

交通工程用预制混凝土构件智能工厂建设  
要求

编制说明

标准编制组

2023年11月

# 目 录

一、工作简况 .....	1
(一) 任务来源 .....	1
(二) 研制的必要性和目的 .....	1
(三) 主要工作过程 .....	2
二、标准研制的原则和主要内容 .....	4
(一) 标准制定的原则 .....	4
(二) 标准的主要内容 .....	4
1 范围 .....	5
3 基本规定 .....	5
5 生产工艺的智能化要求 .....	5
6 软硬件设施设备布置 .....	6
7 信息化管理平台 .....	6
三、主要试验（或验证）情况分析 .....	7
四、标准中如果涉及专利，应有明确的知识产权说明 .....	12
五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况 .....	12
六、采用国际标准和国外先进标准情况 .....	13
七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的 协调性； .....	13
八、重大分歧意见的处理经过和依据 .....	13
九、标准性质的建议说明 .....	13
十、贯彻标准的要求和措施建议 .....	13
十一、废止现行相关标准的建议 .....	13
十二、其他应予说明的事项 .....	14

## 一、工作简况

### （一）任务来源

根据中国混凝土与水泥制品协会《关于下达 2022 年中国混凝土与水泥制品协会标准制修订计划（第四批）的通知》（中制协字〔2022〕66 号）的要求，《交通工程用预制混凝土构件智能工厂建设要求》为协会标准制定项目，计划号 2022-08-cbjh。

### （二）研制的必要性和目的

目前，我国日益完善的市场经济体制以及逐步加快的城镇化进程促进着城市建设的进一步发展，交通、港口桥梁等的施工技术日趋成熟。随着我国桥梁构件预制拼装技术的应用和推广，混凝土桥梁构件预制工厂也相应地出现。该类工厂虽然得到了一定的发展，但即便在大城市，也存在着以粗放型为主、工业化生产率低的情况，带来了极大的资源浪费和环境污染问题。此外，相应的布局规划的标准化及工装设备的通用化程度低，直接影响和制约了建筑工业化的发展。

预制混凝土构件相较于现浇构件来说，在桥梁工程中具有极大的优势。首先，预制混凝土构件在工厂内生产，采用流水线施工，人员相对稳定、技术熟练，施工过程易于监控，因此施工质量易于保证；其次，预制混凝土构件是集中在工厂里养护，其温度、湿度等环境因素也比较容易控制，有利于提高其质量。在工厂内整合设计、生产、安装等是整个建筑产业链的可持续发展的新型生产方式，是克服传统生产方式缺陷、促进建筑业快速发展的重要途径，是作为提高工程品质的重要发展方向。

为了促进建筑工业化及制造业的发展，2019 年 11 月，国家发改委等 15 个部门联合印发的《关于推动先进制造业和现代服务业深度融合发展的实施意见》中指出，要融合发展的新业态新模式，并梳理了包括建设智能工厂在内的 10 种发展潜力大、前景好的典型业态和模式。推进预制混凝土构件智能工厂建设对于推动制造业高质量发展具有重要意义。智能工厂以无人或少人辅助为原则，

能够通过智能化、自动化设备进行生产施工，同时利用物联网技术和监控技术加强信息管理服务 and 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、舒适的预制混凝土构件智能工厂。

建立预制混凝土构件智能工厂，在工厂内整合设计、生产和安装等工序，实现集中生产，是本行业发展的要求，同时也是整个建筑产业链的可持续发展的新型生产方式，能够克服传统生产方式缺陷、促进建筑业快速发展；建立预制混凝土构件智能工厂是推动建筑工业化发展、促进建筑业快速发展的重要途径，工厂的规划和建设应满足企业布局。目前，国家和地方暂无发布预制混凝土构件智能工厂建设相关的标准，在混凝土预制构件智能工厂的实际建设中无据可依，为行业管理带来了诸多不便。

综上所述，《交通工程用预制混凝土构件智能工厂建设要求》的制定十分必要，对混凝土预制构件智能工厂的规划选址、厂区建设、预制构件生产等方面进行了相关规定。本标准的实施，有利于规范预制混凝土构件智能工厂的建设，促进建筑工业化的发展；同时提高预制混凝土构件的质量，提高生产效率，促进经济发展。

