

公路工程智能工厂通用技术要求  
(征求意见稿)  
编制说明

标准起草组

2025年7月

## 目 录

一、 任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人 .....	1
二、 制定标准的必要性和意义 .....	2
三、 主要工作过程 .....	4
四、 制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系 .....	6
五、 主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述 .....	8
六、 重大意见分歧的处理依据和结果 .....	14
七、 采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况 .....	14
八、 贯彻标准的措施建议 .....	14
九、 其他应说明的事项 .....	14

# 一 任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

## 1.1 任务来源

根据中国交通运输协会发布的“2024 年度第一批团体标准项目立项的公告”（中交协秘字〔2024〕19 号）要求，立项标准名称为《交通基础设施智能工厂技术规程》，由中交第一公路勘察设计研究院有限联合多家单位作为起草单位，负责本规程的编制工作，项目周期为 18 个月。

## 1.2 起草单位

编制组成员选择施工单位有中交第二公路工程局有限公司、中交第二航务工程局有限公司，信息软件公司有西安巨龙软件信息技术有限公司，设备供应商上海道简机电科技有限公司共同参与，涵盖设计院、施工单位、信息化软件公司，设备供应商等不同领域，全产业链、多维度组成。具有雄厚的编制实力和坚实的工作基础，后续根据编制情况，会吸纳更多有实力的单位参与。

## 1.3 主要起草人

本项目规范编制合作单位及专家在公路领域都具有明显的技术优势。参与人员专业面覆盖编制所需的各专业，既有高层次的技术带头人，也有中坚力量，还有青年技术人员，层次结构合理。

主要起草人：姚晓飞、来猛刚、霍龙飞、游新鹏、曹峰、杨敏、袁超、李刚、李磊、王萍、李超、姚文奇、刘浩、方春平、刘胜玉、刘佳。

表 1 人工分工明细表

序号	姓名	单位	职务/职称	承担工作
1	来猛刚	中交一公院	中心总工/正高	编制总负责人，负责大纲梳理，把控编制方向
2	姚晓飞	中交一公院	院副总工/正高	编制总负责人，统筹协调编制组工作
3	霍龙飞	中交一公院	工程师	第 1 章、第 4 章
4	李刚	中交一公院	副总工/副高	5.1、5.2
5	曹峰	中交二公局	副高	5.2
6	杨敏	中交一公院	主任/正高	标准编制质量总体把关
7	游新鹏	中交二航局	中心主任	6.3~6.5
8	王萍	巨龙软件	副高	5.5、5.6

9	李超	中交一公院	副高	6.1、6.2
10	李磊	上海道简	总经理	5.3、5.4
11	姚文奇	中交一公院	副高	7.1、7.2
12	刘浩	中交一公院	副高	7.3、7.4、附录 A
13	方春平	中交一公院	工程师	第 8 章
14	刘胜玉	中交一公院	助工	第 3 章
15	刘佳	中交一公院	助工	第 2 章

## 二 制定标准的必要性和意义

### 2.1 说明标准标准的背景、依据，进一步论证标准编制的目的、意义，必要性和可行性。

推动公路工程智能工厂的发展，促进智能建造与建筑工业化的协同，是我国实现制造业强国战略的关键步骤之一。在《中国制造 2025》国家战略中，重点提出了信息技术与制造技术的深度融合，以及智能制造在两化深度融合中的重要地位。同时，住建部等 13 个部门联合发布的《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》也强调了建筑业向工业化、数字化、智能化升级的必要性，以加快建造方式的转变，推动建筑业的进步，是实现制造业强国战略的关键步骤。

同时，智能建造与建筑工业化的协同发展是是推动我国制造业实现创新发展和数字化转型的重要途径。通过引入先进的智能化技术和建筑工业化技术，深度融合信息技术与制造技术，可以推动制造业实现数字化、智能化，从而提高制造业的附加值和竞争力。从而提高建筑业的生产效率和质量，降低建筑成本和能耗，积极推动我国实现节能减排、发展低碳经济的目标。

预制构件智能生产的发展离不开我国智能制造的宏大背景支撑。预制场作为工业化智能建造的践行端，是实现工业化建造的必要途径，承载着公路工程预制构件大批量的生产任务，是智能建造的核心。此前，我国大部分预制构件一般采用相对粗放的方式生产，普遍存在自动化程度低、作业人员多、生产效率低、环境与质量控制水平相对低下等问题。且大多预制厂的建设也是根据企业的自身技术情况建设，规划理念落后，智能化程度参差不齐，组织机构冗余，未能真正体现智能工厂的优势。

