	牺牲阳极	位号、设备/设施地点、规格型号、阳极材料、阳极类型、阳极块重量、阳极块数量、截面、长度、开路电位、实际电容量、电流效率、保护对象、阳极埋深、是否有填充料、填包料重量

表 A.1 结构化数据采集表 (续)

分类	采集项目名称	属性
构筑物	建筑物	位号、设备/设施地点、规格型号、建筑面积、层数、长度、宽度、高度、基础形式、结构形式、抗震等级、防火等级
	罐基础	位号、设备/设施地点、规格型号、承台类型、承台材质、承台直径、承台高度、承台环梁高度、桩基类型、桩基材质、桩基直径、桩基数量、防水层材质、防水层厂家、防水层安装时间
	防火堤	位号、设备/设施地点、结构形式、长度、宽度、高度、耐火层类型、耐火层厂家
	消防道路	位号、设备/设施地点、结构形式、长度、宽度、厚度
	围墙	位号、设备/设施地点、结构形式、长度、高度
	消防棚	位号、设备/设施地点、类型、长度、宽度、高度、基础类型、基础材质
	桥涵	位号、设备/设施地点、类型、长度、宽度、高度
	水池	位号、设备/设施地点、结构形式、长度、宽度、深度、有效容积、防渗形式
	排水沟渠	位号、设备/设施地点、结构形式、长度、宽度、深度
	码头	位号、设备/设施地点、规格型号、布置形式、泊位长度、允许靠泊船长、前沿水深、工作平台材质、工作平台长度、工作平台宽度、工作平台高度、主靠船墩材质、主靠船墩数量、主靠船墩长度、主靠船墩宽度、主靠船墩高度、副靠船墩材质、副靠船墩数量、副靠船墩长度、副靠船墩宽度、副靠船墩高度、橡胶护舷类型、橡胶护舷材质、橡胶护舷尺寸、橡胶护舷数量、橡胶护舷更换周期、桩基类型、桩基材质、桩基尺寸、桩基数量、系缆墩材质、系缆墩数量、系缆墩长度、系缆墩宽度、系缆墩高度、引桥材质、引桥长度、引桥宽度、引桥高度、栈桥材质、栈桥长度、栈桥宽度、栈桥高度
	海堤	位号、设备/设施地点、结构形式、长度、海堤道路宽度、防浪墙宽度、防浪墙高度、防波堤宽度、防波堤长度
	边坡	位号、设备/设施地点、类型、支护形式、护面形式、坡率、长度、高度、面积、边坡级数、马道宽度
	隧道	位号、设备/设施地点、类型、长度、宽度、高度、支护形式、路面宽度、照明形式

**附录 B**  
(规范性)  
**非结构化数据采集表**

非结构化数据采集表见表 B.1。

**表 B.1 非结构化数据采集表**

数据采集源头阶段	文件名称/主要内容
初步设计	设计依据
	来往批复文函和会议纪要
	初步设计报告 0 版
	勘察报告
	专业图纸
	计算书
	规格书数据单
	操作原理
	评价报告
	危害与可操作性分析(HYZOP)报告
	专业勘察和评价报告
施工图设计	专业图纸 0 版
	规格书数据单
	计算报告
	设备选型计算书
	水力分析报告
	危害与可操作性分析(HYZOP)报告
采办	招标技术文件
	物资采购计划
	招标采购方案、招标文件及批复
	资格预审文件
	中标供应商投标文件
	询比价采购方案及批复
	技术协议
	物资跟踪表
	物资到货清单
	设备材质图和结构图
	监造细则
	检查报告
	不符合及纠正措施报告

表 B.1 非结构化数据采集表（续）

数据采集源头阶段	文件名称/主要内容
施工	开工报告
	施工组织设计
	施工专项方案
	进场报审
	施工技术交底记录
	项目执行计划
	项目周报、月报
	停工报告
	复工报告
	项目质量计划
	变更资料
	问题整改报告单
	HSE 专项方案
	施工记录
	质量验收报审表
	交工技术文件总目录
	交工主要实物量表
	事故处理记录及报告
	完工证书
	交工证书
竣工测量文件	
影像资料	
运维	试生产文件清单
	检验/维护/测试记录及报告
	维修/改造/重新投用记录及报告
	失效/事故事件记录



