

### 交通工程用预制混凝土构件智能工厂建设 要求

Construction requirements for intelligent factory of precast concrete components for  
traffic engineering

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国混凝土与水泥制品协会 发布

# 目 次

前言 .....	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 基本要求 .....	2
5 生产工艺的智能化要求 .....	2
5.1 生产工艺流程 .....	2
5.2 模具清理 .....	3
5.3 喷涂脱模 .....	3
5.4 钢筋加工 .....	3
5.5 钢筋和模具安装 .....	4
5.6 混凝土搅拌 .....	4
5.7 混凝土运输 .....	4
5.8 混凝土布料 .....	4
5.9 振捣 .....	4
5.10 码垛 .....	4
5.11 蒸养 .....	4
5.12 拆垛 .....	4
5.13 脱模 .....	4
5.14 检测 .....	5
5.15 不良品剔除 .....	5
5.16 成品码垛 .....	5
6 软硬件设施设备布置 .....	5
6.1 网络设施 .....	5
6.2 机房与中控设备 .....	5
6.3 人员管理设施 .....	6
6.4 材料物资管理设施 .....	6
6.5 机械设备 .....	6
6.6 场地环境监控设备 .....	7
6.7 公共广播设备 .....	7
7 信息化管理平台 .....	7
7.1 功能要求 .....	7
7.2 技术要求 .....	9
参考文献 .....	10

# 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第一部分：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。

本文件由中国混凝土与水泥制品协会提出并归口。

本文件负责起草单位：上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司、浙江交工集团股份有限公司

本文件参加起草单位：苏州三佳交通工程有限公司、上海公路桥梁（集团）有限公司、上海隧道工程有限公司构件分公司、长沙学院、上海大学、华设设计集团股份有限公司

本文件主要起草人：

本文件主要审查人：



# 交通工程用预制混凝土构件智能工厂建设要求

## 1 范围

本文件规定了混凝土预制构件智能工厂建设的基本要求、生产工艺的智能化要求、软硬件设施设备布置要求，以及信息化管理平台的要求。

本文件适用于交通工程用预制混凝土构件智能工厂的建设，可用于指导构建智能、高效、节能、绿色、环保、舒适的人性化混凝土预制构件工厂，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于一体，实现生产、管理和决策的智能优化，提高生产效率、提升产品质量。

## 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 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 22082 预制混凝土衬砌管片

GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB 24789 用水单位水计量器具配备和管理通则

GB 50174 数据中心设计规范

JTG/T 3654 公路装配式混凝土桥梁施工技术规范

JGJ/T 292 建筑工程施工现场视频监控技术规范

JGJ/T 434 建筑工程施工现场监管信息系统技术标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**混凝土预制构件** precast concrete components

在工厂或现场预先生产成型的混凝土构件，简称预制构件。

### 3.2

**智能工厂** smart plant

以无人或少数人辅助为原则，通过智能化、自动化设备进行生产施工；利用物联网技术和监控技术加强信息管理服务；利用云计算、大数据等新一代信息技术，实现生产、管理和决策的智能优化，构建智能、高效、节能、绿色、环保、舒适的人性化混凝土预制件工厂。

### 3.3

**建筑信息模型** Building Information Model (BIM)

建筑信息模型是以三维数字技术为基础，集成建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型，是对工程项目相关信息详尽的数字化表达。

### 3.4

#### 物联网 internet of things (IOT)

基于互联网、传统电信网等信息载体，让所有能够被独立寻址的普通物理对象实现互联互通的网络。

## 4 基本要求

4.1 智能工厂建设应建立健全质量保证体系，明确质量责任，加强质量管理，保证工厂建设质量。

4.2 智能工厂建设应遵守国家安全生产的法律法规，建立健全安全生产管理体系，明确安全责任，严格执行安全操作规程，保证人员的职业健康，保证工厂建设安全。

4.3 智能工厂建设应具有适用性、开放性、可维护性和可扩展性。

4.4 智能工厂应建立信息化管理平台，布置智能化硬件基础设施设备，采用智能生产设备以及生产工艺，实现物联数据的互联互通与数据集成，智能工厂的结构组成可按照图1要求。