### （三）主要工作过程

#### （1）前期筹备工作（2022年9月至12月）

中国混凝土与水泥制品协会生态混凝土分会牵头组织，该标准两家主要起草单位——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首先对桩板式道路的行业状况和国内外相关标准文件进行了广泛调研分析，并提出了规程的大纲。

#### （2）成立标准编制工作组（2023年2月）

2022年2月16日，《交通工程用预制混凝土构件智能工厂建设要求》编制组成立暨第一次工作会议暨大纲审查会以线上和线下相结合的形式成功召开。中国混凝土与水泥制品协会、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、苏州三佳交通工程有限公司、上海路桥集团有限公司、华设设计集团股份有限公司、长沙学院、上海大学等设计单位、施工单位、行业企业及高校的专家、技术负责人，总计 29 人参加了本次会议。会议由中国混凝土与水泥制品协会副秘书长、生态混凝土分会秘书长李志玲主持。

**CCPA** 中国混凝土与水泥制品协会  
China Concrete & Cement Based Products Association

**生态混凝土分会**

## 《交通工程用预制混凝土构件智能工厂建设要求》 标准编制组成立暨第一次工作会议

2023年2月16日





图 1 编制组成立暨第一次工作会议照片

### (3) 编制标准初稿（2023 年 3 月至 11 月）

主要起草单位对目前预制工厂建设方案、运行现状汇总、整理、分析，并与相关起草人员进行了充分的探讨和交流，最终形成了标准初稿。

## 二、标准研制的原则和主要内容

### (一) 标准制定的原则

本规程按照《工程建设标准编写规定》（建标[2008]182 号）给出的规定起草，并遵从以下规则：贯彻执行国家的政策、法规，与现行其他国家标准协调一致的原则；技术指标制定先进可行、规范合理的原则；标准制订突出技术特性，促进行业技术推广和健康发展的原则。本规程制定过程中，文件编制组开展了多项专题研究和调研工作，总结了预制混凝土构件智能工厂建设科研、设计与施工中的研究成果和实际工程经验，参考借鉴了国内外相关标准规范，制订本规程。

### (二) 标准的主要内容

本规程主要包含七个章节。分别为 1 范围；2 规范性引用文件；3 术语和符号；4 基本规定；5 生产工艺的智能化要求；6 软硬件设施设备布置；7 信息化管理平台。

下面就规程主要条文条款给予说明：

## 1 范围

该标准的适用范围以及编制的目标。

## 3 基本规定

**4.3** 现代信息技术、智能化技术发展迅速，预制工厂建设作为重资产投入，很难在运营过程中做彻底地更新改造，在建设时，就需要充分考虑使用的软硬件设施设备、信息管理平台具有可维护性和可拓展性。

**4.8** 生产流水台座能够大幅提高生产效率。调研结果显示，在单件重量较轻的构件生产线如管片生产线、桩基生产线都建设了流水台座。桥梁的梁厂由于构件重量重，流水台座建设成本高，只有极少量工厂建设了流水台座。

## 5 生产工艺的智能化要求

**5.1.1** 预制混凝土构件生产有一套通用的工艺流程，智能工厂的建设应围绕功能需求去布置配套的生产设备，在此用图表列出通用的预制混凝土构件生产工艺，便于使用者对照核对工厂建设中是否有环节遗漏。

**5.4.1** 目前各类数控钢筋弯箍机、数控钢筋弯曲中心、数控钢筋剪切生产线、数控锯切套丝生产线、柔性焊网生产线、钢筋笼加工设备等能够实现钢筋的弯曲、剪切加工。

**5.4.3** 钢筋自动化焊接需要用到钢筋焊接机器人，单个钢筋焊接机器人价格已能控制在30万元以内，如集成视觉识别算法等功能，由于有相关开源软件，成本也在近几年有大幅下降。

**5.7.1** 使用鱼雷罐可使混凝土搅拌区和混凝土浇筑区建立自动化运输平台，由于鱼雷罐布置在空中，也减少了现场运输对其他生产工艺的干扰。

**5.14.1** 利用视觉识别技术和点云技术，能够快速识别三位空间中的几何尺寸、构件明显缺陷，在钢筋笼绑扎和成品构件检测中已有案例应用，大量节约了检测人工时。

## 6 软硬件设施设备布置

软硬件设施是实现智能工厂的基础，本章将常见的软硬件设施进行了分类，包括网络设施、机房与中控设备、人员管理设施、材料物资管理设施、机械设备、场地环境监控设备、公共广播设备，并对各类设施设备提出了布置要求。

