

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局
公 告

2024 年 第 14 号

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局
关于批准发布山东省工程建设标准
《预制混凝土构件智能制造技术标准》的公告

由山东省建筑科学研究院有限公司和三一城建住工（禹城）有限公司主编的《预制混凝土构件智能制造技术标准》，业经审定通过，批准为山东省工程建设标准，编号为 DB37/T 5301-2024，现予以发布，自 2025 年 2 月 1 日起施行。

山东省预制混凝土构件的智能化生产制造、智能工厂以及智能物流的建设采用本标准时，还应遵守国家和山东省有关法律法规和强制性标准规范规定。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。

山东省住房和城乡建设厅 山东省市场监督管理局

2024 年 11 月 6 日

前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发 2022 年山东省工程建设标准制修订计划的通知》(鲁建标字(2022)8 号)的要求,编制组经深入调查研究,认真总结近年来预制混凝土构件智能制造的实践经验,参考国内外先进标准,编制本标准。

本标准的主要技术内容为:1.总则;2.术语和缩略语;3.基本规定;4.数字化要求;5.网络互联及数据信息交互;6.生产线及设备智能化;7.质量控制;8.智能物流;9.信息化管理;10.信息安全。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理,由山东省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容解释。在执行过程中如有意见和建议,请反馈至山东省建筑科学研究院有限公司(地址:济南市无影山路 29 号;邮政编码:250031,电话:0531-85595501,邮箱:jiiegoufenyuan@vip.163.com)。

主 编 单 位:山东省建筑科学研究院有限公司

三一城建住工(禹城)有限公司

参 编 单 位:山东高速德建集团有限公司

中建科技(济南)有限公司

山东省建设建工(集团)有限责任公司

山东汇富建设集团建筑工业有限公司

山东天意机械股份有限公司

济南长兴建设集团工业科技有限公司

昌大建筑科技有限公司

山东瑞坤装配式建筑科技有限公司

主要起草人员：崔士起 刘传卿 沈拥军 胡兆文 李爱强
田小红 刘洪彬 董先锐 孙长彪 韩桂荣
张爱军 商丽华 庄花洲 周冬梅 林 华
李晓鹏 孙伟峰 萧树忠 邵光辉 马荣全
周克家 贾志臣 刘 涛 董大召 李 楠
吕士坤 王相民 董 璨
主要审查人员：周学军 朱传晟 石玉仁 万立华 邢庆毅
万成梅 宋英芳 李 璟 张建港

目 次

1	总 则	1
2	术语和缩略语	2
3	基本规定	7
4	数字化要求	8
4.1	一般规定	8
4.2	设计信息数字化	9
4.3	生产资源数字化	9
4.4	生产设备数字化	11
4.5	生产管理系统数字化	11
5	网络互联及数据信息交互	13
5.1	一般规定	13
5.2	网络互联	13
5.3	数据信息交互	15
6	生产线及设备智能化	17
6.1	产区规划及产线布置	17
6.2	工艺流程	17
6.3	设备智能化要求	20
7	质量控制	27
8	智能物流	29
9	信息化管理	31
9.1	MES 管理系统	31
9.2	可视化管理系统	32
9.3	能源管理系统	32
10	信息安全	33

本标准用词说明	34
引用标准名录	35
附：条文说明	36

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms and Abbreviations.....	2
3	Basic Regulations.....	7
4	Digital Requirements.....	8
	4.1 General Provisions.....	8
	4.2 Digitalization of Design Information.....	9
	4.3 Digitalization of Production Resources.....	9
	4.4 Digitalization of Production Equipment.....	11
	4.5 Digitalization of Production Management System.....	11
5	Network interconnection and data information exchange.....	13
	5.1 General Provisions.....	13
	5.2 Network Interconnection.....	13
	5.3 Data Information Exchange.....	15
6	Intelligent Production Line and Equipment.....	17
	6.1 Production Area Planning and Production Line Layout.....	17
	6.2 Process flow.....	17
	6.3 Equipment Intelligence Requirements.....	20
7	Quality Control.....	27
8	Intelligent Logistics.....	29
9	Information Management.....	30
	9.1 MES Management System.....	30
	9.2 Visual Management System.....	31
	9.3 Energy Management System.....	31

10 Information Security.....	33
Explanation of the wording used in this Standard.....	33
List of Referenced Standards.....	34
Addition: Explanation of Provisions.....	35

1 总 则

1.0.1 为规范预制混凝土构件的智能制造，做到技术先进、绿色低碳，推动预制混凝土构件数字化、信息化、自动化，推进装配式建筑产业的智能化技术的发展，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于山东省预制混凝土构件的智能化生产制造、智能工厂以及智能物流的建设。

1.0.3 预制混凝土构件智能制造技术以及智能工厂和智能物流建设除应符合本标准外，尚应符合国家和山东省现行有关标准的规定。

2 术语和缩略语

2.1 术语

2.1.1 智能制造 intelligent construction

应用数字化、智能化技术手段，进行智能规划与设计、智能装备与生产、智能工厂建设、智能运维与管理 and 智能物流优化等过程。

2.1.2 数字化 digitization

以数字形式表示或表现数据，将图像或声音等转化为数字码，以便这些信息能由计算机系统处理与保存。

2.1.3 数字化车间 digital factory

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、测控技术等为手段，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。

