



T/CECS XXX—202X

中国工程建设标准化协会标准

严寒地区超低能耗建筑数字化应用标准

Digital Application Standard for Ultra Low Energy Building in Cold Regions

(征求意见稿)

XXX 出版社

前 言

根据中国工程建设标准化协会《2024 年第一批协会标准制定、修订计划（草案）》的要求，经广泛调查研究，标准编制组认真总结实践经验，参考有关国外标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准共分为 6 章，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、设计阶段、建造阶段、运行阶段。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区分会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司和黑龙江省寒地建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请寄送至中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路 30 号，邮编：100013）。

主 编 单 位： 中国建筑科学研究院有限公司

黑龙江省寒地建筑科学研究院

参 编 单 位： 建科环能科技有限公司

北京构力科技有限公司

哈尔滨工业大学

天津大学

哈尔滨市市政工程设计院有限公司

黑龙江东方学院

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总 则	1
2 术 语	2
3 策划与评估	3
3.1 一般要求	3
3.2 应用范围	3
3.3 数字化后评估	4
4 设计阶段	5
4.1 数字化模型	5
4.2 参数化设计	5
4.3 性能化设计	6
4.4 资产管理	7
5 建造阶段	8
5.1 建材与设备管理	8
5.2 施工工法	8
5.3 调试与验收	8
6 运行阶段	10
6.1 数据模型	10
6.2 运维管理平台	10
6.3 故障诊断	11
6.4 资产管理	12
附录 A 超低能耗数字化运维管理平台采集内容	13
用词说明	16
引用标准名录	17
附：条文说明	18

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Strategic Planning and Assessment	3
	3.1 General Requirements	3
	3.2 Scope of Application.....	3
	3.3 Post-Digitalization Assessment.....	4
4	Design Phase	5
	4.1 Digital Models	5
	4.2 Parametric Design.....	5
	4.3 Performance-Based Design.....	6
	4.4 Asset Management.....	7
5	Construction Phase	8
	5.1 Materials and Equipment Management	8
	5.2 Construction Methods.....	8
	5.3 Commissioning and Acceptance	8
6	Operation Phase	10
	6.1 Data Models.....	10
	6.2 Operation and Maintenance Management Platform	10
	6.3 Fault Diagnosis	11
	6.4 Asset Management.....	12
	Appendix A Content Collected by Ultra-Low Energy Consumption Digital Operation and Maintenance Management Platform	13
	Glossary of Terms	16
	Reference Standards List	17
	Appendix: Explanatory Notes	18

1 总 则

1.0.1 为促进严寒地区超低能耗建筑高质量发展，规范超低能耗建筑全生命周期数字化技术推广和应用，提高超低能耗建筑智慧化水平和应用成效，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于严寒地区超低能耗建筑的数字化应用，包括新、改、扩（建）项目的建筑设计、施工、运维等各个阶段。

1.0.3 超低能耗建筑数字化应用于超低能耗建筑全生命周期的设计、施工、运维等各阶段，提高建筑能源效率。

1.0.4 严寒地区超低能耗建筑数字化应用除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准和中国建设工程标准化协会的规定。

2 术 语

2.0.1 超低能耗建筑 ultra low energy building

超低能耗建筑是近零能耗建筑的初级表现形式，其室内环境参数与近零能耗建筑相同，能效指标略低于近零能耗建筑，其建筑能耗水平应较国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 和行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2018、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ134-2010、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ75-2012 降低 50%以上。

2.0.2 建筑参数化设计 parametric design

把建筑设计的全要素都变成某个函数的变量，通过改变函数，或者改变算法，获得不同建筑设计方案的一种建筑设计方法。

2.0.3 数字化应用 digital application

利用现代信息技术和数字化手段，对超低能耗建筑的设计、施工、运维等全生命周期进行精准、高效、智能的管理与优化。

2.0.4 建筑性能模拟分析 building performance simulation analysis

利用计算机软件模拟建筑在不同条件下的性能表现，包括热舒适性、采光性能、能耗等。

2.0.5 数字化后评估 post-digital evaluation

数字化后评估是指利用数字化工具，结合监测数据和模拟数据对超低能耗建筑的数字化应用水平、能耗水平、环境质量和碳排放水平等进行评估。

3 策划与评估

3.1 一般要求

- 3.1.1** 超低能耗建筑数字化技术应用，宜先进行工程数字化策划，明确数字化技术应用范围和应用深度，并编制数字化技术应用策划方案。
- 3.1.2** 超低能耗建筑数字化应用范围应包括方案阶段、设计阶段、施工阶段、运行维护阶段等部分。
- 3.1.3** 超低能耗建筑数字化技术应用应综合考虑建筑全生命周期的技术与经济特性，采用有利于其可持续发展的数字化技术。
- 3.1.4** 超低能耗建筑数字化平台需满足建设工程全生命期协同工作的需要，支持各个阶段、各项任务和各相关方获取、更新、管理信息，可根据设计阶段、建造阶段、运行阶段设置不同功能模块。
- 3.1.5** 针对不同的数字化模块，应选择相匹配的模型构建工具。
- 3.1.6** 宜建立数字化协同工作平台，实现不同设计专业和参与方之间的信息共享和实时沟通。
- 3.1.7** 超低能耗建筑数字化应用应明确目标导向，目标重点应包括环境健康舒适、智能监控能耗、降低碳排放量、减少运营成本。

3.2 应用范围

- 3.2.1** 超低能耗建筑方案阶段可通过数字化设计结合数字仿真技术，对方案进行评估和优化。
- 3.2.2** 设计阶段，可通过数字化工具实现对超低能耗建筑的参数化设计、性能化分析等。
- 3.2.3** 施工阶段，数字化应用可包括施工进度分析、施工监测、数据分析与过程控制。
- 3.2.4** 运行维护阶段，数字化应用宜包括建筑空间管理、设施管理、设备管理、能耗管理、碳排放管理、后评估管理等方面。
- 3.2.5** 运行维护阶段，超低能耗建筑宜开展数字化数据分析，开展大数据深度挖掘，提升运行效率和服务质量。

3.3 数字化后评估

3.3.1 超低能耗建筑数字化后评估指运行效果后评估，应在建筑竣工投入使用后的第一年和第三年分别进行一次，评估周期不少于一年，评估范围应涵盖建筑的全部功能区域。

3.3.2 超低能耗建筑数字化后评估应从环境、能效、设备、碳排放等方面开展相关评估。

3.3.3 严寒地区超低能耗建筑应针对供暖系统进行专项数字化效果后评估。

3.3.4 运维阶段后评估应采用综合评价方法，综合考虑建筑的能效、环境影响、健康与舒适性等方面建立指标体系，评估指标应符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 和《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的要求。

