

嘉兴市智能建造技术导则

（征求意见稿）

嘉兴市住房和城乡建设局

年 月 日

前言

为深入贯彻落实党的二十大关于“加快发展方式绿色转型”和“推动数字经济与实体经济深度融合”的战略部署，立足长三角一体化发展核心区位优势，聚焦智能建造全生命周期技术标准体系建设，以“工业化、数字化、绿色化、智能化”四化协同为核心驱动力，系统推进建筑业转型升级，编制《嘉兴市智能建造技术导则》，旨在凝练可复制、可推广的“嘉兴经验”，为长三角区域智能建造协同发展提供示范支撑。

本导则依据《中华人民共和国建筑法》《建设工程质量管理条例》等法律法规，结合住房和城乡建设部《智能建造技术导则》（试行）、《住房和城乡建设部关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》（建市〔2020〕60号）和《住房和城乡建设部关于公布智能建造试点城市的通知》（建市函〔2022〕82号）等政策文件要求，《建筑信息模型分类和编码标准》（GB/T 51269-2017）、《装配式建筑评价标准》（GB/T 51129-2017）等国家规范及《嘉兴市智能建造试点实施方案》等地方政策编制而成。编制过程中充分吸纳了深圳、苏州等先行城市经验，结合嘉兴市建筑业发展现状及长三角区域协同需求，通过广泛调研、专家论证和技术研讨，形成系统性技术框架。

本导则共分9章，涵盖智能建造全流程技术要求，重点包括：1.智能化勘察技术：基于GIS、三维激光扫描等技术构建数字化勘察模型，强化场地信息集成；2.数字化设计技术：以BIM正向设计为核心，推动多专业协同与标准化设计；3.智能化生产技术：规范预制构件工厂智能化管理及质量管控流程；4.智慧化施工技术：集成物联网、建筑机器人等技术提升施工精细化水平；5.数字化交付与运维技术：建立全生命周期数据共享机制，支撑智慧运维管理。

本导则适用于嘉兴市行政区域内新建、扩建、改建及既有建筑改造工程的智能建造活动，覆盖勘察、设计、生产、施工、运维全生命周期。通过明确技术标准、实施路径和管理要求，推动建筑业向高质量、高效率、低能耗方向转型，助力发展新质生产力。本导则由嘉兴市住房和城乡建设局管理，嘉兴南湖学院建筑工程学院负责技术解释。执行过程中如有意见或建议，请反馈至主编单位（地址：浙江省嘉兴市越秀路 572 号）。

目录

| | |
|-----------------------|----|
| 1.总则 | 1 |
| 1.1 编制目的 | 1 |
| 1.2 编制原则 | 2 |
| 1.3 适用范围 | 3 |
| 2. 术语与定义 | 6 |
| 2.1 通用术语 | 6 |
| 2.2 数字勘察 | 7 |
| 2.3 数字设计 | 9 |
| 2.4 智能生产 | 9 |
| 2.5 智能施工 | 11 |
| 2.6 智慧运维 | 12 |
| 3. 基本规定 | 14 |
| 3.1 智能建造方案编制 | 14 |
| 3.2 组织实施 | 16 |
| 3.3 数据交换与协同管理 | 18 |
| 3.4 信息安全 | 18 |
| 4. 智能建造体系 | 19 |
| 4.1 技术体系框架 | 19 |
| 4.2 关键技术应用阶段与范围 | 20 |
| 4.3 技术集成与协同规则 | 21 |
| 4.4 实施建议 | 22 |
| 5 数字勘察 | 23 |
| 5.1 一般规定 | 23 |
| 5.2 勘察数据采集 | 23 |
| 5.3 勘察信息模型应用 | 25 |
| 5.4 数字勘察成果交付 | 27 |
| 6 数字设计 | 29 |
| 6.1 一般规定 | 29 |
| 6.2 数字化设计 | 30 |
| 6.3 标准化设计 | 32 |
| 6.4 仿真驱动设计 | 33 |
| 6.5 数字设计交付 | 34 |

| | |
|----------------------------|----|
| 7 智能生产 | 35 |
| 7.1 一般规定 | 35 |
| 7.2 生产工厂智能化管理 | 36 |
| 7.3 部品部件智能生产线 | 38 |
| 7.4 部品部件智能化物流管理 | 39 |
| 8 智能施工 | 40 |
| 8.1 一般规定 | 40 |
| 8.2 工地数字化管理平台 | 42 |
| 8.3 智能化施工管理 | 43 |
| 8.4 虚拟施工 | 46 |
| 8.5 智能化装备 | 47 |
| 8.6 工程数字化交付 | 48 |
| 9 智慧运维 | 50 |
| 9.1 一般规定 | 50 |
| 9.2 智慧运维管理 | 51 |
| 9.3 智慧运维平台 | 53 |
| 附录清单 | 56 |
| 附录 A 智能建造技术标准名录 | 56 |
| 附录 B 嘉兴市智能建造技术装备应用目录 | 56 |
| 附录 C 嘉兴市智能建造产业链图谱 | 56 |

1.总则

1.1 编制目的

1.1.1 落实国家战略部署

全面贯彻党的二十大关于“推动绿色发展”和“促进数字经济与实体经济深度融合”的战略部署，严格执行住房和城乡建设部《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》（建市〔2020〕60号）、《关于公布智能建造试点城市的通知》（建市函〔2022〕82号）等文件要求，推动嘉兴市建筑业向工业化、数字化、绿色化、智能化转型，实现建筑业高质量发展。

1.1.2 打造长三角智能建造标杆

立足嘉兴作为长三角一体化发展核心城市的区位优势，以智能建造技术为核心，整合勘察、设计、生产、施工、运维全生命周期数据，形成标准化、可复制的智能建造技术体系，推动跨区域标准互通与产业链协同，助力嘉兴建设成为长三角智能建造先行示范区。

1.1.3 破解行业痛点，推动高质量发展

针对嘉兴市建筑业面临的劳动力结构性短缺、机械效率低、产业链协同不足等核心问题，通过智能化勘察、数字化设计、智慧化施工等技术应用，提升工程建造效率、降低资源消耗、优化产业结构，推动建筑业向高质量、高附加值方向转型。

1.1.4 构建全生命周期技术标准体系

建立覆盖勘察、设计、生产、施工、运维全流程的技术标准与管理规范，明确数据接口、交付标准及质量管控要求，形成可推广的“嘉兴经验”，为全国智能建造技术应用提供示范参考。

1.2 编制原则

1.2.1 创新驱动，技术引领

1) 技术融合：以大数据、物联网、人工智能、建筑机器人等新一代信息技术为核心驱动力，推动勘察、设计、生产、施工、运维全链条技术革新。

2) 模式创新：探索“智能建造+产业互联网”新模式，推广建筑机器人、3D打印、数字孪生等前沿技术应用，培育智能建造新业态。

3) 本地化适配：结合嘉兴建筑业特点，重点突破装配式建筑智能化生产、既有建筑数字化改造等关键技术，形成具有区域特色的技术体系。

1.2.2 标准先行，规范协同

1) 全生命周期覆盖：建立覆盖勘察、设计、生产、施工、运维的标准体系，明确数据接口、交付格式、质量管控等核心要求；

2) 强制与引导结合：

- 强制性要求：对新建政府投资项目 BIM 技术覆盖率，装配式建筑预制率等指标提出阶段性要求；
- 引导性措施：鼓励社会投资项目采用智能建造技术，对达标项目给予容积率奖励、绿色金融支持等政策倾斜。

1.2.3 数据驱动，智慧管理

1) 一模到底：构建基于 CIM 平台的“一模多用”体系，建立以建设单位为主导，实现勘察数据、设计模型、生产指令、施工进度、运维信息的实时互通与动态更新。

2) 数据安全：采用国产自主可控软件，建立数据加密传输、权限分级管理体系，防范数据泄露风险。

3) 智慧决策：利用大数据分析优化资源配置。

1.2.4 安全为本，质量优先

1) 过程管控：在智能建造全流程中加大工程质量安全监测。

2) 质量追溯：建立部品部件“身份证”制度，通过二维码/RFID 技术实现从

原材料进场到竣工验收的全生命周期质量追溯。

3) 应急管理：集成灾害预警系统，制定应急预案数字化响应机制。

1.2.5 绿色低碳，生态友好

1) 低碳建造：新建项目推广采用装配式建筑、高性能混凝土等绿色技术。

2) 资源循环：推广建筑垃圾再生骨料利用技术，提升施工现场废弃物综合利用率。

3) 能源管理：通过智慧运维平台实现建筑能耗实时监测与智能调控，促进公共建筑节能率提升。

1.2.6 以人为本，产业协同

1) 人才培养：联合本地高校开设智能建造专业，建立“政校企”实训基地。

2) 产业链联动：组建嘉兴市智能建造产业联盟，整合设计院、构件厂、科技公司资源，推动“研发-生产-施工-运维”一体化协作。

3) 民生导向：在老旧小区改造中应用智能建造技术，提升居民居住品质。

1.3 适用范围

本导则适用于嘉兴市行政区域内以下工程的智能建造活动，覆盖全生命周期管理：

1.3.1 工程类型

1) 新建工程：

- 住宅建筑：包括商品住宅、保障性住房、租赁住房等；
- 公共建筑：学校、医院、文化场馆、体育设施等；
- 商业综合体：大型商场、写字楼、星级酒店等；
- 市政基础设施：城市道路、桥梁、隧道、轨道交通、地下综合管廊等。

2) 既有建筑改造：

- 老旧小区改造：涉及结构加固、管线更新、智慧社区设施加装等；
- 历史建筑修缮：数字化测绘、原真性修复、智慧监测系统植入等；

- 工业建筑升级：厂房智能化改造、仓储物流设施自动化升级等。

3) 特殊工程：

- 海绵城市设施：透水铺装、雨水花园、生态蓄水池等绿色基础设施；

1.3.2 全生命周期覆盖

本导则贯穿工程全生命周期各阶段的技术与管理要求：

- 1) 勘察阶段：数字化勘察技术应用；
- 2) 设计阶段：BIM 正向设计、标准化协同设计、仿真模拟优化；
- 3) 生产阶段：预制构件智能工厂管理、质量追溯系统、物流协同；
- 4) 施工阶段：智慧工地管理、建筑机器人作业、虚拟施工验证；
- 5) 运维阶段：BIM 运维平台集成、能源智能调控、设备预测性维护。

