

海南省房屋建筑和市政工程
智能建造应用技术导则
(征求意见稿)

海南省住房和城乡建设厅

2024年9月

目录

1 总则	1
1.1 引言	1
1.2 一般规定	1
2. 数字设计	1
2.1 一般规定	1
2.2 数字化设计	2
2.3 标准化设计	4
2.4 仿真驱动设计	4
2.5 数字交付	5
3. 智能生产	7
3.1 一般规定	7
3.2 数据驱动	7
3.3 数字化生产管理	7
3.4 智能生产线	9
3.5 智能化物流运输管理	9
3.6. 数字交付	10
4. 智能施工	11
4.1 一般规定	11
4.2 虚拟建造	11
4.3 施工管理	12
4.4 智能建造装备	14
4.5 数字交付	17
5. 智慧运维	18
5.1 一般规定	18
5.2 智慧运维管理	18
5.3 智慧运维平台	19

1 总则

1.1 引言

1.1.1 为贯彻落实新发展理念，加快推动海南省建筑业转型升级，促进建筑产业绿色、健康、持续、协调、高质量发展，在保证工程质量和安全的前提下规范开展智能建造，制定本导则。

1.1.2 智能建造应结合我省行业发展特点，进行统筹规划，开展智能建造策划，按照数字设计、智能生产、智能施工、智慧运维等分阶段应用或全过程应用。

1.1.3 应用智能建造除符合本导则的规定外，还需符合国家、海南省现行有关标准规范要求。

1.2 一般规定

1.2.1 建设单位应在工程项目前期阶段组织编制项目智能建造策划方案，勘察设计、施工或工程总承包等单位应在参与项目建设后正式开工前编制智能建造策划方案。

1.2.2 全过程应用智能建造项目宜采用工程总承包、工程全过程咨询等组织管理方式，促进设计、生产与运输、施工安装以及使用维护各阶段深度协同，整体提升建造管理集约化水平。

1.2.3 策划方案应明确项目智能建造应用的总体要求、实施计划、实施路径和应用场景。

1.2.4 策划方案中项目组织管理架构应分工有序、职责明确，并配备智能建造专业人员，满足智能建造项目的建设需求。

1.2.5 智能建造应以物联网、人工智能、云计算、大数据、

建筑机器人等新一代信息技术为基础，打造实时自适应于变化需求的高度集成与协同的建造系统，推动新一代信息技术与建筑业深度融合。

1.2.6 智能建造应采用数字化管理平台，以 BIM 模型中心数据为载体，实现数据传递和数据协同，提升项目数字化管理水平。

1.2.7 智能建造宜基于 BIM 模型数据驱动工厂智能化生产、驱动现场装备智能化施工、驱动项目管理。

1.2.8 智能建造应立足于经济技术性能和效益，结合本导则和国家、各省市适宜技术产品体系，合理选用智能建造技术措施，有效提升建设施工效率和质量安全水平。

1.2.9 智能建造宜采用基于国产自主可控内核开发的各类软件。

1.2.10 数据交付方和接收方均应采取网络安全和数据安全保障措施，防止信息泄露、篡改、缺失或损坏，确保数据的机密性和完整性。

2. 数字设计

2.1 一般规定

2.1.1 应充分考虑建造全过程需求和特点，以设计为主导，对建造全生命周期进行统筹规划，为建造各阶段提供技术支撑，确保设计数据向深化、生产、建造和运维环节有效传递。

2.1.2 应建立全过程协同设计机制，确保设计过程中的数据在不同专业、不同企业、不同地域间顺畅交流和共享，项目各参与方数据共享和互联互通，实现生产、施工、运维等单位的前置参与。

2.1.3 宜采用基于 BIM 技术的正向设计方法，在勘察规划、方案设计、初步设计、施工图设计和深化设计的各个阶段采用 BIM 技术进行工程设计和方案论证，按设计深度逐步提升设计模型精度，尽可能复用 BIM 设计模型数据。

