

团 体 标 准

T/CCASC 0053—2025

氯碱工业数字化车间建设指南 烧碱生产 浓缩与固碱加工

Guidelines for digital workshop of chlor-alkali industry—Caustic soda production—
Concentration and solid alkali processing

2025-12-31 发布

2026-03-31 实施

中国氯碱工业协会 发布
中国标准出版社 出版

中国氯碱工业协会于 1981 年成立,是我国成立最早的全国性工业协会之一。中国氯碱工业协会团体标准按《中国氯碱工业协会团体标准管理办法》进行制定和管理。

中国境内的团体和个人,均可提出制、修订中国氯碱工业协会团体标准的建议并参与有关工作。

本文件实施过程中,如发现需要修改或补充之处,请将意见和有关资料寄送中国氯碱工业协会,以便修订时参考。

地址:天津市南开区白堤路 186 号天津电子科技中心 1105 室;邮编:300192;电话:022-27428255。

本标准版权为中国氯碱工业协会所有,除了用于国家法律或事先得到中国氯碱工业协会的许可外,不得以任何形式或任何手段复制、再版或使用本标准及其章节,包括电子版、影印件,或发布在互联网及内部网络等。

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	3
5 体系结构	3
6 总体要求	4
7 基础层数字化规范	5
8 执行层数字化规范	10
9 数字化车间网络与信息交互	12
附录 A (资料性) 功能安全信息安全示例	13
附录 B (资料性) 氯碱企业数字化车间执行层数字化建设示例	14
参考文献	18

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。

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。

本文件由中国氯碱工业协会标准化工作委员会提出并归口。

本文件主要起草单位：新疆中泰(集团)有限责任公司、福建省东南电化股份有限公司。

本文件参与起草单位：天津渤化化工发展有限公司、新疆天业股份有限公司、浙江环洋兴华新材料有限公司、中国成达工程有限公司。

本文件主要起草人：姚永军、黄昌兆、崔钦、张强、郁翔、袁臻、马文芝、林洪棚、赵军军、汪海位、陈天、蒙星宇、李斌、林俊杰、张方英、向朝、张绪杰、罗强、林莉娜、孙中常、甘新瑞。

本文件由中国氯碱工业协会负责管理和解释。



CCAIA



CCAIA

全国团体标准交易平台

氯碱工业数字化车间建设指南 烧碱生产 浓缩与固碱加工

1 范围

本文件给出了氯碱行业烧碱生产企业数字化车间建设浓缩与固碱加工部分的体系结构、总体要求、基础层数字化规范、执行层数字化规范、网络与信息交互等内容。

本文件适用于氯碱行业烧碱生产企业数字化车间浓缩与固碱加工部分的建设。

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 37393 数字化车间 通用技术要求
- GB/T 41257 数字化车间功能安全要求
- GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
- DB34/T 3052 智能工厂和数字车间建设 实施指南
- T/CCASC 0043—2024 氯碱工业数字化车间建设指南 电解

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化车间 **digital workshop**

以生产对象所要求的工艺和设备为基础，以信息技术、自动化、测量技术为手段，用数据连接车间不同单元，对生产运行过程进行规划、管理、诊断和优化的实施单元。

[来源：GB/T 37413—2019, 2.1]

3.2

信息安全 **information security**

对信息的保密性、完整性和可用性的保持。

[来源：GB/T 25069—2022, 3.673]

3.3

设备管理 **equipment management**

以设备为研究对象，追求设备综合效率，应用一系列理论、方法，通过一系列技术、经济、组织措施，对设备的物质运动和价值运动进行全过程管理。

[来源：GB/T 37393—2019, 3.5]

3.4

可视化工艺流程管理 **visual process management**

将制造过程工序间流转关系及条件用计算机工艺软件进行管理，并以工艺流程图的方式进行显示。

[来源:GB/T 37393—2019,3.19]

3.5

控制系统 control system

响应来自过程和(或)操作者的输入信号,并产生输出信号,使制造过程按预期方式工作的系统。

[来源:GB/T 41257—2022,3.1.2]

3.6

制造执行系统 manufacturing execution system

生产活动管理系统,该系统能启动、指导、响应并向生产管理人员报告在线、实时生产活动的情况。这个系统辅助执行制造订单的活动。

[来源:GB/T 37393—2019,3.9]

3.7

保护层 layer of protect

用来防止不期望事件的发生或降低不期望事件后果严重性从而降低过程风险的设备、设施或方案。

[来源:GB/T 41257—2022,3.1.4]

3.8

功能安全管理信息系统 functional safety management information system

对数字化车间的安全风险、保护层、安全相关系统及其他功能安全相关活动进行数据采集分析、可视化管理、动态管控的信息系统。

[来源:GB/T 41257—2022,3.1.5]

3.9

功能安全信息物理系统 functional safety cyber physical systems

是一个综合计算,网络和物理环境的多维复杂系统,通过 E/E/PE 安全相关系统、其他风险减低措施和功能安全信息系统等的有机融合与深度协作,实现数字化车间功能安全的实时感知、动态管控和信息服务。

[来源:GB/T 41257—2022,3.1.6]

3.10

生产资源 productive resources

生产所需的除制造设备以外的制造资源。

注:生产资源包括人员、元器件、成品、半成品、辅助工具等。

[来源:GB/T 37393—2019,3.15]

3.11

智能工厂 smart factory

在数字化工厂的基础上,利用物联网技术和监控技术加强信息管理和服务,提高生产过程可控性、减少生产线人工干预,以及合理计划排程。同时集智能手段和智能系统等新兴技术于一体,构建高效、节能、环保、舒适的人性化工厂。

[来源:GB/T 41255—2022,3.1]

3.12

安全仪表系统 safety instrumented system

用于实现一个或多个安全仪表功能的仪表系统。一个安全仪表系统由传感器、逻辑解算器和执行单元的任意组合组成。

[来源:GB/T 41261—2022,3.77]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BOM:物料清单(Bill of Material)

CCR:中央控制室(Central Control Room)

DCS:集散控制系统(Distributed Control System)

E/E/PE:电气/电子/可编程电子(Electrical/Electronic/Programmable Electronic)

ERP:企业资源计划(Enterprise Resource Planning)

ESD:紧急停车系统(Emergency Parking System)

GDS:可燃有毒气体检测系统(Combustible and Toxic Gas Detection System)

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

LIMS:实验室信息管理系统(Laboratory Information Management System)

MES:制造执行系统(Manufacturing Execution System)

OA:办公自动化(Office Automation)

ORP:氧化还原电位(Oxidation-reduction Potential)

PDCA:计划、执行、检查、行动(Plan-Do-Check-Act)

PDM:产品数据管理(Product Data Management)

PLC:可编程序控制器(Programmable Logic Controller)

RFID:射频识别技术(Radio Frequency Identification)

SIS:安全仪表系统(Safety Instrumented System)

