



中华人民共和国国家标准

GB/T 44692.4—2026

危险化学品企业设备完整性 第4部分：信息技术规范

Equipment integrity of hazardous chemical enterprises—
Part 4: Information technology specification

2026-02-27 发布

2026-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	1
4 总则	2
4.1 建设目的	2
4.2 遵循的一般原则	2
4.3 信息技术架构设计	2
4.4 信息技术开发内容	2
5 系统架构	2
5.1 一般规定	2
5.2 系统架构的组成	3
6 技术架构	4
6.1 一般规定	4
6.2 技术架构的组成	5
7 应用架构	6
7.1 一般规定	6
7.2 应用架构的组成	6
8 功能设计	7
8.1 一般规定	7
8.2 台账管理模块	7
8.3 分级管理模块	8
8.4 风险管理模块	8
8.5 过程质量管理模块	8
8.6 ITPM 管理模块	8
8.7 运行环境管理模块	9
8.8 缺陷管理模块	9
8.9 变更管理模块	9
8.10 KPI 管理模块	10
8.11 系统配置	10

8.12 检查与评价	12
9 AI+技术应用	12
9.1 一般规定	12
9.2 主要内容	12
10 智能终端	12
10.1 一般规定	12
10.2 核心设计目标	13
10.3 硬件标准	13
10.4 核心功能模块	13
10.5 人机交互设计	13
10.6 移动终端	13
10.7 智能采集终端	13
参考文献	15



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。

本文件是 GB/T 44692《危险化学品企业设备完整性》的第 4 部分。GB/T 44692 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：管理体系要求；
- 第 2 部分：技术实施指南；
- 第 3 部分：绩效指标设置与计算方法；
- 第 4 部分：信息技术规范。

请注意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。

本文件由全国危险化学品管理标准化技术委员会(SAC/TC 251)提出并归口。

本文件起草单位：中石化安全工程研究院有限公司、应急管理部化学品登记中心、中韩(武汉)石油化工有限公司、中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司、中科(广东)炼化有限公司、中国特种设备检测研究院、中国石化销售股份有限公司浙江石油分公司、中国石油天然气股份有限公司抚顺石化分公司、中国石油大学(北京)、北京化工大学、青海汇信资产管理有限责任公司、陕西延长石油(集团)有限责任公司、河北诚信集团有限公司、浙江锦华新材料股份有限公司、河南心连心化学工业集团股份有限公司、浙江万丰化工股份有限公司。

本文件主要起草人：屈定荣、党文义、许述剑、魏冬、邱宏斌、任刚、孙新文、李云涛、吕伟、徐兴、杨文学、刘昕、邱志刚、郭素琪、陈增良、武文斌、段秉红、常喜斌、秦远中、张月峰、贺建宾、周锦巧、艾辉、刘曦泽、许可、杨锋、邢勐、郑显伟、朱哲、刘国帅、周昊、方紫咪、雷召、石磊、韩文宝、马金朝、郝文鹏、梁春红、王庆锋、芮振华、张杰东、王婷、牛鲁娜、戴澄、黄艳、宁志康、邱枫、厉建祥、孙德青、唐政、邵化金、刘晓金、王欣、徐碧涛、顾朝晖、俞杏英。

引 言

设备是企业安全生产的物质基础。危险化学品企业伴随易燃易爆、有毒有害等物料和产品,涉及使用、储存、制造、处理或运输等过程,具有设备腐蚀严重、故障频发、潜在风险难以识别等特点,特别是随着我国化工行业的发展,设备设施超设计年限服役日益增多,设备老化管理引起社会的高度关注。加强设备完整性管理,是过程安全管理的重要环节,是国际设备管理的发展趋势,是危险化学品企业提升设备管理水平、管控设备风险、消除设备隐患、预防设备事故的先进控制方法。

GB/T 44692《危险化学品企业设备完整性》旨在指导危险化学品企业建立并实施设备完整性管理,持续保持设备在物理上和功能上是完整的,处于安全可靠的受控状态,符合其生命周期预期的功能和用途,从而避免危险化学品泄漏、中毒、火灾、爆炸等安全事故或环境污染事件的发生,保障设备安全长周期运行,为实施危险化学品过程安全管理奠定基础。

GB/T 44692 的实施是以管理体系为准则,以技术应用为支撑,以绩效指标为评价,以信息系统为载体,共同实现危险化学品企业设备完整性管理的建立、实施、保持和持续改进。GB/T 44692 拟由4个部分组成。

- 第1部分:管理体系要求。目的在于规定组织环境、领导作用、策划、支持、运行、绩效评价、改进等设备完整性管理体系要素的基本内容。
- 第2部分:技术实施指南。目的在于提供设备分级评价、风险定级、缺陷分类、可靠性评价与寿命预测、腐蚀监测及风险评估、动设备监测诊断等设备完整性管理关键支撑技术的指导。
- 第3部分:绩效指标设置与计算方法。目的在于制定设备完整性管理绩效指标的设置原则、各行业指标设置与计算、指标分解与实施、指标统计与分析等方面的技术要求。
- 第4部分:信息技术规范。目的在于制定设备完整性管理信息系统的系统架构、技术架构、应用架构、功能设计、智能终端设计、系统配置等方面的技术规范。



危险化学品企业设备完整性

第4部分：信息技术规范

1 范围

本文件确立了危险化学品企业设备完整性信息技术的总则，规定了系统架构、技术架构、应用架构、功能设计、AI+技术应用和智能终端。

本文件适用于危险化学品企业的设备完整性信息化管理。

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 22081 网络安全技术 信息安全控制
- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 23022 信息化和工业化融合管理体系 生产设备运行管理规范
- GB/T 44692.1 危险化学品企业设备完整性 第1部分：管理体系要求
- GB/T 44692.2 危险化学品企业设备完整性 第2部分：技术实施指南