1.3.3 重点应用场景

- 1) 跨区域协同项目：

接轨长三角一体化战略,适用于沪嘉城际铁路等跨省市工程,推动 BIM 模型、构件数据与上海、苏州等地标准互通。

- 2) 低碳示范项目：

针对零碳建筑、近零能耗建筑,要求集成光伏屋面、储能系统、碳排放监测等技术,实现全生命周期碳排放量化管理。

- 3) 城市更新项目：

在历史街区保护、旧城改造中,应用数字化测绘、管线智能迁移、施工影响模拟等技术,减少对既有环境的干扰。

- 4) 乡村振兴工程：

推广装配式农房、乡村智慧驿站等建造模式,利用低成本 BIM 技术优化农村基础设施布局。

1.3.4 技术边界

本导则不适用于以下场景：

- 1) 军事设施、核设施等特殊工程；

- 2) 临时性、非永久性构筑物；
- 3) 未采用智能建造核心技术的传统工程项目。

2. 术语与定义

2.1 通用术语

2.1.1 BIM技术覆盖率

新建项目中采用 BIM 技术的项目数量占总项目数的比例。

2.1.2 数据标准化

全流程采用统一数据格式（如 IFC、COBie）、模型精度（LOD 等级）及交付标准，保障数据互通性与可比性。

2.1.3 一模到底

全生命周期数据贯通原则，要求勘察、设计、生产、施工、运维各阶段基于同一 BIM 模型进行迭代更新，确保数据一致性。

2.1.4 数据脱敏

对敏感信息进行加密或匿名化处理，保障数据共享时的安全性。

2.1.5 哈希校验

通过算法生成数据唯一标识码，用于验证文件完整性，防止数据篡改。

2.1.6 LOD (Level of Development)

模型精细度等级，定义模型元素从概念到竣工的详细程度。

2.1.7 IFC (Industry Foundation Classes)

国际通用的建筑数据交换标准，支持多软件间模型数据互通，导则要求全流程采用 IFC 格式保障数据兼容性。

2.1.8 数字孪生

通过物理实体与虚拟模型的实时映射，集成传感器数据、设计参数、运维记

录等信息，支持工程全生命周期动态仿真与决策。

2.1.9 CIM平台

城市信息模型(City Information Modeling)平台，集成地理信息系统(GIS)、建筑信息模型(BIM)、物联网(IoT)等多源数据，支撑城市规划、建设、管理的数字化底座。

2.1.10 物联网(IoT)

通过传感器、无线网络等技术实现设备与系统互联互通的架构，支撑数据实时采集与传输。

2.1.11 数字签章

基于CA认证的电子签名技术，用于勘察报告、模型文件的法律效力确认，确保数据不可篡改。

2.1.12 动态协作机制

基于实时数据共享、任务分配与自适应调整的协作模式，其核心目标是通过动态响应变化，优化资源分配，提升协作效率。

2.2 数字勘察

2.2.1 GIS(地理信息系统)

是一种用于采集、存储、分析、管理和可视化地理空间数据的计算机系统。它结合了地图学、数据库技术和空间分析

2.2.2 勘察信息模型

基于地质勘察数据(钻孔、物探、试验等)构建的三维数字化地质模型，反映地层分布、岩土参数、地下水等信息。

2.2.3 三维激光扫描

利用激光测距原理获取物体表面三维坐标的数字化技术,用于地质勘察中地形地貌与既有建筑的高精度建模。

2.2.4 地质雷达 (GPR)

通过高频电磁波探测地下介质分布的物探技术,用于识别岩土分层、空洞、断层等地质构造。

2.2.5 GNSS接收机

全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System) 接收设备,用于实时采集勘察点位的空间坐标与高程数据。

2.2.6 CGCS2000

2008年起正式启用的国家大地坐标系(China Geodetic Coordinate System 2000) 我国统一的空间定位基准。

2.2.7 WGS84

是由美国制定的全球大地测量系统,自1984年开始作为全球定位系统的标准参考框架。

2.2.8 时空基准

统一的空间坐标系(如CGCS2000)与高程基准(如1985国家高程基准),确保勘察数据与设计、施工阶段的几何一致性。

2.2.9 地质敏感点

场地内需重点关注的地质风险区域(如暗浜、滑坡体、地下管线密集区),需在模型中标注并制定专项防控措施。

2.2.10 数据一致性校验

通过自动化工具比对模型与原始数据(如勘探孔坐标、岩芯描述)的匹配度,自动标记冗余或空白区域并生成修正报告。

2.3 数字设计

2.3.1 BIM正向设计

以三维模型为核心驱动的设计方法，贯穿方案设计、施工图设计、深化设计全流程，替代传统二维图纸绘制，实现设计数据实时联动与协同优化。

2.3.2 BIM协同设计环境

基于BIM技术的多专业协同工作平台，支持建筑、结构、机电等专业实时数据交互与冲突检测，实现设计变更同步更新。

2.3.3 参数化设计

通过预设参数（如构件尺寸、材料属性）驱动设计模型自动生成，支持方案迭代优化，减少人工重复操作。

2.3.4 生成式设计

基于AI算法自动生成多方案比选，优化结构体系、空间布局等设计目标。

2.3.5 仿真驱动设计

仿真驱动设计是一种以计算机仿真为核心的设计研发方法，通过虚拟模拟替代真实试验，优化设计流程、降低成本并加速创新。其核心逻辑是形成“设计-仿真-验证-优化”闭环。

2.3.6 云端协同平台

基于云计算的协同设计工具，支持多地域团队实时协作、模型轻量化。

2.3.7 智能设计辅助工具

集成AI算法与参数化设计工具，实现方案自动优化。

2.4 智能生产

2.4.1 智能生产管理系统

集成 MES（制造执行系统）、WMS（仓储管理系统）、TMS（运输管理系统）等模块的数字化平台，实现生产计划、设备调度、质量管控、物流追踪等功能一体化，支持与设计、施工阶段数据实时交互。

2.4.2 MES系统（制造执行系统）

负责车间生产调度、工艺参数下发与实时数据采集的工业软件。

2.4.3 WMS（仓储管理系统）

是一种用于优化仓库运营的软件系统，通过数字化管理库存、订单、库位和作业流程，提升仓储效率、降低错误率并实现智能化物流管理。

2.4.4 TMS（运输管理系统）

是物流软件平台，用于规划、执行和优化货物运输流程，涵盖从订单下达、承运商选择、路线规划、运费结算到数据分析的全流程管理。

2.4.5 智能生产设备

具备自动化、联网功能的建筑部品部件生产设备，包括数控机床、焊接机器人、智能布料机。

2.4.6 构件库

包含预制混凝土构件、钢结构件、装饰装修部品的三维参数化模型库，关联材料属性、安装工艺及运维参数。

2.4.7 AGV（自动导引车）

具备激光导航或 SLAM 技术的无人搬运设备，用于车间物料运输，路径规划效率提升，空载率降低。

2.4.8 RFID（射频识别）

用于构件全生命周期追踪的无线识别技术，标签绑定信息包括生产批次、质检结果、安装位置。

2.4.9 一物一码

通过二维码或电子标签实现构件唯一标识，关联 BIM 模型、生产记录、质检报告及运维档案。

2.4.10 智能工厂管理平台

工业化生产理念与数字化技术深度融合的新型生产管理系统，专为建筑构件预制、模块化建造和装配式施工而设计。支持设计-生产-施工-运维多方协作的数字化平台，具备任务分配、进度跟踪、物流调度等功能。

2.4.11 智能生产线

基于工业化、数字化和智能化理念构建的现代化建筑构件生产系统，通过融合建筑信息模型（BIM）、物联网（IoT）、人工智能（AI）、机器人技术和数字孪生等先进技术，实现建筑构件的标准化设计、自动化生产、智能化管理和高效化装配。

2.5 智能施工

2.5.1 智能施工专项方案

工程建设项目施工前编制的技术方案，明确 BIM 应用场景、物联网设备部署、智能装备选型及数据接口标准，并通过专家评审确保可行性。

2.5.2 工地数字化管理平台

是基于物联网（IoT）、云计算、大数据、人工智能（AI）及建筑信息模型（BIM）等技术构建的智能化施工管理系统，旨在实现建筑工程全过程的数据驱动、实时监控、智能决策和高效协同。

2.5.3 BIM+GIS融合应用

基于 BIM 模型与地理信息系统（GIS）的集成技术，实现施工场地三维布置、

土方平衡计算及区域交通流线优化。

2.5.4 施工安全数据监测

基于AI视觉的施工安全监测系统，覆盖安全帽佩戴、危险区域入侵、明火烟雾检测等场景。

2.5.5 环境与能耗智能管控

实时监测施工现场扬尘、噪声、碳排放等环境参数，并通过工地数字化管理平台对相关数据进行自动反馈、预警、处置方案生成等处理措施。

2.6 智慧运维

2.6.1 智慧运维平台

集成建筑信息模型（BIM）、物联网（IoT）、大数据等技术的综合管理平台，支持设备监控、能耗分析、故障预警、应急指挥等功能，实现运维数据与设计、施工阶段模型无缝衔接。

2.6.2 资产全生命周期管理

基于BIM模型和物联网技术，对建筑设备、管线、装修等资产进行全周期追踪，涵盖采购、安装、运维、报废等阶段，支持资产状态实时更新。

2.6.5 多系统协同与联动管理

集成消防、安防、楼宇自控等子系统，在火灾、漏水等突发事件中自动触发应急预案，联动设备控制、人员疏散路径规划。

2.6.6 COBie (Construction Operations Building Information Exchange)

施工运营数据交换标准，规范建筑运维阶段设施管理数据的采集、存储与传递。

2.6.9 虚拟培训与演练

基于 BIM 模型、虚拟现实（VR）等技术模拟设备操作、应急处理等场景，进行人员培训和演练。

3. 基本规定

为确保智能建造技术在全生命周期各环节的有效实施,本导则提出以下基础性管理要求:

3.1 智能建造方案编制

3.1.1 编制主体与流程

1) 责任主体与分阶段编制要求

- 前期策划阶段:建设单位应作为牵头主体,组织相关参与单位共同编制《智能建造专项方案》,明确智能化目标、技术选型框架及跨专业协同机制。
- 设计阶段:设计单位应主导编制《智能建造深化设计方案》,重点落实数字化设计、工业化建造技术及数据接口标准,并提交建设单位组织内部评审。
- 施工阶段:施工单位应结合现场条件编制《智能建造实施计划》,明确智能装备部署、数据集成及风险管控措施,并报监理单位审核。
- 各阶段方案需通过BIM协同平台或项目管理信息系统共享,建设单位和监理单位负责组织阶段性技术协调会,解决跨专业冲突。
- 对涉及多专业融合的复杂技术,需由建设单位牵头组织设计、施工、装备供应商联合论证。

2) 论证要求

- 常规项目:方案需通过建设单位和监理单位联合审查,重点核查技术选型与项目需求的匹配性、数据接口兼容性。
- 高风险技术应用:需组织专项专家论证会,重点评估技术可靠性、安全冗余设计及应急处置预案,形成书面论证意见。
- 采用标准化智能建造技术的项目,可引用行业技术规范替代专家评审。
- 论证材料应包含技术方案比选报告、风险自评估表及应急预案。

3.1.2 方案内容要求

智能建造方案应包含但不限于以下核心内容：

1) 项目概况与目标设定

- 明确工程类型（新建/改造）、规模、投资额及智能建造目标；
- 结合项目实际需求，提出数据互通与系统集成的技术框架。

2) 技术选型与方案设计

- 勘察阶段：三维激光扫描、地质雷达等数字化勘察技术应用方案；
- 设计阶段：BIM正向设计流程、标准化族库建设、管线综合优化方案；
- 生产阶段：预制构件智能化生产线配置、质量追溯系统实施方案；
- 施工阶段：BIM施工深化模型构建与应用、基于BIM技术的生产管理应用、施工管理智慧平台功能设计、智能装备部署计划等。

3) 数据管理与信息安全：

- 制定全生命周期数据交换标准，明确设计-生产-施工-运维数据接口协议；
- 建立数据安全分级管理制度，敏感数据加密传输，访问权限分级管理。

4) 组织保障与人员培训：

- 智能建造专项工作组的组织架构，明确参建方职责；
- 制定人员培训计划，关键岗位持证上岗要求。

5) 风险评估与应对措施：

- 识别技术整合风险、数据安全风险、施工安全风险等；
- 制定应急预案。

6) 实施计划与进度安排：

- 分阶段制定实施里程碑；
- 关键路径任务需标注时间节点和责任人。

7) 效果评估与持续改进：

- 设定量化考核指标；

- 建立后评估机制，项目竣工后提交智能建造实施总结报告，提出改进建议。

8) 运维阶段智能应用

- 设施管理智能化：集成BIM模型与物联网设备，实现设备状态监测、能耗优化及预测性维护；
- 数据集成应用：利用运维数据优化建筑性能，支撑城市级CIM平台数据接入；
- 性能持续优化：通过智能算法动态调整运维策略，提升建筑全生命周期价值。

3.2 组织实施

3.2.1 组织管理架构

1) 应建立三级责任体系：

- 建设单位：牵头成立智能建造专项工作组，统筹协调设计、勘察、生产、施工、运维等参建方；明确各方职责界面，制定数据共享与模型协同规则，建立跨阶段争议解决机制；监督全流程模型数据质量，重点核查设计模型与施工深化模型的衔接一致性。
- 设计单位（或数字孪生技术牵头方）：作为“一模到底”责任主体，负责创建全生命周期BIM模型，统筹设计阶段模型深化与数据标准制定；配合施工阶段模型应用需求，提供标准化族库及接口协议，确保设计模型可施工性；在工程竣工验收阶段，提交完整模型及数据资产移交清单。
- 总承包单位：作为施工阶段模型应用实施主体，基于设计模型开展施工深化设计、工艺模拟及智能装备协同应用；负责施工过程中模型动态更新与数据实时采集，向建设单位和监理单位同步进度、质量及安全数据；配合运维阶段模型数据脱敏与轻量化处理，支撑设施管理智能化需求。

- 监理单位：对智能建造模型数据真实性、跨阶段协同效率及智能装备运行效能进行监督；重点核查设计模型向施工模型转化过程中的变更合规性，以及施工模型向运维模型移交的完整性。

2) 建立动态协同机制

- 设计阶段：设计单位主导模型创建，建设单位组织施工、运维单位提前介入，提出可施工性、可运维性需求；
- 施工阶段：总承包单位基于设计模型深化应用，建设单位定期组织设计、施工、监理单位召开模型协调会；
- 运维阶段：运维单位与建设单位联合验收模型数据，确保与城市CIM平台兼容性。

3) 建立争议解决机制：

因模型数据冲突导致的进度延误，应由建设单位组织设计单位、总承包单位及监理单位召开技术仲裁会，责任判定依据模型版本日志与变更记录。

4) 建立动态调整机制：

- 定期召开技术协调会，根据工程进展、技术迭代及突发问题调整实施方案；
- 应建立应急预案，针对设备故障、数据中断等场景制定替代方案。

3) 人员配置要求：

- 项目团队需配备专职BIM工程师、智能装备操作员及网络安全管理员；
- 关键岗位人员需通过智能建造相关职业技能认证。

3.2.2 组织实施方式

1) 推行工程总承包（EPC）模式：

- 政府投资项目应优先采用EPC模式，明确勘察、设计、生产、施工、运维各阶段数据交付标准；
- 鼓励社会投资项目采用“设计-施工-运维一体化”承包模式，推动跨阶段协同增效。

2) 创新管理模式：

- 设立“智能建造项目经理”岗位，负责全生命周期技术统筹与资源调配；
- 结合“揭榜挂帅”机制，支持本地龙头企业牵头攻关智能建造关键技术。

3.3 数据交换与协同管理

3.3.1 数据标准化与模型基础

1) 统一数据格式：全流程应采用国际通用数据格式（如IFC、COBie），确保勘察、设计、生产、施工、运维数据兼容互通。

2) 模型精度分级：应按工程阶段明确模型深度（LOD100-LOD500），支撑决策、设计、施工、运维等场景的数据需求。

3.3.2 协同管理机制

1) 平台化协同：应基于数字化模型搭建全生命周期管理平台，实现数据实时共享与多参与方协同。

2) 接口标准化：应明确设计-生产-施工数据交互协议，保障模型与智能装备、物联网设备无缝衔接。

3.3.3 安全保障

1) 数据安全：应采用加密传输、权限分级等措施，防范数据泄露与篡改风险。

2) 容灾备份：关键数据需本地备份并存储至城市级数据中心。

3.4 信息安全

3.4.1 技术自主可控

应优先采用国产自主研发的BIM软件、物联网设备、智能终端及加密技术，构建安全可控的技术底座。

3.4.2 数据安全防护

1) 全流程安全保障：

- 数据采集、传输、存储、交换、交付等环节应采取加密、脱敏、权限控制等措施；
- 关键数据应通过区块链技术实现不可篡改存证。

2) 风险防控：

- 应定期开展网络安全攻防演练，识别漏洞并限时修复；
- 应建立数据泄露应急响应机制，明确处置流程与责任主体。

3.4.3 数据管理责任

1) 档案库建设：建设单位应牵头建立智能建造项目数据档案库，分类存储原始数据、过程记录及交付成果。

2) 交付与归档：项目竣工后，应向主管部门提交完整数据档案（含BIM模型、质量检测报告、运维参数等）；

4. 智能建造体系

4.1 技术体系框架

4.1.1 技术体系

智能建造技术体系应由“基础技术层、核心技术层、应用支撑层、集成应用层”四部分构成，形成覆盖全生命周期的技术闭环。

表 4-1 智能建造技术体系

| 层级 | 技术范畴 | 核心技术 | 技术目标 | 典型技术 |
|-------|---------|----------------------|----------------|---------------------|
| 基础技术层 | 数据采集与传输 | 物联网（IoT）、5G 通信、传感器网络 | 实现工程全要素实时感知与数据 | RFID 标签、北斗定位、边缘计算网关 |

| 层级 | 技术范畴 | 核心技术 | 技术目标 | 典型技术 |
|-------|-----------|-----------------------------|---------------------|---------------------------|
| | | | 互通 | |
| 核心技术层 | 数字孪生与智能决策 | BIM、GIS、AI | 构建虚实映射模型,支撑智能分析与决策 | BIM+GIS 融合、AI 算法模型、数字孪生平台 |
| 应用支撑层 | 工业互联网与自动化 | 建筑机器人、智能生产线、自动化施工装备 | 实现物理建造过程智能化执行 | 砌筑机器人、3D 打印设备、智能焊接机器人 |
| 集成应用层 | 跨阶段协同管理 | 数字孪生平台、CIM(城市信息模型)、智慧工地管理系统 | 贯通勘察、设计、生产、施工、运维全链条 | BIM+智慧工地集成系统、城市级 CIM 平台 |

4.1.2 技术框架定位:

- 1) 基础技术层: 应可以为数据采集与传输提供底层支持;
- 2) 核心技术层: 能通过BIM、AI等技术构建数字化模型与智能决策能力;
- 3) 应用支撑层: 可以依托自动化装备与工业互联网实现建造;
- 4) 集成应用层: 通过数字孪生平台与CIM实现跨阶段协同。

