

ICS
CCS

团 体 标 准

T/CCASC XXXX-2024

氯碱工业数字车间建设指南 湿法乙炔

Guidelines for digital workshop of chlor-alkali industry—Wet acetylene

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国氯碱工业协会 发布

目 次

前言	3
引言	错误！未定义书签。
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	4
4.1 工艺边界要求	4
4.2 湿法乙炔数字化建设要求	4
4.3 网络要求	4
4.4 系统要求	4
4.5 集成要求	4
5 基础层数字化规范	4
5.1 工艺设计数字化规范要求	4
5.2 生产运行数字化规范要求	5
6 生产系统数字化	5
6.1 总体技术架构搭建	5
6.2 生产系统现状摸底	5
6.3 自主运行系统需求分析	6
6.4 自主运行详细设计	7
6.5 自主运行项目的实施	7
7 质量控制数字化建设	14
7.1 质量数据采集	15
7.2 质量监控	15
8 设备数字化建设	16
8.1 主要设备数字化	16
8.2 设备润滑管理数字化	17
8.3 设备运行管理数字化	17
8.4 设备维修管理数字化	17
8.5 特种设备管理数字化	17
9 系统数字化建设	17
9.1 DCS 系统：集散控制系统	17
9.2 GDS 系统：可燃气体和有毒气体检测报警系统（Gas Detection System）	17

10 能源管理数字化建设	18
11 物料管理数字化建设	18
12 车间计量仪表数字化建设	19
13 车间人力资源数字化搭建	19
14 车间培训教育数字化搭建	19
15 车间职业健康安全管理数字化搭建	19
16 车间环境保护管理	19
17 执行和监督	19
参考文献	20

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：XX

本文件参与起草单位：XXX

本文件主要起草人：XXX

本文件由中国氯碱工业协会负责管理和解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国氯碱工业协会（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）。

氯碱工业数字车间建设指南 湿法乙炔

1 范围

本文件规定了氯碱企业湿法乙炔数字化车间建设的总体要求、基础层的数字化规范、生产系统、质量控制、设备设、系统、能源管理及物料管理等数字化建设内容。

本文件适用于指导氯碱企业开展湿法乙炔数字化车间的建设。

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 2422 环境试验 试验方法编写 导则 术语和定义

GB/T 20438.4 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第4部分：定义和缩略语

GB/T 37393—2019 数字化车间 通用技术要求

GB/T 37413—2019 数字化车间 术语和定义

GB/T 41255—2022 智能工厂通用技术要求

GB/T 41257—2022 数字化车间功能安全要求

GB/T 41260—2022 数字化车间信息安全要求

GB/T 41261—2022 过程工业报警系统管理

GB/T 41392—2022 数字化车间可靠性通用要求

IEC 62443-1-1:2009 工业通信网络 网络和系统安全 第1-1部分：术语、概念和模型

T/CCSAS 012—2022 化工企业工艺报警管理实施指南

HG/T20511 信号报警及连锁系统设计规范

3 术语和定义

GB/T 37413—2019、GB/T 2422、IEC 62443-1-1:2009、GB/T 20483.4 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化生产线 digital production line

将数字化、自动化生产设备按照要求进行集成，按规定的程序或指令对生产过程进行操作或控制，自动完成产品全部或部分制造过程。

[来源：DB37/T 4649.3—2023，3.1]

数字化车间 digital factory; 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

生产系统 production system

为完成数字化车间生产任务而需要的各类硬件、软件以及人员的集合。

注：数字化车间生产系统包括但不限于。

a) 可编程逻辑控制器（PLC）、智能电子设备（IED）、分布式控制系统（DCS）、紧急停车系统（ESD）、安全仪表系统（SIS）、监视控制与数据采集（SCADA）、运行控制（MC）系统、数控系统（CNC）、柔性制造系统（FMS）等系统。

b) 相关信息系统，例如专用设备监视器、图形界面、过程历史记录、制造执行系统（MES）。

[来源：GB/T 41260—2022，3.1.3]

3.3

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 20438.4—2017，3.3.3，有修改]

3.4

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 25486—2010，2.162]

3.5

湿法乙炔数字化车间 digital workshop of electrolysis

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，实现车间生产控制系统自主运行、GDS 系统独立运行、生产执行系统、LIMS 系统以及工业化联网平台等运行管理，对生产运行过程进行规划、管理、诊断和优化的实施单元。

BOM：物料清单（Bill of Material）

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

HMI：人机接口（Human Machine Interface）

I/O：输入/输出（Input/Output）

IT：信息技术（Information Technology）

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

PDA: 生产数据采集 (Production Data Acquisition)

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

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

3.6

自主运行 autonomous operation

在流程企业生产运行中, 通过对不同层次的控制痛点, 提供了从单回路到全过程的控制优化策略, 实现“少人化、无人化”操作。

3.7

操作导航 operation navigation

操作导航是指一种设备或系统, 用于帮助用户确定自身操作需求并指引其前往特定的操作方法及位置。

3.8

APC 先进控制 advance [process] control, APC

主要通过对被控对象运行过程中产生的大量实时数据、历史数据进行数据挖掘与分析, 建立系统运行模型, 利用系统模型进行多变量实时优化控制。

3.9

PID 评估与整定 assessment and setting, PID

PID 评估与整定, 就是对已选定的控制系统, 求得最好的控制质量时 PID 控制器的最佳值, 具体讲就是确定最合适的比例度、积分时间和微分时间。

3.10

报警搁置 alarm on hold

报警搁置是指允许操作员暂时抑制干扰报警的功能。

3.11 缩略语

自控率: 回路处于自动控制模式的回路数/回路总数, 以及回路处于自动状态的时间段/总评估时段;

平稳率: 满足平稳要求 (包括 PV 和 MV 的平稳情况) 的回路数占比;

性能评分: 对回路综合评价后, 回路性能的评分;

性能级别: 对回路综合评价后, 回路性能的定性级别;

PID 参数: 对回路综合评价后, 当前 PID 参数的整定质量;

振荡状况: 回路存在扰动状况的定性描述;

阀门粘滞: 阀门存在粘滞的概率分析。

OPC: 用于过程控制的对象连接与嵌入 (Object Linking and Embedding for Process Control)

