团　　体　　标　　准

T/TMAC 000-2019

混凝土预制构件智能工厂
第 1 部分 通则

2019-00-00 发布　　2019-00-00 实施

中国技术市场协会　发布

目　录

前言……1
1 范围……1
2 规范性引用文件……1
3 术语和定义……2
4 总体要求……3
5 系统构成要求……6
6 工艺流程与设备要求……7
7 质量控制要求……12
8 安全与环保要求……13

前　言

《混凝土预制构件智能工厂》分为以下5个部分：

——第1部分 通则；

——第2部分 装配式建筑；

——第3部分 双块式轨枕；

——第4部分 预制盾构管片；

——第5部分 小型预制件。

本部分为《混凝土预制构件智能工厂》第1部分。

本部分按照_____给出的规划起草。

本部分由中国技术市场协会提出并归口。

本部分起草单位：北京好运达智创科技有限公司、中铁十四局北京中铁房山桥梁有限公司、中铁上海工程局集团第四工程有限公司、苏州思迪斯自动化科技有限公司、国机智能技术研究院有限公司、天津科百汇自动化科技有限公司、山东博创重工股份有限公司。

本部分主要起草人：_____。

请注意本部分中的某些内容可能涉及专利。本部分发布机构不承担识别这些专利的责任。

混凝土预制构件智能工厂
第 1 部分 通则

1 范围

本部分规定了混凝土预制构件智能工厂的术语和定义、概述、系统构成要求、工艺流程与设备要求、质量控制要求、安全与环保要求等内容。

本部分适用于混凝土预制构件智能工厂。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件及各部分文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件及各部分文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件及各部分文件。

2.1 混凝土预制构件智能工厂 第 1 部分 装配式建筑

GBJ 286　建筑模数统一协调标准

GB/T 50100　住宅建筑模数协调标准

GB 50204 2015　混凝土结构工程施工质量验收规范

JGJ107 2016　钢筋机械连接技术规程

JGJ1 2014　装配式混凝土结构技术规程

GB 50210　建筑装饰装修工程质量验收规范

2.2 混凝土预制构件智能工厂 第 2 部分 双块式轨枕

TBT 3397-2015　CRTS 双块式无砟轨道混凝土轨枕

ZTTR2006-WG-11　混凝土轨枕的质量标准和要求

2.3 混凝土预制构件智能工厂 第 3 部分 预制盾构管片

JGJ 18-2012　钢筋焊接及验收规程

CJJ/T 164-2011　盾构隧道管片质量检测技术标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于《混凝土预制构件智能工厂》各部分文件。

3.1 混凝土预制构件

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

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技术于一体，构建的智能化工厂。

3.3 模台

用于承载预制件模具的金属平台。

3.4 模具

用塑料或金属制成的，在构件浇筑过程中能够保持构件形状和尺寸，保证构件表面平整，并多次数使用的器具。

3.5 钢筋制品

钢筋混凝土配筋用的直条或盘条状钢材制成的制品。

4 总体要求

4.1 综述

混凝土预制构件智能工厂以无人或少人辅助为原则，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。智能工厂实现人与机器相互协调合作，其本质是人机交互。

4.2 结构组成

混凝土预制构件智能工厂的结构组成应包括如下部分，见图 1。

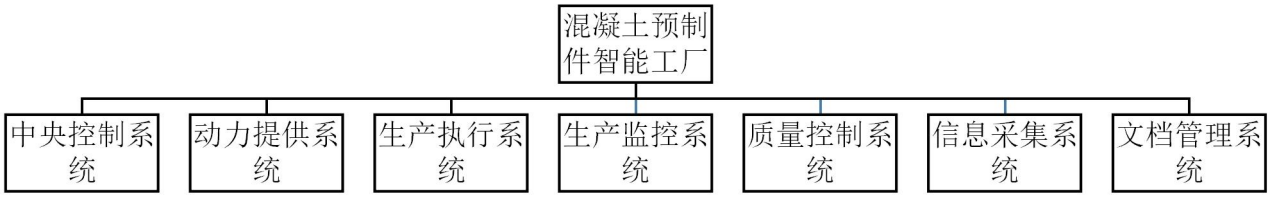

图 1　混凝土预制件智能工厂的基本构成

4.3 基本要求

智能工厂应实现多个数字化车间的统一管理与协同生产，应将车间的各类生产数据进行采集、分析与决策，并将优化信息再次传送到数字化车间，实现车间的精准、柔性、高效、节能的生产模式。

