

青岛市建设工程智能施工管理导则

(试行)

2025-09-30 发布

2025-11-01 实施

青岛市住房和城乡建设局 发布

前 言

为贯彻落实住房和城乡建设部和省住房和城乡建设厅关于推进智能建造与建筑工业化协同发展工作要求，推动青岛市建设工程施工管理智能化、标准化和精细化水平提升，青岛市住房和城乡建设局组织有关单位广泛调研、系统总结智能建造试点实践经验，并参考国家、省、行业相关标准规范和国内外先进技术成果，经多方征求意见后修改完善，制定了本导则。

本导则共分12章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、项目管理责任制度、资源管理、进度管理、质量管理、安全管理、成本管理、风险管理、收尾管理、管理绩效评价。

本导则由青岛市住房和城乡建设局负责管理，并会同主编单位负责技术内容的解释。

主 编 单 位： 荣华建设集团有限公司

青岛理工大学

参 编 单 位： 青岛市建筑工程管理服务中心

青岛市建筑节能与产业化发展中心

青岛市安全生产监督管理站

青岛市市政公用工程质量安全监督站

莱西市建设工程服务中心

山东大学

中国海洋大学

中国石油大学

中铁建工集团第二建设有限公司

中建八局第四建设有限公司

中青建安建设集团有限公司

广联达科技股份有限公司

杭州新中大科技股份有限公司

山东兴华建设集团有限公司

荣泰建设集团有限公司

青岛中建联合集团有限公司

山东众数信息科技有限公司

青岛海纳云智能系统有限公司

青岛宝利建设集团有限公司

荣华智能集成建造科技有限公司

青岛市市政工程设计研究院有限公司

青岛市建筑设计研究院集团股份有限公司

青岛绿帆再生建材有限公司

青岛万顺城市建设有限公司

荣华（青岛）建设科技有限公司

主要起草人员：李海生 崔维久 刘 会 王新波 巩 斌 赵新明

沈伟峰 侯和涛 范国玺 李春宝 徐洪祥 于 群

邱玉龙 何海东 柳成林 张行良 王剑阁 胡耀岚

蒋华洋 常 凯 张为玉 解 群 曹 剑 柳博鹏

刘作岩 高 伟 宋吉鑫 崔玉敏 聂建卫 蒋 斌
贾壮普 陈 勇 杨迎春 王建龙 于海洋 赵致俊
杨自统 张 旭 孙宏伟 李 扬 来守祥

主要审查人员：曲成平 黑增武 劳希君 于彬成 刘晓英

目 录

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	3
3.1 一般规定.....	3
3.2 项目管理流程.....	3
3.3 数据管理.....	4
4 项目管理责任制度.....	6
4.1 一般规定.....	6
4.2 项目管理机构职责.....	6
4.3 项目管理目标责任书.....	7
4.4 项目管理机构人员职责.....	8
5 资源管理.....	12
5.1 一般规定.....	12
5.2 人员管理.....	12
5.3 材料与设备管理.....	13
5.4 资金管理.....	14
6 进度管理.....	15
6.1 一般规定.....	15
6.2 进度计划管理.....	15
6.3 进度变更管理.....	15
7 质量管理.....	17
7.1 一般规定.....	17
7.2 质量计划管理.....	17
7.3 质量检查与改进.....	18
8 安全管理.....	19
8.1 一般规定.....	19
8.2 安全计划管理.....	19

8.3 安全监控与应急响应.....	20
9 成本管理.....	21
9.1 一般规定.....	21
9.2 成本计划.....	21
9.3 成本控制与优化.....	22
10 风险管理.....	23
10.1 一般规定.....	23
10.2 风险识别与评估.....	23
10.3 风险应对.....	24
10.4 风险监控.....	24
11 收尾管理.....	25
11.1 一般规定.....	25
11.2 竣工验收管理.....	25
11.3 结算与决算管理.....	25
11.4 保修期管理.....	26
11.5 项目管理总结.....	26
12 管理绩效评价.....	27
12.1 一般规定.....	27
12.2 管理绩效评价内容.....	27
12.3 评价结果与应用.....	27

1 总则

1.0.1 为规范青岛市建设工程智能施工管理，推动智能建造技术与施工管理的深度融合，提升建设工程智能施工水平，促进建筑业高质量发展，制定本导则。

1.0.2 本导则适用于新建房屋建筑、市政公用工程的智能施工管理，既有房屋建筑与市政工程的改建、扩建及其他建设工程可参照其执行。

1.0.3 建设工程智能施工管理除应符合本导则的规定外，还应符合国家、省、市现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 智能施工

利用数字技术对工程施工技术和装备进行升级改造,辅助开展各工序环节施工作业,并对施工现场作业人员、机械设备、材料物资、施工工艺和场地环境进行智能化组织管理的施工活动。