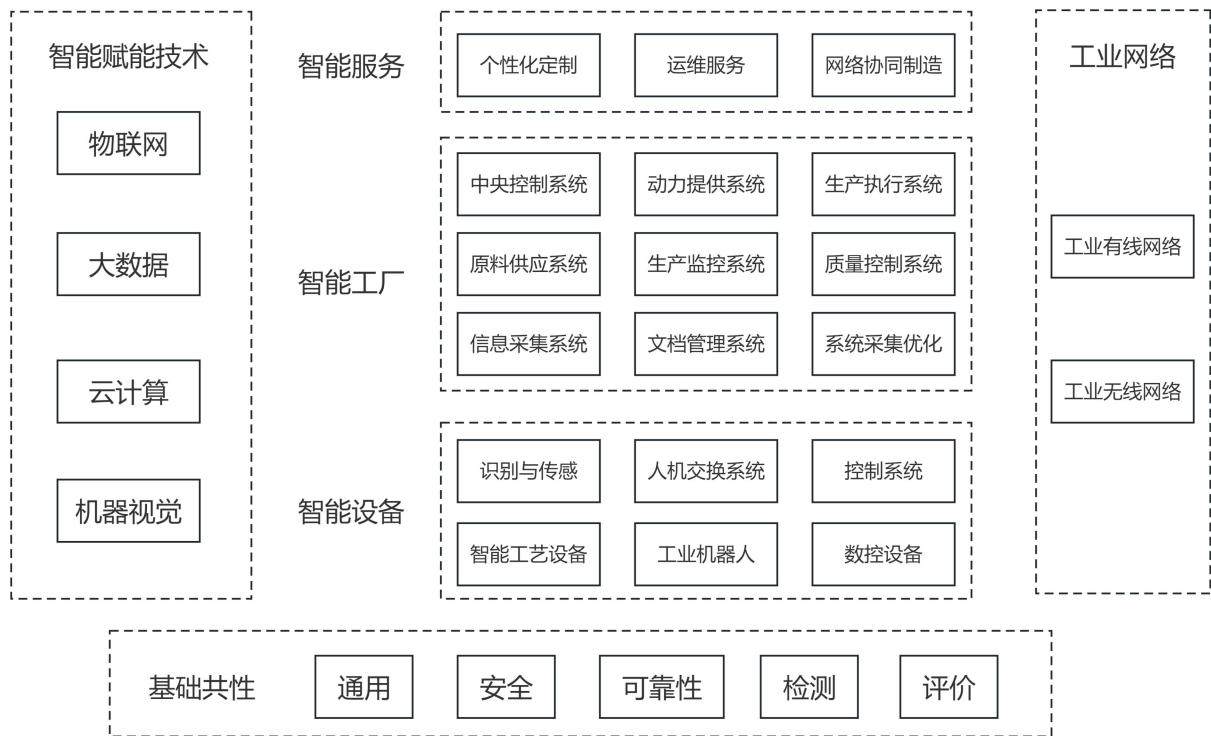


图 1 智能工厂的结构组成

4.5 智能工厂数据信息的采集、传输、存储、共享、分析、处理等应用，应符合国家信息安全保密的规定，对不同使用人员进行身份认证，实现分权分域管理保障数据安全。

4.6 智能工厂应在工厂建设中布置相应的软硬件设施设备，采用智能化生产工艺。

4.8 标准化预制构件单件重量小于10t时，宜建设生产流水线工作台。

## 5 生产工艺的智能化要求

### 5.1 生产工艺流程

5.1.1 预制混凝土构件生产工艺流程宜按图2的规定。

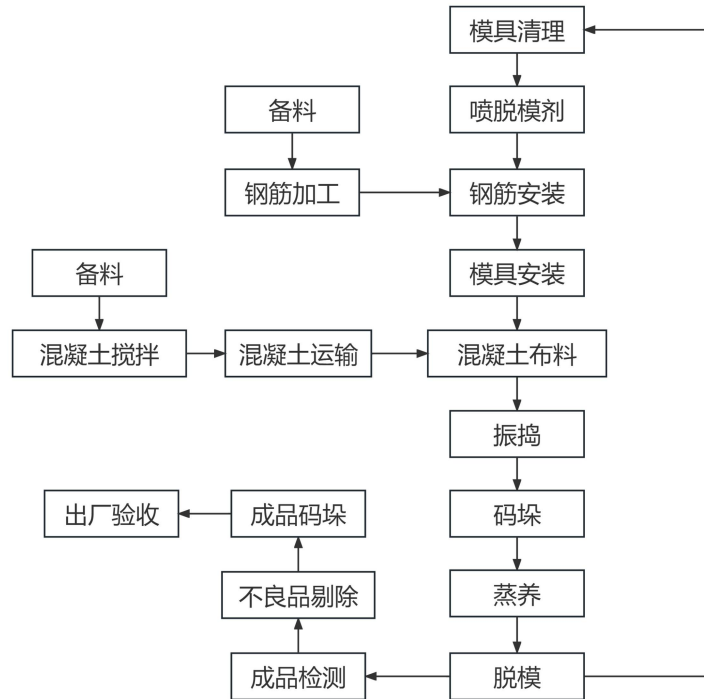


图2 预制混凝土构件生产工艺流程

5.1.2 各工艺流程运行速度应保持稳定。

5.1.3 各工艺的生产质量应符合GB/T 22082、JTG/T 3654等相关国家、行业标准。

5.1.4 各种构件应在首件试制合格后开展成批制作。

5.1.5 智能输送线承载模台应符合运行平稳、速度可调、定位精确的要求。

## 5.2 模具清理

5.2.1 模具清理应在不损伤模具的前提下,通过模具清洁机器人和全自动残渣吸附机等智能设备将混凝土预制构件模具内腔壁上的残留混凝土清理干净。

5.2.2 打磨方式应有吸尘装置;清洗方式应符合环保和废水排放相关规定。

5.2.3 模具清理方式应能够自动适应一个模台上有多多个不同模具的清理功能。清理后模具内腔不应存在大于2mm的颗粒。

## 5.3 喷涂脱模

5.3.1 喷涂设备喷涂应能自动操作使每个模具的内模腔面喷涂均匀。

5.3.2 喷涂装置应具备自动清理管路和除雾功能,能够自动适应一个模台上有多多个不同模具的喷涂功能。

5.3.3 应配备全封闭式抽排系统,使多余脱模剂完全雾化后排至室外,避免人体伤害及环境污染。

## 5.4 钢筋加工

5.4.1 钢筋弯曲、剪切加工应通过数控钢筋机通过预先设定好的程序对钢筋实现成形。

5.4.2 桩基钢筋笼、钢筋网片、定型钢筋骨架宜使用自动化设备加工成形。

5.4.3 宜对钢筋笼开展自动化焊接。