2.1.4 智能工厂 underground space constructed individually

在数字化车间的基础上，利用物联网技术和监控技术加强信息管理服务，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。

2.1.5 综合生产线 integrated production line

综合生产线采用成型模具，浇筑混凝土经振捣、预养、拆模形成混凝土构件，拆模后的空模台宜具备沿生产线自动返回的功能。

2.1.6 生产资源 productive resources

预制构件生产所需的除制造设备以外的制造资源。

2.1.7 工业控制系统 industrial control system

由计算与工业控制主机、设备和装置组成的系统，计算与工业控制主机、设备与装置集成到一起以控制工业生产、传输或分布式过程。

2.1.8 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、实施生产活动的情况，简称 MES。

2.1.9 数据采集 data collection

将传感器、变送器及其他物理信号源和各业务系统的数据源以某种方式对测到的量值进行数据存储、处理、显示、打印或记录，从中获取和收集各种模拟量、数字量、脉冲量、状态量等形态数据的技术。

2.1.10 工业控制网络 industrial control network

连接工业控制系统设备的网络。

2.1.11 现场总线 field bus

基于串行数据传输并用在工业自动化或过程控制应用中的通信系统。

2.1.12 数据字典 data dictionary

包含一系列条目的表，一个含义对应字典中的一个条目，字典的一个条目只有一个含义。

2.1.13 邻道泄漏比 adjacent channel leakage ratio

主信道功率与相邻信道功率的比值。

2.1.14 射频识别 radio rrequency identification

在频谱的射频部分，利用电磁耦合或感应耦合，通过各种调制和编码方案，与射频标签交互通信读取唯一射频标签身份的技术。

2.1.15 可用率 available

计算机的可用时间与故障时间，维修时间及可用时间总和比。

2.2 缩略语

AGV—自动导引运输车 (Automated Guided Vehicle)

BIM—建筑信息化模型 (Building Information Model)

CAN—控制器局域网 (Controller Area Network)

CC-LINK—控制与通信链路系统 (Control and Communication Link)

EthernetCAT—基于以太网的现场总线系统 (Ether Control Automation Technology)

HMI—人机接口 (Human Machine Interface)

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

PLC—可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)

PROFUBUS 一种用于自动化技术的现场总线标准 (Process Field Bus)

PROFINET 一种基于工业以太网技术的自动化总线标准 (Process Field Bus International)

QAM—正交幅度调制 (Quadrature Amplitude Modulation)

RFID—射频识别 (Radio Frequency Identification)

VR/AR—虚拟现实/增强现实 (Virtual Reality/Augmented Reality)

WLAN—无线局域网 (Wireless Local Area Networks)

WIA-FA—用于工厂自动化的工业无线网络 (Wireless Network for Industrial Automation-Factory Automation)

WIA-PA—用于过程自动化的工业无线网络（Wireless Network for Industrial Automation-Process Automation）

WIFI—无线相容认证（Wireless Fidelity）

3 基本规定

3.0.1 预制混凝土构件的智能制造应以智能工厂为平台，以无人或少人辅助为原则，通过利用数字化模型、物联网等新一代信息技术，实现人与机器的协调合作及生产的智能优化。

3.0.2 智能工厂宜以数字化为基础，基于互联互通的工业网络宜实现生产资源、生产设备与管理系统之间的信息交互，在各种辅助设备的协助下实现预制混凝土构件半自动化、自动化的生产、检验、存储管理及物流等全产业作业。

3.0.3 智能工厂应运用 BIM 技术提高预制构件的加工能力，以降低成本、提高工作效率、提升建筑质量等为目标，实现预制构件的智能制造。

3.0.4 智能工厂应加强网络安全，防止关键系统或信息类资产的非授权使用、财产损失或系统损害等行为。

4 数字化要求

4.1 一般规定

4.1.1 智能工厂的总体设计、工艺流程、产线布局、生产资源以及构件生产应建立数字化模型，并进行模拟仿真，所有信息化资源均应进行编码、存储、传递、分析和维护，实现信息资源的共享。

4.1.2 预制混凝土构件智能工厂应利用三维可视化设计和仿真模拟技术实现预制混凝土构件的智能化设计。

4.1.3 预制混凝土构件智能制造工厂的数字化体系结构应分为基础层、执行层和管理层，基础层应包括生产制造所必需的各种制造设备及生产资源，执行层应包括计划与调度、生产物流管理、工艺执行与管理、构件加工过程质量管理、生产设备管理五个功能模块(图 4.1.3)。