## 附录 C

(资料性)

## 地上石油储(备)库常见设施和人员受到的危害因素

地上石油储(备)库常见设施的危害因素见表 C.1。

表 C.1 地上石油储(备)库常见设施的危害因素

分类	设施危害因素	子因素
腐蚀风险	外腐蚀	工艺管道、设施组件、外部腐蚀、储罐罐底板外部腐蚀
	内腐蚀/磨蚀	工艺管道、设施组件、内部腐蚀、储罐罐壁及底板内部腐蚀
	应力腐蚀开裂/损伤	应力腐蚀裂纹,氢损伤裂纹
制造缺陷	与工艺管道、罐体有关的缺陷	a) 罐体焊缝缺陷; b) 罐体缺陷
	与工艺管道、罐体焊接/施工有关的因素	a) 罐体焊缝缺陷,包括支管和 T 型接头焊缝; b) 制造焊缝缺陷; c) 褶皱弯管或屈曲; d) 螺纹磨损/罐壁破损/连接失效
随机因素	罐区机械损伤	a) 甲方、乙方,或第三方造成的损坏(瞬时/立即失效); b) 管体或罐壁板旧伤(如凹陷、划痕)(滞后性失效); c) 故意破坏; d) 失稳风险
	误操作	a) 超压; b) 控制不当; c) 误关断
	自然与地质灾害	a) 低温; b) 雷击; c) 暴雨或洪水; d) 土体移动和罐体沉降、地基沉降; e) 静电

地上石油储(备)库 危害因素识别见表 C.2。

表 C.2 地上石油储(备)库 危害因素识别

事故类型	危险有害因素辨识
火灾、爆炸	a) 危险物质释放源： <ul style="list-style-type: none"> <li>● 监测仪表失灵；</li> <li>● 人员误操作；</li> <li>● 储罐、管道等设备焊接不合格造成设备开裂；</li> <li>● 阀门、法兰、油泵及浮顶密封失效；</li> <li>● 储罐地基不均匀沉降造成罐底板破裂或储罐进出口管道撕裂；</li> <li>● 设备腐蚀；</li> <li>● 设计缺陷；</li> <li>● 管理方面的缺陷。</li> </ul> b) 点火源： <ul style="list-style-type: none"> <li>● 焊接、切割等动火作业；</li> <li>● 现场吸烟；</li> <li>● 未装阻火器机动车排烟喷火；</li> <li>● 雷电、静电；</li> <li>● 电火花和电弧；</li> <li>● 非防爆工具碰撞火花、高热表面、杂散电流等其他点火源</li> </ul>
触电	a) 电线线路老化、破损； b) 电线短路； c) 电气设备和设施绝缘损坏； d) 电气设备未接地或接地不良,电气设备接地保护失效； e) 电动工具绝缘差,非电工绝缘工具； f) 在容器内或潮湿处,不使用安全电压； g) 变配电站内的高压设备未安设防护遮拦、绝缘胶板； h) 变、配电作业不执行工作票、操作票、工作监护制度； i) 违章用电
物体打击	a) 设备运转过程中零部件松动飞出； b) 设备检维修过程中,工具、零部件存放位置不当
高处坠落	a) 未设置操作平台、走台、栏杆或护栏、盘梯、扶梯等； b) 未采取佩戴安全绳等安全保护措施
机械伤害	a) 人员在生产、检查、检修设备时发生的碰、割、截； b) 衣服等被搅入转动设备； c) 旋转、往复、滑动时发生的伤害； d) 突出的机械部分或工具设备边缘锋利处碰伤； e) 机械转动部位缺少防护罩或防护罩有缺陷
车辆伤害	a) 雨天、雾天、雪天行车； b) 夜间行车； c) 疲劳驾驶

表 C.2 地上石油储(备)库 危害因素识别 (续)

事故类型	危险有害因素辨识
中毒和窒息	a) 低沸点油气释放引发中毒； b) 通风不良引发中毒、窒息
其他	a) 台风、暴雨、雷电等自然灾害影响； b) 管理失误

附录 D

(资料性)