4.2 关键技术应用阶段与范围

4.2.1 BIM技术

表 4-2 BIM 技术应用阶段与范围

| 阶段 | 应用场景 | 技术范围 |
|----|---------------|-----------------|
| 勘察 | 地质三维建模、岩土工程模拟 | 多源数据融合、地质雷达数据集成 |
| 设计 | 正向设计、管线综合优化 | 参数化设计、碰撞检测 |
| 施工 | 施工模拟、工艺优化 | 4D 进度模拟、资源调度 |
| 运维 | 设施管理、性能优化 | 模型轻量化、IoT 数据集成 |

4.2.2 AI技术

表 4-3 AI 技术应用阶段与范围

| 阶段 | 应用场景 | 技术范围 | 典型功能 |
|----|------|------|------|
|----|------|------|------|

| 阶段 | 应用场景 | 技术范围 | 典型功能 |
|----|-------------|---------------------|--------------------|
| 设计 | 方案比选、规范校审 | 生成式设计、AI 辅助审查 | 自动识别设计冲突，生成合规性报告 |
| 施工 | 安全监测、进度预测 | 计算机视觉（安全帽识别）、时序数据分析 | 实时预警高空坠物、预测工期延误风险 |
| 运维 | 设备故障诊断、能耗优化 | 机器学习、数字孪生 | 基于历史数据的设备寿命预测与能效优化 |

4.2.3 其他关键技术

表 4-4 其他关键技术应用阶段与范围

| 技术名称 | 核心应用阶段 | 技术范围 |
|---------|--------|-------------|
| 数字孪生 | 全生命周期 | 模型动态更新、虚实交互 |
| 自动化施工装备 | 施工阶段 | 建筑机器人、3D 打印 |
| 区块链 | 生产与运维 | 质量追溯、数据存证 |

4.3 技术集成与协同规则

4.3.1 技术集成规则

BIM+AI 集成：BIM 模型应可输出 LOD350 级数据供 AI 训练；BIM 模型可提供几何与语义信息，AI 实现风险预测与决策优化。

4.3.2 跨阶段协同规则

表 4-5 跨阶段协同规则

| 协同场景 | 技术衔接要求 | 数据标准 |
|-------|------------------|------------------|
| 设计→施工 | BIM 模型向施工模型轻量化转换 | IFC 格式 |
| 施工→运维 | 施工过程数据脱敏后可注入运维模型 | JSON Schema 数据规范 |

4.3.3 动态协同机制

1) 跨阶段协作规则：

- 设计阶段：施工、运维单位宜提前介入，提出可施工性、可运维性需求；

- 施工阶段：应定期召开 BIM 协调会，同步模型变更与施工进度；

- 运维阶段：可基于 CIM 平台实现与城市级数据的互联互通。

2) 争议解决机制：

- 技术冲突：应依据模型版本日志与变更记录判定责任方；

- 数据争议：应通过区块链存证数据溯源。

4.4 实施建议

4.4.1 技术选型原则

1) 匹配性：应根据项目类型匹配合适的技术种类；

2) 经济性：应优先选择成熟技术，谨慎试点前沿技术。

4.4.2 技术边界：

1) BIM 与 AI 分工：BIM 负责几何与流程管理，AI 聚焦数据分析与决策优化；

2) 自动化装备限制：现阶段仅适用于标准化程度高的工序。

5 数字勘察

5.1 一般规定

5.1.1 技术应用原则

工程勘察阶段应采用数字化技术建立勘察信息模型，实现勘察数据采集、处理、分析与成果交付的全流程数字化。

4.1.2 模型标准化要求

1) 勘察信息模型应以“模型元素”为基本单元，分类编码需唯一且符合行业标准；

2) 数据格式应采用通用格式或行业约定格式，确保跨阶段协同与数据互通。

4.1.3 数字化交付要求

1) 交付过程应通过信息化技术实现，支持工程信息高效管理与共享；

2) 应采用数字签章技术对勘察文件进行电子签署，确保法律效力。

4.1.4 全生命周期信息管理

1) 数字化成果应真实、准确反映场地工程地质条件，贯穿勘察、设计、施工、运维全生命周期；

2) 勘察数据应与设计模型、施工监测数据动态关联，支撑工程决策。

5.2 勘察数据采集

5.2.1 外业数据采集

1) 数字化采集系统：

- 应基于物联网架构，部署物联感知设备，通过无线传输网络构建“感知-采集-传输”一体化系统；
- 移动终端APP需支持离线模式，确保复杂地形环境下数据实时采集与缓存，同步上传至勘察管理平台。

2) 数据质量控制:

- 关键节点管控: 钻探深度、岩芯采取率、原位测试参数等核心数据需经现场监理复核后提交;
- 自动化校验: 系统应可以自动比对勘探孔坐标与设计点位偏差, 超限数据自动标记并预警。

3) 数据存储规范:

- 原始数据按“一孔一档”原则存储, 包含原始波形文件、地质编录表、影像资料;
- 数据备份频率不低于每日一次, 存储介质需符合防潮、防磁要求。

5.2.2 环境数据集成

1) 实景三维建模:

- 宜采用倾斜摄影测量与激光雷达扫描技术, 构建场地高精度三维模型;
- 模型需叠加地下管线探测数据、既有建筑结构信息, 形成“地上-地下”一体化数字底板。

2) 多源数据融合分析:

- 宜利用GIS平台集成地质剖面图、地震活动性数据、水文气象信息, 开展场地稳定性评估;
- 应可以对地质灾害风险进行评估, 为基坑支护、桩基选型提供决策支持。

5.2.3 样品全生命周期管理

1) 数字化赋码与追踪:

- 土样应采用RFID芯片唯一标识, 绑定以下信息链:
 - 采样信息: 钻孔编号、坐标、岩土层位、取样日期及人员;
 - 试验信息: 试验项目、方法标准、环境参数(温湿度)、检测结果;
 - 责任追溯: 取样人、运输人、试验员、审核人电子签名。
- 平台应可以支持扫码查询样品状态(“已采样”“在检”“已归档”), 异常状态实时报警。

2) 智能化防混淆机制:

- 应通过区块链技术固化样品关键节点数据, 防止篡改;
- 实验室管理系统可匹配样品编号与试验任务, 超期未检任务可推送提醒。

5.2.4 数据交付与共享

1) 交付标准:

- 数据格式需符合相关数据交付合适标准, 包含IFC模型、CSV数据表、PDF报告三类文件;
- 关键数据应嵌入BIM模型属性字段, 支持正向设计调用。

2) 共享与归档:

- 勘察数据应可以通过嘉兴市CIM平台共享至设计、施工方, 权限分级管理;
- 项目竣工后, 数据应移交至城建档案馆电子档案库, 长期保存并定期迁移至新存储介质。。

5.3 勘察信息模型应用

5.3.1 模型创建要求

1) 数据驱动建模:

- 应基于外业采集的地质数据、物探数据及室内试验数据, 通过参数化建模工具建立岩土工程三维模型;
- 模型需包含地质分层、岩土参数、地下水分布等核心要素。

2) 模型精度分级:

- 勘察阶段: 模型几何精度不低于LOD200, 关键地质单元需标注LOD300;
- 交付阶段: 模型需与设计阶段LOD300模型对齐, 支持BIM正向设计调用。

5.3.2 模型覆盖范围

1) 空间范围:

- 模型必须覆盖项目红线范围, 且向外延伸至施工影响区;
- 红线外区域需标注既有建构筑物、地下管线及地质敏感点。

2) 内容完整性:

- 须包含地质剖面图、钻孔柱状图、原位测试成果的空间关联信息;
- 宜集成周边环境数据。

5.3.3 模型集成与冗余控制

1) 分区块建模:

- 复杂场地应按地质单元分区块建模, 区块间通过地质界面无缝衔接;
- 模型单元尺寸不宜超过实际工程尺度的 1/10。

2) 数据一致性校验:

- 应建立模型与原始数据的双向关联, 确保模型修改后自动更新关联数据;
- 宜采用自动化工具检测模型冗余、空白并生成修正报告。

5.3.4 时空基准与单位制

1) 坐标系统:

- 必须采用国家 2000 大地坐标系 (CGCS2000) 或嘉兴市地方独立坐标系;
- 高程系统采用 1985 国家高程基准。

2) 单位标准化:

- 几何尺寸单位: 毫米 (mm);
- 地质参数单位: MPa (强度)、kN/m³ (密度)、° (坡度) 等, 需在模型属性中标注单位。

5.3.5 几何表达规则

1) 空间定位:

- 模型坐标需与勘察控制网联测;
- 与周边既有建构筑物坐标偏差需通过现场复核修正。

2) 精度适配:

- 勘察阶段: 地质界面建模LOD200, 关键层位LOD300;
- 设计协同: 向设计单位交付模型时, 需附加误差分析报告。

5.3.6 属性信息标准化

1) 属性分类：

| 信息类别 | 子类示例 | 数据来源 |
|------|-------------|-------------|
| 身份信息 | 地质单元编号、钻孔编号 | 勘察报告、试验记录 |
| 定位信息 | 坐标、高程、埋深 | GNSS测量、地质雷达 |
| 技术信息 | 土层类型、承载力特征值 | 原位测试、土工试验 |