4 总体要求

4.1 工艺边界要求

本文件工艺边界：从原料电石的入厂，化验，破碎到湿法乙炔发生，电石渣浆处理、乙炔气回收，乙炔清净处理，即电石储运单元，乙炔发生单元、乙炔清净共三个单元。

4.2 湿法乙炔数字化建设要求

数字化车间的资产和制造过程信息应数字化。数字化要求主要包括如下方面：

——生产系统数字化：生产系统自主运行，DCS 操作无人化（少人化）。

——设备的数字化：发生器、管带机、水环压缩机、粗料仓、细料仓、乙炔气柜等设备的数字化。

——安全环保功能化、可视化：利用工业互联网平台，实现全生命周期的监督、执行。

——物料与能源识别：应能对数字化车间制造过程所需要的生产资源的信息进行识别。

——质量分析化验信息化：90%的数据可通过数字化车间信息系统进行自动采集。

——人力、后勤管理规范化：利用平台建立流程化的人力、后勤管理体系，实现管理规范化。

4.3 网络要求

数字化车间应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（WIFI、4G、5G）。

4.4 系统要求

湿法乙炔数字化车间应建有生产执行系统 DCS 操作系统，自主运行系统、GDS 可燃有毒报警系统、工业互联网平台、生产执行系统（MES）、LIMS 系统以及人力、后勤数字化系统等。

4.5 集成要求

湿法乙炔数字化车间集成系统以需求订单为输入，以信息系统为核心，集成自动化上下料等多个子功能系统，以基本功能单元及支撑技术为依托，推动智能制造生产线的正常运作。

5 基础层数字化规范

5.1 工艺设计数字化规范要求

根据生产过程需求，数字化车间的工艺设计宜采用数字化设计方法，并满足以下要求：

——采用辅助工艺设计，如三维工艺设计；

——能进行乙炔工艺路线和工艺布局仿真；

——能进行乙炔生产过程仿真；

——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；

——提供电子化的工艺文件，并可下达到生产现场指导生产；

——向制造执行系统输出工艺 BOM。

5.2 生产运行数字化规范要求

乙炔数字化车间建设要求包括：

——可视化总貌，通过总貌能直观看到车间主要工艺流程、重要设备的开停状态和关键的设备运行参数；

——设备的数字化：发生器、管带机、水环压缩机、粗料仓、细料仓、乙炔气柜等的数字化；

——系统的数字化：DCS 操作数字化，DCS 联锁数字化，设备联锁数字化，可燃气体和有毒气体检测报警系统（GDS）数字化。有毒气体检测报警系统必须独立设置；

——人力资源数字化：人员考勤、培训、转岗、请假与考核等完全数字化；

——物料数字化：物料管理系统包括物料平衡，生产日报，产品消耗统计。

6 生产系统数字化

组织应依据自主运行系统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，确保自主运行系统的建设符合要求。在利用外部资源时，组织应与咨询、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。此处重点描述湿法乙炔自主运行系统建设。

6.1 总体技术架构搭建

根据生产过程控制需求，设计以保证安全生产、稳定产品质量，降低人员操作为主要控制目标的自主运行系统。

6.1.1 确定项目建设目标

对自主运行系统需要达到的目标进行量化，主要体现在以下 5 个方面：

a) 明确生产系统 PID 回路自控指标。

b) 明确在生产系统正常运行期间，自主运行系统的投用率指标。

c) 明确系统投运后，关键工艺参数的标准方差（波动幅度）降低指标。

d) 优化系统工艺设计和降低操作频次消除无效报警，减少报警数量，明确报警率下降指标。

e) 借助操作导航系统实现生产流程自动化，实现一键开停车，一键升降负荷，正常生产情况下，DCS 岗位无操作，异常情况下，及时报警，并将生产过程置为安全状态。同时杜绝漏操作和误操作，确保生产合规，明确所要达到生产系统 DCS 控制室连续无操作的时长。

6.2 生产系统现状摸底

6.2.1 列举当前存在问题

对生产系统当前存在的问题进行列举并形成清单，主要包括如下几部分内容：

a) 生产系统难以控制稳定的指标。

b) 故障率高的仪表设施。

c) DCS 操作量大的操作。

d) 现场操作量大的操作。

e) 报警率高的指标。

6.2.2 梳理日常操作和开停车操作内容及频次

6.2.2.1 梳理生产系统的日常操作并形成清单

主要包括如下几部分内容：

- a) 操作项目。
- b) 操作频次。
- c) 操作前需确认的项目。
- d) 存在问题。
- e) 初步解决方式。

6.2.2.2 梳理生产系统的开停车操作并形成清单

主要包括如下几部分内容：

- a) 操作项目。
- b) 开停车周期。
- c) 开停车每一步操作前需确认的项目。
- d) 存在问题。
- e) 初步解决方式。

6.2.2.3 筛选需要操作导航优化控制的项目

根据日常操作与开停车操作清单，筛选出需要操作导航优化控制的操作并形成清单。

6.2.3 梳理生产系统的PID控制回路清单

主要包括如下几部分内容：

- a) PID控制回路的位号。
- b) PID控制回路的描述。
- c) PID控制回路是否投用自动。
- d) PID控制回路投用自动后的工作性能，如控制参数波动情况，控制阀门波动情况等。
- e) 初步对控制性能较差的PID控制回路进行原因分析。

6.2.4 梳理生产系统报警清单

主要包括如下几部分内容：

- a) 报警位号。
- b) 报警描述。
- c) 报警频次。
- d) 初步分析报警原因。

6.3 自主运行系统需求分析

根据6.2生产系统现状摸底情况确定的需实现自动化控制的工艺、设备，以及需要控制的方式，结合工艺现状，以建设目标为准则，针对自主运行系统的先进控制、操作导航、高级报警管理系统、

PID 监控与整定 4 部分基础功能对生产系统进行需求分析,初步确定生产系统对自主运行系统的功能需求, 主要包括以下几部分内容:

- a) 根据 6.2.2 日常操作与开停车操作清单, 列举出需要操作导航优化控制的项目。
- b) 根据 6.2.3PID 控制回路清单, 列举出需要 APC 优化控制的项目。
- c) 根据 6.2.3PID 控制回路清单, 初步确定需要 PID 性能评估与整定的 PID 回路个数。
- d) 根据 6.2.4 生产系统报警清单, 初步确定需要报警治理系统管理与治理的报警数目。

6.4 自主运行详细设计

6.4.1 建立必要的过程数据、化验分析数据的采集系统。

6.4.2 详细了解、交流生产装置的工艺过程、操作特点和自主运行系统的功能, 检查控制器的初步设计, 完成智能化自主运行系统功能和结构的总体方案初步设计。

6.4.3 开展详细方案设计, 内容包括工艺流程描述、关键工艺控制指标、系统控制目标、功能架构设计、控制器设计和相互关系描述、系统运行平台设计、接口设计、用户界面设计、算法设计、异常处理设计、安全性设计、物理部署方案设计、项目验收方式及验收标准等, 确定并完成适合生产系统特点的先进控制详细方案的设计。

6.5 自主运行项目的实施

6.5.1 自主运行项目实施硬件部署

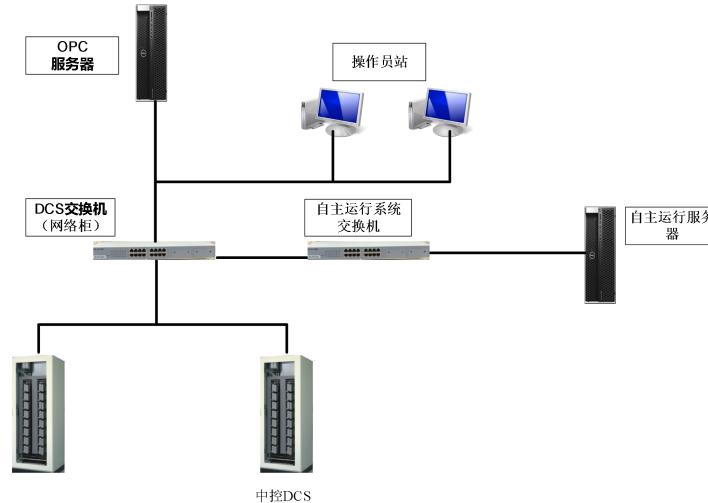


图 1 自主运行项目实施硬件部署图

6.5.2 PID 控制回路性能优化

6.5.2.1 基于存储的历史数据（数据时段不小于 2 h、采集周期为 5 s），利用 PID 控制性能多维度分析工具, 结合专家经验知识, 评估分析 PID 回路的运行性能, 给出优、良、中、差、开环等评级, 快速发现 PID 回路存在的性能问题, 给出评估建议。

6.5.2.2 性能评估指标应包括: 自控率、平稳率、性能评分、性能级别、控制性能指标、参考时间、振荡状况、振荡周期、振荡幅值、非线性程度、阀门行程、饱和率、粘滞状况、粘滞系数等。

6.5.2.3 对 PID 性能评估低于 90 分的控制回路进行 PID 参数整定，参数整定宜由人工手动整定，整定过程中可结合 PID 评估与整定系统给出的建议参数。

6.5.3 先进控制的实施

6.5.3.1 总体技术架构的搭建

(1) 控制器功能

- ①需实现关键过程参数稳定控制。
- ②需实现关键过程参数自动控制，减少系统波动。
- ③需实现关键操作正常情况自动允许及异常情况及时安全处置。

建立 APC 控制模型关系

根据工艺控制机理，建立各被控变量与操作变量之间的关系模型，如下表：

表 1 被控变量与操作变量之间的关系模型

		发生器温度	发生器液位
MV	反应器水阀	√	√
DV	给料机电流	√	

(3) 其他特殊工况处理

全面考虑特殊工况，制定特殊工况处理策略。

6.5.3.2 安全解决方案

安全解决方案应包括以下主要内容：

- a) 为保证 DCS 平稳运行，其自控回路和远程（APC）之间切换时必须无扰动切换，DCS 系统自控回路 SP 和 APC 输出应能够互相跟踪。
- b) DCS 增加保护逻辑，判断 APC 数据的可靠性。
- c) DCS 具有数据变化率报警功能。
- d) DCS 对远程数据设定极限，超限数据拒绝接受，同时自动切回本地控制。
- e) 增加 DCS 对 APC 数据的操作和报警画面。
- f) 通讯中断，DCS 应能够切回本地，并处于安全状态。
- g) 提供相关控制逻辑。
- h) 提供 APC 与 DCS 系统连接的系统网络拓扑图。
- i) 人工分析样的介入，APC 参数可进行调整。
- j) 网络架构：APC 系统上位机、APC 监控系统服务器与 DCS 系统的 OPC 服务器应通过 TCP/IP 网络通讯协议实现硬件连接。APC 系统上位机应为独立的节点，仅与 OPC 服务器连接。
- k) 数据访问：应通过 OPC 标准协议实现数据的实时通讯。
- l) 通讯策略应包括通讯保护程序和安全切换逻辑两大部分。

