



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

成套装置完整性管理

Integrity management of units

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
4 完整性管理的原则和要素	3
5 交流沟通	7
6 技能培训	7
7 变更管理	8
8 信息管理	8
9 记录和文件管理	9
10 基于风险的管理	9
11 质量控制	17
12 检验、维修与降险	19
13 失效管理	20
14 应急管理	22
15 停用报废	23
16 效能评价	23

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。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本标准起草单位：略。

本标准主要起草人：略。

成套装置完整性管理

1 范围

本文件规定了炼油、化工、煤化工、油气集输场站、石油储备基地成套装置中静设备（压力容器、常压容器、管道、炉管、阀等）、动设备（压缩机、泵、风机等）、仪表联锁系统、电气设备全寿命周期完整性管理的内容、方法和要求，包括了设备设计、制造建设、投用运行、更新报废等环节的完整性管理内容。

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 150（所有部分） 压力容器
- GB/T 19624 在用含缺陷压力容器安全评定
- GB/T 20438（所有部分） 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全
- GB/T 21109（所有部分） 过程工业领域安全仪表系统的功能安全
- GB/T 26610（所有部分） 承压设备系统基于风险的检验实施导则
- GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
- GB/T 30578 常压储罐基于风险的检验及评价
- GB/T 35013 承压设备合于使用评价
- AQ/T 3034 化工企业工艺安全管理实施导则
- AQ/T 3049 危险与可操作性分析（HAZOP 分析）应用导则
- AQ/T 3054 保护层分析（LOPA）方法应用导则
- SHS 03001 管式裂解炉维护检修
- SY/T 5921 立式圆筒形钢制焊接油罐操作维护修理规范

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件。

3.1.1

装置完整性 units integrity

装置中各设备始终处于安全可靠的服役状态。包括以下内涵:1) 设备在结构和功能上是完整的; 2) 设备处于受控状态; 3) 设备管理者已经并仍将不断采取措施防止设备事故的发生。设备特指装置内的静设备、动设备、仪表联锁系统和电气设备。

3.1.2

装置完整性管理 units integrity management

装置管理者为保证装置完整性而进行的一系列管理活动，具体指管理者针对设备面临的不断变化的风险因素进行识别和评价，不断消除识别到的不利影响因素，采取各种风险减缓措施，将风险控制在合理、可接受的范围内，最终达到持续改进、减少设备事故，达到装置安全、经济、合理运行的目的。

3.1.3

完整性管理程序 integrity management program

对装置完整性管理活动做出指导性的流程规范，系统地指导风险评价、完整性评价、装置内设备维修维护等完整性管理工作。

3.1.4

装置完整性管理体系 units integrity management system

采用信息化技术，实现装置基础数据、工艺数据、腐蚀数据、风险数据、防腐蚀监测数据、维修数据、完整性评价数据的采集、存储、分析、腐蚀调查、风险评价、防腐蚀监测、完整性评价、维修与风险减缓、效能评价等功能的闭环系统。

3.1.5

风险管理 risk management

指导和控制风险的行为，通常包括风险评估、风险减缓、可接受风险和风险交流。

3.1.6

完整性评价 integrity assessment

通过检测、压力试验、评价或其他已证实的可以确定装置内设备状态的等同技术来确定设备当前完整性状态的过程。

3.1.7

变更管理 management of change

对可能影响装置完整性的技术、物理、程序或组织的变更及变更实施进行系统性分析，并将分析结果传达给相关部门的过程。

3.1.8

保护层分析 layer of protection analysis

通过分析事故场景初始事件、后果和独立保护层，对事故场景风险进行半定量评估的一种系统方法。

3.1.9

独立保护层 independent protection layer

能够阻止场景向不期望后果发展，并且独立于场景的初始事件或其他保护层的设备、系统和行动。

3.1.10

效能评价 performance measurement

对成套装置静设备、动设备、仪表联锁系统、电气设备执行某项活动的结果或进程质量好坏、作用大小、自身状态等效率指标的量化计算或结论性评价。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DCS	集散控制系统 (Distributed Control System)
FFS	合于使用评价 (Fitness for Service)
HAZOP	危险和可操作性分析 (Hazard and Operability Analysis)
IOWs	完整性操作窗口 (Integrity Operate Windows)
IPL	独立保护层 (Independent Protection Layer)
LOPA	保护层分析 (Layer of Protection Analysis)
PFD	工艺流程图 (Process Flow Diagram)
PID	工艺及仪表流程图 (Process and Instrument Diagram)
RBD	基于风险的设计 (Risk-based Design)
RBI	基于风险的检验 (Risk-based Inspection)
RCM	以可靠性为中心的维修 (Reliability-centered Maintenance)
SIF	安全仪表功能 (Safety Instrumented Function)
SIL	安全完整性等级 (Safety Integrity Level)

4 完整性管理的原则和要素

4.1 一般要求

4.1.1 成套装置完整性管理体系是工厂完整性管理体系的一部分，成套装置完整性管理体系必须服从、满足工厂完整性管理的各项指标与要求。

4.1.2 成套装置完整性管理的模式应以预防为主。有效的成套装置完整性管理体系应该在装置内设备发生失效前辨识危害因素和开展风险评价，根据评价结果采取相应的控制措施。

4.1.3 成套装置完整性管理应符合以下基本原则：

- a) 实施完整性管理的单位应建立符合本标准要求的成套装置完整性管理体系，并确保满足相关的法律、法规和其他要求；
- b) 成套装置完整性管理以基于风险的管理为技术支撑，覆盖成套装置全寿命周期，包括设备设计、制造建设、投用运行、更新报废等过程；
- c) 数据采集、文件管理工作应从设计期开始，并在完整性管理全过程中持续进行；
- d) 应明确完整性管理的责任部门及职责要求，并对完整性管理从业人员进行培训；
- e) 应建立针对完整性管理工作内容和效果的效能评价方法，并通过持续评价不断改进完整性管理工作。

4.2 完整性管理体系

4.2.1 使用单位应在工厂或装置设计期开始建立工厂或装置的完整性管理体系；如果准备建立完整性管理体系的时间已经处于工厂或装置的制造建设期或投用运行期，使用单位应按照本标准对制造建设期或投用运行期的完整性管理的要求实施。

4.2.2 成套装置的完整性管理体系的基本要素一般分为管理要素、技术要素和信息要素。使用单位应设定规范的流程，将管理要素、技术要素和信息要素涵盖于成套装置设备设计、制造建设、投用运行、更新报废等各个环节。