## 5.5 钢筋和模具安装

5.5.1 钢筋安装设备应能够自动适应多个不同型号模具的安装放置功能，且放置位置准确。

5.5.3 钢筋笼模具合模应能自动定位、自动合模、自动锁紧。

## 5.6 混凝土搅拌

5.6.1 搅拌设备应能记录混凝土的物料来源以及准备浇筑部位。

5.6.2 搅拌设备应能监测搅拌的混凝土量、配合比、搅拌时长、拌和时间等。

## 5.7 混凝土运输

5.7.1 混凝土运输可采用鱼雷罐等自动化混凝土运输设备。

5.7.2 采用混凝土搅拌车运输混凝土时，搅拌车上宜安装能够监测车辆路线、油耗、驾驶员状态的监测系统。

## 5.8 混凝土布料

5.8.1 布料机使用体积和重量的计量方式，应能根据构件信息计算出即将布料的重量和体积。

5.8.2 布料机应适应多规格模腔，自动移至模具上方，从模具一端到另一端进行分层布料。

5.8.3 智能布料系统单个模具布料混凝土误差应小于 $\pm 5\%$ 。

## 5.9 振捣

5.9.1 智能振捣装置应布置在布料机下方，振捣应在每次分层布料结束后自动进行，每次振捣时间不应小于90s。

5.9.2 对于节奏较快产线，可在布料机之后工位添加二级、三级智能振捣。

5.9.3 振捣的噪音应控制在80dB以下。

## 5.10 码垛

5.10.1 振捣完成后应对模台或模具进行自动码垛。

5.10.2 自动码垛设备应能够自动识别所码放的模台或模具的高度或位置等信息，并能够自动识别空转等异常。

## 5.11 蒸养

5.11.1 蒸养时间和温度应根据混凝土的配方进行试验和相关规定得出。

5.11.2 应具备智能温湿度控制系统，对蒸养的温湿度条件进行全自动控制。

5.11.3 在蒸养区内应能实现升温、恒温、降温三个温度区间，升温速度不应大于 $15^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，降温速度不应大于 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，温度控制精度范围 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