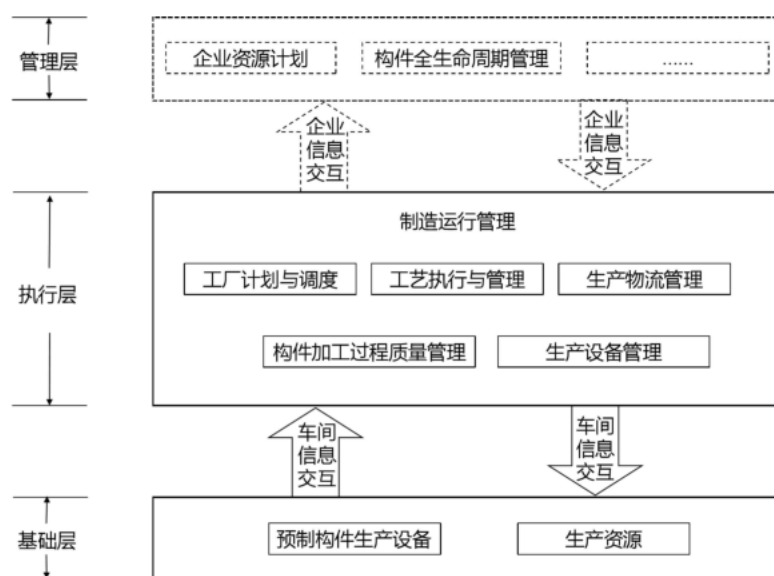


图 4.1.3 智能制造工厂数字化生产与管理体系结构示意图

4.1.4 基于预制混凝土构件智能制造的数字化工厂应建立数据字典，数据字典应符合以下规定：

1 数据字典应包括生产过程中所需交互的全部信息，具体包含设备状态信息、生产过程信息、物流与仓储信息、检验与质量信息、生产计划调度信息等；

2 数据字典应描述各类数据的名称、来源、语义、结构以及数据类型等基本信息。

4.1.5 预制混凝土构件智能制造工厂宜利用数字工厂孪生技术，在生产线建设前期，基于仿真模拟生产线布局规划建立产线数字模型；在投产后，基于产线数字模型，开展产线数字维护和应用；通过工厂数字化展示打造 PC 实操培训平台，打造 VR/AR 实训场景。

4.1.6 预制混凝土构件智能制造工厂应提交关于建筑结构和部品构件预制生产数据报告，要求包含设备产能分析，设备运行情况分析，故障率 and 优化，决策优化和质量追踪信息，实现生产信息化和物联网设备智能化管理。

4.2 设计信息数字化

4.2.1 预制混凝土构件智能制造的设计信息数字化应包含完整的预制混凝土构件施工图设计以及深化设计信息。

4.2.2 设计数据信息应能够实现与生产过程的互通，并能导入预制混凝土构件 BIM 软件，同时能对数据进行检查与修正。

4.2.3 导入到 BIM 软件的设计数据信息应包括基本设计信息和构件设计信息。

4.2.4 基本设计信息应包括工程名称、工程编码、材料等级等。

4.2.5 构件设计信息应包括构件编码、构件名称、构件类别、构件尺寸、定位轴线、预留预埋等。

4.3 生产资源数字化

4.3.1 生产资源应包括预制混凝土构件生产用到的物料、模台、模具、工装辅具、人员、传感器等。

4.3.2 生产资源应在利用数字化条码及电子标签等数字化编码技术的基础上，实现生产资源的可识别性，包括生产资源的编号、参数及使用对象等的属性定义。

4.3.3 生产资源的信息应采用自动方式进行读取，并自动上传至相应设备或者执行层。

4.3.4 生产资源的识别信息宜具备可扩展性，可利用 RFID 进行设备及执行层的数据写入。

4.4 生产设备数字化

4.4.1 预制混凝土构件的智能制造宜通过数字化设备的协作实现构件的自动化、智能化生产，数字化生产设备使用比率不应低于 50%。

4.4.2 预制混凝土构件智能制造的设备数字化应符合以下规定：

- 1 应包含完善的设备档案信息；
- 2 通信接口应能够与其他设备互通；
- 3 应能向上层提供信息；
- 4 应具备便捷的可视化人机交互能力。

4.5 生产管理系统数字化

4.5.1 预制混凝土构件的智能制造应利用 RFID 物联网技术对整个生产过程进行数字化管理，做到过程追溯可视化和数据可靠性。

4.5.2 生产管理系统应具备实时数据后台，生产进度可视化，实现实时监管和查询。

4.5.3 生产管理系统数字化应包含基础静态信息定义、生产调度指令下达以及生产绩效统计反馈三大功能区域划分。

4.5.4 基础静态信息定义区域应包括产品定义管理和资源管理模块，并应具备以下功能要求：

- 1 预制混凝土构件生产规则的确定与维护；

- 2 生产方案、资源清单及物料清单的定义与维护;
 - 3 人员、设备和物料等基础信息的定义与维护;
 - 4 企业产能利用情况的信息管理。
- 4.5.5** 生产调度指令下达区域应包括生产调度、生产分派和操作管理模块，应包含完整的调度信息。
- 4.5.6** 生产绩效统计反馈区域应包括数据收集、生产跟踪、绩效分析以及生产统计模块。

5 网络互联及数据信息交互

5.1 一般规定

5.1.1 预制混凝土构件智能制造工厂宜实现车间与工厂、工厂与企业之间不同层次、不同类型的设备与系统间、系统与系统之间的网络连接，且宜实现数据在不同层级、不同设备、不同系统间的传输。