为规范公路工程预制构件智能工厂功能布局规划、建设、服务评价等环节，推动公路工程智能工厂的全面实现，加强厂区智能化生产、运营、管理，

制定本技术规范。

## 2.2 团体标准编制的必要性论述要细化以下几点：

从国内相关标准调研来看，有智能工厂方面的标准颁布，但仅针对于机械制造业，未涉及公路工程建设行业；在公路工程方面，绝大部分标准对预制场的生产、成品质量检验做出了统领性指导条款，但工厂的长期定位、规划布局及智能化水平的规定尚不够详细，未能体现智能工厂建设的优势。因此有必要制定系统的公路工程智能工厂技术规程，以便规范行业及工厂建设，突出智能工作在公路工程建设行业的优势，进一步推动公路工程工业化、智能建造进程。

智能工厂技术规程的编制对于促进行业技术的发展，提升产品质量和生产效率都有着重要的意义，是实现工业制造向智能制造转型的关键步骤之一。本技术规程编制的目的和意义主要体现在以下几个方面：

(1) 精准定位服务对象，并对服务水平进行规定。过精准定位服务对象，制定严格的服务水平协议，运用先进技术提升生产流程的智能化水平，确保产品的高质量和快速交付，满足客户的多样化需求。

(2) 明确智能工厂功能，合理布局厂区建设。为确保高效运营，厂区建设需将生产区、物流区、仓储区等功能区域明确划分，并优化人流和物流路径，实现各环节的无缝衔接。同时，注重环保和可持续发展，合理配置资源，降低能耗和排放。

(3) 规范生产流程，提高生产效率和质量。通过技术规程的编制，可以对公路工程预制构件的生产流程进行规范化、标准化管理，减少生产过程中的浪费和不必要的环节，提高生产效率和质量。

(4) 推动产业升级，服务公路工程。智能工厂是预制构件制造行业未来发展的趋势，通过技术规程的编制，可以鼓励企业采用先进的智能技术和设备，推动技术创新和产业升级，提高行业的整体竞争力，促进公路工程高质量建设。

(5) 促进绿色生产和可持续发展，增强国际竞争力。编制技术规程可以促进预制构件制造行业的绿色生产和可持续发展，使我国预制构件制造行业更符合国际市场的需求，提升其在国际市场的竞争力。

当前，公路工程行业正面临迫切的智能化转型需求，传统建设模式效率低、资源浪费大、环保压力突出，亟需通过智能工厂技术实现升级。然而，由于缺乏统一的《公路工程智能工厂通用技术要求》，行业在应用自动化生产、数字孪生、AI 质检等新技术时存在技术碎片化、设备接口不兼容、数据格式不统一等问题，导致“信息孤岛”现象严重，制约了智能化进程的规模化推广。与此同时，欧美日等国家已率先制定基建智能制造相关标准，我国

若不能及时出台行业通用标准，不仅会延缓产业升级速度，还会削弱在“一带一路”基建市场的国际竞争力。

编制该标准具有显著的紧迫性和战略意义。首先，它能规范智能工厂的技术要求，如数控加工精度、MES系统覆盖率、数据安全标准等，推动行业在3-5年内实现规模化智能生产，预计提升施工效率30%以上。其次，标准可明确数据安全、设备互联、能耗控制等关键指标，避免企业重复投资或技术路线偏差，降低转型风险。此外，该标准将助力我国抢占全球基建智能化标准主导权，支撑中资企业拓展海外智慧公路市场。更重要的是，通过强制规定碳排放、再生材料利用率等可持续指标，标准可推动公路工程行业直接响应“双碳”目标。

