

# 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）条文说明

## 术语及用词说明

### 1. 术语

#### 1.01 智能建造 intelligent construction

通过大数据、物联网、人工智能等新一代的信息化技术，与以工业化为主导的先进建造技术相融合，提升工程项目建造效率和质量，实现可实时适应需求变化的高度集成与协同的新型建造方式。

#### 1.02 建筑信息模型 building information model

在建筑工程及设施全生命期内，对其物理和功能特性进行数字化表达，并依此设计、施工、运营的过程和结果的总称，简称BIM。

#### 1.03 地理信息系统 geographic information system

在计算机软、硬件系统支持下，对整个或部分地球表层（包括大气层）空间中的有关地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统，简称GIS。

#### 1.04 数字设计 digital design

在建筑工程全生命周期内，推进建设基于BIM协同、多专业、多参与方设计的数字化协同体系，实现跨专业、跨部门以及跨企业的协同设计，提供及时、准确、可追溯的工程信息服务。

#### 1.05 智慧工地 smart construction site

以物联网技术为核心，综合运用“云大物移智”等现代信息技术手段，感知、收集、处理、分析建造过程中的信息和数据，最终实现数据共享、互联互通、安全作业、智能生产、高效协同、智能决策及科学管理的工程建筑工地。

#### 1.06 物联网 internet of things

基于互联网、传统电信网等信息承载体，让所有能够被独立寻址的普通物理对象实现互

联互通的网络，简称 IoT。

#### 1.07 制造执行系统 manufacturing execution system

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，简称 MES。

#### 1.08 企业资源计划 enterprise resource planning

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，简称 ERP。

#### 1.09 智慧运维 smart operation

采用智能化、网络化、数字化技术，利用计算机、软件、数据库等资源，深度整合软件、硬件、服务与业务需求，梳理运维“人、事、物”具体事务，形成能耗管理、设备运行、环境管理、人员管理、维修管理、巡检维保管理、设备安全、资产管理等重要模块的建筑智能化。

## 2. 用词说明

2.01 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示具备一定条件时可以这样做的，采用“可”。

2.02 本标准中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合…的规定”或“应…执行”。

## 条文说明

### 2. 数字设计

#### 2.1 一般规定

2.1.1 条文说明：强调智能建造项目设计阶段的主导作用和对全生命周期数据应用统筹规划的重要性。设计不仅要满足功能要求和美学要求，还需要综合考虑施工可行性、成本效益和后期运营的效益。通过在设计阶段整合后续各阶段的需求，可确保设计能满足智能建造后续延伸应用的要求。

2.1.2 条文说明：智能建造过程中，协同设计是实现高效、精确和创新的关键。随着建筑行业向数字化转型，跨专业、跨企业、跨地域的合作变得日益重要。协同设计促进了信息的实时共享，减少沟通障碍和误解，可有效整合人力和资源来进行设计优化和降本增效。协同设计是推动建筑行业智能化的重要驱动力。

2.1.3 条文说明：智能建造的基础是模型驱动。采用 BIM 正向设计技术允许设计团队在整个项目周期内不断优化设计和更新模型，从而提高了设计模型的质量。基于正向设计的模型交付比二维图纸翻模精度更加可靠，BIM 数据的复用性大幅提升，可实现模型数据向下游传递。

2.1.4 条文说明：强调数字设计交付过程中采用面向应用的交付模式的重要性。设计成果不仅要满足当前阶段的需求，还要考虑整个工程生命周期内对设计信息的延伸应用。而遵循统一的数据标准格式，有助于打破信息孤岛，促进跨专业、跨团队的数据应用。

2.1.5 条文说明：标准化设计是智能建造实现的关键技术。通过标准化设计思维，可以将工程构件产品化。而产品化后的构件可以直接对接智能加工产线和智能施工设备，提高了生产、建造的效率。在运营阶段，标准化的构件维护升级更加容易。

2.1.6 条文说明：该条文强调数字化设计技术应用的核心目标是增强设计方案的经济性、安全性、舒适性，明确设计优化的方向。

## 2.2 数字化设计

2.2.1 条文说明：该条文对数字化设计基础软件进行限定。数字化设计软件必须具备安全可控的要求，能够实现多专业间的协同。因当前的主流 BIM 软件并非国产软件，此处不做国产自主的限定。

2.2.2 条文说明：该条文是对全专业使用数字化设计技术进行约束。

2.2.3 条文说明：参照《辽宁智能建造导则》。对协同设计平台的性能和应用场景进行描述。云储存提供了灵活的数据存储解决方案，确保数据分发的快速性和安全性。智能化则利用数据分析、机器学习等新技术提升设计决策的质量。云端化、智能化、实时化协同是数字化设计的发展趋势。

2.2.4 条文说明：数字化设计前期应建立相关标准及制度，明确组织架构和权责分配。

2.2.5 条文说明：对数字化标准体系进行补充，数字化设计前应明确模型拆分、命名、交付格式等要求。

2.2.6 条文说明：对数字化标准体系进行补充，制定校审制度，约束模型质量。

2.2.7 条文说明：对数字化标准体系进行补充，约束模型精度和交付要求。

2.2.8 条文说明：明确数字化设计技术应用覆盖的阶段。

2.2.9 条文说明：数字勘察也是智能建造的基础技术。数字勘察可提高勘察的准确性和效率，并通过数字化手段实现信息的快速共享和更新。从宏观层面有利于勘察数据的复用和集成。

2.2.10 条文说明：该条文提倡在工程项目中采用先进的地理信息采集技术，如正

射影像、倾斜摄影和三维激光扫描等获取精确的地形地貌和既有建筑数据。实景三维模型可辅助项目选址、既有建筑保护、设计方案选择、基础方案选择，进行更为合理的规划和设计。

