#

辽宁省智能建造工程

全生命周期应用导则

（试行）

辽宁省住房和城乡建设厅

2023年4月

# 前 言

为贯彻落实辽宁省“十四五”城乡建设高质量发展规划，推进建筑工业化、数字化、智能化升级，提高劳动生产率，规范建筑市场秩序，提升工程质量安全、效益和品质，推动建筑业的改造升级和高质量发展，制订面向全生命周期的智能建造工程应用导则。

本导则的主要内容包括：总则、术语、基本规定、数字勘察、智能设计、智能生产、智能施工、数字化交付、建筑产业互联网平台和建筑机器人应用。

本导则由辽宁省住房和城乡建设厅负责管理，由中国建筑东北设计研究院有限公司负责具体技术内容的编写和解释。

主编部门：辽宁省住房和城乡建设厅

主编单位：中国建筑东北设计研究院有限公司

 沈阳慧筑云科技有限公司

参编单位：中国水利水电第六工程局有限公司

 沈阳腾越建筑工程有限公司

 沈阳市勘察测绘研究院有限公司

 数云科际（深圳）技术有限公司

 辽宁省建筑设计研究院有限责任公司

 辽宁省市政工程设计研究院有限责任公司

 航天规划设计集团有限公司

 辽宁大建筑设计集团有限公司

 沈阳东建施工图审查咨询有限公司

 中建东设岩土工程有限公司

 中国建筑第八工程局有限公司

 金地（集团）股份有限公司

 沈阳建筑大学

广东博智林机器人有限公司

主要起草人：于彦凯 陈 勇 王海涛 王波 马彪 徐恒君 叶明 任长春 汪云峰 倪鹏飞白雪东 黎月华 李强 甄云迪 宋岩 岳恒 张格阳 薛茹丹 杨德福 王惟钊 高明 戴武奎 王永红 刘庆东 刘鹏飞

于建明 韩冰 潘东旭 张波 王春刚 王阳 王韵彭 刘群

主要审查人： 由世岐 杨光 石宝松 张生 陈猛

**目 录**

[1 总 则 - 6 -](#_Toc121733338)

[1.1适用范围 - 6 -](#_Toc121733339)

[1.2 编写原则 - 6 -](#_Toc121733340)

[2 术 语 - 7 -](#_Toc121733341)

[3 基本规定 - 11 -](#_Toc121733342)

[4 数字勘察 - 13 -](#_Toc121733343)

[4.1 一般规定 - 13 -](#_Toc121733344)

[4.2 数据采集 - 13 -](#_Toc121733345)

[4.3 数据应用 - 14 -](#_Toc121733346)

[5 智能设计 - 16 -](#_Toc121733347)

[5.1 一般规定 - 16 -](#_Toc121733348)

[5.2 数字化设计 - 16 -](#_Toc121733349)

[5.3 协同设计 - 18 -](#_Toc121733350)

[5.4 智能审查 - 19 -](#_Toc121733351)

[6 智能生产 - 21 -](#_Toc121733352)

[6.1 一般规定 - 21 -](#_Toc121733353)

[6.2 智能产线 - 21 -](#_Toc121733354)

[7 智能施工 - 23 -](#_Toc121733355)

[7.1 一般规定 - 23 -](#_Toc121733356)

[7.2 BIM技术应用 - 23 -](#_Toc121733357)

[7.3 智能设备应用 - 24 -](#_Toc121733358)

[7.4 施工环境管理 - 25 -](#_Toc121733359)

[7.5 施工质量管理 - 26 -](#_Toc121733360)

[7.6 施工安全管理 - 27 -](#_Toc121733361)

[7.7 人员信息管理 - 28 -](#_Toc121733362)

[7.8 物资材料管理 - 29 -](#_Toc121733363)

[7.9 机械设备管理 - 29 -](#_Toc121733364)

[8 数字化交付 - 31 -](#_Toc121733365)

[8.1 一般规定 - 31 -](#_Toc121733366)

[8.2 竣工交付 - 31 -](#_Toc121733367)

[8.3 运维应用 - 32 -](#_Toc121733368)

[9 建筑产业互联网平台 - 33 -](#_Toc121733369)

[9.1 一般规定 - 33 -](#_Toc121733370)

[9.2 政府监管平台 - 33 -](#_Toc121733371)

[9.3 行业级平台 - 34 -](#_Toc121733372)

[9.4 企业级平台 - 35 -](#_Toc121733373)

[9.5 项目级平台 - 36 -](#_Toc121733374)

[10 建筑机器人应用 - 38 -](#_Toc121733375)

[10.1 一般规定 - 38 -](#_Toc121733376)

[10.2 建筑机器人配套设施 - 39 -](#_Toc121733377)

[10.3 建筑机器人管理系统 - 40 -](#_Toc121733378)

[10.4 新型建筑产业工人 - 40 -](#_Toc121733379)

[10.5 建筑机器人施工项目管理 - 41 -](#_Toc121733380)

# 1 总 则

## 1.1适用范围

本导则适用于辽宁省内新建建筑的规划、勘察、设计、建造、交付、运维、拆除等全生命周期的智能建造。既有建筑的改建、扩建可参照执行。

## 1.2 编写原则

智能建造应将建筑工业化、数字化、智能化的新理念应用于建筑规划、勘察、设计、建造、交付、运维、拆除等全生命周期中，解决建筑行业高能耗、高污染、低能效等问题，充分体现现代化建筑发展体系质量安全可控、标准支撑有力的特征。

