

T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXXX—XXXX

有机硅智能工厂操作导航

Silicone intelligent factory operation navigation

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国西部开发促进会 发布

目 次

前 言	II
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	1
5 操作流程	2
5.1 生产准备阶段操作	2
5.2 生产过程操作	2
5.3 生产结束阶段操作	3
6 智能系统功能要求	3
7 厂区智能导航系统	4
8 数据管理要求	5

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。

本文件由中国西部开发促进会提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

有机硅智能工厂操作导航

1 范围

本文件规定了有机硅智能工厂操作导航系统（以下简称“系统”）的总体要求、操作流程、智能系统功能要求、厂区智能导航系统、数据管理要求。

本文件适用于有机硅智能工厂操作导航系统。

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/Z 44564 安全仪表系统 过程分析技术系统

GB 50187 工业企业总平面设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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、绿色、环保、舒适的人性化工厂。

3.2

操作导航 operation navigation

为有机硅智能工厂操作人员提供的，涵盖生产全流程的标准化操作指引体系，包括操作步骤、参数范围、异常处理、安全提示等内容，可通过智能终端（如操作面板、移动APP）实时展示和交互。

4 总体要求

4.1 工厂布局应符合 GB 50187 的规定，合理划分生产区、储存区、办公区等区域，确保各区之间安全距离满足要求，物流和人流通道清晰分离。

4.2 生产装置布局应遵循工艺流程顺序，减少物料输送距离，同时考虑设备维护空间和应急疏散通道，关键设备（如大型反应釜、精馏塔）周围应预留足够的操作和检修空间。

4.3 有机硅原料和成品储存区应根据物料特性（如易燃、有毒）进行分类存放，设置相应的防火、防爆、防毒设施。

4.4 应配置完善的智能控制系统，包括监控控制与数据采集系统、分布式控制系统、安全仪表系统，实现生产过程的实时监控、自动控制和安全联锁，各系统之间应具备数据交互能力，确保信息共享。

4.5 关键生产装置（例如：压缩机、泵等）设置主备用系统，当主系统出现故障时，备用系统能够立即接管生产任务，确保生产线的稳定运行。

4.6 应部署工业互联网平台，集成生产数据、设备数据、质量数据、能耗数据、安全环保数据等，具备数据存储、分析、可视化展示功能，支持生产优化、设备预测性维护、质量追溯等应用。

- 4.7 应配备智能操作终端，如中控室操作面板、现场移动操作 APP，系统内容应实时更新并在终端上清晰展示，支持操作人员查询操作指引、上报异常情况、接收调度指令。
- 4.8 关键生产环节（如单体合成反应、精馏提纯）应配置在线分析仪表（如气相色谱仪、红外光谱仪），实时监测物料成分和纯度，数据自动上传至智能系统，用于质量控制和工艺调整。
- 4.9 操作人员应具备有机硅生产相关专业知识和经验，经培训考核合格后持证上岗，熟悉生产工艺、设备原理、智能系统操作及安全操作规程。
- 4.10 技术管理人员应具备工业自动化、信息技术与有机硅生产结合的复合知识背景，能够运用智能系统进行生产优化、数据分析和问题诊断。
- 4.11 安全管理人员应掌握有机硅物料的危险特性和应急处理方法，能够指导操作人员开展安全操作和应急演练。
- 4.12 定期组织人员培训，内容包括系统更新内容、系统新功能、事故案例分析等，培训记录存档备查。

5 操作流程

5.1 生产准备阶段操作

5.1.1 原料检查与确认应包括以下内容：

- a) 对于易燃、有毒原料，检查包装是否完好，有无泄漏痕迹，同时通过气体检测仪表检测储存环境中的气体浓度，确保符合安全标准，检测数据上传至智能系统；
- b) 原料应经质量检验部门检验合格后方可投入使用，应能通过智能系统查询原料分析日期、检验批次、检验数据、符合性判定等信息。

5.1.2 设备检查与调试应包括以下内容：

- a) 通过智能系统查看设备历史运行数据、维护记录，确认设备处于正常状态，重点检查反应釜、精馏塔、泵、阀门等关键设备的密封情况、润滑状况、仪表、阀门、储罐是否正常投用；
- b) 启动智能控制系统，对设备进行空载调试，测试电机转速、阀门开关灵活性、仪表测量精度，确保设备运行参数符合设计要求，调试过程中发现的异常及时发出告警；
- c) 检查安全仪表系统是否正常投用，模拟安全联锁场景，验证系统是否能准确发出报警信号并执行紧急停车动作，确保安全仪表系统功能可靠。