2.0.2 智能施工管理

以建设工程项目施工全过程数据为核心生产要素,通过构建"感知-分析-决策-执行"的智能闭环系统,实现施工现场各类要素动态优化的管理模式。

2.0.3 智能施工管理平台

综合运用信息化技术,对施工现场各类要素进行数据采集、分析、管理,按需共享、协同运作,实施精准化、精细化管理的信息平台,简称“平台”。

2.0.4 三维激光扫描

通过激光扫描生成现场实景数据,与 BIM 模型比对验证实体偏差的技术。

2.0.5 施工模拟

融合 BIM 模型与进度计划的动态模拟技术,用于资源配置与冲突预警。

2.0.6 数字化归档

依据标准的结构化数据存储流程,包含 BIM 模型、物联网原始数据包等竣工资料。

2.0.7 数字孪生

由物理资产、虚拟镜像和用户界面组成的混合模型。

2.0.8 数据资产

特定主体合法拥有或者控制的,能带来直接或者间接经济利益的数据资源。

2.0.9 人机协同事故率

人机协同事故率是指在人与智能施工装备(如施工机器人、自动驾驶运输工具、智能塔机等硬件及其装备控制系统)直接交互或协同作业的场景中,单位工时间内发生并可记录在案的安全质量事故(包括造成人员伤害、设备损坏或工程质量缺陷的事件)的频率。

2.0.10 数据治理达标率

评价数据质量的综合指标,包含数据模型一致性、数据完整性、数据准确性、数据规范性、数据更新时效性、数据唯一性以及数据安全与隐私合规性等维度。

2.0.11 建筑信息模型

在建设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。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 智能施工管理应结合项目实际条件,集成应用各类智能施工技术与产品,构建覆盖施工全过程的数字化管理体系。通过实现人机协同、数据驱动和动态优化,全面提升智能施工管理水平。

3.1.2 施工现场应部署智能施工项目管理平台,平台应符合下列要求:

1 支持建设、设计、施工、监理等多方协同管理作业。

2 满足项目日常管理业务和现场管理需求,可涵盖综合监控、进度管理、人员管理、机械设备管理、物资管理、质量管理、安全管理、环境与能耗管理等模块。

3 具备施工数据的实时采集与分析能力,并与建筑机器人等智能建造装备联动,实现施工过程的全面感知与智能调控。

3.1.3 项目管理机构应建立适应智能施工的组织与运行框架,包括标准化流程、协同化机制和弹性化组织结构,支撑施工全过程的智能施工管理,推动管理活动持续迭代及系统优化。

3.1.4 建设单位应组织保障智能施工的专项经费,合同各方应在项目合同中明确智能施工所产生的软硬件及数据资产的权属。

3.2 项目管理流程

3.2.1 项目管理机构应基于“数据驱动、智能决策、人机协同”的原则,构建科学高效的项目管理流程。该流程应包括统筹策划、动态执行、多源监测和数字交付四个核心阶段,并实现各阶段之间的协同联动和闭环管理。

3.2.2 统筹策划过程宜通过物联网、人工智能、大数据和数字孪生等新技术，开展施工模拟分析，设计并优化施工组织方案，编制智能施工专项实施方案。明确主要工序环节中智能建造技术和装备的应用计划、工艺衔接标准及异常处置流程。

3.2.3 动态执行过程宜通过项目管理平台实施数字化工单派发，实现人员、材料、机械的智能调配，自动校验工单数据和实名制考勤数据。综合运用三维激光扫描、图像识别等技术对复杂结构进行施工精度模拟和虚拟预拼装。运用移动端 AI 巡检系统采集施工过程数据，自动关联 BIM 构件库完成质量验收记录。

3.2.4 多源监测过程宜实现进度偏差、质量缺陷、人员不安全行为、物的不安全状态及现场环境风险等的 AI 自动识别，建立风险预警智能决策机制，当监测数据超出预设阈值时自动推送优化方案。

3.2.5 数字交付过程宜生成竣工数字孪生模型，建立包含施工过程数据包的数据资产库，涵盖设备运维参数、材料检测报告等全要素信息，自动生成数字竣工档案。

3.3 数据管理

3.3.1 工程数据分类与编码应符合现行国家标准《建筑信息模型分类和编码标准》GB/T51269 的相关规定，确保各类智能施工数据实现标准化、结构化存储与管理。

3.3.2 智能施工项目管理平台应具备本地数据库与远程数据库，支持 API 接口和互联网接入，实现与工程设计、构件生产、项目运维等上下游系统的数据贯通。平台宜建立分级授权机制，依据协同管理协议对数据的访问、操作与流转权限进行精细化管控，同时确保与企业级或行业级平台的数据自动同步。

3.3.3 关键施工参数宜通过物联网传感器实现实时采集，并建立数据质量校验机制，确保采集数据的真实性与准确性。

3.3.4 涉及装备控制算法、成本信息等核心数据应采取加密存储措施，访问权限应按照用户角色实施分级管控，确保数据安全性与可控性。

3.3.5 平台应具备与政府监管系统数据互联互通的能力。

3.3.6 施工过程中产生的各类资料宜通过项目管理平台集中存储与统一管理，确保工程资料与施工进度同步生成。平台应支持资料的自动分类、归档与查询功能，宜使用电子签章作为法律效力凭证，实现工程档案的全流程数字化交付与可追溯管理。

3.3.7 项目管理机构应明确平台应用与维护责任人员，落实专岗专责制度。

3.3.8 项目管理机构应明确施工过程中产生的数据资产所有权、使用权和共享机制，并在合同中约定各方数据权益。

4 项目管理责任制度

4.1 一般规定

4.1.1 项目管理责任制度应与智能施工特点相匹配，明确人机协同、数据治理、智能装备管理等方面的新型管理活动的责任主体与职责边界。

4.1.2 各岗位、各层级的管理职责与权限应在项目统一的智能施工管理平台进行配置和固化。所有关键管理指令的下达、流转、执行、反馈与变更记录宜由平台自动存证，确保项目管理行为的全过程数字化、可追溯。

