

智能建造技术导则
(征求意见稿)

(征求意见稿)

住房和城乡建设部

2024年10月

目 录

1 总则	1
1.1 适用范围	1
1.2 术语	1
1.3 通用技术要求	2
2 数字勘察	4
2.1 一般规定	4
2.2 勘察数据采集和处理	4
2.3 勘察数据应用	5
2.4 勘察数据交付	6
3 数字设计	8
3.1 一般规定	8
3.2 BIM 应用	8
3.3 协同设计	9
3.4 智能辅助设计	10
3.5 设计数据交付	11
4 智能生产	12
4.1 一般规定	12
4.2 数字化生产管理	12
4.3 智能生产线	14
4.4 智能化物流管理	16
4.5 生产数据交付	17

5 智能施工	18
5.1 一般规定	18
5.2 数据驱动施工管理	18
5.3 地基基础智能施工	20
5.4 主体结构智能施工	21
5.5 围护结构智能施工	23
5.6 装饰装修工程智能施工	24
5.7 机电工程智能施工	24
5.8 智能建造装备及建筑机器人应用	25
5.9 施工数据交付	27
6 智慧运维	29
6.1 一般规定	29
6.2 智慧运维平台	29
6.3 建筑结构健康监测	30
6.4 日常运行维护	31
6.5 应急管理	31

1 总则

1.1 适用范围

1.1.1 本导则适用于新建房屋建筑工程勘察、设计、生产、施工、运维等全生命期的智能建造。既有房屋建筑的改建、扩建和市政基础设施建设可参照执行。

1.2 术语

1.2.1 智能建造 intelligent construction

新一代信息技术与工业化建造技术深度融合形成的人机协同建造方式。

1.2.2 数字勘察 digital survey

利用数字技术进行测绘、勘探、测试、试验，形成完备的数字化勘察成果并进行深度应用的工程勘察活动。

1.2.3 数字设计 digital design

利用数字技术进行参数化设计、协同设计、生成式设计、仿真模拟，形成工程项目信息的数字化表达并进行深度应用的设计活动。

1.2.4 智能生产 intelligent manufacturing

利用工业网络及智能控制系统，将生产设备单元按照生产工艺需求集成为具有一定自组织能力的生产装备系统，实现自动化、智能化的生产作业活动。

1.2.5 智能施工 intelligent construction operation

利用数字技术和智能建造装备对施工现场的作业人员、材料物资、机械设备、场地环境和施工过程进行智能化组织和管理。

1.2.6 智慧运维 smart operation and maintenance

基于数据驱动，利用数字技术和智能感知装备对建筑运营阶段的人员、设备和环境进行智能化管理的活动。

1.3 通用技术要求

1.3.1 应以“提品质、降成本”为目标，因地制宜集成应用数字勘察、数字设计、智能生产、智能施工、智慧运维等各阶段的关键技术产品，实现高效益、高质量、低消耗、低排放的智能建造，提升建筑业工业化、数字化、绿色化发展水平。

1.3.2 应将 BIM、数字孪生、物联网、大数据等数字技术融入建筑业，促进工程项目主要工序环节的数字化改造和关键要素资源的数字化表达，形成协调统一的数据体系，全面提升工程建设数字化水平。

1.3.3 应采用全过程数字化交付，明确各阶段、各环节的交付内容、流程与责任，统一数据存储、交换和交付标准，遵守知识产权保护和网络数据安全相关规定，实现工程项目全生命期的数据贯通，打破信息孤岛，重塑数字资产价值。

1.3.4 应采用数字设计技术开展基于 BIM 的建筑、结构、机电正向协同设计，探索人工智能辅助设计，实现数据驱动

的系统化集成设计。

1.3.5 应在建筑部品部件生产中推动以标准化为基础的工业化、数字化、智能化生产方式，采用数字化管理技术、智能生产线及智能化物理管理，实现自动化高效生产。

1.3.6 应推动施工现场“人、机、料、法、环”以及质量、安全、进度全方位数据协同与共享，联动建筑机器人等智能建造装备，实现数据驱动、人机协同的智能施工。

1.3.7 应建立智慧运维平台，针对建筑结构健康监测、日常运营维护、应急管理场景，开展对建筑运维关键要素的自动感知、智能分析、辅助决策与执行，助力实现更加绿色、低碳、智能、安全的建筑使用体验。

1.3.8 应采用物联网、大数据、云计算等技术，建设项目级、企业级、行业级建筑产业互联网平台，联系工程项目各参与方，打通建筑业上下游产业链，实现全产业链各方主体间的业务协同、资源共享、供需对接和管理联动。

