

团 体 标 准

T/CCTAS XX—202X

公路工程智能工厂通用技术要求

General technical requirements for intelligent factories in highway
engineering

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2025.07）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国交通运输协会 发 布

目 次

前 言 1

1 范围 2

2 规范性引用文件 2

3 术语和定义 2

4 规划 2

 4.1 基本要求 2

 4.2 总体规划 2

 4.3 工厂定位 3

 4.4 服务水平 3

5 建设 3

 5.1 基本要求 3

 5.2 基础设施 3

 5.3 设备与生产线 4

 5.4 设施互联 4

 5.5 系统互通 4

 5.6 数据交互 4

6 运营管理 5

 6.1 基本要求 5

 6.2 人员配置 5

 6.3 智能生产 5

 6.4 质量管理 5

 6.5 能源管理 6

7 服务水平评价 6

 7.1 基本要求 6

 7.2 评价方法 6

 7.3 权重及得分 6

 7.4 评价标准 7

8 安全、节能与环保 7

 8.1 安全 7

 8.2 节能 7

 8.3 环保 8

附 录 A （规范性） 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1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。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

公路工程智能工厂通用技术要求

1 范围

本文件规定了智能工厂通用技术要求的范围、规范性引用文件、术语和定义、规划、建设、运营、服务水平评价、安全节能与环保等。

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。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。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。

GB/T 41255-2022 智能工厂 通用技术要求

GB/T 40399-2021 装配式混凝土建筑用预制部品通用技术条件

GB/T 22239-2019 信息安全技术网络安全等级保护基本要求

GB/T 38129-2019 智能工厂 安全控制要求

GB/T 36132-2018 绿色工厂评价通则

JG/T 565-2018 工厂预制混凝土构件质量管理标准

GB/T 41834-2022 智慧物流服务指南

GB 55015-2021 建筑节能与可再生能源利用通用规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 智能工厂 intelligent factory

在数字化工厂的基础上，利用物联网技术和监控技术加强信息管理和运营，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。

3.2 预制构件 prefabricated component

在工厂或现场预先生产成型的混凝土构件、钢构件及钢混构件，其类型为管桩、墩柱、盖梁、主梁、护栏、挡土墙、涵洞、边沟、护坡及其它预制构件。

4 规划

4.1 基本要求

4.1.1 智能工厂应在保证产品功能、质量以及生产过程中人的职业健康安全的前提下，优先选用先进技术和自动化设备，并体现对资源的节约、人力的释放和效率的提升。

4.1.2 智能工厂厂址宜选择地形平坦、远离居民区及环境敏感区、易于实现水电气供应且兼具扩容能力的区域。

4.1.3 智能工厂规模应根据厂址所处地区经济能力、城市周边公路工程规划、工厂辐射面积、服务范围综合考虑，满足生产、办公、生活等需要。

4.2 总体规划

4.2.1 智能工厂总体规划应包括以下内容：

- a) 智能工厂可行性研究报告；
- b) 智能工厂定位、服务水平、业务范围、服务范围；
- c) 智能工厂布局及架构；
- d) 智能工厂建设方案；
- e) 设备与生产线设计文件。

4.2.2 智能工厂宜包含以下功能区：

- a) 办公区；
- b) 展示及操作区；
- c) 文体生活区；
- d) 仓储区；
- e) 混凝土拌和区；
- f) 钢筋加工区；
- g) 半成品加工区；
- h) 养护区；
- i) 存放区；
- j) 试验区；
- f) 交付区。

4.3 工厂定位

按照服务范围 and 存在时间的不同，一般可定位为临时智能工厂和永久性智能厂。

- a) 临时智能工厂是指为了满足特定公路工程需求而临时建设的工厂。
- b) 永久性智能工厂是指长期设立专门用于公路工程构件生产的工厂。

4.4 服务水平

智能工厂按照服务能力，分为A、B、C三个等级：

- a) C类：自动化设备覆盖率低，能够对生产环节进行全面监控，生产效率高于行业平均水平。
- b) B类：自动化设备覆盖率较高，物联网覆盖率较高，能够对生产环节、安全、环境等进行全面监控，构件质量可全面进行自动化检测，有完整可追溯的信息，生产效率高。
- c) A类：自动化设备覆盖率高，物联网覆盖率高，有完善的生产运营管控系统，生产效率及良品率高。

5 建设

5.1 基本要求

5.1.1 智能工厂厂区建设应满足规划要求。

5.1.2 智能工厂宜采用新技术、新工艺、新材料、新设备。

5.1.3 智能工厂各设备安装、软件调试应满足相关要求。

5.1.4 智能工厂建设除符合本文件外，尚应符合国家行业现行有关标准的规定。

5.2 基础设施

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。

5.3 设备与生产线

5.3.1 设备应符合出厂要求和产业准入要求。

5.3.2 宜优先选用国产并配备通用控制系统的智能设备。

5.3.3 非智能设备宜进行智能化改造使之具备数据采集和传输功能。

5.3.4 设备宜包含以下种类：

混凝土施工设备、钢筋和钢构件加工设备、预应力施工设备、养护设备、起重设备、物流设备、数据采集及传输设备、质检设备、巡检设备、通信设备、能源供应设备、监控设备、安全预警设备等。