### 三 主要工作过程

#### 3.1 起草组工作概述

2024年1月4日，筹备编制组，召开首次会议，明确标准编制目标、范围、技术框架及分工，讨论标准编制大纲；分配各章节编写责任人。

2024年5月13日，编制组召开大纲修改讨论会，编制组会后落实大纲评审专家意见，讨论大纲修改方向，聚焦标准主题，落实到各章节编制负责人，开展新一阶段标准文本的编写工作。制定详细的调研计划，以预制厂周边环境特点、预制厂区划及功能、预制厂生产设备、生产工艺、质量控制体系、安全管理体系、环保措施等方面为出发点，采取线上线下结合的方式对国内知名的几处智能工厂开展调研工作。主要包含新疆东进场装配式桥梁预制场、广西南宁至深圳高速铁路小型构件及预制箱梁场、四川成绵智慧建造基地等项目，涉及市政、公路、铁路等领域，丰富了调研范围，夯实了编制工作。依托GB/T 41255-2022 智能工厂通用技术要求，弱化工厂生产细节，优化章节结构，形成总体要求、工厂规划及建设、智能设计、智能生产、智能检测及质量控制、智能物流、安全、节能与环境保护、智能管理等章节主要内容，相比与大纲，细化了更章节的总体要求，丰富了智能工厂要素。

2025年4月14日，编制组召开征求意见稿修改讨论会。编制组会后落实草案审查会专家意见，明确本文件适用于公路工程预制构件智能工厂规划、建设及运营，其他领域可参照使用。突出本标准主要规定智能工厂规划、建设、运营、服务水平评价、安全节能与环保等方面内容，并据此优化章节结构，形成以规划、建设、运营、服务水平评价、安全节能与环保等主要章节内容，对各个环节提出建设能力需求及指标，内容贯穿智能工厂全周期。细化编制说明文件的任务来源、工作过程等章节内容，方便供同行理解标准的编制的内涵。

调研活动，贯穿与项目编制周期，收集实际应用数据，验证技术指标可

行性。重点考察现有技术水平与标准要求的差距，关键工艺或设备的普及率。

预制厂周边环境特点：是否交通发达，远离居民区及环境敏感区，扩容能力、商业价值

预制厂区划及功能：预制构件类型及相应区划及功能、场地布局合理性（如拌和站、试验室、钢筋加工场、制梁场等区域是否明确划分，是否便于生产和管理）。

预制厂生产设备：如预制梁模具、混凝土搅拌机、钢材切割机、起重设备等。设备是否齐全、是否处于正常运行状态。

生产工艺：包括模具制作、混凝土搅拌、浇筑、加固等环节。生产工艺是否科学、规范，并且是否拥有完善的监控体系来确保每个生产环节符合标准和要求，是否注重工艺流程的优化。

质量控制体系：原材料检验、生产过程监控、设备质量检验、半成品和成品检验等环节。

安全管理体系：安全生产责任制、安全操作规程、安全防护措施、监控（人员、车辆）等。

环保措施：预制构件生产过程中可能会产生噪音、粉尘等污染环保措施是否到位。

其他：预制厂实现自动化、信息化、数字化的先进技术、材料、工艺或设备。

### 3.2 历次审查会专家审查意见及结论

中交第一公路勘察设计研究院有限公司积极探索和应用智能建造技术，在桥梁工业化结构方面深入研究了预制构件的连接技术，并成功将其广泛应用于实际工程项目中，有效拓宽了桥梁工业化智能建造的适用范围；同时，也对桥梁构件的信息化和控制系统进行了大量的研发工作，推动桥梁建造向更加智能化、高效化的方向发展。与各大央企施工单位的预制场建立良好的合作关系，了解智能工厂发展现状，深度挖掘智能工厂建设过程中存在的问题，为本规程的编制提供良好的工作基础。

本标准通过收集既有工程应用经验，整理相关研究成果、整合工业机器人、物联网、信息化等先进技术、调研前沿智能生产线及使用单位反馈信息，确定标准编制方向。

2024年5月10日，中国交通运输协会标准化技术委员会组织召开的《交通基础设施智能工厂技术规程》团体标准大纲审查会议上，与会专家在听取编制组汇报并质询讨论后形成一致意见：鉴于编制组成员单位以公路领域为主，标准内容应聚焦公路工程场景，重点围绕工厂规划设计、建设实施及生产运营管理等共性环节展开，弱化具体生产工艺细节要求，突出行业适用性；

同时，专家指出本标准作为基础性、框架性文件，需强化通用技术原则的引领作用，以规范智能工厂技术方向、避免行业无序发展，建议将标准名称调整为《公路工程智能工厂通用技术要求》，并按照通用技术类标准的编写规范优化章节结构，确保逻辑清晰、层级合理。此外，专家建议补充跨领域调研，分析其他行业智能工厂建设水平及技术特征，进一步明确公路工程智能工厂的功能定位、适用范围及差异化技术要求，提升标准的科学性与前瞻性。经审议，专家组一致同意通过本标准大纲审查，并要求编制组根据上述意见修改完善工作大纲，确保标准内容系统规范、符合行业发展需求。