4.1.3 项目管理责任制度应覆盖建设、设计、施工、监理、运维、设备及软件供应商等所有参建单位。各方应通过签订协同管理协议，并在统一信息化管理平台中明确数据提供责任、任务协作接口和成果交付标准，建立跨单位的协同工作责任机制。

4.2 项目管理机构职责

4.2.1 项目管理机构应作为智能施工的组织与决策核心，履行下列基本职责：

- 1 编制项目总体智能施工方案、专项智能施工方案及相关应急预案。
- 2 制定并监督执行项目智能感知系统部署方案，内容应包括传感器、物联网设备、通信网络等的选型、布设与调试要求。
- 3 负责项目智能施工管理平台的运维管理，应确保平台运行的稳定性、安全性与数据的完整性。
- 4 依据合同和协同管理协议，监督各参建单位的数字化履约行为。
- 5 组织解决跨专业、跨系统的重大技术与数据接口问题，确保智能施工系统间的兼容性与协同性。
- 6 建立项目的数据资产管理制度，负责施工过程数据、数字孪生模型、算法模型等核心数据资产的收集、归档、移交与安全管理。

4.2.2 项目管理机构的组织架构应具备动态调整机制。机构应根据项目不同阶段的智能技术应用重点，对人员配置和部门设置进行动态调整。

4.2.3 项目管理机构应建立人机协同管理制度，包括下列内容：

- 1 人机协同作业规程与工艺标准。

- 2 智能装备操作人员的资格认证与授权管理办法。
- 3 人工智能辅助决策的应用场景清单、审批流程与人工复核机制。

4.3 项目管理目标责任书

4.3.1 项目管理目标责任书应依据项目合同、智能建造成本预算、企业数字化战略等内容进行编制，并应符合国家及地方关于智能建造、数据安全的相关标准与规定。

4.3.2 项目管理目标责任书宜包括下列智能施工专项内容：

1 智能技术应用目标，包括数字孪生模型与实体工程同步率、智能施工装备利用率、人机协同效率、AI 辅助决策覆盖率等。

1) 数字孪生模型与实体同步率应规定关键构件和工序的模型与实体在几何、物理、规则属性上的信息同步程度，宜采用抽样检测合格率进行考核。

2) 智能施工装备利用率应明确主要智能装备的计划工作台时与实际有效工作台时的比例。

3) AI 辅助决策覆盖率应明确界定采用 AI 模型进行辅助分析或决策的管理环节（如质量预检、安全风险识别）占同类管理业务总数的比例。

2 智能施工管理目标，包括人机协同事故率，数据治理达标率等。

1) 人机协同事故率其计算方法应符合本导则第 4.3.3 条的规定。行业基准值缺失时，其目标值应由建设单位与施工单位根据项目复杂性和技术成熟度协商确定。

2) 数据治理达标率其计算方法应符合本导则第 4.3.4 条的规定。

3 数据资源管理目标，包括云平台资源使用，数据与算法维护等。

1) 云平台资源使用应明确云计算、云存储等资源的配额与成本控制目标。

2) 数据与算法维护应规定核心算法模型的训练数据集更新频率及数据源。

4 数据权责与风险目标，包括数据权责划分，技术风险处置等。

1) 数据权责划分应以清单形式明确各类数据的采集、使用、共享、存储的责任单位和权限边界。

2) 技术风险处置应包含智能系统或算法失效时的应急处置预案和责任认定原则。

4.3.3 人机协同事故率的计算应符合下列规定：

人机协同事故率 = [人机协同作业中可记录在案的事故总数 × 200,000] /
[参与协同作业的人员总工时 + 协同作业的智能装备总运行台时]

参数说明：

200,000 为基准工时，代表 100 名作业人员全年标准工作时长。

记录在案的事故的界定标准应在项目安全管理计划中予以明确。

人员总工时与装备总运行台时的统计范围应严格限定在人机协同作业期间。

4.3.4 数据治理达标率的评价应采用综合指数法，应包括下列核心量化指标：

1 数据源合规率：项目产生或接收的数据中，来源于预定或合规系统接口的数据量占总数据量的百分比。

2 数据模型一致性：项目各阶段、各专业生成的 BIM 模型及相关业务数据，符合项目 BIM 执行计划和数据标准的构件或数据条目的比例。

3 数据更新时效性：关键工序完成后，其信息在数字孪生平台中完成状态更新的平均时间与目标时限的符合度。

4 数据接口可用率：关键数据交换接口在考核期内处于正常可用状态的时间占总时长的百分比。

5 数据安全合规度：在考核期内，违反数据安全规定的事件数量，以及定期安全审计发现问题的整改完成率。

6 数据治理达标率的综合指数计算方法及各项指标权重应在项目管理目标责任书中明确。

4.4 项目管理机构人员职责

4.4.1 项目管理机构的组建应遵循以下原则：

1 项目管理机构的人员岗位应结合项目规模、管理目标及工程复杂程度进行合理配置。

2 关键岗位人员应具备“工程技术+智能系统”相结合的专业背景，满足智能施工对复合型管理能力的要求。

3 项目管理机构应根据施工阶段的实际需求，动态调整组织架构，适时增补相关专业工程师，确保管理力量与工程建设进展相匹配。

4 各岗位职责应围绕“数据驱动、平台协同、责任到人、过程可控”的原则进行明确分工，确保项目管理全过程的信息化、规范化与高效协同。

4.4.2 项目管理机构负责人应履行下列职责：

- 1 项目管理机构负责人应负责组织智能施工技术方案及应急预案的编制、论证和报审工作，并对方案在现场执行的技术可行性和管理合规性负责。
- 2 组织设计、生产、施工、信息化及智能装备等跨部门协同会议，解决资源调配冲突。
- 3 对 AI 辅助决策结果保留最终否决权，并承担人工复核的连带责任。
- 4 签署由智能装备故障引发的质量或安全事故归责报告。
- 5 每季度审核智能施工效能报告，包括人机协同效率和数据治理达标率等指标。
- 6 推动智能施工管理流程优化，签发重大制度修订指令。