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 44692.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

信息化运行机制 informationization operation mechanism

一个动态的过程，涉及数据输入、处理、输出和反馈等多个环节。这些环节相互作用，共同构成了信息系统的运行机制，为组织和个人的决策和行动提供了支持和帮助。

3.1.2

信息孤岛 information silo

相互之间在功能上不关联互助、信息不共享互换以及信息与业务流程和应用相互脱节的计算机应用系统。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- AI: 人工智能(Artificial Intelligence)
- App: 移动应用服务(Application)
- AR: 增强现实(Augmented Reality)
- EM: 设备管理系统(Equipment Management System)
- ERP: 企业资源计划(Enterprise Resource Planning)
- Ex ia: 防爆本质安全型‘ia’等级(Explosion-proof intrinsic safety a)
- IaaS: 基础设施即服务(Infrastructure as a Service)

ITPM: 检验、检测和预防性维修(Inspection, Testing and Preventive Maintenance)
KPI: 关键绩效指标(Key Performance Indicator)
LDAP: 轻量目录访问协议(Lightweight Directory Access Protocol)
LIMS: 实验室信息管理系统(Laboratory Information Management System)
PaaS: 平台即服务(Platform as a Service)
PC: 个人计算机(Personal Computer)
PDCA: 策划-实施-检查-处置(Plan-Do-Check-Act)
PLC: 可编程逻辑控制器(Program Logical Control)
RCA: 根本原因分析(Root Cause Analysis)
SaaS: 软件即服务(Software as a Service)
SOAP: 简单对象访问协议(Simple Object Access Protocol)
UX: 用户体验(User experience)
WS: 网络服务(Web Service)
XML: 可扩展标记语言(eXtensible Markup Language)
5G: 第五代移动通信技术(5th-Generation Mobile Communication Technology)

4 总则

4.1 建设目的

构建一个支撑设备完整性管理体系落地实施与高效运行的信息化集成平台。承载标准化管理流程执行,集成相关支撑技术应用,并确保与危险化学品企业(以下简称“企业”)其他信息系统的数据兼容互通。通过管理、技术、数据的深度融合,实现企业设备综合管理效率的全面提升。

4.2 遵循的一般原则

应遵循的一般原则如下。

- a) 安全性: 架构设计遵循 GB/T 22081 及 GB/T 22239 的信息安全要求。
- b) 科学性: 架构以设备完整性管理体系要素为依据,有效支撑管理目标的实现。
- c) 互操作性: 在整合企业现有设备管理系统的基础上,开发或完善相关功能,依托标准化接口实现数据互通共享。
- d) 灵活性: 宜采用组件化、模块化设计,构建可组态的动态设备管理平台。
- e) 智能化: 宜融合大数据、云计算、人工智能(AI)、移动互联等新一代信息技术,支持数据驱动的智能分析与决策。

4.3 信息技术架构设计

涵盖系统架构、技术架构、应用架构、功能设计、AI+技术应用和智能终端。企业需结合自身实际需求与信息技术发展趋势,选择适宜的开发技术和架构方案。

4.4 信息技术开发内容

主要包括设备台账管理、分级管理、风险管理、过程质量管理、ITPM 管理、运行环境管理、缺陷管理、变更管理、绩效管理等功能模块,以及 AI+技术应用和智能终端。

5 系统架构

5.1 一般规定

5.1.1 基于 GB/T 44692.1 设备完整性管理体系要素架构,按照图 1 信息化运行机制模型,进行总体架

构设计。

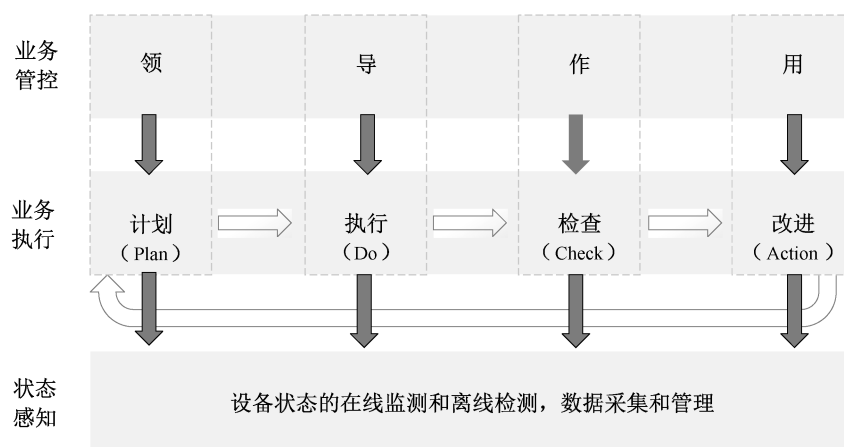


图 1 设备完整性管理信息化运行机制模型

5.1.2 覆盖设计、选型、购置、制造、安装、使用、维护、保养、检验、检测、修理、改造、报废、更新等设备全生命周期管理各环节,明确状态感知层、基础数据层、业务执行层及业务管控层的具体需求。

5.1.3 利用现有设备管理系统资源,通过整合、开发与完善相关功能模块,构建统一平台。设计应系统性考虑平台内各功能模块间的逻辑关系与信息交互要求,并确保与相关业务系统的有效集成与数据贯通,如 ERP、EM、设备状态监测系统及防腐蚀管理系统等。

5.1.4 采用标准化接口,实现数据互通共享。提高数据复用性,避免重复录入。建立数据自动采集机制,提升数据质量与使用效率。深度挖掘系统数据资源价值,提供灵活的统计分析工具,支持个性化统计分析应用的开发与实施。