风险矩阵法(LS)判断准则

事件发生的可能性(L)判断准则见表 D.1。

表 D.1 事件发生的可能性(L)判断准则

等级	标准
5	在现场没有采取防范、监测、保护、控制措施,或危害的发生不能被发现(没有监测系统),或在正常情况下经常发生此类事故或事件
4	危害的发生不容易被发现,现场没有检测系统,也未发生过任何监测,或在现场有控制措施,但未有效执行或控制措施不当,或危害发生或预期情况下发生
3	没有保护措施(如没有保护装置、没有个人防护用品等),或未严格按操作程序执行,或危害的发生容易被发现(现场有监测系统),或曾经做过监测,或过去曾经发生类似事故或事件
2	危害一旦发生能及时发现,并定期进行监测,或现场有防范控制措施,并能有效执行,或过去偶尔发生事故或事件
1	有充分、有效的防范、控制、监测、保护措施,或员工安全卫生意识相当高,严格执行操作规程。极不可能发生事故或事件

事件后果严重性(S)判别准则见表 D.2。

表 D.2 事件后果严重性(S)判别准则

等级	法律、法规及其他要求	人员	财产损失 /万元	停工	企业形象
5	违反法律、法规和标准	死亡	>50	部分装置(>2套)或设备停工	重大国际影响
4	潜在违反法规和标准	丧失劳动能力	>25	2套装置或设备停工	行业内、省内影响
3	不符合上级公司或行业的安全方针、制度、规定等	截肢、骨折、听力丧失、慢性病	>10	1套装置或设备停工	地区影响
2	不符合企业的安全操作程序、规定	轻微受伤、间歇不舒服	<10	受影响不大,几乎不停工	公司及周边范围
1	完全符合	无伤亡	无损失	没有停工	形象没有受损

风险矩阵表见表 D.3。

表 D.3 风险矩阵表

事件发生 概率等级	5	IV 5	III 10	II 15	I 20	I 25
	4	IV 4	IV 8	III 12	II 16	I 20
	3	V 3	IV 6	III 9	III 12	II 15
	2	V 2	IV 4	IV 6	IV 8	III 10
	1	V 1	V 2	V 3	IV 4	IV 5
风险=事件发生概率×事件后果严重程度		1	2	3	4	5
事件后果严重程度等级						

附录 E

(资料性)

作业条件危险性分析法(LEC)判断准则

事故、事件发生的可能性(L)判断准则见表 E.1。

表 E.1 事故、事件发生的可能性(L)判断准则

分值	事故、事件或偏差发生的可能性
10	完全可以预料
6	相当可能;或危害的发生不能被发现(没有监测系统);或在现场没有采取防范、监测、保护、控制措施;或在正常情况下经常发生此类事故、事件或偏差
3	可能,但不经常;或危害的发生不容易被发现;现场没有检测系统或保护措施(如没有保护装置、没有个人防护用品等),也未做过任何监测;或未严格按操作规程执行;或在现场有控制措施,但未有效执行或控制措施不当;或危害在预期情况下发生
1	可能性小,完全意外;或危害的发生容易被发现;现场有监测系统或曾经做过监测;或过去曾经发生类似事故、事件或偏差;或在异常情况下发生过类似事故、事件或偏差
0.5	很不可能,可以设想;危害一旦发生能及时被发现,并能定期进行监测
0.2	极不可能;有充分、有效的防范、控制、监测、保护措施;或员工安全卫生意识相当高,严格执行操作规程
0.1	实际不可能

暴露于危险环境的频繁程度(E)判断准则见表 E.2。

表 E.2 暴露于危险环境的频繁程度(E)判断准则

分值	频繁程度	分值	频繁程度
10	连续暴露	2	每月一次暴露
6	每天工作时间内暴露	1	每年几次暴露
3	每周一次或偶然暴露	0.5	非常罕见地暴露

发生故事事件偏差产生的后果严重性(C)判别准则见表 E.3。

表 E.3 发生故事事件偏差产生的后果严重性(C)判别准则

分值	法律法规及其他要求	人员伤亡	财产损失	停工	公司形象
100	严重违反法律法规和标准	10人以上死亡,或50人以上重伤	5000万元以上直接经济损失	公司停产	重大国际、国内影响
40	违反法律法规和标准	3人以上10人以下死亡,或10人以上50人以下重伤	1000万元以上5000万元以下直接经济损失	装置停工	行业内、省内影响
15	潜在违反法规和标准	3人以下死亡,或10人以下重伤	100万元以上1000万元以下直接经济损失	部分装置停工	地区影响