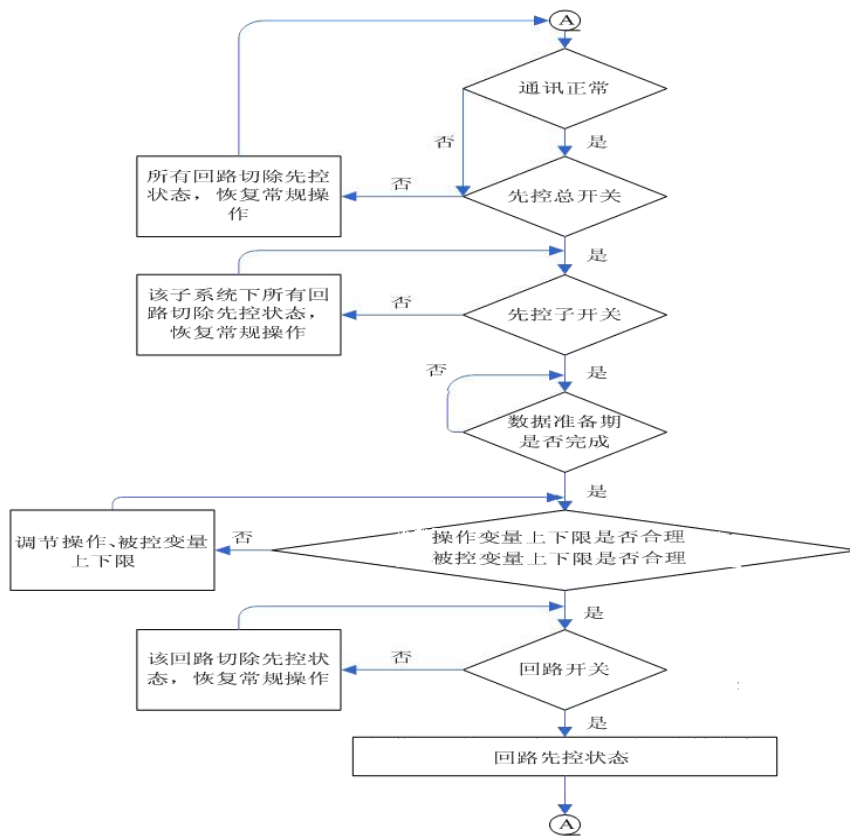


图 3 先进控制系统投运逻辑框图

6.5.4 操作导航的实施

6.5.4.1 总体功能框架的建立

根据建设目标制定总体功能框架，如下图：

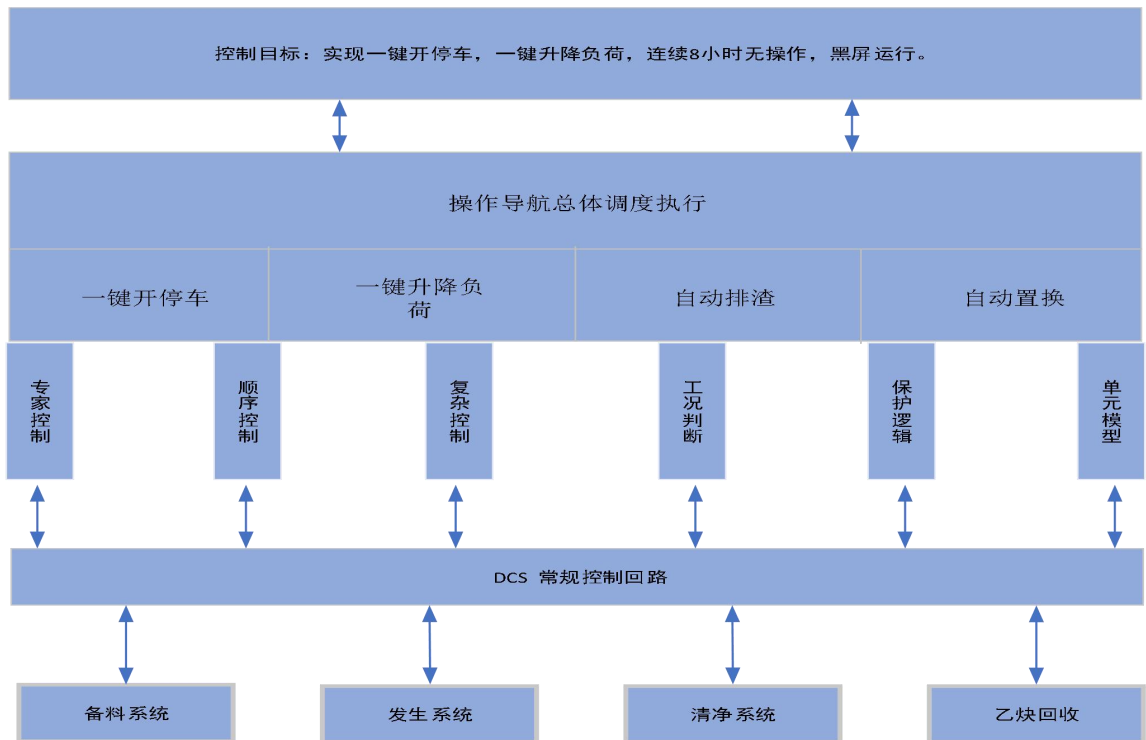


图 4 总体功能框架

6.5.4.2 6.5.4.2 控制逻辑设计

操作导航应进行总体调度执行，每个单元的工况判断和逻辑设计应在操作导航中进行设计，工况逻辑判断需要详细的对接说明，具体实现方式见下表：

表 2 操作导航

步骤	动作	条件
Case0（程序启动）		
Case10（条件确认）	确认条件是否满足	若**不满足则执行 Case**；若**不满足或**与**均不满足则执行 Case**；若**与**均满足，要求则执 Case**
Case**	**阀门打开，或**泵启动	**动作成功，则执行 Case**；**动作失败，则执行 Case**
.....		
Case**	弹出相关报警，提示**	报警确认，执行 Case**
Case**	等待	满足条件，则执行 Case**；倒计时结束，则执行 Case**
Case**	**顺控程序启动	启动成功
Case**	确认	确认成功
Case**	确认**顺控结束，**顺控切回至	**切回至手动

	手动	
Case**	结束, 倒计时重新开始	

6.5.4.3 系统功能的实现

根据工艺流程, 将生产系统, 拆分为若干个子单元, 每个子单元根据各自的过程拆解为不同的操作阶段, 操作导航按不同的操作阶段控制当前的设备。每个单元又是相互监控的, 实施相应阶段各个单元的操作, 如下图:

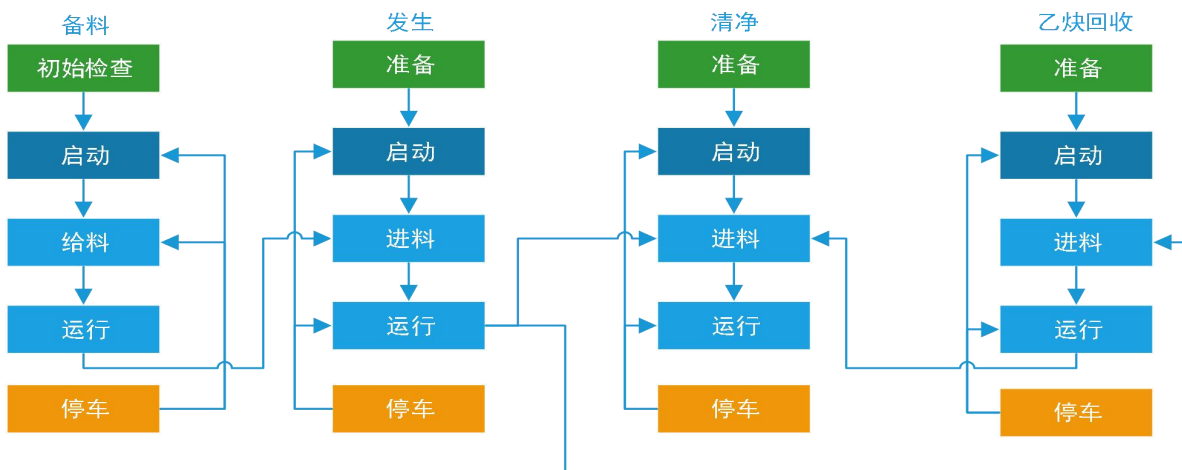


图 6 生产系统工艺流程

6.5.5 高级报警管理系统的建设

6.5.5.1 报警识别

通过良好的管理实践或监管要求, 识别、判定是否需要设置工艺报警, 或对现有工艺报警进行变更。报警识别方法可包括以下方面:

- a) 国家标准要求。
- b) 管道及仪表流程图 (P&ID) 审查和工艺包审查。
- c) 操作程序审查。
- d) 过程危害分析 (PHA), 包括危险与可操作性分析 (HAZOP) 和保护层分析 (LOPA)。
- e) 失效模式和影响分析 (FMEA)。
- f) 事故调查。
- g) 设备制造商建议。

6.5.5.2 报警分类

工艺报警可分为三类: 影响工艺生产的现场设备类报警、自控逻辑类报警、限值类报警。

(1) 现场设备类报警指由于现场工艺设备, 如紧急截断阀、机泵、搅拌器、压缩机等自身运行状态发生异常改变而产生的报警。

(2) 自控逻辑类报警指由于逻辑命令启动或触发而产生相应联锁逻辑运行及逻辑运行失败信号的报警，如 ESD 逻辑命令启动、触发及失败。

(3) 限值类报警指在工艺或设备运行参数上设定限定值的报警，如温度、压力、流量、液位等。

6.5.5.3 不需响应的报警，应将其设置为替代性的其他通知类型，如警告或提示，可不纳入企业的报警管理。

6.5.5.4 正常控制命令导致的工艺参数或设备运行的预期状态变化且不需要告知的信息，不应列为报警。

6.5.5.5 报警审定

(1) 应根据企业报警管理策略，确定现有或具有潜在需求的报警是否需要设置工艺报警。

(2) 报警审定过程应至少包含以下内容信息，以便进行报警设置：

- ①报警类型。
- ②优先级排序。
- ③报警设定值或逻辑条件。
- ④操作人员响应方式。
- ⑤未及时响应或响应方式不正确的后果。

(3) 报警审定可采用系统审查的方式进行，如通过图纸、数据库或人机界面显示等配合完成。审定内容至少包含以下方面：

- ①验证评估的报警是否符合企业报警策略中规定的标准。
- ②操作人员可能采取的响应动作。
- ③如果不采取行动或响应不及时将发生的后果。
- ④执行命令和发生特定结果之间所需的时间。

(4) 报警审定应考虑报警的分类、报警等级以及报警的属性，应满足以下要求：

- ①报警不会成为报警泛滥，干扰操作人员。
- ②报警不会与同一操作人员操作所辖的另一个报警重复。

(5) 应根据过程危险与风险分析、工艺及设备的安全设计保护要求，确定需要报警的参数。

(6) 应按照工艺要求、生产经验及操作人员响应时间等因素设定报警值。设定报警值时应充分考虑企业人员能力和管理情况，对发生报警后操作人员的确认时间和响应时间进行判定，结合报警的紧迫性和优先级，预留合理的响应时间。

(7) 应根据生产负荷变化、生产方案调整及设备切换与维护等不同的生产工况设置不同的报警值，若生产负荷变化、设备切换等未在操作规程中描述，且无对应工况的报警值，则应办理变更手续。

(8) 应根据报警后果的严重性和允许的响应时间，确认报警等级和优先级别。报警优先级别的确定参考附录 A。

6.5.5.6 报警设置

(1) 报警设置应在报警识别和审定后进行，明确报警属性，并形成书面文档清单。报警属性包括报警描述、报警位号、报警设定值及逻辑条件、报警优先级、报警死区、报警延时等信息。

(2) 应使用不同的可视和声响显示组合或者其他不同方式区别不同优先级的报警提示。

(3) 报警系统的设计应符合 HG/T 20511 的要求。

6.5.5.7 报警实施

(1) 应根据报警系统相关设置资料完成报警系统安装、调试和联合确认验收，确保报警系统实现规定的功能。

(2) 报警系统的性能应在设计和调试期间进行评估，以确保其在所有操作条件下的可用性和有效性。

(3) 应建立报警系统调试记录台账，记录调试结果。

6.5.5.8 运行

(1) 应在操作规程或其他书面材料中明确报警的响应要求和响应方式，并对员工进行培训。

(2) 在发生报警时，由操作人员按照报警情况以及应对措施立刻采取行动，进行确认和响应，阻止或延缓恶性事件发生。典型的响应至少包含：

- ①要求现场操作人员开关阀门。
- ②控制室进行调整操作。
- ③紧急停用处于异常工况的设备设施。
- ④启动备用设备。
- ⑤启动应急预案。

(3) 多个报警同时发生时，应根据设定的报警和响应优先级别进行处理。

(4) 操作人员发现报警范围不能适应生产需要时，应及时汇报，不得随意更改报警值。

(5) 报警处理完毕后，企业应对报警处置过程进行记录，并对报警原因进行分析。

(6) 应对当班未解决的报警事件进行专门记录和交班。

(7) 管理人员应每天核查关于报警的记录信息，查看 DCS 系统等系统中相应的工艺报警记录，并将确认后的报警泛滥事件及时告知装置对口的设备、仪表、应急管理 etc 人员，组织开展后续原因分析工作，以便制定针对性的措施持续改进。