2) 唯一性约束：

- 地质单元编号需全局唯一，关联至“嘉兴市地质数据库”标准编码；
- 属性数据需通过哈希校验确保与原始记录一致性。

5.3.7 模型应用与验收

1) 设计协同要求：

- 向设计单位交付模型时，需附带地质风险提示、建议桩基持力层；
- 设计单位需在模型中反馈修改意见，形成迭代记录。

2) 验收标准：

- 模型需通过“三维合规性审查”；
- 由建设单位组织专家评审，出具《勘察信息模型验收意见书》。

3) 运维衔接：关键地质参数需关联运维平台，支持沉降监测预警。

5.4 数字勘察成果交付

为规范勘察成果的数字化交付流程，确保数据可追溯、可复用，制定本章节交付要求：

5.4.1 数据结构化交付

1) 数据分类与格式：

- 地理信息数据言满足如下要求：

空间位置：采用WGS84/CGCS2000 坐标系；

属性特征：包含地层岩性、物理力学参数、地下水信息；

时态特征：记录勘探日期、数据更新时间戳。

- 工程钻探数据应满足如下要求：

结构化字段：钻孔编号、坐标、孔口标高、地层描述、岩芯采取率；

附件要求：钻探视频、原位测试曲线。

- 物探与试验数据应满足如下要求：

物探数据：地质雷达剖面、电阻率成像成果；

试验数据：土工试验报告、水质分析报告。

2) 交付完整性：

- 数据需通过XML/JSON格式打包，包含元数据；
- 交付物清单需经建设单位、勘察单位、监理单位三方签字确认。

5.4.2 勘察信息模型交付

1) 模型构建要求：

- 软件兼容性：优先采用国产BIM软件构建模型，确保与长三角区域平台兼容；
- 模型轻量化：模型文件大小适中，支持Revit、IFC、GLTF等主流格式导出。

2) 交付规范要求：

- 索引与关联：模型需内置索引表，关联原始数据文件、设计模型及运维参数；
- 版本管理：采用GIT/SVN等版本控制工具，记录模型迭代历史。

5.4.3 勘测报告交付

1) 内容要求：

- 文字部分应满足如下要求：

结构化章节：工程概况、地质条件、勘探方法、结论与建议；

自动关联：关键结论需与模型属性字段动态绑定。

- 图表部分应满足如下要求：

包含地质剖面图、钻孔柱状图、原位测试成果表；

图表需嵌入唯一标识码，支持扫码跳转至模型对应位置。

2) 交付流程：

- 电子签名：报告需通过CA认证的数字签章签署，加盖单位电子公章；
- 提交时限：项目竣工后，通过嘉兴市智能建造管理平台提交全套数字化成果。

3) 验收标准：

- 应进行模型与报告的一致性检查，验证空间位置；
- 应由建设单位组织专家评审，出具《数字勘察成果验收合格证书》。

6 数字设计

6.1 一般规定

6.1.1 全生命周期统筹规划

1) 设计单位或建设单位应主导全过程协同设计，统筹建造全生命周期需求，确保设计数据向深化设计、生产、施工及运维环节有效传递。

2) 应建立设计-生产-施工-运维一体化协作机制，推动生产、施工、运维单位在方案阶段前置参与，提出可制造性、可施工性建议，并形成书面记录。

6.1.2 BIM 正向设计

1) 全阶段覆盖：勘察规划至深化设计各阶段均应采用 BIM 技术，按设计深度提升模型精度。

2) 模型复用：应复用 BIM 设计模型数据，设计变更需同步更新模型并记录版本日志。

6.1.3 协同设计机制

1) 跨专业协同：应建立多专业协同设计平台，实现建筑、结构、机电等专

业实时数据交互与冲突检测。

2) 跨区域协同：与长三角城市应可以共享设计标准及接口协议，确保异地项目 BIM 模型兼容性。

6.1.4 标准化交付要求

1) 数据格式：交付模型须采用开放、可扩展的 IFC 格式，辅以轻量化 GLTF 格式供可视化应用，禁止使用加密或私有格式。

2) 信息颗粒度：设计模型需包含构件材料、规格、参数化规则等生产级信息，满足工厂预制与现场施工需求。

6.1.5 模数化与构件库建设

1) 模数协调：须执行《建筑模数协调标准》（GB/T 50002），基于三维标准构件库开展装配式设计。

2) 库内共享：构件库应可以纳入地区智能建造资源平台，支持设计单位调用并动态更新。

6.1.6 经济性与适用性导向

1) 多目标优化：须结合安全性、舒适性及全生命周期成本，可利用 AI 算法生成多方案比选。

2) 模型精度适配：设计深度与信息颗粒度应匹配下游需求，施工阶段模型需包含构件安装顺序、工艺参数等施工级信息。

6.2 数字化设计

6.2.1 协同设计环境搭建

1) 软件要求：应优先采用安全可控的国产 BIM 软件搭建协同设计环境，支持多专业实时协作与版本控制，禁止使用加密或私有格式。

2) 权限管理：应建立分级权限体系，建立操作日志留存功能，支持安全审计。

6.2.2 全专业协同设计

1) 数据整合：应集成建筑、结构、机电等专业设计成果，通过碰撞检测解决冲突。

2) 标准化接口：须与长三角城市共享设计标准，统一构件编码规则。

6.2.3 云端协同平台建设

1) 功能要求：应采用云端化协同平台，支持任务分工、在线会审、模型轻量化及数据分发，平台需预留长三角 CIM 接口。

2) 智能化应用：宜集成 AI 辅助设计模块，提升设计效率。

6.2.4 数字化标准体系

1) 流程规范：应明确设计各阶段交付物清单，包括 IFC 模型、轻量化模型及属性数据表。

2) 权责划分：应建立设计单位、建设单位、施工单位协同管理制度，设计变更需同步更新模型并记录版本日志。

6.2.5 模型拆分与命名规则

1) 拆分原则：须按专业及楼层拆分模型，支持并行设计。

2) 命名规范：应采用“项目代码-专业-楼层-版本号”规则，模型存储格式统一为 IFC+GLTF。

6.2.6 模型审核与更新机制

1) 审核流程：模型需通过三级审核，审核记录应嵌入模型属性字段。

2) 动态更新：设计变更需及时同步至模型，支持历史版本保留，支持区块链存证。

6.2.7 模型深度标准

| 设计阶段 | 模型精度 (LOD) | 信息颗粒度要求 |
|-------|------------|----------------|
| 方案设计 | LOD200 | 构件类型、空间布局、主要参数 |
| 施工图设计 | LOD300 | 构件尺寸、材料、连接节点 |
| 深化设计 | LOD400 | 安装工艺、工艺参数、质检要求 |

6.2.8 BIM 正向设计体系

1) 设计流程：应建立“方案 BIM→施工图 BIM→深化 BIM”全流程体系，实现图纸与模型一致。

2) 应用场景：

- 造价咨询：基于模型自动生成工程量清单；
- 性能分析：集成能耗模拟、风环境模拟，优化设计方案。

6.2.9 智能设计辅助工具

1) AI 辅助：可采用生成式设计生成多方案比选，优化结构体系选型效率。

2) 参数化设计：可采用参数化设计分析工具实现幕墙单元自动排布、机电管线综合优化等。

6.2.10 三维计量与计价

1) 工程量提取：可基于 IFC 模型自动提取构件工程量，与造价软件双向互导。

2) 限额设计：利用模型进行动态成本监控，可及时触发超支预警响应。

6.3 标准化设计

6.3.1 模数协调与多样化统一

1) 应执行《建筑模数协调标准》（GB/T 50002），采用“少规格、多组合”设计方法。

2) 须建立模数化设计审查机制，确保建筑平面、立面及构件尺寸符合模数网格。

6.3.2 部品部件标准化设计

应对工程各专业的部品部件、细部接口进行标准化设计，提高标准化程度

6.3.3 参数化构件开发

1) 应开发参数驱动的标准化构件库，覆盖项目需求。

2) 应优先采用国产参数化设计工具。

6.3.4 质量控制流程

应加强标准化部品部件的质量控制流程,确保所有标准化部品部件符合行业标准和法规要求。标准化部品部件需通过工厂预制质检以及现场安装验收,并关联 BIM 模型质检记录。

6.3.5 标准化资源库建设

1) 宜搭建项目级、企业级标准化资源库,资源库包含部品部件参数库、工艺工法库、典型构造节点库;企业级资源库与地区智能建造平台对接。

2) 设计环节应可快速调用资源库内的标准件进行装配式设计,采购环节应可快速选择符合设计要求的生产厂家。

6.3.6 装配式建筑应用

1) 新建公共建筑、市政桥梁、轨道交通、交通枢纽等应优先采用装配式建筑。

2) 宜采用装配化装修。开发整体厨房、卫浴等集成化、模块化建筑部品,将装配化装修与装配式建筑的深度融合。

3) 装配式建筑应根据工程项目实际情况和任务需求,选择合适的 BIM 应用程度等级,在初步设计阶段开始创建相关专业的任务信息模型。

4) 装配式建筑 BIM 模型应根据项目实际需求创建主体结构构件、围护墙和内隔墙部件、集成厨房、集成卫生间、标准化户型、装配化装修等模型。

5) 装配式建筑 BIM 模型应包含建筑、结构、机电、内装修等专业相关信息,并遵循部品部件模数化、标准化的要求,符合少规格、多组合的原则。

6) 装配式建筑 BIM 模型深度应按方案与扩初设计阶段、施工图设计阶段和深化设计阶段分别确定。

6.4 仿真驱动设计

6.4.1 性能仿真应用

1) 场景选择:应结合项目类型及设计需求,开展声学、光学、热工、风环境、地震灾害、火灾模拟及应急疏散仿真,优化方案舒适度、能耗、安全性;

2) 国产工具适配:应优先采用国产多物理场仿真软件,禁止非国产软件用

于关键性能验证。

6.4.2 多物理场协同仿真

- 1) 风环境：宜对高度 $\geq 100\text{m}$ 建筑或跨度 $\geq 50\text{m}$ 桥梁进行数值风洞仿真。
- 2) 火灾模拟：宜基于 FDS 工具构建全尺寸火灾模型。
- 3) 地震响应：宜采用 ETABS 进行弹塑性时程分析。

6.4.3 结构性能化设计

- 1) 适用范围：建筑高度 $\geq 200\text{m}$ 或结构体系创新时，应进行性能化设计，明确性能目标。
- 2) 验证要求：通过 Pushover 分析验证性能目标，结果需经专家评审。