表 E.3 发生故事事件偏差产生的后果严重性(C)判别准则(续)

分值	法律法规及其他要求	人员伤亡	财产损失	停工	公司形象
7	不符合上级或行业的安全方针、制度、规定等	丧失劳动力、截肢、骨折、听力丧失、慢性病	10万元以上100万元以下直接经济损失	部分设备停工	公司及周边范围
2	不符合公司的安全操作程序、规定	轻微受伤、间歇不舒服	1万元以上10万元以下直接经济损失	1套设备停工	引人关注,不利于基本的安全卫生要求
1	完全符合	无伤亡	1万元以下直接经济损失	没有停工	形象没有受损

风险等级判定准则及控制措施(D)见表 E.4。

表 E.4 风险等级判定准则及控制措施(D)

风险度	等级	应采取的行动/控制措施	实施期限
$\geq 320$	等级 E(不可容许,巨大风险)	在采取措施降低危害前,不能继续作业,对改进措施进行评价	立刻
$160 \sim < 320$	等级 D(高度危险,重大风险)	采取紧急措施降低风险,建立运行控制程序,定期检查、测量及评价	立即或近期整改
$70 \sim < 160$	等级 C(中度,中等风险)	宜考虑建立目标、建立操作规程,加强培训及沟通	2年内治理
$20 \sim < 70$	等级 B(轻度,可接受风险)	宜考虑建立操作规程、作业指导书,但需定期检查	有条件、有经费时治理
$< 20$	等级 A(轻度或可忽略风险)	无须采用控制措施,但需保存记录	

**附录 F**  
(资料性)  
**储罐完整性检查表**

完整性等级表见表 F.1。

**表 F.1 完整性等级表**

等级	得分	描述
I	≥500	罐体本身及附件结构完整性良好,几乎未发现或者只存在轻微缺陷,不影响运行安全,储罐可以继续正常运行
II	400~<500	罐体本身及结构附件完整性存在一定程度的缺陷和问题,影响安全运行,需要整改
III	300~<400	储罐本身以及结构附件存在缺陷,具有潜在隐患,需专业人员进行检测后及时进行整改,并监控运行
IV	<300	储罐本身以及结构附件存在严重缺陷,需要立即停产维修

储罐全面检查表见表 F.2。

**表 F.2 储罐全面检查表**

检查内容	检查标准	总分	得分
1 罐底及基础			
a) 基础水平度和罐底标高的平面倾斜小于 240 mm,非平面倾斜小于 26.2 mm	测量过且在标准范围内——10分;超出标准——0分	10	
b) 基础沉降是否符合 GB 50128	沉降量符合标准——15分;沉降超出标准——0分	15	
c) 储罐基础渗漏情况	无渗漏——15分;有轻微渗漏——5分;严重渗漏——0分	15	
d) 储罐基础承台周围积水情况	下雨时,不积水——5分;短时间/少量积水——3分;长时间/大量积水——1分	5	
e) 罐底与储罐基础密封状况	密封完好——5分;存在裂缝,但已修补——3分;裂缝未修补——1分	5	
f) 是否建设密封防腐层	建设防腐层——10分;未建设,其他密封措施——5分;未建设且无其他措施 0分	10	
g) 密封防腐层是否有起泡、破损现象	平整完好无破损——5分;局部有气泡破损——3分;面积 30%以上破损——1分	5	
h) 是否在基础周围建造散水坡	建造散水坡——5分;未建造,有其他排水设施——3分;未建造且无其他设施——0分	5	
i) 散水坡是否完好无损	散水坡完好无破损——10分;局部破损——5分;面积 30%以上破损——1分	10	
j) 散水坡与基础之间是否出现裂缝	无裂缝——15分;有裂缝但修整过——10分;有裂缝无修整——1分	15	



表 F.2 储罐全面检查表 (续)