5.11.4 内部设备应达到防水IP57级，设备设施具有防锈蚀功能。

## 5.12 拆垛

5.12.1 拆垛设备应能自动识别所码放的模台或模具的高度、平面位置等信息，并能自动识别空转等异常。

5.12.2 拆垛设备应能精准抓取，精准放置在指定位置，使模具从蒸养室输送出来后对整垛的模台进行自动拆分并放置到输送线。

## 5.13 脱模



5.13.1 脱模设备应能将混凝土预制构件自动从模具中分离，且脱模过程不应对构件本体造成破坏，保持构件本体完整。

5.13.2 自动脱模设备应能够自动适应不同规格产品的脱模功能。

#### 5.14 检测

5.14.1 构件检测设备应利用视觉算法与大数据分析，针对构件的裂纹、外形尺寸等实现自动检测。

5.14.2 智能检测设备对检测合格的产品，在构件明显部位自动打印标识上预制构件的检验标志、永久标号、构件型号、模具号、材料信息、生产日期等信息。

5.14.3 检测设备发现不良品时应能够及时给出警示，检测误判率及漏判率不应大于3%。

#### 5.15 不良品剔除

检测时发现不良品时，应有自动装置将不良品分离移除。

#### 5.16 成品码垛

智能成品码垛应能将脱模后的混凝土预制构件利用码垛机器人按照工艺精度要求码放在托盘上。

### 6 软硬件设施设备布置

#### 6.1 网络设施

6.1.1 网络设备具备交换机、路由器、光纤收发器（光纤转化器）、安全设备设施等。

6.1.2 内网应按照相关布线标准进行布置，不应有架空线，办公网络与生产网络应物理隔离。

6.1.3 内网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。

6.1.4 工厂内应实现内网WIFI无死角全覆盖。

6.1.5 外网应采用安全措施与网络安全防护系统等措施。

6.1.6 网络设施应遵循集约化建设的原则，并应统一规划，兼顾差异、路由便捷、维护方便。

6.1.7 缆线安全等级选择应根据缆线敷设方式和安全保密的要求。

6.1.8 缆线阻燃及耐火等级选择应根据敷设方式和防火的要求。

#### 6.2 机房与中控设备

6.2.1 机房设置宜符合以下规定：

a) 机房设置在便于外部信息管线引入建筑物内的位置；

b) 机房不应设在水泵房、厕所和浴室等潮湿场所的贴邻位置；

c) 对于安置主机和存放数据存储设备的机房，主体结构抗震等级宜比该建筑物整体抗震等级提高一级。

d) 机房环境、不间断电源（UPS）、温湿度等应符合GB 50174的规定。

6.2.2 集成机柜应包括高性能服务器主机、交换机、UPS不间断电源、分屏器、音响控制等硬件设备。

6.2.3 展示系统宜采用拼接大屏，应用矩阵进行分屏管理，配置不间断电源进行断电保护。分屏显示内容宜包含以下内容：

a) 实时数据报表显示：包括各项目的浇筑进度、发货进度、构件生产及各环节状态数据、构件生产计划量及计划达成率；