1.3.9 宜采用工程总承包、全过程工程咨询、建筑师负责制等新型项目组织模式，融合应用数字技术，进一步提升建设管理水平，保障投资效益、工程质量和运营效率。

2 数字勘察

2.1 一般规定

2.1.1 应采用数字技术进行工程勘察的数据采集、成果形成、质量控制、成果应用和服务扩展，实现工程勘察全过程数据的快速准确采集、高效共享和贯通应用。

2.1.2 应遵循统一的勘察数据格式，满足设计和施工阶段对勘察数字化成果应用和交付的要求，辅助方案分析、优化与决策。

2.2 勘察数据采集和处理

2.2.1 宜采用正射影像技术、测绘航空摄影及摄影测量与遥感等技术，生成数字正射影像(DOM)、数字高程模型(DEM)、数字线划地图(DLG)、数字栅格地图(DRG)。

2.2.2 宜采用倾斜摄影技术，对采集点进行多角度图像数据采集，通过后期数据处理手段进行多角度成像处理，生成支持三维空间量测的高重叠度影像或实景三维模型。

2.2.3 宜采用数字技术，针对工程地质调查和测绘、勘探和取样、工程物探、原位测试、室内试验、水文地质试验等环节，高效准确采集勘察作业时间、人员、位置、影像和成果等数据，并实时传输至勘察数据管理平台，形成勘察数据库。

2.2.4 宜采用卫星导航系统、倾斜摄影、机载激光雷达扫

描技术、三维激光扫描等数字技术采集地形地貌、三维空间要素、高程和外观影像等数据。

2.2.5 宜采用机载激光雷达扫描技术，扫描并计算扫描点的三维坐标值，模拟所测物体形貌。

2.2.6 宜采用三维激光扫描技术，通过记录被测物体表面密集点的三维坐标、反射率、纹理等信息，复建出被测目标的三维模型及线、面、体等各种图元数据。

2.2.7 宜采用可实时探测和采集转速、钻头温度、钻头压力等数据的智能钻机进行工程勘察钻探作业。

2.2.8 宜采用具有数据采集、物联感知、实时定位和无线传输功能的设备和系统进行工程勘察原位测试作业。

2.2.9 宜采用二维码等物联网技术对室内土工试验试样进行全程赋码管理，并关联试样采集过程中的地质特征、取样位置和深度、取样人、样品类型以及试验过程中的收样、试验方法、试验环境和试验结果等数据。

2.2.10 宜采用自动加载、应力和应变自动采集、自动观测等方式进行室内土工试验的数据采集和留存。

2.3 勘察数据应用

2.3.1 宜利用勘察数据创建岩土工程信息模型，用于场地环境仿真分析、地质条件分析、岩土工程设计及优化等，作为项目选址以及设计和施工的参考依据。

2.3.2 宜利用岩土工程信息模型进行可视化表达应用，包

括模型浏览、属性查询、虚拟钻孔、虚拟剖面、栅栏图分析、模型剖切、基坑开挖、隧道开挖和漫游等功能。

2.3.3 宜利用岩土工程信息模型进行分析评价应用，包括地质灾害稳定性分析、地下空间适应性评价、场地岩土工程条件评价、施工方案可行性评价、地基基础方案分析、岩土工程设计施工方案优化分析等。

2.4 勘察数据交付

2.4.1 应基于统一的信息共享和传递方式进行数字化交付，采用开源的通用数据格式，或根据岩土工程信息模型应用需求另行约定。

2.4.2 交付内容应包括地理信息数据、工程钻探数据、工程物探数据、原位测试数据、水文地质数据、室内试验数据等与工程勘察相关的原始数据、岩土工程勘察报告等。

2.4.3 应对数据进行结构化分解，满足交付平台的数据识别、转换与翻译需求。

2.4.4 地理信息数据应包括空间位置、属性特征以及时态特征等。

2.4.5 工程钻探数据应包括进尺数据、底层描述数据、钻探属性数据等。

2.4.6 工程物探数据应包括物探方法、特征指标、反演结论等。

2.4.7 原位测试数据应包括静力触探试验数据、孔内原位

试验数据、现场原体试验数据等。

2.4.8 水文地质数据应包括水文地质方法、试验条件、参数等。

2.4.9 室内试验数据应包括实验数据、实验条件、属性特征、特征指标等。

(征求意见稿)

3 数字设计

3.1 一般规定

3.1.1 应综合建筑、结构、机电、装修装饰、景观园林等专业，统筹勘察、设计、生产、建造、运维等阶段，实现建筑全生命周期集成设计，提高设计整体性与协调性，确保设计深度符合生产和施工要求。

3.1.2 应采用正向设计方法，以 BIM 模型为数据载体，实现工程项目设计成果的数字化交付，项目全专业、各参与方间数据的高效传递和共享。

3.2 BIM 应用

3.2.1 应能贯穿建设工程全生命期，实现建设工程各相关方的协同工作、信息共享。

3.2.2 宜采用 BIM 技术在规划与方案设计阶段对场地环境、物理环境、出入口、人车流动、建筑性能等方面进行模拟分析，从适用、经济、绿色、美观等方面对设计方案进行论证和优化。