4 设计阶段

4.1 数字化模型

4.1.1 设计阶段应根据建筑类型、使用功能及数字化应用需求建立相应精度的数字化模型和仿真模型。

4.1.2 方案及扩初阶段应创建 BIM 模型，辅助各专业完成碰撞检查及管线综合排布。

4.1.3 施工图设计阶段数字化模型应包含以下内容：

1 建筑形体，屋面、外墙、剪力墙、柱、外门窗（含透光幕墙）、架空楼板等外围护结构及其构造做法、热工性能参数；

2 室内主要空间分隔，内墙、剪力墙、柱、楼地面、内门窗（含透光幕墙）等内围护结构及其构造做法、热工性能参数；

3 严寒地区建筑热桥部位，如阳台、雨篷、设备平台、连廊、变形缝、穿墙管、穿屋面管道等易产生热桥效应的节点部位构造做法、热工性能参数；

4 严寒地区易发生气密性问题部位，如围护结构洞口、电线盒、管线贯穿处、不同围护结构交界处、设备与围护结构交界处等易发生气密性问题部位的节点设计，确保严寒地区超低能耗建筑气密性；

5 房间功能类型及其设计参数；

6 室内主要供暖通风与空调系统、排风热回收系统、照明系统、动力系统设备及其设计参数、性能系数；

7 可再生能源系统设备及其设计参数、性能系数。

4.1.4 施工图设计阶段，根据工程量统计要求，建立对应精细度的 BIM 模型，辅助完成工程量统计。

4.2 参数化设计

4.2.1 建筑方案设计阶段，宜通过参数化手段结合数字化建模技术，对建筑形体进行优化，减小体形系数，降低建筑外围护结构的热损失。

4.2.2 建筑方案设计阶段，宜通过数字化分析工具对建筑日照条件进行分析，识别室内光照条件，优化建筑朝向、窗户尺寸和位置。

4.2.3 在超低能耗建筑设计阶段可通过参数化建模调整建筑朝向,改善建筑自然通风和采光。

4.2.4 超低能耗建筑设计阶段可通过参数建模和气流组织模拟计算,保证建筑整体气密性。

4.2.5 在建筑方案阶段宜使用参数化 BIM 模型评估建筑屋顶和立面太阳能潜力,确定最有潜力的太阳能安装位置,并开展细化的阵列设计。

4.2.6 超低能耗建筑设计阶段,宜结合数字化模型进行以下参数化设计:

1 建筑形体和空间设计。利用参数化工具的直观图形界面对建筑进行迭代设计,快速探索多种建筑形体和空间设计方案;

2 建筑表皮制作设计。结合美学要求,将设计语言进行大量的产出及实时性更改,对建筑外表皮进行精确的定制;

4.3 性能化设计

4.3.1 设计阶段针对严寒地区围护结构性能要求,可利用能耗模拟进行围护结构权衡判断设计。

4.3.2 超低能耗建筑设计阶段,宜结合数字化模型进行能效指标分析。通过对围护结构热工性能、供暖空调与新风系统、照明系统、动力系统、生活热水系统等进行性能化分析,满足超低能耗技术标准中能耗指标要求。

4.3.3 超低能耗建筑设计阶段,宜结合数字化模型进行室内环境性能化分析,满足超低能耗技术标准中噪声、天然采光、自然通风、空气质量等要求,并根据模拟结果对建筑平面布局进行优化。

4.3.4 超低能耗建筑设计阶段,宜结合数字化模型进行节点热桥性能化分析,通过性能化分析方式判断热桥节点设计方案防结露、防冷凝能力。

4.3.5 超低能耗建筑设计阶段,当建筑采用可再生能源系统时,宜结合数字化模型进行可再生能源性能化分析,确保太阳能、地源热泵、空气源热泵等可再生能源利用效果。

4.3.6 超低能耗建筑设计阶段,宜结合数字化模型进行以下性能化设计:

1 建筑围护结构设计。结合严寒地区气候特点及超低能耗技术标准中围护结构热工性能要求,完成围护结构构造做法设计;

2 节点断热桥设计。对 4.1.3 条所述各类易产生热桥效应的节点部位进行性能化设计，降低严寒地区室内外温差导致的热桥效应；

3 特殊部位气密性设计。对 4.1.3 条所述特殊部位进行建筑气密性设计，降低气密性导致的热损失；

4 被动式技术设计。根据各类透光围护结构构件尺寸及样式，完成主要功能房间窗地面积比、通风开口面积比等指标设计；

5 供暖空调与新风系统设计。完成暖通空调系统设计，相关参数指标满足超低能耗技术标准中空气质量、能效指标、热效率、性能系数等要求，并根据严寒地区气候特点，设定供暖通风与空调系统开启及运行时间；

6 照明系统设计。完成照明灯具及附属装置设计，满足《建筑照明设计标准》GB/T 50034、《建筑环境通用规范》GB 55016 等相关标准要求；

7 生活热水及动力系统设计。完成生活热水系统、电梯系统设计，采用合适生活热水热源形式、高效设备及节能措施，降低生活热水及动力系统能耗；

8 可再生能源系统设计。结合严寒地区气候特点、光照强度、项目特征等，采用合适的可再生能源系统。

4.4 资产管理

4.4.1 超低能耗建筑设计阶段，可结合数字化模型、参数化设计、性能化分析成果，形成严寒地区超低能耗建筑典型构造做法库、节点库、暖通空调系统库、可再生能源系统库等各类数字化资产。

4.4.2 应通过数字化手段，支持个人账号管理、企业账号管理等多种方式，将严寒地区超低能耗设计阶段数字化资产录入数字化管理平台，保证数字化资产的完整性和复用性。

4.4.3 应建立超低能耗设计阶段数字化资产目录清单，支持通过关键字搜索，实现信息的检索定位。

5 建造阶段

5.1 建材与设备管理

5.1.1 在建造阶段宜采用建筑建材及设备管理平台对各种建材和设备等物资信息进行统一管理和跟踪。

5.1.2 建筑建材及设备管理平台应完整记录和跟踪建材与设备质量问题,并收集和分析建材用量数据。

5.1.3 在建造阶段应利用建筑建材及设备管理平台,通过链接工程项目施工进度数据、动态实际进度数据与 BIM 模型,实现施工现场计划与实际进度在线协同管理。

5.2 施工工法

5.2.1 在施工过程前,应利用 BIM 软件三维展示功能对管线综合部位、钢筋节点、新材料及新品、设备机房、净高受限等复杂、特殊部位,通过动画、图片的方式进行三维可视化交底,对交底的 BIM 模型留档保存,并提交三维可视化交底记录。