5.1.2 预制混凝土构件智能制造工厂系统集成宜实现网络互联、数据通信、信息互通，且应符合以下规定：

1 网络互联应实现连续的、相互连接的计算机网络、数控设备网络、生产物联/物流网络以及工厂网络；

2 数据通信应在系统架构定义和网络互联的基础上，按照数据通信协议要求，定义数据类型和格式，实现从车间层到工厂层、企业层双边的传输、存储等；

3 在信息互通方面，宜定义系统间消息传输和内容解析，并基于数据通信实现系统间信息交互。

5.2 网络互联

5.2.1 车间层、工厂层或企业层的工业控制网络架构可采用星形、环形、总线型、网状等多种方式。

5.2.2 预制混凝土构件智能制造工厂宜实现生产装备、传感器、控制系统与管理系统的互联互通。

5.2.3 预制混凝土构件智能生产车间采用 5G 网络时，应符合以下规定：

- 1** 支持接入 5G 终端设备；
- 2** 支持 5G 终端设备到部署在边缘计算平台上应用数据的路由功能；
- 3** 支持 5G 接入网和 5G 核心网、边缘计算平台的统一管理和运维。

5.2.4 基于 5G 技术构建的网络应具备保证系统可靠运行的装置，系统运行可用率不应小于 99%，并应符合以下规定：

- 1** 单个基带处理单元的每个小区平均上行速率应大于 200Mbps，平均下行速率应大于 500Mbps；
- 2** 端到端数据包最小平均往返时延应小于 20ms；
- 3** 远端射频单元的最大发射功率应保在额定发射功率 $\pm 2\text{dB}$ ；
- 4** 最大功率发射时，远端射频单元的邻道泄漏功率比 ACLR 不应高于 45dBc；
- 5** 64QAM 调制且最大功率发射时，远端射频单元的误差矢量模指标不应高于 5%；256QAM 调制且最大功率发射时，远端射频单元

的误差矢量模不应高于 3.5%;

6 单个射频远端汇聚单元应支持连接至少 8 个室内远端射频单元;

7 单个基带处理单元应支持至少 6 个射频远端汇聚单元;

8 单个基带处理单元应支持至少 3 个室外射频远端单元;

9 5G 核心网用户面的吞吐量应大于 2Gbps;

10 5G 核心网控制面应支持不少于 1000 个用户的并发访问。

5.2.5 5G 网络硬件应符合以下规定:

1 室内远端射频单元宜以吸顶或墙挂的方式安装;

2 远端射频单元应支持光纤或网速高速回传;

3 远端射频单元的电磁兼容性应符合现行行业标准《蜂窝式移动通信设备电磁兼容性能要求和测量方法 第 17 部分: 5G 基站及其辅助设备》YD/T 2583.17 的相关规定;

4 应支持以太网供电或光电复合缆线供电。

5.3 数据信息交互

5.3.1 数据信息应满足标准化、共享性以及可用性原则, 并应符合以下规定:

1 企业应建立通用数据标准, 避免数据二义性, 促进数据共享

和应用；

2 数据信息应避免孤岛建设和数据私有化，应完善数据管控机制，确保数据贡献符合信息安全要求；

3 企业应加强数据质量管理，建立标准化、多样化的数据资产获取渠道和访问方式。

5.3.2 预制混凝土构件智能制造车间应在数据字典定义的数据采集内容基础上，结合数据的实时性要求，利用合理的网络通信方式与数据存储方式进行数据的采集与存储，并与企业级数据中心实现对接，并应符合以下规定：

1 应能对车间所需数据进行采集、存储和管理，并支持异构数据之间的格式转换，实现数据互通；

2 数据存储宜采用实时数据库与历史数据库相结合的方式，其中实时数据库宜采集和储存生产现场实时性较高的数据，历史数据库宜采用关系数据库，采集和储存工艺设计和生产过程所需的相关数据。