3.2.3 宜采用 BIM 技术在方案沟通汇报阶段对设计方案进行虚拟仿真漫游。基于各阶段 BIM 数据，利用软件平台提供的漫游、动画功能，通过漫游路线制作建筑物内外部虚拟动画，便于设计方案决策人员直观感受建筑物三维空间，辅助设计评审、优化设计方案。

3.2.4 宜采用 BIM 技术在初步设计阶段进行结构计算分析、建筑性能分析、设备机电设计分析等工作，论证技术适用性、可靠性和经济合理性。

3.2.5 应将各专业设计规范和技术要求在施工图设计阶段嵌入 BIM 模型，采用 BIM 技术进行碰撞检查、三维管线综合、竖向净空优化工作，解决空间关系冲突，优化净空和管线排布方案，降低识图误差。

3.2.6 宜采用 BIM 技术在深化设计阶段进行钢结构节点、混凝土结构、装饰装修、预制构件、幕墙、机电管线等方面的专项深化设计，将施工操作规范与施工工艺融入施工作业模型，满足施工作业指导需求。

3.2.7 宜采用 BIM 技术进行装配式建筑设计，通过专项设计软件，对预制构件进行自动优化、配模、编号、出图，并生成生产加工清单，为构件设计、生产和现场装配提供支撑。

3.2.8 宜采用 BIM 技术进行装饰装修设计，通过专项设计软件，绘制室内平面布局方案、效果图、施工图、物料清单，并进行实时三维渲染，优化设计方案。

3.3 协同设计

3.3.1 应建立涵盖设计、生产、施工等不同阶段的协同设计机制，实现生产、施工、运维等单位的前置参与，统筹管理项目方案设计、初步设计、施工图设计和深化设计。

3.3.2 应明确参与数字设计的人员分工、操作权限和管理

制度，并通过协同设计平台进行统一分配和管理。

3.3.3 宜采用支持轻量化、云端化、智能化、实时化、文件储存交换格式标准化的协同设计平台，保障项目参与方的数据共享、互联互通，并对协同设计资源进行全过程管理，实现各参与方全过程、全专业协同设计。

3.3.4 应基于统一的 BIM 模型对建筑、结构、给排水、暖通空调、电气设备、消防、幕墙、装饰装修等多专业进行协同设计，避免专业内部及专业之间由于沟通不畅导致的“错、漏、碰、缺”等问题。

3.3.5 应采用标准化的格式进行各参与方之间的模型交互，保障模型在交互过程中的可用性、完整性和互操作性，实现模型在全生命周期、全产业链的高效应用。

3.4 智能辅助设计

3.4.1 宜采用参数化设计、生成式设计等智能设计，辅助创作、优化设计方案和施工图设计文件，生成生产制造信息。

3.4.2 宜采用智能设计快速生成用于规划设计和开发建设决策的概念规划方案，实现多方案直观对比、实时校核修改、联动核算指标数据、项目协同交互等功能，提升设计效率，优化设计方案。

3.4.3 宜利用智能审查软件辅助审查设计方案质量，对设计文件进行在线智能审查、在线批注和快速定位，出具审查报告。

3.5 设计数据交付

- 3.5.1 交付内容应包含建筑专业、结构专业、给排水专业、电气专业、暖通专业、室外给排水等的设计数据文件。
- 3.5.2 建筑专业设计数据应由建筑专业、必要的结构专业施工图信息模型共同导出，并应包含各楼层平面图、建筑立面图、设计变更信息等。
- 3.5.3 结构专业设计数据应由结构分析计算模型和平法配筋图导出，并应包含结构设计变更信息、结构总体信息、结构构件信息、截面信息、荷载信息等。
- 3.5.4 给排水专业设计数据文件，应由给水排水专业施工图信息模型导出，并应包含各楼层平面图、设计变更信息等。
- 3.5.5 电气专业设计数据应由电气专业、智能化专业施工图信息模型共同导出，并应包含各楼层平面图、设计变更信息等。
- 3.5.6 暖通专业设计数据应由暖通专业施工图信息模型导出，并应包含各楼层平面图、设计变更信息等。
- 3.5.7 室外给排水设计数据应由室外给排水施工图信息模型导出，并应包含设计变更信息等。
- 3.5.8 应包含 BIM 所有权的状态，模型的创建者、审核者与更新者，模型创建、审核和更新的时间，以及所使用的软件及版本。

4 智能生产

4.1 一般规定

4.1.1 应以钢筋制作安装、模具安拆、混凝土浇筑、钢构件下料焊接、隔墙板和集成厨卫加工等工厂生产关键环节为重点，推进部品部件生产工艺流程数字化和建筑机器人的应用，建设部品部件智能生产线，实现生产数据贯通化、制造柔性化和智能化管理。