5.1.5 建立与应用缺陷数据库、案例库、腐蚀数据库等知识管理体系。其中缺陷数据库的建立应符合 GB/T 44692.2 的要求。

5.1.6 宜采用组件化、模块化技术进行系统设计与开发,构建一个可组态、可配置的动态设备管理平台,以快速响应业务需求的动态变化。

5.1.7 宜应用大数据分析、5G、云平台、人工智能(AI)、移动应用(App)等新一代信息技术,支持系统实现数据驱动的智能诊断、快速响应与事前预警。

5.1.8 系统设计应满足用户体验(UX),确保系统的易用性、界面友好。应建立系统性的用户反馈与调研机制。

5.2 系统架构的组成

5.2.1 状态感知层

通过要素作用和应用场景的分析,明确状态感知层的功能和具体应用场景:

- 应体现设备实时状态,通过设备状态实时监控与诊断,确保设备异常状态被及时发现和处理;
- 应以建立不同设备的状态监测、检测和异常诊断功能为目标,集成点巡检、动设备监测、静设备监测、电气监测、仪表监测、专有设备监测以及其他监测等状态感知数据,具备数据自动采集、集成和设备异常状态诊断功能;
- 满足运行状态可感知,符合 GB/T 23022 的要求。

5.2.2 基础数据层

通过要素作用和应用场景的分析,明确基础数据层的功能和具体应用场景。

- a) 应建立设备台账库,集成设备全生命周期信息,包括设备树、设备基础信息、专业信息、分类信息、参数信息、附加信息、备品备件、关联附件、各类周期计划、可靠性分析等,具备在线添加、编辑、查阅、删除及相应的数据分析功能。
- b) 从设备全生命周期管理角度整合各类应用所需的数据,打破各类系统之间的数据壁垒,利用数字化交付等手段实现基础数据的自动采集与交换,并支持数据维护、查询、统计、分析。
- c) 应为各状态层应用提供必要的的数据支持,分为静态数据和状态感知数据。通过实现各系统数据互通共享,保证设备相关数据的完整性、及时性和准确性。

5.2.3 业务执行层

通过要素作用和应用场景的分析,明确业务执行层的功能和具体应用场景。

- a) 通过 PDCA 循环改进,提升设备管理水平,促进设备状态感知的及时有效。
- b) 应以设备 KPI 为指引,具备大数据的集成及二次应用分析功能,按照 PDCA 划分,核心需求主要包括计划管理、执行管理、专业/专项检查、总结分析:
 - 1) 计划管理主要针对维护维修/项目计划进行管控,包括年度计划、月度计划、滚动计划、临时计划;
 - 2) 执行管理包括设备分级、风险管理、缺陷管理、ITPM、变更管理、检维修、专业专项管理、故障诊断、前期管理、设备处置、应急管理和外部单位交互等内容;
 - 3) 专业/专项检查包括岗检、专业检查、专项检查等内容;
 - 4) 总结分析包括年度总结、月度总结、设备分析、装置分析、专业分析等内容。
- c) 应达到运行信息可交互,符合 GB/T 23022 的要求。

5.2.4 业务管控层

通过要素作用和应用场景的分析,明确状态感知层的功能和具体应用场景。

- a) 应按照分级管控的要求,具备实时综合监控及展示功能,为各级管理者提供智能服务和个性化功能定制,按照 PDCA 划分,核心需求主要包括绩效指标、策略管理、业务执行监控、绩效评价、调查分析改进和知识管理:
 - 1) 绩效指标主要实现 KPI 自动采集与计算;
 - 2) 策略管理主要针对设备完整性管理体系中策略相关的内容,包括预防性工作策略、风险评估、输出的专业策略以及相关的信息化管控功能;
 - 3) 业务执行监控是指对重点业务的结果的监控,包括设备风险等级情况、缺陷分布、费用使用情况、设备变更情况、设备检维修情况、质量问题、能耗物耗等;
 - 4) 绩效评价包括体系运行监控、分析评价、检查评审、效能评价等;
 - 5) 调查分析改进包括不符合项、事故调查、根本原因分析、纠正预防措施等内容;
 - 6) 知识管理包括法律法规、缺陷库、事故案例、应急预案、专家系统等内容。
- b) 业务管控层应达到运行决策可优化,符合 GB/T 23022 的要求。

6 技术架构

6.1 一般规定

6.1.1 宜采用微服务架构,实现系统集中部署、用户分布使用的应用场景。应具有以下技术特点。

- a) 平台:可移植,支持云服务。
- b) 架构:可扩展,模块化、插件化、可挂载、可组合。
- c) 运维:自动化,自动部署、自动重启、自动复制、自动伸缩/扩展。

- d) 数据:标准化,支持多源异构数据采集、清洗、治理。
- e) 安全:可信化,身份认证、权限管理、数据加密、审计追踪。
- 6.1.2 针对设备完整性复杂的业务场景,采用差异化存储策略进行数据存储,以适配不同数据特性与应用需求,保障数据存储的高效性、安全性与可用性。
- 6.1.3 采用先进的网络数据库和软件开发平台,在数据库平台基础上应用日志服务、消息服务、权限认证服务等对系统进行服务管理。
- 6.1.4 在数据库和业务数据服务的基础上建立人机交互性强、系统界面友好的功能操作窗口、表格式或图形化报表展示。
- 6.1.5 应涵盖 IaaS 层、PaaS 层、技术服务层、持续交付中心、云管控中心、标准体系以及安全体系等,见图 2,打破数据壁垒、释放数据价值。