**6.1.2** 办公网络与生产网络应物理隔离，防止办公网络出现问题影响生产网络。

**6.2.3** 参考现有工厂案例，提出拼接大屏需要展示的内容，包括实时数据报表、质量管理实时报表、BIM 的可视化模型预警系统、其他预警信息窗口，以及摄像头视频监控等，使用者可根据实际需要以及显示大屏的布置情况，选择展示内容。

**6.5** 给出了大型设备如龙门吊、搅拌站的智能化控制要求，以及目前较为常见的钢筋加工设备、智能张拉压浆设备、智能检测设备的智能化控制要求，对于模具清理、喷涂脱模、码垛、拆垛、脱模等工艺，可第5章的要求选取相关设备。

## 7 信息化管理平台

智能制造将长年累月积累的制造经验编制为软件，将原来由人执行的任务转为由计算机来执行。智能制造是一套复杂的技术和管理体系，仅仅讲生产过程的智能化是不够的，因此机器人换人不是完整的智能制造，需要布置信息化管理平台，将项目管理、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等功能纳入其中，条款中从提高工厂生产效率的角度提出了信息化管理的功能要求。目前AI大模型技术发展迅速，可以预计未来信息化管理平台中如集成AI大模型辅助智能决策，可以提供实时、准确的数据分析和预测结果，为决策者提供科学、合理的决策支持。例如，可以利用AI大模型对市场趋势进行分析和预测，帮助企业制定合理的生产和销售计划。



### 三、主要试验（或验证）情况分析

#### （1）典型应用案例-绍兴市城投建筑工业化制造有限公司

自2018年成立以来，短短三年时间现已发展成浙江省大型装配式预制构件生产基地，年产能20余万立方，创新性地开发了工厂化预制、现场装配的工业化绿色建造技术。公司率先将数字孪生、传感技术、机器人、物联网、大数据、云计算等先进技术全面应用，实现了建造活动绿色化、建造方式工业化、建造手段数字化、建造管理集约化、建造过程自动化、建造品质现代化的交通设施绿色建筑新模式。

信息化管理平台分为WEB端和微信小程序端。Web端共分为15个模块，包含项目总览、合约管理、计划管理、生产管理、质量管理、商务管理、堆场管理、物流管理、资源管理、设备管理、工人管理、安全管理、试验管理、资料库、大数据模块。微信小程序端分为生产管理、质量管理、堆场管理、安全管理4个模块。



图 1 信息化管理平台

硬件协作包括以下几个方面：

- （1）人员定位：对人员进行实时区域定位、作业面总人数、各工种人数实时统计；
- （2）龙门吊监控：吊重检测、位移检测、人员靠近预警、危险情况提醒；
- （3）车辆监控：自动收集车辆轨迹、油耗、工作时长等信息；

(4) 监控：场内共布设 283 个摄像头，实现监控无死角，对生产现场实时掌控；

(5) 钢筋加工设备监控：自动统计设备运行时间、钢筋加工任务量。



图 2 硬件设施布置

关键的检测设备方面，通过研发立柱箍筋间距检测机器人，采用全自动化的机器人检测代替原有繁琐、误差较大的人工检测，在提高检测精度的同时大大提高了检测效率，加快了构件生产效率，也大大提高了构件质量水平。检测机器人生成的检测报告作为质量可追溯的一部分，可在智慧工厂系统中实时查看构件生产过程及检测数据，为今后构件吊装、安装及道路使用时的质量提供有力保证。



图 3 立柱箍筋间距检测机器人

龙门吊监控系统可监测龙门吊实时运行速率、运行偏移情况，当龙门吊运行偏移量过大或行进速率过快时，开启危险警报，对现场人员、设备均带来不可估量的安全收益。同时可根据龙门吊运行时长、次数进行功效分析，统计其运行效率。