# 2 术 语

**2.0.1建设领域信息技术应用information technology applications in construction field**

在建设领域的各方面，运用信息技术支撑政府、企事业单位、行业组织和工程咨询机构的业务与管理工作，开发采用信息资源，提高工作效率与质量，降低成本，推动建设事业科学发展的活动，也称建设领域信息化。

**2.0.2建筑全生命周期building life cycle**

建筑从建造、使用到拆除的全过程。包括原材料的获取，建筑材料与构配件的加工制造，现场施工与安装，建筑的运行和维护，以及建筑最终的拆除与处置。

**2.0.3建筑全生命周期管理building life cycle management**

在建筑工程的规划、勘察、设计、施工、运营维护、拆除等阶段，以及政府监管、企业管理、中介服务等环节，采用信息技术创建、管理和共享建筑工程的信息，有效控制工程投资和进度，保证工程质量和安全，使工程更加环保节能，降低工程运营维护成本，实现工程的最大增值。

**2.0.4工程建设信息化engineering construction informatization**

在工程的规划、勘察、设计、设备安装、运营维护等阶段，以相关的政府监管、企业管理和中介服务等环节，采用信息技术，推动工程全生命期管理，提升工程建设技术与管理水平的活动。

**2.0.5 建筑信息模型building information modeling（BIM）**

集建筑三维空间信息、工程物理信息以及时间、成本、资源等附属信息为一体的信息模型，是对建筑的物理和功能特征的数字描述。

**2.0.6 协同设计collaborative design**

为了完成某一设计目标，由两个或两个以上设计主体，通过一定的信息交换和相互协同机制，分别以不同的设计任务共同完成一个设计目标的工作方式。

**2.0.7 信息化 informatization**

采用信息技术，开发信息资源，促进信息交流和共享，提高经济增长质量，推动经济社会发展转型的历史进程。

**2.0.8 协同平台系统 platform system for collaborative work**

以工作流和信息共享为核心，满足跨部门、跨地域、动态团队协同工作需求的系统。

**2.0.9 物联网internet of things（IoT）**

通过射频识别装置、红外感应器、全球导航卫星系统、激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物品与互联网相连接，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

**2.0.10 数字城市 digital city**

基于城市信息基础设施，采用遥感、地理信息系统、全球导航卫星系统、计算机技术和多媒体及虚拟仿真等技术，对城市基础设施和与生产生活发展相关的各方面进行多主体、多层面、全方位的信息化处理和采用，对城市的经济、社会、环境、资源、人口等进行数字化管理、服务和决策支持，提升城市功能的城市形态。

**2.0.11数字高程模型digital elevation model （DEM）**

以规则格网点的高程值表达地表起伏的数据集。

**2.0.12数字正射影像digital orthophoto map （DOM）**

对卫星、航空遥感影像进行数字微分纠正和镶嵌生成的影像数据集，它同时具有地图几何精度和影像特征。

**2.0.13模型视图定义model view definitions（MVD）**

IFC 模式子集，用于描述特定用途或工作流的数据交换。

**2.0.14制造执行系统 manufacturing execution system（MES）**

能通过信息的传递，对从订单下达开始到产品完成的整个产品生产过程进行优化的管理，对工厂发生的实时事件，及时做出相应的反应和报告，并用当前准确的数据进行相应的指导和处理。

**2.0.15企业资源计划enterprise resource planning（ERP）**

采用计算机技术，把企业物流、人流、资金流、信息流统一起来管理，把客户需要和企业内部的生产经营活动以及供应商的资源整合在一起，为企业决策层提供解决企业产品成本问题、提高作业效率以及资金的运营情况等一系列问题的方案，使企业成为完全按用户需求进行经营管理的管理方法。

**2.0.16智能建筑 intelligent building (IB)**

以建筑物为平台，兼备信息设施系统、信息化应用系统、建筑设备管理系统、公共安全系统等，集结构、系统、服务、管理及其优化组合为一体，向人们提供安全、高效、便捷、节能、环保、健康的建筑环境。

**2.0.17 建筑自动化和控制系统 building automation and control system (BACS)**

综合建筑物或建筑群的电力、照明、空调、给排水、防火、安保、车库管理等设备或系统，实现集中监视、控制和管理的系统。

**2.0.18 智慧城市 smart city**

在数字城市的基础上，运用物联网、云计算等新一代信息技术，收集、传输、处理和分析城市海量信息，构建智能化的城市信息技术应用体系，实现业务协同和工作联动，提升城市综合承载能力，促进新型城镇化发展的城市形态。

# 3 基本规定

**3.1**智能建造在全生命周期中的应用应符合现行国家、行业和辽宁省相关政策和标准要求。

**3.2** 智能建造应立足于经济技术性能和效益，应用于规划、勘察、设计、建造、交付、运维、拆除等建筑全生命周期，形成集成多个环节的建造系统，提高建筑品质，推动建筑行业高质量发展。

**3.3** 智能建造宜结合实际情况，应用数字化相关技术有针对性地满足设计、生产、运输、装配、运维等现有产业链的不同需求，增强政府监管部门、设计院、监理、施工方、供应商、运维方等上下游企业间的沟通，构建智能建造产业链，实现智能建造与新型建筑工业化协同发展。

