**ICS 75.180.20**

**J74**

团 体 标 准

 **T/CPI xxx—2025**

加氢站完整性管理（征求意见稿）

**Integrity management of hydrogen fueling stations**

2023-xx-xx发布 2024-xx-xx实施

中国石油和石油化工设备工业协会 发布

**目 次**

[前 言 1](#_Toc207350198)

[加氢站设备完整性管理 2](#_Toc207350199)

[1 范围 2](#_Toc207350200)

[2 规范性引用文件 2](#_Toc207350201)

[3 术语和定义及缩略语 2](#_Toc207350202)

[4 总则 5](#_Toc207350203)

[5 管理文件 6](#_Toc207350204)

[6 管理方针 7](#_Toc207350205)

[7 目标与计划 7](#_Toc207350206)

[8 资源条件 7](#_Toc207350207)

[9 能力与资质 8](#_Toc207350208)

[10 交流与沟通 8](#_Toc207350209)

[11 过程质量管控 9](#_Toc207350210)

[12 检维修管理 9](#_Toc207350211)

[13 缺陷管理 9](#_Toc207350212)

[14 异常管理 11](#_Toc207350213)

[15 变更管理 12](#_Toc207350214)

[16 风险管理 13](#_Toc207350215)

[17 预警与报警管理 14](#_Toc207350216)

[18 失效管理 15](#_Toc207350217)

[19 应急管理 15](#_Toc207350218)

[20 文件和记录管理 16](#_Toc207350219)

[21 绩效管理 16](#_Toc207350220)

[22 持续改进 17](#_Toc207350221)

[23 信息化管理 17](#_Toc207350222)

[附录A](#_Toc207350223)[（资料性）](#_Toc207350224)[加氢站设备过程质量管控主要内容 19](#_Toc207350225)

[附录 B](#_Toc207350226)[（资料性）](#_Toc207350227)[常用风险识别评估技术方法 22](#_Toc207350228)

[附录 C](#_Toc207350229)[（资料性）](#_Toc207350230)[加氢站常用KPI指标 24](#_Toc207350231)

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。

本文件由中国石油和石油化工设备工业协会提出并归口。

本文件起草单位：/。

本文件主要起草人：/。

加氢站完整性管理

# 1 范围

**1.1** 本文件规定了加氢站完整性管理的管理文件、管理方针、目标与计划、 资源条件、 能力与资质、交流与沟通、过程质量管控、检维修管理、缺陷管理、异常管理、变更管理、风险管理、预警与报警管理、失效管理、应急管理、文件和记录管理、绩效评价、持续改进、信息化管理方面的要求。

**1.2** 本文件适用于按GB 50516建造的加氢站及按GB 50156新建、改建或扩建的加油加氢合建站、加气加氢合建站、加油加气加氢合建站的完整性管理。

# 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 34584 加氢站安全技术规范

GB/T 37327 常压储罐完整性管理

GB/T 43674 加氢站通用要求

GB/T 42097 地上石油储（备）库完整性管理规范

GB/T 42783 成套装置完整性管理

GB 50156 汽车加油加气加氢站技术标准

GB 50177 氢气站设计规范

GB 50516 加氢站技术规范

TSG 08 特种设备使用管理规则、

# 3 术语和定义及缩略语

**3.1 术语和定义**

下列术语和定义适用于本文件

**3.1.1**

加氢站 **hydrogen fuelling station**

为氢燃料电池汽车或氢气内燃机汽车或氢气天然气混合燃料汽车等的储氢瓶充装氢燃料的专门场所。

注：目前加氢站的类别主要包括加油加氢合建站、加气加氢合建站、加油加气加氢合建站等类别。

**3.1.2**

设备全生命周期 **equipment lifecycle**

设备从诞生到废弃的整个过程。

注。设备全生命周期通常划分为立项（规划）、采购选型、设计、制造、安装、投运、运行、维护、检验检测、检修、改造、更新、停用、报废等阶段，不同设备根据实际管理需要有不同的阶段划分方法。

**3.1.3**

加氢站完整性 **hydrogen fuelling station equipment integrity**

加氢站内设备设施处于可持续的安全、可靠、经济状态的特性。

注：完整性的具体内容主要包括结构与功能完整、满足当前及预期使用要求、受控（有风险控制、事故预防的有效管理措施）等。完整性通常也被认为是安全性、可靠性、经济性的三者综合。

**3.1.4**

加氢站完整性管理 **hydrogen fuelling station** **integrity management**

为保证加氢站设备设施完整性而实施的系统性管理活动。

注：完整性管理具有系统性的特点，是一系列活动的综合。

**3.1.5**

安全性 **safety**

设备或产品在规定的条件下、规定的时间内保持安全状态的性能。

注：安全性一般用风险来表征，不期望事件发生的风险在可接受范围之内，则处于安全状态，超出可接受范围，则处于危险状态

**3.1.6**

可靠性 **reliability**

设备或产品在规定的条件下、规定的时间内不发生故障或失效的性能。

注：可靠性可以用平均无故障时间、平均失效率、平均寿命等来表征。。

**3.1.7**

安全完整性 **safety integrity**

安全相关系统在规定的条件下、规定的时间内，成功执行所要求的安全功能的概率。

注1：安全相关系统是指加氢站设置的各类仪表联锁保护系统、工艺参数超限报警系统、联锁停机系统、氢气泄漏报警系统、紧急切断系统等。

注2：安全完整性一般用安全完整性等级（SIL等级）来表征，分为SIL1、SIL2、SIL3、SIL4四个等级。

**3.1.8**

损伤 **damage**

设备的局部或整体发生的物理、化学结构的破坏。

注：损伤是材料发生的不可逆的物理或化学变化，损伤一般都是不可逆的，维修后设备不能恢复至原有的形貌、状态，承压设备的损伤模式主要包括腐蚀减薄、环境开裂、机械损伤、材质劣化等类别。

**3.1.9**

损伤模式 damage **mode**

损伤的具体表现形式。

注：按GB/T 30579，承压设备的损伤类别分为腐蚀减薄、环境开裂、机械损伤、材料劣化、其它损伤五各大的类别。其中腐蚀减薄包括盐酸腐蚀、硫酸腐蚀等29种损伤模式，环境开裂包括氯化物应力腐蚀开裂、碳酸盐应力腐蚀开裂等16种损伤模式，材质劣化包括晶粒长大，渗碳等16种损伤模式，机械损伤包括机械疲劳、热疲劳等11种损伤模式，其它损伤包括高温氢腐蚀、腐蚀疲劳等10种损伤模式。

**3.1.10**

故障 **fault**

设备或其组件、子系统发生的执行要求功能的能力降低或丧失的现象。

注：故障可分为可修故障、不可修故障，可修故障一般可以维修后排除，排除后设备可以恢复至原有的状态。

**3.1.11**

故障模式 **fault mode**

故障的具体表现形式。

**3.1.12**

失效 **failure**

设备发生的执行某一要求功能的能力丧失的现象。

**3.1.13**

失效模式 **failure mode**

失效的具体表现形式。

**3.1.14**

事故 **accident**

在进行生产、生活活动过程中突然发生的、违背人们意志的意外事件，

注：通常会导致人员伤害、死亡、职业病或停工停产、设备设施破坏、环境破坏等‌。这些事件具有突发性和不可预测性，往往由多种因素引起，包括人为错误和偶然因素。‌

**3.1.15**

缺陷 **defect**

设备存在的不满足规定要求的情况。

注：规定要求通常指法规标准、设计、管理体系等方面的要求，损伤，故障、失效、事故可视为是不同类别、不同程度的缺陷。

**3.1.16**

异常 **abnormity**

设备管理过程中发生的不正常情况。

注：异常主要是指违反法律、法规、标准、企业管理制度、操作规程等相关的规定，会对设备运行、人员安全造成重大影响的各种突发事件和危机情况，如人为因素、操作不当、管理不善。