2025年4月8日，标委会在北京组织召开了《公路工程智能工厂通用技术要求》征求意见稿草案审查会。与会专家听取了汇报，同意征求意见稿草案通过审查，围绕《要求》条款及《编制说明》展开深入讨论，形成以下关键意见与结论：（1）条款定位与实操性优化。针对条款内容过于细化、缺乏通用技术要求格式的问题，专家一致认为应明确标准定位为智能工厂全周期（规划、建设、运营）的通用技术指南，避免过度规定细节性技术参数，聚焦能力匹配与服务水平要求，确保条款具备广泛适用性和可操作性。（2）适用范围与术语精准化。针对标准名称与内容范围不匹配的问题（如“公路工程”与“混凝土预制构件”的涵盖范围偏差），专家建议系统梳理公路工程中适合工厂化生产的构件类型，明确界定适用场景，避免“帽子大内容小”的逻辑矛盾，提升标准严谨性。（3）结构框架与公路工程特性融合。专家指出，当前章节目录直接套用通用标准（GB/T 41255-2022），未体现公路工程领域特点，且目标对象混淆（智能工厂与产品要求混杂）。决议要求以标准定位为核心，重构目录大纲，按“规划-建设-运营-服务评价”逻辑重组内容，并突出公路工程构件生产与智能工厂的衔接要求。（4）创新内容强化与逻辑整合。会议肯定了“智能工厂分级分类”的创新价值，决议将其独立成章并前置至第五章，明确各级智能工厂的能力边界与服务标准，强化标准差异化指导意义；同时，针对智能物流章节针对性不足的问题，要求聚焦公路工程生产线衔接需求，提炼个性化要求，共性内容引用现有规范以避免冗余。

（5）规范性及编制说明完善。专家强调引用文件需按国标、行标等级排序，未直接引用的规范不标注年份；针对《编制说明》内容缺失问题，决议补充起草单位选取依据、标准名称变更历程、编制必要性深度论证及大纲意见落实对照表，确保编制过程透明化、依据充分化。

#### 四 制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

本标准制订的基本原则是以现有研究工作为基础，参照国家规范、标准，针对公路工程智能工厂建设技术进行定义、描述和规范。通过对现有国内外

智能工厂技术标准的调研，掌握现有标准的适用范围、标准内容、标准深度。对现有的相关标准进行了全面梳理和汇总，国内现行相关标准与规范共计 27 部，国外相关规范与指南共计 12 部。现有标准规范从智能工厂的总体要求、规划布局、构件质量检测，工厂智能化水平等方面分别提出了相关要求，但均为行业通用性的指导性条款。结合现有工程调研发现尚未有基于公路工程行业特点，从预制构件生产全产业链的角度出发，对智能工厂做出详细指导及规范。但现有标准规范结构体系完整，可以支撑本标准的编制。本规程编制过程中，查阅了下列规范、标准和技术规程：

- 1 GB/T 41255-2022 《智能工厂 通用技术要求》
- 2 GB/T 41970-2022 《智能工厂 数控机床互联接口规范》
- 3 GB/T 38129-2022 《智能工厂 安全控制要求》
- 4 T/TMAC 012.1~012.5-2019 《混凝土预制构件智能工厂》
- 5 T/TMAC 028-2020 《智能工厂 监控和数据采集技术要求》
- 6 T/CCMA 0143-2023 《预制混凝土构件平模流水生产线》
- 7 T/CCMA 0144-2023 《装配式建筑预制混凝土构件模台、模具及附件》
- 8 T/CECS 10025-2019 《绿色建材评价预制构件》
- 9 T/CECS 631-2019 《预制混凝土构件质量检验标准》
- 10 T/CECS 10130-2021 《预制混凝土构件工厂质量保证能力要求》
- 11 Q/CR 9208-2023 《铁路混凝土梁与小型构件预制场建设技术指南》
- 12 DB23/T3465-2023 《公路桥涵混凝土预制构件生产信息化管理技术指南》
- 13 DB37/T 5020-2023 《装配式建筑预制混凝土构件制作与验收标准》
- 14 DB32/T 4075-2021 《装配式混凝土结构预制构件质量检验规程》
- 15 DB11/T1312-2015 《预制混凝土构件质量控制标准》
- 16 DB34/T 3052-2017 《智能工厂和数字车间建设实施指南》
- 17 DB34/T 3357-2019 《智能工厂和数字车间评估规范》
- 18 DB64/T1684-2020 《智慧工地建设技术标准》
- 19 DB13/T8312-2019 《智慧工地建设技术标准》
- 20 TSDJSXH01-2021 《智慧工地建设评价标准》
- 21 DB11T 1946—2021 《智慧工地评价标准》