**3.4** 智能建造应以BIM、物联网、人工智能、云计算、大数据、建筑机器人等技术为基础，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。

**3.5** 智能建造应关注建造过程中的设计生产体系标准化、质量安全保障、资源系统管控、各方作业协同，探索适用于智能建造的新型管理模式，完善建筑市场运行机制，规范市场秩序，提高建筑市场体系标准。

**3.6** 智能建造应做好前期智能系统规划和管理工作，将新技术有效地融入现有管理模式中，最大效益上发挥各项技术与管理间的优势，形成智能管理模式，加快建筑业转型升级。

# 4 数字勘察

## 4.1 一般规定

**4.1.1**宜采用正射影像、倾斜摄影、机载激光雷达扫描、三维激光扫描等技术支持项目数据采集工作，实现数据采集的高效性、精准性。

**4.1.2**宜通过数字勘察等技术，在工程设计、施工阶段进行集成应用，协助方案分析、优化与决策。

## 4.2 数据采集

**4.2.1**宜采用正射影像技术，采用无人机航拍产物进行投影差纠正与镶嵌，生成含有空间信息和影像特征的数字正射影像（DOM）。

**4.2.2**宜采用倾斜摄影技术，采用无人机搭载传感器对采集点进行多角度垂直摄影，通过后期技术手段进行多角度成像处理，生成支持三维空间量测，携带定位信息的高重叠度影像或实景三维模型。

**4.2.3**宜采用机载激光雷达扫描技术，采用无人机搭载机载激光雷达扫描仪，扫描并计算扫描点的三维坐标值，达到模拟所测物体形貌的成果。

**4.2.4** 宜采用三维激光扫描技术，采用激光测距的原理，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。

**4.2.5** 宜采用探地雷达技术，采用天线发射和接收高频电磁波，通过电磁波反射探测地下目标的物质结构特性及分布规律。

## 4.3 数据应用

**4.3.1**宜通过正射影像与用地红线图像整合比对，进行用地范围确认与分析。

**4.3.2**宜使用正射影像技术，输出数字高程模型（DEM）和高程点图纸，为土方量计算提供基础信息。

**4.3.3**宜通过正射影像、倾斜影像与用地红线图像整合比对，分析建筑周边道路、市政绿化与设施等场地的不利因素，辅助场地总平面设计、交通设计及竖向设计等工作。

**4.3.4**宜通过正射影像与总平面图的图像整合比对，分析前期方案并规避后期隐患。

**4.3.5**宜采用无人机倾斜摄影技术建立实景三维模型，通过实景模型反映设计方案的实际情况，并为项目的通风、日照、采光等分析提供项目周边环境基础信息。

**4.3.6**宜通过实景模型与建筑设计、施工场地布置等方案集成的方式，进行方案可行性分析与决策，并实现设计方案的三维模型可视化。

**4.3.7**宜通过倾斜摄影、三维扫描等技术，对既有建筑、构筑物及植被等进行数据采集，用于古建等重要建筑、设施的保护工作。

**4.3.8**宜采用高精度倾斜摄影技术监测基坑的裂缝、变形等问题并对其进行分析。

# 5 智能设计

## 5.1 一般规定

**5.1.1**应在项目全生命周期、全产业链内贯彻智能建造理念，推进智能化软件、设备的应用，实现智能化设计。

**5.1.2**应综合建筑、结构、机电、装修装饰、景观园林等专业，统筹规划、勘察、设计、建造、交付、运维、拆除等阶段，实现建筑全生命周期集成设计。

**5.1.3** 宜采用BIM正向设计的方式，以模型为数据源，在建筑全专业、建造全产业链各参与方间进行数据交换及信息共享。

**5.1.4**应采用BIM技术强化设计方案的技术论证，优化设计方案。

## 5.2 数字化设计

**5.2.1**建筑规划前宜使用数字勘察技术采集原始地形、地貌、既有建筑等信息，为建筑规划提供基础数据。

**5.2.2**宜使用BIM、人工智能、虚拟现实等技术辅助建筑规划，进行规划方案模拟分析，辅助方案决策。

**5.2.3**应建立模型的标准化命名体系，规范模型命名格式，提高模型及其对应文件的储存、交互、管理、检索效率。

**5.2.4**应综合考虑拆分方式，拼接整合效率，专业间功能联动，拆分质量等问题，制定标准化的模型拆分原则，保障模型采用、编辑的流畅性，提高设计效率。

**5.2.5** 应综合考虑不同建筑类型、不同专业在不同建筑阶段中的模型精细度需求，制定模型几何信息与非几何信息深度标准，用于描述与规范模型在不同项目阶段需涵盖的信息，实现沟通交流和实施的一致性。