**3.1.17**

变更**change**

设备相关的情况发生了变化、从而与原来状态有差异的情况。

注：变更包括工艺、设备、仪表、电气、公用工程、备件、材料、介质、环境条件、生产组织方式和人员、组织机构等方面进行的改变。

**3.1.18**

危害 **harm**

因受损害导致破坏。主要包括人员伤害、财产损失、环境破坏或负面社会影响。

注：广义上的危害也可指不期望事件的发生。

**3.1.19**

危险 **hazard**

可能发生不期望事件的潜在状态。

注：不期望事件通常指危害事件，包括人员伤害、财产损失、环境破坏及负面社会影响，广义上也可指责任主体不希望发生的各类事件，包括设备损伤、故障、失效、事故、异常等。危险是种潜在的状态，危险出现时，不期望事件尚未发生，但事件发生的概率及其严重程度的乘积已经超出了可接受水平。

**3.1.20**

风险 **risk**

不期望事件发生的概率和后果的乘积。

**3.1.21**

风险点 **risk point**

特定系统、流程或活动中可能引发风险的具体位置、环节、事件或状态。

**3.1.22**

风险因素 **risk factor**

导致风险发生的根本原因或条件。

**3.1.23**

预警**early warning**

在不期望事件发生之前，提前发出[紧急信号](https://baike.baidu.com/item/%E7%B4%A7%E6%80%A5%E4%BF%A1%E5%8F%B7/22503129?fromModule=lemma_inlink)，报告危险情况，以避免事件在不知情或准备不足的情况下发生，从而最大程度的降低事件发生的可能性和后果的活动。

**3.1.24**

报警 **alarm**

在不期望事件发生后，发出警报，提醒尽快采取应急措施，降低事件的危害后果的活动

**3.1.25**

应急 e**mergency**

对突然发生的需要紧急处理的事件的应对。

**3.2 缩略语**

下列缩略语适用于本文件。

FFS：合于使用评价（Fitness for Service）

FMECA：[故障模式](https://baike.baidu.com/item/%E6%95%85%E9%9A%9C%E6%A8%A1%E5%BC%8F/5316132?fromModule=lemma_inlink" \t "_blank)、影响和危害性分析（Failure Mode, Effects and Criticality Analysis）

FTA：故障树分析（Fault Tree Analysis）

HAZOP：危险和可操作性分析（Hazard and Operability Analysis）

HSE：健康、安全和环境（Health、Safety and Environment）

IOWs：完整性操作窗口（Integrity Operate Windows）

KPI：关键绩效指标（Key Performance Indicator）

LOPA：保护层分析（Layer of Protection Analysis）

PHA：工艺危害分析（Process Hazard Analysis）

PLC：可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller）

QRA：定量风险评价（Quantitative Risk Analysis）

RBD：基于风险的设计（Risk-based Design）

RBI：基于风险的检验（Risk-based Inspection）

RCA：根本原因分析（Root Cause Analysis）

RCM：以可靠性为中心的维修（Reliability-centered Maintenance）

SIL：安全完整性等级评估（Safety Integrity Level）

# 4 总则

**4.1** 加氢站完整性管理是加氢站综合管理的一部分，完整性管理的各项指标应满足加氢站综合管理的要求，例如城建、消防、环保、HSE等方面的要求。

**4.2** 加氢站完整性管理应贯穿设备设施全生命周期，涵盖规划、立项、采购选型、设计、制造、安装、投运、操作运行、维护、检验检测、检修、改造、更新、停用、报废等各阶段。

**4.3** 完整性管理的核心是借助风险和可靠性技术，在全生命周期各阶段，不断识别和评估设备风险、可靠性的各种影响因素，对识别到不利因素，及时采取规范管理、技术升级、管理和技术创新等改进措施，将设备风险、可靠性水平始终控制在可接受范围内。风险与可靠性技术方法根据实际需要选取，包括但不限于HAZOP、LOPA、RBD、RBI、RCM、FMECA、FTA、PHA、QRA、RCA、SIL、IOWs、FFS等。

**4.4** 加氢站完整性管理坚持预防为主的原则，应在设备发生失效前辨识危害因素并开展风险评估,并根据评估结果采取相应的预防控制措施。

**4.5** 加氢站完整性管理遵照PDCA模式，对完整性管理中的各项工作，应按照制定计划、按计划实施、检查实施效果、持续改进的循环组织实施。

注：P是计划(Plan），D是执行(Do）、C是检查(Check）、A是处理(Act）

**4.6** 加氢站管理者应运用系统化、体系化思维，综合考虑加氢站设备设施、管理团队的实际情况，确定完整性管理的要素（内容），包括但不限于管理文件、管理方针、目标与计划、资源条件、能力与资质、交流与沟通、过程质量管控、检维修管理、缺陷管理、异常管理、变更管理、风险管理、预警与报警管理、失效管理、应急管理、文件和记录管理、绩效评价、持续改进、信息化管理。可参考GB/T 42783、GB/T 37327、GB/T 42097、TSG 08等标准规范的规定。

**4.7** 加氢站完整性管理是基于数据的管理，宜搭建信息化平台，借助移动终端、智能感知设备、接口移交等技术手段，运用5G、数据仓库、云计算等技术，对加氢站全生命周期的基础数据、实时数据进行采集、存储、处理、整合、运用，数据应尽可能完整、便于追溯和分析。

# 5 管理文件

**5.1**加氢站使用单位应编制一套体系化的文件，作为完整性管理的依据，完整性管理应按照管理文件的要求有效执行，管理文件宜按管理手册、程序文件、作业指导书三个层次设置。

**5.2** 管理手册是完整性管理的总体性文件，规定管理文件的结构层次及相互关系，管理手册的内容宜包括但不限于：

a）加氢站基本情况；

b）管理方针；

c）管理目标；

d）组织机构及职责和权限；

e）完整性管理的环节、要素；

f）管理文件汇总表。

**5.3** 程序文件是加氢站完整性管理的基础性文件，规定完整性管理各项工作的流程、控制要求和职责分配等，确保各项工作的有序进行和规范化操作。程序文件宜包括但不限于：

a）安全管理基本制度。按照国家相关法规标准的要求，建立加氢站的安全管理基本制度，内容主要包括：安全生产方针、人员岗位职责、安全生产责任制、安全教育培训制度、安全投入保障制度、安全检查制度、隐患排查治理制度，等。

b）各类设备设施管理制度。根据氢气压缩设备、氢气储存设备、氢气加注设备、氢气管道及附件、仪表设备、电气设备、安全设施、消防设施、建（构）筑物、视频监控设备、信息化系统等的具体特点及相关法规标准要求，建立相应的管理制度，包括日常巡回检查制度、定期保养检修制度、定期检验制度、设备保修制度及定期校验、校准、计量制度等。