4.4.3 项目技术负责人应履行下列职责：

- 1 主持编制智能施工专项方案，明确人机协作工艺标准。
- 2 审核 BIM 模型与施工机器人数据接口协议。
- 3 制定智能系统失效的二级响应预案。
- 4 保留核心工艺参数的人工覆盖权限。
- 5 主导智能施工技术交底，协调设计、装备供应商等解决现场技术冲突。
- 6 组织智能施工工艺改进研讨会。

4.4.4 施工员应履行下列职责：

- 1 分解智能施工任务，动态调整人机配比。
- 2 协调解决智能装备与人工班组作业面冲突。
- 3 通过管理平台监控施工数据，超阈值时启动干预流程。
- 4 每日生成人机协同效能简报，重点标注低效作业环节。
- 5 现场确认智能系统报警事件，发起缺陷处置流程。
- 6 跟踪整改措施至验收闭环，留存影像及数据记录。

4.4.5 质量员应履行下列职责：

- 1 监督智能检测设备标定，每月覆盖率达 100%。
- 2 复核 AI 算法判定缺陷的准确性。
- 3 构建质量缺陷知识库，关联设计参数、环境数据等影响因素。
- 4 每月发布质量风险预警，推动工艺参数优化。

- 5 管理构件唯一标识码，实现从生产到验收的全周期追溯。
- 6 归档智能施工质量数据。

4.4.6 安全员应履行下列职责：

- 1 参与制定人机协同作业禁区管理规则。
- 2 监控定位系统告警事件。
- 3 每季度组织智能装备故障应急演练。
- 4 维护应急资源智能调度清单。
- 5 实施 VR 安全培训考核，未通过模拟测试者禁止上岗。
- 6 建立操作员安全信用档案。

4.4.7 资料员应履行下列职责：

- 1 制定数据分类标准，核心数据加密存储。
- 2 每周审计数据完整性，生成治理周报。
- 3 对接项目管理平台，自动归集施工日志、检测报告等非结构化数据。
- 4 建立区块链存证档案库，关键节点数据实时上链。
- 5 按需提取数据生成专项报告，如智能装备利用率趋势分析。
- 6 配合审计提供可追溯数据链，支持 15 分钟内定位任意施工记录。

4.4.8 材料员应履行下列职责：

- 1 基于 BIM 模型工程量清单，联动供应商库存数据生成动态采购计划。
- 2 管理战略供应商库，提升优质供应商智能推荐权重。
- 3 实施关键材料芯片植入计划，关联生产、运输、使用数据。
- 4 每月分析材料损耗率，损耗率超标时发起专项调查。
- 5 监控材料价格波动，大宗采购前执行 AI 比价分析。
- 6 优化智能仓储布局，降低 AGV 搬运路径冗余度。

4.4.9 BIM 工程师应履行下列职责：

- 1 保障 BIM 模型与施工机器人指令数据的无损传递，每日核查版本一致性。
- 2 嵌入施工工艺语义信息，支持机器人自主解析，如装配顺序、公差要求。
- 3 搭建多专业协同平台，冲突检测响应时间不应超过 1 小时。
- 4 管理轻量化模型，确保移动端查看流畅度，加载时间不应超过 5 秒。
- 5 构建施工模拟沙盘，支持“假设分析”推演，如工序调整对工期的影响。