**5.2.6** 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、互操作性，实现模型在全生命周期、全产业链的高效应用。

**5.2.7**应建立模型内部构件的标准化编码体系，构件编码需做到唯一性、规范性、简明性和可实施性。

**5.2.8**应规定标准化的数据储存结构，以标准化的格式进行数据储存、交互、编辑，保障信息传递的可实现性、完整性、高效性。

**5.2.9**应制定标准化的设计过程指导文件，规范设计流程、模型更新维护流程、参与人员职责、各阶段交付成果等，使各项工作规范化、科学化、程序化。

**5.2.10**宜制定标准化的构件、模块、产品、样板等建筑基础元件，搭建含有属性、集采、安装、运行、维保等项目全生命周期信息的项目级、企业级标准化资源库，提升基础元件的适用性，为建筑行业发展提供数据支持。

**5.2.11**应统一各专业的空间基准等模型交互接口信息，实现建筑、结构、机电、装修装饰、景观园林等全专业协同建模，集成优化。

**5.2.12**应在建筑全生命周期内进行信息传递。

**5.2.13**宜在模型中准确反映建筑规划、勘察、设计、建造、交付、运维、拆除等全生命周期的实时信息。

**5.2.14**宜对建筑进行日照、能耗、采光、声环境、地理环境、人体舒适度等模拟分析，实现绿色建筑、智慧建筑目标，提高建筑性能。

**5.2.15** 宜采用3D打印技术打造建筑实景模型，直观、精准地反映建筑特性，辅助方案决策，提高设计效率。

**5.2.16** 宜注重设计的完整度、精准度、可实现度，以标准化为基础，模数化为核心，实现少规格、多组合，可推广、可复制，低成本、高效益。

**5.2.17**宜将人工智能框架引入设计阶段，借助人工智能辅助模型的建立、分析、审查、更新以及方案的选取，提高设计效率、质量。

**5.2.18** 宜采用参数化设计软件，进行建筑方案设计，实现建筑设计的高效性、灵活性并提升设计方案的可重复利用率。

## 5.3 协同设计

**5.3.1**宜以设计为主导，以数据模型为载体，对建造全生命周期进行统筹规划，为建造各阶段提供技术论证，并应用设计数据打通设计、生产、运输、装配、运维等上下游产业链。

**5.3.2**应在建筑规划、勘察、设计、建造、交付、运维、拆除等全生命周期中建立涵盖全产业链的协同设计机制，实现政府监管部门、设计院、监理、施工方、供应商、运维方等上下游企业的前置参与，统筹制定格式、渠道、时间等信息交互的标准化方案。

**5.3.3**宜采用轻量化、云端化、智能化、实时化、文件储存交换格式标准化的协同平台，实现项目参与方的数据共享、互联互通。

**5.3.4**宜统筹考虑全生命周期、全专业、全产业链的使用需求，集成参与方职能权限划分、协同反馈机制闭环、项目状态实时把控等功能，实现全生命周期、全专业、全产业链各参与方的协同。

**5.3.5**应高度重视平台信息的安全性，宜采用国内自有知识产权的协同平台。

## 5.4 智能审查

**5.4.1** 宜根据各阶段BIM数据的交付和管理需求，采用国际通用的模型视图定义（MVD）格式，建立数字化标准，实现对BIM模型数据 “合标性”的自动验证。

**5.4.2**宜将各个阶段、各类工程领域的规范、条例和要求编制为能被机器识别、易于理解、便于规则制定的结构化语言，实现智能化检查。

**5.4.3**宜根据业务场景的审查需求，选择相应的规范进行BIM数据的合规性智能审查，提升审查的效率和准确性。

**5.4.4**宜通过BIM模型与工程实体扫描模型智能比对的方式，进行模型与工程实体的一致性审查。

# 6 智能生产

## 6.1 一般规定

**6.1.1**宜采用工业化、数字化、智能化技术，完善部品部件产业链，实现精益生产、智能建造。

**6.1.2**宜采用智能装备与控制系统作为智能生产系统的基础，实现装备数字化、智能化，仓储物流智能化，制造执行管理智能化。

## 6.2 智能产线

**6.2.1** 宜在生产线上采用智能化数控设备，通过控制系统操控数控设备，实现装备智能化。

**6.2.2**宜打造由仓储物流信息管理系统、自动控制系统、物流设施设备系统等智能化系统组成的智能仓储、物流系统。

**6.2.3** 宜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。

**6.2.4**智能制造执行系统宜根据底层控制系统采集的与生产相关的实时数据，对短期生产作业的计划调度、监控、资源配置和生产过程进行优化，从计划的粗放式管理向工序的细致性管理转变，实现生产统计的准确性和及时性的提升，库存水平的降低，质量控制过程的改善，产品质量的提高。