**c）**其它管理制度。根据完整性管理的实际需要，建立氢气质量管理、人员培训考核、安全考核、失效管理、应急管理、备品备件管理、供应商与承包商管理、外来信息反馈、绩效管理、保卫工作、财务安全管理、接受政府部门监督检查、参观学习、 消防安全、动火作业许可、设备置换、泄漏检查、文件和记录管理、用户安全宣传教育培训等方面的管理制度。

**5.4** 作业指导文件是程序文件的支持性文件，规定完整性管理各项工作的具体操作步骤、技术要求、设备使用和检测方法等，内容宜包括但不限于：

a）设备操作规程。针对加氢站设备的操作，应建立相应的操作规程，包括氢气充装、氢气卸车、氢气充装前后的检查、压缩机启动与停车、电动机启动与停车、站控系统操作、储氢容器排污操作、压缩机润滑操作、气体取样分析、设备隔离置换、事故应急处置等的操作规程等；

b）过程质量管控活动作业指导文件。针对设备过程质量管理管理的相关活动，均应建立相应作业指导文件，包括关键设备的设计文件审查、监造、安装施工质量验收、日常巡检和维护、状态监测与故障诊断、预防性维修、定期试验等。

# 6 管理方针

**6.1** 管理方针是完整性管理的基本原则，是设备管理的总纲领。加氢站使用单位应根据企业的实际情况制定有针对性的管理方针。

**6.2** 管理方针的制定应考虑整体性、先进性、可行性、应变性等原则，符合以下基本要求：

a）与使用单位的战略规划和其他方针政策保持一致；

b）体现“安全第一”的原则要求；

c）体现遵守法律法规的原则，包括遵守现行适用法律、法规和其他要求的承诺；

d）应与加氢站设备的实际情况及加氢站使用单位的客观条件相适宜；

e）注重开放性，开展定期评审,持续改进，确保方针与使用单位的发展计划相匹配。

**6.3** 加氢站管理方针宜由使用单位法定代表人或其授权的代理人批准，形成正式文件，在加氢站所有工作人员中进行宣贯、培训，并在加氢站站区显眼的位置予以公示。

# 7 目标与计划

**7.1 目标**

加氢站完整性管理应制定明确的目标，目标应经过使用单位法定代表人或其授权的代理人批准，形成正式文件，在加氢站所有工作人员中进行宣贯、培训，传导到利益相关方并明确相关方义务。完整性管理目标的制定应满足以下原则要求：

a）与管理方针相一致；

b）保证设备风险处于可接受范围内；

c）符合企业实际，可实现；

d）明确且定量化，并可验证评价、可考核；

e）协调统一；

f）定期评审和更新。

**7.2 计划**

加氢站完整性管理应制定合理、完整的计划，然后按计划、分步骤的实施完整性管理活动，计划的内容宜包括但不限于：

a）设备运行和操作；

b）定期检查和维护保养；

c）定期风险识别、评估；

d）定期检修；

e）技术更新与升级；

f）教育、培训及人员能力评估；

g）改变操作工况及工艺环境；

h）设备变更；

i）设备更新与改造；

k）绩效评估；

l）内审和外审。

# 8 资源条件

**8.1** 加氢站应创建一定的资源条件，包括组织机构、人员、工作场所、设备设施、技术资料等方面，应满足相关法律法规要求，能保证设备安全、平稳运行。

**8.2** 加氢站使用单位应确定与设备完整性管理相关的部门（或团队），明确部门（或团队）的职能和层次，并配置专职管理人员，确定管理、技术和操作人员的职责和权限，形成文件并传达给相关人员。应按照相关法规规范的要求设置必要的安全管理机构。

**8.3** 加氢站使用单位应具有一定数量、资质、能力的人员，包括管理人员、技术人员、作业人员等。加氢站现场应至少设置站长、技术负责人、专职安全管理员、充装工（设备操作工）、设备管理员（检查员），应明确各岗位的职责要求。

**8.4** 加氢站应具有一定面积、环境条件的施工场地、办公场所、仓库等，满足完整性管理相关作业、施工、操作的要求。

**8.5** 加氢站应配备充装设备、维保设备、检测仪器、试验装置、应急装备等设置设施，满足生产经营及设备管理、事故处置的需求。

**8.6** 加氢站应具有满足设备管理需要的技术资料，包括质量体系文件、外来文件、设备档案文件、记录表单等。

# 9 能力与资质

**9.1** 加氢站投入运行前应按相关法律法规的规定通过土地、建筑、消防、安监、危化品、燃气、环境、特种设备等相关主管部门的审批，并取得相应的经营许可资质证书。

**9.2** 参与加氢站完整性管理活动相关方的资质和能力应满足相关法律法规要求，并适应加氢站完整性管理的实际需要，相关方包括但不限于：提供原材料、物资、设备、备件等资源的供应商，提供设计、咨询、培训、技术支持等技术服务的服务商，承担工程建设、设计、检维修的承包商，等。

**9.3** 参与加氢站完整性管理活动的操作人员、技术人员、管理人员的资质和能力应满足国家法律法规要求，并满足加氢站完整性管理的实际需要。

**9.4** 加氢站应制定安全教育培训管理制度，按规定对加氢站工作人员及外来人员进行安全教育，保证工作人员具有足够的安全知识，能够胜任相应的岗位工作；保证外来人员进入加氢站后能够做好自我防护。

**9.5** 加氢站应建立工作人员技术培训制度，确定人员的教育和培训目标，持续提升人员从业能力。

# 10 交流与沟通

**10.1** 加氢站使用单位应建立畅通有效的内部、内外、上下沟通制度，明确交流沟通的内容、时机、对象和方式，并按制度的规定与相关方进行及时有效的沟通。

**10.2** 加氢站完整性管理需交流沟通的内容包括但不限于：

a）特种设备投用前、投用后的重大修理、改造与停用报废，应告知当地监管单位；

b）加氢站变更工艺，应与设计或风险评估单位沟通；

c）特种设备设备的年度检查、定期检验、风险评估、风险排查等情况，应及时告知当地市场监管、应急管理单位；

d）设备停工检验前应提前通知检验单位，并将设备的完整性管理情况等方面信息告知检验单位;

e）完整性管理策略的调整应及时告知风险评估单位。

**10.3** 使用单位应及时从相关单位获取加氢站设备完整性管理的信息，宜包括但不限于以下内容:

a）从风险评估单位处获取工艺变更后的风险变化情况；

b）从相应技术机构处获取设备故障原因分析结果；

c）从检验单位或风险评估单位处获取设备的风险排序与损伤机理分布;

d）从检验单位处获取停工检验的检验策略。

**10.4** 交流沟通的方式包括文件、邮件、传真、网络、电话、会议、参观考察、调研、交谈、培训、公告、刊物等。

# 11 过程质量管控

**11.1** 对加氢站设备全生命周期的各环节，均应制定有效的过程质量管控措施，建立相应的质量管控程序和标准，确保符合法律、法规、标准、技术规范、企业管理制度等要求。加氢站完整性管理过程质量管理的主要管控环节，质量基本要求及常用管控措施见附录A。