5.3.5 生产线应科学、合理布局，确保各环节运转顺畅。

5.3.6 生产线宜采用模块化，便于生产线改造、升级和扩展。

5.3.7 生产线全过程宜在封闭空间内完成。

5.4 设施互联

5.4.1 智能工厂宜具搭建高效智能的生产运营网络，实现人与设备、设备与设备、服务与服务之间的互联。

5.4.2 生产运营网络宜包含通信设施、传感器等。

5.4.3 生产运营网络应具备设施注册及关联、状态监测、故障诊断等功能。

5.5 系统互通

5.5.1 智能工厂应根据设备、需求等搭建具备可靠、安全、可维护、可扩展等特点的智能运管平台。

5.5.2 智能运管平台宜具备数据采集、处理、分析、存储、展示、控制等功能，实现生产、管理、决策等各个环节的信息集成与控制。

5.5.3 智能运管平台宜具备较强的集成能力，能够整合不同来源、不同格式、不同协议的系统模块。

5.5.4 智能运管平台宜包含以下模块：

a) 资源规划系统（Enterprise Resource Planning ,ERP）应包括人力资源、财务、供应链及客户管理。

b) 制造执行系统（Manufacturing Execution System ,MES）应实现生产过程的实时监控和控制，包括全过程仿真、工艺制定及管理、生产调度、质量控制、设备监控、人员管理、风险预警。

c) 仓库管理系统（Warehouse Management System, WMS）应实现物料、产品库存及运输配送状态的实时监控、货物的追溯，并规划场地空间利用。

d) 能源管理系统（Energy Management System, EMS）应实现能源（水、电、气、煤等）消耗数据的实时监控、统计分析和优化决策。

5.6 数据交互

5.6.1 各系统模块之间宜实现数据交互。

- 5.6.2 宜实现与产品设计进行数据交互。
- 5.6.3 宜实现与产品使用方进行数据交互。
- 5.6.4 数据宜采用云存储，避免数据重复存储。
- 5.6.5 数据交互过程中，应严格遵守国家信息安全保密的规定，确保数据的安全性和隐私性。

6 运营

6.1 基本要求

- 6.1.1 宜全面实现仓储、生产、物流、质检、吊运、监测等生产工序的智能化。
- 6.1.2 应建立完善的运营制度管理体系。

6.2 人员配置

- 6.2.1 人员应包含管理团队、技术团队、生产团队、支持团队。
- 6.2.2 应对所有人员进行任职资格确认。
- 6.2.3 管理团队应包括生产型管理人员和运营型管理人员。
- 6.2.4 技术团队应包括生产型技术员和质量检测员。
- 6.2.5 生产团队应包括产线设备操作人员、产业工人。
- 6.2.6 支持团队应包括系统、网络、设备等维护人员、安全管理人员和环境管理人员。
- 6.2.7 应建立人员档案，包括任职经历、教育背景、职称和培训记录。
- 6.2.8 应不定期进行技术和安全环保培训。

6.3 智能生产

- 6.3.1 应建立完善的工序管理及生产计划。
- 6.3.2 应建立标准化的生产工艺及流程，确保生产的系统性和连贯性。
- 6.3.3 生产前应对工艺及流程进行模拟，预测可能出现的问题并进行风险排除和工艺优化。
- 6.3.4 生产前应对所有工序和注意事项进行技术交底。
- 6.3.5 生产设备（含模版）应定期进行维护与保养。
- 6.3.6 应实时监控生产进度，动态调整生产计划。
- 6.3.7 混凝土预制构件养护应达到设计要求、转运要求、张拉要求（若有）后方可结束。
- 6.3.8 构件存放应符合设计要求和国家及行业现行有关标准的规定。
- 6.3.9 构件宜在固定位置设置 RFID 电子标签，包含产品信息及相关注意事项。。

6.4 质量管理

- 6.4.1 宜对构件进行全面质量检查，明确合格、修复后合格及废弃。
- 6.4.2 生产过程中发生缺陷或质量问题时，应及时分析原因并采取措施。

- 6.4.3 应对潜在缺陷或质量问题采取预防措施。
- 6.4.4 预制构件内部缺陷宜采用无损检测法进行检测。
- 6.4.5 预制构件的外形尺寸宜采用三维扫描方式完成，其允许误差应符合设计要求和国家及行业现行有关标准的规定。