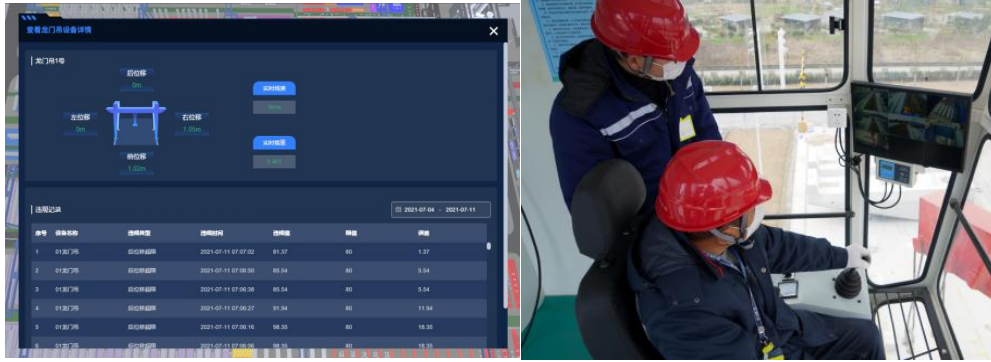


图 4 龙门吊监控

人员定位系统以场内 5G 网络为基础，定位基站及定位标签为载体，客户端平台为控制中心，实现了管理人员、施工人员的安全化、精细化管理。可实现厂区人员的实时精确定位、人员行动轨迹记录、特定人员位置追踪、一键报警等。



图 5 人员定位系统

为进一步加快智慧工厂信息化程度，对搅拌站储料仓内库存原料通过摄像监控方式，进行实时监控，对原材料余量进行数据分析，将数据导出至公司智慧工厂信息化平台，使各种原料库存情况直观显示，当库存过低时及时预警。



图 6 料仓智能监控系统

通过研究机器人操作手移动式布置与控制技术，对箱梁顶板环形钢筋进行机器人焊接。研发自动线集成 1 台 6 轴预制装配式箱梁顶板钢筋焊接机器人，机器人位于 2 套焊接工装之间，对箱梁顶板环形钢筋进行交替焊接，2 套焊接

工装在空间上分为左右两套，采用人工协助夹具夹紧钢筋，交替进行上下料及焊接操作。在保证环形钢筋加工、安装精度的同时，大大提高了环形钢筋加工的速度。

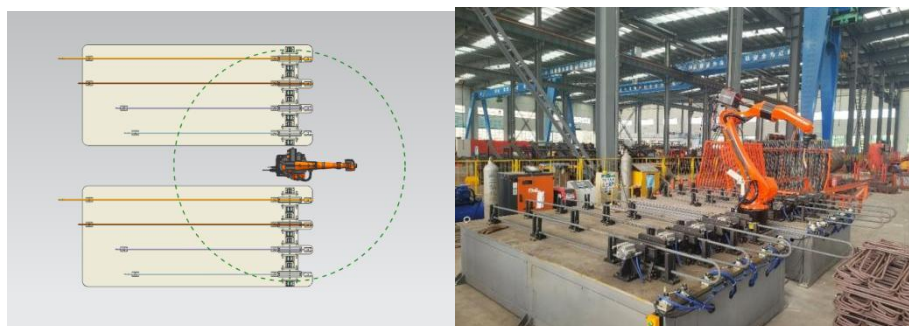


图 7 智能焊接机器人

二维码系统：1) 构件发起出库后，每个构件自动生成独立的出库二维码及出库单等待出库审核；2) 每个出库二维码，通过激光打印机，生成相应的二维码铭牌，被粘贴在相应的构件上，便于查看单个构件的生产、质检、入库、出库等全流程数字化管理信息；3) 通过出库统计，能快速比较任意时间段内的出库数量，为现场统筹提供建议。

### (2) 流水化台座应用案例

宁波交工集团利用流水台座，构建了 T 梁生产线，梁场面积 55 亩，共设置 4 条生产线，一天 24 小时全天开工的情况下能够生产 20 片梁，比传统梁场的单位面积产出大幅提高。