4.3.1 设施全面互联

4.3.1.1 应建立各级标识解析节点和公共递归解析节点，促进信息资源集成共享。

4.3.1.2 应建立工业互联网工厂内网，工业以太网、工业现场总线、IPv6 等技术，实现生产装备、传感器、控制系统与管理系统的互联。

4.3.1.3 应利用 IPv6、工业物联网等技术实现工厂内、外网以及设计、生产、管理、服务各环节的互联，支持内、外网业务协同。

4.3.2 系统全面互通

4.3.2.1 工厂的总体设计、工艺流程及布局应建立数字化模型并可进行模拟仿真，应用数字化三维设计与工艺技术进行设计仿真。

4.3.2.2 应建立制造企业生产过程执行系统（MES），实现计划、调度、质量、设

备、生产、能效等管理功能。

4.3.2.3 应建立企业资源计划系统（ERP），实现供应链、物流、成本等企业经营管理功能。

4.3.2.4 应建立产品数据管理系统（PDM），实现产品设计、工艺数据的管理。

4.3.2.5 在此基础上，应实现 MES、ERP 与数字化三维设计仿真软件、PDM、供应链管理（SCM）等系统的互通集成。

4.3.3 数据全面互换

4.3.3.1 应建立生产过程数据采集与监视控制系统（SCADA），实现生产进度、现场操作、质量检验、设备状态、物料传送等生产现场数据自动上传，并实现可视化管理。

4.3.3.2 应实现 MES、ERP 与数字化三维设计仿真软件、PDM、SCM 等系统之间的多元异构数据互换。

4.4 运营指标要求

传统混凝土预制构件工厂升级改造为智能工厂后，应使生产效率提高 30%以上，运营成本降低 30%以上，产品不良品率降低 30%以上，能源利用率降低 10%以上。

5 系统构成要求

混凝土预制构件智能工厂应由如下系统构成。

5.1 中央控制系统

中央控制系统应包括：制造企业生产过程执行系统（MES）、组态系统、仓库管理系统（WMS）。

5.2 动力提供系统

动力提供系统应包括：电力系统、热力系统、气动系统。

5.3 生产执行系统

生产执行系统应包括：智能传输、智能布料系统、智能组装系统、智能清洁系统、智能物流系统、智能蒸养系统、智能焊接系统。

5.4 生产监控系统

生产监控系统应包括：生产过程数据采集与监视控制（SCADA）系统、分布式控制系统（DCS）、蒸养室温控系统、生产工序控制系统、全生命周期控制系统、故障预测与健康管理（PHM）系统。