6.5.5.9 报警性能评估

应对报警系统性能进行定期评估。对于大型生产装置可采用报警系统评估工具，统计分析报警数据，根据报警频率、报警次数等指标，对报警性能进行评估与治理。

(1) 主报警数据库建立

①高级报警管理软件应通过 OPC 通讯协议读取 DCS 内部的报警信息。

②高级报警管理系统的主报警数据库应保存控制系统工位号的名称、类型、描述、量程、工程量单位、报警设定值、报警位号层级归属信息、合理化分析内容等。主报警数据库实现对控制系统的所有报警进行综合管理。

(2) 报警统计分析

统计分析功能应包括：报警产生频率、报警持续时长、报警类型、报警设备、报警泛滥、陈旧报警、间歇报警、瞬间报警、班组考评统计、优先级报警、关联报警等，通过以上功能，可正确地分析识别滋扰报警，执行恰当的报警变更管理程序，减少滋扰报警的发生。

6.5.5.10 报警治理

(1) 在选定的层或组内显示报警次数最多或报警时长最长的若干个仪表位号，根据分析结果对选定的报警进行优化，降低报警频次。

(2) 报警搁置设计

报警搁置区别于报警禁用，报警搁置允许暂时抑制造成干扰的滋扰报警。禁用报警是操作员没有能力来正确评估异常情况，也不能采取纠正措施的一个重要因素。报警搁置设置原则如下：

- ①按需求搁置报警，需设置搁置原因、搁置通知功能。
- ②显示搁置的报警和持续时间供操作员查看。
- ③要求搁置时间限定，它不能是无限期的。
- ④提醒操作员重新激活报警，确保自动重新启用报警时，报警泛滥不会发生。
- ⑤按角色分配搁置权限，使重要报警禁止搁置。

(3) 多工况报警管理设计

可设置多工况报警功能产生多种的报警配置，并根据当前运行状态的实时检测在状态间进行切换，减少报警泛滥，为所有的运行工况提供适当的报警设置。

6.5.5.11 高级报警管理系统的审计

(1) 定期或根据请求检查 DCS 报警的设置，报告任何与报警主数据库的配置不同的变化。

(2) 检测报警系统中任何未授权的更改，检查的报警设置应包括模拟变量报警限的设置、报警优先级设置、报警抑制状态等。

6.5.5.12 回写开关设计

报警搁置、多工况模块及报警审计要求 DCS 设计回写功能，实施原则如下：

- a) 按照报警管理系统规范要求设计并实施。
- b) 现场充分测试后择时投用。
- c) AAS 报警服务器中设置自定义变量，用于每个岗位回写功能的开关控制。
- d) 报警管理端可以禁用对外回写的功能。

6.5.5.13 报警系统维护

(1) 报警管理制度中应明确报警系统检验检测与维护的要求，定期进行检验检测与维护，并留有检验检测和维护记录。

(2) 与安全仪表系统相关的报警应按与其相关的程序测试，维护要求应符合 GB/T 20438 的要求。

7 质量控制数字化建设

7.1 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。

7.2 质量监控

7.2.1 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。

原料电石通过无人过磅系统进厂后，系统将电石相关信息以二维码形式报检给化验室，电石在经过皮带传输上料过程中采用自动采样器实现自动取样、破碎、缩分。电石料仓含乙炔含氧通过一拖多在线分析系统实现自动切换轮流分析。电石干渣含水通过近红外快速分析仪进行检测，电石干渣含氯离子通过电位滴定仪进行检测，洗涤塔和清净塔硫酸浓度通过超声波在线浓度仪进行实时监测。精乙炔硫化氢、磷化氢、含氧、纯度等通过气相色谱仪进行定量分析，含水通过露点仪进行分析。

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 PI、MES 或独立质量系统开发实现，以 SPC 控制图、预控图、仪表盘等为主要展现形式。

7.2.2 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。

7.2.3 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，追溯产品生产过程中的所有关键信息：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。

7.2.4 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，并不断积累行程完备的质量改进经验库。

7.2.5 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、化验数据、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。