5.2.2 施工方案编制时宜采用数字化手段进行施工模拟验证,模拟内容应包括工序安排、资源配置、平面布置等。

5.2.3 施工过程中宜采用 BIM 技术建立施工进度模型,对工程项目进行时间规划和进度控制。

5.2.4 施工过程中应对施工现场用水、用电、环境等进行实时监测。

5.2.5 施工单位应利用 BIM 技术进行施工前的预检和施工中的实时监控,实施质量控制与施工安全分析,识别潜在的安全风险,并制定相应的预防措施。

5.2.6 施工数字化交底文件应规范格式和编码标准,应保证数据兼容性、可查询性及数据共享和交换。

5.3 调试与验收

5.3.1 应建立施工质量数字化验收体系,利用数字化工具与手段进行施工质量检测与评估,超低能耗建筑各项性能指标达标。

5.3.2 验收过程中应利用数字化工具检测围护结构保温系统的施工质量、节能设备的安装精度与运行效率等关键指标，建筑在严寒地区能够实现超低能耗运行。

5.3.3 应对超低能耗建筑数字化运维管理平台的传感器、监测设备等进行调试验证，并进行数据准确性评估，确保采集数据的准确性和时效性。

6 运行阶段

6.1 数据模型

6.1.1 超低能耗建筑的数据模型进行数据交换时应符合 IFC 或其他国际认可的标准格式，能够调用并获取模型的所有数据元素，确保与其他运维平台与能源仿真软件之间的兼容性和数据互用性。

6.1.2 数据模型应包含完备的静态属性数据，包含模型基础属性数据、几何属性数据、空间属性数据、性能属性数据与主要附件属性数据等。

6.1.3 数据模型的静态属性数据应满足可更改、可溯源、可扩展的要求。

6.1.4 数据模型的静态属性数据应根据运维需求进行分类、标准化编码与安全性存储，并预留数据接口。

6.1.5 超低能耗建筑数据模型应着重记录围护结构、门窗、气密性、热回收等属性数据。

6.1.6 数据模型应具备动态更新功能，支持实时数据采集和定期数据导入，以确保模型与实际运行状态的一致性。

6.1.7 超低能耗建筑数据模型的动态数据应能够支持基于数据驱动的运维决策，包括能耗及碳排放分析、能效及节能分析、负荷预测、优化调控等。

6.1.8 超低能耗建筑数据模型应具备记录建筑建材与设备的隐含碳排放与运行碳排放数据的能力。

6.2 运维管理平台

6.2.1 超低能耗建筑应建立数字化运维管理平台，满足超低能耗建筑的管理与评价需求。

6.2.2 数字化运维管理平台数据应采用通用的通讯协议，满足超低能耗建筑多源异构数据的融合需求。

6.2.3 数字化运维管理平台应预留与城市能碳平台、政府管理平台、城市信息模型（CIM）基础平台等其他系统平台的数据接口。

6.2.4 数字化运维管理平台应具备将数据模型轻量化展示的能力，数据模型操作响应时间不应大于 3s。

6.2.5 超低能耗数字化运维管理平台应实现对环境参数、能耗参数分项计量，设备运行关键参数的高精度采集，详细参数信息见附录 A。

6.2.6 超低能耗建筑数字化运维管理平台应具备环境监测、能耗及碳排放管理、设备运行管理、故障诊断、超低能耗建筑后评估、安全管理、资产管理等基本功能。

6.2.7 数字化运维管理平台应具备空间管理、设备定位、楼层巡视、漫游巡检、模型动态交互等三维可视化功能。

6.2.8 超低能耗建筑数字化运维管理平台应充分应用大数据、人工智能技术，实现数据诊断、能耗预测、负荷预测、故障分析预警、优化调控等智能化功能。

6.2.9 超低能耗建筑数字化运维管理平台应具备围护结构参数、热流指标、气密性、供暖能耗、总能耗与碳排放指标、可再生能源利用率等超低能耗建筑关键指标的分析与展示功能。

6.2.10 超低能耗建筑数字化运维管理平台宜具备在极端严寒天气下快速匹配设备运行，并及时通知运维人员响应的功能。

6.2.11 超低能耗建筑数字化运维管理平台应录入并展示式设计评价材料与施工评价材料。

6.2.12 运维管理平台设计应考虑未来运维需求的变化，具备高度的灵活性和可扩展性，以便快速适应新的运维管理场景与要求。

6.3 故障诊断

6.3.1 超低能耗建筑应建立全面的故障诊断知识库，通过人工智能、大数据分析的技术自动诊断系统故障。

6.3.2 超低能耗建筑故障诊断结果应能够在数字化运维管理平台中快速定位故障的空间位置。

6.3.3 故障发生后，应自动发送报警信号并下发检修工单，工单信息应包括故障位置、发生时间、故障类型、故障诊断原因等。

6.3.4 故障解除后，检修人员应及时上传故障实际原因、处理过程、处理结果及处理经验，以持续丰富故障诊断知识库。

6.3.5 超低能耗建筑应具备自动生成故障诊断报告的功能，覆盖工单信息及故障

处理信息，同时应支持报告导出功能。

6.4 资产管理

6.4.1 资产管理范围应包含资产采购管理、资产经营管理、资产报废管理、隐蔽资产管理、物业工具管理等。

6.4.2 应通过数字化手段，支持人工录入、设备扫码、说明书识别等多种方式，将超低能耗所有的资产管理内容录入数字化运维管理平台，实现无纸化运维。

6.4.3 应建立设备电子目录清单，宜覆盖设备名称、类别、状态、编号、投入使用日期、维保周期等内容，支持通过关键字实现信息的检索定位。

6.4.4 应具备创建和管理设备维保计划的功能，同时宜具备维保任务自动提醒和维保工单自动生成功能。

6.4.5 超低能耗建筑数字化资产管理的内容应进行长期备份，确保在外部攻击、内部人员误操作以及软硬件故障等各类意外状况下，仍可从备用资产中进行数据恢复，最大程度保证数字化资产的完整性和可用性。

6.4.6 超低能耗建筑应具备信息导出功能，支持自定义导出数字化资产管理的内容、周期和格式等。

附录 A 超低能耗数字化运维管理平台采集内容

一级指标	二级指标	三级参数	备注
环境参数	室外环境参数	室外温度	远传传感器监测 及参数录入
		室外湿度	
		室外风速	
		室外颗粒物浓度	
		太阳辐照强度	
		室外 CO ₂ 浓度	
		大气压力	
	室内环境参数	主要功能房间 CO ₂ 浓度	
		主要功能房间颗粒物浓度	
		太阳辐射照度	
		主要功能房间温度	
		主要功能房间湿度	
		主要功能房间噪声级	
围护结构参数	主要功能房间照度		
	传热系数		
		太阳得热系数	
能效参数	分项能耗计量	照明能耗	远传传感器监测 及分析计算
		插座能耗	
		空调能耗	
		供暖能耗	
		动力用电能耗	
		特殊用电能耗	
	建筑能源消耗	建筑耗气量	
		建筑一次能源消耗总量	
	建筑能耗综合值	各分项总能耗	