**6.2.5**宜实现设计研发与执行系统间的数据传递。设计系统向制造执行系统（MES）传递物料数据、物料清单、设计文档、工艺文档、数控程序、技术变更等信息，MES系统向智能设计系统反馈工艺异常和设计异常数据，实现设计、制造一体化。

**6.2.6**宜实现企业资源计划（ERP）系统与执行系统的交互。 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。

# 7 智能施工

## 7.1 一般规定

**7.1.1**应根据项目整体规划进行智能施工组织设计，编制实施方案。

**7.1.2**宜建立设计、施工、运维联动的协同机制。

**7.1.3**宜采用工业化、数字化、智能化的建造方式，降低人工成本、降低工人劳动强度、规范现场管理、提高工作效率、降低施工风险。

**7.1.4**宜采用BIM、3D打印、大数据、云计算、物联网及移动通信等数字技术，提高施工管理效率。

**7.1.5**宜根据项目需求并结合参建单位实际情况，采用智慧工地管理系统，实现信息互通共享、工作协同、智能决策分析、风险预控。

## 7.2 BIM技术应用

**7.2.1**宜将BIM技术应用于场地布置规划，实现施工现场的合理布局，施工工序的顺畅衔接，有效控制施工成本，提高施工效率。

**7.2.2**宜采用BIM技术，展示工程概况、施工工艺、施工要点、材料机械配置情况、质量标准、安全措施等关键指标，实现项目信息可视化。

**7.2.3**宜使用BIM技术，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，清晰显示项目当前进度、预计收益，实现动态成本控制。

**7.2.4**宜采用BIM技术，进行图纸校验、深化设计、专业协调等工作，实现二维图纸会审向三维模型纠偏的转变，避免“错漏碰缺”等问题，提升设计审查效率。

**7.2.5**针对危险性大、施工工艺复杂的工序，宜采用BIM技术，辅以工艺动画，向施工人员进行技术交底，提高施工人员对图纸、施工工艺的理解度，提升施工效率、质量、安全性。

**7.2.6**宜采用4D模拟技术，直观展示项目实际进度与计划间差异，实现对进度计划的可视化验证，提升对项目进度的管控水平，降低工期延误风险。

## 7.3 智能设备应用

**7.3.1**宜采用智能数控加工设备，实现精准下料、精细管理，降低建筑材料损耗率。

**7.3.2**宜采用智能数控焊接设备，提升焊接效率和焊接质量。

**7.3.3**宜采用自动化施工器械、智能移动终端等设备，提高施工质量和效率，降低安全风险。

**7.3.4**宜采用建筑机器人进行材料搬运、抹灰、打磨、铺砖、钢筋加工、喷涂、高空作业、构筑物拆除等工作。

**7.3.5** 宜采用放样机器人，通过对被测区域进行连续扫描和摄影，获得被测区域的三维坐标点云和影像资料。

**7.3.6**宜采用管道机器人，对管道内的锈蚀、结垢、腐蚀、穿孔、裂纹等状况进行探测和摄像，为制定修复方案提供有力支撑。

**7.3.7**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。

**7.3.8**宜采用无人机技术，对施工区域广、巡检战线长、安全风险高、难度大、作业面多而分散的部位进行施工现场安全巡查，提高现场安全管理的效率。

**7.3.9**宜采用无人机技术，对构筑物安装炸药，进行现场爆破拆除。

**7.3.10**宜采用倾斜摄影技术，实现高程点自动提取，开、填挖量的自动计算。

## 7.4 施工环境管理

**7.4.1**宜安装智能照明系统，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。

**7.4.2**宜安装智能电表，对故障剩余电流、过电流、电压、温度等数据进行检测，实现现场用电回路的智能化管理。

**7.4.3** 宜在地下隧道、隧洞施工中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。

**7.4.4**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。

**7.4.5**宜安装污水监测装置，对河道、流域、水厂水质进行自动监测。

**7.4.6**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。

**7.4.7**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。

**7.4.8**宜安装智能洗车装置，对施工现场的驶出车辆进行自动清洗，降低扬尘及道路污染。

## 7.5 施工质量管理

**7.5.1**宜在现场安装智能温控装置，实现混凝土智能保温、智能养护。

**7.5.2**宜采用二维码技术，实现现场质量检查、质量交底、质量培训等工作的线上管理。

**7.5.3**宜在压路机的压路碾一侧安装传感器，反馈压实参数、碾压轮迹，有效防止过压和欠压，实现最优碾压。

**7.5.4**宜采用三维激光扫描技术，架设激光扫描仪或放样仪，对测区进行连续扫描和摄影，提升现场测量放样质量和效率。

## 7.6 施工安全管理

**7.6.1**宜安装智能音箱，实现现场作业人员的岗前智能安全教育。

**7.6.2** 宜采用视频监控技术，在现场安装高清摄像头，进行线上安全检查、进度管理、设备管理、安全文明施工管理等，实现施工作业面全方位线上管控。