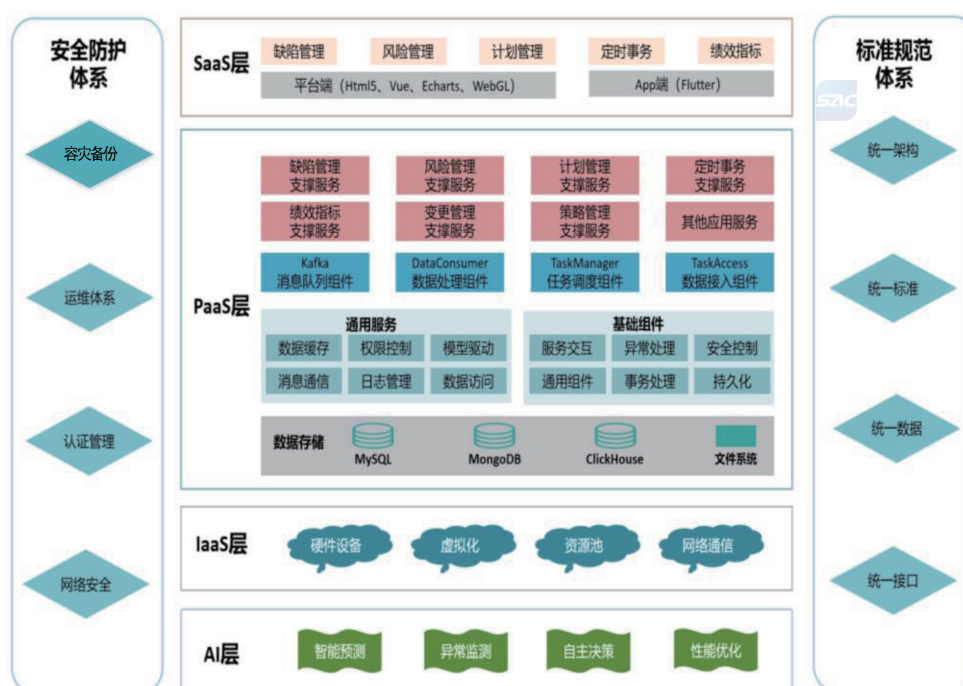


图 2 设备完整性管理信息化平台技术架构

6.2 技术架构的组成

6.2.1 资源层(IaaS层)

可通过计算资源和存储资源的整合,以计算和存储资源池的形式提供服务,资源池可按需进行动态扩展和配置,在解析任务、检索任务、分析业务时能按需弹性伸缩使用资源。

6.2.2 服务层(PaaS层)

应围绕数据收集、数据处理、数据存储及数据统计等主要需求,为设备完整性管理信息化提供弹性、高效、稳定的计算环境和数据支撑。

6.2.3 应用层(SaaS层)

可基于微服务架构模式,利用前端可视化技术建立符合业务需求的功能应用,应提供 PC 端和 APP 端两种服务。

6.2.4 数智层(AI层)

应围绕数据闭环与算法模型,通过对设备全量数据的建模分析,实现从被动响应到主动预测、智能决策的运维模式转变,达成设备可靠性、运行效率及管理自动化的全面提升。

7 应用架构

7.1 一般规定

企业应根据设备完整性管理体系建设要求,基于本企业所需的技术和具备的条件,开展信息化平台的应用架构设计。

7.2 应用架构的组成

7.2.1 技术层

企业应根据业务需要以及基础条件选择合适的技术层工具。根据 GB/T 44692.2 推荐但不限于以下技术。

- a) 设备风险评价技术:通过对设备运行参数、历史故障数据、环境因素等多维度分析,评估设备运行过程中潜在风险的可能性及影响程度、发生故障或泄漏的后果,为设备维护、检修决策提供科学依据。
- b) 可靠性评价技术:运用可靠性工程理论与方法,对设备的可靠性指标进行量化分析,评估设备在规定条件和时间内完成规定功能的能力,为设备选型、改造及寿命周期管理提供支持。
- c) 腐蚀风险预测及控制技术:利用腐蚀监测、材料特性分析、环境腐蚀因素评估等手段,预测设备腐蚀速率与程度,制定针对性的腐蚀控制措施,延长设备使用寿命。
- d) 转动设备故障诊断技术:采用振动分析、油液监测、温度监测等技术手段,对转动设备(如泵、压缩机、风机等)的运行状态进行实时监测与故障诊断,及时发现设备异常,为处置提供有效依据。
- e) 电力系统故障诊断技术:通过对电力系统的电气参数监测、保护装置动作分析等,快速准确判断电力系统故障类型与位置,为处置提供有效依据。

7.2.2 应用层

企业应基于完整性管理体系的要求开展应用层的建设,重点监控支撑核心要素运转的业务。建设内容包括但不限于以下方面。

- a) 设备分级管理:依据设备在生产流程中的重要性、运行风险程度、价值高低等因素,将设备划分为不同等级,如关键设备、重要设备、一般设备,实施差异化的管理策略,优化资源配置,提高设备管理效率。
- b) 设备风险管理:建立设备风险识别、评估、控制的全过程管理机制,对设备全生命周期内的风险进行动态监控,确保风险始终处于可接受范围,保障设备安全稳定运行。
- c) 设备前期管理:涵盖设备规划、选型、采购、安装调试等阶段的管理,确保设备满足生产工艺要求,为设备后期运行的可靠性、稳定性奠定基础。
- d) 设备维修维护管理:制定科学合理的设备维修维护计划,包括计划性维修、预防性维修、纠正性维修等策略,规范维修维护流程,提高设备可用性与可靠性。
- e) 设备处置管理:对达到报废条件或不再适用生产需求的设备,进行处置评估与决策,确保设备处置过程符合环保、安全及资产管理制度要求。