SPC:统计过程控制(Statistical Process Control)

5 体系结构

5.1 结构要求

5.1.1 数字化车间重点涵盖产品生产制造过程,分为基础层和执行层。在数字化车间之外,还有企业的管理层。本文件为数字化车间烧碱浓缩与固碱加工部分的基础层和执行层的建设。其体系结构如图 1 所示,氯碱行业主要智能平台和管理系统子项的相关信息参照 T/CCASC 0043—2024 附录 A 的相关要求。

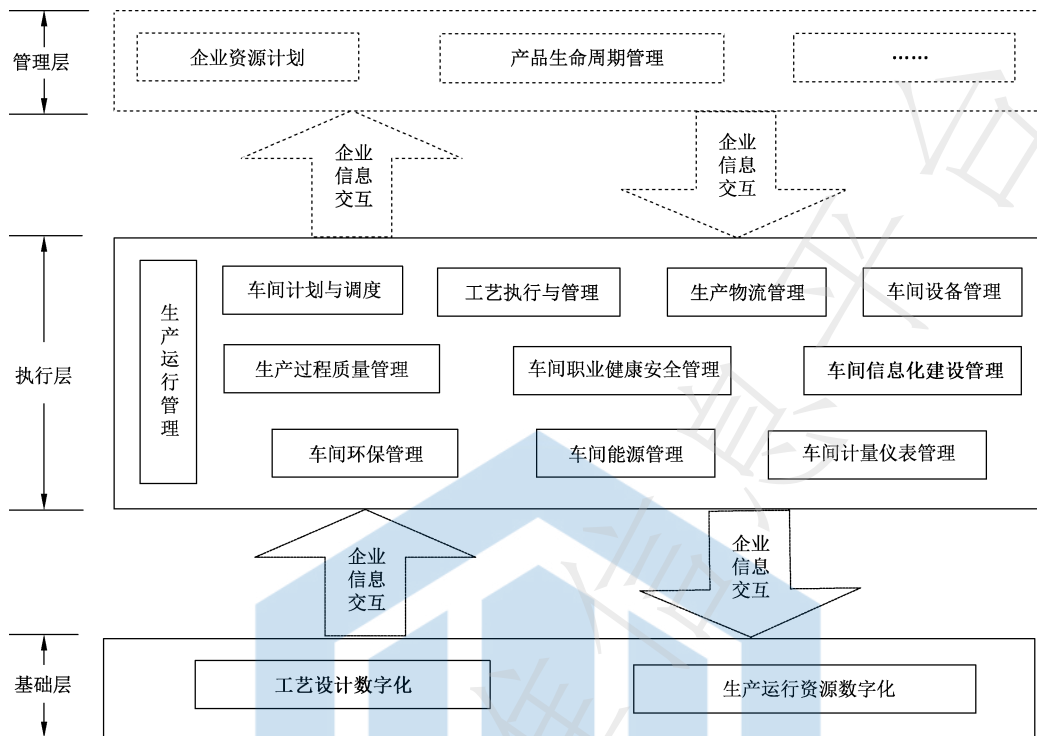


图 1 数字化车间结构

5.1.2 数字化车间的基础层包括工艺设计数字化和生产运行资源数字化,其中生产运行资源数字化包括生产设备数字化、系统数字化、物料管理数字化、人力资源数字化、可视化总貌。

注 1: 生产设备承担执行生产、检验、物料运送等任务,大量采用数字化设备,可自动进行信息的采集和指令执行。

注 2: 物料、人、本身不具备数字化通信能力,但可借助条码、RFID、AI 算法、人工智能等技术进行标识,参与生产过程并通过其数字化标识与系统进行自动或半自动交互。

5.1.3 数字化车间的执行层包括车间计划与调度、生产物流管理、工艺执行与管理、生产过程质量管理、车间设备管理、车间职业健康安全管理、车间环保管理、车间能源管理、车间计量仪表管理和车间信息化建设管理共 10 个运行管理模块。

5.2 体系构架设计

模型建立宜按 DB34/T 3052 的相关规定执行。

6 总体要求

6.1 边界要求

本文件烧碱生产企业数字化车间浓缩与固碱加工部分的边界:从电解槽稀碱液进入蒸发碱缓冲罐开始,经蒸发浓缩,到产出固碱结束,其中包括尾气处理系统。即蒸发与浓缩单元、制片(造粒)单元、脱硝单元、除尘单元(燃煤适用)、脱硫单元(燃煤适用),共 5 个生产单元。

6.2 数字化要求

数字化车间的设计、资产和生产过程信息宜能够转变为被计算机识别的信息,资产和生产过程信息分别从人、机、料、法、环等环节进行要求,主要包括如下方面:

- a) 工艺设计数字化:宜采用数字化设计方法,智能工艺流程图设计,智能仪表设计,智能电气设计,智能工厂三维模型设计等;
- b) 设备数字化:包括数据采集数字化和操作指令数字化;
- c) 系统数字化:包括 DCS 系统、设备联锁、GDS 系统等系统数字化;
- d) 物料管理数字化:包括物料采集系统和物料管理系统数字化;
- e) 人力资源数字化:建立人力资源平台,将人员能力、培训、考勤等信息数字化;
- f) 可视化总貌:建立可视化总貌界面,通过总貌展示车间主要工艺流程、重要设备的开停状态和关键的设备运行参数。

6.3 网络要求

数字化车间宜建有互联互通的网络,可实现设备、生产资源与系统之间的信息交互。例如:以工业交换机和工业无线 AP 为接入设备,与公司办公网络有机集成的工业以太网。通过有线的、无线的连接,使数字化车间中的生产设备能够与网络相连,并将相关的数据传输到 MES。如与外部进行网络连接宜进行相应的网络建设和评价。

注:工业无线 AP 接入设备要有认证方式。办公网络和工业网互联要有安全措施,符合等级保护评定要求。

6.4 系统要求

数字化车间宜建有生产控制执行系统[DCS、GDS、ESD 的控制器、控制柜、电源等核心组件独立配置,不应共用。其供电负荷应按一级用电负荷(双电源供电),宜采用 UPS 电源。供电时间不应低于半小时,并包含 DCS 联锁、设备联锁、一键停车按钮等安全联锁]和其他的信息化生产管理系统,支撑生产安全运行管理的功能。

6.5 集成要求

数字化车间应实现基础层和执行层间的信息集成。集成系统在展示基础层数据的基础上,将执行层的管理机制以提示、预警、报警的方式进行预防性管理,进行系统管理,推动智能生产线的正常运作。

6.6 安全要求

数字化车间的功能安全要求宜按 GB/T 41257 的相关规定执行。安全示例见附录 A。

注 1:基础层中需设置适当保护层。如安全相关系统:GDS、安全门锁(门禁系统)、防火门固碱厂房、工艺楼厂房、抗爆门(机柜间)、安全阀、爆破片、紧急冷却等。

注 2:基础层中需有功能安全管理信息系统和功能安全信息物理系统。如电信集成平台、视频监控系统、应急广播系统、电话系统、无线对讲系统、火灾报警系统、计算机局域网系统、人员定位系统等、应急融合通信系统、指挥调度系统等。