**7.6.3** 宜在地下洞室、隧道的施工掌子面安装广播系统，实现地面远程指挥。

**7.6.4** 宜采用人工智能技术，实现对现场人员安全行为的自动采集、自动提醒、自动预警。

**7.6.5** 宜采用二维码技术，实现现场安全交底、应对措施、设备安全操作规程等方面的线上培训，保障施工安全。

**7.6.6**宜采用热成像技术，安装智能红外报警系统，对指定区域进行安全监视，有效预防火灾等事故。

**7.6.7**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。

**7.6.8**宜在深基坑、高支模处设置应力传感器，实时监测基坑、高支模的水平位移、垂直位移、地表沉降、开裂等变化。

**7.6.9**宜采用射频识别技术，进行车流量自动判断、自动提醒、恢复引导，实现车流智能调度管控。

**7.6.10**宜采用信息通信技术，对施工设备的进出场信息、安装信息、运行信息等进行管理，对塔式起重机、施工升降机、门机等高危设备的运行数据进行实时采集和监控。

**7.6.11**宜采用地质雷达、红外激光探测扫描等技术，对隧道掘进方向的地质条件进行探测与预报，降低因突泥、涌水、破碎带等地质灾害造成的施工安全隐患。

**7.6.12**宜采用智能防碰撞系统，对塔机、门机、启闭机、吊车等设备的作业区域进行安全防护，实现设备防碰撞、防超载、防倾翻自动预警。

**7.6.13**宜安装智能测温仪，对混凝土温度进行监测，并设置与智能喷淋系统的联动功能，温度超出设置温度时自动启动喷淋系统对混凝土降温，实现混凝土无人化养护。

**7.6.14**宜在危险区域、关键区域安装红外报警系统，监控并警示横跨防护区行为，实现项目无人化管理。

**7.6.15**宜采用数码电子雷管，对构筑物进行爆破拆除，实现起爆过程的精准控制。

## 7.7 人员信息管理

**7.7.1**宜采用人脸识别系统，并与门禁系统联动，实现现场劳务人员实名制考勤和规范化管理。

**7.7.2** 宜采用二维码技术，通过扫码实现食堂用餐、人员培训签到、会议出席等数据的自动采集。

**7.7.3** 宜在施工现场安装智能测温系统，进行人员智能测温，实现现场疫情预防智能化。

## 7.8 物资材料管理

**7.8.1**宜安装地磅系统，自动记录大型材料进出场的数量和时间并打印计量凭证，实现材料出入库无人化管理。

**7.8.2**宜采用智能拌和系统，使用传感器计量物料重量，并根据设定配合比控制物料比例，实现各种物料自动称量、自动拌和。

**7.8.3**宜安装手机APP或手持终端，通过扫描识别进场材料，进行进场材料的自动清点，提升入场材料上报的准确性。

**7.8.4**宜采用二维码技术，对现场主材、辅材、周转材、租赁材等材料实现扫码入库、出库和盘点全过程管理。

## 7.9 机械设备管理

**7.9.1**宜采用物联网技术，为大型设备安装卫星定位系统，线上监控、管理现场大型、特种设备，实现设备动态管控。

**7.9.2**应采用车牌识别系统，对现场作业车牌进行数据采集，实现出入车辆车牌自动识别，授权车辆自动放行等，规范现场作业车辆的管理。

**7.9.3**宜采用垂直起吊设备监测系统，对现场垂直起吊设备的幅度、高度、重量、倾角等运行数据进行实时监控、异常示警、工效分析，积累项目生产数据。

**7.9.4**宜采用智能定位管理系统，实现现场车辆实时定位管理，及时掌控项目车辆所在处位置、工作状态，查看车辆行驶路线，便于车辆调配和管理。

**7.9.5**宜在垂直起吊设备加装传感器、摄像头、大功率太阳能板等物联网智能设备，通过人工智能算法，实现吊物识别，协调生产调度。

**7.9.6**宜采用升降机监控系统，实时监测升降机的载重、轿厢倾斜度、起升高度、运行速度等参数，并设置风险示警功能，

降低司机无证作业、超上限位、超重运行等施工风险。

**7.9.7**宜在施工现场安装智能电箱，对临时用电过载、跳闸、漏电、线缆断开及电气火灾引起的温升、烟雾等现场用电异常现象实时示警，实现对现场用电故障的迅速反映，并为安全及绿色施工提供数据支持。

# 8 数字化交付

## 8.1 一般规定

**8.1.1**宜建立完整的数字化交付标准规范，明确交付内容、流程与责任。

**8.1.2**宜搭建一套BIM实施和数字化交付体系，涵盖BIM实施管理、业务协同、数据采集、交付核查等功能。

**8.1.3**宜对标准规定的数据进行结构化管理，并以BIM为核心，建立交付数据之间的关联关系，解决不相关离散数据、非结构化数据查询不便等问题。

**8.1.4**宜依据数据标准，以数据模型的形式进行数据交付，并在存储过程中关联数据，实现有序化、完整化的高质量数据存储。

**8.1.5**宜通过数据模型在采集的数据之间建立知识图谱，方便数据快速查询浏览，简化资产管理工作。数据宜形成标准数据接口，为运维后续应用等提供支持。

## 8.2 竣工交付

**8.2.1**宜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。

**8.2.2**宜以位号、设备为基础，根据数据标准规定的数据交付内容及数据关系，在项目不同阶段，分别采集位号和设备的模型、图纸、属性、文档四个维度的数据，并建立数据网络，构建数据图谱，实现数据交付。

**8.2.3**宜以BIM模型为基础，建立数据与模型的关联关系，通过模型关联设备相关技术指标、运行参数、现场实景以及与设备相关的履历记录、检维修工单，实现数据与模型的整体交付。

**8.2.4**宜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。