2.2.11 条文说明：该条文提倡对地勘数据的集成和复用，形成岩土工程信息模型。岩土工程信息模型，可以辅助基坑开挖、支护，基础优化设计，保障施工安全和降低施工成本。

2.2.12 条文说明：该条文提倡 BIM 正向设计技术应用，包括但不限于方案比选、造价咨询、性能分析、设计优化、设计协同等场景。同时明确 BIM 正向设计若需要出具施工图纸，必须保证图模一致。

2.2.13 条文说明：数字化设计环节必须满足常规的 BIM 技术应用，即三维漫游、管线综合、净高分析和三维侦错。高质量的三维模型是数字化设计的基本要求。

2.2.14 条文说明：该条文提倡数字化设计和人工智能技术相结合。

2.2.15 条文说明：该条文提倡数字化设计和现行的先进技术相结合。

2.2.16 条文说明：该条文提倡数字化设计和计量计价相结合。三维模型可以实现精确计量，与现行的工程量清单计价模式相匹配。而基于模型的计量计价模式，有利于提高工程造价测算的准确性和透明度。

## 2.3 标准化设计

2.3.1 条文说明：参照《海南省装配式标准化设计技术标准》。对标准化设计的总体原则进行描述。

2.3.2 条文说明：该条文强调在工程项目中对各专业的部品部件和细部接口进行标准化设计的重要性。通过标准化，可确保不同部件和接口的通用性。

2.3.3 条文说明：该条文提倡研发参数化的标准件。将参数化设计和标准化设计

相结合，提高设计、生产效率。

2.3.4 条文说明：该条文旨在强调标准化部品部件质量控制。所有的标准化部品在设计、生产、检验和使用过程中，必须严格遵守相关的行业标准，部品部件质量能够满足工程质量验收要求。

2.3.5 条文说明：该条文提倡各企业对标准化的部品部件进行资源化，建立资源库，实现部品部件的集成和数字化管理，便于在设计 and 采购阶段快速检索和使用。

## 2.4 仿真驱动设计

2.4.1 条文说明：该条文强调仿真的目的性。数值仿真场景的选择要结合项目实际需求，以优化设计为目标，从而提升建筑的功能性和性能。

2.4.2 条文说明：该条文对现有的仿真场景进行了罗列。倡导在上述场景中运用数值仿真驱动设计。

2.4.3 条文说明：该条文要求对超高复杂工程进行结构性能化设计，保证结构安全性和耐久性。

2.4.4 条文说明：该条文倡导对高大复杂建筑、大跨度桥梁的风环境仿真。仿真结果可以帮助设计团队识别和解决潜在的风险工程问题。

2.4.5 条文说明：该条文倡导对重大工程进行综合灾害评估。采用先进的仿真模拟技术来预测和分析工程结构在面对潜在灾害，如地震、台风、洪水、火灾等极端事件时的反应和性能，识别结构设计的潜在弱点。

2.4.6 条文说明：设计仿真一体化是指将设计和仿真过程紧密结合，使得可以实时基于仿真分析结果进行设计决策。建立基于设计仿真一体化的机电系统正向设计体系，可以帮助设计师预测系统的行为，分析能效、可靠性、安全性和环境适应性，提高机电系统的质量和效率。

2.4.7 条文说明：该条文倡导机电系统在设计阶段就应考虑后期的运维需求，即运维前置。通过运用仿真技术和虚拟调试，设计师能够在设备安装前对系统性能进行详尽的评估与优化。通过对设备运行参数的细致调整，旨在实现室内环境的最优化，进而制定更为高效的设备控制策略，提高系统的可靠性。

## 2.5 数字交付

2.5.1 条文说明：该条文对数字勘察交付及交付内容进行约束定义。现阶段的数字交付环节一般不包括勘察环节。智能建造应考虑工程全生命周期内的数据交付和传递，因此需要增加勘察环节的数字化应用和交付。

2.5.2 条文说明：兼容性可确保数据模型能够与不同软件平台、工具进行数据交换。可扩展性可确保数据模型能够适应项目不同阶段的需求进行属性扩展和增加。交付的数据模型应能够适应工程全生命周期的需求，支持不同阶段和不同专业之间的数据交换。

2.5.3 条文说明：该条文要求设计交付要确保数据模型准确完整，能够为施工、生产、运维提供必要的的数据支撑，能够实现数据模型的复用。

2.5.4 条文说明：该条文倡导在数字设计阶段，将数字化模型作为核心交付成果，为智能生产和施工提供全面数据支撑，使得智能生产设备和智能施工设备能够准确识别和利用这些数据，从而提高自动化水平。在同时交付其他设计成果（如图纸、技术规格书等），所有设计成果所表达的信息要一致。

2.5.5 条文说明：该条文倡导采用协同设计平台进行数据交付、归档，实现跨企业的数据协同和共享。

2.5.6 条文说明：该条文倡导运用人工智能创建和维护标准规范数据库，配套开发模型校审工具。通过智能化审查工具，可以在设计阶段自动检测和评估设计方案是

否符合相关规范条文，提高模型的合规性。

2.5.7 条文说明：政府层面应结合政府监管的需要，配套开发相关的智能审查平台或工具，完成报规报建、招投标管理、设计图审等环节审查及审批。工程设计逐渐趋向数字化，工程设计审批也需要向数字化、智能化方向发展。

## **3. 智能生产**

### **3.1 一般规定**

3.1.1 条文说明：智能生产设备和生产线的设计与实施需确保能够灵活应对部品部件的离散型生产需求，同时具备高度柔性，以适应产品种类多样、批量灵活变化的生产场景，从而提升生产效率。