6 生产线及设备智能化

6.1 产区规划及产线布置

6.1.1 预制混凝土构件智能制造工厂的产线布局应按功能分区，设备布置时应结合加工工艺要求实现流水生产。

6.1.2 产线布局应考虑材料运输、流水化生产、成品入库等因素。

6.1.3 预制混凝土构件智能制造宜包含预拌混凝土搅拌站、钢筋加工生产线、综合生产线以及固定模台生产线等生产设施。

6.1.4 综合生产线应采用高精度、高强度的成型模具，宜用于预制外墙板、内墙板、叠合板等常规构件的生产加工；固定模台生产线宜用于楼梯、阳台等异型构件的生产加工。

6.2 工艺流程

6.2.1 预制混凝土构件的生产加工宜采用标准化流程工艺，基本生产工艺流程宜满足图 6.2.1 的要求。

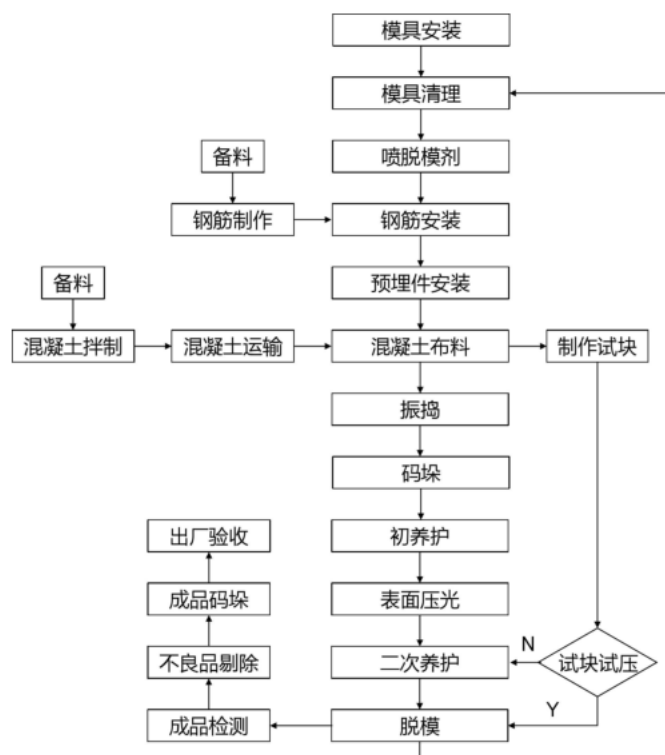


图 6.2.1 预制混凝土构件基本生产工艺流程

6.2.2 预制混凝土内墙板应一次性浇筑成型并宜满足表 6.2.2 的相关要求。

表 6.2.2 预制混凝土内墙板工艺要求

序号	工艺名称	最少工位（个）	功能要求
1	清理	1	清理模台上的残渣和灰尘
2	划线	1	在模台上画出模具、预埋件安装位置
3	脱模	1	喷洒脱模剂
4	装配安装	6	安装边模及钢筋笼
5	埋件安装	2	安装套筒、水电盒和吊环等埋件
6	浇筑振捣	1	在模具中浇筑混凝土并进行振捣密实
7	搓平	1	对混凝土进行搓平处理
8	预养护	6	完成构件的初凝
9	抹光	1	对构件表面进行机械抹光收面

序号	工艺名称	最少工位（个）	功能要求
10	构件养护	40	对构件进行养护，达到预期强度
11	拆模	2	拆除边模及其他模具
12	翻转	1	将构件翻转立起，吊装至指定区域存放

6.2.3 预制混凝土叠合板应一次性浇筑成型并宜满足表 6.2.3 的相关要求。

表 6.2.3 预制混凝土叠合板工艺要求

序号	工艺名称	最少工位（个）	功能要求
1	清理	1	清理模台上的残渣和灰尘
2	划线	1	画出模具、预埋件安装位置
3	脱模	1	喷洒脱模剂
4	装配安装	6	安装边模、钢筋网和桁架钢筋
5	埋件安装	2	安装水电盒、吊环等埋件
6	浇筑振捣	1	浇筑混凝土并进行振捣密实
7	预养护	6	完成构件的初凝
8	拉毛	1	对混凝土进行拉毛处理
9	构件养护	40	对构件进行养护，达到预期强度
10	拆模	2	拆除边模及其他模具
11	吊装	1	将构件水平吊装至指定区域存放

6.2.4 预制混凝土外墙板宜满足表 6.2.4 的相关要求。

表 6.2.4 预制混凝土外墙板工艺要求

序号	工艺名称	最少工位（个）	功能要求
1	清理	1	清理模台上的残渣和灰尘

序号	工艺名称	最少工位(个)	功能要求
2	划线	1	在模台上画出模具、预埋件安装位置
3	脱模	1	喷洒脱模剂
4	装配安装	6	安装边模及钢筋笼
5	埋件安装	2	安装套筒、水电盒和吊环等埋件
6	浇筑振捣	1	在模具中浇筑混凝土并进行振捣密实
7	安装上层边模及铺放保温板	4	用于承重层边模的安放及铺放保温板作业
8	浇筑振捣	1	完成构件的浇筑振捣
9	搓平	1	对混凝土进行搓平处理
10	预养护	6	完成构件的初凝
11	抹光	1	对构件表面进行机械抹光收面
12	构件养护	40	对构件进行养护，达到预期强度
13	拆模	2	拆除边模及其他模具
14	翻转	1	将构件翻转立起，吊装至指定区域存放