2.1.4 应采用面向应用的交付模式，数字设计成果应遵循统一的数据标准格式进行交付，模型数据准确可靠且能满足工程全生命周期内对设计信息的应用要求。数字设计交付应采用明文、开放、可扩展的 BIM 模型数据交换格式。

2.1.5 应坚持标准化设计理念，基于工程模数化标准和三维标准构件库进行工程模数化设计，满足工程装配式要求，提高设计、生产、建造和运维等各环节的实施效率。

2.1.6 数字化设计技术应用应以提高工程设计方案的经济性、安全性、舒适性和满足上下游生产、建造、运维交付等为目标。

应结合工程类型、特点和业主方的要求选择合适方法优化设计。应结合设计深度、上下产业链交付的要求选择合适的模型精度和信息颗粒度。

2.2 数字化设计

2.2.1 应采用安全可控的 BIM 软件,搭建 BIM 协同设计环境,明确参与数字设计的人员分工、操作权限和管理制度,以三维数字模型为载体,推动各专业间的协同设计与高效协作。

2.2.2 应集成不同阶段和不同专业的设计成果,形成一个统一的、协调的设计方案,以提高设计的整体性和一致性。

2.2.3 宜采用云端化、智能化、实时化的协同设计平台进行任务分工、设计提资、图模会审、模型数据集成管理等工作,实现数字设计成果轻量化、云存储和数据分发、智能化应用。

2.2.4 应建立数字化应用标准体系,明确设计流程、组织架构、配合机制、各阶段交付物和相关人员权责,实现工作流程的统一和优化。

2.2.5 应结合项目类型及专业特点,统筹模型拆分原则和整合方式。应标准化模型命名体系,并采用标准化的格式进行模型的储存、交互、管理和数据传递。

2.2.6 应制定模型的审核及更新机制,确保模型信息的准确性和时效性,适应项目进展中的变更需求。

2.2.7 应结合项目类型及专业特点,制定相应的模型深度标准,明确模型几何信息与非几何信息深度,确保模型信息可以满

足设计、施工及运维各阶段的信息继承与流转。模型深度标准应覆盖项目各个阶段，包括设计、生产、施工及运维等阶段。

2.2.8 应在勘察、规划、方案设计、初步设计、施工图设计和深化设计各个环节进行数字化技术应用，达到优化设计和数据集成的目的。

2.2.9 应采用数字化技术支持勘察数据采集工作，实现工程勘察全过程数据的快速准确采集和数字化交付。

2.2.10 宜采用正射影像、倾斜摄影、三维激光扫描等新技术采集地形地貌和既有建筑数据，形成实景三维模型，用于周边环境信息集成，为项目设计和施工提供数据支撑。

2.2.11 宜利用勘察数据创建岩土工程信息模型，用于场地环境分析、地质条件分析、岩土工程设计及优化等，为项目设计和施工提供数据支撑。

2.2.12 宜推进 BIM 正向设计。鼓励建立规范化的正向设计体系，应用 BIM 技术开展造价咨询、方案比选、性能分析、优化设计等设计工作，以三维模型驱动设计协同和设计管理。BIM 正向设计要求实现图纸和模型数据的一致性，即图模一致。

2.2.13 应采用 BIM 技术进行三维漫游、三维侦错、管线综合和净空优化等工作，解决设计错漏碰缺问题，优化净空和管线排布方案，提高设计图纸和模型的质量。

2.2.14 宜使用人工智能技术辅助工程设计，优化设计方案，提高设计效率和质量。

2.2.15 宜采用参数化设计、生成式设计、演进式设计和关联设计等智能设计手段辅助方案创作和优化设计。

2.2.16 宜利用三维模型开展工程计量计价工作，以辅助限额设计、设计概预算编制和工程招标。

2.3 标准化设计

2.3.1 应坚持标准化设计理念，贯彻模数协调标准，采用少规格、多组合的设计方法，实现标准化和多样化的统一。

2.3.2 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。

2.3.3 宜开发参数驱动的标准化构件、模块、产品、样板等部品部件，推进工程设计标准化和部品部件生产工艺流程数字化，提高生产和装配效率。

2.3.4 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。

2.3.5 宜搭建项目级、企业级标准化资源库，对部品部件的生产厂家、产品规格和技术标准等信息进行数字化管理，提升部品部件的实用性。在设计环节可快速调用资源库内的标准件进行装配式设计，在采购环节可快速选择符合设计要求的生产厂家。