3.1.2 条文说明：为确保智能建造项目生产阶段的有效实施与高效运作，生产阶段应紧密依据智能建造总体策划方案的具体指导，针对性地编制详细、可行的智能生产专项方案，以明确生产目标、细化操作流程、优化资源配置，并融入智能化技术应用，实现生产过程的智能化、精准化和高效化。

3.1.3 文说明：促进生产阶段的高效运作，应构建或融入一个统一的数字化管理平台，该平台需遵循共同技术原则，与设计、运输等其他阶段无缝对接，形成一体化的协同管理机制。该机制确保数据的全面融合、自由汇聚与开放共享，进而支持智能决策，提升全链条的协同效率与响应速度。

### **3.2 数据驱动**

3.2.1 条文说明：本条款旨在通过先进标识技术建立产品唯一数值身份，实现全生命周期生产信息可追溯，保障产品质量与安全，提升供应链管理效率。

3.2.2 条文说明：本条款旨在通过设计系统与生产系统的数据集成，促进设计与制造的无缝衔接，实现高效协同生产，提升整体制造效率与灵活性。



### 3.3 数字化生产管理

3.3.1 条文说明：在整个生产过程中，宜构建一个高集成化、智能化的生产执行管理体系。其中有限能力排产是指基于生产资源的实际可用能力和生产订单的优先级，进行智能排产，确保生产计划的科学性、合理性与可执行性，避免生产过程中的资源冲突与浪费；优化控制是运用先进控制算法与大数据分析，对生产过程进行持续优化调整，包括工艺参数、生产节奏等，以实现最优生产状态；生产绩效管理是通过设定关键绩效指标，定期评估生产效率、成本控制、质量水平等关键指标，为持续改进提供依据，并激励员工提升工作绩效。

3.3.2 条文说明：客户需求计划与生产执行系统互联互通，可有效提高企业生产运营的高效性、灵活性与响应速度。需要建立并维护客户需求计划与生产执行系统之间的数据接口，实现订单信息、项目要求、库存状态、生产能力等关键数据的实时共享与同步，确保信息的准确性和一致性；建立快速反应机制，当客户需求或生产环境发生变化时，系统能即时触发重排流程，自动评估影响范围并生成新的生产计划，缩短调整周期。

3.3.3 条文说明：此条旨在加强企业运营管理的整体效能，促进业务流程的顺畅衔接与数据的高度集成。ERP 系统作为企业管理层的信息平台，负责将宏观层面的生产计划、采购指令、库存状态及物料配送计划等关键信息下发给 MES 系统；MES 系统则作为生产现场的执行控制中心，将实际生产进度、物料使用情况、配送执行状态、生产异常及质量检测结果等细节信息反馈给 ERP 系统。

3.3.4 条文说明：本条旨在建立以柔性化生产流程为核心的生产管理体系，通过智能化手段自动分配并监控各车间的生产任务执行计划，实现生产进度的精细化管理及生产资源的实时动态调配。工厂信息中心应整合各车间提供的数据，运用先进的数

据分析技术，对全工厂的生产过程及状态进行深度分析，为生产过程决策提供科学依据。分析优化内容应包括但不限于：生产效率提升、成本降低策略、质量改进方案、资源优化配置等。生产车间作为执行单元，应建立与工厂信息中心的实时数据交互机制，包括但不限于计划达成率与进度报告、工艺与质量监控、能耗与物料消耗、设备状态管理、人力资源数据等。

3.3.5 条文说明：本条旨在提升产品质量控制水平，预防质量问题发生，构建高效、精准的质量管理体系。统计过程控制是一种借助数理统计方法的过程控制工具。它对生产过程进行分析评价，根据反馈信息及时发现系统性因素出现的征兆，并采取消除其影响，使过程维持在仅受随机性因素影响的受控状态，以达到控制质量的目的。实施统计过程控制（SPC）策略，对采集到的质量数据进行深入分析，包括但不限于：（1）数据分析与预警：运用统计分析方法，识别生产过程中的异常波动，提前预警潜在的质量问题；（2）过程优化：根据分析结果，对生产工艺、设备参数等进行调整优化，持续改进生产过程，降低不良品率；（3）持续改进机制：建立质量数据的定期回顾与评估机制，总结经验教训，推动质量管理体系的不断完善。

3.3.6 条文说明：质量管控应作为智能建造数字化生产管理的控制项内容。本条规定智能建造生产管理应确保产品质量的一致性与可追溯性。数字化档案管理要求信息平台做好生产全过程的质量记录；通过唯一标识码将产品与其质量档案关联，确保在任一环节出现问题时，都能迅速追溯到源头，实现问题产品的精准召回与改进措施的有效实施；采取加密、备份等措施防止数据泄露或丢失，确保数字化质量档案的数据安全，同时尊重并保护相关方的隐私权益。

## 3.4 智能生产线

3.4.1 条文说明：要求智能生产线采用标准化、模块化设计原则，确保生产线能

灵活调整工艺工序组合，以适配不同部品部件的生产需求，实现加工单元的快速切换与定制化生产，进而达成部品部件生产的柔性化、自动化高水平目标。

3.4.2 条文说明：本条款倡导通过集成智能设备，深度融合信息化、人工智能、工业机器人、数据处理、移动操控、传感器、物联网及 5G 等前沿技术，构建出具备自我感知、学习、决策、执行与适应能力的智能生产线，以推动生产过程的智能化升级与高效运作。

3.4.3 条文说明：本条款强调，在智能生产线设计中，核心工序设备需具备单机应急作业能力，确保在集控系统或网络发生异常时，能够独立运行并完成生产任务，以保障生产线的连续性和稳定性。

3.5.1 条文说明：本条款建议整合生产信息管理平台、物联网设备、智能终端传感器及 RFID 等系统，实现生产各阶段物料与产品数据的无缝对接，实时采集并分析物流过程数据，构建智能物流信息平台，以支持场地管理、产品运输服务、库存优化、运输路径规划及资源高效调配等决策功能。