6 每月输出基于模型的数据分析报告，包括空间利用率、管线碰撞点等。

4.4.10 数据治理工程师应履行下列职责：

1 编制智能施工数据治理规范，包括数据采集频率、存储格式、传输方式及共享权限等具体要求。

2 定义数据质量指标，包括数据完整性、时效性延迟等。每月开展数据安全审计，包括未授权访问事件、异常数据篡改等。

3 构建数据资产目录，标识高价值数据，包括机械效能曲线、工艺缺陷知识库等。

4 协同技术团队开发数据产品，包括智能排产算法、风险预测模型等。

5 资源管理

5.1 一般规定

5.1.1 项目管理平台宜建立智能资源管理系统，实时采集人员、材料、机械、资金等全要素数据，确保动态调度与配置优化。

5.1.2 项目管理机构宜集成物联网、BIM 及大数据技术，关联物联网设备、劳动力、材料等资源需求，生成动态资源计划。

5.2 人员管理

5.2.1 项目管理机构宜建立实名制档案系统，并符合下列规定：

1 支持以居民身份证为基础信息源，结合动态人脸识别、指纹等生物识别技术采集身份数据。

2 对接行业（如劳务、农民工工资支付等）信息管理系统，实现数据互通。

3 包含人员身份信息、职业资格证书、考勤记录、劳务合同、安全教育记录、工伤记录等。

4 采用结构化数据与图片/影像资料混合存储，支持快速检索。

5 人员进退场记录、技能认证状态、信用评价等数据应实时更新。

5.2.2 人员考勤管理

1 施工现场出入口应部署具备动态人脸识别功能的考勤终端。

2 考勤数据应实时同步至项目管理平台，异常考勤自动触发预警。

3 人员定位系统应满足下列要求：

1) 定位精度 ≤ 1 米。

2) 危险区域电子围栏自动报警响应时间 ≤ 3 秒。

3) 运动轨迹数据保留 ≥ 90 天。

4 设备失效或异常离线时，应同步推送告警至安全员终端。

5.2.3 技能认证与培训管理

1 组织应依据相关国家职业资格标准与项目特殊要求，建立技能认证数据库。未取得相应资格证书的人员不得上岗。三级认证标准如下：

表 5.2.3 智能施工人员技能认证分级要求

级别	认证内容
基础操作级	移动终端数据录入、BIM 模型浏览
设备应用级	设备操作、常规检测仪器使用
应急处置级	设备故障诊断、进度偏差调整

2 高风险作业人员每季度复训应包含 VR 模拟考核，培训资料库应集成施工规范、事故案例、操作视频等资源。

5.2.4 岗位配置与绩效管理

1 项目管理机构应明确各岗位的数字化技能标准，建立包含数字化技能标签的人员档案。智能资源管理系统应根据施工进度模型与人员技能标签，自动生成最优班组配置方案。

2 项目管理机构宜建立人员效能分析模型，融合定位数据、任务完成率、质量合格率等，优化人力资源配置方案。

3 项目管理机构宜建立远程专家库，复杂节点施工等重难点工作可通过 AR 眼镜实现异地技术指导。

4 人员工资管理应提供薪资查询、薪资发放统计、薪资预警等功能，包含薪资制作与发放提醒功能。

5 人员工伤管理应提供施工人员新发生的工伤情况填报功能，宜自动上传至人力资源和社会保障部门进行核对审批。

5.3 材料与设备管理

5.3.1 智能材料管理

- 1 项目管理平台宜基于 BIM 模型工程量清单生成材料需求计划。
- 2 项目管理平台宜与供应商库存系统联动，实现钢材、混凝土等大宗材料的动态采购。
- 3 项目管理平台宜采用全流程追溯系统，在门窗、钢结构、预制构件等关键材料中植入 RFID 芯片，确保材料从生产、运输到施工使用的全链条可追溯管理。
- 4 进场验收宜通过智能检测设备核查尺寸偏差，并将数据实时上传至组织管理平台。

5.3.2 智能仓储管理

1 项目管理平台应基于施工进度计划与材料消耗规律，设定库存预警阈值，短缺时自动生成补货提醒。

2 现场仓库宜采用移动终端进行扫码或 RFID 识别，实现材料出入库数据的快速、准确采集与自动更新。

5.3.3 智能设备管理

- 1 塔吊等设备运行数据宜实时接入平台，倾角、油温等超限时自动停机。
- 2 项目管理机构宜建立施工机器人管理中心，基于施工进度自动分配任务。
- 3 设备维护记录宜包括电子签名与过程影像，确保结果可追溯。
- 4 项目管理机构宜每月对智能施工机器人进行效能标定。

5.4 资金管理

5.4.1 项目管理平台宜通过智能合约自动触发工程进度款支付流程。

5.4.2 质量验收数据应自动关联至合同付款条件，作为支付审核依据。

5.4.3 项目管理机构宜建立基于人工智能的资金风险预警机制，构建现金流预测模型，对资金使用偏差进行实时监测并发出分级预警，辅助资金调控决策。

5.4.4 项目管理平台宜设置动态成本看板，集成进度、质量、安全等相关数据。

5.4.5 项目管理机构宜建立供应商信用评价机制，基于历史履约数据建立分级供应商库，并根据信用等级优化付款优先级配置。

6 进度管理

6.1 一般规定

6.1.1 项目管理机构应建立基于数据驱动的进度管理体系，包括进度计划智能生成、进度执行实时监控与预警、资源动态调配机制、进度变更智能管控、全流程数据追溯等内容。