6.4.4 机电系统正向设计

- 1) 一体化仿真：应基于 BIM 模型开展机电系统（暖通、给排水、电气）性能化设计。
- 2) 国产化适配：机电设计软件需兼容国产 BIM 平台。

6.4.5 运维前置虚拟调试

宜运维前置，基于仿真及虚拟调试技术，辅助设备选型，优化设备控制策略，提高建筑室内舒适度，提高机电系统的可靠性并延长使用寿命。

6.5 数字设计交付

6.5.1 数据模型兼容性

- 1) 格式标准：交付模型须采用开放、可扩展的 IFC 格式，辅以轻量化 GLTF 格式供可视化应用，禁止使用加密或私有格式。
- 2) 长三角互通：与上海、苏州等地共享模型时，需兼容等区域标准。
- 3) 扩展性要求：模型需预留生产、施工阶段参数字段，支持全生命周期数据扩展。

6.5.2 数据模型准确性与完整性

- 1) 精度要求：几何精度以及属性完整度应满足项目要求。

2) 数据校验：通过区块链存证技术固化模型版本，支持全生命周期数据追溯，支持校验记录留存。

6.5.3 三维模型交付规范

1) 交付内容：

- 包含 LOD300 以上设计模型、轻量化展示模型及属性数据表；
- 关键数据嵌入 BIM 模型属性字段，支持正向设计调用。

2) 智能生产适配：模型需与智能生产设备接口兼容。

6.5.4 协同平台交付管理

1) 平台要求：应采用国产协同设计平台，支持模型审核、版本管理及跨区域数据推送。

2) 审核流程：模型需通过三级审核，审核记录嵌入模型属性字段。

7 智能生产

7.1 一般规定

7.1.1 数据模型深化与反馈

1) 数据模型深化：生产阶段宜在设计阶段的数据模型基础上深化完后进行。

2) 多向反馈：生产数据需实时回传至设计平台，支持模型动态修正。

7.1.2 数字化生产系统互联

1) 系统对接：智能生产管理系统需与设计软件、订购系统无缝对接。

2) 工艺信息转换：宜通过解析 BIM 模型自动生成工艺信息，支持施工进度联动调整。

7.1.3 柔性生产与设备

智能生产设备需满足离散型和柔性化(混线生产)需求，支持系统实时调度。

7.1.4 专项方案编制

智能生产宜根据总体策划方案编制智能生产专项方案。专项方案内容宜包含

设备选型、工艺流程图、数据接口规范及应急预案。

7.1.5 智能化物流管控

1) 系统评价：应可以对智能定位、运输调度、仓储管理等系统进行评价：

2) 数据互通：物流数据需同步相应的管理平台，支持施工阶段物料需求预测。

7.1.6 一物一码全周期管理

1) 编码规则：部品部件宜采用编码体系，绑定二维码/RFID 标签，信息包含：

- 生产数据（批次号、质检报告）；
- 物流数据（运输轨迹、签收记录）；
- 施工数据（安装位置、工艺参数）。

2) 区块链存证：关键节点（生产、出厂、安装）数据需上链，可支持全生命周期追溯，防篡改。

7.2 生产工厂智能化管理

7.2.1 数字化平台建设

宜建立基于工业互联网的智能工厂管理平台，集成 BIM 设计、MES 制造执行系统、WMS 仓储管理系统、TMS 运输管理系统及 IoT 设备数据，实现生产全流程数字化管控。平台需支持多源数据融合。

7.2.2 生产计划管理

1) 智能排程：应基于 BIM 模型生成生产计划，结合订单优先级、设备状态、物料库存动态优化排程，可以支持多工厂协同排产。

2) 高级计划与排程：应可以集成设备产能、物料供应、人员技能数据，实现工序级动态调度。

7.2.3 生产过程控制

1) 自动排产：智能生产管理宜搭建户需求与生产执行系统的对接交互平台，实现数据互联互通，根据订单和项目需求进行自动化排产。具有智能排产、快速

重排、快速变排的能力。

2) 数字孪生应用：宜构建车间数字孪生模型，实时映射设备运行状态、物料流动路径，支持虚拟调试与异常预警。

7.2.4 产品质量管理

1) 质量追溯体系：部品部件宜采用 OmniClass 编码，绑定 RFID 标签，记录生产批次、质检报告、操作人员信息，支持全生命周期追溯；质检数据可自动上传至区块链存证，防篡改。

2) 质量检测：宜部署 AI 视觉检测系统或自动质量检测识别系统。

7.2.5 车间库存管理

1) 智能仓储：宜采用半自动和全自动立式仓储系统，在仓储中融入互联网信息管理和自动化技术，达到产品分类明确，提升库存空间利用率和出入库效率；库存数据可实时同步至生产计划系统。

2) 物料追溯：物料批次宜与 BIM 模型关联，支持正向追溯与反向追溯。

7.2.6 运输与调度管理

1) 智能运输规划：宜基于 GIS 地图与实时交通数据，动态规划最优运输路径；运输车辆应配备 GPS+北斗双模定位，支持电子围栏监控。

2) 装卸协同：构件装车前校验 BIM 模型与实物编码。

7.2.7 设备与能源管理

1) 设备互联：生产设备应联网，设备状态数据支持实时上传至 MES 系统；

2) 绿色生产：可监控车间能耗，支持通过 AI 算法优化设备运行参数。

7.2.8 数据与协同管理

1) 数据治理：生产数据宜分类存储，跨工厂数据能共享并互相兼容。

2) 精益化协同：

- 宜建立设计-生产协同机制，BIM 模型变更同步至生产计划系统；
- 每月应生成《生产运营分析报告》，涵盖产能利用率、质量合格率、成本控制等核心指标。

7.3 部品部件智能生产线

7.3.1 智能化生产线建设

1) 技术集成：预制构件生产宜集成机器人、高精度变位机、机器视觉检测系统等智能装备，实现全流程自动化控制。

2) 数据互通：生产线需与工厂MES系统实时对接，工艺参数满足要求，数据实时传输到相应的平台。

7.3.2 预制混凝土部品部件生产线

1) 数字化模型驱动：

- 钢筋网笼加工：可以基于BIM模型生成加工程序，自动调整钢筋间距，焊接质量通过机器视觉检测；
- 叠合板尺寸控制：应采用数控液压模板系统，可支持自动完成混凝土浇筑与振捣。

2) 智能质检：

- 内部缺陷检测：宜采用超声波探伤技术，空洞、蜂窝等缺陷检测；
- 尺寸测量：宜通过三维激光扫描，关键尺寸误差满足要求。

7.3.3 钢结构部品部件生产线

1) 全流程无人化：宜在切割下料阶段可实现全无人化和智能监控；组焊矫阶段可实现全自动的翻转和在线矫正；钻锁阶段可采用控制软件自动识别不同工件的加工路径；总装焊接可实现360度全角度翻转变位和参数化（模块化）编程焊接。

2) 智能仓储与物流：立体仓库采用AGV无人搬运。构件出库前应通过RFID标签校验。

7.3.4 预制混凝土构件智能生产线

1) 智能生产线：可设置中转工位，可进行放料精准计量、钢筋自动上料等功能；具有智能混凝土搅拌站系统，集成物料自动入库、后台自动上料等功能，

实现混凝土生产的自动化和智能化；

2) 智能质量检测：具有智能混凝土内外关键特征测量检测质检系统，实现产品各项尺寸、性能指标的自动化质检并与数字化管理系统对接。

7.3.5 钢结构模块智能生产线

1) 智能化生产线宜可实现自动化下料、搬运、焊接、喷涂等基础功能，可适宜兼容多种规格钢构件成型，具有智能立体无人操作仓储，入库、理货、出库等均由系统判断输出指令，设备自动执行。

2) 具有智能钢结构测量检测质检系统，实现钢结构质量、变形智能监测；具有自动化焊接机器人、数控型钢切割机器人等生产工艺方面智能设备装备的宜用。

7.3.6 装饰装修部品部件智能生产线

1) 装饰装修板材智能生产线宜采用板材包覆系统，实现板材的精确定位和自动化涂胶、覆膜及切割，提高包覆效率。

2) 自动化集成上下料机械手、红外流平机、高精度打印机、干燥机等技术，实现板材自动上下料、数码喷墨印花、涂料辊涂等智能涂装工作。

7.4 部品部件智能化物流管理

7.4.1 智能定位与导航

1) 技术选型：

- 宜采用 UWB（超宽带）定位技术，定位准确，支持 AGV 实时避障与路径规划；
- 应采用二维码定位作为备用方案，编码规则符合 OmniClass 标准。

2) 应用场景：宜用于厂区内物料搬运、构件转运及跨区域运输车辆导航。

7.4.2 智能运输系统

1) 设备要求：叉车 AGV 与背负式 AGV 需支持 5G 通信；运输路径支持动态优化，结合 GIS 地图与实时交通数据。

2) 系统集成：AGV 调度系统应与 MES 生产系统无缝对接，物料配送计划与生产进度匹配误差较小。

7.4.3 智能仓储管理

1) 仓储配置：应采用全自动立体仓库（AS/RS），半自动仓储区配置 RFID 货架，支持扫码出入库。

2) 数据互通：仓储管理系统（WMS）与 MES、TMS 系统须实时同步数据。

7.4.4 数字化编码体系

1) 编码规则：

部品部件应采用 OmniClass 编码体系，绑定 RFID 标签与二维码，信息包含生产批次、质检报告、物流轨迹等；

2) 区块链存证：

关键节点（生产、入库、出库）数据应上链，支持全生命周期追溯，防篡改。

7.4.5 运输过程智能化追溯

1) 实时监控：运输车辆应配备 GPS+北斗双模定位，温湿度传感器。异常事件应自动触发告警。

2) 路径优化：应基于 AI 算法动态规划运输路径，降低空驶率和运输成本；

8 智能施工

8.1 一般规定

8.1.1 智能施工专项方案编制

1) 方案内容：

- 施工单位应根据智能建造总体规划方案编制智能施工专项方案；

- 智能施工专项应集成物联网设备部署方案、智能装备选型依据，明确主要工序环节中对智能建造技术和装备的应用计划。依据方案对施工过程进行跟踪指导，并在施工完成后对方案实施效果进行评估
- 数据信息应互通互享，互相兼容、需制定风险应急预案。