一级指标	二级指标	三级参数	备注
		各类型能源换算系数	远传传感器监测 及分析计算
		建筑能耗综合值	
	可再生能源利用率	各分项系统可再生能源利用量	
		建筑年耗热量	
		建筑年耗冷量	
		建筑年生活热水耗热量	
		太阳能热水系统供回水温度	
		太阳能热水系统供热量	
		太阳能热水系统供热供冷量	
		太阳能光伏系统发电量	
		光伏组件背板温度	
		建筑本体性能指标	
	建筑本体节能率		
	单位面积供热负荷		
	单位面积供冷负荷		
	单位面积供暖年耗热量		
	单位面积供冷年耗冷量		
建筑气密性			
设备运行参数	冷热源机组能效	机组供回水温度	
		机组供回水压力	
		系统循环流量	
		机组负载率等	
		机组运行能效	
	输配系统能效	系统输配热量	
		系统输配冷量	
		系统补水量	

一级指标	二级指标	三级参数	备注
	新风换气机组能效	新风量	
		新风温湿度	
		新风焓值	
		排风量	
		排风温湿度	
		排风焓值	
		通风系统风压	
		热回收效率	
碳排放指标	碳排放强度	各系统能源消耗	分析计算及 参数录入
		可再生能源发电量	
		各系统用各类能源分量	
		各类能源碳排放因子	
	节能降碳率	基准建筑碳排放强度	
		节能建筑碳排放强度	
	碳抵消比例	绿色电力总量	
		各类能源碳排放因子	
		碳信用产品总量	

用词说明

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 表示允许稍有选择，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 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

本标准引用下列标准。其中，注日期的，仅该日期对应的版本适用本标准；不注日期的，其最新版适用于本标准。

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378

《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905

《建筑信息模型应用统一标准》GB/T 51212

《建筑信息模型施工应用标准》GB/T 51235

《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350

《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366

《建筑工程设计信息模型制图标准》JGJ/T 448

《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26

《超低能耗建筑评价标准》T/CSUS 15

中国工程建设标准化协会标准

严寒地区超低能耗建筑数字化应用标准

T /CECS xxxxx – 202x

条文说明

制定说明

本标准制定过程中，编制组进行了超低能耗建筑数字化应用发展现状的调查研究，总结了我国超低能耗建筑工程建设的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过对数字化技术在建筑设计、施工、运营等领域的应用研究，取得了阶段性成果。

本标准编制原则为：（1）科学合理、具有可操作性；（2）实事求是，规程使用人应严格遵守规程有关规定；（3）保证施工效率的同时又能保证质量等。

关于对超低能耗建筑的设计、施工和运营管理等各阶段数字化应用重要问题，编制组给出了科学合理的解释说明，编制组将对其他尚需深入研究的有关问题多方取证和工程应用后对标准进行更新补充。

为便于广大技术和管理人员在使用本标准时能正确理解和执行条款规定，《零碳乡村评价标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条款的规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录 A 同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

1 总 则

1.0.1 随着建筑行业技术的不断进步，数字化技术在建筑全生命周期中的推广和应用日益成为提升建筑质量的关键手段。本标准旨在积极响应国家关于推动严寒地区超低能耗建筑发展的战略部署，针对该区域独特的气候条件和建筑特点，提出一套科学、全面、可操作的数字化技术应用标准，规范数字化技术应用过程中的关键环节，确保其在超低能耗建筑中的应用能够达到预期的成效。

严寒地区由于其极端的气候条件，对建筑的保温隔热性能、能效水平及环境适应性提出了更高要求。本标准的制定，旨在引导在设计、施工、运维等各个阶段中，加强数字化技术与超低能耗建筑的深度融合，提高建筑的智慧化水平，提升建筑的整体能效与舒适性，推动严寒地区超低能耗建筑的技术进步与产业升级。

1.0.2 本条文规定了标准的适用范围，即本标准适用于严寒地区新、改、扩（建）项目中超低能耗建筑在各个阶段的数字化应用，包括该类型建筑从设计、施工到运维的全生命周期阶段。

1.0.3 超低能耗建筑的数字化应用应贯穿于其全生命周期的设计、施工、运维等各个阶段。数字化技术的集成应用能够优化建筑的能源系统设计，提高施工过程中的能源利用效率，在建筑运维阶段实现更加精细化和智能化的能源管理。

设计阶段，通过先进的数字化设计软件与模拟工具，模拟建筑在不同气候条件、使用场景下的能耗表现，优化设计方案，提高建筑的能源效率。数字化设计实现设计信息的共享与协同，促进各专业之间的对接，确保设计方案的全面性与可实施性。

施工阶段，通过施工模拟、进度控制、质量监控等数字化手段，掌握项目进展情况，及时调整施工方案，减少施工误差与浪费。数字化施工便于项目管理的信息化与透明化，为各方参与者提供实时、准确的数据支持，助力项目高效、顺利进行。

运维阶段，通过物联网、大数据、人工智能等技术的综合运用，实现对建筑能耗、环境、安全等多方面的实时监测与智能分析。能够及时发现并处理潜在问题，为建筑的能耗优化提供科学依据，实现能源使用的精细化管理与调度。

1.0.4 符合国家法律法规和相关标准是严寒地区超低能耗建筑数字化应用的前

提标准。本标准重点在于严寒地区超低能耗建筑的数字化应用，并未涵盖建筑物所应有的全部功能和性能要求，故除了本标准提出的具体规定外，建筑尚应符合国家现行有关标准和中国建设工程标准化协会的规定。在追求建筑能效提升和数字化技术应用的同时，还需确保建筑的安全性、可靠性和合规性。

3 策划与评估

3.1 一般要求

3.1.1 前期的工程数字化策划，可以帮助充分理解项目的实际需求、技术挑战及预期目标。数字化技术应用策划方案，宜详细阐述数字化技术的应用策略、技术路线、实施步骤、资源配置、预期效果及风险评估等内容，提供明确的行动指南。数字化技术应用范围和应用深度要求根据项目的具体情况，如建筑规模、功能定位、地理位置、气候条件等，精确界定说数字化技术将应用于哪些领域以及应用的层次和细致程度。

3.1.2 方案阶段，数字化技术可辅助进行项目策划、能耗模拟分析、环境影响评估等工作，为项目决策提供科学依据。设计阶段，BIM（建筑信息模型）等技术的运用，使得建筑设计更加精细化、协同化，实现各专业的对接，减少设计冲突，提高设计效率。施工阶段，通过数字化施工管理平台，实时监控施工进度、质量与安全，确保施工过程的规范性和高效性。运行阶段，通过实时监测建筑能耗、设备状态等关键指标，及时发现并处理潜在问题，优化建筑性能，降低运行成本。

3.1.3 超低能耗建筑的数字化应用需紧密结合建筑的设计、施工、运维等各阶段需求，确保所选技术能够精准对接并有效解决实际问题。数字化技术的应用应充分考虑其成本效益比。在项目初期，数字化技术的引入可能会增加一定的投资成本，但长远来看，其带来的节能降耗、提升管理效率、延长建筑使用寿命等效益将远超过初期投入。