4.2.3 成套装置完整性管理体系基本要素与流程如图 1 所示。

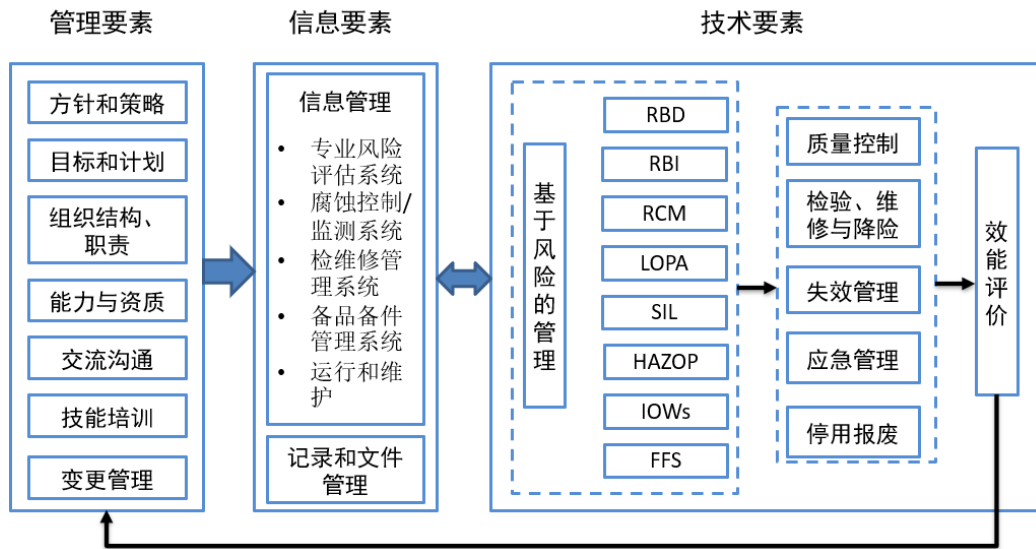


图 1 成套装置完整性管理体系的要素与流程

4.3 完整性管理要素

4.3.1 方针和策略

使用单位最高管理者应确定和批准装置完整性管理方针。方针应满足以下要求：

- a) 与装置设备和生产的特点、规模及其它的方针政策相匹配；
- b) 与装置的整体风险管理策略相一致；
- c) 遵守现行适用法律、法规、地方政策和其他合理要求；
- d) 明确表达装置实现健康、安全和可持续发展的方法，形成文件并付诸实施；
- e) 传达给所有相关方，包括现场管理人员、使用操作人员、供应商、承包商、资产所有者、客户等，分清各自的责任；
- f) 开展定期评审，持续改进，以确保方针与工厂的发展计划保持匹配和一致。

使用单位决策者应建立、实施与管理方针相匹配的设备完整性管理策略，该策略应满足以下要求：

- a) 支持设备完整性管理的方针，并与其他政策和策略相一致；
- b) 提前识别和考虑设备管理者与生产管理者生产与管理的要求；
- c) 考虑设备全寿命周期管理与某一生产周期管理的需求；
- d) 明确装置设备和设备系统管理采用的基本方法；
- e) 识别现有设备系统和关键设备的功能、绩效和状况，并拟定有针对性的风险控制方法；
- f) 定期评审并持续改进。

4.3.2 目标和计划

4.3.2.1 使用单位应建立装置设备完整性的管理目标，该目标应满足以下要求：

- a) 是定量的、可实施的；
- b) 符合法律法规、标准、规范、地方政策和企业的管理要求；
- c) 使设备风险处于企业可接受风险范围内；
- d) 适用于企业当前或之后的某一段时期；
- e) 定期评审和更新，以确保与装置的设备管理策略保持一致。

4.3.2.2 为实现使用单位设备的管理目标，使用单位应制定相应的设备管理计划，覆盖设备设计、制造建设、投用运行、更新报废等设备的全寿命周期过程。设备管理计划包括但不限于以下内容：

- a) 适用装置静设备、动设备、仪表联锁系统的风险管理、装置风险的可接受水平；
- b) 装置生产与检修的周期；
- c) 装置改、扩建和设备变更；
- d) 设备操作工况和工艺环境的改变等；
- e) 缺陷管理，包括 FFS、失效分析，并制定消除缺陷的措施；
- f) 检验、测试和预防性维修；
- g) 设备修理改造；
- h) 闲置设备启用或报废。

4.3.3 组织结构、职责

使用单位应确定与装置完整性管理相关的组织机构，参与完整性管理工作的人员应有明确的职责分工，给予从事管理、执行和考核工作人员的职责和权限，并提供完整性管理中所需的基础设施与平台；

4.3.4 能力与资质

使用单位应确保从事装置完整性管理和操作的人员具有相应的能力，设备管理人员、运行操作人员、检验、测试和维修人员等必须经过培训并具有相应资质，具备所需的技能和经验。

4.3.5 交流沟通

使用单位应当建立和保持与员工、管理层、上下游客户、相关部门、公众、应急队伍等的联系和沟通机制。交流沟通包括日常报告、信息交流以及与变更、发现异常和应急相关的通知。

4.3.6 技能培训

使用单位应当规定成套装置中压力容器、常压容器、管道、炉管、阀、泵、压缩机、仪表联锁系统、电气设备完整性管理各岗位人员的技能要求，包括管理人员、专业技术人员及其他相关人员。

使用单位应当明确压力容器、常压容器、管道、炉管、阀、泵、压缩机、仪表联锁系统、电气设备完整性管理各岗位的培训要求并制定培训计划。

4.3.7 变更管理

使用单位应当建立装置设备变更管理计划，以保证在设备变更实施前，有效识别变更对设备安全运行的潜在影响，并对变更内容进行记录和评估。

4.3.8 信息管理

为满足完整性管理的要求，使用单位应当建立装置完整性管理信息系统，通过采用信息化技术，满足数据采集、数据存储、数据分析等功能需求，用于日常的各项风险管理活动，及时掌握装置风险变化情况。信息管理内容包括但不限于：

- a) 专业的风险评估系统，用于计算压力容器、常压容器、管道、炉管、阀、泵、压缩机、仪表联锁系统的风险等级；
- b) 腐蚀控制/监测系统，用于监测与腐蚀相关的工艺介质的含量、操作参量等；
- c) 检维修管理系统，用于制定管理各类设备的检修计划、策略；
- d) 备品备件管理系统，用于备品备件存储、采购决策优化的管理系统。
- e) 运行与维护，应定期对管理系统进行清理、存储、备份、更新与维护。

4.3.9 记录和文件管理

对成套装置完整性管理体系中的重要内容应记录和管理，内容包括但不限于：

- a) 完整性管理范围和目标的陈述；
- b) 实施完整性管理的流程；
- c) 确保完整性管理有效实施和进行过程控制的相关文件和记录；
- d) 风险评估报告、完整性评价报告；
- e) 效能评价报告。

4.3.10 基于风险的管理

使用单位应开展成套装置基于风险的管理。成套装置基于风险的管理一般包括以下三个阶段：

- a) 设计期风险管理。管理方法包括但不限于：RBD，HAZOP，SIL，LOPA，RBI；
- b) 制造建设期风险管理。使用单位应建立相应的程序并配备相应的资源，使设备在采购和制造过程中质量得到有效控制，且满足法律、标准、规范和设计文件的要求；
- c) 投用运行期风险管理。管理方法包括但不限于：RBI，HAZOP，RCM，SIL，LOPA，IOWs，FFS。

4.3.11 质量控制

使用单位应识别风险并制定装置各类设备寿命周期内安全运行的质量控制措施，建立和实施相应的质量保证程序和控制标准，并覆盖设备设计、制造、采购、运行整个设备寿命周期。

使用单位还应对供应商、承包商进行资格和能力审查。

4.3.12 检验、维修与降险

使用单位应当通过检修/维护措施保证装置中压力容器、常压容器、管道、炉管、阀、泵、仪表联锁、电气设备的完整性，降低安全使用风险。检修/维护与降险措施包括定期检验、预知维修、在线监测/检测和其他措施。采用何种检修维护降险措施及其优先等级应当通过 RBI，RCM，SIL，FFS 的结果确定。

4.3.13 失效管理

使用单位应建立压力容器、常压容器、管道、炉管、阀、泵、压缩机等设备的损伤及失效管理信息数据档案和调查处理程序。数据档案包含损伤机理识别和实际失效分析两部分。失效事件发生后，按规定程序进行事件分析和调查，并根据具体情况建立相应的纠正或预防措施，有效控制偏离完整性管理预期的事件。

4.3.14 应急管理

使用单位应当根据成套装置中压力容器、常压容器、管道、炉管、阀、泵、仪表联锁系统、电气设备可能存在的失效原因和失效后果制定包括应急物资准备、应急处置流程等内容的应急管理方案。