- f) 备件信息管理:包含备件台账、库存预警(低于安全库存时自动提醒)、备件申领与审批、备件消耗分析(如某类备件高频更换原因排查)、供应商管理功能,实现设备与备件管理联动。
- g) 检验、检测和预防性维修:按照相关标准与规范,定期对设备进行检验、检测,及时发现设备缺陷与隐患,并实施预防性维修,防止设备故障发生。
- h) 设备缺陷管理:建立设备缺陷的发现、记录、分析、处理及反馈的闭环管理流程,及时消除设备缺陷,避免缺陷升级导致设备故障。
- i) 设备变更管理:对设备的技术参数、结构、用途、操作程序等变更进行严格管理,评估变更对设备完整性的影响,确保变更后的设备符合安全、稳定运行要求。
- j) 用户参与管理:建立用户全过程参与机制,覆盖需求提出、系统操作、数据更新及反馈优化等环节,形成闭环管理,确保系统实用性与持续性。

7.2.3 管理层

企业应根据建立的绩效指标体系和改进机制开展管理层的建设,以实现战略、策略及计划的落实。建设内容包括但不限于:

- a) 绩效指标的设置、分解与考核,确保指标满足明确性、可衡量性、可实现性、与设备完整性管理的相关性及时间限定性;
- b) 年度计划的编制与审批,结合企业设备管理现状与战略目标,明确执行节点与责任主体;
- c) 设备事故的改进措施落实,通过根本原因分析(RCA)避免同类事故重复发生;
- d) 企业战略的制定、分解与考核,应与设备完整性管理目标一致,落实到部门与岗位;
- e) 预防性策略的编制、执行与考核,定期评估策略有效性并优化调整。

7.2.4 展示层

通过数据统计、后台推送及图形界面等手段将信息传递给相关人员,企业可根据信息系统已开发的功能定制展示层。

使用计算机端和移动端融合的机制开展信息系统的建设,双端数据实时互通,便于企业各级人员了解设备情况,并及时高效开展各项业务。

8 功能设计

8.1 一般规定

企业应根据设备完整性管理体系建设要求,结合本企业设备管理业务需求,设计功能模块。应包含台账管理模块、分级管理模块、风险管理模块、过程质量管理模块、ITPM 管理模块、运行环境管理模块、缺陷管理模块、变更管理模块、KPI 管理模块。

8.2 台账管理模块

台账管理模块应具备但不限于以下功能:

- a) 实现设备一台一档,档案内容包括设备管理单位、所属区域、所属装置、设备名称、设备编码、设备位号、设备类别、设备等级、设备规格型号、功能位置、生产厂家与设备状态等主要数据信息,以及相关技术参数信息,并可根据合规管理及权限对数据进行修改;
- b) 具备二维码生成功能,可批次生成企业、专业、区域、装置等维度设备二维码,并可配置二维码显示信息;
- c) 集成其他管理模块功能,汇总统计与显示单台设备所有业务记录,并可批量导出;
- d) 能按照企业、专业、区域、设备类别、设备级别或装置等维度进行设备数据统计、内容展示及下

载,并可实现穿透信息查询。

8.3 分级管理模块

分级管理模块应具备但不限于以下功能:

- a) 设备分级业务可具备系统定时触发、用户选择发起与外部业务触发的功能;
- b) 可实现对分级进行线上评级或线下评级结果批量导入系统的功能,其中线上评级可批量选择同类型评级设备,自动动态加载相应评级准则,若为量化评分则自动提供计算过程并实时显示计算结果,并显示同批次评级设备完成评级状态;评级结果台账可下载;
- c) 线上评级可对评级结果做审核处理,并具备结果同意与驳回功能,并可根据权限设置对结果审核过程中对部分字段信息进行修改;
- d) 系统展示设备分级规则并可对分级规则进行配置,包括评级对象、评级范围、评级参数权重等内容可制定并修改;
- e) 可对企业设备分级结果进行统计,并图表化展示,显示不同级别设备数量、分布与占比并可下载;
- f) 设备分级结果可实时自动反写其他关联信息系统(如 ERP、EM 系统等)。

8.4 风险管理模块

风险管理模块应具备但不限于以下功能:

- a) 能实现风险识别与提报功能,提报分为人工提报与外部流程自动触发提报两种方式,提报内容包括风险发生位置、部门、设备信息、风险描述和风险评估小组;
- b) 可自动匹配风险评价准则,对已提报风险进行风险等级、风险值的评价;
- c) 风险评估自动推送至相关人员,可对风险信息进行修改,录入风险管控措施,包括工程措施、管理措施与应急预案,并具备结果同意与驳回功能;
- d) 风险管控能够实现系统(线上)跟踪闭环,能自动匹配风险再评价规则,并自动触发需再评价风险项目;
- e) 自动生成设备风险台账与风险报表,可分区域、专业与级别等进行统计、查询、下载。

8.5 过程质量管理模块

过程质量管理模块应具备但不限于以下功能:

- a) 能实现设计选型、制造安装与投运阶段的资料文件上传;
- b) 能实现维修作业内容分解,内容分解包括作业内容、时间进度与批次数量,并可对每个维修作业内容录入费用预算、施工作业人员、相关备件附件及作业票类别;
- c) 对已分解或提报的维修作业进行审批,结论包括同意与驳回;
- d) 汇总展示维修作业项目清单,显示维修作业项目状态,并可按照专业、区域、单元、装置或时间进行快速查询与详细信息查阅;
- e) 能对已完成的项目进行验收,并根据权限精准推送至相关验收人员,并可在验收环节录入试运行记录,内容可包括振幅、频率、厚度、状态或电流等运行信息。

8.6 ITPM 管理模块

ITPM 管理模块应具备但不限于以下功能:

- a) 能依据设备类别配置管理策略,配置内容包括策略类别、执行时间、执行周期、执行内容、适用设备范围与适用管理层级;
- b) 能对 ITPM 策略进行审核与发布,可根据执行周期与首次执行时间,自动计算后续触发时

间,并自动生成企业、专业、区域或设备的年/月/季度 ITPM 计划,并可下载;