b) 质量管理实时报表显示：包括构件生产各阶段的合格率、不合格构件数量及不合格构件详细分布情况；

- c) BIM 的可视化模型预警系统，将工厂搅拌站、生产线、养护窑、堆场等各数据实时接入，即时对异常数据进行分析预警和信息通知；
- d) 其他预警信息窗口：对工厂生产数据进行实时分析，包括当日节拍异常预警、当日人员考勤预警、当日设备运行异常预警；
- e) 摄像头视频监控：实时调整摄像头转向、缩放，对工厂实际情况进行监控管理。

### 6.3 人员管理设施

6.3.1 门禁类硬件应包括生物识别闸机、视频监控设备和身份证识别设备等。

6.3.2 视频监测设备包含健康监测模块，宜符合以下规定：

- a) 人员靠近时，识别人脸，同时对人员额温测量；
- b) 测量温度数据和测量体温人员自动绑定；
- c) 超过警戒温度时，自动预警提醒。

6.3.3 现场人员识别定位设备宜包括定位网关、定位基站、智能安全帽以及穿戴设备等。

6.3.4 智能安全帽宜符合以下规定：

- a) 佩戴智能安全帽可用于考勤统计功能的补充；
- b) 内置定位功能，满足工厂内定位需求；
- c) 集成脱带检测模块，实现工人戴帽脱帽实时监测，伴有语音提示；
- d) 具备检测瞬间冲击能力，当安全帽受到超过设定数值的冲击力时，及时告知管理人员有人受到伤害。

### 6.4 材料物资管理设施

6.4.1 材料物资基本信息采集宜采用设备身份识别二维码、RFID等电子标签。

6.4.2 主材地磅具备无人值守系统，具备防作弊系统，对异常情况可自动预警。

6.4.3 主材料仓具备重量传感器、应变传感器或者视觉识别设备，可实时采集料仓余量。

### 6.5 机械设备

6.5.1 机械设备基本信息采集宜采用设备身份识别二维码、射频识别（RFID）等电子标签。

6.5.2 龙门吊监测设备应具备以下功能：

- a) 安装视频监控对龙门吊操作人员人脸识别；
- b) 布置监控设备监控龙门吊运行位置、起重量、起重高度、环境风速、轨道沉降等；
- c) 布置危险源报警器，可在人员经过龙门吊时发出声光预警。

6.5.3 搅拌站设备应具备以下功能：

- a) 供料系统采用智能化控制；
- b) 储料仓应具有智能监控及分析系统，实时监控料仓材料状态，及时补料；
- c) 可根据各搅拌机实时生产情况发出派车罐装请求；
- d) 设置残余混凝土自动清洗回收、污水处理，自动粉尘降解系统等配套装置。

6.5.4 钢筋加工设备应具备以下功能：

- a) 应能通过输入钢筋数据开展直径40mm以内的钢筋弯箍、钢筋弯曲、钢筋剪切、钢筋锯切套丝；
- b) 宜布置焊接机器臂及其工作台座。

6.5.5 智能张拉压浆设备

- a) 智能张拉系统应由预应力张拉仪、液压千斤顶、智能控制系统等组成，具有自动控制预应力张拉、测量张拉力值、伸长值的功能，并实时存储、输出控制指标数据，实现张拉智能化；
- b) 智能压浆系统应使用自动压浆设备和计算机控制系统进行预应力混凝土桥梁的压浆施工。