3.1.4 超低能耗建筑数字化平台作为支撑建设工程全生命周期管理的重要工具，其核心功能之一便是满足多阶段、多任务、多相关方的协同工作需求。平台需设计为灵活适应设计、建造、运行等不同阶段的特点，通过设立专门的功能模块，确保各阶段的信息获取、更新与管理流程得以顺畅进行。在设计阶段，平台需支持设计数据的集成、碰撞检测、性能模拟等功能，以优化设计方案；在建造阶段，需提供施工进度跟踪、质量管理、材料管理等工具，确保建造过程的高效与精确；在运行阶段，平台需集成能耗监测、故障预警、维修保养等功能，以支持建筑的长期高效运维。平台还需具备良好的开放性和可扩展性，以便根据实际需求灵活

调整或增加功能模块，满足不同项目的特定要求。

3.1.5 在选择模型构建工具时，应充分考虑数字化模块的具体需求与特点。不同的数字化模块因其功能定位、数据处理量、精度要求等方面的差异，对模型构建工具的性能、兼容性、易用性等方面有着不同的要求。例如，BIM 模型的构建需要选择能够支持多专业协同、具备丰富族库与参数化设计能力的软件工具；能耗模拟模型则更倾向于选择能够准确模拟建筑热工性能、提供详尽能耗分析报告的专业软件。随着技术的不断进步与更新，模型构建工具的选择也应具有一定的前瞻性与灵活性。在满足当前需求的基础上，还需考虑工具的可升级性、对新技术的支持程度以及与其他系统的集成能力等因素，以确保数字化模块能够持续适应项目全生命周期的发展变化。

3.1.6 建立数字化协同工作平台通过集成先进的信息技术和通信手段，实现不同设计专业（如建筑、结构、机电等）及参与方（如设计单位、施工单位、监理单位等）之间的信息共享和实时沟通。通过该平台，各方可以即时交流设计方案、施工进度、质量控制等信息，确保各方对项目的理解和行动保持一致。数字化协同工作平台提供的版本控制、任务分配、进度跟踪等辅助功能，帮助项目团队更好地协同工作，提高项目管理的透明度和效率。

3.1.7 通过集成化的能耗监测系统，实时采集并分析建筑的能耗数据，为节能降耗提供科学依据；通过数字化技术，实现对建筑全生命周期的碳排放进行精准计算与评估，并针对性地采取碳减排措施；实现建筑运维管理的精细化与智能化，降低因人为操作不当或设备故障等原因导致的运营成本增加；通过数据驱动的决策支持系统，科学制定运维计划、优化资源配置，提高运营效率并降低运营成本。

3.2 应用范围

3.2.1 通过数字化设计工具构建精确的建筑模型，不仅包含几何信息，还集成了材料性能、环境参数等多维度数据。利用数字仿真技术，对建筑方案进行全方位的模拟评估，包括能耗模拟、热工性能分析、光照环境预测等。仿真结果直观展示方案在不同工况下的表现，帮助发现潜在问题，并对方案进行针对性优化。

3.2.2 超低能耗建筑的设计需求复杂多样，涉及建筑形态、围护结构、能源系统等多个方面。参数化设计技术通过设定一系列参数来定义建筑的形态、尺寸、材

料等属性，实现设计的灵活性与可变性。通过调整参数，可以快速生成多种设计方案，并进行比较与优化，从而找到既满足功能需求又符合超低能耗标准的最佳方案。数字化工具能够集成多种性能模拟与分析软件，对超低能耗建筑的各项性能指标进行全面评估，包括建筑的热工性能、光环境、声环境、风环境以及能源利用效率等。

3.2.3 在施工阶段，通过集成化项目管理软件与进度计划工具，实时追踪施工进度，对比实际完成情况与计划目标的差异，及时发现潜在的延误风险，调整施工计划，优化资源配置，确保项目按时按质完成。通过实时监测施工现场的环境参数（如温度、湿度、噪音等）、结构应力、材料状态等关键信息，及时发现并处理潜在的质量问题与安全隐患，确保施工过程的安全可控。通过对施工数据的深度挖掘与分析，发现施工过程的内在规律与潜在问题，为后续的决策制定提供有力支持；基于数据分析的预测模型与优化算法，实现施工过程的精细化管理与智能控制，进一步提高施工效率与质量水平。

3.2.4 在运行维护阶段，数字化应用包含建筑空间管理，通过数字化手段优化空间布局，提高空间利用率；设施管理，利用信息技术对各类设施进行实时监控和维护，确保其正常运行；设备管理，建立设备档案，实现设备的全生命周期管理，包括采购、安装、运行、维修到报废的全过程跟踪；能耗管理，通过能耗监测系统实时掌握建筑能耗情况，分析能耗趋势，制定节能措施；碳排放管理，量化建筑的碳排放量，并探索碳减排路径，助力碳中和目标的实现；后评估管理，对建筑的实际运行效果进行评估，总结经验教训，为超低能耗建筑设计提供参考。

3.2.5 在运行维护阶段，通过收集建筑运行过程中的海量数据，如能耗数据、设备状态数据、环境参数数据等，利用先进的数据分析技术和算法，对数据进行深入挖掘与分析，发掘数据背后的隐藏规律、趋势和关联性，从而识别出潜在的问题和优化点。基于分析结果，制定针对性的优化措施和改进方案，如调整设备运行策略、优化能耗分配、提升环境舒适度等。

3.3 数字化后评估

3.3.1 本条对超低能耗建筑的运行效果后评估的时间节点及评估周期提出要求。明确规定，对于超低能耗建筑的运行效果后评估，应在建筑竣工并正式投入使用

后的第一年和第三年这两个关键时间点分别进行一次全面的评估，捕捉建筑在初期使用和长期运行中的不同表现，以便及时发现并解决问题。评估周期不少于一年，确保评估结果的稳定性和可靠性，避免了短期波动对评估结论的影响。评估范围应全面覆盖建筑的全部功能区域，包括公共区域及私密空间，都应纳入评估范畴，以确保评估结果的全面性和准确性。

3.3.2 超低能耗建筑数字化后评估是一个多维度、综合性的评价过程，可以全面衡量建筑在环境、能效、设备以及碳排放等方面的实际运行效果。在环境方面，评估关注建筑内外环境质量的改善情况，如室内空气质量、温湿度控制、噪音水平等，确保建筑提供健康舒适的居住或工作环境；在能效方面，深入分析建筑的能源消耗情况，包括能源使用效率、节能措施的有效性等，以评估建筑在能源利用方面的表现；在设备方面，评估关注建筑内各类设备的运行状况、维护管理情况以及设备更新换代的合理性，确保设备的高效稳定运行；在碳排放方面，评估量化建筑的碳排放量，评估其在碳减排方面的成效，推动建筑的绿色可持续发展。

3.3.3 由于严寒地区冬季寒冷，供暖系统的性能和效率直接关系到建筑内部的环境质量和居住舒适度，同时也对建筑的能源消耗和碳排放产生重要影响。因此，在严寒地区超低能耗建筑的数字化后评估中，供暖系统应作为一个独立的专项进行评估。评估内容应包括供暖系统的热源效率、热网传输效率、末端散热效果等，通过数字化手段实时监测和记录供暖系统的运行数据，并进行深入分析和评估。还需结合建筑的实际使用情况，评估供暖系统的稳定性和可靠性，以及用户对供暖效果的满意度。