6.7 建设实施要求

数字化车间建设应依据所在公司数字化车间建设模型和设计方案,通过技术获取、项目建设、验收等全过程受控,确保数字化车间的建设符合要求。利用外部资源时,应与咨询、技术、系统集成、运行维护等供方沟通合作,确保合作过程有效可控。

7 基础层数字化规范

7.1 工艺设计数字化要求

根据生产过程需求,氯碱工业数字化车间的工艺设计宜采用数字化设计方法。数字化交付资料提

供者宜满足以下要求：

- a) 采用辅助工艺设计,如智能工艺流程图设计、智能仪表设计、智能电气设计、智能工厂、数字孪生等三维设计；
- b) 能进行烧碱浓缩与固碱加工工艺流程和工艺布局仿真；
- c) 能进行烧碱浓缩与固碱加工过程仿真；
- d) 建立工艺知识库,包括工艺相关规范,成功的工艺设计案例,专家知识库等；
- e) 提供电子化的工艺文件,并可下达到生产现场指导生产；
- f) 向生产执行系统输出工艺 BOM；
- g) 同步论证实施 APC 先进控制。

注：示例见 T/CCASC 0043—2024 中的附录 C 中的 C.1。

7.2 生产运行资源数字化

7.2.1 生产设备数字化

7.2.1.1 基本要求

生产设备数字化宜满足以下基本要求：

- a) 建立设备在线台账,设备信息可在线查看,通过人工或手持仪器开展设备常态化定期点巡检、辅助数据检测,实现设备运行状态记录、设备运行时长自动统计等,及时发现设备异常,并依据人工经验实现检修维护过程管理和故障消除；
- b) 建立关键设备(如降膜蒸发器、碱泵等)在线监测系统,实现设备关键运行参数数据的实时采集、故障分析和远程诊断；
- c) 通过信息技术手段,集成状态监测数据、工艺运行数据等实现基于诊断规则和历史案例的故障诊断；
- d) 通过大数据等信息技术手段,对设备故障进行分类、统计,建立设备运行故障数据库,实现设备运行趋势分析,对设备维修策略进行实时分析和更新,进行预测性维护。
- e) 根据实时运行数据,结合大数据分析,视频分析等先进技术进行故障的诊断及维护。

7.2.1.2 75 kW 及以上电机状态监测数字化

宜监测 45% 碱输送泵、机封水回用泵、熔盐泵等设备电流。

7.2.1.3 10 kV 电机运行效率监测

宜监测引风机、鼓风机的输入功率(kW)、理论效率(%)等数据；宜监测引风机、鼓风机的输出功率(kW)、实际效率(%)等数据。

7.2.1.4 塔釜类、容器类和储罐类的数字化

容器类和储罐类的数字化主要内容包括但不限于：

- a) 宜实现 30% 碱罐液位数字化控制；
- b) 宜实现 45% 碱罐液位及泵出口流量等相关指标的数字化控制；
- c) 宜实现进 20% 碱罐(配制)烧碱流量,碱罐液位、温度,泵出口流量、压力等相关指标的数字化控制；
- d) 宜实现二次蒸汽冷凝罐液位、出口 pH、工艺水池液位及其泵出口流量等相关指标的数字化控制；
- e) 宜实现机封水罐液位、pH,机封水泵出口压力、流量等相关指标的数字化控制；

- f) 宜显示储罐、容器和塔釜的设备容积、材质等。

7.2.2 系统数字化

7.2.2.1 基本要求

系统数字化宜满足以下基本要求：

- 通过报表信息化等统计分析手段,实现生产报表的自动生成;
- 通过分布式控制系统(DCS)系统集中控制,以及PID整定等技术实现自动控制,依据系统数据进行异常处置(工艺控制参数的高报警、低报警、高高报警、低低报警等);
- 通过生产全流程的工艺指标(温度、压力、液位、流量等)可视化监控系统,实现在线分析、平稳率及合格率的实时监控预警,自动采集报警数据,辅助治理报警僵尸报警、频繁报警、冗余报警,实现关键报警,原因分析、关键报警预测等;
- 通过生产分析平台,对操作合格率、操作平稳率、自控率、联锁投切率、工艺报警率等进行实时监控分析调整优化,实现在线分析、平稳率及合格率的实时监控预警;
- 通过视频通信和现场画面、人员信息以及事故相关的工艺和设备参数状态的集中展示,实现突发情况的远程指挥和处理。

7.2.2.2 烧碱浓缩系统工艺控制数字化

烧碱浓缩系统工艺控制数字化主要内容包括但不限于：

- 碱液回路:宜实现离子膜烧碱碱温度、压力、流量;蒸发器液位,烧碱出蒸发器温度,碱水预热器温度,碱碱预热器温度等相关指标数字化控制;
- 生蒸汽及其冷凝液回路:宜实现首效(蒸汽进系统为首效)换热器蒸汽进口温度、压力、流量,生蒸汽冷凝水罐液位,碱水换热出口温度和pH,生蒸汽冷凝液缓冲罐液位、生蒸汽凝液电导率、pH、流量等相关指标数字化控制;
- 工艺蒸汽及工艺冷凝液回路:宜实现二次蒸汽出口压力和温度,表面冷凝器循环水流量等相关指标数字化控制;
- 真空回路和冷却水回路:宜实现二次蒸汽分离器压力和温度,二次蒸汽真空泵气液分离器液位;冷却水上水压力、温度、流量等相关指标数字化控制。

7.2.2.3 固碱生产系统工艺控制数字化

7.2.2.3.1 熔盐炉工艺控制数字化

熔盐炉工艺控制数字化主要内容包括但不限于：

- 宜实现熔盐泵电流、鼓风机电流、引风机电流、锅炉给水泵电流等相关指标的数字化控制;
- 宜实现熔盐罐出口温度、熔盐炉温度、熔盐炉出口熔盐温度、熔盐炉炉顶温度、熔盐炉炉体排烟温度、SCR反应器温度、热空气温度、布袋除尘器入口温度等相关指标的数字化控制;
- 宜实现一、二级余热锅炉液位、压力、温度,除氧器液位、温度、压力等相关指标的数字化控制;
- 宜实现蒸汽压力、燃气压力(燃气炉适用)、熔盐炉熔盐进出口压力、炉膛负压、烟气总管负压、热空气压力、布袋除尘器入口压力、氮气压力等相关指标的数字化控制。

7.2.2.3.2 片碱生产工艺控制数字化

片碱生产工艺控制数字化主要内容包括但不限于：

- 宜实现预浓进碱流量、液位、二次汽压力,终浓器进碱流量等相关指标的数字化控制;
- 宜实现片碱机转速、冷却水流量,糖液加入量等相关指标的数字化控制;