现行的关于智能工厂的国家标准主要针对于机械制造领域，未考虑公路工程行业特点，从预制构件生产全产业链的角度出发；在公路工程方面，绝大部分标准对预制场的生产、成品质量检验做出了统领性指导条款，但工厂的长期定位、规划布局及智能化水平的规定尚不够详细，未能体现智能工厂建设的优势。针对公路工程建造的特点，定位长期服务城市及周边建设，从

全产业链出发，建设高效、少人、先进的智能工厂，是本项目着重解决的问题。

## 五 主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

### 1 范围

明确了本规程的适用对象为公路工程预制构件智能工厂规划、建设及运营，其他领域可参照使用。

### 3 术语和定义

结合公路工程预构件的特点，从智能工厂的角度，给出了预制构件、智能工厂的定义。

### 4 基本要求

(1) 智能工厂选址应考虑厂区辐射范围、地方规划、生产规模进行综合评估后确定。选址应辐射厂区周边一定范围内的待建工程，根据公路工程项目建设的分布情况，从满足工期，造价合理等综合分析，确定智能工厂位置。

a) 交通便利：智能工厂应该选址在交通便利的地方，以便于预制构件的运输和快速到达施工现场。

b) 地理环境：在选址时应该考虑地理环境，如土地稳定性、地下水位、地震带等，以确保预制构件的质量和安全性。

c) 资源供应：选址应该考虑到原材料、能源、水资源等资源的供应情况，以确保生产成本的合理性和经济效益。

d) 环保要求：智能工厂应该考虑环保因素，避免选址在环境敏感区域，如生态保护区、水源保护区等。

e) 施工需求：在选址时应该考虑施工需求，如现场施工条件、施工设备和人员的数量和技能等，以确保能够满足施工要求。

(2) 智能工厂的布局规划应以人为本，其区规划分为：

a) 办公区：为管理人员和技术人员工作的区域，为整个场地的中枢系统，能够以信息化的手段对设备进行控制，主要体现科技感及现代化。

b) 展示及操作区：为模拟、培训、参观、体验的区域，主要体现宣传和展示功能。

c) 文体生活区：工作人员的文化体育活动及生活区域，主要体现以人为本。

d) 仓储区：原材料存放区，主要体现材料的溯源、自动装卸、材料消耗、材料供需信息以及材料存放安全性的预警和报警。

e) 半成品加工区：材料的筛分、材料的制作、钢筋部品的加工、混凝土的拌和、过程用件的加工制作、模板支架的加工制作、小型机具器械的安装

拆分,主要体现成品的精细化程度以及机械的自动化程度。

f) 加工区:主要体现流水线作业的自动化水平、构件加工和质量控制的精细化水平以及加工过程人的解放程度。

g) 养护区:主要体现养护的智能化水平。

h) 存放区:主要体现构件类别的规划和构件的信息化水平,并且能够反映存放区的续存能力。

i) 试验区:主要体现试验设备的先进化、测试效率的精度及效率、测试结果与设计的信息交换能力。

j) 交付区:主要体现构件的存量、运输过程中的构件地理信息以及安装情况的信息收拢及与设计的信息交换。

(3) 智能工厂按照其使用目的、存在时间、设施的固定程度以及生产能力的不同,分为临时智能工厂及永久性智能工厂。

a) 临时智能工厂通常是指为了满足特定建筑工程需求而临时设置的,用于生产预制构件的场所。这些构件在工厂中制作完成后,会运输到建筑工地进行安装。临时工厂的设置通常是为了提高施工效率,减少现场施工时间,并且可以在一定程度上保证构件的质量;

b) 永久性智能工厂则是指长期设立的,专门用于生产预制构件的工厂。它们通常拥有固定的生产设施和专业的生产团队,能够持续地为多个建筑项目提供预制构件。永久性智能工厂的设计和运营通常更加成熟和稳定,能够实现规模化生产,提高生产效率和产品质量。