8.1.2 全过程协同管理机制

1) 数据共享要求：施工平台宜与设计、生产、运维平台无缝对接，数据颗粒度至施工工艺级；

2) 协同应用场景：设计变更需同步至施工模型，施工进度偏差大时会自动触发预警。

8.1.3 数字技术集成应用

1) 技术集成：

- 应集成 BIM+GIS 融合应用：施工场地布置应合理，土方平衡计算误差小；
- 物联网全覆盖：塔吊、升降机等设备宜与互联网相连，且可以进行数据采集。

2) 国产化适配：核心施工管理软件宜尽量国产化，非国产软件不宜用于关键数据决策。

8.1.4 智能化施工管控

1) “人机料法环测”全要素管理：

- 人员：关键岗位需持证上岗，每天统计 AI 考勤打卡数据；
- 建筑机器人或智能装备：“危、繁、脏、重”施工环节宜采用建筑机器人或智能装备，提高施工智能化水平大力推广应用技术成熟度高、实施效益明显的智能建造装备及建筑机器人，提高施工质量和效率，保障建筑工人人身安全和职业健康；
- 材料：进出库材料宜进行 RFID 标签，提高材料利用率；
- 环境：施工现场宜布设扬尘监测传感器，数据实时上传至智慧工地平台。

2) 动态调整机制：基于 BIM 模型与实时施工数据，自动生成进度调整建议，提高施工效率。

8.1.5 数据驱动的施工优化

1) 数据采集范围：包括施工进度、材料消耗、能耗；质量问题。

2) 分析报告要求：每月生成《智能施工分析报告》，涵盖进度偏差率、成本超支率、碳排放强度等核心指标；数据存储格式统一为 IFC+JSON，支持数据共享。

8.1.6 数字化交付要求

1) 交付内容：

- 宜包含施工模型、工程日志、质量安全验收记录；
- 关键数据应嵌入 BIM 模型属性字段，支持运维阶段调用。

2) 交付标准：模型文件应完整准确，数据能互享互通，宜可与其他施工平台兼容。

8.2 工地数字化管理平台

8.2.1 平台架构与技术要求

1) 技术集成：

- 应基于 BIM 模型构建工地数字化管理平台，集成物联网、5G 通信、AI 视觉分析、区块链存证等技术，实现“人、机、料、法、环”全要素数字化管控；
- 平台宜支持多源数据融合，数据接口开放，接口数据传输率高。

2) 国产化适配：

- 核心管理软件优先采用国产软件，非国产软件不宜用于关键数据决策；
- 视频监控设备优先采用国产 AI 摄像头，连接人脸识别系统。

8.2.2 功能模块与业务场景

数字化平台应包括工程项目管理系统、工程机械管理系统、视频监控系统、作业人员管理系统、工程质量管理体系以及工程企业综合管理系统等功能板块，能满足工程建设项目施工工地数字化管理需求。

8.2.3 数据集成与交互

1) 数据集成:

- 宜基于 BIM 模型构建工地数据中台，整合施工进度、质量安全、能耗等数据；
- 非结构化数据宜压缩存储，支持区块链存证。

2) 数据交互:

- 平台与设计、生产阶段数据接口应兼容，模型变更同步误差小；

8.2.4 智能应用场景

1) 施工模拟与优化:

- 宜基于 BIM+GIS 融合技术，动态模拟施工场地布置；
- 宜利用 AI 算法生成施工方案优化建议。

2) 应急管理:

- 突发事件应可以自动触发应急预案；
- 宜具备应急物资调度路径优化功能，响应效率提升较高。

8.3 智能化施工管理

8.3.1 人员身份与行为管理

1) 人脸识别: 应采用 AI 视觉+红外感知技术，实现人员进出工地人脸识别，识别准确；

2) 电子围栏联动: 人员越界时应可以自动触发告警，并通过 MES 系统推送至安全员移动终端。

3) 考勤与工时统计: 应基于 UWB 定位技术，自动记录人员出勤时间、工效数据；数据实时同步至项目管理平台，支持劳务费用自动核算。

8.3.2 车辆与物流管理

1) 智能进出管理: 车牌识别应采用 OCR 技术，识别准确，支持自动登记与过磅数据联动；车辆路径规划与 AGV 调度协同。

2) 称重与物资追踪:

- 地磅传感器数据实时上传至区块链存证, 且具有防篡改功能;
- 物料运输状态可通过物联网传感器动态监测, 异常告警响应灵敏。

8.3.3 AI 视频监控与安全预警

1) 实时监控:

- 宜部署 4K AI 摄像头, 覆盖工地全域, 支持安全帽佩戴识别、危险区域入侵告警;
- 视频流应可回传至云端, 存储周期满足项目要求, 且支持事件回放与 AI 取证。

2) 智能分析:

- 宜自动识别未戴反光衣、烟雾明火等风险, 告警响应灵敏;
- 每月应生成《安全行为分析报告》, 违规行为整改及时闭环。

8.3.4 人员定位与动态管控

1) 高精度定位:

- UWB 定位准确, 电子围栏设置粒度至工区级;
- 支持人员密度热力图实时生成, 可配置超员告警阈值。

2) 活动轨迹分析:

- 宜基于时空大数据分析人员移动路径, 优化工序衔接;
- 数据脱敏后宜共享至监管平台, 支持安全督查。

8.3.5 特种作业智能监管

1) 流程数字化:

- 特种作业审批单宜通过区块链存证, 审批流程可线上进行;
- 作业人员定位应与电子签名绑定, 离岗超时会自动触发告警。

2) 环境监测:

- 气体传感器实时监测, 浓度超标可自动启动通风设备;
- 视频 AI 可同步识别动火作业规范, 违规行为自动抓拍。

8.3.6 大型机械安全监测

1) 塔吊与升降机监控:

- 应安装倾角传感器、风速仪, 实时监测垂直度偏差、可自动停机预警;
- 塔吊应设置回转半径超限告警, 数据同步至智慧工地平台。

2) 施工升降机:

- 应设置载重传感器动态校验, 超载时自动锁止;
- 应设置梯笼门磁传感器监测, 未关闭到位时禁止启动。

8.3.7 机械安全辅助系统

1) 5G+AI 防碰撞:

- 塔吊群宜设置智能防碰撞系统, 基于 5G 低延迟通信, 响应时间短;
- 宜进行吊装路径动态规划, 避开障碍物。

2) 盲区监控:

- 吊装区域可部署毫米波雷达, 盲区物体检测准确;
- 可配备 AR 眼镜实时叠加吊装轨迹, 辅助操作员精准作业。

8.3.8 环境与能耗智能管控

1) 扬尘与噪声监测:

- 雾炮机宜联动扬尘传感器, PM10 超标自动启动喷雾降尘;
- 噪声监测数据应实时上传。

2) 能耗数字化:

- 智能电表/水表宜按区域分类设置和计量, 数据颗粒度至设备级;
- 能耗异常自动触发诊断, 能自动进行节能优化。

8.3.9 施工安全参数监测

1) 结构安全:

- 宜设置自动化基坑监测点, 可配置位移预警阈值;
- 高支模应力传感器应实时上传数据, 超过设计值自动发出预警。

2) 数据闭环: 监测数据应支持触发整改工单, 整改记录区块链存证。

8.3.10 环境监测与整改联动

1) 多源数据融合:

- 扬尘、噪声、污水排放数据应与 BIM 模型空间关联；
- 环保违规事件自动生成整改报告，联动市政平台推送处置进度。

2) 智能报告生成：宜基于自然语言处理技术，自动生成《环境监测日报》，关键指标对比分析。

8.4 虚拟施工

8.4.1 施工组织模拟与优化

宜基于 BIM 模型对场地布置、交通流线组织、流水段划分与工序穿插等工程整体施工组织进行合理性模拟分析，评估施工组织的效率和效果，预测可能存在的问题和风险，优化施工组织方案。

8.4.2 设计碰撞优化与图纸校审

1) 智能检测：

- 应检测 BIM 模型中建筑、结构、机电专业碰撞点；
- 应通过参数化设计工具自动调整管线排布。

2) 数据标准：模型需按数据分类标准分类存储，非结构化数据压缩存储。

8.4.3 危险性分部分项工程工艺模拟

1) 高风险工序覆盖：

- 对深基坑、大跨度钢结构、高空作业等危险工序宜建立数字孪生模型，模拟相关工序的施工工艺；
- 宜通过有限元分析验证施工工艺安全性，关键节点预警阈值可配置。

2) 模拟验收：模拟结果需经专家评审，模拟后可进行施工方案优化，危险源识别。

8.4.4 临时设施与大型设备安全仿真

1) 结构仿真：

- 对塔吊、施工电梯等大型设备宜进行力学仿真；
- 临时道路与堆场布置模拟需满足消防通道宽度和疏散距离要求。

2) 应急疏散模拟：宜基于 BIM+GIS 技术模拟火灾、地震等场景，提升疏散路径优化效率。

8.4.5 高风险作业虚拟培训与演练

1) VR/AR 技术应用：

- 宜开发高空作业、机械操作等高风险场景 VR 培训系统；
- 应急演练应支持多人协同。

2) 数据联动：培训记录应与人员资质证书绑定，数据实时同步至嘉兴市智能建造监管平台。

8.5 智能化装备

8.5.1 测绘无人机

1) 无人机测绘

- 采用多光谱传感器+RTK 定位技术，进行地形测量和土石方量计算；
- 软件需支持自动分层统计（如按土层硬度分类），数据同步至云端。

2) 国产化适配：优先采用国产无人机，非国产软件不宜用于关键数据处理。

8.5.2 三维测绘机器人

宜采用三维测绘机器人，通过机器人自动规划路径到达待测区域，利用点云扫描仪快速精确自动扫描测量墙面、柱面的平整度和垂直度。

8.5.3 实测实量机器人

宜采用实测实量机器人，对建筑物的尺寸、形状、位置等进行精确的测量和记录，自动统计形成智能报表并上传至云端，实现数据智能分析。

8.5.4 混凝土整平与磨光机器人

宜采用混凝土整平机器人、底面磨光机器人，对混凝土浇筑进行自动振捣和磨平。

8.5.5 智能抹灰机器人

宜采用抹灰机器人，根据设定的程序，实现自动行走、调平、上料、抹灰施

工。

8.5.6 清扫机器人

宜采用清扫机器人，进行楼面清扫，实现自动定位和导航、自动停障、自动清扫、垃圾收集、自动定点倾倒等作业。

8.5.7 智能塔吊与施工机械

宜采用智能塔吊、智能施工电梯、智能施工升降机、智能混凝土布料机、无人推土机、远程操控及智能驾驶挖掘机、智能运输车等智能机械装备，辅助现场施工。

8.5.8 电动施工机械

宜采用电动磨盘、钢筋一体弯箍机、振平覆膜一体机、全自动钢筋捆扎机、钢筋电子划线器、电动扳手、电动钢筋弯曲机、电动钢筋切断机、长竿大面积、红外线水平仪等工具进行现场施工作业。