6.5.5 智能检测设备

- a) 宜能通过视觉识别、点云技术自动识别钢筋笼绑扎质量、构件尺寸；
- b) 宜能按照规定路线，自动扫描指定构件。

6.5.6 小型物料车间转运设备宜采用自动导向搬运车。

## 6.6 场地环境监控设备

6.6.1 视频监控设备布置应根据厂区现场环境布置，实现厂区内监控视频全覆盖，重点工序点位、出入口应设置专用视频监控设备。

6.6.2 视频监控设备的布设、摄影、传输、显示、存储、维护保养等技术要求应符合JGJ/T 292 和 JGJ/T 434 的规定。

6.6.3 扬尘监控管理应采用扬尘监测设备并应设置自动喷淋装置。

6.6.4 噪声监测管理应采用噪声监测装置。

6.6.5 宜布置雨量、风速、风向、温度、湿度等现场气象监测设备。

6.6.6 在施工现场、生活区、办公区主线路上应分别安装智能水表、智能电表，水表布置应符合GB 24789 的有关规定，电表布置应符合GB 17167的有关规定。

6.6.7 火灾自动报警系统应根据生产厂房面积大、空间和结构复杂性等特点，采取合适的火灾探测方式及有效的灭火措施。

6.6.8 数据采集设备应支持互联网通讯，并具备离线存储和离线数据自动上传的功能。

## 6.7 公共广播设备

公共广播设备应根据生产车间环境噪声、面积、空间高度等选择扬声器的类型、功率，满足扩声效果。

## 7 信息化管理平台

### 7.1 功能要求

7.1.1 信息化管理平台应包含项目管理、生产管理、人员管理、材料物资管理、物流管理、安全质量管理、设备管理、场地环境管理以及应急响应系统的功能。

7.1.2 项目管理应满足以下功能：

- a) 应具备对客户、合同、服务标的等信息的完整记录与实时数据查询；
- b) 实时查阅各项目构件的生产进度、库存数量、物流信息、构件的装配信息及项目的形象进度图；
- c) 项目进度分析协助管理人员作出科学的决策。

7.1.3 生产管理应满足以下功能：

- a) 所有产品信息记录；
- b) 生产流程纪录，包括生产记录、质检管理，构件生产进度报表。
- c) 生产进度统计，如发货信息审核、产值产量计算等详细信息统计
- d) 生产计划分配管理，包括制定和分配生产任务计划，将计划分配到责任人，当计划调整时，对相关部门进行消息推送提醒。
- e) 生产计划统计与分析，产值产量统计与未来产能，结合目标生产计划，自动生成可行计划图表，为决策都提供项目关键数据。