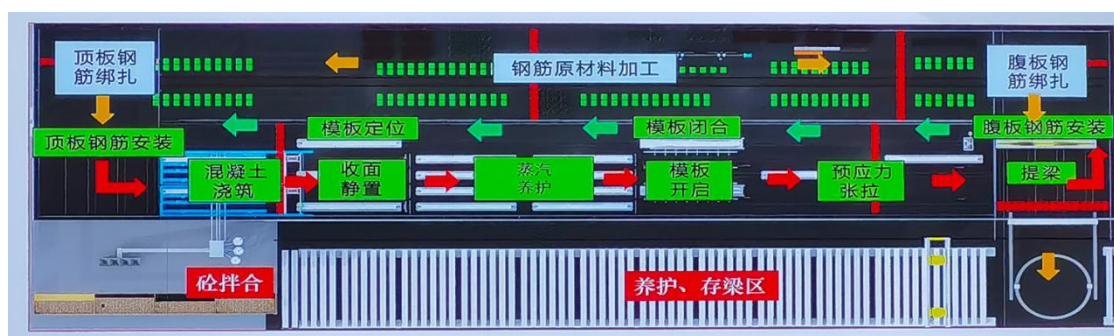




图 8 梁厂流水生产线

建华建材、中淳高科等大型桩基厂，管片工厂也都大量布置了流水生产线。



图 8 桩基厂流水生产线



图 8 管片厂流水生产线

#### 四、标准中如果涉及专利，应有明确的知识产权说明

标准中出现的预制混凝土构件智能工厂建设有关专利的知识产权由标准参编单位共享。

#### 五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

##### （一）产业化情况：

构件厂广泛存在于全国各地，既有大量依托工程建设的临时构件厂，也有从地区产业布局的角度上设置的永久预制构件工厂。一般的来说，临时构件厂由于工程建好就要搬迁，大量的设备需要按照能够重复利用布置。而永久预制构件工厂则更加有动力重资投入，提高生产效率。永久预制构件工厂可布置大量高精度设备，配套智慧化管理平台，向无人工厂演变，临时预制构件工厂也可重点在信息化管理平台发力，通过有效的投入提高工厂的生产效率。

##### （二）推广应用论证：

2020年7月，住房和城乡建设部等十三部门联合印发的《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》指出，要以大力发展建筑工业化为载体，以数字化、智能化升级为动力，创新突破相关核心技术，加大智能建造在工程建设各环节应用。在上位政策导向下，行业内相关企业都在探索如何开展既有工厂的智能化改造，或者新工厂的智慧化建设。飞机制造、汽车制造、各类电子产品制造等已经有丰富的智能制造案例，但交通工程用预制混凝土构件智能工厂建设有其自身的特点，主要体现在：（1）预制混凝土构件有其自身的生产工艺特点；（2）混凝土构件工厂总产值大，单位亩产值小，投入智能化设备需要充分考虑投入成本。目前，该领域处于各家探索，百家争鸣阶段，通过调研各个先进案例，推出相关的技术要求，能有效指导后续相关工厂的建设。

##### （三）预期达到的经济效果：

智能工厂的建设能够从多个角度提高工厂的生产效率，创造大量经济效益：

（1）通过布置信息化管理平台，可以提高管理效率，减少管理人员；

（2）通过布置智能化生产设备以及生产工艺能够大幅提高生产效率。以绍兴市城投建筑工业化制造有限公司为例，桥梁构件智慧工厂内多种生产设备功

效分析累计节约工程造价约 121.3 万元/年。

## **六、采用国际标准和国外先进标准情况（与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况）**

预制混凝土构件智能工厂建设是目前行业发展热点，由于中国在工业机器人开发、大数据、云平台、物联网等技术领域均处于国际前列，同时具备混凝土构件的广阔市场，因此在相关领域的探索和实践均走在国际前列，相关技术属于原创技术，目前国外无相关的技术标准。

## **七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性**

本标准中内容均依照国内现行各类相关法律、法规、规章、标准予以要求。与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调一致。

## **八、重大分歧意见的处理经过和依据**

在标准的编制过程中，广泛征求了行业相关单位和业内专家的意见和建议，主要针对标准规定中各项技术指标的要求范围做了深入研讨，各家单位和行业专家结合自身的工作经验和试验验证提出了作为数据支撑的有力依据，最终对标准要求达成一致。编制过程中对标准的主要内容并未产生重大意见分歧。

## **九、标准性质的建议说明**

建议《交通工程用预制混凝土构件智能工厂建设要求》作为协会标准发布实施。

## **十、贯彻标准的要求和措施建议**

标准发布后，将尽快成立标准贯彻实施小组，并组织有关人员积极参加行业协会组织的各项信用宣讲、评价指标解读等活动。

## **十一、废止现行相关标准的建议**

无。

## 十二、其他应予说明的事项

无。