3.5.2 条文说明：本条款倡导构建智能物流全过程信息管理系统，旨在全面统筹物流状态跟踪、实现自动化配送、智能调度作业、实时监测物流状态、确保数据可追溯性，并优化资源配置，以提升物流管理的智能化水平和整体效率。

3.5.3 条文说明：本条款提倡采用智能运输技术，以实现对物流配送的全面管理和车货资源的集中动态调控，同时集成道路交通信息、线路优化指引及实时天气状况等多元数据，为制定更加高效、精准的运输方案提供强有力的决策支持。

3.5.4 条文说明：本条款建议智能物流信息平台应具备预制构件出厂运输的实时定位与视频监控功能，并能够实现与智慧工地系统及政府监管平台等信息化系统的数据交互与共享，以促进物流信息的透明化、协同化，提升物流管理的智能化水平及监

管效率。

3.6.1 条文说明：本条款强调需构建全面的生产信息数字化交付标准体系，详尽规定交付内容的范围、深度的具体要求、数据接口的标准、安全性的保障措施、交付流程及最终成果的规范化要求，以确保生产信息在数字化交付过程中的一致性、准确性及安全性。

3.6.2 条文说明：本条款建议利用管理平台对数字化交付成果实施集中管理，依据既定的数据交付标准构建相应的数据模型，确保该模型全面覆盖所需的数据交付内容，进而为后续的数据采集工作提供明确、统一的指导和规范。

3.6.3 条文说明：本条款规定，产品生产合同、生产过程资料、合格证等关键文件应采用数字化方式进行交付，以促进生产文件管理的电子化、高效化，便于信息的快速传递、存储与检索，同时确保文件的完整性与安全性。

3.6.4 条文说明：本条款推荐以 BIM（建筑信息模型）为核心基础，构建数据与模型之间的紧密关联，通过模型集成并关联产品生产过程中的各类数据，实现数据与模型的一体化交付、验收及存档流程，从而提升项目信息的集成度与管理效率。

## 4. 智能施工

### 4.1 一般规定

4.1.1 条文说明：结合总体策划编制专项方案，强调施工专项策划方案编制，有助于总体策划到专项策划内容的具体化，利于施工阶段落地应用。

4.1.2 条文说明：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对智能建造有效实施落地至关重要，该项条文旨在通过全过程协同管理平台，实现全过程业务数据的无缝传递和全参与方之间的协同业务应用，从而提高建造效率、降低成本、提升质量和增强可持续性。

4.1.3 条文说明：本条明确施工数字化实施技术范畴。

4.1.4 条文说明：本条明确施工在线协同管控应涵盖项目八个方面。

4.1.5 条文说明：随着科技的飞速发展，建筑行业正逐步迈向智能化、自动化的新时代。为了积极响应这一趋势，提升施工效率、保障施工安全、优化资源利用，采用建筑机器人或智能装备已成为行业转型升级的必然选择。

4.1.6 条文说明：基于 BIM 模型数据，建筑机器人或智能装备能够自主规划作业路径、选择作业工具、调整作业参数等，从而优化整个自动化作业流程。这种优化不仅提高了作业效率，还减少了人为干预和错误，确保了施工质量和安全。同时，BIM 模型的数据还能够为机器人或智能装备提供实时反馈，帮助它们及时调整作业策略，应对复杂多变的施工环境。本条作为鼓励应用项。

4.1.7 条文说明：在智能建造项目的实施过程中，对施工工期、总用工量、主要材料仓储与施工损耗、重点耗能设备台班用量、碳排放量等关键数据的收集、整理、分析，并据此形成详细的分析报告，是评估项目绩效、优化资源配置、实现绿色施工的重要手段，通过全面、准确、深入的数据分析，可以揭示项目运行的内在规律和潜在问题，为项目的持续改进和优化提供有力支持。

4.1.8 条文说明：随着信息技术的飞速发展，数字化交付已成为项目交付方式的重要趋势。本条文旨在强调采用数字化手段提交包含 BIM 模型与工程相关信息的完整数字化档案的必要性和重要性。

## 4.2 虚拟建造

4.2.1 条文说明：设计图纸与模型作为施工的基础依据，其准确性和完善性直接关系到施工过程的顺利进行与最终工程质量，在此过程中对各专业间的碰撞协调问题进行优化处理，是提升施工效率、确保施工准确性的关键步骤。

4.2.2 条文说明：在项目复杂施工环境中，科学合理的施工组织方案是确保工程顺利进行、提高施工效率与质量的关键。本条文强调，应充分利用 BIM 技术，并结合倾斜摄影技术建立的施工区域实景模型，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深度模拟分析，以评估施工组织的效率和效果，预测潜在问题与风险，并据此优化施工组织方案。

4.2.3 条文说明：确保施工措施的安全性与合理性是预防事故、保障施工顺利进行的重要前提。本条文强调，应充分利用 BIM 技术，对各阶段工程施工措施进行深入的模拟分析，以评估其安全性与合理性，预测潜在的风险和安全隐患，并据此优化工程措施。

4.2.4 条文说明：施工工艺的合理性和有效性直接关系到工程质量、施工效率及安全性。为了精准把握施工过程中的关键环节，提前发现并解决潜在问题，本条文提出应建立主要施工工艺模拟 BIM 模型。该模型旨在对施工工艺中的各项措施及施工顺序进行详尽的模拟分析，从而识别施工难点，优化施工工艺，确保施工活动的顺利进行。