- c) 宜实现二次冷凝液罐液位、转鼓冷却水罐液位等相关指标的数字化控制；
- d) 宜实现表冷、板换等设备的介质温度、流量等相关指标的数字化控制。

7.2.2.3.3 粒碱生产工艺控制数字化

粒碱生产工艺控制数字化主要内容包括但不限于：

- a) 宜实现预浓进碱流量、液位，高压蒸汽压力、流量、温度，二次汽压力，终浓器进碱流量等相关指标的数字化控制；
- b) 宜实现造粒机转速、电流，冷却水流量，糖液加入量等相关指标的数字化控制；
- c) 宜实现二次冷凝液罐液位、转鼓冷却水罐液位等相关指标的数字化控制；
- d) 宜实现表冷、板换等设备的介质温度、流量等相关指标的数字化控制；
- e) 宜实现熔融碱罐液位、熔融碱罐的进碱温度、终浓器进碱流量等相关指标的数字化控制；
- f) 宜实现熔融碱泵电流、转速，高位罐温度、喷洒筐转速、风管温度、干燥空气压力、造粒塔出口流量等相关指标的数字化控制；
- g) 宜实现粒碱冷却器运转状态、斗提机电流、粒碱料仓料位等相关指标的数字化控制。

7.2.2.4 脱硝系统工艺控制数字化

宜实现氨水罐液位与温度、SCR 氨水喷入量、氨水调节阀开度、烟气管道氨水喷入压力、氮氧化物排放等相关指标的数字化。

7.2.2.5 脱硫系统工艺控制数字化

脱硫系统工艺控制数字化主要内容包括但不限于：

- a) 宜实现脱硫塔 pH、液位、密度、浆液循环泵电流等相关指标的数字化控制；
- b) 宜实现排水坑液位、事故水池液位、渣浆罐液位、生产水箱液位等相关指标的数字化控制；
- c) 宜实现氧化风机出口温度、脱硫塔入口烟气温度、脱硫塔入口烟气压力等相关指标的数字化控制；
- d) 宜实现脱硫塔出口氧气浓度、烟气温度、烟气压力、烟气流量、烟气流速、烟气湿度、氮氧化物、粉尘、二氧化硫折算值等相关指标的数字化控制。

7.2.2.6 除尘系统工艺控制数字化

除尘系统工艺控制数字化主要内容包括但不限于：

- a) 宜实现引风机主电机运行电流、电机运行频率、电机驱动端轴承温度、电机非驱动端轴承温度、电机定子轴承温度(U)、电机定子轴承温度(V)、电机定子轴承温度(W)、风机驱动端轴承温度、风机非驱动端轴承温度、风机主轴承振动等相关指标的数字化控制；
- b) 宜实现鼓风机的主电机运行电流、电机运行频率、电机驱动端轴承温度、电机非驱动端轴承温度、电机定子轴承温度(U)、电机定子轴承温度(V)、电机定子轴承温度(W)、风机驱动端轴承温度、风机非驱动端轴承温度、风机主轴承振动等相关指标的数字化控制；
- c) 宜实现布袋除尘器压差、炉膛气相压力等相关指标的数字化控制。

7.2.2.7 DCS

7.2.2.7.1 DCS 操作

数字化车间生产控制采用 DCS 操作。

7.2.2.7.2 DCS 联锁

DCS 联锁包括但不限于以下内容：

- a) 宜实现停二次蒸汽冷凝液泵联锁(二次蒸汽冷凝罐液位低低)；
- b) 宜实现停末效进料联锁(末效蒸发器液位开关或末效降膜蒸发器液位高高)；
- c) 宜实现停效体进料联锁(本效降膜蒸发器液位开关或本效降膜蒸发器液位高高,或上一效降膜蒸发器液位低低,或上一效碱泵故障)；
- d) 宜实现系统停车联锁(效体蒸发器液位高高/低低或效体蒸发器液位开关,或效体蒸发器进口碱液流量低低,或效体二次蒸汽分离器出口蒸汽压力高高,或进首效降膜蒸发器蒸汽压力高高/温度高高,或生蒸汽冷凝罐液位低低,或首效蒸发器碱液温度高高,或碱碱预热器出口碱液温度高,或二次蒸汽冷凝罐液位高高/低低,或碱泵故障)；
- e) 宜实现停出料联锁(效体蒸发器进口碱液流量低低或首效体蒸发器液位低低,或碱碱换热器出口碱液温度高高,或二次蒸汽冷凝罐液位高高,或 45%碱泵故障)；
- f) 宜实现关生蒸汽凝液调节阀联锁(生蒸汽凝液罐液位低低或末效蒸发器碱水预热器蒸汽凝液进口温度高高)；
- g) 宜实现固碱预浓液位开关高高联锁、二次蒸汽压力高高联锁、低低联锁、熔盐炉负压高高联锁、熔盐炉出口压力高高联锁、熔盐炉进口压力低低联锁、内外盘管温度联锁、熔盐炉出口温度高高联锁、一、二级余热锅炉液位低低联锁、脱硫塔入口烟气温度高高联锁、烟道负压高高联锁、脱硫塔出口烟气温度高高联锁、脱硫塔液位高高联锁、低低联锁。

7.2.2.8 设备联锁

设备联锁主要内容包括但不限于：

- a) 宜实现停 30%碱泵联锁(末效蒸发器液位开关或末效降膜蒸发器液位高高)、停效体碱泵联锁(下一效效体蒸发器液位开关或下一效效体蒸发器液位高高,或当效体蒸发器液位低低)、停 45%碱泵联锁(首效效体蒸发器液位低低或碱碱换热器出口碱液温度高)；
- b) 宜实现鼓风机停止联锁、引风机停止联锁、片碱机(造粒机)停止联锁、浆液循环液泵停止联锁、真空泵液位高高联锁、脱硫塔出口烟气温度高高联锁(燃料煤适用)、机泵机封水流量低低报警联锁。

7.2.2.9 GDS

GDS 宜按 GB/T 50493 的相关规定执行。

7.2.3 物料管理数字化

7.2.3.1 物料采集系统

宜建立物料采集系统识别生产过程所需要的生产资源,90%的数据可通过数字化车间信息系统进行自动采集。

7.2.3.2 物料管理系统

物料管理系统包括但不限于物料平衡、生产日报、产品消耗统计和成本核算。

注 1: 产品消耗统计需包括班组成本消耗统计、日成本消耗统计、周成本消耗统计、旬成本消耗统计、月成本消耗统计、季成本消耗统计、年成本消耗统计等。

注 2: 成本核算包括成本消耗查询、成本消耗旬核算和成本消耗月核算等。

7.2.3.3 物料消耗统计范围

物料消耗宜统计如下内容：

- a) 蒸发宜统计 30% 碱消耗、纯水消耗、动力电消耗、蒸汽消耗、循环水消耗、综合能耗等相关指标。
- b) 固碱宜统计 45% 碱消耗、纯水消耗、生产水消耗、动力电消耗、蒸汽消耗、块煤消耗、包装袋消耗、撕裂团消耗、丙纶线消耗、清洗剂消耗、墨水消耗、熔盐消耗、催化剂消耗、药剂消耗、氨水消耗、综合能耗等相关指标。