6.5 能源管理

- 6.5.1 应建立完善的能源管理制度，明确能源消耗、计量、统计、分析各环节的管理要求。
- 6.5.2 应建立能源管理体系监控和优化能源消耗。
- 6.5.3 宜采用节能技术和设备，提高能源使用效率，减少能源成本。

7 服务水平评价

7.1 基本要求

- 7.1.1 智能工厂服务水平评价和现场检查应交由无业务关联的第三方机构进行。
- 7.1.2 评价机构应遵循客观、科学评价原则，并出具正式评价文件。
- 7.1.3 资料不健全、资料内容不真实及智能工厂合规性存疑者，不予评价。

7.2 评价方法

- 7.2.1 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。
- 7.2.2 资料自评价包括正向自评价和逆向自评价两部分，由智能工厂所属企业自行评价。
- 7.2.3 正向自评价为建设能力评价，逆向自评价为生产能力评价。
- 7.2.4 自评价材料应交由第三方机构进行现场检查，进而进行智能工厂服务水平终评价。
- 7.2.5 智能工厂服务水平评价体系

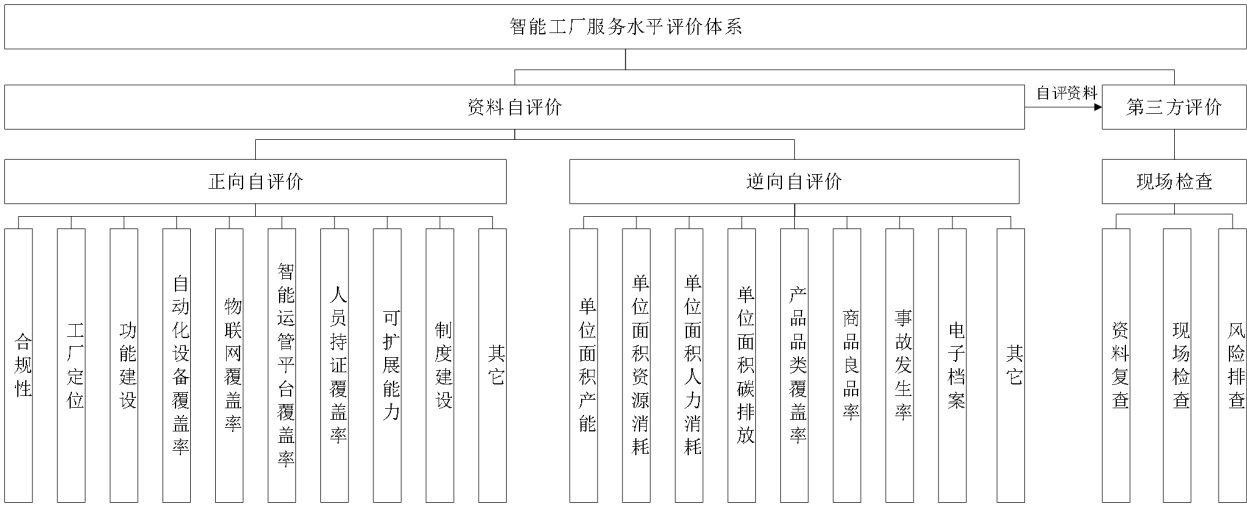


图7.2.1 智能工厂服务水平评价体系

7.3 权重及得分

7.3.1 评价指标权重

表1 评价指标权重

资料自评价（0.8）		现场检查（0.2）		
正向自评价	逆向自评价	资料比对	现场质询	风险核查
0.4	0.4	0.4	0.4	0.3

7.3.2 正向自评价、逆向自评价、现场检查总分均为 100 分。

7.3.3 评价得分为各类指标总分与其对应权重积之和。

7.3.4 依据评价得分，将服务水平进行分类：

- 不评价：60<评价得分
- C类：60≤评价得分<85
- B类：85≤评价得分<95
- A类：95≤评价得分≤100

7.4 评价标准

7.4.1 评价标准见附录 A。

7.4.2 评价流程见图 2。



图7.2.2 智能工厂服务水平评价流程

8 安全、节能与环保

8.1 安全

- 8.1.1 应设立智能工厂安全管理机构，制定安全管理体系，统一负责工厂的人员、物料、过程、设备、环境、信息安全的管控。
- 8.1.2 人员安全管理，包括明确职责、安全培训、个人防护要求、应急预案等。
- 8.1.3 物料安全管理，包括物料溯源、进场许可、抽检记录、存储安全、安全使用等。
- 8.1.4 过程安全管理，包括制定检查计划、检查方式、安全风险预测等。
- 8.1.5 信息安全管理，包括网络安全、数据保护、访问控制等。
- 8.1.6 环境安全管理，包括恶劣气候、温湿度、粉尘、有害气体、碳排放等。
- 8.1.7 应制定设备安全操作规程。
- 8.1.8 应实行严格的权限管理制度，对重要数据的访问和修改进行记录和审核。
- 8.1.9 宜采用智能技术，加强人身安全及心理健康状况监测。