2.4 仿真驱动设计

2.4.1 应结合项目类型和设计需求选择仿真场景，运用基于三维模型的性能仿真技术，优化设计方案，提高舒适度、经济性和安全性。

2.4.2 宜使用基于三维数字模型的多物理场仿真技术，对声学、光学、热学、风环境、地震灾害、海啸、火灾模拟及应急疏散等场景进行性能仿真应用，优化设计，提升性能。

2.4.3 应对超高复杂工程进行结构性能化设计。

2.4.4 宜对高大复杂建筑和大跨度桥梁进行数值风洞仿真，为设计方案优化、风致振动、风压分布和风环境改良提供技术支撑。

2.4.5 宜对重大工程进行综合灾害评估。通过模拟多种灾害环境，对工程进行全面的风险评估，识别结构的薄弱环节，提高设计安全性。

2.4.6 宜建立基于设计仿真一体化的机电系统正向设计体系，实现机电系统性能化设计。

2.4.7 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。

2.5 数字交付

2.5.1 应全面推进数字化交付模式在工程勘察环节的应用。交付内容应包括项目信息、工程地质调查和地形测绘数据、勘探和取样数据、工程物探数据、原位测试数据、室内试验数据、水文地质数据、岩土工程评价数据以及与工程勘察相关的原始数据、岩土工程勘察报告等。

2.5.2 交付的数据模型应具备兼容性和可扩展性，以适应不

同阶段和不同专业的数据交换和集成。

2.5.3 交付的数据模型应具备准确性和完整性。模型单元组成、模型深度、模型命名规则和分类编码信息等应能满足上下游产业链应用要求。

2.5.4 数字设计阶段宜以数字化模型作为主要交付成果，模型数据宜通过统一的数据格式、数据模板等方式被智能生产设备、智能施工设备有效识别及使用。交付的数据模型信息表达要与其他设计成果一致。

2.5.5 宜采用协同设计平台进行模型审核、模型交付和资料归档，支持模型数据向上下游产业传递。

2.5.6 宜利用人工智能信息技术，建立结构化规范数据库，开发智能化审查工具或平台，实现对规范条文的自动检测和评估。设计单位应根据审查需求，选择相应的规范和工具进行模型数据合规性智能审查，提升审查的效率和准确性。

2.5.7 宜推进三维模型在项目报规报建、工程招标和设计图审等环节的智能审查。交付的数据模型应符合政府等相关业务部门智能审查平台审查要求。

3. 智能生产

3.1 一般规定

3.1.1 智能生产设备和生产线应满足部品部件离散型或柔性生产的要求。

3.1.2 生产阶段应根据智能建造总体策划方案编制智能生产专项方案。

3.1.3 生产阶段应建立数字化管理平台或基于同一个技术原则同其他阶段共用一个平台，形成设计、生产、运输一体化协同管理机制，实现数据的融合汇聚、开放共享、智能决策。

3.2 数据驱动

3.2.1 宜通过条形码、二维码、RFID 等标识技术对产品进行编码，建立产品的分类编码体系，使产品具有明确的数值身份，数值身份可流通、可共享、可附加，并贯穿产品全生命周期，实现对产品的生产信息可追溯管理。

3.2.2 宜通过设计系统与 MES 系统的数据交互，向智能生产线下达设计数据、工艺数据、技术数据、数控程序，驱动各类生产设备，实现设计、制造协同高效生产。

3.3 数字化生产管理

3.3.1 生产阶段应统筹考虑整个生产制造过程的智能化生产、有限能力排产、物料自动配送、状态跟踪、优化控制、智能调度、设备运行状态监控、质量追溯及管理、生产绩效管理等，实现生