4.2.5 条文说明：在项目管理中，成本控制是确保项目经济效益、提高项目管理效率的关键环节。为了实现对项目成本的精确估算与预测，本条文强调应充分利用 BIM 技术，结合详尽的成本数据，构建一个集成化的成本估算与预测体系。通过提前发现潜在的成本超支风险并采取相应措施进行规避或控制，项目团队可以确保项目在预算范围内顺利推进。同时，精确的成本估算与预测也有助于项目团队更好地进行资源配置和资金调度，提高项目的整体经济效益。

## 4.3 施工管理

4.3.1 条文说明：随着科技的飞速发展，智慧工地已成为提升建筑行业管理效率、

保障施工安全与质量的重要趋势。本条文旨在通过集成人工智能（AI）、红外感知技术及物联网智能穿戴设备等先进技术手段，构建一套全面的智慧工地现场管理体系，实现工地现场人员管理的智能化、精准化与高效化。

4.3.2 条文说明：项目各类车辆的高效、有序管理对于提升整体运行效率、保障安全的规范管理至关重要。本条文旨在通过集成人工智能（AI）与物联网（IoT）等先进技术，构建一套智能化的项目车辆管理系统，实现车辆进出场的车牌识别与自动登记、授权车辆自动放行以及车辆过磅数据的自动记录等功能，以提升管理效率，减少人为错误，增强安全性。

4.3.3 条文说明：塔吊、汽车吊、人货梯等大型施工机械设备的安全运行直接关系到工程进展与人员安全。为了提升施工机械设备的管理水平，预防安全事故的发生，本条文强调应采用人工智能（AI）与物联网（IoT）等先进技术，构建智能化的施工机械设备安全运行管理系统，实现对这些关键设备运行状态的全面监测与安全预警。

4.3.4 条文说明：在施工现场，部品部件类物料的管理是确保工程进度、质量和成本控制的关键环节。为了提升物料管理的效率与准确性，本条文提出采用RFID（无线射频识别）、二维码等唯一标识技术，结合先进的管理软件，对部品部件类物料进行数字化管理，并实现施工现场物料存放平面布置的可视化。

4.3.5 条文说明：在建筑施工、现场生产等高风险作业环境中，确保危险区域的安全监控与违规行为的及时发现是预防事故、保障人员安全的关键。本条文提出采用监控摄像机结合人工智能（AI）技术，构建一套高效、智能的安全监控系统，以实现危险区域人员入侵、安全装备穿戴情况以及危险及事故动作的精准识别与记录。

4.3.6 条文说明：在建筑施工过程中，危险源的及时辨识与有效预警是预防安全事故、保障施工人员生命安全的关键环节。为提升施工现场安全管理水平，本条文强

调应采用实时监控、人工智能（AI）、智能烟感报警、声光报警以及危大工程智能监测等先进技术，构建一套全面、高效的施工现场危险源智能辨识与预警系统。

4.3.7 条文说明：在建筑施工过程中，有效控制施工噪声、施工扬尘、建筑垃圾、污水排放及风速等环境指标，对于保护周边生态环境、维护居民生活质量具有重要意义。

4.3.8 条文说明：为了促进建筑施工行业的节能减排，提高资源利用效率，本条文强调应采用智能电表、智能水表等先进计量设备，对工地现场施工区、生产加工区及办公生活区等不同区域的能耗进行精细化计量统计与实时监控。通过自动监测与评估用电量、用水量等关键能耗评价指标，为工地能耗管理提供科学依据，推动绿色施工与可持续发展。

4.3.9 条文说明：精准掌握施工进度、及时发现并调整进度偏差是确保项目按时交付的关键。本条文提出应基于施工 BIM 模型，结合项目施工计划和实际完成进度，进行动态施工进度的模拟与对比分析，以形成科学的进度差异数据报告，为施工管理决策提供有力支持。

4.3.10 条文说明：准确高效的工程量计算和动态成本控制是确保项目经济效益、实现资源优化配置的关键环节。本条文强调应充分利用施工 BIM 模型的优势，进行精确的工程量计算和统计，并以此为基础辅助施工现场材料使用量的计算。通过对比实际工程量、模型实物量及预算清单量，实现项目资金、成本数据的全面汇总与深入分析，进而达到动态成本控制的目的。

4.3.11 条文说明：在施工质量管理中，确保质量证明资料的完整性、进场质量检验的严谨性以及材料使用部位的精确追溯，是保障工程质量、提升管理效率的关键环节。本条文提出应采用二维码、物联网等现代信息技术手段，对上述质量信息进行全



面记录与高效管理，并通过属性关联的方式将其与 BIM 模型元素紧密连接，实现施工质量信息的数字化、智能化管理。

4.3.12 条文说明：在施工安全管理及质量控制过程中，及时发现并有效管理各类隐患，确保技术质量参数处于受控状态，是保障施工安全、提升工程质量的关键。本条文强调应采用智能化管理平台及移动端软件，实现隐患排查流程的数字化、便捷化，以及技术质量参数的智能化监控，从而全面提升施工安全管理与质量控制水平。

4.3.13 条文说明：在供应链管理中，确保货物信息的准确性、实时性以及货物状态与质量的可控性，对于提升供应链效率、降低运营成本、保障客户满意度具有至关重要的作用。本条文强调应采用物联网技术，对供应链中的货物信息、运输信息及库存信息进行全面、实时地采集与传输，实现对货物状态与质量的精准监控。

4.3.14 条文说明：在施工管理中，面对海量、复杂且动态变化的施工数据，如何有效整合、分析并利用这些信息，为项目管理决策提供科学依据，是提升项目管理效率、保障工程质量和安全的关键。本条文强调应采用先进的施工管理平台，将施工数据等信息进行集成化管理，以此赋能项目管理决策，推动项目管理向科学化、智能化方向发展。