7.1.4 人员管理功能应满足以下功能：

- a) 工厂所有在岗人员班组、姓名、身份证号码等基本信息记录；
- b) 工厂内所有人员的实时定位，轨迹记录，考勤工时、考勤明细记录；

- c) 工厂内所有人员工作状态管理，如实时识别作业人员安全帽佩戴情况，各岗位人员在规定的工  
作区域内，如出现异常可预警；
  - d) 记录工资发放情况，统计、分析和查询工资发放数据；
  - e) 开展线上安全教育培训；
  - f) 记录劳动保障物资和生活物资发放情况；
  - g) 自动开展在岗人员工效分析、劳动力分配等工作。
- 7.1.5 材料物资管理应满足以下功能：
- a) 采集、记录和查询材料物资的供应企业、出厂检验、运输到场等信息；
  - b) 管理材料物资的采购、租赁和结计划，根据年度、月度和生产计划，自动制定原材料需求计  
划、各物料的需求用量；并可记录过往计划的执行情况，如计划完成的时间和生产量；库存量  
低时，具备预警和提示功能；
  - c) 能查询和归档入库材料物资的检测报告、见证取样及相关有效性能验证信息；能自动分析不同  
供应商物资的质量；
  - d) 汇总管理物资的堆场信息，包括库存的实时报表、图表，精确定位构件位置；
  - e) 宜采用物联网技术识别材料物资，当进入施工现场的主要材料及实体检测不合格时可预警、提  
示，并将信息实时反馈给相关责任人；
  - f) 统计构件的设计材料物资用量情况，自动分析构件的生产物资成本、进度等情况。
- 7.1.6 物流管理应满足以下功能：
- a) 建立车辆电子档案包括但不限于车辆牌照、关联驾驶室、空重、载重等信息；
  - b) 构件、车辆、司机物流信息绑定，管理发货信息，发货单数据自动智能生成，支持在线打印或  
下载，追踪构件出入库情况，从实时统计发货单报表、图表统计。
- 7.1.7 安全质量管理应满足以下功能：
- a) 将工厂的安全日检、周检、月检、专检等安全检查用手机端软件执行，替代纸质版检查、整改  
的备档方式，进行无纸化办公，检查行为、结果、整改等信息实时推送给责任人，快速形成闭  
环。
  - b) 通过手机端、Web 端完成构件各项质检，替代纸质版检查、整改的备档方式，实现质量管理从  
检查到整改的所有工作数字化记录，检查及维修结果实时以微信形式推送给责任人，快速高效  
形成闭环，质检问题自动形成图表，为生产管理人员的管理提供依据。
- 7.1.8 设备管理应满足以下功能：
- a) 对所有设备建立电子档案，如设备采购时间、供应商、资产、安装、使用、维护和拆除等；
  - b) 依据设备重要等级制定保养计划，对执行情况进行自动提醒和预警；
  - c) 监控记录机械设备运行状态，设定机械设备限制作业区域，实时采集设备定位、运行数据、材  
料消耗情况，自动分析、预警和提示运行数据；
  - d) 记录设备检查和巡检信息，将重大事故安全隐患信息提供给相关责任人。
- 7.1.9 场地环境管理应满足以下功能：
- a) 实时监测PM10、PM2.5数据，统计、分析和查询监测数据，并与防尘控制设备联动；
  - b) 实时监测噪声数据，统计、分析和查询监测数据；
  - c) 实时监测用电消耗数据，统计、分析和查询监测数据，支持综合能耗分析与限量用电；
  - d) 实时监测终端水量以及污水排放数据，统计、分析和查询监测数据，支持综合用水数据分析和  
远程控制终端阀门智能卡控制水量。
- 7.1.10 应急响应系统应满足以下功能：
- a) 出现设备故障应及时停止相关产线生产且发出预警；
  - b) 出现火灾、安全事故应及时停止相关产线生产且发出预警。

## 7.2 技术要求

7.2.1 信息化管理平台应以BIM模型作为数字底座，BIM模型应包括工厂厂房模型、生产设备模型和场地模型。

7.2.2 信息化管理平台应具备移动端、PC端操作功能，宜具备协同工作的功能。

7.2.3 数据的存储与传输应满足工厂管理系统对数据上传的接口要求。

7.2.4 数据接口建设内容应包含数据内容及接口、数据类型、数据格式、传输方式和传输频率。

7.2.5 信息化管理平台与各子系统的数据接口宜采用开放的通用协议，且数据传输宜进行加密。

7.2.6 视频数据传输宜采用通用协议，其他硬件采集的数据传输宜采用通用物联网通讯协议。

7.2.7 信息化管理平台宜采用云架构，数据集成应采用增量模式。

7.2.8 智慧技术及管理系统应符合GB/T 22239—2019中的一级规定。

7.2.9 管理系统档案资料宜按GB/T 11822进行存档；

7.2.10 管理系统宜根据GB/T 20988完善灾难恢复管理体系，确保各项电子信息的一致性和完整性。

## 参考文献

- [1] GB/T 11822 科学技术档案案卷构成的一般要求
- [2] GB/T 20988 信息安全技术 信息系统灾难恢复规范
- [3] GB/T 25486 网络化制造技术术语