8.6 工程数字化交付

8.6.1 制定数字化交付方案

1) 交付内容：

- 应包含 LOD400 施工模型、工程日志、质量安全验收记录、竣工图纸、工程量清单、工程所处环境信息，明确数字化交付的数据要求、职责权限、交付计划。
- 成果交付内容及精细度宜满足建设单位、设计单位提出的交付及运维基本要求。

2) 运维适配：模型宜预留运维参数接口，支持运维平台直接调用。

8.6.2 数字化资料管理

1) 平台功能：

- 宜采用国产文档管理系统，支持自动分类、智能检索、版本追溯；
- 数据接口开放，兼容其他平台数据交换协议。

2) 资料数字化存储：非结构化数据压缩存储，原数据标注符合数据分类标准。

8.6.3 电子签章与流程合规

1) 技术要求：

- 电子表单符合《电子签名法》要求，签章需验证成功；
- 施工进度与资料生成同步，按规定采用电子签章等技术编制电子表单文件。

2) 权限管理：建设单位、施工单位、监理单位应分级权限控制。

8.6.4 纸质文档数字化处理

1) 扫描与加工：

- 减少纸质版文档的宜用，对于必须使用纸质版文档的项目，宜对纸质文档进行电子扫描存档，并对电子文档进行二次结构化数据加工处理。
- 采用区块链存证技术固化扫描件哈希值，防篡改。

2) 存储规则：电子文档与纸质扫描件关联存储，元数据标注“双套制”标识，保存周期满足要求。

8.6.5 竣工模型与无损接入

1) 模型一致性：

提交竣工 BIM 模型且模型数据应与实际完工工程保持一致，模型数据及竣工资料宜通过施工管理平台无损接入运维平台或具备无损接入运维平台的条件。

2) 数据完整性保障：

- 交付前执行模型合规性检查，保证模型正确合规；
- 跨区域项目模型需兼容其他平台。

9 智慧运维

9.1 一般规定

9.1.1 BIM 运维模型与平台建设

1) 模型精度要求:

- 运维模型需基于施工阶段模型优化, 在满足运维阶段使用要求的同时, 模型细度 \geq L0D200;
- 支持动态更新, 确保模型与实体建筑状态一致。

2) 平台功能:

- 应集成结构健康监测、设备运行状态监控、应急事件管理等模块;
- 数据接口应兼容 IFC+JSON 格式, 可与地区 CIM 平台数据交互。

3) 国产化适配: 应优先采用国产 BIM 运维平台, 禁止非国产软件用于关键数据分析。

9.1.2 数据驱动的性能优化

1) 大数据分析:

- 宜基于设备运行日志构建 AI 预测模型;
- 可优化建筑能效。

2) AI 算法要求:

- 应采用国产算法框架;
- 关键算法需通过第三方认证。

9.1.3 物联网实时监控与自动化管理

1) 传感器部署:

- 关键区域需布设传感器, 监测参数包括温湿度、振动、烟雾浓度;
- 数据采集频率应满足运维需求, 异常事件应设置自动触发告警。

2) 设备联动控制:

- 应可以支持 BACnet/IP 协议, 实现空调、照明等设备自动化调节;

- 非结构化数据压缩存储率满足运维需求,元数据标注符合数据分类标准。

9.1.4 预测性维护与全周期管理

1) 维护策略:

- 宜建立基于设备寿命的预测模型,预警潜在故障;
- 制定预防性维护计划。

2) 数据闭环:

- 运维数据可实时反馈至设计模型,支持反向优化设计;
- 区块链存证关键运维事件。

9.2 智慧运维管理

9.2.1 运维全生命周期管理

1) 数字化移交:建设项目竣工时,需将设计、施工阶段的BIM模型、设备参数、运维手册等数据完整移交,形成运维阶段的基础数据库;

2) 全周期监测:对建筑结构安全、设备性能、能耗等关键指标可进行长期监测,支持从建设到拆除的全生命周期分析;

3) 预防性维护:可通过设备运行数据预测故障,制定维护计划,减少突发性停机损失。

9.2.2 多系统协同与联动管理

1) 跨系统集成:运维管理系统与消防、安防系统、楼宇自控、能源等子系统可深度集成,实现同一管控与联动响应;

2) 应急预案管理:应制定数字化应急预案,支持突发事件的自动预警、资源调度和处置流程闭环管理;

3) 空间协同管理:可利用BIM模型可视化展示空间使用状态,优化设备检修路径、人员动线等;

4) 数据联动:空间管理数据应同步至城市级CIM平台,支持政府监管与资源调度。

9.2.3 数据驱动的运维决策

1) 数据标准化：遵循统一的数据编码、语义和接口标准，确保运维数据互联互通；

2) 数据分析与应用：

- 实时监测能耗、设备状态等数据，可进行生产能效优化建议；
- 可利用历史数据训练 AI 模型，预测设备寿命、优化维护周期；
- 通过数据挖掘可识别运营异常。

3) 数据安全与隐私：应明确数据分级保护要求，对敏感信息加密存储与传输，限制权限访问。

9.2.4 智能化运维技术应用

1) 数字孪生：可构建建筑数字孪生体，实时映射物理状态，支持模拟推演运维决策；

2) 自动化巡检：通过无人机、机器人、传感器等能替代人工巡检，提升效率与安全性；

3) 智能诊断：应用 AI 算法可自动识别设备故障原因，生产维修方案。

9.2.5 运维管理制度与流程规范

1) 制度要求：建立运维管理制度，明确岗位职责、操作流程、维护标准及考核机制；

2) 流程自动化：

- 实现保修、派单、处理、反馈的闭环管理；
- 自动化生成运维报告、能耗账单等文档。

3) 人员培训：要求对运维人员进行 BIM、智能系统操作、数据分析等技能培训，确保技术落地。

9.2.6 绿色运维与可持续发展

1) 碳排放管理：监测建筑全生命周期碳排放，提供减排路径建议，支持绿色建筑认证；

2) 资源优化：通过能耗分析优化设备运行策略，降低水、电、燃气消耗；

3) 循环利用：推动老旧设备回收与再利用，减少建筑垃圾。

9.2.7 应急管理 与韧性提升

1) 风险预警：集成灾害预警系统，提前触发应急预案；

2) 灾后恢复：利用数字孪生技术模拟灾后修复方案，缩短恢复时间；

3) 冗余设计：关键系统需具备备份能力，确保极端情况下基础功能正常运行。

9.3 智慧运维平台

9.3.1 多系统集成与平台架构

1) 分层架构：平台需采用分层设计，支持物联网（IoT）、大数据、云计算、人工智能（AI）等技术的深度融合；

2) 标准化接口：提供标准化的数据接口，兼容 BIM（建筑信息模型）、GIS（地理信息系统）、SCADA（数据采集与监控系统）等现有系统，实现多源数据互通；

3) 弹性扩展：支持模块化部署，适应不同规模建筑的运维要求，具备横向扩展能力。

9.3.2 核心功能要求

1) 设备设施管理：

- 实时监控建筑设备（如暖通空调、电梯、照明等）的运行状态，支持远程控制与自动化调节。
- 故障诊断与预警：通过 AI 算法预测设备故障，生成维护工单并联动维修资源。

2) 能源管理：

- 实时监测能耗数据（水、电、气等），分析能效指标，提供节能优化建议。
- 支持碳排放计量与绿色建筑评价。

3) 空间与资产管理：利用 BIM 模型实现空间使用状态可视化，支持资产全

生命周期管理；

4) 应急管理：集成消防、安防等子系统，提供应急预案自动触发及联动处置功能；

5) 用户体验优化：提供移动端应用，支持用户报修、查询服务进度等交换功能。

9.3.3 全场景服务集成

功能模块要求：

| 服务模块 | 核心能力 |
|------|---------------------------------------|
| 生活服务 | 在线缴费、停车位预约、社区养老呼叫响应 |
| 应急管理 | 火灾自动报警联动、疏散路径动态规划 |
| 环境监测 | PM2.5/CO ₂ 实时监测，超标自动启动净化设备 |
| 设备运维 | 设备故障工单自动生成，维修进度实时推送 |

9.3.4 跨平台对接与协同

1) 数据互通标准：

- 应对接数字住建平台，共享建筑能耗、运维成本等数据；
- 应可以兼容长三角 CIM 平台。

2) 产业互联网集成：可接入建筑产业互联网平台，支持设备远程运维。

9.3.5 自然灾害与应急响应

1) 灾害预警与处置：

- 应可以接入气象、地质灾害预警系统，提前 72 小时推送风险提示；
- 地震、洪水等极端场景下，可自动启动备用电源、疏散指引。

3) 数据灾备要求：运维数据须实时备份至异地灾备中心。

9.3.6 安全与可靠性

- 网络安全：符合国家信息安全等级防护要求，部署防火墙、入侵检测等防护措施；

- 数据安全：对敏感数据加密存储与传输，支持权限分级管理；
- 容灾备份：关键业务系统需具备冗余设计，不间断运行。

附录清单

附录 A 智能建造技术标准名录

附录 B 嘉兴市智能建造技术装备应用目录

附录 C 嘉兴市智能建造产业链图谱