4.3.15 条文说明：面对复杂多变的地质条件，精准识别围岩性质、合理控制爆破效果、减少施工风险并提升作业效率，是隧道工程建设面临的重要挑战。本条文强调应采用隧道围岩识别、自动超欠挖分析、超前地质预报、爆破设计等先进系统，通过数字化手段全面采集围岩信息，实现爆破设计参数的定量化分析与计算，从而生成科学合理的掌子面爆破设计方案，旨在减少炸药单耗、控制超欠挖量，并显著提升施工安全与工作效率。

4.3.16 条文说明：产业化工人队伍是降低项目成本、提高施工效率与施工质量的

有效途径。随着建筑行业的不断发展和市场竞争的加剧，越来越多的企业开始重视工人队伍的专业化建设和管理水平的提升。未来，产业化工人队伍将成为建筑行业发展的重要趋势之一，为推动行业的高质量发展贡献力量。劳动力资源的优化配置与专业化水平的提升是提升项目竞争力、降低成本、提高施工效率与质量的关键途径。本条文鼓励企业在项目采用产业化工人队伍，通过专业化的技能培训、标准化的作业流程以及科学化的管理模式，来有效降低项目成本，显著提升施工效率与施工质量。

## 4.4 智能建造装备

4.4.1 条文说明：在土方工程中，快速、准确地获取地形信息及计算土石方量是项目规划、设计与施工管理的关键环节。为了提升工作效率、降低人力成本并保障测量精度，本条文推荐采用土方测绘无人机技术，结合其携带的先进传感器与测量设备，实现一键式地形信息采集，并通过自主知识产权的软件平台，迅速完成土石方量的精确计算，有效保障测量精度，还能保障数据安全。

4.4.2 条文说明：在工程质量控制与验收过程中，墙面与柱面的平整度及垂直度是衡量施工精度的重要指标。本条文强调采用三维测绘机器人技术。该技术通过机器人自主规划路径、智能导航至待测区域，并利用高精度点云扫描仪进行快速、精确的自动扫描测量，从而实现对墙面、柱面平整度及垂直度的全面检测，实现测量效率提升、确保数据精度并减轻人工劳动强度的效果。

4.4.3 条文说明：该技术集成了高精度测量仪器、智能识别算法与云端数据管理平台，能够自动化完成建筑物的全面测量、数据记录、统计分析及云端上传，为工程管理提供强有力的数据支持。目前的发展趋势，正在与BIM、物联网等其他智能化技术深度融合，形成更加完善的智能化管理体系，为建筑工程的全生命周期管理提供全方位的技术支持。

4.4.4 条文说明：传统的人工绑扎作业不仅劳动强度大、效率低下，且难以保证绑扎的一致性和质量稳定性。结合市场发展情况，本条文倡导企业采用智能钢筋绑扎机器人技术，该技术通过移动端操控系统，可实现钢筋规格参数的快速设置与调整，以及机器人自主完成工作区域寻找、行走路线规划、钢筋节点精准定位与绑扎、自动避障等一系列智能化作业流程，更加安全、高效、智能。

4.4.5 条文说明：传统的人工排砖与砌筑方式不仅劳动强度大、效率低，且难以确保砌筑质量与精度的统一。本条文强调采用砌筑机器人技术，并集成智能排砖系统，实现砌筑过程的自动化与智能化。砌筑机器人与智能排砖系统的结合应用，是提升砌筑作业效率与质量、推动建筑行业智能化转型的有效途径。

4.4.6 条文说明：在施工中，轻质墙板、玻璃幕墙、铝模板等新型建筑构件的广泛应用，对安装作业提出了更高的精度与效率要求。本条文鼓励采用墙板安装机器人技术，以自动化、智能化的方式辅助完成建筑构件的安装作业，充分利用高精度、高效率、广泛适用性与安全保障等优势，推动建筑施工技术的进步与发展。

4.4.7 条文说明：传统的人工抹灰作业不仅劳动强度大、效率低，且难以保证抹灰层的均匀性、平整度与厚度控制。本条文强调采用抹灰机器人技术，通过预设程序实现自动行走、调平、上料及抹灰施工，以自动化手段提升抹灰作业的效率、安全与质量。

4.4.8 条文说明：在涉及海洋工程、水利工程、港口建设等领域的水下施工中，传统的人工潜水作业不仅成本高昂、风险大，且受限于潜水员的体力与作业时间，难以实现高效、连续的水下作业。为了克服这些挑战，本条文强调采用水下机器人技术，以实现水下取样、检测、维护等作业的无人化管理，从而提升施工效率、保障作业安全。其无人化、高效、精准与广泛应用的特点将为海洋工程、水利工程、港口建设等

领域带来革命性的变革。

4.4.9 条文说明：传统的人工清扫方式不仅劳动强度大、效率低，且难以保证清洁质量与效率的持续稳定，为了优化清洁作业流程，提升清洁效率与智能化水平，本条文鼓励采用清扫机器人进行楼面清扫作业。其自动定位与导航、自动清扫与垃圾收集、自动停障与避障以及智能化管理与远程监控等功能将极大提升清洁效率与智能化水平。

4.4.10 条文说明：焊接作业作为关键连接工艺，其质量与效率直接影响产品的整体性能与生产成本。传统的手工焊接与半自动焊接方式存在劳动强度大、精度难以保证、生产效率不高等问题，特别是在高空作业，其安全保障尤为重要。本条文鼓励采用现场焊接机器人技术，依托视觉特征点定位与智能运算处理，实现焊接作业的自动化与智能化。

4.4.11 条文说明：智能机械装备在提升施工效率、保障施工安全、优化资源配置与提升施工质量等方面具有显著优势与重要应用价值，施工现场的高效、安全、精细化管理是行业转型发展的必然趋势。本条文强调在现场采用一系列智能机械装备，以智能化技术为现场施工提供有力支持。