4.3.15 停用报废

如装置中设备不能满足安全运行要求，修复也不具备经济性，应当通过安全和环保的方式对设备进行更换报废处理。

4.3.16 效能评价

使用单位应当定期对 RBI, RCM, SIL, LOPA, IOWs, FFS 等技术应用进行效能评价，并编制效能评价报告。根据效能评价结果，完善基于风险的管理方案、应急管理方案等，提升完整性管理体系的有效性。

5 交流沟通

5.1 成套装置使用单位应制定和实施沟通计划以保证使用单位相关人员、监管部门和公众能够获知其完整性管理相关工作和成果。信息的交流沟通可以是定期的，也可根据需要开展。

5.2 使用单位应及时将下列信息与相关单位进行交流沟通：

- a) 设备投用前、投用后的重大改造与报废应向当地监管单位登记备案；
- b) 工艺变更前应告知设计或风险评估单位；
- c) 开展成套装置风险评估前应告知当地监管单位；
- d) 停工检验前应通知检验单位；
- e) 完整性管理策略应及时告知评估单位。

5.3 使用单位应及时从相关单位获取装置完整性管理信息：

- a) 工艺变更后的风险变化情况；
- b) 设备的故障原因分析；
- c) 装置的风险排序与损伤机理分布；
- d) 停工检验的检验策略。

6 技能培训

6.1 从事成套装置完整性管理的相关人员应进行完整性管理相关内容的培训，按分工不同，应具备相应的技能：

- a) 完整性管理规定；
- b) 数据与信息管理的；

- c) 损伤模式识别与风险评估;
- d) 设备检测与结果评价;
- e) 设备缺陷修复管理;
- f) 装置日常管理。

6.2 使用单位应编制并执行对完整性管理人员的培训大纲, 定期审查培训计划。当新标准、法规发布, 新设备、新工艺程序或新管理制度实施时, 应对培训大纲进行审查, 并根据需要予以修订。

6.3 完整性管理人员在掌握理论知识, 具备相应的技能后, 还需对其能力进行必要的考核。

6.4 完整性管理人员应定期接受培训, 以更新其岗位知识和技能。

7 变更管理

7.1 使用单位应制定变更管理程序, 以规范装置的各种变更活动。

7.2 装置的变更包括但不限于如下内容:

- a) 设备材质、结构、型号发生变化;
- b) 设备相关的操作参数发生变化;
- c) 设备用途、位置发生变化;
- d) 设备的维护方法、应急响应措施发生变化;
- e) 仪表、联锁和其他安全附件摘除、更换或增加。

7.3 变更管理的过程至少应包括:

- a) 变更申请;
- b) 变更的风险评估;
- c) 变更方案的制定与审批;
- d) 变更前与变更结束后的告知并对相关人员进行培训;
- e) 变更实施的检查、跟踪和验收;
- f) 整个变更完成后应形成档案并存档;
- g) 定期追踪评价变更效果。

8 信息管理

8.1 一般要求

8.1.1 成套装置使用单位应根据完整性管理的需要, 建立一套针对静设备、动设备、仪表连锁系统风险评估, 腐蚀控制/监测, 日常检维修的信息管理系统。

8.1.2 信息管理系统的数据来源可以由装置使用单位组织人员收集, 也可以委托其他有资质的单位收集整理计算, 使用单位应指定专人负责日常维护与管理。

8.2 信息管理构成

8.2.1 使用单位应建立装置完整性管理的信息系统, 对装置中包含的静设备、动设备、仪表连锁系统、电气设备的使用管理、运行维护、检验修理、备品备件、更新报废进行全过程管理, 信息管理系统应包括但不限于:

- a) 压力容器、常压容器、管道、炉管、安全阀的风险评估系统;

- b) 泵、压缩机的风险评估系统；
- c) 安全完整性等级评估系统；
- d) 腐蚀控制/监测系统；
- e) 检维修管理系统；
- f) 备品备件管理系统。

8.2.2 信息管理系统可以是一个整体的系统，也可以分为各个类别的管理分系统。信息管理系统可以根据使用单位的需求自行研发，也可以购买相关的管理软件，并进行安装与使用培训。

8.3 信息管理系统的日常运行和维护

8.3.1 使用单位建立信息管理系统后应由专人定期对系统进行更新与维护，保持系统的正常运行，并设置查阅、使用和管理权限，保证系统数据的可靠、准确。

8.3.2 使用单位应指定完整性管理成员不断完善与补充管理系统的的数据与信息，当发生下列情形或使用单位认为有必要时，应对系统的数据与信息及时调整：

- a) 装置改造；
- b) 工艺变更；
- c) 设备变更或报废；
- d) 防腐蚀策略发生变化；
- e) 补充在线检测数据；
- f) 进行停车检验；
- g) 发生失效事故；
- h) 检维修策略调整；
- i) 重要岗位人员调动。

9 记录和文件管理

9.1 记录和文件分为纸质文件与电子文档两类，应按照记录文件的要求与重要性明确存档保管负责人员、文件保存年限、更新周期、传递对象与范围。

9.2 完整性管理的记录与文件应进行整理分类管理，主要包括但不限于以下文档资料：

- a) 装置完整性管理的程序文件，如管理方针、管理细则或相关规定、培训记录与资质等；
- b) 装置完整性管理技术文件，如检验检测报告、风险评估报告、运行维护记录、事故分析、效能评价报告等；
- c) 装置基础文件，如设计制造文件、采购信息、变更改造文件、报废文件等。

10 基于风险的管理

10.1 一般要求

10.1.1 使用单位应在设备全寿命周期的各阶段识别风险并评估其影响因素、后果及可能性，减少由于设计不合理、施工不当、操作不当导致存在难以消除的缺陷或者装置风险偏高的情况，并对这些风险进行优化管理，使风险控制在可接受的水平。

10.1.2 成套装置基于风险的管理应遵循以下原则：

- a) 成套装置应考虑分别采用设计阶段、制造建设阶段、投用运行阶段三个阶段的风险管理策略与方法，并将基于风险的管理的要求作为装置各阶段技术方案优化和决策的依据；
- b) 对风险管理技术本身的范围、性质和时间节点等进行规定，以确保实施正确的、有针对性的风险管理技术；
- c) 根据装置的使用情况，适时调整基于风险的管理策略；
- d) 基于风险的管理策略应与本企业的操作经验和风险控制能力相符合；
- e) 对基于风险的管理过程进行监控，确保其实施的有效性和及时性。

10.2 风险管理技术的分类

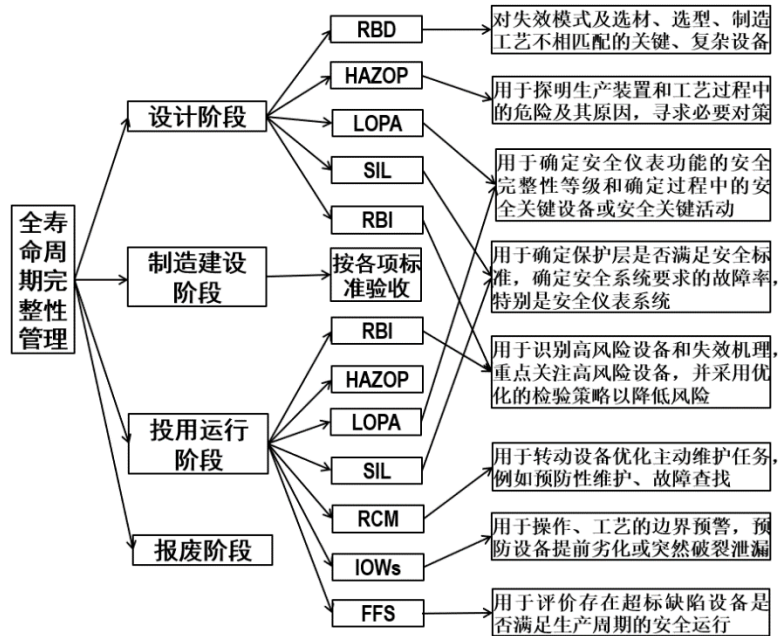
使用单位装置在设备设计、制造建设、投用运行、更新报废等过程应结合完整性管理的目标，选择适合的基于风险的管理技术。基于风险的管理技术包括但不限于以下技术：