5.5 质量控制系统

质量控制系统应包括：来料复检系统、半成品检测系统、成品检测系统、设备自检系统。

5.6 信息采集系统

信息采集系统应包括：人员信息采集系统、设备信息采集系统、检测记录采集系统、环节信息采集系统。

5.7 文档管理系统

文档管理系统应包括：操作指导管理系统、设备维护管理系统、技术文件管理系统。

6 工艺流程与设备要求

6.1 工艺流程

混凝土预制构件智能工厂的基本生产工艺流程如图 2,可根据实际情况增减。

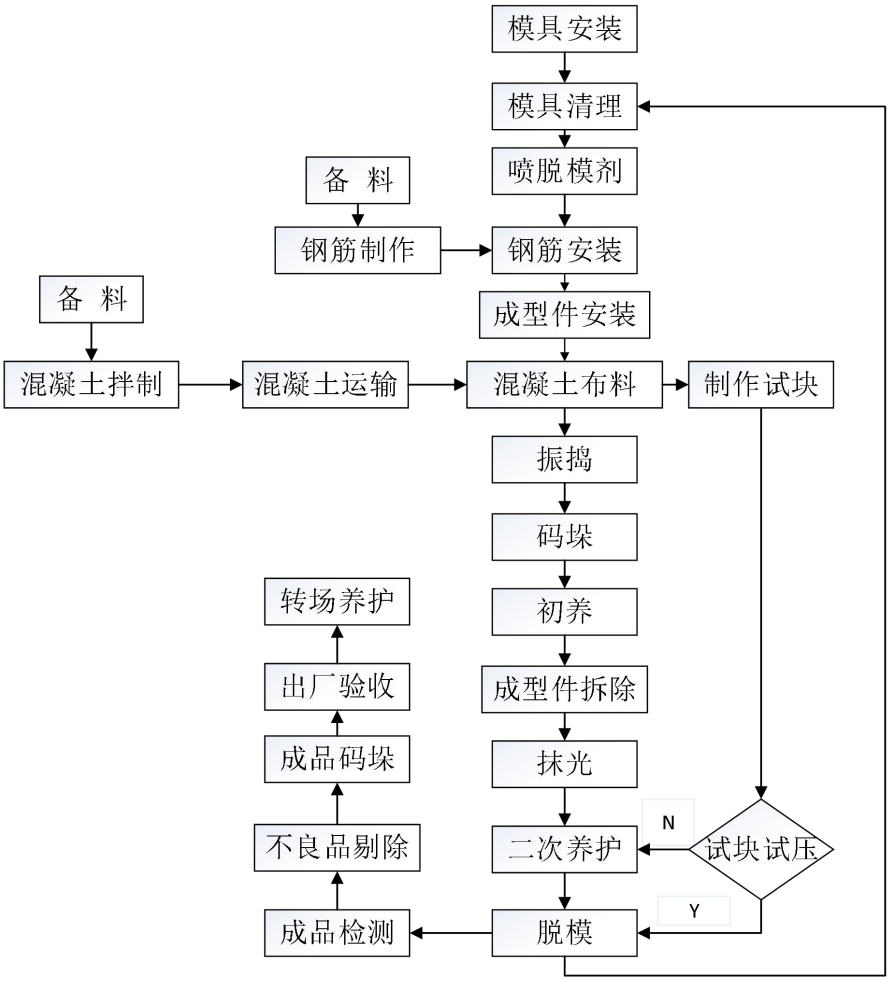

图 2　工艺流程图

6.2 工艺及设备的智能化要求

6.2.1 智能模具清理

6.2.1.1 智能模具清理工艺，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。

6.2.1.2 如用打磨方式应有吸尘装置；如用清洗方式需要符合环保和废水排放相关规定。

6.2.1.3 模具清理方式需要能够自动适应一个模台上有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。

6.2.2 智能喷涂脱模剂

6.2.2.1 混凝土预制构件的脱模剂应采用智能喷涂设备喷涂，要求每个模具的内模腔面喷涂均匀，不能有遗漏。

6.2.2.2 智能喷涂装置需要具备自动清理管路和除雾功能， 需要能够自动适应一个模台上有多个不同模具的喷涂功能。

6.2.3 智能加工钢筋

混凝土预制构件的钢筋加工需要通过数控钢筋机通过预先设定好的程序对钢筋实现成形，至少是对钢筋笼的一部分实现自动化焊接；至少能够实现部分的预制垫块与钢筋笼的自动安装。

6.2.4 智能安装钢筋

混凝土预制构件的智能钢筋安装装置需要能够自动适应一个模台上有多个不同模具的安装放置功能，且放置位置准确。

6.2.5 智能精准布料

智能精准布料系统需要能够实现混凝土布料的精准，单个模具布料混凝土误差应小于±5%。

6.2.6 智能振捣

混凝土预制构件的智能振捣要求布料机下方配备振捣装置，在布料机布料的同时对模具内混凝土进行振捣，振捣时间不小于60S，如产线节奏较快，可在布料机之后工位添加二级，三级振捣。