4.4.12 条文说明：智能施工装备集成平台在提升施工效率与质量、降低施工成本、提升施工安全性以及推动行业转型升级等方面具有显著优势与重要应用价值。本条文强调智能施工装备集成平台的重要性，旨在鼓励企业通过集成各类智能施工装备，为行业的智能化转型与高质量发展贡献力量。

4.4.13 条文说明：本条文鼓励企业借鉴制造业生产模式，采用自动化加工生产线，通过技术创新实现工艺标准化、作业智能化、管控信息化的全面升级，这一举措不仅可以提升施工效率与质量、降低施工成本与安全风险，还能推动建筑施工行业的技术

进步与转型升级。

4.4.14 条文说明:在隧道建设与管理中,通风系统的有效运行对于保障行车安全、改善环境质量及实现节能减排目标至关重要。本条文强调采用气体传感器结合智能风机控制柜的创新技术方案,以科学、安全的方式管理隧道通风设备,旨在显著降低能耗,提升整体运行效率与节能减排效果。

4.4.15 条文说明:在混凝土拌合站的生产与管理中,试块制作与养护是确保混凝土质量、满足工程规范要求的重要环节,本条文强调企业应在拌合站现场投入装配式自动试块制作装备,提升试块制作的效率与精度,同时确保试验数据的准确性与及时性,降低劳动强度与成本,促进绿色施工与行业技术进步。

4.4.16 条文说明:本条强调企业应采用路面智能摊铺碾压系统对于提升路基路面施工的数字化、可视化与智能化水平,提升施工质量与效率、降低施工成本。

4.4.17 条文说明:在当前绿色发展与数字化转型的大背景下,建筑工程应积极响应国家节能减排号召,推动行业技术进步。本条强调施工现场应积极采用电动化、智能化施工机械的应用对于提升施工效率与质量、降低施工成本与能源消耗、提升施工安全性。

## 4.5 数字交付

4.5.1 条文说明:为了确保项目信息的准确传递、高效利用与长期保存,制定数字化交付统一标准显得尤为重要。本条强调明确数字化交付过程中的数据要求、职责权限、交付计划、成果管理等内容,以推动行业内部的数据标准化、流程规范化,提升项目管理效率与质量。

4.5.2 条文说明:基于BIM的数字化交付已成为提升项目全生命周期管理水平的重要手段。本条文强调基于BIM的数字化交付成果,其内容与精细度不仅需严格遵循

建设单位提出的特定交付及运维基本要求，确保项目信息的有效传递与后续运维的高效开展，同时还应符合行业相关标准的规定，以保障交付成果的标准化与规范化。

4.5.3 条文说明：施工过程资料的及时、准确、全面记录与管理对于保障工程质量、提升管理效率具有重要意义。本条文强调采用信息化平台对施工过程资料进行线上集中存储管理。该平台应集成自动分类、归档、查询使用等核心功能，以实现工程档案的全流程管理数据交付。一方面，平台能够减少人工操作成本，提高资料管理的自动化程度；另一方面，平台能够优化资料管理流程，提升资料的使用价值和利用效率。同时，随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展，信息化平台还将逐步融入更多的智能化、数据分析等功能，为施工管理提供更加全面、精准的支持。

4.5.4 条文说明：实现竣工 BIM 模型与实际完工工程的一致性以及施工管理平台与运维平台的无缝对接，对于提升项目全生命周期管理水平具有重要意义。竣工 BIM 模型的提交及其与运维平台的数据对接成为确保项目全生命周期信息连续性的关键环节。本条文旨在明确竣工 BIM 模型的提交要求及其与运维平台的数据交互标准，以促进施工管理平台与运维平台之间的无缝对接，实现项目信息的顺畅传递与高效利用。

4.5.5 条文说明：在项目管理中，工程资料的及时、准确、完整记录是保障工程质量、控制建设成本、提升管理效率的重要基础。为了确保工程资料能够真实反映项目建设的实际情况，并与建设进度保持同步，本条文特别强调了工程资料与建设进度同步形成的重要性，并提倡采用电子签章等先进技术来编制电子表单文件，以进一步提升资料管理的规范性和效率。

4.5.6 条文说明：本条文强调通过减少纸质版文档的应用、推动纸质文档电子扫描存档及二次结构化数据加工处理等措施，旨在实现文档的全面数字化交付，提升信

息利用效率和管理水平。为运维阶段做好数字成果基础。

## 5. 智慧运维

### 5.1 一般规定

5.1.1 条文说明：BIM 运维模型是 BIM 技术在建筑运营和维护阶段的应用，它通过对竣工验收 BIM 模型的深化和完善，结合运维设施和相关信息，形成一个全面、准确、可操作的运维管理平台。

5.1.2 条文说明：建筑设备基础信息管理包括设备档案管理、信息化管理平台、动态更新机制；运行在线监控包括实时监控、异常预警、远程监控；日常运行维护包括维护计划制定、工单管理、知识库建设；智慧化应用包括数据分析与预测、自动化运维、智慧决策支持；智慧运维平台建设包括平台架设设计、数据安全保障、用户体验优化。

5.1.3 条文说明：通过集成 BIM 模型的丰富信息，实现运维管理的智能化与高效化，同时确保数据的安全性、系统的稳定运行、功能的实用性和未来扩展的灵活性。

### 5.2 智慧运维管理

5.2.1 条文说明：施工阶段的主体结构监测数据是评估建筑质量、稳定性和安全性的重要依据。确保建筑项目从施工到运维的连续性和数据一致性，从而提高运维管理的效率和准确性。

5.2.2 条文说明：应依托 BIM 运维模型，实现空间规划、分配及人流管理的自动化统计与分析，确保建筑空间的高效利用与动态管理。通过集成实时监控与数据分析功能，精准掌握空间使用情况，灵活调整空间布局，提升空间资源的使用效率与满意度。