- a) **RBD** 主要用于识别设备的失效模式和风险，并根据设备的失效模式和风险向设计单位提出设计、制造、安装关键技术要求，包括选材、结构选型（或配管）、钢材订货技术要求、焊接工艺技术要求、热处理及无损检测技术要求等。
- b) **HAZOP** 是以系统工程为基础的一种可用于定性分析或定量评价的危险性评价方法，用于探明生产装置和工艺过程中的危险及其原因，寻求必要对策。可用于找出出现变动与偏差的原因，明确装置或系统内及生产过程中存在的主要危险、危害因素，并针对变动与偏差的后果提出应采取的措施。
- c) **RBI** 用于优化成套装置静设备的检验周期和检验方法，例如，压力容器、常压储罐、管道及泄压装置。
- d) **RCM** 用于优化主动维护任务，例如预防性维护、故障查找。通常适用于动设备的功能故障分析，如压缩机、泵、风机等；
- e) **LOPA** 是在危害分析基础上，进一步评估保护层的有效性，并进行风险决策的系统方法。其目的是确定是否需要额外的 **IPL**，使风险控制在可接受的水平。
- f) **SIL** 用于评价装置设备及工艺过程的风险，确定连锁系统需要多高的等级，评估实际连锁达到了何种等级，是否满足设备的风险控制要求，实现满足安全又避免误跳车的目的；
- g) **FFS** 用于评价存在超标缺陷设备是否满足生产周期的安全运行，是延长设备使用寿命的一种方法；
- h) **IOWs** 通过预先设定并建立一些操作边界、工艺参数临界值，使操作或工艺严格控制在这些界定的范围内，起到预防设备提前劣化或发生突然破裂泄漏的作用，提高设备运行的可靠性。

10.3 风险管理技术的选取

10.3.1 使用单位基于风险的完整性管理技术应用应贯穿装置设备设计、投用运行周期，可选用 **RBD**, **RBI**, **RCM**, **HAZOP**, **IOWs**, **LOPA**, **SIL**, **FFS**，具体选取路线见图 2。

10.3.2 使用单位通过基于风险的管理技术对设备系统或工艺系统的选材、性能、风险、操作、检验、可用性、可靠性、可维护性进行评估、论证和审查。



10.4 数据采集与管理

10.4.1 基于风险的管理所需数据的采集与管理一般要求:

- a) 充分考虑装置设计、制造建设、投用运行、更新报废各阶段的数据要求, 为投用运行阶段成套装置完整性管理提供基础数据;
- b) 装置各个阶段的数据应当实时采集和整合, 保持最新的版本并具有可追溯性;
- c) 装置各个阶段所产生的数据应当根据成套装置完整性管理数据要求, 及时完整地纳入数据管理系统。

10.4.2 成套装置各个阶段的数据包括: 设计数据、施工数据、检测与验收数据、日常运行维护数据、更新报废数据等, 此外, 还包括测绘记录、环境数据、财务数据、失效分析、FFS 评价、应急预案等。

10.4.3 成套装置数据采集与管理的质量要求:

- a) 保证数据质量和数据的真实性;
- b) 确保采集的数据是在有效时间范围内;
- c) 各阶段的数据应满足完整性管理对数据的统一要求, 建立起变化趋势的逻辑关联。

10.4.4 成套装置基于风险的管理所需的数据应涵盖装置设计、制造建设、投用运行、更新报废的信息与数据; 与压力容器、管道、阀、常压储罐损伤机理识别、失效可能性与失效后果计算的相关数据; 与仪表 SIL 相关的数据; 与泵、压缩机、风机等动设备以可靠性为中心维修的相关数据, 采集与管理的主要内容包括但不限于以下内容:

- a) 工厂及装置的通用数据, 包括当地气候、地质条件、计划与非计划停车、工艺稳定性、管理水平、应急预案、消防措施;

- b) 设计与制造数据、竣工图、装配图、管道单线图、质量保证书，包括设计与制造规范、设备与管道的规格、设计温度、压力、材料、设计使用寿命、焊后热处理、仪表的型号参数、联锁逻辑、冗余设置；
 - c) 工艺数据、工艺操作规程、PFD、PID、DCS 存储数据，主要包括与流体有关的物性参数：流体组份及含量、流速、pH 值、操作温度、操作压力、相态、液位；
 - d) 检维修数据、历史检验数据、失效分析数据，包括检验或分析单位、检验时间、检验方法、检验有效性、实测壁厚数据、应力腐蚀裂纹检测结果、材质劣化情况、机械损伤情况；
- 10.4.5 风险管理的数据应能随时调档或读取，满足信息化管理的要求，包括：
- a) 应当采用结构化的实体数据模型，实现全寿命周期数据的管理和有效维护。
 - b) 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。
 - c) 文档、图片、视频等非结构化数据的存储应建立文件清单。非结构化数据应保证提交数据和文件清单相一致。
 - d) 应当采取管理措施保证数据的准确性和有效性。

10.5 RBI

10.5.1 定量风险计算

压力容器、管道、炉管、安全阀定量风险计算的方法及过程按 GB/T 26610.1~5 的要求进行；常压储罐定量风险计算的方法及过程按 GB/T 30578 的要求进行。

10.5.2 风险可接受准则

10.5.2.1 风险的可接受水平由使用单位根据自身情况确定。依照风险计算结果对装置进行风险排序，一般应将“高风险”和“中高风险且高失效可能性”的设备列入使用单位风险不可接受范围。

10.5.2.2 风险可接受准则可以随着使用单位管理水平的变化进行适当的调整。

10.5.3 风险控制措施建议

10.5.3.1 当风险判定认为风险不可接受时，则需要提出有针对性的风险控制措施建议，起到降险的作用。

10.5.3.2 风险控制措施包括降低失效可能性的措施和降低失效后果的措施。

10.5.4 风险再评估

10.5.4.1 装置风险评估的时间间隔应根据装置完整性管理的要求来确定。

10.5.4.2 如果装置的介质、操作工艺发生改变导致损伤机理和损伤速率发生变化时，应当重新进行风险分析。

10.5.4.3 当装置进行一次全面检验后，应对前期进行的风险评估进行一次验证评估，修正评估结果。

10.6 RBD

10.6.1 一般要求

10.6.1.1 设备设计者应根据相关法规或使用单位要求编制针对压力容器预期使用状况的风险评估报告。设计者应充分考虑设备在各种工况条件下可能产生的失效模式，在材料选择、结构设计、制造检验要求等方面提出安全措施，防止可能发生的失效。

10.6.1.2 设计者应向使用单位提供制定设备事故应急预案所需要的信息。

10.6.1.3 RBD 分析小组可以按照 GB/T 26610.1~5 和 GB/T 150 实施分析。

10.6.2 制定原则和程序

10.6.2.1 设计阶段风险评估主要针对危害识别和风险控制。

10.6.2.2 设计阶段风险评估按以下程序进行：

- a) 根据使用单位设计条件和其他设计输入信息，确定设备的各种使用工况；
- b) 根据各种使用工况的介质、操作条件、环境因素进行危害识别，确定可能发生的危害及其后果；
- c) 针对所有危害和相应的失效模式，说明应采取的安全防护措施和依据；
- d) 对于可能发生的失效模式，给出制定事故应急预案所需要的信息；
- e) 形成完整的风险评估报告。