- c) ITPM 计划可根据权限精准推送执行角色,执行过程中可录入执行开始/结束时间、维护部门或人员与附件等信息;
- d) 对定时触发的业务能够进行详细配置,包括周期、范围、记录表单与报警规则;
- e) 自动统计、展示与报警预防性计划完成情况,统计分为已完成、未完成与逾期完成等类别,统计数据可穿透并可下载。

8.7 运行环境管理模块

运行环境管理模块应具备但不限于以下功能。

- a) 分单元、装置或设备设置监控指标,指标内容包括指标名称、数据来源、采集频次、测量值、测量单位、运行范围/标准。
- b) 按照专业、区域、报警类型、报警等级、日期或处理状态等进行指标报警数据展示、查询与统计。报警依据参数运行范围实现超标自动报警与数据推送。
- c) 能集成缺陷管理或风险管理等管理模块,实现报警数据提报、处置与关闭。
- d) 实现按部门、装置和专业统计报警数、响应数、响应及时率、闭环率等指标,统计数据可穿透并可下载。
- e) 根据设备重要性和后果严重性,报警监控参数宜分为紧急、重要、一般三类。根据报警监控分类和持续时间分层推送,建立报警分类、分层推送规则。

8.8 缺陷管理模块

缺陷管理模块应具备但不限于以下功能。

- a) 缺陷管理业务发起可具备用户选择发起与外部业务触发功能,与变更管理、风险管理、ITPM 管理模块有效集成。
- b) 提报信息可包括设备位号、设备名称、设备所在区域、专业、缺陷现象、缺陷部位等内容。
- c) 依据缺陷信息描述,自动匹配缺陷分类准则,并可在缺陷分类过程中进行风险评价。
- d) 对已提报缺陷进行缺陷审核,根据缺陷所属设备、区域与专业自动分流,并可对缺陷现象、缺陷部位、缺陷分类等信息进行修改,具备同意与驳回功能。
- e) 根据不同缺陷类别,关联检修管理与计划管理模块,具备缺陷处置功能,并可填报/上传检修方案、处置措施等信息。
- f) 能对已处置完缺陷进行缺陷验收,验收结果分为通过与不通过,验收信息包括验收意见、验收时间、验收结论、风险后评价等。可对缺陷提报、审核、处置等环节信息进行完善与修改,并形成缺陷闭环记录。
- g) 能自动接收缺陷管理模块数据,根据缺陷现象、缺陷部位等自动筛选生成需要开展根本原因分析的缺陷项目,并触发根原因分析流程。
- h) 自动生成缺陷台账与缺陷统计报表,并可按照缺陷现象、专业、所属区域与时间等维度进行统计、查询和下载。

8.9 变更管理模块

变更管理模块应具备但不限于以下功能。

- a) 能实现设备变更申报功能,申报分为人工申报与外部流程自动触发申报两种方式,申报内容包括变更类型、变更单位、管辖装置、使用部门、装置名称、申请人、申请日期、变更名称、变更编号、变更原因、工作范围、变更目标、变更事项涉及专业、变更涉及单位、变更计划实施时间、是否紧急变更等基础信息。

- b) 自动匹配变更评价准则与风险评价准则,变更分级评价时,实时显示变更判别结果,并可根据不同变更等级自动触发不同变更流程。
- c) 具备变更审核功能,可记录显示审核过程各环节审核意见,具备审核通过与驳回功能。审核通过后可进行变更实施与验收。
- d) 能在变更实施环节对完成状态、完成日期、验收人员与相关人员签字进行选择或录入,并可提交验收环节。
- e) 能进行变更验收申请,若通过则自动显示变更完成状态,并可对变更申请单位、关闭申请日期、实施资料及附件等信息进行修改完善。
- f) 能实现紧急变更功能,并由变更申请直接转入变更实施,实施完成后再进行审批与信息完善;自动生成设备变更台账与报表,可分级别、区域与专业等进行统计、查询和下载。

8.10 KPI 管理模块

KPI 管理模块应具备但不限于以下功能:

- a) 可创建或配置 KPI 指标,内容包括指标名称、计算逻辑、取数规则、分析频次与内容说明;
- b) 能实现 KPI 指标计算参数的自动取数、人工录入与常量数据读取,并可及时维护人工数据或常量数据,并对 KPI 计算结果进行人工校验或系统自动校验;
- c) 对不同层级 KPI 指标计算结果进行图表化展示,可穿透显示、查询和下载,能按照专业、区域、运行部与装置进行历史数据查询、下载;
- d) 可展示企业 KPI 指标明细,并可查询指标详细信息;
- e) KPI 计算数据来源可优先采用自动取数并不断提升自动取数占比,减少人工数据的录入。

8.11 系统配置

8.11.1 一般规定

应充分考虑系统的安全性、流畅性、标准化与开放性、实时性、可扩展性、高可用与容灾能力、易用性等原则。

- a) 在安全性方面,应保证应用数据处理的一致性,提供身份认证、权限管理和敏感数据的加密传输、存储,保证业务和数据不被非法侵用和修改伪造,明确数据备份范围、频率、方式并进行定期恢复验证,操作日志记录留存时间不少于 6 个月,保证数据不因意外情况丢失和损坏,提供多种安全检查审计手段,符合信息系统等级保护以及国家相关法律法规要求。
- b) 在流畅性方面,应在身份认证服务器上通过验证后,不同的应用向不同的服务发出数据请求,服务的运行状态不影响其他服务。
- c) 在标准化与开放性方面,应全面支持 XML、SOAP、Web Service、LDAP 等当前受到普遍支持的开放标准。
- d) 在实时性方面,应保证实时完成大容量数据处理的时效性和应用的高性能,对业务提供并发处理支持。
- e) 在可扩展性方面,支持功能扩展和性能升级,适应未来业务增长和技术迭代。
- f) 在高可用与容灾能力方面,通过负载均衡、冗余设计、分布式架构保障系统稳定性和容灾能力。
- g) 在易用性方面,系统界面简洁直观,操作符合用户习惯,降低学习成本。
- h) 在网络安全方面,系统网络安全定级为二级。