(4) 选址应优先考虑地质稳定、交通便利的地点,确保原材料和产品运输的便捷性。同时,要远离污染源和危险区域,保证工厂的生产环境符合环保和安全要求。工厂内部布局要合理,明确划分生产区、办公区、生活区等,确保生产流程的顺畅和高效。

(5) 生产区应根据产品类型和生产规模合理设置生产线,确保生产效率和产品质量。生产线要考虑设备的布局和操作流程,便于工人操作和维护。同时,设置足够的堆放场地,确保原材料、半成品和成品的堆放有序,方便管理和使用。

## 5 建设

(1) 智能工厂应具备自动化、信息化、智能化、精益化和节能环保等特性,以提高预制构件的生产效率和质量,同时降低生产成本和能源消耗,并满足现代社会对可持续发展的要求。同时,按照工厂的目标定位,其应具备以下特性。

a) 技术先进性:智能工厂应集成先进的自动化、信息化技术,实现生产过程的智能化控制。应采用自动化设备如机器人、自动化布料和振捣机械、

智能养护系统等，以及信息化管理系统，实现生产数据的实时采集、监控和分析。同时，应融合人工智能、大数据分析、云计算等技术，优化生产流程，提升产品质量和生产效率。

b) 可移动性：智能工厂的设计应基于模块化原则，确保生产线和关键设备的灵活性和可重配置性。这允许工厂根据市场需求和项目特定要求，快速调整生产布局，实现生产线的快速部署和迁移。

c) 功能拓展性：智能工厂应设计为可扩展的系统，能够适应技术进步和市场变化。应能够轻松集成新的生产技术、设备和工艺，以及扩展信息化系统的功能，以满足未来生产需求的变化。

d) 经济适配性：智能工厂的规划和实施应考虑经济效益，确保成本效益最大化。应通过精益生产、资源优化配置和能源管理等措施，降低生产成本，提高生产效率，确保投资回报率和企业竞争力。

e) 厂区建设独特性：智能工厂的建设和布局应体现企业的品牌价值、文化特色，并考虑地域环境因素。应通过创新的建筑设计和环境友好的生产流程，构建具有独特性的工厂环境，提升企业形象，同时促进员工创新和企业可持续发展。

(2) 工厂的建筑应满足国家或地方相关法律法规及标准的要求，并从建筑材料、建筑结构、采光照明、绿化及场地、再生资源及能源利用等方面进行建筑的节材、节能、节水、节地、无害化及可再生能源利用。适用时，工厂的厂房应尽量采用多层建筑。

(3) 智能工厂应利用物联网技术实现智能设备与传感器之间的互联互通，形成高效、智能的生产网络。物联网平台应具备设备注册、状态监测、远程控制、故障诊断等功能。

(4) 智能工厂系统应在工厂生产前搭建完成，且系统建设及运维应遵循可靠性、安全性、可维护性、可扩展性、可移植性、可管理性等原则。

(5) 智能工厂应具备较强的系统集成能力，能够将不同来源、不同格式、不同协议的数据和系统整合到一个统一的平台上。

(6) 信息化管理平台应支持与第三方系统的对接，实现信息的全面共享和资源的优化配置。

(7) 智能工厂应实现各控制系统与数字化三维设计仿真软件之间的多元异构数据互换。

(8) 数据接口应满足以下要求：

a) 数据接口建设内容应包括数据内容及接口、数据类型、数据格式、传输方式、传输频率。

b) 数据接口应公开发布，实现各系统间数据共享。

c) 智能工厂管理系统宜采用业界标准的 SOA 规范，基于 HTTP 协议的 webservice 服务实现 ison 业务数据接入。数据交换应支持多种数据格式的传递，包括数据对象、xml 和文件等。

d) 智能工厂管理系统应按工程项目所在地方政府、建设单位、集团或公司信息化平台要求完成数据接入，减少多个系统中相同数据的重复录入。

## 6 运营

(1) 进厂的原材料、钢筋、钢材等材料应符合国家及行业现行有关标准的规定，并具有出厂证明和进厂试验报告单。

### (2) 生产管理制度

a) 采购管理:应建立完善的供应商评估和选择机制，确保原材料质量和供应的稳定性。利用信息化手段实现采购流程的自动化，包括订单处理、库存控制和供应商沟通。实现采购数据的集成，以便于跟踪成本、优化库存水平和提高响应速度。