10.6.3 预防措施的制定

使用单位应根据设计者提供的风险评估报告，制定相应的事故应急预案，配备合适的人员防护设备和措施。

10.7 HAZOP

10.7.1 对装置中潜在的危险进行识别，并识别潜在的可操作性问题，定性或者定量地判定风险等级，按照 AQ/T 3049 开展分析。

10.7.2 使用单位应由本单位或聘请第三方机构在装置设计阶段完成危险与可操作性分析。

10.7.3 危险与可操作性分析小组应由多名工艺、设备、防腐、电气专家组成。

10.7.4 装置风险的可接受准则通常根据行业平均水平以及结合企业自身特点综合确定。根据风险分析结果可将风险分为重大风险、较大风险、一般风险和低风险。其中重大风险与较大风险不可接受，必须对此类风险采取降低和/或控制措施。

10.8 RCM

10.8.1 RCM 是完整性管理系统中针对动设备的一种技术方法，主要适用于压缩机、泵等。

10.8.2 采用 RCM 可以达到动设备检修安全与经济性的统一，考虑设备故障性后果的严重程度，配以先进的检测和监测技术，提出改进性维修策略，减少设备维修台数和停用时间，提高机械设备的可利用率，降低维修成本。

10.8.3 RCM 中故障性后果分类和处理原则如下：

- a) RCM 中故障性后果可以分为五种：
 - 1) 安全性后果：故障会引起人员伤亡后果或导致违反相关法律、法规；
 - 2) 环境性后果：故障会引起环境受损或导致违反相关法律、法规；
 - 3) 隐蔽性故障后果：对设备运行没有直接影响，但可能导致严重的、甚至灾难性的故障后果；

- 4) 使用性后果：影响到正常使用，导致如停产、产量下降、次品率提高等后果；
- 5) 非使用性后果：只涉及直接维修费用的故障后果。
- b) 对故障性后果的处理原则应满足以下要求：
 - 1) 对于安全性后果与环境后果：必须进行预防维修，如果预防维修不能满足要求，即不能将该故障的危害降低到一个可接受的水平，必须重新设计或改变工艺流程；
 - 2) 对于隐蔽性故障后果：应进行预防性维修；
 - 3) 对于使用性后果与非使用性后果：可根据维修效果与维修费用，来决定选择采用事后维修、状态维修、预防维修或改进设计；
 - 4) 维修的经济性：预防故障的维修任务经济上必须是合理的；
 - 5) 设计中考考虑维修性原则，即尽量满足标准化、模块化、互换性的要求，易于故障查找和识别。
- 10.8.4 RCM 方法应对每一台设备进行下列问题的讨论：
 - a) 在现行的使用环境下，设备的功能及相关的性能指标是什么？
 - b) 什么情况下设备无法实现其功能？
 - c) 引起各故障的原因是什么？
 - d) 各故障发生时会出现什么情况？
 - e) 什么情况下各故障至关重要？
 - f) 做什么工作才能预防各故障？
 - g) 找不到适当的预防工作应怎么办？
- 10.8.5 RCM 的基础信息包括以下内容：
 - a) 设备的工作原理、原始设计图纸及说明书；
 - b) 性能指标、任务剖面及工作环境；
 - c) 关键零部件及其失效模式；
 - d) 故障发生过程及后果；
 - e) 设计可靠性数据及现场使用数据；
 - f) 已有的维修记录，包括维修任务的执行情况、故障发生频率、检测方法、维修效果及费用等。
- 10.8.6 实施 RCM 的基本工作流程如下：
 - a) 系统划分与资料收集；
 - b) 建立维修历史数据库；
 - c) 建立分析模型，对系统进行安全影响重要度评级；
 - d) 功能、故障、故障后果分析；
 - e) 按逻辑决断图确定维修项目和维修工作类型；
 - f) 制定维修计划；
 - g) 执行维修计划；
 - h) 评价维修效果；
 - i) 将维修情况反馈至维修数据库。
- 10.8.7 实施 RCM 的系统分组可以按照 IOWs 过程中的腐蚀回路分组进行划分。
- 10.8.8 RCM 故障概率可接受水平由工厂根据自身的生产情况提出。

10.8.9 RCM 实施完毕后将相关数据和报告纳入完整性管理系统数据库内，并对其提出的维修措施和维修后运行情况进行持续的评价。

10.9 LOPA

10.9.1 LOPA 技术常用于确定安全仪表功能的安全完整性等级和确定过程中的安全关键设备或安全关键活动，按照 AQ/T 3054 开展分析。

10.9.2 LOPA 基本程序包括：

- a) 确定事故类型。
- b) 确定初始事件，并估计每个事故初始事件的发生概率。
- c) 识别每个事故后果，估计其严重性。
- d) 确定每个事故的 IPL，评估其失效可能性。
- e) 风险评估与决策。确定是否需要一个安全仪表功能或确定所需要的性能，以使风险水平处于可接受范围。

10.10 SIL

10.10.1 一般要求

为加强化工安全仪表系统管理，防止和减少危险化学品事故发生，应对新建项目以及在役装置开展安全仪表系统的 SIL 评估工作。

10.10.2 制定风险控制目标

10.10.2.1 风险控制目标是衡量装置实际风险水平是否满足控制要求的关键指标，是开展 SIL 评估的基础。通常根据行业平均水平以及结合企业自身特点综合确定风险矩阵。依据该风险矩阵，对于特定的危险情况针对引发危险的初始事件频率及后果，可以确定相应的风险水平，通常分为重大风险、较大风险、一般风险和低风险。其中重大风险与较大风险不可接受，应对此类风险采取降低和/或控制措施。

10.10.2.2 企业可以随着管理水平、自身特点的变化以更高的要求对风险控制目标进行科学调整。

10.10.3 过程危害及危险分析

对联锁相关工艺单元进行过程危害及危险分析（可采用诸如 HAZOP 之类的分析技术，对于已开展过 HAZOP 分析的装置，可直接对分析成果加以利用），并用于安全仪表系统的充分必要性分析。

10.10.4 确定所需要的安全完整性等级

在过程危害及危险分析的基础上，对 SIF 进行识别（包括明确 SIF 的保护功能、目的等），并运用 LOPA 或其他适合的分析技术识别各联锁回路关联的 IPL，对安全功能进行分配，进而确定装置对安全仪表系统的各 SIF 回路的实际需求、以及 SIF 回路所需的安全完整性等级。

10.10.5 定量评估安全完整性等级

10.10.5.1 根据安全仪表系统的实际配置情况，并结合装置的其它相关信息，进行 SIF 的可靠性计算与 SIL 定级。按照 GB/T 21109、GB/T 20438 开展评估工作。

10.10.5.2 当涉及可靠性的定量计算时可采用较为简便的故障树分析方法或者更为完善的马尔可夫（Markov）模型计算。

10.10.5.3 通过定量评估当前联锁设置所能达到的安全完整性等级，并结合相关联的保护层分析及风险可接受矩阵，确定当前联锁设置能否满足风险控制要求。

10.10.6 提出风险降低措施

10.10.6.1 当风险分析认为具有不可接受的风险时，需提出有针对性的风险管控措施，通常从降低危险发生的可能性和降低危险后果两个方面着手。

10.10.6.2 针对安全仪表系统中存在的不能满足风险控制要求的联锁回路，从仪表的选型、冗余的改造与设置、仪表的日常维护、保护层的充分必要性、工艺变更的可能性等多个角度进行综合分析，提出合理可行的改进建议及措施。