6.3 设备智能化要求

6.3.1 混凝土原材加工设施应符合以下规定：

1 地磅计量设备应实时显示重量信息，并能进行计量数据的有效采集；

2 粉料仓、骨料仓应具备仓位电子标示牌，可实时显示存料的相关信息；

3 粉料仓环境探测应具备检测温度、湿度、粉尘等功能并实时记录环境数据；

4 工厂各类原材料仓应具备自动盘点功能；

5 工厂应具备砂石含水、含泥的在线实时监测功能。

6.3.2 预拌混凝土生产设备应符合以下规定：

1 上料系统中应具备开关限位检测功能，下料仓应具备监控功能，粉料仓应具备料位检测、破拱装置，可采集物料实时储存信息；

2 传输系统应具备皮带轨迹检测、滚筒状态检测和变频功能；

3 空气动力系统应具备空压机状态监测与故障预警、诊断功能；

4 搅拌系统宜实现电流监测、时间监测，宜实时记录设备运转状态等相关数据并随时监控生产状况；

5 搅拌系统应能记录设备工艺条件、运行过程数据、能力属性数据和操作模式，并实现信息实时、有效采集和动态存储；

6 工业控制系统宜对实时生产消耗、配合比连续计量、材料库存量等实时显示并记录完整数据，数据记录误差率不宜大于 0.01%，数据采集时间不宜高于 40ms/次。

6.3.3 钢筋原材加工设施应符合以下规定：

1 智能化设备宜满足自动化要求，设备应根据订单自动运行、保留单机操作功能，厂区内配备必要的人力；

2 设备布置时应结合加工工艺要求，实现流水线生产；

3 应配备钢筋剪切、弯曲机，宜配备磁吸式上料设备辅助生产；

4 宜配备钢筋调直切断机，可选择数控伺服飞剪剪切，减少钢筋易损件的问题；

5 箍筋生产线宜配置智能弯箍机及箍筋收集机械手、自动打包机配合箍筋生产打包；

6 宜配置磁吸式程控行车进行场内物流作业；

7 除钢筋加工设备外还应配备桁吊及成品转运设备。

6.3.4 模台流水线的循环系统宜由支撑轮、驱动轮及感应防撞装置共同构成，且应保证模台的动作平稳，并应符合以下规定：

1 支撑轮的负载能力不应小于 30000kN/个；

2 驱动轮应由电气控制系统控制，协调驱动轮与其他设备的工作配合，各个工位上的驱动系统可单独控制；

3 各个工位均应配置感应防撞装置；

4 摩擦轮应具备适当的宽度以保证足够的接触面及摩擦力，所用耐磨材料厚度不应小于 40mm；

5 支撑架、安装底板所用钢板厚度不应小于 8mm；

6 关键工位宜采用变频调速驱动电机，摩擦轮线速度宜在 0m/min~20m/min 内可调；

7 驱动轮与导轮的平行度在一个轮径范围内不应大于 1mm。

6.3.5 模台清理机宜采用软硬毛结合滚刷结构并具备铲板、集料斗、

除尘器等工装或设备，且应符合以下规定：

- 1 模台清理机宜采用布袋脉冲式除尘机；
- 2 滚刷旋转应采用变频控制，速度宜为 350rpm~600rpm，滚刷旋转电机功率不应小于 3kW；
- 3 模台清理机控制系统应与生产线 PLC 实现信息通讯，具备实现本地和远程控制的功能；
- 4 滚刷旋转、铲板升降、模台行走、除尘器启停等宜实现联动控制；
- 5 刮刀升降应分别设置有上、下限位检测开关，用于控制刮刀的升降位置；
- 6 控制箱应安装急停开关。

6.3.6 自动划线机宜为桥式结构，采用双边伺服驱动及数控模式控制，且应符合以下规定：

- 1 划线系统宜包括划笔划车、划笔支架、划笔、笔墨系统等，其划线作业范围应覆盖整个模台；
- 2 喷枪装置应能自动感应调高并配有 HMI 界面，可适用于各种规格的板类构件底模的划线作业；
- 3 划线机划线速度宜为 9m/min，划笔升降距离宜为 150mm，划线精度为 $\pm 1\text{mm}$ 。

6.3.7 脱模剂自动喷涂机宜由机架、喷涂控制系统、摆动喷涂装置、收集箱等组成，且应符合以下规定：

- 1 脱模机雾化后应能均匀喷涂在模台表面；
- 2 喷涂机控制系统应采用 PLC 控制，并与模台驱动系统联动控制，可实现自动启停；
- 3 喷涂机的喷油量应具有可调功能且应下设脱模剂收集箱，喷雾压力宜达到 0.7MPa，喷涂量应达到 1.0L/min。

6.3.8 自动压光机宜由钢结构机架、走行机构、压光装置、提升机构、电气控制系统等组成，且应符合以下规定：

- 1 压光机应采用变频调速技术，其运行时间应与生产线节拍相符，保证作业时间符合流水段工时要求；
- 2 压光机抹光头应能在水平方向两自由度内移动作业，工作范围应覆盖整个模台且能在预设的范围内作业；
- 3 压光机抹光头宜实现升降且具有锁位功能。

6.3.9 送料机可采用开门式或滚筒式结构，应由料斗壳体、翻转机构、走行机构、电气控制系统等组成，且应保证在轨道上平稳行走；送料机放料位置应与布料机接料位置实现互锁保证，运行过程中应有声光报警装置。

6.3.10 自动布料机应采用上横梁轨道行走方式，宜具备纵横向跨越

两个平台的能力，且应符合以下规定：

1 料斗应具备升降功能且可靠锁紧，升降过程中不应出现倾斜、歪扭现象；

2 布料机宜采用插板星型下料或轴式下料方式，下料口数量不应少于 8 个；

3 布料口最低点与模台表面的最小距离宜为 250mm~550mm，下料速度依据塌落度不同宜为 $0.5\text{m}^3/\text{min}$ ~ $1.5\text{m}^3/\text{min}$ ；

4 布料机宜采用重量或体积测算实现布料量控制，布料数据应能实时显示，称重误差应小于 0.5%；

5 自动布料机宜配有 HMI 操控界面，且应与送料斗、振动台、模台运行等实现联动互锁。

6.3.11 自动振动台可采用分体式或整体式结构，控制系统宜包含自动模式多段速振动功能或手动模式触摸屏，实时调节振动频率，且应符合以下规定：

1 模台升降、锁紧、振捣、模台移动、布料机行走要具备安全互锁功能；

2 减震弹性元件可选用橡胶弹簧、空气弹簧或钢质弹簧；

3 为适应不同厚度构件的振捣作业，振捣频率应具有可调功能，振捣时间不宜大于 1min。

6.3.12 自动码垛机宜采用上部轨道横向移动方式，码垛机的行进、升降、开关门、进出窑等动作之间应具备完整的安全互锁功能，基于PLC应能自动识别养护窑内平台存储状况，且具备自动进行仓位合理分配的功能。