a) 生产管理:宜采用先进的生产计划和调度系统，以提高生产效率和灵活性。实施生产过程的实时监控和数据采集，以实现生产过程的透明化和可追溯性。利用生产执行系统（MES）优化生产流程，减少浪费，提高产品质量，实现生产计划的智能调度和排产。

c) 销售管理:采用大数据和人工智能技术，对销售数据进行深度分析，预测市场需求和销售趋势。根据预测结果制定合理的销售计划和市场策略。实现销售数据的集成和分析，以支持销售策略的制定和执行。

d) 资产管理:实施资产全生命周期管理，包括资产采购、使用、维护和处置，提高资产使用效率和经济效益。实现资产性能的实时监控，以优化资产使用效率和延长资产寿命。

### (3) 人员配置

智能工厂应对主要技术人员、管理人员和重要岗位的工作人员应进行任职资格确认，有上岗要求的应持证上岗。

管理团队应由具有丰富管理经验和专业知识的人员组成，负责智能工厂的整体运营和管理。

5 技术团队应包括工程师、技术员和质量检测员等，负责技术支持、研发创新和质量控制。

5 操作团队应包括生产线操作工、设备维护工和物流操作工等，负责日常的生产操作和设备维护。

5 支持团队应包括 IT 支持人员、安全管理人員和环境管理人員等，负责信息系统的维护、安全管理和环境保护。

应建立必要的人员档案，内容包括任职经历、教育背景职称证书和教育

培训记录等。

应明确技术负责人和质量负责人的职责和权力，由技术负责人对技术和质量工作负总责。

应制定教育培训计划，对员工进行教育和培训。

#### （4）智能生产

选用高效、精准的自动化设备和机器人，包括但不限于自动化钢筋加工线、智能布料机、自动振捣装置等，以实现生产流程的自动化。确保所选设备符合行业标准和安全规范，具备远程监控和故障诊断功能，便于设备管理和维护。

生产线布局应合理，确保物料流动顺畅，减少转运时间和成本。定期对生产线进行优化调整，提高生产效率和灵活性，适应市场需求变化。

生产线设计应系统考虑工厂整体布局，流水线应与钢筋加工安装、混凝土供应、预制成品构件堆存运输等相匹配。

生产线全过程建议在封闭车间内完成，必要时可将预制各工序进行分解，在特定的工位采用自动化设备及标准化工艺完成各分解工序的施工，预制工序按照设定的节拍时间流水作业。

应制定安全生产责任制和应急预案，明确各级人员的安全生产职责和突发事件的处理流程。

#### （5）质量管理

根据加工图进行预制构件的制作，并根据预制构件的型号、形状、重量等特点制定相应的工艺流程，确定质量要求和生产各阶段质量控制要点，编制构件制作计划书，对预制构件生产全过程进行质量管理和计划管理。

按照有关标准规定、设计要求，结合预制构件特点和生产情况，编制生产技术方案或技术交底，明确原材料的质量要求、生产工艺、技术参数和产品质量要求等。

明确预制构件生产的质量控制要点和检测要求，制定质量检测和检查的方案，包括检测和检查的组批、取样方法、检测和检查的项目及其要求等。

为生产需要而进行的设计，包括模具、生产设施、机具、混凝土配合比等，应对设计人员的资格和能力等应有明确的要求，并对设计的输入、设计的计算、试验验证等设计过程和设计输出进行控制。

预制构件生产前应对各关键工序进行技术交底，并对生产工人进行专业技术操作技能的岗位培训。

应对预制构件生产的质量控制要点进行检测和检查。上道工序没有完成检测和检查，或上道工序质量检测和检查结果不符合有关标准规定、设计文件和合同要求时，不应进行下道工序的生产。