**11.2** 过程质量管控应与风险管控相结合，通过选用适用的方法开展风险识别和评估，对风险点、风险因素进行识别评价，并提出相应的控制措施。

# 12 检维修管理

**12.1** 在加氢站设备服役期间，应组织开展系统性的检查、测试和主动性维修活动，及时发现设备的缺陷问题并进行处置，确保设备自始至终的安全性、可靠性和经济性。

**12.2** 对加氢站不同类型的设备，应有针对性的建立检查、测试的方法、程序、标准，确定维修频率、策略，制定工作计划并有效实施。制定检维修计划、策略的主要依据是制造商的推荐、管理维修经验、国家的法律法规以及检测监测结果。

**12.3**加氢站设备的检维修宜采取日常维护、定期检修、预测性维修相结合的方式。

a）日常维护。日常维护是在设备运行期间，日常性的开展检查、测试、测量、审查等工作，并进行相应的维护、修理等工作，包括日常巡检、日常点检。

* 日常巡检。在设备运行期间，对加氢站站区进行巡回检查和观察，以掌握加氢站的整体状况、发现设备的异常现象和隐患。对于巡检发现的缺陷，宜于立即或当天即进行消除，对于不具备处置条件的，可提供给点检作专项检查、重点检查。
* 日常点检。按一定的标准、一定的周期对设备规定的部位进行详细的检查和修复，目的是为了早期发现[设备故障](https://baike.baidu.com/item/%E8%AE%BE%E5%A4%87%E6%95%85%E9%9A%9C/2801886?fromModule=lemma_inlink)、失效、事故的隐患，及时加以维修调整，使设备保持其规定功能，减少非计划停机（故障停机）和损失。

b）定期检修。定期检修是在设备停工期间，按照计划，由专业维修人员实施检查、测试和维修。定期检修的目的是通过检查，全面准确地掌握零部件磨损、腐蚀等情况，确定是否有进行修理的必要，然后开展相应的维护修理。定期检修一般可分为小修、中修、大修。

c）预测性维修。通过运用压力、温度、应力、应变、泄漏、振动、应变等传感器监测技术以及物联网、人工智能等信息技术，实现对设备状态参量的实时监测，结合先进的模型算法，诊断设备的故障，评估设备的当前状态和预测未来的状态，据此制定维修策略，确定维修计划、维修保障资源，给出维修活动的时间、地点、人员和内容。

**12.4** 检维修应在风险与可靠性分析的基础上进行，避免设备过修或失修。使用单位根据管理需求、检查和测试结果、设备特点和故障规律、设备监测检测数据情况，合理选择维修时机，提高设备运行可靠性。

**12.5** 可以年度为单位组织加氢站的检维修管理，每年根据历年设备管理的实际情况和经验，制定新的检维修策略与计划并组织实施。

# 13 缺陷管理

**13.1**对加氢站设备全生命周期内的各类缺陷，应进行有效的管控，制定缺陷管理制度，开展缺陷识别、评价、传达、处置等，确保缺陷及时得到消除或不会引起严重后果。

**13.2** 缺陷宜进行分类管理。缺陷管理应遵从闭环、全流程跟踪留痕、坚持主动防控等原则，可按图1所示的流程。



图1 缺陷管理流程

**13.3** 针对加氢站设备全生命周期中可能发生的潜在缺陷，应建立相应的清单，确定相应的识别方法与判别标准，并提出相应的消除、治理、应急等方面的处置策略，为在设备全生命周期各阶段开展缺陷识别、评价、传达、处置等工作提供依据。制定标准的主要依据包括:

a）国家相关法律、法规、安全技术规范；

b）执行标准，包括设计、制造、检验检测等各环节的执行标准；

c）加氢站使用单位及其上级主管部门的管理制度；

d）随机资料，设计说明书、竣工图、使用说明书等；

e）设备使用历史数据及同类设备使用经验数据。

**13.4** 在加氢站设备全生命周期各阶段，应定期或不定期组织开展缺陷识别活动，缺陷识别的主要手段及方式方法包括设计审查、监造、验收、运行操作、日常检查、定期检查、法定检验、风险排查、隐患排查、状态监测等。缺陷识别的内容包括缺陷对象、缺陷现象、缺陷机理、缺陷原因、缺陷处置措施、缺陷的特性参数等。

**13.5** 对识别出的缺陷，应按照制定的标准进行评价及风险评估。对设计、制造、验收等前期阶段发现的缺陷，宜予以彻底消除。对于已投入运行的设备发现的缺陷，通过安全评价及风险评估后，进行分类管理，可分为以下四类：

a）一类缺陷

* 风险等级评定为高风险；
* 对健康、安全、环境、生产、设备有严重威胁；
* 随时可能进一步扩大影响；
* 需要立即停车处理。

b）二类缺陷

* 风险等级评定为中高风险；
* 对健康、安全、环境、生产、设备有一定威胁；
* 设备状态参数达到报警标准；
* 应采取有效措施降低风险，可监护运行，应列入检维修计划。

c）三类缺陷

* 风险等级评定为中风险；
* 对健康、安全、环境、生产、设备有可控威胁；
* 设备运行状态有劣化趋势，但状态参数未达到报警标准；
* 宜采取管控措施降低风险，可继续运行，可列入消缺计划、停车检修。

d）四类缺陷

* 风险等级评定为低风险；
* 对健康、安全、环境、生产、设备无威胁:
* 可由操作人员自行处理或列入停车检修计划处理。

**13.6**在发现设备缺陷后，应及时将信息分类、分级的传达给相关方，相关方包括但不限于：管理人员、操作人员、检维修人员、供应商、服务商、上级主管部门、社会公众等。

**13.7** 对发现的缺陷，可采取以下方式进行处置：

a）缺陷消除。根据风险评估的结果采取三种不同的消除方案：立即消除，计划性检修，更新改造；

b）缺陷分析。对一类缺陷、二类缺陷、高风险级别缺陷、重复多次发生缺陷、规模性爆发等类型缺陷，应及时组织缺陷根原因分析。根据分析结果制定整改与应对措施，并跟踪落实；

c）缺陷管控。应依据缺陷分类、分级结果，明确缺陷管控流程。对于暂时无法消除的缺陷，应采取有效管控措施降低风险。

# 14 异常管理

**14.1**对加氢站设备全生命周期内的各类异常，应进行有效的管控，制定异常管理制度，明确异常情况的种类和处理流程，异常情况包括但不限于：

a）设备设计、操作、检查、测试、维护、修理等人员的资格、能力等方面不满足要求；

b）检查、测试、维护、修理等作业所使用的仪器、设备、工具、工装、物料不满足要求，如结构型式、精度、检定、校准等方面；

c）检查、测试等作业以及维护、修理施工未按作业指导书、操作规程等的规定；

d）作业、施工环境不满足要求，如温度环境、湿度环境、噪声环境等；

e）其它。在标准、规范上未明确定义的状况以及从前从未见过的现象及状况，但有可能对设备完整性造成影响的，也应纳入异常管理的范畴。

**14.2**加氢站应建立健全的异常情况的内部报告机制和外部通报机制，确保异常情况的及时报告和信息共享。

**14.3** 对经常发生的异常情况，要及时总结经验，制定相应的预防措施，并纳入日常工作安排中。对严重的异常情况，要及时进行报告并启动应急预案，确保能够做到最大限度地防范损失。对异常情况的处置过程要进行记录和总结，以便后续处理的经验借鉴和机制完善。