10.10.7 联锁回路优化

在满足风险控制要求的前提下，通过对各联锁回路的过度保护及误跳车情况进行分析，提出相应的降低装置误跳车的优化措施，从而进一步提升装置的运行水平。

10.10.8 SIL 再评估

如果装置的介质危害性、操作工艺条件或者安全仪表系统等安全设施发生改变时，应当重新进行风险分析并展开 SIL 评估。

10.11 IOWs

10.11.1 腐蚀回路划分

10.11.1.1 按腐蚀回路划分原则，将装置划分成若干个腐蚀回路，每个腐蚀回路具有相同的损伤机理，并对每种损伤机理进行分析。

10.11.1.2 对装置内的腐蚀回路进行风险排序，按可接受风险原则，选择不可接受风险的腐蚀回路，分析影响腐蚀回路风险的主导损伤机理及关键因素。

10.11.2 操作窗口设置

10.11.2.1 根据装置完整性管理需求，在运行周期内设定合理的操作控制指标，该指标应能确保装置在某生产周期内的安全运行。

10.11.2.2 操作窗口控制指标可以分为两个等级：临界值与标准值，按控制因素的重要程度进行定义。临界值与标准值必须是定量的、可控的。

10.11.2.3 如果装置的介质、操作工况、设备材质发生改变导致损伤机理和损伤速率发生变化时，应当重新定义 IOWs。

10.11.3 操作窗口预警

操作窗口应具备预警功能，当装置运行工况超出预先设定的控制指标时，能及时发生报警并通知相关管理人员，管理人员应根据操作窗口的紧急程度进行判断与处理。

10.12 FFS

10.12.1 监控试用期满的压力容器，或者定期检验发现严重缺陷可能导致停止使用的压力容器，应当对缺陷进行处理。缺陷处理的方式包括采用修理的方法消除缺陷或者开展 FFS。

10.12.2 FFS 可按照 GB/T 19624 和 GB/T 35013 开展评价工作。

11 质量控制

11.1 一般要求

11.1.1 使用单位应制定装置寿命周期活动的质量控制措施，建立和实施相应的质量控制程序和控制标准，并覆盖整个装置设计、制造建设、投用运行周期。

11.1.2 质量控制要求应与成套装置基于风险的管理方法相结合，对装置设计、制造建设、投用运行的各个阶段提出完整性管理的质​​量控制要求。

11.2 设计阶段质量控制

11.2.1 设计阶段一般包括概念设计阶段、可行性研究阶段、初步设计阶段、详细设计阶段，企业应根据不同的设计阶段制定相应的质量控制措施，这些措施至少应包括以下内容：

- a) 经过审核批准的设计基础文件（包括设计和操作条件、技术要求等内容）和其他对设计适用性、安全环保性和经济性进行审查所需要的文件；
- b) 设计单位/人员的能力、经验和资质符合要求；
- c) 有明确、详细的设备制造、安装和维护相关的技术条件及质量要求；
- d) 承包商/供应商资质经过评估符合法律、标准、规范以及企业自身的要求。

11.2.2 设计阶段的完整性管理需确定以下内容：

- a) 导致关键系统（或组件、机组）重大故障的因素；
- b) 制造、建造、生产可靠性、安全性、高效率的关键参数；
- c) 重要的操作极限和启动条件；
- d) 适当的计划性维修任务；
- e) 必要的腐蚀防护方案；
- f) 必要的备品备件。

11.2.3 设计阶段可对成套装置中的静设备、动设备、仪表连锁系统开展 RBD, RBI, LOPA, SIL, HAZOP 评估与分析，评估可能出现的风险因素和控制措施，一般包括以下内容：

- a) 识别设备与管道的失效模式和风险，并根据设备与管道的失效模式和风险提出设计、制造、安装关键技术要求，包括选材、结构选型（或配管）、钢材订货技术要求、焊接工艺技术要求、热处理及无损检测技术要求等；
- b) 划分装置腐蚀回路、制定腐蚀手册，对装置设备与管道进行风险排序，提出装置在线监测部位与监测方法；
- c) 对装置工艺流程初步设计进行审查并识别装置工艺风险，明确装置或系统内及生产过程中存在的主要危险、危害因素，并针对变动与偏差的后果提出应采取的措施，避免装置工艺波动或异常影响设备安全；
- d) 考虑腐蚀、疲劳、热应力等影响因素，合理选择常压储罐材质、壁厚、防腐等，并依据设计考虑的工况，对常压储罐材质及壁厚进行校核；考虑材质及焊接工艺对环境温度、湿度等的敏感性，保证储罐材料及焊缝在以后的运行环境中不产生异常损伤。

11.3 制造建设阶段质量控制

11.3.1 制造建设阶段成套装置完整性管理质量控制目标是保证新建成套装置的建设安装质量，减少由于建设施工不当造成的成套装置风险高或者难以改变的隐患。

11.3.2 使用单位应建立相应的完整性管理程序并分配配套的资源，以使设备在采购和制造过程中质量得到有效控制，满足法律、标准、规范和设计文件的要求，这些程序和资源至少应包括：

- a) 评估供应商是否具备按照法律、标准、规范和设计文件以及使用单位的有关要求提供服务的能力；
- b) 使用单位应向制造商或供货商提供设备的质量合格要求、性能与规格要求、保养与维修保证、制造或供货期限及使用单位的其它要求；
- c) 使用单位应对设备开展风险评估，对处于高风险和高后果区的设备的制造过程质量状况进行检查和检测，或在委托监造时对受托监造的单位 and 人员进行监督检查，以确保制造商的质量控制符合上述要求；
- d) 上述质量检查过程中发现的所有不符合项应得到制造商的确认和修复，修复后应进行复验，制造商应记录检查过程、不符合项、修正措施和验证结果，作为设备质量证明文件的一项内容交付使用单位。

11.3.3 使用单位应对制造商或供货商提供的压力容器、常压容器、仪表、动设备的材质、性能及相关资料进行验收，验收的内容一般包括但不限于以下内容：

- a) 设备制造单位应提供设备质量证明书和使用说明书。使用单位在设备运输到达安装地点时，应审查相应的随机出厂资料，出厂资料应满足相应的国家法规标准的要求。
- b) 对装置内主要设备的压力容器或其它重要设备，使用单位应由本单位或聘请第三方机构在制造厂实施监造，内容包括对设备下料、焊接、无损检测、热处理、水压试验、最终调试等环节实施监督制造。在设备运输至现场安装前，使用单位相关设备管理人员应对其进行宏观检查，必要时实施无损检测。
- c) 材质验收主要根据相关材料应遵循的法规标准对其材质、原始壁厚、力学性能、金相组织状态等相关内容进行验收。
- d) 材质验收包括对管道组成件和不属于管道组成件的阀、法兰、螺栓、金属软管、膨胀节、支吊架的验收。以上材料的供应商应提供材料质量证明文件，有特种设备制造许可要求的材料应提供特种设备制造许可证书。
- e) 材质验收采用的方法主要有定量和半定量光谱分析、超声波测厚、拉伸和弯曲力学性能试验、扫描电镜检测、金相检测等。
- f) 对用于高温高压、临氢环境服役的和用于复杂腐蚀性环境服役的低合金、不锈钢、镍基合金、钛合金、铝合金等材质的材料应在入厂安装前进行材质验收，验收项目至少包括半定量光谱分析、超声波壁厚检测（炉管、管子和管件）。
- g) 对有焊后热处理要求的设备与管道应在热处理后进行焊接质量验收。