8.2 节能

- 8.2.1 宜选用高效节能设备，或对老旧设备宜进行更新换代，提高能源利用率。
- 8.2.2 应对能源监控进行分析，发掘节能潜力。

8.2.3 宜进行能源回收利用。

8.3 环保

8.3.1 应建立环境保护管理体系，确保工厂运营符合国家环保法规和标准。

8.3.2 应实施污染物排放控制，如粉尘、废水、噪音的控制和处理。

8.3.3 应加强工艺更新减少废弃物和污染物的产生。

8.3.4 宜采用清洁能源进行生产活动。

附录 A

(规范性)

表 A.1 服务水平评价标准

评价指标	评价内容	评价标准	得分
正向 自评价 (总分 100 分)	合规性 (总分5分)	建设许可证、竣工验收报告、营业执照与经营范围一致及其它政府要求手续完善, 得5分。	
	工厂定位 (总分5分)	永久工厂得5分, 临时工厂得2分。	
	功能建设 (总分10分)	功能分区每包含一项(本要求所规定)增加1分, 其它分区需出具证明材料进行特殊说明, 累加不超过10分。	
	自动化设备覆盖率 (总分15分)	大中型自动化设备覆盖率超过90%得15分, 75~90%得10分, 50~75%得4分, 50%以下不得分。	
	物联网覆盖率 (总分15分)	物联网覆盖率超过90%得15分, 75~90%得10分, 50~75%得4分, 50%以下不得分。	
	智能运管平台覆盖率 (总分15分)	智能运管平台每包含一个模块(本要求所规定)增加3分, 其它模块需出具证明材料进行特殊说明, 累加不超过15分。	
	人员持证覆盖率 (总分10分)	技术人员持证率应为100%, 无政府相关证件者应有企业培训证书, 按持证百分率向下取整数分, 每降低1%扣1分, 最多扣10分。	
	可扩展能力 (总分10分)	有备用扩建用地及扩建条件得5分; 有详细扩建计划得5分。	
	制度建设 (总分10分)	应涵盖管理、生产、安全等主要方面, 每1涵盖1项制度增加1分, 累加不超过10分。	
	其它 (总分5分)	其它建设能力亮点, 需证明文件, 最高增加5分。	
逆向 自评价 (总分 100 分)	单位面积产能 (总分15分)	有明确数据得5分, 有行业对比得5分, 超过行业90%得5分(混凝土构件按照 $\text{m}^3/\text{亩}\cdot\text{月}$, 钢构件按照 $\text{t}/\text{亩}\cdot\text{月}$)。	
	单位面积资源消耗 (总分15分)	有明确数据得5分, 有行业对比得5分, 超过行业90%得5分(电: $\text{Kw}\cdot\text{h}/\text{亩}\cdot\text{月}$; 水: $\text{t}/\text{亩}\cdot\text{月}$)。	
	单位面积人力消耗 (总分15分)	有明确数据得5分, 有行业对比得5分, 超过行业90%得5分(人/亩·月)。	
	单位面积碳排放 (总分10分)	有明确数据得5分, 符合相关行业规范得5分($\text{m}^3/\text{亩}\cdot\text{月}$)。	
	产品品类覆盖率 (总分10分)	每覆盖一种构件类型增加1分, 累加不超过10分。	
	商品良品率 (总分10分)	混凝土成品构件(m^3)/混凝土总消耗(m^3), 按照月度计(%), 每降低1%扣1分, 最多扣10分。	
	事故发生率 (总分10分)	一年周期内, 每出现一次人员安全、停工停产等安全事故, 扣10分。	
	电子档案 (总分10分)	物料、人员、设备、系统、产品等各项应具备完善的出入库记录和工作档案, 每涵盖1项增加2分, 累加不超过10分。	
	其它 (总分5分)	其它生产能力亮点, 需证明文件, 最高增加5分。	
现场 检查 (总分 100 分)	资料复查 (总分40分)	一致得40分, 否则按照第三方机构资料比对情况扣分。	
	现场检查 (总分40分)	一致得40分, 否则按照第三方机构资料比对情况扣分。	
	风险排查 (总分20分)	每发现一处生产和安全风险扣5分, 最多扣40分。	

参 考 文 献

- 《预拌混凝土智能工厂评价要求》T/CCPA 16—2020（T/CBMF 89—2020）
《预制混凝土构件工厂质量保证能力要求》T/CECS 10130-2021
《混凝土预制构件智能工厂》T/TMAC 012.1~012.5-2019
《工厂预制混凝土构件质量管理标准》JG/T 565-2018
《公路桥涵混凝土预制构件生产信息化管理技术指南》DB23/ T 3465-2023
-