产执行管理智能化。

3.3.2 生产管理宜搭建客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,根据订单和项目要求进行自动化排产,支持快速重排、快速应变。

3.3.3 生产管理宜推动企业资源计划(ERP)系统与生产执行系统(MES)的交互。ERP系统向MES系统传递生产任务、采购信息、库存信息、物料配送计划等信息,MES系统向ERP系统传递生产完成情况、物料再制、物料配送情况、异常信息、生产过程质量等信息,实现经营管理与制造的集成。

3.3.4 生产管理宜以实现柔性化的生产流程为目的,向各车间自动分配生产任务及执行计划,并监控、管理、调整各个车间的生产进度,同时对各类生产资源进行实时、动态的调配。生产车间宜以实时、动态的方式向工厂信息中心提供计划达成率、生产进度、工艺及质量、能耗、物料消耗、设备故障(预)诊断、设备利用率、人力资源等数据,提供给生产过程决策系统进行全工厂生产过程及状态的分析优化。

3.3.5 生产管理宜使用智能识别、人工智能、边缘计算等技术,实现产品自动化质量检测,实时采集质量数据,对产品批次进行追踪和检验,给予质量检测数据,实施统计过程控制(SPC),预防质量问题的发生。

3.3.6 生产管理应对生产全过程中的质量管控实现数字化管理,建立数字化的质量档案,实现对产品全生命周期的质量记录,

保证各环节的可追溯性。生产物料应采用条码、电子标签 RFID 等自动识别技术进行识别，实现物料信息的快速录入和查询。

3.4 智能生产线

3.4.1 智能生产线应满足标准化、模块化设计，具备根据不同部品部件生产工艺要求进行不同工艺工序组合的能力，实现可变单元加工，达到部品部件的柔性化、自动化生产效果。

3.4.2 宜通过智能设备集成，结合信息化技术、人工智能技术、工业机器人技术、数据处理技术、移动操控技术、传感器技术、物联网技术、5G 技术等先进技术，构建能够自感知、自学习、自决策、自执行、自适应的智能生产线。

3.4.3 智能生产线中核心工序设备应具备单机应急能力，当集控系统异常或网络异常时仍能保证单机应急作业。

3.5 智能化物流运输管理

3.5.1 宜结合生产信息管理平台、物联网设备、智能终端传感器、RFID 等系统设备，对接生产各阶段原辅材料、产品数据，实时采集物流过程数据并整合分析，建设覆盖场地、服务产品运输，提供库存策略、运输路径规划、资源调配等物流决策等功能的智能物流信息平台；