检查内容	检查标准	总分	得分
k) 散水坡功能是否良好,储罐周围是否有积水	功能良好,无积水——5分;有少量积水——3分;长时间积水或有大量积水——1分	5	
罐底及基础总分		100	
2 平面布置			
a) 大型储罐间的安全间距不应小于相邻较大罐直径的0.4倍	符合——10分;小于0.4倍——1分	10	
b) 是否在罐区建造防火堤	是——10分;否,但有其他设施——5分;否,且无其他设施——0分	10	
c) 是否在防火堤的不同方位上设置人行台阶或坡道	符合设计规范——5分;不符合设计规范——1分	5	
d) 10万m <sup>3</sup> 大型储罐组宜采用4罐一组布置	是——5分;不是——1分	5	
e) 防火堤围墙是否有裂纹、剥落、破损	完好无剥落破损——5分;有轻微裂纹、破损——3分;严重破损——1分	5	
f) 储罐周围是否有废料、易燃物或其他垃圾的堆放	周围干净无杂物——5分;有杂物但有清理——3分;长时间有杂物无清理——0分	5	
平面布置总分		40	
3 罐壁			
a) 罐壁垂直度不应该大于罐壁高度的0.4%,且不大于50mm	符合——10分;不符合——0分	10	
b) 储罐铭牌、漆色、标志是否齐全、且符合GB 50128的规定	齐全且符合相关规定——5分;不齐全或不符合规定——3分;无——0分	5	
c) 罐壁外表面油漆破损、锈斑、腐蚀情况	轻微腐蚀——5分;局部破损、漆皮脱落——3分;破损面积超过30cm <sup>2</sup> ——1分	5	
d) 罐壁圆度,有无明显变形	无变形——5分;有轻微椭圆度变形——3分;有明显椭圆度变形——1分	5	
e) 罐壁板焊缝上的腐蚀情况	无——5分;轻微——3分;严重——1分	5	
f) 由于外部接管变形过量而造成的接管周围罐壁板的凹陷情况	无此情况——10分;局部个别有凹陷——5分;情况普遍存在——0分	10	
g) 罐壁内表面腐蚀情况	良好——10分;局部/轻微腐蚀——5分;普遍/严重腐蚀——1分	10	
h) 内壁焊缝缺陷情况,焊缝应打磨圆滑且余高不应大于1mm	符合要求——5分;焊缝局部有轻微腐蚀——3分;普遍/严重腐蚀破损——1分	5	
i) 内外壁表面有无明显硬划伤	无——5分;少量存在——3分;普遍存在——1分	5	
罐壁总分		60	
4 罐壁附件			
4.1 人孔、清扫孔			

表 F.2 储罐全面检查表 (续)

检查内容	检查标准	总分	得分
a) 相关固件是否牢固	牢固——5分;松动——3分;破损——1分	5	
b) 螺栓、法兰的腐蚀、渗漏情况	无渗漏腐蚀——5分;轻微——3分;严重——1分	5	
c) 人孔周围绝缘层的密封情况	密封情况良好——5分;一般——3分;破损——1分	5	
4.2 静电导出装置			
a) 静电导出装置是否完整、无破损	完整无破损——5分;个别破损——3分;普遍破损——0分	5	
b) 装置功能是否完好、有效	功能完整有效——10分;否则——0分	10	
4.3 切水管、外部接管			
a) 罐壁接管是否因为沉降发生严重的变形	全体无变形——15分;个别存在轻微变形——10分;个别存在严重变形或普遍存在变形——5分;普遍严重变形——1分	15	
b) 管托是否与管线吻合、无脱离	完全吻合——10分;有脱离,已做修复——5分;未修复——1分;	10	
c) 管线外壁点蚀、腐蚀、锈斑情况	无腐蚀锈斑——10分;局部/轻微——5分;普遍/严重——1分	10	
d) 切水管是否工作,是否有罐底水排出	正常工作且有水排出——15分;工作,排水效率低——5分;不排水——1分	15	
4.4 消防冷却、泡沫灭火系统			
a) 管线是否有泄漏现象	无泄漏——5分;局部/轻微泄漏——3分;普遍/严重泄漏——1分	5	
b) 管线是否有变形、腐蚀	无变形——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
c) 管线管托与罐壁连接处是否稳定牢固	牢固——5分;有松动或腐蚀——1分	5	
d) 是否正常有效工作	正常有效工作——5分;否则——0分	5	
e) 泡沫发生器是否完好无破损	完好无破损——5分;有破损但功能正常——3分;功能失效——0分	5	
4.5 抗风圈、加强圈			
a) 加强圈、抗风圈损坏情况是否按规定安装加强圈	按要求安装——10分;有要求但未安装——0分	10	
b) 抗风圈、加强圈与栏杆腐蚀损坏情况(油漆破损、锈斑、腐蚀产物聚集)	无腐蚀破损——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重腐蚀破损——1分	5	
c) 抗风圈支架和罐壁板之间焊缝的点蚀情况	情况良好——5分;有轻微点蚀——3分;严重点蚀——1分	5	
d) 注意支架与罐壁是否焊有补强垫板	有且完好——5分;有但已经腐蚀破损——3分;没有——1分	5	
e) 抗风圈积水情况	无积水——5分;偶尔/少量——3分;经常/大量——1分	5	