11.4 投用运行阶段质量控制

11.4.1 投用运行阶段成套装置完整性管理的目标是提升成套装置生产过程的本质安全，降低运行过程中因设备腐蚀损伤、操作失误、联锁失效或误跳、漏检过检等因素造成的成套装置风险。

11.4.2 投用运行阶段成套装置完整性管理重要的质量控制环节至少应包括：

- a) 投运前的技术文件、安全管理程序、应急预案的确认，设备风险的识别，工艺的过程危害分析，高风险区域的风险监测；

- b) 运行过程中设备档案、运行记录、操作规程、维护规程、应急预案的完善与更新，系统风险的识别，工艺的过程危害分析，操作边界的确定与实施，高风险区域的风险监测；
- c) 运行期以可靠性为中心的修理计划与方案的制定，基于风险的检维修周期与检验策略制定，基于风险分析的备品备件管理措施制定，更新或改造的风险分析；
- d) 供应商、承包商、检维修单位的资质、能力评价。

12 检验、维修与降险

12.1 一般要求

12.1.1 成套装置压力容器、常压容器、管道、炉管、安全阀与仪表的检（校）验周期应满足国家或地方特种设备检验规程、技术规范的要求，通过基于风险的检验技术可以调整成套装置停工检验周期。

12.1.2 应采用有效降险措施来减小风险评估结果中的不可接受风险。降险措施从减小失效可能性和/或失效后果两方面进行考虑。

12.1.3 有效降险措施可能包括结构改变（如壁厚）、工艺条件改变（如原料的改善）、在线监测/检测、维护和修理、制定应急预案等方法。

12.2 检（校）验周期

12.2.1 成套装置压力容器、管道可通过基于风险的检验，制定符合生产要求的检验维修的时间与周期，根据装置风险等级，检验周期一般不超过 9 年或剩余使用寿命的一半。

12.2.2 常压储罐群应制定一个合理的开罐检验周期和检验顺序，可以通过最大腐蚀速率和剩余使用寿命确定下次开罐检验时间，也可以通过风险评估与声发射检测等方法确定下次开罐检验时间，具体可按照 GB/T 30578 和 SY/T 5921 执行。

12.2.3 安全阀的校验周期通常是一年，也可以通过对成套装置安全阀风险评估来调整校验周期，根据风险等级与排序，校验周期一般为 1~4 年。

12.3 检（校）验方法、内容

12.3.1 压力容器、管道检验应依据设备的失效模式和损伤机理来确定检验方法，具体按照 GB/T 26610.1~5 的要求执行。

12.3.2 常压储罐的评估与检测按照 GB/T 30578 执行。

12.3.3 管式裂解炉维护检修按照 SHS 03001 执行。

12.3.4 动设备检验、检测内容包括但不限于以下内容：试车检查，润滑油定期检验，机泵定期切换试运，基本运行状态监测，大型机组状态监测与故障诊断，冬季防冻防凝检查等。

12.3.5 仪表检验、检测内容包括但不限于以下内容：外观检查、示值检测、密封检测、供电检测、接线检测、可燃有毒报警器与分析仪表定期标定、检定，联锁回路定期校验、控制仪表系统功能测试，SIL 评估、定级、验证等。

12.3.6 电气设备检验、检测内容包括但不限于以下内容：电机的状态监测、电气设备预防性维修及试验、电气设备红外检测、变压器油位检查、设备放电检测、防雷防静电检测等。

12.4 降险措施

12.4.1 对装置运行周期内存在使用单位不可接受风险的，应当采用有效降险措施将装置风险控制在可接受范围内。

12.4.2 降险措施可以通过降低装置失效可能性或减小装置失效后果两个方面考虑，降险措施的实施可以是在线的，也可以是停工期间。

12.4.3 装置常用的降险措施包括，但不限于：

- a) 改善加工原料；
- b) 调整工艺条件或操作环境；
- c) 增加在线监测、检测；
- d) 提高设计标准，优化设备结构、材质；
- e) 提升维护和修理等级；
- f) 制定应急预案，提高消防水平；
- g) 缩短检修周期，提高检验有效性。

12.5 日常巡检

12.5.1 根据风险评估和完整性评价等结果，结合相关管理规定，制定装置、罐区日常巡护方案，明确巡护的内容、频次和重点部位，高风险区域应作为巡护的重点。

12.5.2 日常巡检发现的异常和变化应及时记录和上报，并跟踪处理结果。

12.6 缺陷修复

12.6.1 无法通过降险措施将风险降至可接受水平或完整性评价结果为不可接受缺陷的，使用单位应制定合理的修复方案，降低风险或修复缺陷。

12.6.2 对临时修复的缺陷应及时永久修复。

12.6.3 应急状态下的缺陷抢修，应制定应急抢修程序，详细规定安全措施和抢修工艺。

13 失效管理

13.1 一般要求

13.1.1 成套装置使用单位应建立失效调查分析程序，收集与失效相关的各类信息，分析造成设备失效的根本原因和直接原因，提出预防类似失效的措施。

13.1.2 装置使用单位应当建立失效信息数据库，汇总潜在和已发生的失效事件，以支持失效事件的统计和管理。

13.1.3 成套装置完整性管理中的失效管理一般应包含：失效信息数据库、失效原因分析、纠正与预防措施、失效事件风险评估报告、管理评价。

13.2 失效信息数据库

13.2.1 成套装置使用单位应建立装置设备相关失效事件的信息库，汇总单位内部设备失效事件发生的种类、基本情况介绍等内容，建立设备失效的管理机制。

13.2.2 使用单位应对装置设备失效事件进行统计，并为装置完整性管理提供基础数据。

13.2.3 事件的收集应建立统一的事件标准和统一的信息收集要求，包括事件的等级划分标准、事件原因划分方式、事件后果计算方法等。事件的收集应全面，减少漏报，同时应对事件进行筛选，以剔除不符合条件的事件。

13.2.4 统计分析人员要对数据进行审核，以减少可疑数据。

13.2.5 失效信息数据库应定期分析事件趋势，确定事件重发起因或重复事件，也可以按照失效事件后果或潜在后果对事件进行排序，找出多个事件之间的共同点。

13.3 失效原因分析

13.3.1 发生装置设备失效事件时，使用单位应组织人员分析调查，建立合理有效的事件调查程序，收集与事件相关的背景资料，掌握事件发生的经过和原因。依据失效事件的发生频率和后果，对失效进行分级处理。

13.3.2 对于后果严重、风险高的失效事件分析宜由多个部门人员共同参与。

13.3.3 执行事件调查和分析的人员，应当具有相应的专业能力和调查技能，必要时可聘请外部专业机构或专家进行。

13.3.4 失效原因分析应与应急管理要素相结合，保证重要的数据、证据、试件等得到保护。

13.3.5 根据现场调查结果及收集到的背景资料，结合试验结果进行综合分析，以判断失效模式，找出失效的原因。使用单位应依据失效原因分析查找完整性管理存在的不足并加以改进。

13.3.6 事件调查和分析的程度，应根据事件的后果决定，保证在调查时，在调查地点能获得所需的资源和设施。

13.3.7 必要时进行失效试件的采集和试验分析。失效试件的试验分析可采用但不限于以下方法：

- a) 断口分析；
- b) 成分分析；
- c) 材质和缺陷分析；
- d) 模拟分析等。

13.3.8 失效分析结果以及由此引起的完整性管理方案的变更应作为应急管理文档的一部分进行存档。

13.4 纠正与预防措施

13.4.1 失效信息库中的失效事件均应制定并实施纠正或预防措施。在各项纠正和预防性措施实施前，应对所采取的措施进行风险评估，建立纠正和预防性措施的保障程序，包括对措施执行的有效追踪、监控和对实施结果的审核，以确定预防和纠正措施是否有效避免同类失效事件的发生。