6.2.7 智能码垛

混凝土预制构件的智能码垛是指在混凝土振捣完成后对模台进行码垛，实现蒸养系统的最大化利用。应将模台按要求精准地叠加起来。

6.2.8 智能蒸养

6.2.8.1 混凝土预制构件的蒸养工序要求蒸养时间和温度需要根据混凝土的配方进行试验和相关规定得出。使混凝土预制构件达到脱模强度后才能结束蒸养工序。

6.2.8.2 混凝土预制构件的蒸养需要有智能温湿度控制系统。在蒸养区内实现升温，恒温，降温三个温度区间。温度控制精度范围±2℃，内部设备应达到防水IP57级。

6.2.9 智能拆垛

混凝土预制构件的智能拆垛是指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的过程。要求拆垛装置可以精准抓取，精准放置在指定位置，并自动识别层高。

6.2.10 智能脱模

混凝土预制构件的智能脱模，是将蒸养完成的混凝土预制构件自动从模具中分离的过程。要求构件脱出时不能对构件本体造成破坏，保证构件的完整符合标准要求。

6.2.11 智能检测

混凝土预制构件的智能检测需要能够自动检测轮廓外形尺寸是否符合标准，发现不良品时能够及时给出警示。

6.2.12 不良品剔除

当混凝土预制构件在检测时发现不良品时，需要有自动装置将不良品分离移除。

6.2.13 智能成品码垛

智能成品码垛是将脱模后的混凝土预制构件利用码垛机器人按照要求码放在托盘上。

6.2.14 智能输送线

混凝土预制构件的智能输送线，需要满足承载模台运行平稳、速度可调、定位精确的要求。

7 质量控制要求

7.1 成品检测要求

7.1.1 混凝土预制构件成品检测应符合国家相关质量检测技术标准。

7.1.2 成品检测应智能化，检测设备要求能够自动检测轮廓外形尺寸是否符合标准，发现不良品时能够及时给出警示，并保存检测记录。

7.1.3 自动检测装置需要能够适应同时对多个不同产品的检测功能。

7.2 质量保证措施

7.2.1 认真复核技术文件，清楚设计意图，制定详细的施工方案，做好施工前的技术交底和岗位培训，确保技术指导和施工方法正确。

7.2.2 加强试验工作，对所有进场材料严把质量关，不合格材料不准进场，严格按批复的混凝土施工配合比（首件确认）进行拌和，按规定频率制作混凝土试块，确保施工质量。

7.2.3 严格执行技术标准和规范要求，加强施工质量控制，配备检测设备，对施工过程中每一道工序随时检查。

7.2.4 严格执行资料收集制度，对项目的管理资料、施工准备资料、现场施工原始记录等进行及时收集、整理。

7.2.5 严格控制拆模时间，确保养护质量。

7.2.6 加强对关键工序的检查，做到全过程、全天候控制工程施工质量，并做好相应信息采集记录。

7.2.7 加强生产过程中各个环节的控制，做到事前提示、事中控制、事后验收。

7.2.8 要制定智能设备维护和检查检修规范并认真执行。

7.2.9 智能设备调试完成后，需要对设备的运行、维护、保养进行培训。

8 安全与环保要求

8.1 安全要求

8.1.1 混凝土预制构件应采用集中预制，智能化、工厂化生产，标准化施工，以确保安全规范生产。

8.1.2 混凝土预制构件智能工厂应采取封闭管理。道路、生产区和养护区应采用硬化地面，并根据需要设置独立的道路、给排水、照明、供电系统等。

8.1.3 建立工业信息安全管理制度和技术防护体系，具备网络防护、应急响应等信息安全保障能力。

8.1.4 建立功能安全保护系统，采用全生命周期方法有效避免系统失效。

8.2 环保要求

8.2.1 混凝土预制构件施工前应完善噪声、粉尘、污水、废弃物排放控制措施，并满足国家和地方相关绿色环保要求。

8.2.2 智能喷涂工位要求有自动吸尘和自动通风装置，将多余的脱模剂进行回收，或者做无害处理。不能对环境造成污染，应符合国家和当地的环保规定。

8.2.3 混凝土预制构件施工项目完成后，施工场地应及时清理并尽可能恢复周围自然环境。