表 F.2 储罐全面检查表 (续)

检查内容	检查标准	总分	得分
4.6 盘梯			
a) 盘梯台阶踏板、栏杆是否牢固、可靠	牢固可靠——5分;松动不牢固——3分	5	
b) 盘梯结构点蚀、穿孔、油漆破损情况	无腐蚀破损——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
c) 与罐壁焊接点情况	焊点完好牢固——5分;有腐蚀——3分	5	
罐壁附件总分		150	
5 浮顶罐罐顶			
5.1 浮顶面板			
a) 浮顶面板油漆破损、点蚀和腐蚀产物聚集情况	无腐蚀破损——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
b) 浮顶面板积水情况	积水很少——15分;积水较少且分布均匀——10分;局部积水较多——5分;积水较多——1分	15	
c) 浮顶面板是否保持水平	保持水平——5分;轻微倾斜——3分;有明显倾斜——1分	5	
d) 浮顶面板焊缝是否完好,有无腐蚀、裂缝情况	无腐蚀破损——10分;局部/轻微——5分;普遍/严重——1分	10	
e) 浮顶板与罐壁的间隙是否符合250 mm±50 mm要求	符合要求——10分;超出标准50 mm——0分	10	
5.2 浮顶密封系统			
a) 密封系统是否由一次密封和二次密封组成,结构完整	是——5分;不是——3分;无密封——0分	5	
b) 一次密封与罐壁之间间隙是否符合标准	紧贴罐壁不存在缝隙——10分;存在缝隙——0分	10	
c) 密封带是否变形、翻卷、撕裂,从而引起蒸汽外泄	无变形撕裂——10分;局部/轻微——5分;普遍/严重——1分	10	
d) 密封压板是否出现垂直或倾斜等变形	无变形——10分;局部变形——5分;普遍变形——1分	10	
e) 密封系统功能是否完整、有效	功能完好——10分;有效性差——5分;无功能——0分	10	
f) 刮蜡板机构是否灵活、无腐蚀变形	灵活无腐蚀变形——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
g) 刮蜡板与罐壁间隙是否符合规范要求	紧贴壁板无缝隙——10分;存在缝隙——0分	10	
5.3 泡沫堰板			
a) 泡沫堰板高度应高于二次密封,且不小于0.9 m	符合要求——5分;不符合要求——3分	5	

表 F.2 储罐全面检查表 (续)

检查内容	检查标准	总分	得分
b) 泡沫堰板与壁板间距为 0.9 m ~1.2 m	符合要求——5分;不符合要求——3分	5	
c) 腐蚀穿孔情况,以及变形破损等情况	良好——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
5.4 浮舱			
a) 结构是否完整、无破损	无破损——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
b) 打开浮舱检查口盖板,目视浮舱内部渗漏情况	无渗漏——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
c) 内表面是否清洁、有无腐蚀	表面清洁无腐蚀——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
d) 每个盖板上的锁扣插销	完好无损——5分;有轻微锈蚀损坏——3分;严重腐蚀破损——1分	5	
浮顶罐罐顶总分		140	
6 浮顶附件			
所有附件是否接地	是——10分;个别未接地——5分;普遍未接地——0分	10	
6.1 浮顶人孔			
a) 固件是否牢固、无破损	牢固无破损——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
b) 人孔壁的腐蚀和减薄	无腐蚀减薄——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
c) 盖板垫板和螺栓是否完好无损	完好无损——5分;有轻微损坏——3分;严重破损——1分	5	
6.2 导向管、量油管			
a) 垂直度和直线度,是否发生弯曲变形(直线度允许偏差不大于导向管长度的 1/1 000,且不大于 10 mm)	垂直无偏移——10分;轻微偏移,不超过 10 mm——5分;严重超过 10 mm——1分	10	
b) 是否有严重腐蚀	无腐蚀——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
c) 外表面是否有明显的硬划伤	无破损划伤——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
d) 导向平台结构是否完整,表面清洁、腐蚀、破损情况	情况良好——5分;局部/轻微腐蚀破损——3分;普遍/严重腐蚀破损——1分	5	
6.3 呼吸阀、自动通气阀			
a) 结构是否完好无损,表面无腐蚀	无腐蚀破损——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
b) 表面有无泄漏、油污现象	无泄漏、油污——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	