5.1.3 工艺参数设定应包括以下内容：

- a) 根据生产计划和产品质量要求，在智能控制系统中设定工艺参数，包括反应温度、压力、反应时间、物料配比、精馏塔回流比等，参数设定值应符合工艺文件要求，并有专人复核；
- b) 对于连续生产过程，设定参数的梯度调整方案，避免参数突变导致生产波动；
- c) 根据系统设定的工艺参数，生成参数监控清单，生产过程中实际参数与设定值产生偏差时，系统应自动调整工艺参数。

5.2 生产过程操作

5.2.1 物料输送与进料应包括以下内容：

- a) 按照系统指引，通过智能控制系统启动物料输送泵，控制原料进料速度，进料过程中实时监测流量仪表数据，确保物料配比准确；
- b) 对于有毒有害物料的输送，通过密闭管道进行，全程监控管道压力和泄漏情况，当检测到泄漏（如管道压力骤降、气体探测器报警）时，系统自动停止进料，关闭相关阀门，启动应急排风系统，并上报安全管理人员；
- c) 进料完成后，对进料管道进行吹扫（使用惰性气体），避免物料残留导致管道堵塞或下次生产交叉污染，吹扫过程参数记录至生产数据台账。

5.2.2 反应过程监控与调节应包括以下内容：

- a) 操作人员通过智能终端实时查看反应釜内温度、压力、搅拌速度等参数，当实际参数与设定值偏差超过允许范围时，智能系统自动发出报警信号，操作人员根据操作导航提示进行调节；
- b) 对于间歇反应过程，应按照设定的反应时间进行控制，确认产物质量达标后，方可进入下一工序，未达标产物应按照不合格品处理流程执行。

5.2.3 分离提纯操作应包括以下内容：

- a) 精馏塔运行过程中，实时监控塔顶温度、塔底温度、回流比、馏出物流量等参数，通过智能控制系统调节回流泵转速或塔顶冷凝器冷却水量，控制馏出物纯度；
 - b) 定期查看精馏塔塔板或填料的运行状态，通过智能系统中的设备状态监测模块，分析塔内压力降变化，判断是否存在塔板堵塞或填料损坏，如压力降异常升高，安排停机检查清理；
 - c) 分离提纯后的产物进入中间储罐，通过在线分析仪表检测产物纯度，合格产物标识“待入库”，不合格产物转入回收或返工流程，检测数据自动关联至产品批次信息，实现质量追溯。
- 5.2.4 成品加工与包装应包括以下内容：
- a) 成品加工（如硅油乳化、硅橡胶硫化）过程中，按照系统设定的加工参数（如乳化温度、搅拌时间、硫化压力）进行操作，实时监测成品的物理性能（如黏度、硬度），确保符合产品质量要求；
 - b) 包装环节采用自动化包装设备，通过智能系统设定包装规格（如重量、容量），包装前检查包装材料质量；
 - c) 包装完成后，在产品包装上粘贴二维码，包含产品名称、批次、生产日期、质量检测报告编号等信息，实现产品全生命周期追溯，同时将包装数据上传至智能系统，更新成品库存信息。
- 5.3 生产结束阶段操作
- 5.3.1 物料清理与回收应包括以下内容：
- a) 生产结束后，对反应釜、管道、储罐等设备进行清洗，根据物料特性选择合适的清洗剂（如有机溶剂、稀酸溶液），清洗过程中控制清洗温度和时间，确保设备内壁无残留物料，清洗废水经处理达标后排放；
 - b) 对未反应的原料、中间产物进行回收，如未参与反应的硅粉可筛选后重新投入使用，回收物料应单独存放并标识，经检验合格后方可再次使用，回收记录纳入生产数据管理系统；
 - c) 清理过程中产生的废弃物（如废催化剂、废包装材料）按照危险废物管理规定进行分类收集，交由有资质的单位处置，处置记录存档备查，确保符合环保要求。
- 5.3.2 设备停机与维护应包括以下内容：
- a) 按照系统的停机顺序，先关闭物料进料阀门，再停止搅拌、加热或冷却系统，最后关闭设备电源，避免设备骤停导致损坏；
 - b) 停机后对设备进行日常维护，包括清理设备表面灰尘、检查阀门密封件磨损情况、补充润滑油等，维护内容和结果记录至设备维护台账，智能系统根据维护记录生成下次维护提醒；
 - c) 对于长期停机的设备，采取防腐、防潮措施，如在设备内壁涂抹防锈油、关闭设备进出口阀门并通入惰性气体保护，定期检查设备状态，确保再次启用时正常运行。
- 5.3.3 数据记录与上报应包括以下内容：
- a) 原料消耗、工艺参数、产品产量、质量检测结果、设备运行数据等，通过智能终端上传至工业互联网平台，数据应真实、准确、完整，不得篡改；
 - b) 对生产数据进行初步分析，对比实际消耗与定额消耗的差异、产品合格率与目标值的差距，分析原因并形成生产小结，上报至技术管理部门，用于生产优化和工艺改进；
 - c) 生成生产批次报告，包含该批次产品的全流程信息，作为产品出厂检验和质量追溯的依据，报告经审核后存档，保存期限不少于3年。