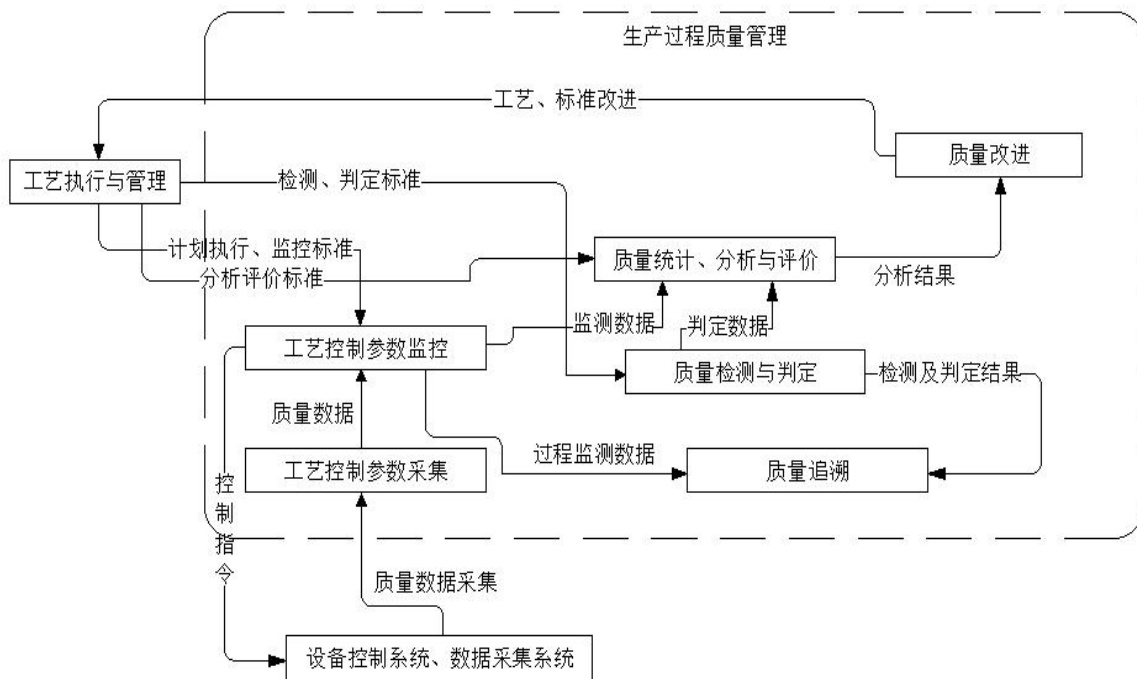


图 7 生产过程质量管理体系信息集成模型

8 设备数字化建设

8.1 主要设备数字化

发生器设备控制数字化：搅拌电流、频率（若有）数字化。

发生器工艺控制数字化：发生器压力、发生器液位、发生器液位温度数字化。

皮带机设备控制数字化：皮带机电流、电压、频率数字化。

皮带机工艺控制数字化：皮带机料流保护装置数字化。

水环压缩机设备控制数字化：电机电流、电压数字化。

水环压缩机工艺控制数字化：进出口压力数字化。

粗料仓、细料仓：系统含氧、含乙炔、充氮压力、料位；

乙炔气柜：气柜压力、气柜液位、水槽温度、水槽液位、气柜升降速率、进出口压力等。

8.2 设备润滑管理数字化

建立润滑管理系统 MES 平台，实现设备润滑到期预警，自动推送至润滑人员。

建立润滑油分析 LIMS 系统，实现预警查询功能。

引入自动注油器，实现大型设备的“自主”润滑。

8.3 设备运行管理数字化

建立设备点检管理平台，实现设备的振动、温度、压力等自动分析，提前进行预警。

8.4 设备维修管理数字化

建立维修管理（MES、NCC、安全管控）平台，实现作业计划上报、材料领用、作业票证办理、项目验收等设备全过程管理。

建立设备电子档案库，实现设备信息实时查询。

8.5 特种设备管理数字化

建立特种设备“身份证”监管模式，实现特种设备设计、制造、检验等各个环节的数据信息查询。

建立特种设备操作“码”，实现人员在手机上查看每台特种设备的巡检情况。

9 系统数字化建设

9.1 DCS 系统：集散控制系统

集散控制系统是以微处理器为基础，采用控制功能分散、显示操作集中、兼顾分而自治和综合协调的设计原则的新一代仪表控制系统。它采用控制分散、操作和管理集中的基本设计思想，采用多层分级、合作自治的结构形式。其主要特征是它的集中管理和分散控制。

① DCS 操作：乙炔数字化车间生产控制采用 DCS 系统操作。

② DCS 连锁：乙炔压缩机停机连锁；乙炔气柜连锁；发生器压力连锁；发生器料斗压力连锁；乙炔回收含氧连锁。

9.2 GDS 系统：可燃气体和有毒气体检测报警系统（Gas Detection System）

9.2.1 GDS 系统的功能

GDS 系统的全称是可燃气体和有毒气体检测报警系统，是英文 Gas Detection System 的缩写。在企业生产、储运过程中，经常会涉及到各类可燃、有毒气体。GDS 系统的功能就是实时监测各泄漏源状况，当出现泄漏危险时主动提醒，以达到消除隐患保证安全生产的作用。GDS 控制系统为石油、化工等行业生产加工过程中提供了强大的气体实时监测功能。无论是生产过程还是储运等过程中，GDS 控制系统实时监测可燃气体或有毒气体浓度，一旦发生气体超过正常范围及时报警，避免出现严重的火灾与爆炸事故。

9.2.2 GDS 系统的结构

GDS 控制系统是由探测器、报警器、报警控制单元所组成。一旦现场气体浓度超过气体探测器探测浓度的报警值时，气体报警控制器会启动对应的联动设备，如启动声光报警器进行报警提示，或是启动风机降低现场气体浓度，同时将报警信息上传。