4.1.2 应建立以标准部品为基础的专业化、规模化、数字化生产体系，实现型钢构件、预制混凝土墙板、叠合楼板、预制楼梯、装修墙板等通用部件的工厂化、数字化、智能化生产，满足标准化设计选型要求。

4.1.3 应通过工业网络、智能控制系统和生产管理系统建立智能生产线，统筹有限能力排产、制造执行、物料自动配送、产品标识、状态跟踪、优化控制、智能调度、设备运行状态监控和质量追溯等生产管理，促进设计、采购、排产、物流等生产关键环节的精益化管理，实现数据驱动生产、可视管控、精准配送和最优库存管理。

4.2 数字化生产管理

4.2.1 宜通过条形码、二维码、无线射频等标识技术对部品部件进行分类编码，使部品部件具有可流通、可共享、可附加的数字身份，并贯穿产品全生命期，实现部品部件生产

加工、入库、储存、调拨、出库、运输、进场验收等全过程数字化管理。

4.2.2 宜采用数据转换插件或功能模块，将 BIM 模型的设计数据转化为智能生产装备所需的数据，并通过生产执行系统，自动解析物料表，生成管理数据并传输到各功能模块，进行计划排程、物料管理、堆场管理等生产管理。

4.2.3 宜实现企业资源计划系统与生产执行系统的数据交互，企业资源计划系统向生产执行系统传递生产任务、采购信息、库存信息、物料配送计划等数据，生产执行系统向企业资源计划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，实现生产与经营的一体化管理。

4.2.4 宜实现生产执行系统与工程项目生产需求计划的互联互通，部品部件实际生产进度与项目现场实时同步，生产管理系统根据订单和项目要求进行自动化排产，支持快速重排、快速补单、快速应变。

4.2.5 宜采用工厂物料管理系统，实现物料按批次出入库的全周期管理，将物料供给与部品部件生产消耗信息联动，为部品部件生产实际消耗成本的核算提供数据支撑。

4.2.6 宜采用智能生产工厂驾驶舱，实现工厂要素和业务运营情况在线、可视、透明的数字化展示，包含产能统计、节拍统计、部品部件统计、设备状态统计等模块。

4.2.7 宜采用部品部件质量管理体系，通过质检设备自动采集质量数据，建立数字化质量档案，实现对产品全生命期的质量记录，并开展产品质量影响因素识别、缺陷分析预测和质量优化提升。

4.3 智能生产线

4.3.1 预制混凝土构件智能生产线，宜采用划线涂油机器人，基于设计数据，以模台为单位驱动划线涂油数控装备，实现构件轮廓自动划线、模台自动涂油。

4.3.2 预制混凝土构件智能生产线，宜采用拆、布模机器人，基于设计数据，驱动拆、布模机器人完成边模的抓取、投放和入库。

4.3.3 预制混凝土构件智能生产线，宜采用钢筋网片自动生产设备，基于钢筋物料清单数据，驱动钢筋网片和桁架按计划自动生产、存储、抓取和投放。

4.3.4 预制混凝土构件智能生产线，宜采用混凝土智能调度系统，根据中央控制系统下发的混凝土配合比、构件生产方量以及按生产节拍计算混凝土所需的到位时间，自动规划混凝土生产时间轴，驱动搅拌站控制系统按配比备料，驱动输送装备按时接料并准时到位卸料。

4.3.5 预制混凝土构件智能生产线，宜采用智能布料机，根据中央控制系统下发的构件轮廓、厚度、方量信息，规划最优路径，宜采用构件位置、布料重量、速度、加速度的多

重闭环自适应控制技术，实现不同坍落度混凝土的自动均匀布料，并自动规避钢筋、洞口、辅件，精准补齐角隙。

4.3.6 预制混凝土构件智能生产线，宜采用智能质检设备，通过高精度 3D 点云扫描、特征识别及点云快速计算技术，实现隐蔽验收工序的自动化质量检测，并与 BIM 模型数据比对，自动生成质检结果。

4.3.7 钢构件智能生产线，宜采用板材加工中心和激光下料中心、全自动直条切割机等设备，实现自动定位校准，自动排距，自动切断，高效完成零件和主材下料。

4.3.8 钢构件智能生产线，宜采用智能坡口机器人，条板坡口成型机和平面钻等设备，通过离线编程和 3D 扫描技术，自动完成各类坡口开设。

4.3.9 钢构件智能生产线，宜采用 3D 扫描技术，实现对零件的识别、检测、分类，并通过“5G+超宽带”定位技术，完成零件指定工位智能配送。

4.3.10 钢构件智能生产线，宜建立总装焊接一体化工作站，配备自动上下料的顶升装置、翻转变位机等设备，实现钢结构装配焊接工序生产的无人化，自动识别零件、自动校准装配位置、自动完成装配和焊接工作。