6.3.13 立体自动蒸养窑宜采用双层压型钢板复合保温墙体，宜采用湿蒸，散热管与直通蒸汽相结合的蒸养方式，且应符合以下规定：

1 模台在进窑过程中，蒸养窑应有防脱轨装置，平台定位后应有定位锁紧装置；

2 蒸养窑应具备温度、湿度自动监测以及加热加湿自动控制功能；

3 温控系统应能实现每一单元的升温、恒温、降温的控制与设定模式，窑内温度应均匀，温差不应大于 3℃；

4 蒸养窑应设置平台防退回机构，防止平台构件因布置不均而发生移位。

7 质量控制

7.0.1 工厂应建立预制构件智能制造质量管理体系，且应符合以下规定：

1 质量管理体系宜基于 MES 系统建立生产管理信息平台，实时掌控计划、生产、调度、质量、工艺等信息状况，实现生产过程各环节的全生命周期可追溯；

2 质量管理体系的数据采集宜基于 MES 系统完成，数据采集应包含进料控制检验数据采集、工序程序控制检验数据采集、成品控制数据采集，实现预制构件质量数据的追溯功能；

3 质量管理体系应包含预制构件生产各工序的质量监控系统，实时反馈各工序的生产质量；

4 预制混凝土构件智能检测系统宜具备远程通信功能；

5 质量管理体系应包含智能温湿度控制系统，应对预制混凝土构件蒸养的温湿度和蒸养时间进行精准控制；

6 质量管理体系应能实时监控生产线设备的健康状况，并具备设备故障预测及自诊断功能；

7 在质量数据采集的基础上，根据质量管理体系要求，质量管理体系应进行缺陷类型统计，质量报告和隐检图片在线输出，自动生成修复工单，不得手工填写纸质单。

7.0.2 预制混凝土构件智能制造工厂应建立预制混凝土构件智能制造检测系统应符合以下规定：

1 预制混凝土构件智能制造检测系统宜具备对部品部件的全方位数据采集能力，可实现实时采集、在线监测等功能；

2 基于图像、三维信息、激光等传感技术，预制混凝土构件智能制造检测系统基于实时采集的数据宜具备与设计 BIM 模型数据比对功能，自动生成质检结果；

3 预制混凝土构件智能制造检测系统宜具备完整的数据库，可实现历史数据和实时数据的查询、统计、行程报表及视图功能。

8 智能物流

8.0.1 智能物流系统宜由物流运输设备、信息网络、边缘计算平台、制造执行系统、位置跟踪管理系统构成。

8.0.2 智能物流系统应符合以下规定：

- 1 物流运输设备应安装定位装置并具备连接网络的功能；
- 2 位置跟踪管理系统应能通过网络系统接收物流运输设备的坐标信息，且可对坐标信息进行修正；
- 3 制造执行系统应能从位置跟踪管理系统接受预制构件的坐标。

8.0.3 智能物流系统的工作流程应符合以下规定：

- 1 预制构件入库时，制造执行系统应向物流运输设备发送目标位置信息；
- 2 物流设备的定位装置应通过网络周期性地将位置向跟踪管理系统上报坐标信息；
- 3 位置跟踪管理系统在接受物流设备上报的坐标信息后，应上报制造执行系统并对坐标信息修正，修正后的坐标信息由位置跟踪系统反馈至物流运输设备；
- 4 物流运输设备应基于修正后的坐标信息进行导航运输，制造