13.4.2 纠正和预防措施的实施应至少满足以下要求：

- a) 明确的时限和责任；
- b) 对纠正和预防措施所涉及的部门之间的协调和沟通有足够的重视；
- c) 与相关部门人员充分沟通实施中出现的问题和取得的进展；
- d) 检查所采取措施的完成情况，识别逾期项目，评估影响并采取适当的行动；
- e) 必须向管理者汇报所有主要事件的逾期情况；
- f) 对实施中的预防和纠正措施进行定期审查；
- g) 审查未实施以及逾期的纠正和预防措施；
- h) 采取的纠正和预防措施应满足相关标准或规定的要求。

13.5 失效事件风险评估报告

13.5.1 使用单位应对失效事件进行风险评估，并由具有相关资格或能力的人员负责编制风险评估报告。

13.5.2 失效事件风险评估报告应包括但不限于以下：

- a) 背景情况介绍：包括事件发生的时间、地点等；
- b) 事件描述：失效事件造成的经济损失、人员伤亡、环境影响情况等；
- c) 事件的风险评估：根据失效事件的频率与造成的后果，确定该事件的风险等级；
- d) 事件的溯源结果：包括事件的原因、记录和分析、试验方法及试验结果、设备完整性管理技术的合规性及管理的有效性等；
- e) 纠正与预防措施：提出针对失效事件的纠正和预防措施，落实相关设备管理人员责任，规定完成纠正与整改的目标日期。

13.5.3 使用单位应对分析报告提出的问题和改进措施进行落实，并对失效事件发生的趋势进行分析。

13.6 管理评价

除了按上述规定进行失效事件分析外，还应对事件的诱发因素和发生过程进行分析，重点从完整性管理、应急管理、人员资质及培训、承包商等方面分析查找管理制度和管理活动中存在的不足。

14 应急管理

14.1 一般要求

14.1.1 使用单位应依照相关法律法规的要求做好应急各阶段的工作，并将完整性管理的结论建议应用于应急响应计划的全过程。

14.1.2 应急管理的内容应包括：

- a) 应急准备；
- b) 应急响应；
- c) 应急状态解除。

14.2 应急准备

14.2.1 使用单位应根据相关法律、法规、企业规定编制装置应急预案，应急预案中应包括各级应急指挥中心、组织结构及应急人员的组成；明确各级人员职责、应急设备、应急响应方式、应急演练要求、应急物质储备要求等内容。

14.2.2 应根据装置可能发生事故的紧急程度和后果大小，对装置的事故进行分级，并按事故等级制定不同级别的应急预案，应急预案等级需考虑：

- a) 装置或周围生产设施损坏程度；
- b) 潜在的人员伤亡情况；
- c) 对社会和环境的影响程度，需要转移和疏散的人口数量，需要保护的水源和环境监测的范围；
- d) 直接经济损失等。

14.2.3 使用单位应定期开展应急演练工作，具体要求可按照 GB/T 29639 执行。

14.3 应急响应

14.3.1 装置一旦发生事故，使用单位应立即启动应急预案，并根据事故的危害性，预判需采用的应急预案等级。

14.3.2 使用单位应根据事故的变化及时调整应急方案。

14.4 应急状态解除

14.4.1 当确认事故已完全消除后，使用单位应及时查明事故原因，按腐蚀泄漏、人为失误、临时断电、自然灾害等进行事故原因分析，并记录在案，同时解除应急状态。

14.4.2 装置管理人员根据事故原因分析，为装置安全运行提出合理化建议，减少同类事故发生。

15 停用报废

15.1 停用与重新启用

设备停用 1 年以上的，应当封存设备，并在封存后 30 日内向登记机关申请报停，并张贴停用标志，将使用登记证交回登记机关保存；重新启用，应在定期检验合格后，到特种设备监察机构办理重新启用手续。

15.2 报废

设备存在严重事故隐患，且无改造、维修价值，或者超过相关法规、规范规定的最长使用年限，使用单位应当及时予以报废，并按相关规定办理注销手续。

16 效能评价

16.1 一般要求

16.1.1 成套装置使用单位应建立相关工作程序，对完整性管理程序、实施过程、实施结果进行监督评价。

16.1.2 使用单位应定期评价完整性管理的方针、策略和目标的完成情况，完整性管理计划的实施程度，过程、程序或其他控制设备寿命周期活动的有效性。

16.2 管理程序评价

16.2.1 成套装置使用单位应根据实际管理情况对管理程序进行评价，检查管理的各要素是否完善，目标与过程是否一致，可接受风险准则是否合理。评价分为自我评价和第三方评价，自我评价应每年进行一次。

16.2.2 管理程序评价的内容应包含但不限于以下内容：

- a) 企业是否依照现行的法规标准制定完整性管理程序文件；
- b) 完整性管理程序的各个要素是否完整；
- c) 是否有足够的资源保障完整性管理工作的开展；
- d) 是否有明确的完整性管理组织结构与岗位职责；
- e) 从事相关工作的人员的资质与技能是否得到了相应的培训；
- f) 完整性管理的目标与实施的计划是否保持一致；

- g) 风险可接受准则与企业的完整性管理水平是否相符；
- h) 当装置设备、工艺发生变更时，是否有相应的程序对完整性管理项目进行复核和更新。

16.2.3 使用单位应对评价中发现的不符合项限期整改，整改合格后应记录存档。

16.3 实施过程评价

16.3.1 成套装置使用单位应对完整性管理的实施过程进行评价，评价分为自我评价和第三方评价，自我评价应每年进行一次。

16.3.2 实施过程的主要目标是确定完整性管理项目中的评价方法、风险管理方法、预防和降险措施是否有效。实施过程应包含但不限于以下内容：

- a) 企业是否依完整性管理程序文件要求开展各项管理内容；
- b) 采用的风险管理方法是否恰当；
- c) 风险管理的实施能否满足当前完整性管理的要求；
- d) 开展风险管理的单位与人员是否具备相应的资质与技能要求；
- e) 风险评估适用的标准与现行的标准法规是否相符；
- f) 是否对装置各类设备进行了风险排序；
- g) 通过风险评估提出的预防和降险措施是否有针对性，能否有效降低装置风险；
- h) 降低措施是否已在装置实施。

16.3.3 使用单位应对评价中发现的不符合项限期整改，整改合格后应记录存档。

16.4 实施结果评价

16.4.1 应当按一定的周期对完整性管理实施结果进行效能评价。评价应考虑成套装置具体的风险因素和完整性管理项目整体效能两种情况。

16.4.2 成套装置使用单位应考虑三类效能评价指标：性能指标、运行维护指标、事件指标。

- a) 性能指标用于衡量整套装置的性能及状态与相应的完整性管理投入是否有显著关系；
- b) 运行维护指标用于衡量整套装置通过完整性管理是否得到有效预防和维护，是否有明显的降险效果；
- c) 事件指标用于衡量成套装置的失效事件发生的频率，在采用完整性管理后事件的频率是否下降。

16.5 效能评价报告

16.5.1 每一项效能评价活动结束后，应出具效能评价的报告，报告内容包括：效能评价的结果、效能改进的建议或要求。

16.5.2 效能评价报告应给出报告的有效期和导致报告不适用的条件或变化，以确保对效能改进工作指导的有效性。

16.5.3 效能评价报告应依据效能评价的重点和完整性管理活动的特点给出效能评价的周期，以保证效能改进的持续性。