6.1.2 项目管理平台宜集成智能进度管理系统，包括施工进度模拟、数据实时采集、进度动态分析、资源联动调配及风险预警等功能。

6.1.3 项目管理平台宜实时展示进度计划与实际进度的对比情况并集成进度、资源与成本等进度管理目标的关联图谱。

6.2 进度计划管理

6.2.1 进度计划编制宜基于 BIM 进行施工过程模拟，验证工序逻辑合理性，检测潜在工序冲突并生成优化建议。

6.2.2 进度计划的编制宜包括下列智能施工专项内容：

- 1 智能装备部署时段。
- 2 人机协同作业关键路径与工序衔接。

6.2.3 组织宜建立智能施工装备资源池，实现智能装备跨项目时段共享，降低设备闲置率。

6.2.4 进度检测宜通过下列方式：

- 1 计算机视觉自动识别现场工作量完成量。
- 2 关键节点人工复核并留存影像记录。

6.2.5 当进度偏差超过阈值时，智能进度管理系统宜自动推送处置方案。包括资源再分配方案、工序逻辑关系优化方案和风险应对措施等。

6.3 进度变更管理

6.3.1 进度计划变更宜通过 BIM 模型模拟至少两种调整方案，并生成变更方案对比报告，包含工期影响与资源需求变化等。

6.3.2 进度计划的变更执行宜在人工审核后调整关联资源计划，并推送建设、设

计、施工、供应商的等相关方。

6.3.3 组织宜构建进度风险知识库，项目管理机构应结合气象预报、供应链状况及劳务出勤情况等多维度风险因素，提前预测进度变更的可能性及其影响程度。

7 质量管理

7.1 一般规定

7.1.1 项目管理机构应建立适应智能施工特点的质量管理体系，明确人机协同作业、智能装备操作、数据驱动决策等环节的质量管理职责。

7.1.2 项目管理平台宜集成智能质量管理体系，利用物联网传感器、智能检测设备及数据分析模块，确保施工全过程质量数据的实时采集、动态分析与可信存证。

7.1.3 质量管理工作应遵循“预防为主、过程可控、数据闭环”原则，结合智能施工工艺特性，通过机器学习等算法预测质量风险，制定涵盖施工全流程的质量控制标准。

7.1.4 质量目标宜结合实时监测数据动态调整质量控制阈值，确保各阶段质量达标。

7.1.5 质量检查宜结合智能质量管理体系，采用计算机视觉与无人机自动巡检等技术，对混凝土强度、钢结构连接等关键指标进行实时监测，偏差超限时触发预警。

7.2 质量计划管理

7.2.1 质量计划编制宜基于 BIM 模型进行施工模拟验证，应用人工智能算法分析历史质量缺陷数据库，设定动态质量控制点及阈值。

7.2.2 项目质量计划应包括下列内容：

- 1 智能施工工艺的质量控制方案与验收标准。
- 2 智能装备的运行参数阈值、人工协同工艺衔接标准。
- 3 质量数据的治理规则，包括数据采集频率、存储格式、传输方式及权限分级。
- 4 质量控制点设置，包括对施工质量有重要影响的关键质量特性、关键材料质量、隐蔽工程及质量通病高发部位等。

7.2.3 项目管理机构应建立智能装备准入管理制度：

- 1 入场前应完成首次进场验证，包括定位精度测试、故障响应时效及人机交互安全性评估。

2 装备控制算法应提交版本说明文档，重大更新应重新验收与备案。

7.2.4 项目管理机构应实施智能施工数据质量审计制度，每月抽检智能施工数据记录比例不应少于 10%。

7.2.5 项目质量控制措施宜包括下列内容：

1 建立人机协同作业许可制度，实施智能施工工艺首件验收，作业前验证装备状态、环境参数及操作员资质。

2 采用数字孪生技术模拟施工流程，利用物联网传感器实时监控环境参数，并根据反馈自动调整施工工艺。

3 采用计算机视觉等技术实时监测施工质量偏差，超阈值时触发人工复核机制。

7.3 质量检查与改进

7.3.1 质量检查宜建立分级处置机制：

1 一级检查，装备自检系统实时报警并自动停止。

2 二级检查，管理人员对 AI 判定缺陷进行现场复核，明确责任主体。

7.3.2 质量检查应包括下列内容：

1 实体质量量化检测。

2 智能工艺合规监控。

3 隐蔽工程数字轨迹留证。

4 数字实体一致性核查。

7.3.3 智能施工机器人作业缺陷的追溯，应包括下列内容：

1 缺陷本体信息记录，包括缺陷类型标识、量化数据、发现时间与场景。

2 机器人作业过程信息记录，包括设备信息、操作参数及操作日志。

3 处置过程留存的 BIM 数据、修复影像及人工复检记录等数字轨迹。

7.3.4 组织应建立智能施工质量缺陷知识库，整合设计、材料和施工等因素，每季度更新数据并用于算法模型和施工工艺优化。

7.3.5 项目管理机构应每季度开展人机协同作业效能评估，输出工艺参数优化报告。

7.3.6 项目管理机构应不定期对智能装备供应商实施质量履约评价，结果纳入后续采购决策。

8 安全管理

8.1 一般规定

8.1.1 项目管理机构应建立“人一机一料一法一环”协同的安全生产管理体系，明确下列职责：

- 1 智能装备操作，包括持证人员状态核查、运行参数阈值管理等。
- 2 人机协作，包括协同作业区电子围栏设置、交互安全距离管控等。
- 3 风险预控，包括气象、设备、人员动线的多源数据分析等。

8.1.2 项目管理平台宜集成智能安全管理系统，系统功能应包括：

- 1 自动生成应急预案及救援方案，同步推送至相关方终端。
- 2 分析超限报警、防护失效等高频隐患。

8.1.3 项目安全管理目标应包括：

- 1 智能装备故障修复响应时效。
- 2 人机协同作业合规率。

8.1.4 安全监控数据应通过加密传输技术存储，访问权限应分级管控。

8.2 安全计划管理

8.2.1 安全生产管理计划编制应包括：

- 1 智能装备专项风险控制方案。
- 2 人机协同作业安全区划规则。
- 3 项目管理平台数据联动机制。

8.2.2 安全管控应实施四级联动安全检查制度：

表 8.2.2 四级联动安全检查制度

层级	检查方式	频次
公司级	专项督查+审计检查	每月 1 次
项目级	数据复盘+交叉互查	每周 1 次
班组级	人工抽检+日常巡查	每日 1 次
装备级	智能巡检+实时监控	实时

8.2.3 项目管理机构宜建立智能装备健康档案，记录运行参数、维修记录及算法版本更新。

8.3 安全监控与应急响应

8.3.1 安全监控宜采用：

- 1 集成定位与体征监测功能的安全帽、安全带等智能装备。
- 2 基于 AI 视频识别安全隐患的分析系统。
- 3 可随施工进度调整的动态电子围栏。

8.3.2 事故调查应包括：

- 1 对人员行为与培训记录进行审查。
- 2 对设备状态与维护记录进行核查。
- 3 对现场影像、传感器数据与操作日志进行全量分析，完成“人-机-数据”多维因素归责报告。