执行系统应周期性对比当前坐标信息和目标位置信息，更新预制构件位置信息，在物流运输设备到位后完成预制构件出库。

9 信息化管理

9.1 MES 管理系统

9.1.1 MES 管理系统应具备计划排产、生产调度、过程管控、产品工艺路线、物流运输、质量管控、设备、物料、质量和人员安排等各环节的全面管理与控制功能。

9.1.2 MES 管理系统宜包括生产建模、生产计划、生产制度、生产物流管理、设备管理、质量管理、物流管理、绩效管理等模块。

9.1.3 生产建模模块应包括组织人员管理、产品数据、工艺建模、生产班组、系统管理等功能。

9.1.4 生产制度模块应包括生产工序管理、生产进度管理等功能。

9.1.5 生产物流管理模块应包括基础配置、出入库管理、AGV 监控、物料防错、物料追溯、物料处置等功能。

9.1.6 设备管理模块应包括设备台账、基础设定、设备维护管理、设备维修管理、设备状态监控等功能。

9.1.7 质量管理模块应包括基础配置、过程品检、品质首检、品质巡检、成品检验、异常处理、质量追溯等功能。

9.1.8 绩效管理模块应包括生产绩效管理、质量绩效管理、维护绩效管理等功能。

9.2 可视化管理系统

9.2.1 可视化管理系统信息化建设应包括数据要求、生产调度室、看板管理、三维集成展示系统等模块。

9.2.2 看板管理模块应包括设备看板、品质看板、生产管理看板、工序管理看板、在制品看板等功能。

9.2.3 三维集成展示系统模块应包括数据分类、展示方式等功能。

9.3 能源管理系统

9.3.1 能源管理系统信息化建设应包括能源信息采集、能源数据分析、能源数据使用及管控模块。

9.3.2 能源信息采集模块宜包括电能计量、用水计量、用热计量、采集系统指标等功能。

9.3.3 能源分析数据模块宜包括能耗在线监测、能耗统计分析、能耗权限管理、对标分析管理等功能。

9.3.4 能源数据使用及管控模块宜包括节能目标考核监管、节能预测预警等功能。

10 信息安全

10.0.1 企业内应设立智能制造工厂信息安全管理机构,统一负责工厂人员、物料、过程、设备、网络、环境以及信息安全的管控。

10.0.2 工业互联网平台安全防护应符合以下规定:

1 信息数据应加强接入安全,防止数据泄露或篡改,保障数据在源头和传输过程中的安全;

2 网络平台应建立统一的访问机制,限制用户的访问权限和所使用的网络资源,实现对工业互联网平台重要资源的访问控制和管理,防止非法访问。

10.0.3 智能制造生产信息安全防护应符合以下规定:

1 企业内部应开展风险分析和风险评估,提出安全控制和数字化管理方案,并实施智能生产安全管控;

2 信息安全技术应包括风险评估技术、漏洞检测技术、网络监测技术、访问控制技术等。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《蜂窝式移动通信设备电磁兼容性能要求和测量方法 第17部分：5G基站及其辅助设备》 YD/T 2583.17

山东省工程建设标准

预制混凝土构件智能制造技术标准

Technical standard for the intelligent construction of precast
concrete components

DB37/T 5301—2024

条文说明

编制说明

《预制混凝土构件智能制造技术标准》DB37/T 5301-2024 经山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局 2024 年 11 月 6 日以 2024 年第 14 号文批准、发布。

本标准编制过程中,标准编制组进行了广泛、深入地调查研究,总结了国内外预制混凝土构件智能制造技术,同时参考了有关国内标准和国外先进标准,开展了多项专题研究,并以多种方式广泛征求了有关单位和专家的意见,对主要问题进行了反复讨论,协调和修改。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《预制混凝土构件智能制造技术标准》编制组按章、节、条、款顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	39
2	术语和缩略语	40
3	基本规定	41
4	数字化要求	42
5	网络互联及数据信息交互	43
6	生产线及设备智能化	44
10	信息安全	45

1 总 则

1.0.2 该条文提出了本标准的适用范围，传统预制混凝土构件生产工厂的智能化改造可参照执行。

2 术语和缩略语

2.1.1 智能制造是利用以数字化、网络化、智能化（三化）和算据、算法、算力（三算）为特征的新一代信息技术，实现基于数字链的工程决策、设计、施工、运维各阶段的集成和协同的工程建设模式。

2.1.7 在本标准中，ICS 表示一般意义上的自动化系统，包括监视控制和数据采集 SCADA。

3 基本规定

3.0.2 在数字化的基础上，建立相互连接的计算机网络、数控设备网络、物联/物流网络，可实现所有资产数据的自由流动，打通现实世界与网络世界的连接。

4 数字化要求

4.1 一般规定

4.1.1 数字化是智能制造的基础，对工厂所有资产建立数字化描述，可使所有资产在整个生命周期中识别、交互、实施和维护。

4.1.2 基于本条文的数字化体系结构，将预制混凝土构件生产厂家改造升级为数字化车间，实现数字化、网络化技术在预制构件生产中的综合应用，通过将构件生产设备与工艺设计系统、生产组织系统和其他管理系统的信息进程集成，创建一个综合信息流的集成制造系统。

4.4 生产设备数字化

4.4.2 完善的设备档案信息一般包含包含编号、名称、描述、参数等；向上层提供的信息一般包含加工信息、设备状态、故障信息等。

4.5 生产管理系统数字化

4.5.5 生产调度信息应包含客户订单、发货计划、采购请求信息等。

4.5.6 完整的数据信息应包含订单跟踪、发货实绩信息、采购请求信息等。

5 网络互联及数据信息交互

5.2.3~5.2.5 5G 应用系统应由设备层、网络层、边缘计算平台层以及应用层组成，本标准仅针对 5G 应用系统中的网络层给出了相关技术要求，边缘计算平台层等方面的技术要求应结合实际情况具体提出，且应满足现行相关规范的技术要求。

6 生产线及设备智能化

6.2.3 内墙板和叠合板的生产过程中均只需要一次混凝土浇筑即可成型，工艺相对简单，因此这两种产品在实际中可在综合生产线上进行混合生产就能够满足工艺及产能的要求。

叠合板生产工艺流程与内墙板类似，只是将钢筋笼安装更换成桁架筋安装即可。

10 信息安全

10.0.1~10.0.3 新一代智能建造工厂将会打破信息孤岛，生产现场的各类数控设备及系统安全防护将存在一定风险，企业应对此提起高度重视，通过加强措施实现信息安全风险管控，构建信息资源的安全环境。