**14.4** 异常管理可按以下流程：

a）建立异常情况清单。加氢站使用单位应建立异常情况具体类型的清单，并将它们细化到设备全生命周期各环节并形成标准；

b）异常情况识别。异常情况的识别可通过上级主管部门定期检查、第三方机构的监督以及内部自查自纠等手段；

c）异常情况评估。对识别到的异常情况，应对其对设备完整性及生产的影响的严重性和范围进行评估，确定异常情况可能造成的风险，并制定应对策略和采取相应的措施；

d）异常情况的传达。对发生的异常情况要及时向管理部门报告，并向相关部门通报，确保信息的及时传递和汇总；

e）异常情况的处置。对发生的异常情况，应及时制定临时解决方案并有效实施，减轻异常带来的损失和影响；

f）后续跟踪处理。对异常情况，应进行根原因分析，制定长期解决方案，预防类似情况的再次发生。

# 15 变更管理

**15.1**对加氢站设备全生命周期内的各类变更，应进行有效的管控，制定变更管理制度，规范各种变更活动，变更管理的内容主要包括：

a）组织机构、人员的变更；

b）管理方针、目标或计划的变更；

c）资源条件的变更；

d）工艺技术变更；

e）设备管理活动的过程或程序的变更；

f）设备自身的变更；

g）外部因素变更；

h）供应链约束导致变更；

i）承包商或供应商变更。

**15.2**应制定变更的清单，对变更进行分类管理，根据变更的复杂程度、带来的工艺危害、安全健康影响、环境影响、财务影响等多方面因素，可将变更划分为一般变更和重要变更，其中重要变更是可能导致生产工艺不稳定、风险等级提高，带来事故发生、出现人员伤害、造成严重环境污染，或者企业不能接受的财产损失等潜在后果的变更；一般变更是不属于重要变更的变更。

**15.3** 变更管理可按以下流程：

a）变更申请。变更申请的内容包括申请变更的原因、目的、变更类别、预计实施时间、变更内容及实施方案、变更后预期达到的效果、需更新的文件资料等；

b）变更风险评估。加氢站使用单位应对加氢站开展的任何变更进行风险评估，评估内容包括实施过程中的风险和变更实施以后的风险，风险评估应采用适用的方法；

c）变更审批。变更应经过相应的管理部门审批后方可实施，变更宜于分类审批；

d）变更实施。变更应严格按照变更审批确定的内容和范围实施，变更实施应编制相应的技术方案、制定安全风险防控及应急处置措施，并应对变更实施过程进行监督；

e）变更关闭。变更项目实施完成并正常投用后，应履行变更关闭手续。变更项目关闭前，应对变更涉及的管理制度、操作规程、P&ID图、工艺参数、设备参数等技术文件同步修改，对相关单位进行变更告知，对变更所涉及的管理、操作和维护人员进行培训，应建立变更台账并纳入信息系统管理。

# 16 风险管理

**16.1** 加氢站应建立风险管理制度，对加氢站设备的风险进行有效的管控，包括识别、评估、控制和监测等。风险的识别、评估、控制、监测相互关联、互为支撑。

**16.2** 风险管理旨在通过技术方法对设备的选材、结构、性能、操作、检验、可用性、可靠性、可维护性等进行评估、论证和审查，应根据不同设备的特点、用途及不同的场景等因素选用正确的、有针对性的技术方法，常用的风险识别、评估技术方法及其用途和应用场合见附录B。

**16.3** 风险管理的基本内容及流程可见图2。

图2 风险管理内容及流程

**16.4** 加氢站设备的风险管理，首先需要建立相应标准，包括风险分级标准（风险矩阵）、可接受准则及相应的风险处置策略标准，并建立相应的评估模型，应满足国家相关法律、法规、标准的规定及使使用单位管理的实际需要。

**16.5** 在设备全生命周期各阶段，应选择相应的技术方法进行风险识别，建立风险因素清单，风险因素主要包括各类缺陷、异常、变更，重点要考虑的因素包括但不限于：

a）设备设计、制造、安装阶段的缺陷:

b）设备本体的失效和功能丧失;

c）设备老化和材料劣化;

d）备品配件质量缺陷或储备不足:

e）运行操作异常;

f）维护检修质量缺陷;

g）暴雨、暴风、雷电、地震等自然环境事件:

h）企业外部因素造成的影响;

i）相关方及企业员工的风险；

j）管理漏洞。

**16.6** 针对识别出的潜在风险因素，以及已经发现的缺陷、异常及变更，应采用合适的风险评估方法，对不期望事件发生的可能性与后果进行计算分析，并对对风险类别、级别、可接受性、可容忍性与优先级进行判定评价。

**16.7** 根据风险评估结果，采取相应的措施降低风险事件的可能性和后果，将风险降低到可接受水平以下。降低风险的措施与使用单位的经验与风险控制能力相符合，包括技术措施和管理措施，常用的措施包括：

a）对设备进行维护、修理、改造、更新；

b）改进和优化工艺操作；

c）优化安全防护措施，包括联锁保护系统、安全泄压装置等；

d）完善状态监测、预警、报警措施；

e）改进检测、检查、监测方法、周期及有效性；

f）人员培训、教育、考核；

g）系统优化和技术升级；

h）调整管理职责、岗位、人员等。

**16.8** 对风险管理的有效性应进行监视和测量，监测的内容宜包括风险识别的充分性、风险评价结果与实际情况的符合性、风险控制措施的有效性、风险管理技术的合理性、是否存在残余风险等。

**16.9** 风险管理是一个动态的过程，使用单位通过动态风险管理掌握设备的实时风险状态,并适时调整优化风险管理策略，为设备完整性管理采取改进措施提供支撑。

# 17 预警与报警管理

**17.1 预警管理**

**17.1.1** 加氢站宜运用专家知识及状态监测、损伤预测、故障诊断等技术，构建预警系统，实现危害事件的预测预报，并建立预警管理制度，对各类预警进行有效的管控。

**17.1.2** 预警管理的主要内容和基本要求包括：

a）建立预警规则。包括构建预警指标、建立诊断模型和确定预警等级等内容；

b）预警系统建立及应用与管理。包括预警系统设计、选型、安装、测试与验收、日常维护、校验与检定、报废和更新的全生命周期管理，应满足我国计量、认证、仪表功能安全、信息安全、消防、特种设备等方面法规标准要求；

c）建立预警信息收集和分析机制。应建立相应的信息收集分析机制，明确信息收集的人员、途径、时机以及分类、整理和分析等方面相关的要求；

d）建立预警发布机制。预警发布机制应明确发布的方式和渠道，确保信息的准确性和及时性；规定预警信息的传递和反馈，确保相关部门或个人能够及时收到信息并进行反馈；

e）建立预警响应机制。预警响应机制应规定各个环节的职责和行动方案，明确责任人和时间节点，以确保能够迅速、有序地采取应对措施，并对效果进行反馈；

f）评估和改进。对预警管理制度，应定期评估和改进，发现制度中存在的问题和不足，并及时进行改进和完善；

g）人员培训。对预警相关技术、管理人员应进行培训，确保人员的能力满足要求。培训内容包括预警系统的原理、使用、维护以及预警信息收集分析、预警响应等方面。

**17.2 报警管理**

**17.2.1**对加氢站设备全生命周期内的各类报警，应进行有限的管控，制定报警管理制度，规范报警管理活动。

**17.2.2** 加氢站报警管理的内容和基本要求主要包括：

a）报警管理系统的建立及应用与管理。加氢站应搭建报警管理系统，报警的范围和内容应满足GB 50156、GB 50516、GB/T 34584等标准的要求，报警系统的设计、选型、安装、调试和验收、日常维护、定期校验与强制性检定、报废和更新等方面应满足相关法规标准的要求。