建立严格的不合格品控制程序，明确不合格品的评判和处置权限。

做好预制构件产品交接工作，包括产品名称、型号规格、数量和预制构件质量的确认。

按照本文件规定或合同要求提供预制构件的产品合格证，必要时应提供混凝土强度报告、钢材检验报告、隐蔽验收报告。有特殊要求的预制构件还应提供安装说明书。

工厂应保存出厂产品的生产日期（批次）、预制构件名称、型号规格、数量、使用部位、质量情况、质量证明书编号等信息记录，确保对出厂预制构件的可追溯性。

#### （4）能源管理

制定完善的能源管理制度，明确能源消耗、计量、统计、分析等各个环节的管理要求。

建立能源管理体系，以监控和优化能源消耗。

采用节能技术和设备，提高能源使用效率，减少能源成本。

引进高效节能的生产设备和工艺，提高能源利用效率。

对能源消耗数据应进行实时监测和统计分析，发现能源浪费点，制定改进措施。

加强能源管理团队建设，提高能源管理人员的专业素养和管理水平。

### 7 服务评价水平

智能工厂服务水平评价内容包括资料自评价和现场检查两部分。设置正向自评价、逆向自评价、现场检查三个评价指标，其中正向自评价为建设能力评价，逆向自评价为生产能力评价。包含合规性、工厂定位、功能建设、自动化设备覆盖率、物联网覆盖率、智能运管平台覆盖率、人员持证覆盖率、可扩展能力、制度建设、单位面积产能、单位面积资源消耗、单位面积人力消耗、单位面积碳排放、产品品类覆盖率、商品良品率、事故发生率、电子档案、资料复查、现场检查、风险排查等因素，设置不同的权重占比，由专业的评价机构，遵循客观、科学评价原则，并出具正式评价文件，综合打分，依据 A、B、C 服务等级的分数范围，评定其所属的服务水平。

### 8 安全、节能与环境保护

（1）本节内容涵盖了安全、节能与环境保护的各个方面。设置废水处理设施，对生产废水进行处理后排放，减少对环境的影响。同时，采取噪声控制措施，降低生产噪声对周边环境和居民的影响。安全方面，应设置安全防护设施，并制定严格的安全生产管理制度，确保生产过程中的安全。

（2）节能措施方面内容引用 GB 55015-2021《建筑节能与可再生能源利用通用规范》涉及节能措施的要求。

## 六 重大意见分歧的处理依据和结果

本标准制订过程中尚未发生过重大意见分歧。。

## 七 采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

本标准未采用国际标准和国外先进标准。

## 八 贯彻标准的措施建议

(1) 精心组织安排，开展宣贯培训。建议由行业主管部门统一安排，召开标准宣贯会，对涉及的交通建设、监理、设计、施工等单位开展标准实施培训和宣贯普及。明确公路工程智能工厂功能布局规划、智能化水平、产品出厂质量控制、厂区安全环保等方面的具体要求，指导公路工程智能工厂的建设，有效推动贯标工作的开展及落实。

(2) 组织相关人员到配备先进生产线、智能化水平较高的智能工厂参观学习，直观感受智能工厂建设效果及具体智能化水平；

(3) 定期组织科研、生产、应用、检验各环节人员进行技术交流，不断对智能工厂的建设理念、生产线、管理制度等进行改进，保持技术领先、性能优化、价格合理。

## 九 其他应说明的事项

目前，公路工程智能工厂正向标准化、工厂化、智能化方向发展，智能化预制生产工艺已有较为成熟的应用，但国家和地方暂无发布预制构件智能工厂建设相关的标准，在预制构件智能工厂的实际建设中无据可依，为行业管理、设计施工等带来了诸多不便。从国内相关标准调研来看，有智能工厂方面的标准颁布，但仅针对于机械制造业，未涉及公路工程建造行业；在公路工程方面，绝大部分标准对预制场的生产、成品质量检验做出了统领性指导条款，但工厂的长期定位、规划布局及智能化水平的规定尚不够详细，未能体现智能工厂建设的优势。目前国内已经建成的公路工程预制构件场均是依靠施工企业自身积累的经验进行规划设计，主要是满足项目的功能需求，很难发挥出预制装配式结构的产业优势。已有的智能预制场的管理主要以“人管”为主，具有信息传递滞后、资源配置不及时、集成性差等缺陷，智

能化程度低，缺乏自上而下的系统设计和应用框架及规范指导。作为服务城市建设的公路工程预制构件场在进行规划布局时，更应结合城市规划、交通条件、项目建设规模、长远发展趋势、使用功能等方面的要求，使预制构件场往智能工厂化、高效快速化的方向发展。促进“机械化换人，智能化减人”理念的落实，推动公路工程项目向更高层次发展。