8.11.2 系统配置

应针对开发测试环境、生产环境分别配置。应明确应用服务器、缓存服务、数据库服务、消息队列服

务、云存储服务、数据及算法服务器的具体配置要求,通常包括 CPU、内存、硬盘等。具体要求如下。

- a) CPU:16 核以上。
- b) 内存:32 G 以上。
- c) 硬盘:2 T 以上。

8.11.3 指标分析

8.11.3.1 功能性指标

功能性指标的分析应至少包括以下内容。

- a) 需求覆盖率:系统已实现的功能覆盖用户需求或业务需求的比例应不低于 80%。
- b) 功能正确性:系统的处理逻辑与输出结果应符合预期的业务逻辑,并确保计算准确和数据转换正确。
- c) 功能完整性:系统关键功能应完整、无缺失,且无冗余功能。

8.11.3.2 性能指标

性能指标的分析应至少包括以下内容。

- a) 响应时间:在网络延迟低于 100 ms 或局域网环境下,应满足以下要求。
 - 1) 简单查询操作的响应时间应不大于 2 s。
 - 2) 复杂查询操作的响应时间应不大于 5 s。
 - 3) 计算类查询操作的响应时间应不大于 8 s。
 - 4) 在 50 用户并发条件下,各类查询操作的平均响应时间应不大于 5 s。
 - 5) 系统主要操作类页面的响应时间应不大于 5 s。
 - 6) 数据检索与查询类页面的响应时间应不大于 8 s。
- b) 服务可用性:系统服务的年度可用率应不低于 99.5%。
- c) 连续性:系统应具备 7×24 h 不间断运行的能力。
- d) 容错与恢复:应用软件发生故障后,应能在 4 h 内恢复至正常运行状态。
- e) 资源利用率:在系统典型工作负载下,各项关键资源利用率宜满足以下要求。
 - 1) CPU 占用率不高于 50%。
 - 2) 内存使用率不高于 40%。
 - 3) 硬盘占用率不高于 80%。

8.11.3.3 用户体验指标

用户体验指标的分析应至少包括以下内容。

- a) 易用性:界面简洁直观,易于用户理解与操作。
- b) 学习成本:信息架构清晰,术语专业规范,便于用户快速掌握,以降低学习负担与成本。
- c) 用户接受度:界面设计友好,操作方式符合用户习惯,以确保用户接受度高。
- d) 界面响应速度:界面交互反馈及时,运行流畅,无明显卡顿。
- e) 操作培训:提供清晰易懂的操作手册与有效的培训支持,以帮助用户熟练掌握系统操作。

8.11.3.4 安全与合规指标

安全与合规指标的分析应至少包括以下内容。

- a) 数据安全:确保重要数据的完整性,对敏感数据进行加密存储或传输,并实施数据访问权限控制,以防止数据泄露与篡改。

- b) 系统漏洞与入侵防范:具备恶意代码防范、入侵防范能力,并对软件运行环境及依赖组件进行有效的漏洞管理。
- c) 合规性:系统安全保护等级应符合 GB/T 22239 的相关要求。
- d) 审计能力:应对重要用户行为和安全事件进行审计,确保审计日志记录的完整性,并采取保护措施(如定期备份)以防止日志记录被篡改或丢失,保证其可追溯性。

8.12 检查与评价

8.12.1 定期开展系统各功能模块的检查与评价,保证信息系统运行正常,可有效支撑设备完整性管理体系运行。

8.12.2 保证系统各功能模块上线运行正常,设备完整性管理业务运转良好,产生业务数据 6 个月以上。系统应具备对相关模块使用情况进行统计的功能。

8.12.3 系统各功能模块应与设备完整性管理体系中相应要素的管理制度、业务流程相匹配。

8.12.4 系统中设备主数据、过程数据、文档、记录应符合企业管理要求,各工作表单创建规范、闭环及时。

8.12.5 系统各模块之间数据联通,不存在重复录入情况。缺陷管理、分级管理等与 EM 系统联通,具备反写功能,避免重复录入。

8.12.6 分级管理模块应具备设备分级线上打分、统计分析、展示功能。

8.12.7 风险管理模块应具备其他模块自动转入、风险跟踪、统计分析、展示功能。

8.12.8 ITPM 管理模块应具备 ITPM 策略维护、计划制定、计划执行、统计分析、展示功能。

8.12.9 缺陷管理模块应与风险管理、变更管理等其他管理模块联通,满足数据互读互写要求,具有缺陷数据统计分析、展示功能。

8.12.10 变更管理模块应与其他管理模块联通,具备统计分析、展示功能。

8.12.11 KPI 管理模块中 KPI 应与企业要求的数量一致,具备设备 KPI 计算、统计分析、展示功能。应不断提升 KPI 自动取数率,指标计算中任一参数为人工输入,则认定该指标未实现自动取数计算。

9 AI+ 技术应用

9.1 一般规定

设备完整性管理信息技术宜具备应用 AI+ 技术的能力,并适度结合智能终端的部署。

9.2 主要内容

在设计上宜结合生成式 AI 技术,实现模糊语义下的固定范式表格填报、功能界面快速定位以及用户习惯推理等,包括但不限于以下功能:

- a) 能根据非结构化的文字或语音实现设备变更、设备缺陷、设备风险等表单的提报,并根据完整性系统中已存在的数据对可能缺失的信息进行推荐性补充;
- b) 能根据非结构化的文字或语音实现功能界面的定位、跳转;
- c) 记录用户的工作角色和习惯,对已完成的根原因分析、缺陷处理措施、变更培训和涉及修订资料清单等后处理内容进行后台打分,以高分结果形成对应模板,在生成表单时提供建议。