7.2.4 人力资源数字化

7.2.4.1 人员能力

人员能力具备以下要求：

- a) 具备国家相关法律、法规要求匹配的学历，使用锅炉的需取得“工业锅炉司炉安全作业”等相关上岗作业资质证书；
- b) 人员资质与相关证书宜上传数字化系统。

7.2.4.2 培训管理

培训管理宜实现以下要求：

- a) 建立题库，根据题库进行培训、测试；
- b) 宜对题库进行适时更新，修正题库或补充新内容。

7.2.4.3 工资与考勤管理

工资与考勤管理宜实现以下要求：

- a) 数字化系统人力资源模块具有外出申请、移动打卡、考勤记录、考勤异常中心、休假申请、出差申请、值班申请、加班申请、补签申请、我的外勤、考勤统计等功能。
- b) 工资实现数字化发放、工资数据统计等功能。

7.2.5 可视化总貌

宜建立可视化总貌界面，通过总貌展示车间主要工艺流程、重要设备的开停状态和关键的设备运行参数，主要物料消耗、投入产出、车间模型、备统计分析等界面。

7.2.6 示例

示例见 T/CCASC 0043—2024 中的附录 C 中的 C.2。

8 执行层数字化规范

8.1 基本要求

数字化车间运行管理各子项宜满足以下基本要求：

- a) 与数据中心可进行信息的双向交换；
- b) 具有信息集成模型，通过对所有相关信息进行集成，实现自决策；
- c) 平台间能进行数据直接调用，平台子项能与平台子项(如 ERP、LIMS、MES、云+、HSE、双预防、巡更等)实现信息交互，其中的生产控制执行系统(如 DCS、SIS、GDS)与企业实时数据库通