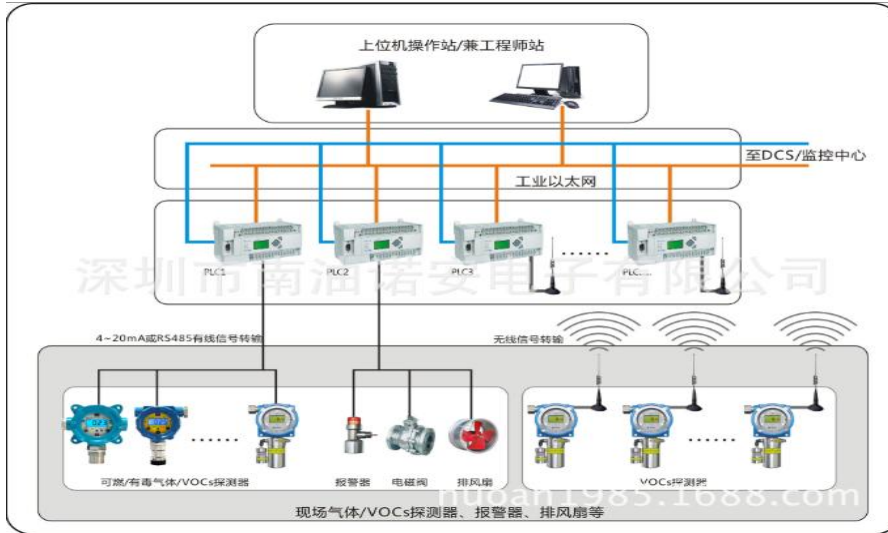


图 8 GDS 系统结构

10 能源管理数字化建设

建立数字化能源管理系统，实现能耗在线监测。包括：能源管理、能源分析、碳排放分析、图形监控和报表管理。

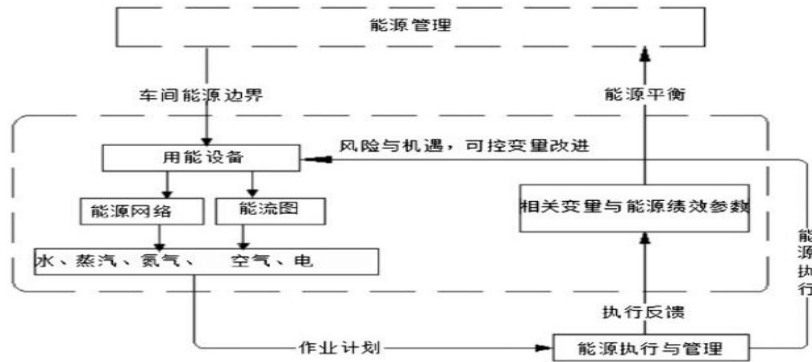


图 8 车间能源管理信息集成模型

11 物料管理数字化建设

11.1 MES 物料管理系统，包括物料平衡，生产日报，产品消耗统计。

11.2 物料消耗统计范围

- 电石入库量；
- 乙炔气产量；

- 电石消耗量；
- 蒸汽消耗量；
- 生产水消耗量；
- 工业电消耗量；
- 纯水消耗量；
- 浓硫酸/次氯酸钠消耗量。

12 车间计量仪表数字化建设

车间计量管理平台包括循环水补水流量、纯水消耗流量、压缩空气、氮气、仪表气的仪表监测组态和仪表记录。DCS 人员利用操作画面进行检测。

13 车间人力资源数字化搭建

13.1 ERP 系统中搭建请假管理平台、岗位调动管理平台、奖罚管理平台、绩效管理平台、奖惩管理平台。

13.2 ERP 系统中搭建考勤管理平台，建立人行道闸，应用活体检测技术，人员出勤通过面部识别进行打卡数据采集，数据同步至 ERP 系统后自动生成考勤明细，系统配套手机端 APP 实现日常考勤维护及工资查询。

14 车间培训教育数字化搭建

14.1 搭建仿真培训系统。实现动态工艺仿真模型，员工可在线模拟学习。

14.2 安全培训平台构建岗位培训矩阵及岗位题库，实现线上培训学习。

15 车间职业健康安全管理数字化搭建

15.1 建立双重预防数字化系统，实现风险分级管控和隐患的全流程管理。

15.2 建立人员定位系统，实现人员实时监控、人员历史轨迹、人员实时跟踪、电子围栏、巡检路线、告警信息、巡检任务统计、人员统计、人员分布统计等功能。

15.3 建立工业互联网平台安全生产智能管控电子化办票系统，实现工作票和特殊危险性作业票线上运行。

15.4 实现危险化学品安全生产风险监测预警系统。

16 车间环境保护管理

数字化车间应提供环境数据的全部采集，对环境控制所需的关键数据自动在线采集。

17 执行和监督

17.1 应制定规程，以保证对数字化车间的风险降低措施的相关建议能迅速跟进和满意解决，建议包括来自：

- 危险和风险分析；
- 功能安全评估；
- 验证活动；
- 确认活动；
- 风险降低措施的配置管理；
- 事故报告和分析。

17.2 应制定规程，以保持对危险和危险事件、风险降低措施和数字化车间信息的准确性。

17.3 在特定的场合中，应提供应急服务的培训和信息。

17.4 负责对数字化车间提供产品或服务的供应商，应提供该组织规定的产品和服务，并有适当的质量管理系统。

附录 A

(资料性)

报警优先级别的确定

A.1 报警后果严重性

后果严重性（未响应可能造成的后果）是指若操作员对某个报警不进行任何响应操作，会发生后果的危害程度。可通过危险与可操作性分析（HAZOP）、保护层分析（LOPA）等风险辨识方法，根据报警保护的事故场景确定报警的后果严重性。危害后果可分为临界、大、中或小四种情形。

- a) 临界，有人员伤亡风险或对整个装置有严重影响。
- b) 大，有可能造成人员伤亡或对整个装置造成较大影响。
- c) 中，对装置产量有显著影响。
- d) 小，会因产品不合格造成局部损失。

A.2 报警允许的响应时间

报警允许响应时间是指为避免异常情况导致不良后果发生，容许操作员从报警发生到完成正确响应操作之间的最长时间。允许响应时间分为以下三种：

- a) 立即行动（不足 5 min）
- b) 迅速（5 min 至 15 min）
- c) 尽快（15 分钟以上）

A.3 报警优先级设定

根据报警的后果严重性和允许响应时间确定的报警处置等级称为报警优先级，代表了多个报警同时出现的响应顺序，操作员应根据优先级的顺序进行报警的响应操作。按照后果严重度及允许响应时间将报警优先级分为三个等级，分别是：一级报警（紧急报警）、二级报警（重要报警）、三级报警（一般报警）。确定报警的后果严重性和允许响应时间后，按照报警优先级矩阵表确定报警的优先级别。

- a) 一级报警（紧急报警）为严重事件报警，影响公司安全运行，响应时间短，需要员工立即采取应急处理措施，否则可能造成严重后果。一级报警（紧急报警）设定数量不宜超过报警总数的 5%。
- b) 二级报警（重要报警）为重要事件报警，生产运行参数或状态发生重要变化，需要员工采取适应的措施或重点关注。重要报警设定数量不宜超过报警总数的 15%。
- c) 三级报警（一般报警）为除一级报警（紧急报警）、二级报警（重要报警）以外的报警。如果报警时间未正确处理可能对生产系统正常运行造成影响。

表 A.1 报警优先级矩阵表

报警允许的相应时间	后果严重性
-----------	-------

	临界	大	中	小
立即行动（不足 5 min）	一级报警 （紧急报警）	一级报警 （紧急报警）	二级报警 （重要报警）	三级报警 （一般报警）
迅速（5 min 至 15 min）	二级报警 （重要报警）	二级报警 （重要报警）	三级报警 （一般报警）	三级报警 （一般报警）
尽快（15 min 以上）	二级报警 （重要报警）	三级报警 （一般报警）	三级报警 （一般报警）	三级报警 （一般报警）

参 考 文 献

- [1] DB34/T 3052—2017 智能工厂和数字车间建设 实施指南
- [2] DB37/T 4649.3—2023 智能制造 第3部分：数字化车间建设指南