**8.2.5**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。

## 8.3 运维应用

**8.3.1**宜按照运维的需求创建数字化交付模板，对运维管理活动的必需数据进行数字化集成、归类及管理，为物业单位提供用于数字化运维管理的知识图谱，为智慧运维提供支撑。

**8.3.2**宜考虑智慧城市的应用需求，进行结构化数据的汇总与分类，实现城市级各业务场景的BIM模型与业务数据的联动。

#

# 9 建筑产业互联网平台

## 9.1 一般规定

**9.1.1**建筑产业互联网平台宜统筹考虑全产业链的需求，实现项目全周期、全要素、全角色在线协同，推动建造信息在建筑全生命周期的高效传递、交互和使用。

**9.1.2**各级平台宜制定统一的数据标准和应用标准，创建工程建设各参与方共同合作的应用场景，实现工程项目从前期策划、勘察设计、采购分包、施工安装、竣工交付到后期运营的全过程、全要素、全参与方的数字化、智能化。

**9.1.3**宜推出适用于不同应用场景的系统解决方案，建立有引领示范效应的行业级、企业级、项目级建筑产业互联网平台。

## 9.2 政府监管平台

**9.2.1**平台建设宜结合先进信息技术与现有建筑规范和标准，建立勘察设计、施工和交付全覆盖的智能化监管平台，辅助决策分析，实现政府精准施策和精确调度。

**9.2.2**宜通过平台建设推动建立智能建造与新型建筑工业化协同发展的政策体系和产业体系。

**9.2.3**平台宜建立符合智能建造需求的工程质量、安全监管模式与机制。

**9.2.4**平台宜建立健全的智能建造测评体系和测评机制。

**9.2.5**平台宜与行业级、企业级平台的数据关联，提高建筑市场监管和公共服务的精准性和有效性。

**9.2.6**宜采用完善的计算机软件技术、网络技术和安全技术，兼顾应用便捷性与信息安全性，建立高效、稳定、安全的政府监管平台。

**9.2.7**宜将平台搭建于各级政府自建机房内，待电子政务中心具备条件时，将平台转移至各级政府电子政务中心。

**9.2.8**平台应能够在具有自主知识产权的服务器、数据库、操作系统上运行。

**9.2.9**应遵循网络安全等级保护2.0原则进行平台建设和运营，建立安全管理中心，从数据接入安全、平台安全和访问安全三方面进行平台安全防护。

**9.2.10**平台应具备完善的故障恢复方案和应急措施，如数据自动备份等，保证平台的正常运行。

**9.2.11**宜建立信息系统管理制度并安排专人对平台进行日常管理和维护。

## 9.3 行业级平台

**9.3.1**宜统筹考虑规划、勘察、设计、建造、交付、运维、拆除等建筑全生命周期应用需求，打造行业级建筑产业互联网平台，为企业提供建筑全生命周期管理和服务。

**9.3.2**平台搭建宜实现建筑设计、生产、施工等建设全流程的数据交互和协同管理。

**9.3.3**宜以市场需求为导向，以数据共享为支撑，建立新型行业生态和灵活的上下游企业关系，为建筑行业实现智能建造夯实基础。

**9.3.4**宜规划智能建造与建筑工业化的协同发展，推动软件研发、数据通讯、部品部件生产、设计咨询、智慧运维、教育培训、市场信息服务等业务的发展，实现企业深入化参与智能建造。

**9.3.5**宜推动建筑、互联网和科研院所等单位的合作，发挥行业级平台的融合作用。

**9.3.6**宜围绕建筑物资生产配送、工程机械设备租赁、建筑劳务用工、金融服务等重点领域推进行业级建筑产业互联网平台搭建，推动供应链上下游产业的协同，实现资源高效配置。

**9.3.7**宜考虑建筑信息模型、物联网、大数据、云计算、互联网、移动通信、人工智能、区块链等技术在平台中的集成应用，推动平台在建筑领域融合应用，实现勘察、设计、建造、交付、运维、拆除等全过程数据共享和信息集成。

## 9.4 企业级平台

**9.4.1**宜统筹考虑企业上下游产业链生态圈，搭建企业级建筑产业互联网平台，涵盖工程建设过程中的全要素信息，以企业资源计划（ERP）平台为基础，实现企业资源集约调配和智能决策，提升企业运营管理效益。

**9.4.2**宜结合智能建造技术，整体把控企业的运营，设置对关键建造节点的监控功能，有效控制项目质量、安全、进度和成本，满足企业数字化、网络化、智能化升级需求。

**9.4.3**平台的搭建宜推动智能建造与建筑工业化的协同发展，

考虑企业智能设备应用、企业数据标准、云计算、多构型数据融合、大数据分析、基础工程软件开发等关键技术能力在平台上的展现。

**9.4.4**宜建立建筑全生命周期的信息标准化管理体系和技术应用体系。

**9.4.5**宜鼓励企业研发具有自主知识产权的互联网应用平台，推动科研成果向实际应用的转化。

**9.4.6**宜引导企业应用行业级互联网平台，实现与供应链上下游企业间互联互通，提高供应链协同水平。

**9.4.7**宜强化互联网技术、地理信息系统、北斗卫星导航系统、5G、边缘计算等信息技术在建筑全生命周期的应用，提升工程智能建造水平。

## 9.5 项目级平台

**9.5.1**宜考虑项目全生命周期的特定环节或场景，搭建项目级建筑产业互联网平台。

**9.5.2**宜实现信息传感器、物联网、5G、边缘计算、无线射频、红外感应、定位装置、计算机视觉、激光扫描、建筑机器人等技术在项目级平台的集成应用，结合可移动设备，提高对人、机、料、法、环等生产要素的全面感知能力。

**9.5.3**宜搭建可实现现场管理、互联协同、智能处理、数据共享的智慧工地一体化集成管控平台。