3.5.2 宜打造智能物流全过程信息管理系统，统筹物流状态跟踪、物流自动配送、智能调度、状态监测、数据追溯及资源配置。

3.5.3 宜应用智能运输技术，实现物流配送管理和车货集中

动态控制，联通道路交通信息、线路诱导和天气状况等信息，为优化运输方案制定提供决策依据。

3.5.4 智能物流信息平台宜实现预制构件出厂运输实时定位、视频监控、与智慧工地、政府侧监管平台等信息化平台数据交互共享。

3.6. 数字交付

3.6.1 应建立完整的生产信息数字化交付标准，明确交付内容、深度要求、数据接口要求、安全要求、流程及成果要求。

3.6.2 宜通过管理平台对数字化交付成果进行管理，根据数据交付标准构建数据模型，数据模型应涵盖数据交付内容，并用于指导后续的数据采集。

3.6.3 产品生产合同、生产过程资料、合格证等文件应采用数字化交付。

3.6.4 宜以 BIM 模型为基础，建立数据与模型的关联关系，通过模型关联产品生产过程数据，实现数据与模型的整体交付、验收与存档。

4. 智能施工

4.1 一般规定

4.1.1 应根据智能建造总体策划方案编制智能施工专项方案。

4.1.2 应建立与策划、设计、生产、运维一体的联动协同管理和数据共享机制，通过全过程协同管理平台覆盖全过程业务数据的传递和全参与方之间协同业务应用。

4.1.3 应综合运用 BIM、物联网、云计算、移动互联网、GIS 等数字技术，提高施工数字化水平。

4.1.4 应针对“人、机、料、法、环、测”、安全以及施工进度管控，通过在线化、数字化、智能化手段，实现施工的在线协同管控。

4.1.5 应采用建筑机器人或智能装备，提高施工智能化水平。

4.1.6 宜基于 BIM 模型数据驱动建筑机器人或智能装备开展自动化作业。

4.1.7 应对智能建造项目的施工工期、总用工量、主要材料仓储和施工损耗、重点耗能设备台班用量、碳排放量等数据进行收集、整理、分析，并形成分析报告。

4.1.8 应采用数字化交付手段，提交包含 BIM 模型与工程相关信息的完整数字化档案。

4.2 虚拟建造

4.2.1 应将设计图纸或模型进行深化设计，转化为施工模型，对各专业碰撞协调问题优化处理，提前解决图纸问题，提升施工

过程准确性，降低施工拆改风险。

4.2.2 应基于 BIM 模型（市政类项目应采用倾斜摄影技术建立施工区域实景模型）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。

4.2.3 应基于 BIM 模型，对各阶段临建布置、临时道路及堆场、塔吊、施工电梯等大型施工设备、脚手架、自升式智能施工平台（造楼机、造桥机、造墩机等）等工程施工措施进行安全性、合理性模拟分析，评估可能面临的风险和安全隐患，优化工程措施。

4.2.4 应建立主要施工工艺模拟 BIM 模型，对施工工艺包含的措施以及施工顺序进行模拟分析，发现施工难点和问题，优化施工工艺。

4.2.5 应基于 BIM 模型，结合成本数据，实现对项目成本的精确估算与预测。

4.3 施工管理

4.3.1 应采用 AI、红外感知、物联网智能穿戴设备等技术手段，实现工地现场人员人脸识别进出场、自动防疫检测、自然灾害预警、出勤统计、作业轨迹查询、工作时长与在岗查询等功能。