b）报警管理流程。报警管理的具体流程包括报警发生、报警接收、报警评估、报警处理。

c）报警处置机制。应建立健全的报警处置机制，明确各部门、岗位、人员的责任分工，提高报警信息的响应速度和处置效果。

d）支持。支持的内容主要包括：定期组织开展报警的处置演练活动，对报警管理人员进行报警流程培训等。应建立健全的监督和评估机制，对报警管理制度进行定期检查和评估，及时发现问题并加以整改。

# 18 失效管理

**18.1**加氢站应制定失效管理制度，在失效发生时，应采取及时、有效的处理措施，防止失效的蔓延；在失效发生后，应对失效原因进行深入分析，并采取相应的纠正、改进、治理措施。

**18.2** 加氢站失效管理制度应包括失效调查分析程序，明确分析人员、分析方法、失效信息收集、失效样品收集和分析、试验分析、原因判断、分析结果等方面的要求。一旦发生失效事故，立即启动分析程序，组织相关人员，收集与失效相关的各类信息，掌握失效发生的经过，分析造成失效的根本原因和直接原因，提出预防类似失效的措施。

**18.3** 对加氢站发生的失效事件应进行风险评估，并由有资格和能力的人员编制风险评估报告。风险评估报告的内容包括但不限于背景情况介绍、事件描述、事件的溯源结果、事件的风险评估、纠正与预防措施等内容。

**18.4** 根据失效原因的分析，确定相应的纠正和改进措施，并对其进行计划和实施。

**18.5** 对每项失效事件，均应形成报告，并按规定进行审批，使用单位应对失效事件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。

**18.6** 加氢站使用单位应建立失效案例数据库，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。

# 19 应急管理

**19.1** 加氢站对各类突发事件应进行有效的管控，建立应急管理制度，规范应急准备、应急响应、应急恢复等各阶段的行为。

**19.2** 应急管理的主要内容和要求如下：

a）组织机构。宜成立一个专门的领导小组，负责制定应急预案、组织应急演练、落实应急响应和应急状态解除等工作；

b）应急准备。应急准备的主要工作包括应急预案准备、应急措施物质准备和管理、应急预案培训和演练等，应满足相关法律法规及加氢站应急处置的实际需要；

c）应急响应。加氢站一旦发生泄漏、火灾、爆炸事故等突发事件，使用单位应通过综合研判确定应急响应的等级，然后启动相应的应急预案，执行应急处置程序，采取有效措施组织对人员和财产抢救。

d）应急响应状态解除。当确认事故已完全消除后，使用单位应及时进行事故原因分析，对设备状态进行评估，必要是开展设备失效分析，确定设备的处置措施，提出事故的预防措施。

# 20 文件和记录管理

**20.1** 加氢站应对设备完整性管理需要和使用的文件进行有效的管控。

**20.1.1** 文件的内容包括但不限于：

a）加氢站相关的法律、法规、安全技术规范、标准等文件；

b）市场监管、应急管理等上级主管部门下发的各类管理文件；

c）加氢站完整性管理制度，包括管理手册、程序文件、工艺文件、作业指导书；

d）加氢站设备全生命周期管理的历史信息文件；

e）设计、制造、检修、检验检测等外单位的文件；

f）加氢站设备完整性管理有效性和合规性的客观证明文件。

**20.1.2**文件管理的基本要求：

a）确保文件充分性与适宜性，有效承接外部文件；

b）确保文件满足企业内部格式与内容要求；

c）文件发布前企业应有内部审核与批准；

d）文件需要定期进行适宜性评审与更新；

e）文件的更改和修订内容应得到识别；

f）文件的使用处可获得文件的有效版本；

g）作废文件不得使用，若出于某种目的而保留作废文件，则对这些文件应进行适当的标识；

h）文件应易于检索、访问与使用。

**20.2** 对加氢站完整性管理的相关活动应形成记录并妥善保存。

**20.2.1** 记录的内容包括但不限于：

a）设计制造资料、采购信息、工程建设文件(包括施工文件、监理文件等）、变更改造资料、停用报废资料等；

b）完整性管理决策制定和审批的相关记录；

c）检验检测报告、风险评估报告、完整性评价报告、运行维护记录、事故分析报告、绩效评价报告等；

e）人员教育培训技能和经验的记录；

e）设备满足要求的证据及有关要求的评价结果；

f）纠正措施的结果；

g）预防措施的结果。

**20.2.2** 记录管理的基本要求：

a）应易于理解‌。编写应清晰明了，不宜使用过于专业或复杂的术语；

b）应完整准确‌。应能真实反映实际发生的情况，不得有遗漏或虚假信息‌；

c）应妥善保存‌。应妥善归档、存储和保护，还应定期进行备份；

d）应具有及时性、真实性、完整性以及更改的控制。

# 21 绩效管理

**21.1** 对加氢站完整性管理的成效，应定期进行检查评价，具体的方法主要有监督检查、内审、外审等。

**21.2** 绩效评价宜制定一套量化的指标体系（关键绩效指标KPI），通过该指标体系来分析和评价完整性管理的适宜性、充分性和有效性。KPI应能真实反映设备管理状况并为管理者及时发现问题并采取纠正措施提供指导，加氢站KPI的建立可参考附录C。