4.3.11 钢筋制品智能加工线，宜采用钢筋自动加工设备和数字化系统，智能优化钢筋下料与优化套裁、钢筋成型与成品加工、质量检验与打包配送等工艺流程，实现对钢筋制品

下单、加工、配送等环节的数字化管控，降低材料损耗。

4.3.12 装配化装修板材智能生产线，宜采用数字化生产管理系统驱动龙门机械手、动力滚筒、翻板机、智能平移机、有轨制导车辆等装备，实现部品部件按照生产节拍自动运输至下一道工序。

4.3.13 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。

4.3.14 装饰装修板材智能生产线，宜集成上下料机械手、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。

4.4 智能化物流管理

4.4.1 应采用智能物流管理系统，统筹部品部件订货收货管理、物流状态跟踪、智能调度、交付确认和数据追溯等物流工作。

4.4.2 应采用自动码垛机、自动吊板码垛设备、构件专用自装卸运输车等智能堆场装备，完成工厂内产品的自动抓取、转运、摆放等动作，实现仓储物流的自动化作业。

4.4.3 宜采用智能运输调度技术，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。

4.4.4 应采用部品部件标识技术，通过扫描二维码，在堆

场识别部品部件并装车形成发运单，在施工现场识别部品部件信息，通过轻量化模型获取安装位信息并支持扫码报工。

4.5 生产数据交付

4.5.1 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。

4.5.2 交付内容应包括产品生产合同、生产过程资料、合格证等数据。

4.5.3 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。

4.5.4 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数据，实现数据与模型的整体交付、验收与存档。

5 智能施工

5.1 一般规定

5.1.1 应编制智能建造施工专项实施方案，运用 BIM 技术进行分部分项工程深化设计，并使用施工模拟技术分析和优化施工组织设计和复杂施工方案，实现可视化交底。

5.1.2 应运用 BIM、大数据、云计算、物联网、移动通讯、人工智能、区块链等新技术，提高施工数字化和智能化水平。

5.1.3 应在关键环节和重点部位推行建筑机器人与智能化装备辅助作业。

5.2 数据驱动施工管理

5.2.1 应在设计阶段 BIM 模型和生产阶段 BIM 模型的基础上深化得到施工 BIM 模型，驱动施工相关作业和管理。

5.2.2 宜采用 BIM 技术进行施工组织方案模拟分析和优化，包括施工总平面布置规划、施工顺序模拟和优化、施工进度模拟和资源配置优化、专项施工方案比选等，实现施工现场的合理布局以及施工工序的顺畅衔接。

5.2.3 宜采用 BIM 技术辅助模拟分析施工现场材料使用量，并结合施工过程实际工程量，实现工程量、材料量、用工量等成本数据的精准管理。

5.2.4 宜采用 BIM、三维扫描、图像识别、雷达成像技术对复杂结构进行施工精度模拟和虚拟预拼装，与信息模型进行

拟合匹配，获得目标控制值，指导施工。

5.2.5 宜集成应用考勤闸机、电子围栏、高清人脸识别摄像头等技术，通过智能门禁自动校验工地进场人员的入场权限，并关联施工过程人员作业记录，多维度验证进场人员的在场信息，确保建筑劳务人员实名制管理数据真实可靠。

5.2.6 宜通过数字化管理平台进行建筑劳务人员电子派工，自动校验记工单数据和实名制考勤数据，自动生成工资单，经工人、项目、企业三方线上确认后，进行线上发薪，确保按月足额发薪到卡到人。

5.2.7 宜采用定位技术，将芯片植入安全帽内，实现现场作业人员的位置共享、轨迹记录等功能，提高现场人员的可控性。

5.2.8 应采用视频监控、图像检测识别等技术，对现场人员的安全行为进行检测巡查，对未佩戴安全帽、违章危险作业等行为进行提醒与警报，提高现场安全管理。

5.2.9 应在建筑信息模型中添加和完善物资材料报表、进度表、变更内容等数据，自动输出已完工程消耗的物资材料数据清单以及未来所需的物资材料数据清单，实现物资材料与施工进度的协同管理。

5.2.10 应采用智能地磅系统，自动记录混凝土等大宗物料进出场的数量和时间并打印计量凭证，以此为依据对大宗物料按实际用量结算，减少因损耗和管理不善等原因造成的物