过网闸进行边界隔离进行数据传输,其他管理系统过防火墙再从实时数据库系统抓取数据,以确保生产控制执行系统的安全。

8.2 运行管理模块

8.2.1 数据流关系

数字化车间各运行管理模块之间主要数据流关系如图 2 所示。

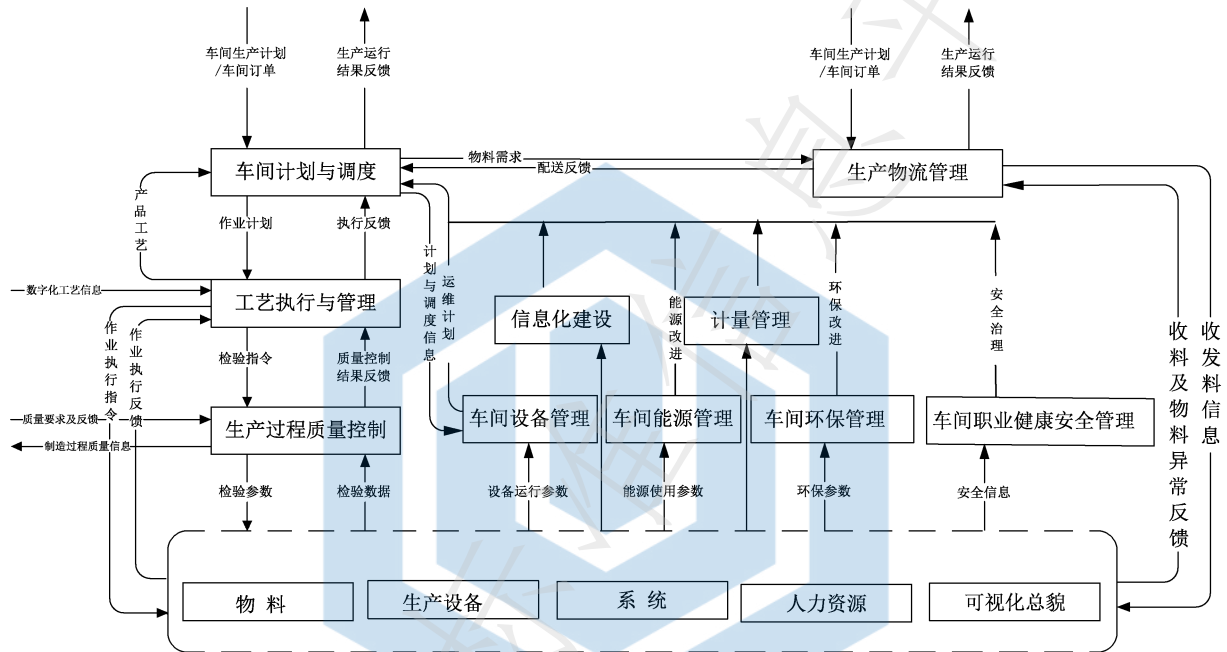


图 2 数字化车间运行管理模块数据流关系图

8.2.2 车间计划与调度管理

车间计划与调度管理的信息集成模块和功能要求见 GB/T 37393。示例见附录 B 的 B.1。

8.2.3 工艺执行与管理

工艺执行与管理的信息集成模块和功能要求见 GB/T 37393。示例见 B.2。

8.2.4 生产过程质量控制管理

生产过程质量控制管理的信息集成模块和功能要求见 GB/T 37393。示例见 B.3。

8.2.5 生产物流管理

生产物流管理的信息集成模块和功能要求见 GB/T 37393。示例见 B.4。

8.2.6 车间设备管理

车间设备管理的信息集成模块和功能要求见 GB/T 37393。示例见 B.5。

8.2.7 车间职业健康安全管理

车间职业健康安全管理相关要求见 T/CCASC 0043—2024 的 8.2.7。

8.2.8 车间环保管理

车间环保管理相关要求见 T/CCASC 0043—2024 的 8.2.8。

8.2.9 车间能源管理

车间能源管理相关要求见 T/CCASC 0043—2024 的 8.2.9。

8.2.10 车间信息化建设管理

车间信息化建设管理相关要求见 T/CCASC 0043—2024 的 8.2.10。

8.2.11 车间计量仪表管理

车间计量仪表管理相关要求见 T/CCASC 0043—2024 的 8.2.11。

9 数字化车间网络与信息交互

数字化车间网络与信息交互模块相关内容见 GB/T 37393 的相关要求。



CCAIA

附录 A
(资料性)
功能安全和信息安全示例

A.1 功能安全

A.1.1 固碱工序功能安全要求

固碱工序功能安全要求如下：

- a) 现场设置有紧急停车按钮,发生异常泄漏或设备故障联锁停全部设备,关闭或打开所有阀门;
- b) 熔盐炉炉体排烟温度高高、熔盐炉负压高高、熔盐炉出口温度高高,联锁停鼓风机;
- c) 熔盐炉熔盐进口压力低低、熔盐出口压力高高、锅炉液位低低,联锁停鼓风机;
- d) 碱系统二次汽压力高高或低低,联锁开放空阀;
- e) (燃煤适用)脱硫塔烟气进口温度高高,联锁开事故喷淋,停引风机;
- f) (燃煤适用)脱硫塔出口烟气温度高高,联锁开事故喷淋,停引风机;
- g) 片碱机故障,联锁停片碱机;
- h) 熔盐泵故障,联锁停 62%碱泵,关闭预浓缩器进口调节阀,关闭最终浓缩器进口调节阀;
- i) 粒碱冷却器在非正转状态,联锁停熔融碱泵;
- j) 喷洒装置转速低报,联锁停熔融碱泵;
- k) 熔融碱罐液位低低报,联锁停熔融碱泵;
- l) 冷却风机处于停止状态,联锁停熔融碱泵;
- m) 喷洒装置故障,联锁停熔融碱泵。

A.1.2 蒸发工序功能安全要求

蒸发工序功能安全要求如下：

- a) 现场设置有紧急停车按钮,发生异常泄漏或设备故障联锁停全部设备,关闭或打开所有阀门;
- b) 二次汽压力高高、蒸汽压力高高、蒸汽温度高高,联锁关闭中压蒸汽进口调节阀;
- c) 各效体液位高高、换热器温度高高,联锁关闭中压蒸汽进口调节阀;
- d) 机泵机封水流量低低、机泵故障,联锁停各机泵。

A.2 信息安全

车间信息系统可能遇到的不安全威胁,病毒、黑客和内部人员的非授权网络操作或误操作等,为了消除以上不安全因素,整车间网络系统采用三层纵深防御策略:

- a) 第一层为物理策略层,建立车间网络操作管理规范,计算机设置相应的不同层级密码;
- b) 第二层为网络安全层,对车间网络按功能区域分段,段与段之间及控制层与管理层之间设置 mGuard 工业级硬件防火墙,其过滤器根据源发地址和目标地址对数据包进行过滤,阻止来自“外部”的不需要的数据流,远程访问全部经过 VPN 和 mGuard 防火墙过滤;
- c) 第三层为系统完整性层面,采用 CIFS(Common Internet File System)完整性检测技术,可定期扫描网络中的病毒,并可调用第三方病毒服务器对病毒实施有效查杀。

附录 B

(资料性)

氯碱企业数字化车间执行层数字化建设示例

B.1 车间计划与调度

车间计划和调度内容如下：

- 数字化车间/生产调度从企业计划发展部获取车间生产计划(或通过接口自动接收 ERP 系统的生产订单),生产调度根据生产计划要求和车间可用资源进行详细排产、派工；
- 根据生产计划,合理安排蒸发负荷调整,通过工艺执行管理模块指导蒸发作业人员进行流量升降操作,固碱根据碱罐液位进行调整；
- 生产执行过程中,实时获取生产相关数据、跟踪生产进度,并根据现场执行情况的反馈实时进行调度；
- 根据生产进度偏差对未执行的计划重新优化排产,并将生产进度和绩效相关信息反馈到企业生产部门或 ERP 系统,完成车间计划与调度的闭环管理。

车间计划与调度应支持可视化信息管理,即通过车间生产流程监测、控制系统反馈的信息,以可视化看板的形式展现生产计划执行的节拍、工艺调整、指挥调度、物流(车间级)、产成品等信息,以辅助人员在线实时地监控、参与、调整生产计划。车间计划与调度信息集成模型如图 B.1 所示。

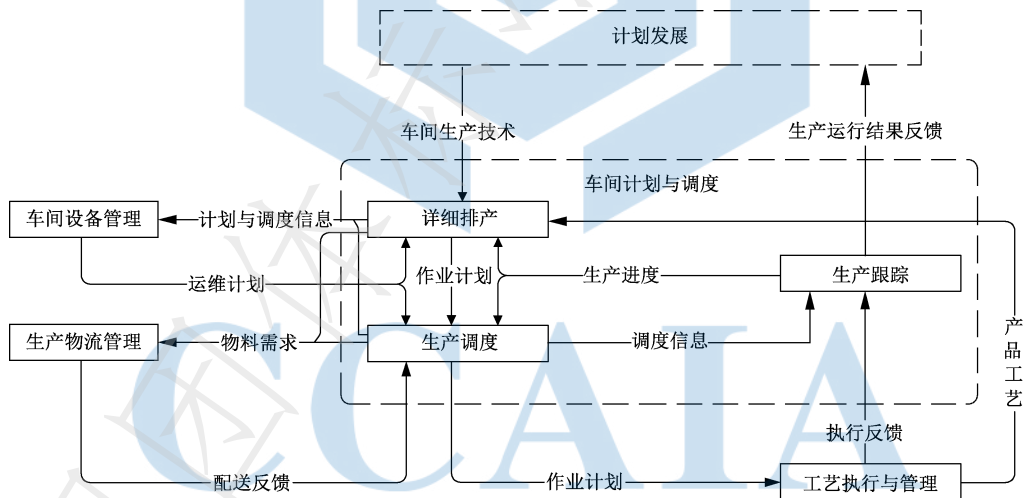


图 B.1 车间计划与调度信息集成模型

B.2 工艺执行与管理

工艺执行与管理信息,主要包括工艺执行与工艺管理两部分。工艺执行由车间子计划/物料清单生成、派工单生成、作业文件下发等构成。工艺管理由工艺权限管理(联锁操作权限、DCS 操作权限)、工艺变更管理(工艺变更管理系统)、可视化工艺流程管理(DCS、MES)、工艺报警管理等构成。工艺执行贯穿于计划、质量、物流、设备、报警等全生产过程中;工艺管理功能可以在 DCS、SIS、PDM、ERP、MES 等相关系统中实现,工艺文件以计算机系统可识别的数据结构呈现。工艺执行与管理信息集成模型如图 B.2 所示。