4.3.2 应采用 AI、物联网等技术手段，实现车辆进出场车牌识别与自动登记、授权车辆自动放行、车辆过磅数据自动记录等

功能。

4.3.3 应采用 AI、物联网等技术，辅助施工机械设备安全运行，实现塔吊、汽车吊、人货梯等大型施工机械运行状态监测与安全预警。

4.3.4 应采用 RFID、二维码等唯一标识技术和管理软件对部品部件类物料进行数字化管理，实现施工现场物料存放平面布置可视化。

4.3.5 应采用监控摄像机及 AI 技术，对危险区域人员入侵、安全装备穿戴、危险及事故动作进行识别和记录。

4.3.6 应采用实时监控、AI、智能烟感报警、声光报警、危大工程智能监测等技术对施工现场危险源进行辨识和预警。

4.3.7 应采用智能感知设备，对施工现场施工噪声、施工扬尘、建筑垃圾、污水排放、风速等各项环境指标数据进行实时监测、记录、统计、分析、评价和预警。

4.3.8 应采用智能电表、智能水表等设备，对工地现场施工区、生产加工区及办公生活区耗能分别进行计量统计并实时上传，自动监测与评估用电量、用水量等能耗评价指标。

4.3.9 应基于施工 BIM 模型，根据项目施工计划和实际完成进度，进行动态施工进度的模拟，通过对比分析，形成进度差异数据报告。

4.3.10 应基于施工 BIM 模型，进行工程量计算和统计，辅助施工现场材料使用量的计算，通过对比实际工程量、模型实物

量、预算清单量，进行项目资金、成本数据的汇总与分析，实现动态成本控制。

4.3.11 应采用二维码、物联网等技术，记录质量证明资料、进场质量检验、使用部位等信息，以属地方式关联到模型元素。

4.3.12 应采用智能化管理平台及移动端软件，在移动端和PC端进行隐患检查，完成隐患发起、整改、复查闭环管理，实现对技术质量参数的智能化监控。

4.3.13 应采用物联网技术，对供应链中的各种货物信息、运输信息、库存信息等进行实时采集和传输，监控货物的状态和质量。

4.3.14 应采用先进的施工管理平台将上述施工数据等信息集成化管理，为项目管理决策赋能。

4.3.15 应采用隧道围岩识别、自动超欠挖分析、超前地质预报、爆破设计等系统，通过数字化手段采集围岩信息，定量化分析计算爆破设计参数，生成掌子面实施爆破设计，减少炸药单耗和超欠挖量，提高施工安全与工效。

4.3.16 宜采用产业化工人队伍降低项目成本，提高施工效率及施工质量。

4.4 智能建造装备

4.4.1 应采用土方测绘无人机，利用携带的传感器和测量设备，一键采集地形信息，通过自主知识产权软件进行土石方量快速计算。

4.4.2 应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。

4.4.3 应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。

4.4.4 宜采用智能钢筋绑扎机器人，通过移动端操控系统设置钢筋规格参数，实现自主寻找工作区域、自主规划行走路线、自主定位钢筋节点及绑扎、自主避障等功能。

4.4.5 宜采用砌筑机器人，利用智能排砖系统，根据不同砌块种类、砂浆种类以及构造柱留槎方案，实现自动排砖和砌筑。

4.4.6 宜采用墙板安装机器人，对轻质墙板、玻璃幕墙、铝模板等建筑构件进行辅助安装。

4.4.7 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。

4.4.8 宜采用水下机器人，进行水下取样等水下作业，实现水下施工无人化管理。

4.4.9 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。

4.4.10 宜采用现场焊接机器人，通过对视觉特征点进行定位抓取，经过运算处理，实现自动化、智能化焊接。

4.4.11 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。

4.4.12 宜采用智能施工装备集成平台，提供类工厂化的作业环境，实现钢筋绑扎、模架顶升、模板安装、混凝土浇筑及其他辅助工序全天候作业。

4.4.13 宜采用钢筋自动化加工生产线、移动式台座、液压模板、自动振捣、智能蒸养、智能张拉压浆、自动喷淋养护等全套智能设备，实现工艺标准化、作业智能化、管控信息化。

4.4.14 隧道通风设备应采用气体传感器+智能风机控制柜，让整个风机的运行更加科学安全，较大程度地降低用电量，提升节能减排效果。

4.4.15 拌和站现场应投入装配式自动试块制作装备，实现现场坍落度试验及试验数据采集、砼试块制作、24小时标准养护等工艺的全自动化制作。

4.4.16 应采用路面智能摊铺碾压系统，利用北斗高精度定位设备、红外温度探测等智能传感设备，与现场施工智能压路机、智能摊铺机、智能搅拌站等设备结合，实时监测碾压次数、碾压速度、实时温度、压实度等信息，实现路基路面施工的数字化、可视化、智能化。

4.4.17 应采用电动化、智能化机械（新能源自卸车、智能装载机、智能挖掘机、智能桩机、新能源搅拌车、电动车载泵、混动混凝土泵车）等智能施工机械的应用，提升施工效率和质量、

降低施工成本和能源消耗、提升施工安全性。

4.5 数字交付

4.5.1 应制定数字化交付统一标准，明确数字化交付的数据要求、职责权限、交付计划、成果管理等内容。

4.5.2 应基于 BIM 的数字化交付，成果交付内容及精细度应满足建设单位、设计单位提出的交付及运维基本要求。

4.5.3 应采用信息化平台对施工过程资料线上集中存储管理，平台应具备自动分类、归档、查询使用等功能，实现工程档案全流程管理数据交付。

4.5.4 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。

4.5.5 应保证工程资料与建设进度同步形成，按规定采用电子签章等技术编制电子表单文件。

4.5.6 应减少纸质版文档的应用，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，实现文档的数字化交付。