料损失和浪费。

5.2.11 应采用二维码等物联网技术，通过扫描识别进场材料，进行进场材料的自动清点，实现物资材料扫码入库、出库和盘点全过程管理。

5.2.12 宜安装环境智能监测装置，对施工现场烟雾、噪声、扬尘等参数进行监测，自动报警，启动相关联动措施。

5.2.13 宜安装喷淋自控装置，对采集的环境数据进行实时监测分析，智能控制喷淋装置启停，降低施工现场扬尘污染。

5.2.14 宜安装水位智能监测装置，对深基坑水位、上下游水位监测，实现自动报警。

5.2.15 应安装智能照明系统，实现现场作业区域的定时、定点、定量照明，降低能源损耗，控制项目成本。

5.2.16 应安装智能电表，对故障剩余电流、过电流、电压、温度等数据进行监测。

5.2.17 应安装有害气体监测仪表，对有毒有害气体进行监测，自动报警。

5.3 地基基础智能施工

5.3.1 应采用倾斜摄影、激光测量、点云扫描等工程测量技术，结合无人机等设备辅助进行地基与基础工程测量、施工放样、高程点自动提取、开挖回填量自动计算。

5.3.2 应采用基于BIM数据驱动的智能装备或建筑机器人进行辅助施工，包括测量放线、桩基施工、土方开挖、钢筋

加工等，提升施工质量、效率、安全性。

5.3.3 宜采用智能监测设备对基坑、边坡的自适应力、变形和控制力、混凝土温度、地下水位等进行监测，监测数据实时接入协同建造平台，实现自动化分析预警。

5.4 主体结构智能施工

5.4.1 应采用 BIM 技术，进行图纸会审、深化设计、施工模拟、可视化交底、专业协调等工作，实现二维图纸向三维模型转变，避免“错漏碰缺”等问题，提升审查质量和效率。

5.4.2 宜采用智能施工装备集成平台、智能塔吊、智能施工电梯、智能运输车等智能机械装备进行主体结构施工。

5.4.3 宜采用基于 BIM 数据驱动的智能施工装备或建筑机器人进行辅助施工，包括测量放样、构件吊装、构件自动就位、混凝土布料、混凝土收面、钢筋绑扎、自动灌浆等，提升施工质量、效率、安全性。

5.4.4 宜采用智能监测设备对高支模、脚手架、卸料平台、大体积混凝土、塔式起重机、施工升降机、混凝土泵送设备、混凝土布料机、振捣设备等进行监测，宜实时采集其运行数据，实现与其他系统的信息互通共享、工作协同、智能决策分析、风险预控。

5.4.5 宜采用实测实量机器人、智能回弹仪等智能检测工具对主体结构工程实体质量进行检测，实现自动化数据收集、分析及预警。

- 5.4.6 宜采用可周转智能化混凝土试块标养室，实现混凝土试件制作、养护、检测的数字化管理。
- 5.4.7 宜采用便捷化、自动化、智能化混凝土浇筑装备系统，有效提升混凝土浇筑工效与质量。
- 5.4.8 宜采用具备智能调控、智能化安全监测、可视化控制的整体钢平台模架等智能化建造装备进行现浇高层或高耸结构施工。
- 5.4.9 应基于 BIM 模型，进行钢结构、预制混凝土等预制构件的智能加工，运用三维激光扫描技术对预制构件进行质量验收。并使用 RFID、二维码等技术对预制构件的加工、运输、吊装、安装等工序进行质量追溯。
- 5.4.10 应采用机械化、自动化、智能化安装装备及管理系统，实现预制构件快速就位、精准安装。
- 5.4.11 应采用便捷化、高周转、自动化竖向支撑系统，代替传统排架支撑作业模式。
- 5.4.12 应采用新型智能化灌浆装备及管理平台，对灌浆套筒进行连接，保障灌浆质量。
- 5.4.13 宜对钢结构施工进行全过程可视化监测，实现智能化控制。
- 5.4.14 应结合现场承接就位部位模型信息，运用数理算法对大型重要关键部位钢结构构件进行预安装分析。
- 5.4.15 应采用基于 BIM 与物联网的钢结构构件预拼装技

术，提升钢结构现场安装质量。

5.4.16 应使用三维扫描等智能测量设备，对钢结构施工过程的形变进行监测和控制，保障施工质量。

5.4.17 应采用智能化安全绳等自动感应装备及系统，保障高空作业人员安全。

5.4.18 宜采用智能扭矩扳手等智能化工具，精确控制木结构施工的扭矩、角度、转速等，保证工程质量。

5.4.19 应采用 BIM 技术对砌体结构的构造柱、圈梁、过梁、导墙等二次结构进行排布，对砌体排布和空口预留进行深化设计，宜采用基于人工智能的砌体结构深化技术，实现砖、砌块等砌体构件自动排布。

5.4.20 应选用移动式智能化砌筑装备，通过人机结合方式，有效提升砌体结构施工工效。

5.5 围护结构智能施工

5.5.1 应采用 BIM 技术进行深化设计、碰撞检查、排版、材料下料、施工模拟等工作，提高施工质量和效率。

5.5.2 宜采用基于 BIM 模型数据驱动的建筑机器人与智能装备辅助施工，包括：测量放线、材料搬运、砌筑、抹灰、铺砖、喷涂、构件运输及安装、高空作业、外墙施工等，提升施工质量和效率。