8.3.3 智能施工应急预案应包括：

- 1 智能装备故障处置方案。
- 2 人机协同事故场景处置方案。

8.3.4 项目管理机构应每季度组织开展人机协同事故模拟演练，优化人机协同事故处置预案。

8.3.5 组织宜构建安全风险预警知识库，关联气象数据、设备状态与人员动线。

9 成本管理

9.1 一般规定

9.1.1 项目管理机构应建立覆盖项目全过程的智能施工成本管理体系，包括下列专项内容：

- 1 智能装备效能优化，包括基于设备运行数据动态调整台班定额等。
- 2 建立供应链协同平台，实现大宗材料价格波动预警。
- 3 融合进度、质量等数据的风险阈值管理，实现动态成本预控。

9.1.2 项目管理平台宜集成成本管理系统，系统功能应包括：

- 1 施工成本数据的采集、分析与控制。
- 2 分项工程成本计划编制与动态比对。
- 3 材料消耗量偏差时自动预警。

9.1.3 项目成本管理程序宜包括：

- 1 智能合约自动支付。
- 2 基于实时数据的成本动态预测。
- 3 关键成本指标的自动预警。
- 4 成本决策报告及优化方案的智能生成与评估。

9.2 成本计划

9.2.1 项目管理机构宜通过数字孪生和历史工程数据库模拟多场景成本方案，对比不同工艺路线的成本曲线，生成最优成本计划并优化预算分配。

9.2.2 成本计划编制依据应包括：

- 1 BIM 模型工程量清单。
- 2 智能物料联采平台价格库。
- 3 智能施工机器人效能数据库。

9.2.3 成本计划宜包括：

- 1 结合进度计划的资源消耗动态模拟。
- 2 基于市场波动的材料价格弹性测算。
- 3 关键工序的成本偏差智能预警阈值。

4 基于物联网的机械设备能耗指标。

9.3 成本控制与优化

9.3.1 现场成本数据实时采集体系应包括：

- 1 物料进出场扫码或自动登记。
- 2 机械台班与能耗数据自动记录。
- 3 人工工时自动考勤。

9.3.2 智能成本控制应符合下列要求：

- 1 通过智能供应链平台执行 AI 比价，大宗采购价偏离历史均价时应人工复核。
- 2 大型设备能耗超阈值时自动切换节能模式并报警。
- 3 设计变更引发的成本调整，应通过智能施工成本管理系统模拟 2 种以上成本影响方案，变更指令附加电子签章并同步更新 BIM 工程量清单。

10 风险管理

10.1 一般规定

10.1.1 项目管理机构应建立智能施工风险管理体系，包括下列内容：

1 制定分级分类管控方案，依据风险类型、概率、损失量及动态评级标准，划分为四级风险，分别为不可接受风险、高风险、中风险和低风险。

2 建立人工覆盖权限、传统工艺应急备选方案。

10.1.2 组织宜构建风险知识库，关联历史事故案例与应急预案库，支持风险智能推演与处置建议生成。

10.1.3 风险管理范围宜包括以下智能施工特有风险：

1 算法失效风险。

2 数据治理风险。

3 人机协同风险。

4 系统兼容风险。

10.2 风险识别与评估

10.2.1 项目管理机构宜采取下列方法分析各类风险：

1 通过物联网传感器实时采集设备运行参数。

2 利用 AI 视频分析系统自动识别人机协同作业安全距离违规。

3 基于 BIM 模型与三维激光扫描数据比对，识别施工精度偏差风险。

10.2.2 风险识别报告内容应包括：

1 智能装备故障模式及影响分析表。

2 人机协同作业冲突热力图。

10.2.3 项目管理机构宜建立风险量化智能评估模型。模型应包括下列内容：

1 概率计算。

2 损失量估算。

3 风险分级。

10.3 风险应对

10.3.1 项目管理机构应采取下列措施应对智能施工特有风险：

- 1 建立双算法校验机制，保留人工干预接口。
- 2 存证关键节点数据，每天抽检 10%数据链完整性。

10.3.2 项目管理机构宜建立风险转移机制，主要包括：

- 1 关联保险合同条款与风险评级结果。
- 2 基于历史赔付率数据库，生成保费优化方案。

10.3.3 项目管理机构应将高价值数据上传至企业管理平台。

10.4 风险监控

10.4.1 项目管理机构应构建风险监控“三层防御体系”，内容包括：

表 10.4.1 风险监控三层防御体系

层级	功能	输出内容
实时层	传感器数据采集	实时风险状态
分析层	动态计算分析	预警报告
决策层	多方案比选	处置指令+资源调配清单

10.4.2 风险预警信息应通过下列措施与项目管理平台联动：

- 1 进度风险应自动关联 AI 辅助决策机制。
- 2 质量风险应触发分级处置流程。
- 3 安全风险应同步至应急响应系统。

10.4.3 项目管理机构宜建立风险闭环学习机制：

- 1 每月将处置完毕的风险案例转化为训练数据，优化预警模型。
- 2 每季度更新智能施工风险数据库，纳入供应商履约评价体系。

11 收尾管理

11.1 一般规定

11.1.1 项目收尾管理应以数据资产交付为核心，整合数字孪生模型、物联网原始数据及智能决策记录，形成可溯源、可复用、符合数据治理规范的工程数据资产包。**11.1.2** 收尾工作流程宜包括：