3.3.4 在超低能耗建筑的运维阶段进行后评估时，应采用综合、全面的评价方法，以确保评估结果能够客观、准确地反映建筑的运行效能和环境效益。需构建一套完善的评估指标体系，该体系应涵盖建筑的能效、环境影响、健康与舒适性等多个关键方面，评估指标应遵循并符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 和《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的具体要求。

4 设计阶段

4.1 数字化模型

4.1.1 在超低能耗建筑的设计阶段,精准构建数字化模型和仿真模型是确保设计质量、优化设计方案的关键步骤。根据建筑的不同类型(如居住建筑、公共建筑、工业建筑等)及其特定的使用功能,明确数字化应用的具体需求,进而建立与之相匹配的、具备适当精度的数字化模型和仿真模型。数字化模型应精确反映建筑的空间布局、结构形式、材料属性等基本信息,为后续的能耗分析、热工性能模拟等提供基础数据支持。仿真模型在此基础上,通过模拟建筑在不同环境条件下的运行状况,预测并优化建筑的能耗、环境性能等关键指标。

4.1.2 BIM 模型作为集成了建筑几何、空间、物理及功能属性的数字化表达,提供了协同工作的平台。通过 BIM 模型,各专业可以直观地进行碰撞检查,提前发现并解决设计冲突,减少后期施工中的设计变更和返工现象。BIM 模型还支持管线综合排布的优化,帮助设计人员更加合理地规划建筑内的各种管线走向,提高建筑空间的利用率和美观度。

4.1.3 本条文详细规定了施工图设计阶段数字化模型应包含的具体内容,以确保模型的完备性和实用性。模型应详尽展现建筑形体及其外围护结构,包括屋面、外墙、剪力墙、柱、外门窗等关键部位的构造做法和热工性能参数,这是评估建筑能效和热舒适性的基础。对于室内空间分隔和内围护结构,需明确其构造细节和热工参数,以保障室内环境的均好性。针对严寒地区特有的热桥和气密性问题,模型需注意易产生热桥效应的节点部位和易发生气密性问题的细节设计,通过精细化的节点设计确保建筑的保温性能和气密性达到超低能耗标准。模型应包含房间功能类型及其设计参数,以及供暖通风与空调、排风热回收、照明、动力系统等关键设备的选型与设计参数,为施工安装提供准确依据。对于可再生能源系统的集成应用,模型中应详细记录相关设备的设计参数和性能系数,以体现超低能耗建筑在能源利用方面的先进性和可持续性。

4.1.4 BIM 模型通过其三维可视化和参数化特性,能够精确表达建筑构件的尺寸、材质、数量等关键信息,为工程量统计提供可靠的数据基础。通过 BIM 模

型，可以快速、准确地提取出各类构件的工程量数据，有效避免了传统统计方法中因人为因素导致的误差和遗漏。BIM 模型还支持不同专业之间的数据共享和协同工作，确保了工程量统计的全面性和一致性。

4.2 参数化设计

4.2.1 通过参数化设计，可以灵活调整建筑的几何形态、尺寸比例等参数，快速生成多个设计方案。结合数字化建模技术，方案得以进行精确的三维展示和性能模拟，帮助深入理解不同方案对建筑能耗的影响。在此基础上，可以针对建筑体形系数这一关键指标进行优化，降低建筑外围护结构的表面积，减少因外界环境温度差导致的热损失。

4.2.2 通过模拟建筑在不同季节、不同时段日照情况，数字化分析工具能够准确评估建筑室内的光照分布、光照强度和光照时长等关键参数。基于这些分析结果，识别出室内光照条件的优劣，进而针对建筑朝向、窗户尺寸和位置进行优化调整。合理的建筑朝向可以最大化利用太阳辐射，减少冬季采暖需求；适宜的窗户尺寸和位置能确保室内获得充足而均匀的自然光照，减少人工照明需求，同时避免夏季过热和眩光问题。

4.2.3 通过调整建筑朝向，优化建筑的通风路径，引导外部气流顺畅进入建筑内部，增强室内的空气对流，降低对机械通风的依赖。合理的朝向布局还能最大化利用自然光资源，减少人工照明的使用，提高室内环境的舒适度和能源利用效率。

4.2.4 参数建模对建筑的各个细节进行精细化设计，包括门窗、墙体、楼板等围护结构的构造方式、材料选择及密封处理等。通过调整模型参数，可以直观地模拟不同设计方案对气密性的影响。气流组织模拟计算进一步对建筑内部的气流分布、压力差等关键因素进行量化分析，以评估建筑在真实使用条件下的气密性表现。能够及时发现并优化设计中存在的气密性隐患，为施工阶段的密封处理提供科学依据，确保建筑在实际使用过程中能够有效抵御外部环境的影响，保持室内环境的稳定性和舒适度，从而达到超低能耗的目标。

4.2.5 通过参数化 BIM 模型，可以精确模拟建筑屋顶和立面的几何形态、材质反射率、倾斜角度等关键参数，结合当地的气候条件和太阳辐射强度，科学评估建筑在不同时段、不同季节对太阳能的采集潜力。基于评估结果，进一步确定太

太阳能安装的最优位置，如屋顶的特定区域或立面的适宜朝向，以确保太阳能集热器或光伏板能够最大限度地接收太阳能。另外，可以利用 BIM 模型的参数化特性，开展细化的阵列设计，优化太阳能板或集热器的排列方式、间距、角度等，进一步提升太阳能的采集效率和使用效果。

4.2.6 利用参数化工具的直观图形界面，如 Grasshopper 等，对建筑形体和空间进行迭代设计，快速生成和测试多种设计方案，深入探索建筑的形态、体量、以及空间布局。参数化设计能够将美学要求与建筑的功能性需求相结合，实现建筑外表皮的精确定制。通过使用参数化工具对建筑的外立面进行细致的调整和优化，以满足特定的设计语言和美学标准。通过参数化建模软件，设计师可以模拟和分析不同表皮材料、构造和图案对建筑能耗和室内环境的影响，实现表皮设计的最优化。

4.3 性能化设计

4.3.1 由于严寒地区的气候特点，围护结构需具备良好的保温隔热性能以抵御极端低温。通过能耗模拟，精确模拟建筑在不同工况下的能耗表现，包括围护结构对室内温度、湿度、气流等环境参数的影响。基于模拟结果，系统比较不同围护结构材料、构造做法及热工参数的优劣，选择出既能满足严寒地区气候特点又能实现节能目标的最佳设计方案。