5.5.3 宜采用实测实量机器人等智能检测工具对围护结构工程实体质量进行检测，实现自动化数据收集、分析及预警。

5.5.4 宜采用自动化监测技术对围护结构施工进行监测，实现自动化数据收集、分析及预警。

5.6 装饰装修工程智能施工

5.6.1 应采用 BIM、人工智能等技术进行深化设计、碰撞检查、装修排版、施工模拟、材料下料等工作，提升施工质量和效率。

5.6.2 宜基于 BIM 深化设计模型数据驱动装饰装修工程相关材料的工业化、模块化生产和加工，提升工程品质。

5.6.3 应采用装配式装修部品集成技术，主要包括集成卫浴系统、集成厨房系统、架空楼面系统、隔墙和墙面系统、集成吊顶系统、设备和管线系统等，提升工程质量。

5.6.4 应采用基于 BIM 模型数据驱动的建筑机器人与智能装备辅助施工，包括测量放样、抹灰、铺贴、地坪打磨、地坪喷漆、腻子涂敷、乳胶漆喷涂等，提升施工质量和效率。

5.6.5 应采用实测实量机器人等智能检测工具，对装饰装修工程实体质量进行检测，实现自动化数据收集、分析及预警。

5.6.6 应采用 BIM、VR、AR 等技术，实现装修效果三维可视化展示。

5.7 机电工程智能施工

5.7.1 应采用 BIM 技术进行模块化设计、综合管线深化设

计、碰撞检查、预留预埋、施工模拟等工作，提升施工质量和效率。

5.7.2 宜基于 BIM 深化设计模型数据驱动机电工程相关材料的工业化、模块化生产和加工，提升工程品质。

5.7.3 宜采用基于 BIM 模型数据驱动的建筑机器人与智能装备辅助施工，包括定位打孔、支架安装等，提升安装效率。

5.7.4 宜采用智能检测设备对机电工程实体质量进行检测、智慧调试，实现自动化数据收集、分析及预警。

5.8 智能建造装备及建筑机器人应用

5.8.1 应统筹智能建造装备在施工全过程中的应用，综合考虑智能建造装备施工作业特点、成本投入、效益产出等因素，明确智能建造装备应用需求及进场计划。

5.8.2 宜采用智能顶升集成建造平台，集成悬挂式布料机、水平运输设备、隔音降噪装置、物联感知与通信设备、建筑机器人、设备控制与监测平台等施工装备，实现钢筋绑扎、模架顶升、模板安装、混凝土浇筑和养护以及其他辅助工序协同作业。

5.8.3 应采用 BIM 模型作为建筑机器人等智能建造装备协同作业、路径规划、导航及调度的基础。

5.8.4 应采用无人机进行航拍，实现场地平整、基坑开挖及填筑土方量相关计算，直观展示施工现场进度，生成不同时间段施工现场三维实景模型。

- 5.8.5 宜采用智能旋挖钻机，实现自动定位及施工路径规划，优化施工工序及桩位定位排布，智能选择作业参数。
- 5.8.6 宜采用随动式混凝土布料机，通过算法自动控制布料机大小臂运动，辅助施工人员操作布料机作业。
- 5.8.7 应采用智能施工升降机，进行施工人员和物料垂直运输，实现超载超重识别、笼顶防撞、层门防夹、双笼联动和故障诊断提醒。
- 5.8.8 应采用 5G、智能远程操控系统以及塔机上的角度、幅度、吊重等传感器等技术，远程操控塔式起重机进行高层、超高层建筑及其他施工环境恶劣的起重吊装作业。
- 5.8.9 宜采用搬运机器人进行物料运输作业，通过与智能升降机数据联网，实现自动导航、栈板叉取、障碍物识别。
- 5.8.10 应组合使用整平机器人、抹平机器人及抹光机器人，进行大面积地面混凝土浇筑施工，通过智能激光找平算法、智能摆臂算法等技术，实现全自动作业和高精度施工。
- 5.8.11 应利用地坪研磨、地坪漆涂敷和地库车位划线机器人，进行大面积环氧地坪漆施工，实现路径自动规划和导航、混合出料、精准布料、自主避障、自动收放线和自动吸尘。
- 5.8.12 宜采用喷涂机器人进行相对规整的建筑外立面墙漆喷涂施工，实现作业路径自动规划以及底漆、中涂、面漆、罩光漆自动喷涂。
- 5.8.13 应采用条板安装机器人进行大尺寸条板安装，实现