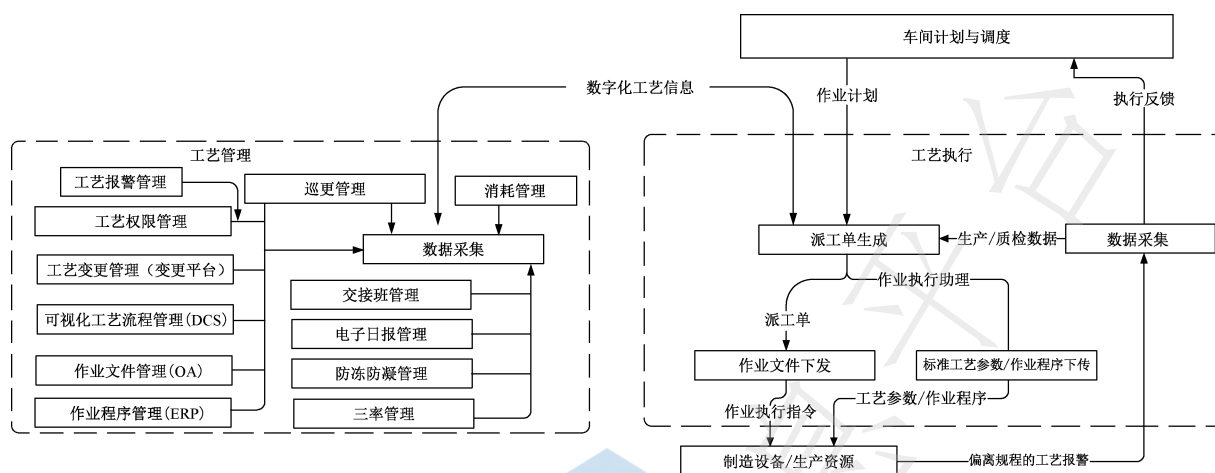


图 B.2 工艺执行与管理信息集成模型

B.3 生产过程质量管理

B.3.1 质量数据采集

质量数据主要包括生产设备工艺控制参数(DCS)、质量检测设备检测结果(在线仪表反馈到DCS)、人工质量检测结果(LIMS)等生产过程数据,覆盖原材料、生产设备、半成品和成品。数字化车间应提供质量数据的全部采集,对质量控制所需的关键数据应能够自动在线采集,以保证产品质量档案的详细与完整;同时尽可能提高数据采集的实时性,为质量数据的实时分析创造条件。生产过程质量管理体系信息集成模型如图 B.3 所示。

B.3.2 质量监控

B.3.2.1 指标监控

应对过程质量数据趋势进行监控,并对综合指标进行统计监控(DCS 和 LIMS)。

过程质量数据趋势监控:主要用于独立质量指标的原始数据监控,具有采集频率高、实时性强的特点,通过设定指标参数的报警界限,对超出界限的数据及时报警。通常由生产组态软件开发实现,DCS 以趋势图为主要展现形式,LIMS 以数据为展现形式。

综合指标统计监控:主要用于基于原始数据的综合质量指标的统计监控,可以融合多种监控标准和统计算法对指标进行综合运算,并定时刷新,使监控更宏观,更有针对性。通常由 MES 或独立质量系统开发实现,以 SPC 图、预控图、仪表盘等为主要展现形式。

B.3.2.2 质量监控预报警

工艺参数应基于实时采集质量数据,利用预先设置的低低报警、低报警、高报警、高高报警为控制方法,应用报警对潜在的质量问题提前预警,以避免质量问题发生。

质量检测以质量数据呈现的总体趋势,利用以预防为主的质量预测和控制方法对潜在质量问题发出警告,以避免质量问题的发生。

B.3.2.3 质量追溯

工艺参数应基于 DCS 实时采集数据为追溯条件,以工艺文件为基础,DCS 数据为载体,追溯生产过程中的相关信息。

质量检测以产品标识(生产批号或唯一编码)作为追溯条件,以条码及电子标签为载体,基于产品质

量档案,以文字、图片和视频等富媒体方式,追溯产品生产过程的所有关键信息;如用料批次、供应商、作业人员、作业地点(车间、产线、工位等)、加工工艺、加工设备信息、作业时间、质量检测及判定、不良处理过程、最终产品等。

B.3.2.4 质量改进

针对生产过程中发现的质量缺陷,应基于 PDCA 循环原则构建质量持续改进机制,固化质量改进流程,提供质量异常原因分析工具,并不断积累形成完备的质量改进经验库。

B.3.2.5 数据查询与统计

通过 LIMS 平台,可追溯查询原辅料、外检报告、特殊作业、中控数据、原料、成品等原始数据。

LIMS 平台通过筛选质量监控数据,生成车间中控分析合格率统计、单元中控分析合格率表、车间关键控制点合格率表、采样点合格率表。工程师根据这些数据对生产进行调整与优化。