表 F.2 储罐全面检查表 (续)

检查内容	检查标准	总分	得分
c) 功能是否完好、有效	功能完好——5分;可工作但效率低——3分;功能破损——1分	5	
6.4 中央排水系统(中央集水坑、浮球式排水系统)			
a) 结构是否完好,有无破损	完好无破损——5分;局部/轻微破损——3分;普遍/严重——1分	5	
b) 排水槽盖或网丝的腐蚀	网丝无锈蚀——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
c) 排水槽与浮顶面板之间的焊缝上的裂纹	无裂纹——5分;个别/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
d) 运行情况	运行良好——5分;正常运行但效率较低——3分;运行较差——1分	5	
6.5 转动浮梯			
a) 踏板是否水平,有无滑动,栏杆是否牢固	牢固可靠——5分;松动不牢固——3分	5	
b) 表面腐蚀、穿孔、油漆破损的情况	无腐蚀破损——5分;局部/轻微——3分;普遍/严重——1分	5	
c) 支架与罐顶连接处的补强板	情况良好——5分;正常——3分;较差——1分	5	
d) 升降支架的运动自由度	情况良好——5分;否则——1分	5	
e) 滑轮的滚动顺滑度,腐蚀及磨损情况	顺滑无磨损——5分;轻微磨损——3分;严重磨损不顺滑——1分	5	
浮顶附件总分		110	
完整性总分		600	

## 附录 G

(资料性)

### 储(备)库风险评价报告模板

#### G.1 储(备)库设备设施风险评价报告

储(备)库设备设施风险评价报告包括如下内容：

- a) 评价概述；
- b) 储(备)库系统概述；
- c) 评价方法；
- d) 评价的假设和局限性；
- e) 危害因素识别结果；
- f) 失效可能性分析结果；
- g) 失效后果分析结果；
- h) 风险判定结果及风险削减措施建议；
- i) 风险因素敏感性和不确定性分析；
- j) 问题讨论；
- k) 结论和建议。

#### G.2 储(备)库完整性评价报告

储(备)库设备设施完整性评价报告包括如下内容：

- a) 储(备)库概况；
- b) 评价参照的法规标准；
- c) 评价使用的管道相关参数；
- d) 检测数据的统计分析；
- e) 不同类型缺陷的完整性评价；
- f) 评价结论及维修维护建议；
- g) 再检测计划建议和管道安全运行建议。

## 参 考 文 献

- [1] GB 3096 声环境质量标准
  - [2] GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分:设备通用要求
  - [3] GB 16297 大气污染物综合排放标准
  - [4] GB 19517 国家电气设备安全技术规范
  - [5] GB/T 20368 液化天然气(LNG)生产、储存和装运
  - [6] GB/T 21246 埋地钢质管道阴极保护参数测量方法
  - [7] GB/T 27921 风险管理 风险评估技术
  - [8] GB/T 35508 场站内区域性阴极保护
  - [9] GB/T 37327 常压储罐完整性管理
  - [10] GB 50160 石油化工企业设计防火标准
  - [11] GB 50183 石油天然气工程设计防火规范
  - [12] GB 50351 储罐区防火堤设计规范
  - [13] GB 50727 工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范
  - [14] GA 1166 石油、天然气管道系统治安风险等级和安全防范要求
  - [15] SY/T 6069 油气管道仪表及自动化系统运行技术规范
  - [16] SY/T 6470 油气管道通用阀门操作维护检修规程
  - [17] TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程
-