5. 智慧运维

5.1 一般规定

5.1.1 应基于竣工验收 BIM 模型，结合运维设施和相关信息整合得到有效的 BIM 运维模型，模型准确完整。

5.1.2 智慧运维管理应涵盖建筑设备基础信息管理、运行在线监控、日常运行维护、智慧化应用，并应配套建设智慧运维平台。

5.1.3 应基于 BIM 运维模型，按照“数据安全、系统稳定、功能适用、支持拓展”的原则，进行运维平台选型和搭建。

5.2 智慧运维管理

5.2.1 应将房屋建筑及市政基础设施项目主体监测数据过渡到运维阶段。

5.2.2 应结合运维模型进行建筑空间管理，实现空间规划、空间分配、人流管理的自动统计与分析，有效管理建筑空间，保证空间的利用率。

5.2.3 应基于 BIM 运维模型，集成建筑内设备（照明、供配电、电梯、中央空调、地源热泵机组等）几何信息、固有信息和运行信息，可实现设备的信息查看、维修保养、故障告警及处理等。

5.2.4 应利用运维模型和设备设施模型，结合楼宇电力监控系统，在线、实时、远程地对建筑物能源消耗情况进行监测，并可实现特定区域、周期、楼层和房间的能源数据分析，发现能源

管理存在的漏洞，从而有效降低建筑能源消耗。

5.2.5 宜基于 BIM 运维模型进行建筑碳排放计算分析，采取措施降低运维阶段单位建筑面积碳排放强度实现建筑低碳运行管理目标。

5.2.6 宜采用智能机器人、智能设备、无人机等进行安全巡检、质量检测和维修维护等。

5.2.7 应基于 BIM 运维模型，集成楼宇自控系统、视频监控系统、停车系统、消防系统、门禁系统、电子巡更系统，实现实时监控和预警。

5.2.8 宜基于 BIM 技术，将资产相关的海量信息分类存储和关联到 BIM 运维模型之中，并通过 3D 可视化功能直观展现各资产的使用情况、运行状态，帮助运维管理人员了解日常情况，完成日常资产管理工作。

5.2.9 应基于 BIM 运维模型在智慧管网系统直观展示整个管网的布局、监测点位、实时监测管网运行状态及各项参数，当管网出现异常情况时，系统能够立即发出预警，通知相关人员进行处理，确保管网运行的安全和稳定，避免事故的发生。

5.3 智慧运维平台

5.3.1 应将建筑消防系统（FAS）、安防系统（SAS）、建筑设备管理系统（BMS）等智能化系统和 BIM 运维模型有机结合，建立智慧运维管理平台，提高管理效率。

5.3.2 宜基于 BIM 运维模型，结合物联网等技术，融合多源

异构数据，构建运维平台数据库。

5.3.3 平台应采用三维图形引擎、XR 等技术，实现系统和设备可视化表达等基本功能，支持在手机、电脑等终端上轻量化运行，支持用户、工程师、运维管理人员、政府社区管理人员等多渠道访问。

5.3.4 平台应集成建筑构件信息、缴费信息、停车场管理、居家养老、客户服务中心、应急管理、环境监测等服务模块，为用户提供智能高效的生活服务和安全健康的环境。

5.3.5 平台应能支撑对接数字住建、城市信息模型（CIM）基础平台、建筑产业互联网等。

5.3.6 智慧管网系统应能实现收集和分析管网运行数据，系统能够评估管网的健康状况，预测潜在问题，并为维护决策提供科学依据，方便管理人员进行远程监控和调度。

5.3.7 桥梁运维系统应能对监测数据的深度挖掘和分析，预测桥梁的长期运行趋势和部件寿命，为桥梁的维护和保养提供科学依据，避免事故的发生并延长桥梁的使用寿命。

5.3.8 在发生自然灾害或突发事件时，运维系统能够迅速响应并提供相关信息支持，帮助相关部门进行应急处置和协同救援。