**21.3** 绩效评价的基本要求如下：

a）加氢站每年度宜根据上一年度绩效评价结果，并结合本年度发展目标，制定本年度 KPI，提出每个指标的目标值，明确目标实现措施计划；

b）应根据所建立的指标体系，开展指标计算所需要的数据的日常收集工作，数据应真实、可靠，尽可能实现自动采集，或人工采集后传输入信息化系统；；

c）根据加氢站设备管理的实际需要，定期开展绩效指标的分析和评价，形成月报、季报或周报，其中应包括指标完成情况的分析，提出改进措施建议。

# 22 持续改进

**22.1** 加氢站应建立持续改进的制度，保证对全生命周期中对各类不符合项/事件持续改进的有效实施。

**22.2** 设备完整性管理中的不符合项/事件主要来源包括：

a）通过运行检查、维护保养、定期检查、定期检验等活动，发现的设备缺陷及异常情况；

b）开展风险分析、风险排查、隐患治理等活动，发现的危害因素；

c）通过监督检查、企业内审、管理评审、外部审核等，发现的违规行为、违章操作等；

d）其它完整性管理活动中发现的不符合完整性管理要求的行为活动。

**22.3** 对识别出的不符合项/事件，应进行调查和处理。调查组成员应是具有相应专业知识与经验的专业技术人员，调查内容主要包括：

a）分析不符合项/事件所带来的后果；

b）分析不符合项/事件的根本原因；

c）评价不符合项/事件是否需要采取预防措施；

d）与相关方沟通调查的结果；

e）评估纠正预防措施的有效性。

**22.4** 不符合项/事件的纠正预防措施应符合以下要求：

a）观察到不符合/事件时，应立即启动控制措施或应急预案；

b）应根据失效分析和根原因分析结果制定纠正和预防措施；

c）应对纠正预防措施的适用性和有效性进行评审；

d）纠正预防措施应考虑设备安全性、可靠性、经济性；

e）对于设备发生的失效，应按失效管理程序实施；

f）对于设备发生的事故，应按应急管理程序实施；

g）纠正预防措施主要包括：加强全生命周期管理‌，提高设备整体性能；预防性维护‌；风险管理‌：规范设备管理‌；技术改进措施‌；培训与意识提升‌等。

**22.5** 纠正预防措施的实施应符合以下要求：

a）建立持续改进机制。建立评审、审核机制，通过绩效指标监督并推进持续改进活动；

b）制定计划与监督实施。通过根本原因分析与失效模式及影响分析等分析方法制定不符合项的整改策略，确定责任人、完成时间与整改措施，组织专家制定改进效果的评价标准，并监督执行；

c）后评估。梳理、评价和总结持续改进的情况，提出优化策略,并形成书面报告

# 23 信息化管理

**23.1 信息化管理目标**

加氢站宜建立信息化管理系统，对完整性管理相关数据、业务流程等进行信息化管理，信息化管理的目标是一个逐步实现的过程，可以设定的目标包括但不限于：

a）构建设备全生命周期大数据；

b）管理流程信息化、网络化；

c）设备安全状态实时监控；

d）设备智能运维；

e）智能预警、预报；

f）智能应急。

**23.2 信息化系统**

加氢站信息化管理有赖于搭建一套完整性管理信息化系统，信息系统建设的总体思路是：综合运用传感器、互联网、物联网、数据库等信息技术以及人工方法，采集设备设计、制造、运行、使用、维护保养、检验检测等基础数据及实时状态数据，开发设备故障诊断、风险评估等功能模块，实现设备完整性管理业务办理以及状态监测、风险评估、危险报警等功能。

**23.3信息化管理基本要求**

信息化管理的基本要求如下：

a）组织机构。宜成立一个信息化领导小组，负责制定信息化管理制度，组织推动信息系统的规划、建设、实施、验收、评价、运维、信息安全管理等工作；

b）人才培养。应对负责信息化管理的人员进行培训，使人员具备信息技术和管理知识；

c）信息系统建设及运维管理。内容包括信息化系统及相应基础设施的巡检管理、故障处理、问题管理、配置与变更等工作；

d）信息安全。建立网络和信息安全基础设施，提供全面的信息安全保障措施，覆盖基础网络、系统运行和信息内容安全的各个方面。

**23.4 数据采集和管理**

信息化管理的核心是数据的采集和管理，信息化管理应建立数据采集和管理的专门流程并有效实施，应满足以下要求：

a）数据采集应考虑全生命周期各阶段风险评估、完整性管理工作的需求，建立数据采集清单，明确数据采集的标准化格式；

b）明确各个阶段产生数据的种类、属性等，按源头采集的原则及时实施数据采集和整合，尽可能将数据完整的纳入信息化系统，并便于追溯和分析；

c）数据来源主要包括设计、制造、安装、检验检测、维护保养、定期检查、运行、修理改造、停用报废、监测等，还包括故障、异常、变更、失效、事故等方面数据；

d）设计、制造、检验检测、运维等供应商、服务商应将数据移交给使用单位，移交前使用单位应提出相关要求以实现准确的数据移交。当数据不全或对数据有怀疑时，可通过现场检验检测等方式补充或确认数据；

e）应采取相应的管理措施，保证采集数据的质量，具体的质量要求包括真实性、准确性、有效性（数据在有效时间范围内）、一致性（不同来源）、满足完整性管理对数据的统一要求。

# 附录A

# （资料性）

# 加氢站设备过程质量管控主要内容

加氢站设备过程质量管控的主要环节、基本要求及常用管控措施建表A.1。

表A.1 过程质量管控主要内容

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 主要管控环节 | 质量基本要求 | 常用管控措施 |
| 设计 | 1）设计单位资质、人员资格满足要求；2）设计输入（设计依据、技术条件、质量要求等）正确；3）设计文件规范；4）设计变更合规；5）设计输出（设计图纸、计算书、说明书等）正确；6）设计签署规范；7）潜在风险得到识别和控制。 | 1）关键节点审查；2）设计承包方的选择和评价；3）设计任务书编制（提出完整性管理要求）；4）设计交底；5）设计审查；6）风险识别评估。 |
| 制造 | 1）制造单位资质、作业人员资格满足要求；2）材料、焊接、机加工、热处理、组装等过程符合要求；3）无损探伤、检验、试验、最终检验等符合要求；4）产品性能符合要求；5）质量证明文件齐全规范；6）识别评估了制造阶段潜在风险并采取相应措施。 | 1）制造商选择与评价；2）法定监检；3）关键设备监造（若需要）；4）出厂验收；6）进场检验；6）出厂资料审查；7）第三方监督；8）风险识别评估。 |
| 购置 | 1）产品厂家资质、能力满足要求；2）产品质量满足要求； 3）质量证明文件满足要求；4）识别评估了产品的质量风险并采取相应措施。 | 1）供应商选择与考核；2）采购合同及技术协议评审；3）出入库检验；4）风险识别评估。 |
| 安装 | 1）安装单位资质、作业人员资格满足要求；2）现场操作、技术、管理人员经过培训；3）现场施工符合法律法规、技术规范、标准和设计文件的要求；4）交工技术文件满足要求；5）变更管理得到有效控制；6）识别评估了安装阶段潜在风险并采取相应措施。 | 1）承包商选择与评价2）技术文件审查；3）施工方案审查；4）施工验收；5）调试和试验；6）法定监检；7）第三方监理；8）监督检查；9）交工技术文件审查；10）风险识别评估。 |
| 操作运行 | 1）操作、技术、管理人员能力和资格满足要求；2）现场操作按符合规程要求；3）设备风险已经评估并制定相应措施。 | 1）人员培训；2）安全检查和监测；3）制定操作规程和应急预案；4）监督检查；5）风险识别评估。 |
| 使用管理 | 1）使用登记；2）维护人员的资格、能力满足要求；3）监检测方法、标准、频次及评价等满足要求；4）维护内容、时机、操作等满足要求；5）监检测及维护施工按规程操作； 6）设备运行风险得到识别评估并采取相应防范措施；7）异常管理得到有效开展；8）设备缺陷得到识别评价及处置；9）变更管理得到有效开展；10）设备安全、平稳运行；11）维护档案、记录完备；12）识别评估了使用阶段风险并制定相应措施。 | 1）承包商选择和评价；2）人员培训；3）制定操作规程；4）维护规程；5）制定维护策略和计划；6）施工验收；7）监督检查；8）风险识别评估。 |
| 修理 | 1）修理单位资质、作业人员资格满足要求；2）修理内容、方法满足要求；3）施工操作满足规程要求； 4）修理所用材料、备品备件满足要求；5）交工技术文件满足要求；6）识别评估了修理阶段潜在风险并采取相应措施。 | 1）承包商选择与评价；2）制定修理计划；3）修理方案审查；4）监督检查；5）现场验收；6）修理后再评估；7）风险识别评估。 |
| 更新改造 | 1）改造所涉及到的设备、选型、购置、制造、安装、投运满足要求；2）改造单位的资质、能力满足要求；3）改造交工技术资料满足要求；4）识别评估了更新改造的潜在风险并采取相应措施。 | 1）承包商选择与评价；2）改造方案审查；3）变更评估；4）监督检查；5）验收；6）风险识别评估。 |