条板抓取、举升、转动、行走、对位、挤浆等全过程自动化安装作业。

5.8.14 应采用墙面处理机器人进行大面积相对规整的室内墙面施工，实现墙面基层打磨、抹刮腻子 and 漆面喷涂的自动化作业。

5.8.15 宜采用防水卷材施工机器人进行相对规整的大面积屋面和地下工程防水卷材施工，实现集控制、行走、轨迹校正、卷材及地面加热、压实摊铺于一体自动化摊铺。

5.8.16 宜根据智能建造装备使用需要，设置库房、充电站、清洗站、运输中转站、行走通道、指定堆放区等配套设施。

5.8.17 应采用手持式智能钢筋捆扎机，代替人工进行钢筋捆扎作业。

5.9 施工数据交付

5.9.1 应制定数字化交付方案，交付内容包括模型（含建筑模型、结构模型、机电模型等）、图纸、工程量清单、工程所处环境水文、地质、气象等信息，明确数字化交付的数据要求、职责权限、交付计划。

5.9.2 宜采用国产 BIM 模型的方式进行数字化交付，模型包括模型单元分类、几何信息、属性信息、属性值及信息来源等，模型的数据格式、模型架构及精细度应满足建设单位的运维要求，确保模型数据安全可控。

5.9.3 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。

5.9.4 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。

(征求意见稿)

6 智慧运维

6.1 一般规定

6.1.1 应基于竣工验收 BIM 模型，结合运维相关信息，更新得到 BIM 运维模型，用于建设智慧运维平台。

6.1.2 应自动采集项目人员、设备、能耗等关键要素数据，提供人员管理、设备监控、能耗监测等管理能力，为设备基础信息管理、运行在线监控、日常运行维护等提供辅助决策。实现数据承载、自主决策、末端设备的自动控制。

6.2 智慧运维平台

6.2.1 宜基于数字孪生技术，结合城市信息模型（CIM）基础平台，综合利用物联网、智能感知、大数据、人工智能等技术，通过链接建筑内广泛分布的智能物联网设备，实现现场人员、设备、环境等数据的实时采集、汇聚、分析，提供室内人流分布监测、设备故障诊断、能耗异常报警等功能。

6.2.2 宜基于 BIM 模型，将建筑消防系统、安防系统、建筑设备管理系统、楼宇自控系统、视频监控系统、智慧停车系统等智能化系统进行集成。

6.2.3 应基于 BIM 模型，综合利用三维图形引擎等技术，实现系统和设备的可视化效果展示等基本功能，支持用户、工程师、运维管理人员等通过终端进行远程访问和查看。

6.3 建筑结构健康监测

- 6.3.1 应利用现场的、无损的、实时的方式采集环境与结构信息，分析结构反应的各种特征，获取结构因环境因素、损伤或退化而造成的改变。
- 6.3.2 应采用北斗卫星导航、大数据、计算机视觉、三维激光扫描等技术，监测建筑结构位移、沉降、倾斜、温度、频率、裂缝等数据，接入视频图像和气象局数据，实现建筑物结构安全预警和健康度的快速评估。
- 6.3.3 应建设建筑结构健康监测系统，进行运行维护与管理，包括日常管理、定期检查与维护 and 异常处置。
- 6.3.4 应根据监测要求和监测目的，结合监测对象特点及周边环境编制建筑结构监测方案。
- 6.3.5 建筑结构健康监测仪器设备应满足监测内容和监测精度要求，优先选择无损或非接触式监测设备。
- 6.3.6 建筑结构健康监测应针对建筑结构类型，监测内容应包括变形、应力应变、环境等。
- 6.3.7 观测记录内容应真实、完整，电子记录应完整存储在可靠介质上，过程记录应及时备份。
- 6.3.8 监测数据应及时进行整理、校对和分析，出现异常数据时，应进行现场核对或复测。

6.4 日常运行维护

6.4.1 应通过视频监控系统，进行访客出入管理、人员考勤、实时监控、移动轨迹追踪等。

6.4.2 应集成建筑内设备（照明、供配电、电梯、空调、地源热泵机组、水表等）几何信息、固有信息和运行信息，实现设备的信息查看、维修保养、故障告警及处理等。

6.4.3 应采用智慧电力监控系统、智慧水表、烟雾报警等监测系统与设备，对建筑物能耗进行实时监测，实现特定区域、周期、楼层和房间的能耗数据分析，并对能耗异常情况进行实时告警，及时进行远程调控和管理。

6.5 应急管理

6.5.1 宜采用智慧楼宇可视化系统，针对楼宇自控、消防、安防、能源、梯控、停车、照明、门禁等众多系统及设备，实现系统及设备状态异常的自动报警。

6.5.2 宜采用物联网、大数据、云计算等现代信息技术，结合火灾自动报警设备、电气火灾监控设备、烟感探测器等设备，实时动态采集消防信息，实现火灾的智能告警与管理。

6.5.3 宜采用智慧配电监控系统，通过网络连接智能配电箱和电气设备，实现建筑室内用电的智能监测、分析、用电风险识别与控制。