6 智能系统功能要求

6.1 数据采集与处理功能应包括以下内容：

- a) 数据采集范围应覆盖生产全流程，包括原料采购数据、生产过程数据、设备运行数据、质量检测数据、能耗数据、安全环保数据；
- b) 数据采集频率应满足监控和分析需求，应能上传至工业互联网平台；
- c) 具备数据预处理功能，对采集的原始数据进行清洗、融合，确保数据的准确性和一致性，预处理规则可根据实际需求自定义设置；
- d) 支持多种数据存储方式，包括实时数据库、关系型数据库、文件数据库。

6.2 生产监控与预警功能应包括以下内容：

- a) 具备可视化监控界面，通过工业组态软件展示生产工艺流程、设备状态、工艺参数，支持流程图、仪表盘、趋势图等多种展示形式，操作人员可通过中控室大屏或移动终端查看，实现生产过程透明化；
- b) 实时监控工艺参数偏差，当参数超出设定的正常范围时，智能系统自动发出预警信号（如声光报警、终端弹窗），并在系统中提示异常原因和处理建议，如反应釜温度超限时，提示检查冷却系统是否正常、是否需要降低进料量；
- c) 对设备运行状态进行在线监测，通过振动传感器、温度传感器等采集设备运行数据，运用人工智能算法分析设备健康状况，预测设备潜在故障，提前发出维护预警，避免设备突发故障导致生产中断；
- d) 支持多维度监控分析，可按生产批次、时间段、设备类型、产品型号等维度查询和分析生产数据，生成监控报表（如日报、周报、月报），报表内容包括产量、质量合格率、能耗、设备运行效率等指标，为生产管理决策提供数据支持。

6.3 智能控制与优化功能应包括以下内容：

- a) 实现生产过程闭环控制，基于采集的工艺参数和设定值，通过 PID 控制、模型预测控制（MPC）等算法，自动调节设备运行参数；
- b) 具备工艺参数优化功能，结合历史生产数据和机器学习算法，分析工艺参数与产品质量、能耗之间的关系，寻找最优工艺参数组合；
- c) 支持生产调度优化，根据订单需求、原料库存、设备状态等信息，智能生成生产调度计划，合理安排各装置生产顺序和时间，避免设备闲置或物料短缺；
- d) 集成能耗优化功能，实时监测各生产环节能耗数据，分析能耗异常原因，提出节能优化建议。

6.4 安全环保管理功能应包括以下内容：

- a) 安全仪表系统应符合 GB/Z 44564 的要求，具备故障安全型设计，当监测到安全临界参数时，执行紧急停车、切断物料、启动消防系统等联锁动作，同时发出声光报警，通知相关人员应急处置；
- b) 气体探测系统应覆盖生产区、储存区、辅助设施区等关键区域，探测气体种类包括有机硅生产中常见的有毒有害气体和易燃气体，报警信号实时上传至智能系统，并联动应急处理措施；
- c) 环保监测系统应实时监测废水、废气、噪声等环保指标，废水监测参数包括 pH 值、化学需氧量（COD）、悬浮物（SS）、重金属含量等，废气监测参数包括颗粒物、挥发性有机物（VOCs）、氯化氢浓度等，超标时自动报警；
- d) 具备应急管理功能，内置有机硅生产常见事故（如火灾、爆炸、有毒气体泄漏）的应急处置预案，当发生事故时，智能系统自动推送预案至操作人员和应急人员的终端，指导应急处置流程（如疏散路线、救援措施、防护装备使用），同时联动视频监控系统，实时查看事故现场情况，辅助应急指挥。

7 厂区智能导航系统

7.1 系统架构：由定位终端、定位基站、数据传输网络及管理后台组成，支持北斗、UWB、蓝牙定位模式，室内定位精度 1~3m，室外定位精度 3m~8m。

7.2 路径规划与导航功能：

- a) 提供生产车间工位、会议室、休息区等目的地搜索，支持常用路线收藏；
- b) 区分原材料运输车辆、成品运输车辆、应急车辆路线，应急车辆导航时自动触发沿途预警，确保优先通行。