# 附录 B

# （资料性）

# 常用风险识别评估技术方法

 常用风险识别评估技术方法见表A.1。

表A,1 常用风险识别评估技术方法

| **序号** | **技术方法** | **用途简介** | **应用场合** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 基于风险的设计（RBD） | 适用于承压设备及其零部件风险识别，在设计阶段识别潜在风险，量化风险的可能性和影响，提出降险措施 | * 设计阶段
 |
| 2 | 基于风险的检验（RBI） | 适用于承压设备及其零部件、安全附件等，评估相对风险，进行风险排序，制定检验及管理策略 | * 设计阶段，服役阶段
 |
| 3 | 危险与可操作性分析（HAZOP） | 适用于系统及各类设备（尤其安全相关系统），分析识别设计、工艺、操作中的缺陷、危险及危险可能导致的不利后果，理清潜在事故的形成及传播途径、评估事故的风险水平并提出降低风险的建议措施 | * 设计阶段，服役阶段变更管理
 |
| 4 | 保护层分析（LOPA） | 适用于系统及各类设备（尤其安全相关系统），用于在HAZOP分析后，评估已有保护层的保护能力（有效性）及新增保护措施的降险等级要求 | * 设计阶段，服役阶段
 |
| 5 | 失效模式及影响分析(FMEA）/失效模式、影响和危害性分析(FMECA） | 适用于系统类设备（如压缩机）、控制系统，分析系统及其所有子系统与零部件潜在的故障模式、可能后果，提出相应的防控措施 | * 设计阶段，服役阶段
 |
| 6 | 以可靠性为中心的维修(RCM） | 适用于所有设备，通常运用FMEA 识别设备的潜在故障模式及其根本原因，分析故障对安全性、环境、运营和经济的影响，制定定期维护、状态监测、故障查找等方面的针对性维护策略 | * 设计阶段，服役阶段
 |
| 7 | 安全完整性等级（SIL）评估 | 用于评估安全仪表系统的安全完整性等级，包括设计阶段的定级及服役阶段的验证 | * 设计阶段，服役阶段
 |
| 8 | 根本原因分析（RCA） | 适用于所有设备，系统化、逻辑化、客观化和规范化的分析设备故障的机理和根本原因，制定问题预防措施 | * 设计阶段，在役阶段
 |
| 9 | 故障树（FTA） | 适用于相对复杂设备系统，通过图形演绎法分析故障及其产生原因，计算系统各单元的可靠度，以及对整个系统的影响，搜寻薄弱环节 | * 设计阶段，服役阶段
 |
| 10 | 完整性操作窗口（IOWS） | 适用于所有设备，确定设备的安全操作条件临界值 | * 设计阶段，服役阶段
 |
| 11 | 工艺危害分析（PHA） | 适用于所有设备，用于设计阶段潜在失效风险的识别和风险管理策略的开发，及在役装置工艺相关风险的识别和工艺安全管理 | * 设计阶段，服役阶段
 |
| 12 | 定量风险评价（QRA） | 所有的设备类型，定量化的评价危害可能性、后果值 | * 设计阶段，服役阶段
 |
|  | 合于使用评价（FFS） | 适用于承载设备，用于评价超标设备是否满足生产周期的安全运行 | * 服役阶段
 |

# 附录 C

# （资料性）

# 加氢站常用KPI指标

加氢站KPI的制定应根据管理设备的特点，遵循设备完整性整体目标、具体目标，紧密围绕安全性、可靠性、经济性，充分体现指标的先进性，同时结合企业实际和传统优良做法。加氢站设备完整性管理KPI可参考以下建立。

C.1 管理制度建立方面的指标

加氢站设备完整性管理制度建立方面可设立的指标包括：

a） 管理制度执行率。按下式计算

$管理制度执行率=\frac{检查发现的遵守操作规程或相关制度的数量}{总的检查项目数}×100\%$ （C.1）

b）培训完成率。按下式计算：

$培训完成率=\frac{按时完成培训计划的培训人数}{计划人数}×100\%$ （C.2）

c）培训合格率。按下式计算：

$培训合格率=\frac{培训人员中第一次考核通过的人数}{参加培训的总人数}×100\%$ （C.3）

**B.1 安全性方面的指标**

安全性方面可设立的指标如表C.1。

表C.1 安全性方面绩效指标

|  |  |
| --- | --- |
| 指标 | 指标说明 |
| 火灾、爆炸、人身伤害等事故数量 | 统计时间内发生的事故数量，数/年（月） |
| 设备完好率 | $$\frac{完好设备台数}{总设备台数}×100\%$$ |
| 设备检验检查计划完成率 | $$\frac{按计划检验检查设备台数}{设备总台数}×100\%$$ |
| 压缩机维保及时率 | $$\frac{压缩机按计划维保次数}{压缩机计划维保总次数}×100\%$$ |
| 电气、仪表继电保护正确率 | $$\frac{继电保护正确动作次数}{继电保护总动作次数}100\%$$ |
| 联锁保护动作正确率 | $$\frac{连锁保护正确动作次数}{继电保护动作次数}×100\%$$ |
| 静密封泄漏率（储氢容器，管路的密封点的泄漏率） | $$\frac{静密封泄漏次数}{静密封点总数}×100\%$$ |
| 站控系统故障报警次数 | 站控系统硬件故障报警次数，次/年（月） |
| 报警系统报警率 | 报警次数/监测点数 |

**C.2 可靠性方面的的指标**

可靠性方面可设立的绩效指标见表C.2。

表C.2 可靠性方面可设立的绩效指标

|  |  |
| --- | --- |
| 指标 | 指标说明 |
| 压缩机可靠性指数（平均故障间隔时间MTBF） | 两相邻故障间隔期内正确工作的平均时间，小时 |
| 电气电子设备故障率 | $$\frac{电气电子设备故障次数}{电气电子设备总台数}$$ |
| 仪表故障率 | $$\frac{仪表故障总台次数}{仪表总台次数}×100\%$$ |
| 阀门故障率 | $$\frac{阀门故障总台数}{阀门总台数}×100\%$$ |
| 储氢容器寿命 | 储氢瓶组型式试验压力循环次数，或储氢容器的设计疲劳循环次数 |

**C.3 经济性方面的指标**

经济性方面可设立的绩效指标见表C.3

表B.3 经济性方面可设立的绩效指标

|  |  |
| --- | --- |
| 指标 | 指标说明 |
| 维修费用指数 | $$\frac{保运费(万元）+日常维修费(万元）+分摊大修费(万元）}{ 装置重置价值（万元）}×100\%$$ |
| 设备故障导致停工数量 | 设备故障次数/加氢站总运行时间，次/年（月） |