# 10 建筑机器人应用

## 10.1 一般规定

**10.1.1**宜综合考虑建筑机器人在建造全过程中的应用，并在项目初期编制建筑机器人应用指导文件，并要求各参建单位参照执行。

**10.1.2** 建筑机器人在设计阶段的应用指导文件宜根据建筑机器人施工特点，在建筑、结构、机电设备、装饰装修、景观园林等专业的设计阶段考虑建筑机器人的应用，为机器人施工创造条件，以提高建筑机器人作业覆盖率。

**10.1.3**建筑机器人在施工阶段的应用指导文件宜根据建筑机器人施工作业特点，改良传统施工方案，满足建筑机器人施工要求，以提高建筑机器人施工效率。

**10.1.4**宜使用数字化设计方式，以BIM模型作为建筑机器人协同作业、路径规划、导航及调度的基础。

**10.1.5**宜采用标准化、模块化、可复制的设计方案，提高建筑机器人施工路径的复用性，降低前置准备时间及成本。

**10.1.6**宜根据项目实际情况，编制建筑机器人应用指南，明确建筑机器人、配套设施等的应用范围及选型方法，计算各分项工程量，结合各款机器人工效、覆盖率及施工进度要求，明确对建筑机器人的需求及进场计划。

**10.1.7**宜设置库房、充电站、清洗站、机器人中转、吊运点、材料运输中转站、智能施工升降机、机器人行走通道、楼层材料指定堆放区等相应的配套设施。

**10.1.8**宜采用新型建筑产业工人、辅助工人及收边收口工人等自养工人参与使用建筑机器人的项目。

**10.1.9**宜结合项目实际情况，综合考虑技术水平、成本投入、效益产出等因素，确定建筑机器人应用范围。

## 10.2 建筑机器人配套设施

**10.2.1**施工现场宜设置建筑机器人库房，建筑机器人库房应满足防火、防盗，防水要求，为满足安全需要，充电站应单独设置。

**10.2.2**施工现场宜设置建筑机器人充电站，建筑机器人充电站应布置在具备A级防火功能的房间内，并满足相关法律法规要求。

**10.2.3**施工现场宜设置建筑机器人清洗站，建筑机器人清洗站应满足通水、通电、配高压水枪等要求。

**10.2.4**宜配备能够与建筑机器人形成信息互通的垂直运输设备，实现建筑机器人全自动作业。

**10.2.5**宜根据建筑机器人的应用范围、选用型号、应用数量等，综合考虑其采用需求，合理设置相关配套设施的数量。

## 10.3 建筑机器人管理系统

**10.3.1**宜采用BIM技术作为建筑机器人路径规划、路径自主导航、地形匹配等功能的基础，实现建筑机器人的可应用性。

**10.3.2**宜基于BIM模型和路径云平台计算技术，结合机器人施工特点，自动生成路径文件，实现建筑机器人的全自动作业。

**10.3.3**宜在机器人控制系统中添加进度计划、工单派发等功能，自动化派发建筑机器人工作任务，实现建筑机器人从接收工单到完成工单的闭环管理。

**10.3.4**宜结合机器人调度系统与操作系统，实现单机以及多机联动全自动作业。

**10.3.5**宜集成材料出入库管理、ERP材料申购、BIM精装算量、智能调度等功能，实现运输类机器人自动完成供料、运料需求，及库存自动扣减的材料闭环管理。

## 10.4 新型建筑产业工人

**10.4.1**企业宜培养掌握机器人基本操作、性能特点、施工工艺、安全作业、维护保养、施工协调管理和进行机器人难以覆盖的边角区域作业等技术的新型建筑产业工人，提升建筑机器人技术的可应用性。

**10.4.2**企业宜吸纳高技能技术工人，建立相对稳定的核心新型产业工人队伍。

**10.4.3**企业宜建立完善的新型建筑产业工人评级机制，规范新型建筑产业工人的职称，打通职位发展通道，规范产业工人薪酬体系，将薪酬与新型产业工人技能等级挂钩，完善激励措施，实现技高者多得、多劳者多得。

**10.4.4**企业宜通过建立培训基地、校企合作、购买社会培训服务等多种形式，解决新型建筑产业工人理论与实操脱节的问题，实现技能培训、实操训练、考核评价与现场施工有机结合。宜推行终身职业技能培训制度，加强新型建筑产业工人岗前培训和技能提升培训。

## 10.5 建筑机器人施工项目管理

**10.5.1**应综合考虑建筑机器人施工前置工作面及设计标准要求，提高施工过程构件精度，减少BIM模型与现场的误差。

**10.5.2**应在建筑项目开工前组建建筑机器人操作团队，并编制全周期项目管理工作手册。

**10.5.3**应策划各阶段施工总平面图，重点关注机器人可通过性，宜简化材料堆场、缩短机器人上楼路径，保证机器人存放、充电安全，满足文明施工要求。

**10.5.4**应在施工前期完成各级工序的拆分工作，与机器人强相关工序宜拆分至单户工程量，为项目各阶段人材机储备、机器人施工界面划分、机器人需求量、机器人成本分析、机器人穿插模型等工作提供基础数据。

**10.5.5**应合理划分施工界面，与机器人强相关的分项工程宜优先采用自养工人，并明确人机施工界面、合约界面及工序搭接。

**10.5.6**应根据建设项目进度要求，编制详细的可实施的进度计划，进度计划与工作任务管理系统相结合，实现进度管理闭环。

**10.5.7**宜将各阶段、各专业BIM模型，上传至建筑机器人路径规划及管理系统，规划机器人行走路径，并提前进行路径试跑及调整。

**10.5.8**应针对机器人应用进行施工方案深化，提高机器人工作效率、覆盖率。

**10.5.9** 应明确建筑机器人投入数量、人机配比，在分项工程开始前进行建筑机器人方向的建筑新型产业工人招聘、培训、考核。

**10.5.10** 宜重新界定物资采购范围，策划采购模式，对于建筑机器人易损件、耗材宜备足备件，避免影响生产。