- 1 三维激光扫描比对实体与 BIM 模型偏差。
- 2 数据完整性验收。
- 3 输出智能装备运行效能曲线，包括故障率、台班效率等指标。

11.2 竣工验收管理

11.2.1 竣工验收要求宜包括：

- 1 数字孪生模型与工程实体一致性校验。
- 2 明确数据治理工程师在模型移交、数据确认和质量保证等方面的职责。
- 3 消防、安防等智能子系统应通过自动化检测工具或模拟测试程序完成功能验证，输出测试报告。

11.2.2 竣工验收流程应包括：

- 1 在预验收阶段，采用 AR 巡检系统自动识别并标注质量缺陷点位，生成整改工单。
- 2 在正式验收阶段，调取隐蔽工程数据、关键节点验收等记录，替代部分人工抽查，采用智能会议系统召开线上、线下相结合的联合验收会议，会议记录及形成的电子签章验收意见书应自动归档。
- 3 在移交文档阶段，编制智能施工数据资产目录，包括物联网数据集、智能装备运行效能数据库、工艺缺陷知识库等内容。

11.3 结算与决算管理

11.3.1 工程结算宜采用智能合同技术，自动匹配合同条款与施工日志数据，对工程量争议部分启动 AI 辅助仲裁程序。

11.3.2 实体工程验收通过时，智能合同宜自动触发结算指令。

11.3.3 竣工结算宜包括下列内容：

- 1 基于 BIM 模型的工程量清单与成本对比分析。
- 2 物联网采集的实际资源消耗量。

11.3.4 竣工决算宜包括下列内容：

- 1 智能装备折旧成本分摊表。
- 2 算法优化带来的成本节约。

11.3.5 项目管理机构宜通过大数据对比智能施工与传统施工的投入产出比，输出人机协同效益分析报告。

11.4 保修期管理

11.4.1 项目保修工作计划宜包括：

- 1 采用物联网设备进行远程诊断。
- 2 基于设备寿命预测模型主动推送维修保养及更换建议。

11.4.2 智能施工保修责任划分应符合下列规定：

- 1 因智能装备的控制算法缺陷、传感器故障或系统集成问题导致的质量问题，应由装备供应商或系统集成商承担责任。
- 2 因数据采集中断、传输错误或平台故障引发的诊断延误、误判，应依据数据治理审计报告划分责任。

11.5 项目管理总结

11.5.1 项目管理总结报告应包括：

- 1 智能算法效能评估报告，包括关键算法准确率统计等。
- 2 数据资产价值评估清单，包括标注高价值数据，如机械效能曲线、缺陷知识库等数据，明确其后续复用场景和访问路径。
- 3 人机协同实施效果评价，包括对比计划与实际的智能装备利用率、故障响应时效等。

11.5.2 项目管理机构应将优化的工艺参数库、风险处置案例等关键数据上传至组织管理平台。

12 管理绩效评价

12.1 一般规定

12.1.1 智能施工管理绩效评价应遵循数据可量化、过程可追溯、决策可验证的原则，依托项目管理平台自动采集人机协同、算法应用、数据治理等核心指标数据。

12.1.2 评价范围应包括下列智能施工专项内容：

- 1 数据治理效能。
- 2 智能装备应用。
- 3 算法决策质量。

12.1.3 评价结果应与项目管理目标责任书中的智能施工专项指标比对，并驱动算法模型迭代优化。

12.2 管理绩效评价内容

12.2.1 项目管理绩效评价内容应包括：

- 1 质量目标应包括 AI 缺陷识别准确率、模型实体同步率等。
- 2 安全目标应包括人机协同事故率、智能应急响应时效等。
- 3 成本目标应包括智能装备投入产出比、算法优化成本节约率等。
- 4 环境目标应包括能耗智能监控达标率、扬尘与噪声智能控制达标率等。

12.2.2 项目管理绩效评价流程应符合下列规定：

- 1 依托项目管理平台自动采集物联网设备运行日志、算法决策记录等数据。
- 2 基于预设规则生成指标达成度雷达图，完成智能初评。
- 3 专家应对系统初评结果进行现场抽检，抽检比例不宜小于 20%。

12.3 评价结果与应用

12.3.1 智能施工管理绩效评价等级划分宜符合下列标准：

表 12.3.1 智能施工管理绩效评价表

等级	判定条件
优秀	1 智能施工管理专项指标 100%达标

等级	判定条件
	2 不少于 2 项创新成果获市级以上推广 3 数据治理达标率 $\geq 99\%$ 4 智能装备利用率 $\geq 90\%$
良好	1 智能施工管理专项指标 100%达标 2 数据治理达标率 $\geq 95\%$ 3 智能装备利用率 $\geq 85\%$
合格	1 智能施工管理专项指标 1 项不达标 2 数据治理达标率 $\geq 90\%$ 3 智能装备利用率 $\geq 80\%$
不合格	1 智能施工管理专项指标不达标项 ≥ 2 项 2 发生重大智能装备或算法事故 3 数据治理达标率 $< 90\%$ 4 智能装备利用率 $< 80\%$

12.3.2 评价结果应用应符合下列规定：

- 1 评价结果应反馈至 AI 训练平台。
- 2 优秀案例应生成标准作业流程数字手册，支持 VR 培训调阅。