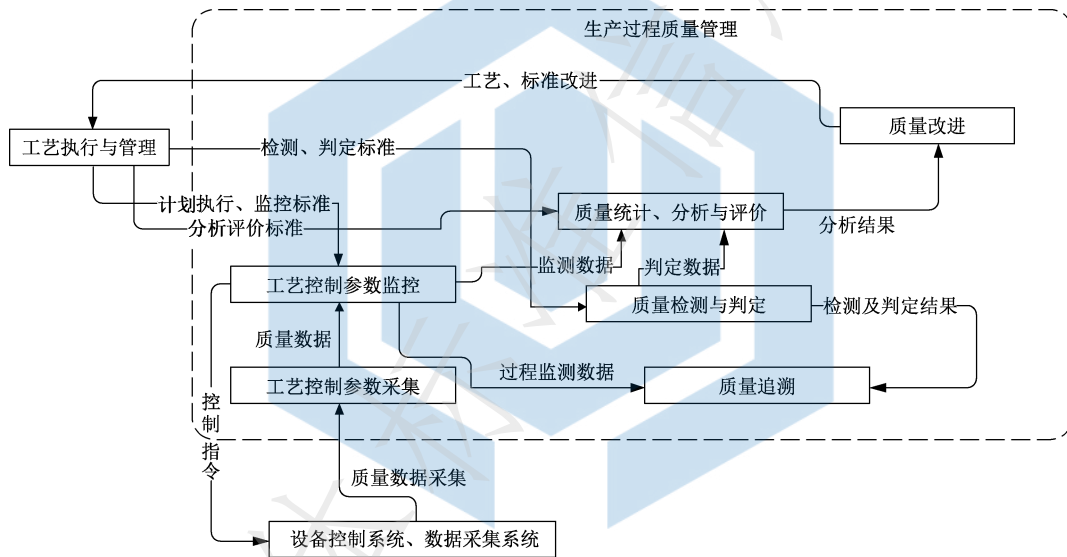


图 B.3 生产过程质量管理体系信息集成模型

B.4 生产物流管理

数字化车间中的所有物料、设备、仪表等都应进行唯一编码。应能自动感知和识别物流关键数据,并通过通信网络传输、保存和利用。生产物流管理信息集成模型见图 B.4。

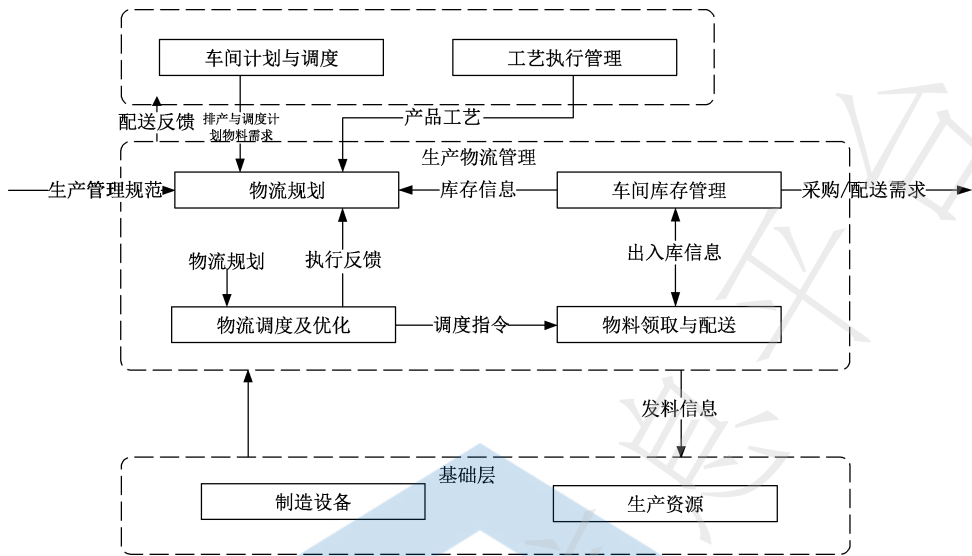


图 B.4 生产物流管理信息集成模型

B.5 车间设备管理

车间设备管理信息集成模型如图 B.5 所示,车间设备管理包括如下内容。

- a) 设备状态监控:数字化车间采用 MES 制造执行系统中的设备管理模块,对设备的状态进行监控。
- b) 设备维修维护:设备信息管理模块-设备维护日历可实现:
 - 操作工及设备维修人员可在设备终端上查看设备维护内容及周期;
 - 系统自动计算维护周期,并通过图示在终端给出提示信号。
- c) 设备运行分析:智能生产线的数据采集与控制系统对设备实时状态和维护维修过程中搜集的数据进行采集,自动统计并分析与设备相关的指标。

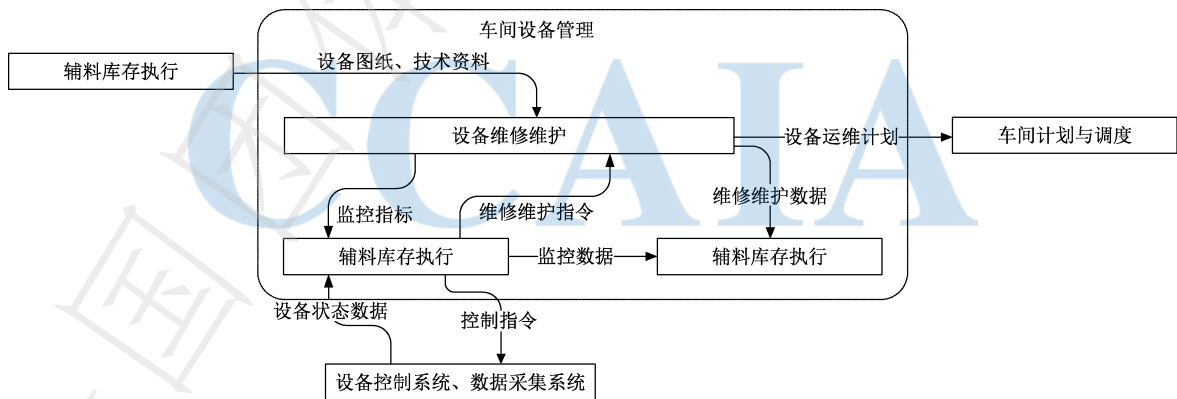
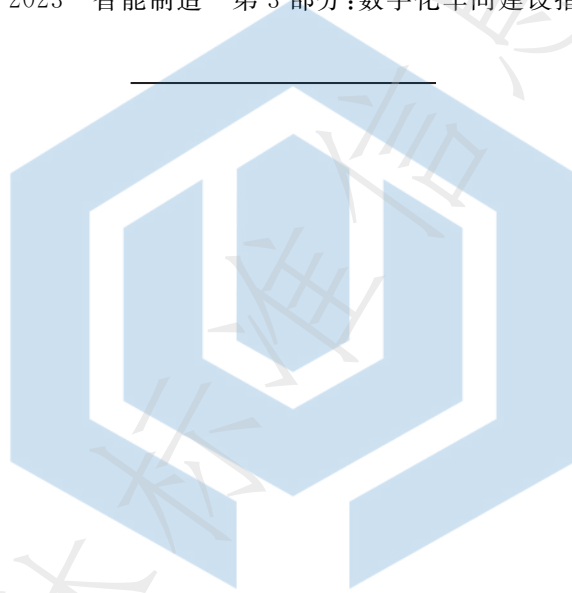


图 B.5 车间设备管理信息集成模型

参 考 文 献

- [1] GB/T 25069—2022 信息安全技术 术语
- [2] GB/T 37413—2019 数字化车间 术语和定义
- [3] GB/T 41255—2022 智能工厂 通用技术要求
- [4] GB/T 41260—2022 数字化车间信息安全要求
- [5] GB/T 41261—2022 过程工业报警系统管理
- [6] GB/T 41392—2022 数字化车间可靠性通用要求
- [7] HG/T 20511—2000 信号报警、安全连锁系统设计规定
- [8] DB37/T 4649.3—2023 智能制造 第3部分:数字化车间建设指南



CCCAIA



CCAIA

全国团体标准交易平台



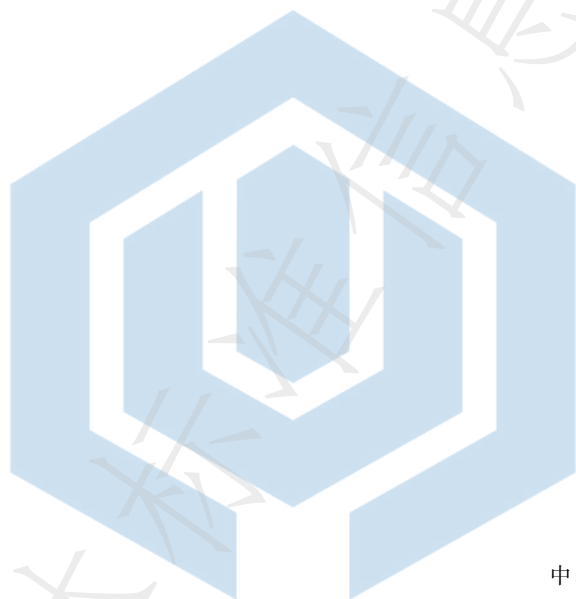
CCAIA

全国团体标准交易平台



CCAIA

全国团体标准交易平台



中国氯碱工业协会
团体标准
氯碱工业数字化车间建设指南 烧碱生产
浓缩与固碱加工
T/CCASC 0053—2025

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)

网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 35 千字
2025年12月第1版 2025年12月第1次印刷

书号: 155066·5-18792 定价 49.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



T/CCASC 0053-2025