7.3 实时定位与监控管理：

- a) 实时显示车辆、人员位置；
- b) 车辆监控模块可查询基础信息、实时状态，支持历史轨迹查询；
- c) 人员监控模块支持按姓名、部门、岗位搜索位置，显示人员所属区域、在岗状态，非授权人员进入时自动标记提醒。

7.4 报警与安全管理：车辆未按规划路线行驶、中途停留超规定时间、超速行驶时，后台自动触发声光报警，同时向车辆驾驶员、管理人员终端推送预警信息，报警记录自动存档，可导出报表（含报警时间、地点、原因、处理结果）。

7.5 人员安全报警：人员进入危险区域、定位信号丢失，后台立即报警，显示报警人员位置及关联信息，同时联动厂区广播系统播报救援提示，支持一键调度附近安保人员前往处置。

8 数据管理要求

8.1 数据采集与存储要求应包括以下内容：

- a) 数据采集应遵循“全面、实时、准确”的原则，覆盖有机硅智能工厂的生产、设备、质量、安全、环保、能耗等各个环节，采集方式包括传感器自动采集、人工录入（经审核确认）、系统接口导入（如 ERP 系统、MES 系统数据），确保数据来源可追溯；
- b) 数据存储应采用分布式存储架构，结合实时数据库、关系型数据库、非关系型数据库等多种存储技术，满足不同类型数据的存储需求，如实时数据库用于存储高频采集的工艺参数，关系型数据库用于存储结构化的生产计划和质量管理数据，非关系型数据库用于存储设备维护照片、视频等非结构化数据；
- c) 数据存储应符合数据安全和隐私保护要求，对敏感数据（如客户信息、核心工艺参数）进行加密存储，设置数据访问权限，不同岗位人员只能访问其职责范围内的数据，同时定期对数据进行备份，备份方式包括本地备份和异地备份，备份数据应定期进行恢复测试，确保数据可恢复性。

8.2 数据处理与分析要求应包括以下内容：

- a) 数据处理应包括数据清洗、数据标准化、数据融合等环节，数据清洗用于去除异常值、缺失值、重复值，可采用统计方法或机器学习算法识别和处理异常数据；数据标准化用于统一数据格式和单位，确保不同来源数据的可比性；数据融合用于关联不同系统、不同维度的数据，形成完整的生产数据视图；
- b) 数据分析应运用数据分析工具和算法对处理后的数据进行深入分析，分析内容包括生产效率分析、质量分析、能耗分析、设备故障分析；
- c) 数据分析结果应形成可视化报告，包括图表（如趋势图、柱状图、饼图）、文字说明、结论建议，数据分析报告应定期生成，同时可根据需求生成专项分析报告；

8.3 数据应用与共享要求应包括以下内容：

- a) 数据应用应服务于有机硅智能工厂的生产优化、设备维护、质量控制、安全管理等业务需求，如利用生产数据优化工艺参数，提高产品产率和质量；利用设备运行数据开展预测性维护，减少设备故障停机时间；利用质量数据追溯产品质量问题，改进生产过程；
- b) 建立数据共享机制，实现工厂内部各系统之间的数据共享，避免数据孤岛，同时根据业务需求，在确保数据安全的前提下，向外部合作伙伴共享相关数据，如向供应商共享原料使用情况数据，便于供应商优化供货计划；向客户共享产品质量数据，增强客户信任；
- c) 数据共享应遵循“按需共享、授权访问”的原则，通过数据接口、数据平台等方式实现数据共享，设置数据共享权限和访问日志，记录数据共享的时间、对象、内容，确保数据共享可追溯，同时签订数据共享协议，明确数据共享双方的权利和义务，保护数据安全和隐私。

8.4 数据归档与销毁要求应包括以下内容：

- a) 数据归档应按照数据重要性和使用频率进行分类，确定不同数据的归档周期，如生产过程实时数据归档周期为 3 个月，生产批次数据、质量数据、设备维护数据归档周期为 5 年，客户数据、核心工艺数据长期归档，归档数据应存储在稳定、安全的存储介质中，便于长期保存和查询；
- b) 数据归档前应进行审核，确保归档数据的完整性、准确性和有效性，审核通过后，将数据从在线存储系统迁移至归档存储系统，同时在线系统中保留数据索引，便于快速查询归档数据，归档过程应记录归档时间、归档人员、数据内容等信息，形成归档台账；
- c) 当数据达到规定的保存期限且无继续保存必要时，应按照数据销毁流程进行销毁，数据销毁应采用安全的销毁方式，如物理销毁、逻辑销毁，确保数据无法恢复，数据销毁前应进行审

T/CWDPA XXXX—XXXX

批，审批通过后实施销毁，并记录销毁时间、销毁人员、销毁方式、销毁数据内容等信息，形成销毁台账，销毁台账应保存不少于3年。