10 智能终端

10.1 一般规定

设备完整性管理信息技术宜具备部署智能终端的能力,并适度结合 AI+ 技术应用。

10.2 核心设计目标

智能终端核心设计目标包括但不限于以下方面。

- a) 实时监测与预警:通过传感器和 AI 算法实现设备状态的实时监控与异常预警。
- b) 预测性维护:利用机器学习预测设备故障,减少非计划停机。
- c) 数据整合:集成设备台账、维修记录、检验数据等多源信息。
- d) 移动化与智能化:支持现场人员通过终端完成巡检、维修、决策。

10.3 硬件标准

智能终端硬件标准包括但不限于以下方面。

- a) 工业级终端:防爆、防腐蚀设计,抗电磁干扰,适应高温、高湿、易燃易爆的危险化学品企业现场环境。
- b) 多模通信:支持 5G、LoRaWAN、蓝牙 Mesh,满足复杂环境下的数据传输。
- c) 边缘计算模块:内置 AI 芯片(如 NVIDIA Jetson)实现本地化实时分析。
- d) 感知套件:振动/温度/压力传感器(无线+有线混合组网),红外热成像摄像头(用于腐蚀/泄漏检测),声学传感器(异常噪音识别),便携式油液分析仪(集成近红外光谱)。

10.4 核心功能模块

智能终端核心功能模块包括但不限于以下方面。

- a) 智能巡检系统:AR 工业巡检(实时定位、同步分析、异常预警、自动上传等),AI 视觉识别(设备测温、测振表盘读数等)。
- b) 专业应用系统:支持语音记录缺陷描述等信息。

10.5 人机交互设计

智能终端人机交互设计包括但不限于以下方面。

- a) 防误操作:NFC/RFID 绑定设备与任务,避免人工输入错误。
- b) 增强现实(AR):叠加设备历史维修记录。
- c) 语音助手:支持嘈杂环境下的语音指令,配备降噪麦克风与语音助手。
- d) 界面设计:界面美观简洁,易操作。

10.6 移动终端

移动终端包括但不限于:

- a) 智能手机;
- b) 平板电脑;
- c) 具备通信能力的手持式工控机;
- d) 具备通信能力的可编译的现场数据采集设备;
- e) 与 web 端数据同步,实现现场与指挥中心实时联动。

在移动终端上部署的设备完整性管理信息系统应能够完成第 8 章的设计功能,并实现业务数据的及时共享。

10.7 智能采集终端

信息系统的部分应用支持从智能终端读取采集到的实时数据。智能采集终端包括但不限于以下方面。

- a) 根据企业需求开展本质安全型防爆认证(Ex ia)或隔爆型防爆认证。
- b) 具有数据采集功能的测温、测振终端,以及巡检设备。
- c) 兼容 Modbus、OPC UA、HART 等 20 多种工业协议,无缝对接 DCS、PLC、智能仪表等设备,解决传统系统数据孤岛问题。兼容的工业协议应至少包含以下类别:
 - 1) 工业以太网协议(如 Profinet、EtherNet/IP、Modbus-TCP);
 - 2) 现场总线协议(如 HART、Foundation Fieldbus);
 - 3) 串行通信协议(如 RS485-Modbus、RS232)。
- d) 内置轻量级 AI 模型(如 LSTM 故障预测算法),可在本地完成数据清洗、异常检测、能效分析。
- e) 采用国密 SM4 加密算法和双向认证机制,支持断点续传和本地缓存,确保数据在 5G/工业 Wi-Fi 等不稳定网络下的完整性与安全性。
- f) 集成振动分析、红外热成像等智能诊断模块,实现压缩机、反应釜等关键设备的预测性维护。
- g) 三层防护:设备指纹识别+传输加密+访问控制列表(ACL)。
- h) 可信计算模块(TPM 2.0)保障固件安全。
- i) 具备通信能力的可编译的现场数据采集设备。

在智能采集终端部署的设备完整性管理信息系统应能够完成设备定位、数据采集、数据传输以及数据分析的功能,并实现业务数据的及时共享。



参 考 文 献

- [1] GB/T 26327—2010 企业信息化系统集成实施指南
- [2] GB/T 31490.7—2015 社区信息化 第7部分:信息系统技术要求
- [3] GB/T 38710—2020 油气输送管道地理信息系统建设指南
- [4] GB/T 40640.1—2021 化学品管理信息化 第1部分:数据交换
- [5] GB/T 40640.2—2021 化学品管理信息化 第2部分:信息安全
- [6] GB/T 40640.3—2021 化学品管理信息化 第3部分:电子标签应用
- [7] GB/T 40640.4—2021 化学品管理信息化 第4部分:化学品定位系统通用规范
- [8] GB/T 40640.5—2021 化学品管理信息化 第5部分:化学品数据中心
- [9] GB/T 50609—2010 石油化工工厂信息系统设计规范
- [10] DL/T 5456—2012 火力发电厂信息系统设计技术规定
- [11] 中华人民共和国安全生产法,中华人民共和国主席令第13号
- [12] 特种设备安全监察条例,中华人民共和国国务院令第549号
- [13] 中国石油化工集团公司设备管理办法
- [14] 中国石油天然气集团公司设备管理办法
- [15] 中国石化信息和数字化管理办法
- [16] 曹南,杨博,吴满意,等.危险化学品企业安全生产监管信息系统设计[J].测绘标准化,2022,38(01):98-102.
- [17] 高张宝.基于B/S架构的企业内部管理系统的设计与实现[D].昆明:昆明理工大学,2019.
-