4.3.2 利用数字化模型对围护结构的热工性能、供暖空调与新风系统、照明系统、动力系统以及生活热水系统等关键领域进行性能化分析，包括各系统的运行效率、能源使用分布等，全面评估建筑在不同工况下的能耗表现，找出潜在的节能空间。在此基础上，对照超低能耗技术标准中的能耗指标要求，进行逐一比对和调整，确保建筑在设计阶段就能够满足能耗指标要求。

4.3.3 数字化模型通过建筑内外噪声传播情况，确保室内噪声水平符合标准；通过光线追踪技术，分析天然采光效果，优化窗户布局 and 大小，以提高室内光环境质量；结合风环境模拟，评估自然通风的潜力和效果，促进室内外空气流通；模拟室内空气质量变化，确保新风系统、空气净化装置等的设计能够满足空气品质要求。基于这些模拟结果，对建筑平面布局进行进一步的优化调整，提升室内环境的舒适性和健康性，从而实现超低能耗建筑的综合性能目标。

4.3.4 数字化模型能够详细分析不同材料、构造及施工工艺对热桥效应的影响，识别出潜在的结露、冷凝风险点。通过性能化分析方式，科学判断热桥节点设计方案的防结露、防冷凝能力，确保设计方案在实际应用中能够有效遏制热桥效应，维护建筑室内环境的稳定性和舒适度。根据分析结果，优化热桥节点的设计，采用更高效的隔热材料、增强构造的密封性等措施，提升超低能耗建筑的节能效果。

4.3.5 数字化模型能够综合考虑地理位置、气候条件、建筑结构及系统特性等多种因素，精确模拟可再生能源系统的运行状况，包括能量产出、利用效率、季节性变化等。通过性能化分析，评估可再生能源系统的技术可行性和经济合理性，识别潜在的风险点和改进空间，从而优化系统设计，确保可再生能源的充分利用和高效转换。

4.3.6 建筑围护结构需紧密结合严寒地区的气候特点及超低能耗技术标准中的热工性能要求，通过性能化设计优化构造做法，提升建筑的保温隔热性能。针对易产生热桥效应的节点部位，进行细致的性能化设计，以有效阻断热量传递路径，减少因热桥效应造成的能量损失。针对特殊部位的气密性设计，需通过精细的性能调整确保建筑的气密性，防止因漏气而导致的热损失。通过性能化设计优化透光围护结构构件的尺寸、样式及功能房间的相关指标，如窗地面积比、通风开口面积比等，最大化利用自然光和自然通风，减少人工干预。

供暖空调与新风系统、照明系统、生活热水及动力系统的设计需依据相关标准和规范，利用数字化模型进行性能化设计。包括确保暖通空调系统的能效、空气质量、热效率等性能满足超低能耗技术标准，根据严寒地区的气候特点合理设定系统的运行时间和模式；在照明设计中，需遵循《建筑照明设计标准》等要求，确保照明效果与能耗之间的最佳平衡；在生活热水及动力系统的设计中，需采用高效设备和节能措施，以有效降低能耗。

可再生能源系统的设计需结合严寒地区的气候特点、光照强度及项目特征，通过性能化设计选择合适的可再生能源系统，如太阳能、风能等，以进一步提升建筑的能源自给能力，减少对传统能源的依赖。

4.4 资产管理

4.4.1 通过整理和归纳设计过程中形成的优秀设计方案、性能评估数据、优化策

略等，形成可复用、可共享的数字资源。数字化资产能够快速掌握超低能耗建筑的设计要点和关键技术，能够在未来项目中实现快速设计、优化设计，减少重复劳动，提高设计效率；也能够为超低能耗建筑领域的科学研究、技术交流、标准制定等提供宝贵的数据支持和案例参考。

4.4.2 为确保严寒地区超低能耗建筑设计阶段所积累的数字化资产能够得到有效的管理和高效的利用，应依托数字化管理平台，采用多样化的账号管理方式（如个人账号管理、企业账号管理等），将各类数字化资产（如典型构造做法、节点设计、暖通空调系统方案、可再生能源系统配置等）录入系统。通过数字化管理平台，可以方便实现数字化资产的查询、检索、下载和共享，提高了资产的复用性和利用效率平台还支持对数字化资产的持续更新和维护，确保资产的时效性和准确性，为超低能耗建筑的设计、施工、运营等全生命周期管理提供有力的支持。

4.4.3 数字化资产目录清单应详细列出所有已录入数字化管理平台的资产信息，包括资产名称、类型、描述、创建日期、更新日期等关键字段。通过该清单，可以清晰了解资产库的总体情况和内容结构。应支持通过关键字搜索功能进行信息的检索定位。只需输入与资产相关的关键字，系统即可自动筛选出符合条件的资产信息，并以列表或预览形式展示，简化信息检索流程，提高工作效率。

5 建造阶段

5.1 建材与设备管理

5.1.1 建筑建材及设备管理平台集成各类建材和设备的采购、入库、出库、使用、维护等全生命周期信息，实现物资信息的统一管理和实时跟踪。通过该平台，能够清晰掌握建材和设备的库存状况、使用进度及性能状态，从而做出合理的调配和使用决策。平台还需支持数据分析和报表生成功能，对物资使用情况进行深入的评估和优化，确保建材和设备的高效利用和项目的顺利进行。

5.1.2 建筑建材及设备管理平台应能够全面记录建材与设备从采购到使用的每一个关键环节，及时发现并跟踪质量问题，确保不合格产品不被用于工程之中。平台还应通过智能分析技术，收集并整理建材用量数据，为项目管理者提供详实的数据支持。这些数据能够了解建材消耗情况，优化采购计划，为成本控制和节能减排提供有力依据。

5.1.3 建筑建材及设备管理平台能够实时比对计划进度与实际进度的差异，及时发现并预警潜在的延误风险，确保施工按照预定计划有序进行。通过平台的数据共享与协同功能，不同项目参与方能够高效沟通、紧密协作，共同解决施工中遇到的问题，优化资源配置，提高施工效率与质量。

5.2 施工工法

5.2.1 BIM（建筑信息模型）软件的三维展示功能通过动画模拟和高清图片展示的方式，直观、清晰地理解设计意图和施工要求，有效避免因理解偏差导致的施工错误和质量问题。为确保交底信息的可追溯性和后续分析利用，应对交底所使用的 BIM 模型进行留档保存，并生成详细的三维可视化交底记录，该记录应作为项目文件的一部分，提交给相关方存档备查。

5.2.2 通过运用先进的模拟软件和技术，对施工过程进行全面的模拟分析，包括工序安排的合理性、资源配置的优化、施工平面的科学布置等关键要素。模拟验证过程能够提前发现和解决施工中可能存在的问题和风险，减少实际施工中的试错成本和时间浪费。

5.2.3 通过 BIM 技术，整合项目的各项信息，包括设计、施工计划、资源分配

等，形成一个动态、可视化的施工进度模型。该模型能够直观地展示项目的时间规划和进度状态，清晰把握项目进展，及时发现偏差并采取措施进行调整。BIM施工进度模型需支持与实际施工进度数据的实时对比，实现进度精准控制和优化。