5.2.3 条文说明：本条款强调，应依托 BIM 运维模型，整合建筑物内部各类设备

(如照明、供配电、电梯、中央空调、地源热泵机组等)的几何结构、固有属性及实时运行数据,实现设备的综合信息管理,包括信息可视化查询、维修保养计划制定、故障预警与快速响应处理等功能,以提升建筑设施管理的智能化水平和运维效率。

5.2.4 条文说明:本条款要求,应充分融合运维模型、设备设施模型与楼宇电力监控系统,实现对建筑物能源消耗状况的在线、实时、远程监测。通过此系统,可深入分析特定区域、时间段、楼层及房间的能源数据,精准识别能源管理中的薄弱环节,进而采取有效措施优化能源使用,显著降低建筑整体能耗,推动绿色建筑与可持续发展目标的实现。

5.2.5 条文说明:利用 BIM 运维模型进行建筑碳排放的精准计算与分析,通过优化运维策略降低单位建筑面积的碳排放强度,实现建筑低碳运行管理目标。

5.2.6 条文说明:巡检机器人应覆盖指定区域,按照预设路径进行巡检。巡检过程中应记录关键数据,并实时分析异常情况。检测项目应全面覆盖设备各项性能指标。检测结果应符合国家或行业标准要求,不合格项应及时处理。制定详细的维护计划和维修流程,明确责任人和时间节点。

5.2.7 条文说明:楼宇自控系统实时监控楼宇内环境参数(如温度、湿度、光照度等),自动调节空调、照明等设备。视频监控系统与 BIM 模型联动,实现视频点位在三维模型中的精确定位与展示。基于 BIM 模型实现停车场空间分布与租赁情况的直观展示,优化空间利用。消防系统集成消防设备点位信息,实时监控设备状态,发生火警时自动定位并报警。门禁系统实时显示门禁设备运行数量及状态,记录门禁刷卡信息,异常行为及时报警。电子巡更系统基于 BIM 模型规划巡更路线,提高巡更效率与覆盖率。各子系统数据统一集成于 BIM 运维管理平台,实现数据的实时采集、处理与展示。



5.2.8 条文说明：通过 BIM 平台，将资产相关的所有信息（包括但不限于采购信息、安装位置、维护记录、使用寿命等）进行数字化、标准化处理，并按一定规则分类存储。将分类存储的资产信息与 BIM 运维模型进行深度关联，形成包含丰富数据属性的三维虚拟环境。这一步骤使得资产在虚拟空间中的位置、属性与实际物理空间保持一致，便于后续的管理与操作。利用 BIM 技术的 3D 可视化功能，直观展示各资产的使用情况、运行状态（如颜色区分不同状态、动画模拟运行状态等）。

5.2.9 条文说明：本条款规定，应基于 BIM 运维模型构建智慧管网系统，直观展现管网的整体布局、监测点分布，并实时追踪管网运行状态及关键参数。该系统能够即时监测并预警管网异常情况，迅速通知相关人员采取应对措施，确保管网运行的安全性与稳定性，有效预防潜在事故的发生，提升城市基础设施的管理效能与应急响应能力。

### 5.3 智慧运维平台

5.3.1 条文说明：本条款指出，应将建筑消防系统（FAS）、安防系统（SAS）、建筑设备管理系统（BMS）等智能化系统与 BIM 运维模型深度融合，共同构建智慧运维管理平台。此平台旨在通过集成化、智能化的管理手段，显著提升建筑运维管理的效率与水平，确保各类系统间的协同工作与信息共享，为建筑的安全、舒适、高效运行提供有力支撑。

5.3.2 条文说明：本条款强调，应基于 BIM 运维模型，深度融合物联网等先进技术，有效整合多源异构数据资源，构建全面、高效的运维平台数据库。此数据库旨在实现数据的集中存储、统一管理与智能分析，为运维决策提供坚实的数据支撑，推动运维管理的数字化转型与智能化升级。

5.3.3 条文说明：本条款规定，运维平台应采用先进的三维图形引擎及 XR（扩展

现实)技术,实现系统与设备的直观可视化表达,同时确保平台能在手机、电脑等多种终端上实现轻量化、高效运行。此外,平台应支持用户、工程师、运维管理人员、政府社区管理人员等多方用户通过不同渠道便捷访问,以促进信息的共享与交流,提升整体运维管理的协同效率与服务质量。

5.3.4 条文说明:本条款明确指出,运维平台应综合集成建筑构件信息、缴费服务、停车场管理、居家养老服务、客户服务中心、应急管理体系及环境监测等多种服务模块,旨在为用户提供全方位、智能化的生活便利与安全健康的环境保障。通过一站式服务平台的构建,实现生活服务的智能化升级与高效管理,提升居民的生活品质与满意度。

5.3.5 条文说明:本条款旨在促进运维平台与数字住建、CIM基础平台、建筑产业互联网等系统的互联互通,实现数据共享与业务协同,推动智慧城市与建筑行业的深度融合与发展。

5.3.6 条文说明:本条款旨在通过智慧管网系统实现数据驱动的管网管理,提升管网健康评估、问题预测与维护决策的科学性与效率,便于远程监控与调度,保障管网运行的安全与稳定。

5.3.7 条文说明:本条款旨在通过深度挖掘与分析监测数据,精准预测桥梁运行趋势与部件寿命,为桥梁维护保养提供科学依据,预防事故,延长桥梁使用寿命。

5.3.8 条文说明:本条款旨在确保运维系统在自然灾害或突发事件中能够迅速响应,提供关键信息支持,有效促进应急处置与协同救援工作,保障公共安全与应急管理的能力。