5.2.4 通过安装智能监测设备，实现对水资源的合理利用与管理，避免浪费和污染；对用电情况进行实时监控，确保施工安全，并优化能源使用效率。需对施工现场的环境质量进行监测，包括噪音、粉尘、有害气体等指标，确保施工活动符合环保要求，减少对环境的不良影响。实时监测数据应及时记录并反馈至项目管理部门，以便及时采取措施调整施工方案，确保超低能耗建筑施工过程的绿色、环保和高效。

5.2.5 在施工前，通过 BIM 技术进行预检，对设计模型与施工方案的吻合度、施工难度及潜在风险进行全面评估，确保施工方案的合理性和可行性。施工过程中，利用 BIM 技术结合现场传感器和监控设备，对施工进度、质量及安全状况进行实时监控，及时发现并纠正问题。BIM 技术能够辅助进行施工安全分析，通过模拟施工过程，识别潜在安全风险源，为制定针对性的预防措施提供科学依据。

5.2.6 数字化交底文件应采用统一、规范的格式进行编制，以便于识别、管理和归档。编码标准应明确、具体，确保每一份文件都能通过唯一的编码进行标识和追踪，提高文件管理的准确性和效率。数字化交底文件应具备良好的数据兼容性，能够与其他相关系统和平台无缝对接，确保数据的顺畅流通和共享。文件内容应清晰、准确，支持便捷的查询功能，方便施工人员随时查阅和参考。建立健全的数据共享和交换机制，确保数字化交底文件能够在项目团队内部及与外部合作伙伴之间顺畅传递和共享，提升项目整体的协同效率和管理水平。

5.3 调试与验收

5.3.1 施工质量数字化验收体系应充分利用数字化工具和手段，对建筑施工过程中的关键节点和关键环节进行质量检测与评估。通过引入先进的数字化检测设备和技术，实现施工质量的精确测量和数据分析，确保施工质量的客观性和准确性。数字化验收体系还应与超低能耗建筑的设计标准、性能要求等紧密衔接，确保验收过程能够全面覆盖建筑的节能、环保、舒适性等各项性能指标。

5.3.2 验收过程应利用先进的数字化工具，如红外线热成像仪、气密性测试仪等，

对围护结构的保温性能进行全面检测，确保无热桥、无渗漏，保温层连续、完整且符合设计要求。针对节能设备的安装，应通过数字化手段精确测量设备的安装位置、角度、固定方式等，确保设备安装精度达到设计要求。还需对设备的运行效率进行测试，通过数据采集与分析，评估设备的实际节能效果，确保其运行状态稳定、高效。

5.3.3 通过调试验证，确保传感器和监测设备能够按照设计要求正常工作，准确捕捉建筑运行过程中的各项参数变化。数据准确性评估是对采集到的数据进行质量检查，通过比对、分析等手段，验证数据的真实性和可靠性，剔除错误或异常数据，确保数据的准确性和有效性。

6 运行阶段

6.1 数据模型

6.1.1 在超低能耗建筑的数据管理和交换过程中,为确保数据的统一性和互操作性,其数据模型应遵循国际认可的标准格式,如 Industry Foundation Classes (IFC) 或其他等效标准。这些标准定义了数据模型的结构、语义和表达方式,使得不同系统之间能够无缝进行数据交换和共享。采用符合这些标准的数据模型,可以确保超低能耗建筑的所有数据元素都能够被准确调用和获取,支持后续的数据分析、处理和应用。

6.1.2 静态属性数据包括模型的基础属性数据,如建筑名称、位置、建造时间等基本信息;几何属性数据,如建筑的尺寸、形状、布局等空间几何特征;空间属性数据,如房间功能、面积、高度等空间划分和使用情况;性能属性数据,如保温隔热性能、采光通风性能等建筑物理性能参数;以及主要附件属性数据,如门窗、空调、照明等设备或系统的类型、规格、性能等详细信息。

6.1.3 数据模型应具备在需求变化时更新数据、追溯数据变更历史以及灵活扩展数据字段的能力,允许管理人员根据实际情况调整数据模型,保证数据的时效性和准确性,为技术升级和数据扩展预留了空间,保障了数据模型的长期应用价值。

6.1.4 超低能耗建筑数据模型的静态属性数据需根据运维实际需求进行分类处理,实施标准化编码,以确保数据的规范性和一致性。应采取有效措施防止数据泄露、篡改或丢失,保障数据的安全性存储。数据模型还需预留标准的数据接口,以实现数据的无缝对接和高效传输。

6.1.5 超低能耗建筑数据模型在构建时,应着重记录与建筑能效直接相关的关键属性数据,包括围护结构(如外墙、屋顶、地板的保温隔热性能)、门窗(包括其传热系数、气密性等)、建筑整体气密性、以及热回收系统等。

6.1.6 超低能耗建筑数据模型需具备动态更新功能,确保数据模型能够实时反映建筑的运行状态,保持与实际状况的高度一致性。需支持实时数据采集,能够即时获取建筑运行中的各项数据,如能耗、环境参数等,并自动更新至数据模型中。还需支持定期数据导入,允许用户将批量数据或历史数据按照指定格式导入模型,

以丰富和完善模型的数据基础。

6.1.7 通过集成并分析实时及历史动态数据，超低能耗建筑数据模型应能够执行包括能耗及碳排放分析、能效及节能潜力评估、负荷预测以及优化调控等一系列关键任务。这些分析结果将为建筑管理者提供科学依据，以制定更加精准、高效的运维策略，实现建筑的节能减排目标，同时提升建筑使用舒适度。

6.1.8 隐含碳排放指的是建筑材料和设备在生产、运输等过程中产生的碳排放，而运行碳排放则是建筑在使用过程中因能源消耗而产生的碳排放。通过记录并分析这些数据，数据模型能够帮助建筑管理者深入了解建筑的碳排放来源和构成，进而制定针对性的减排措施，推动建筑向低碳、环保方向发展。

6.2 运维管理平台

6.2.1 超低能耗建筑数字化运维管理平台需集成先进的信息化技术手段，实现对建筑运行状态的实时监测、数据分析、优化调控及综合评价等功能。通过数字化运维管理平台，可以更加直观、便捷地掌握建筑能耗、环境参数、设备运行状态等关键信息，为制定科学的运维策略和优化方案提供有力支持。平台还应支持对超低能耗建筑性能的全面评价，包括能效水平、节能效果、碳排放情况等多个维度，以客观反映建筑的实际运行效果，为持续改进和提升提供决策依据。

6.2.2 平台需要能够兼容并整合来自不同系统、设备或传感器的多样化数据。通过采用通用的通讯协议，如 OPC UA、MQTT 等，数字化运维管理平台建立统一的数据交互标准，实现数据的无缝对接和高效传输。

6.2.3 数字化运维管理平台在设计时应预留多个外部系统平台的数据接口，包括城市能碳平台、政府管理平台以及城市信息模型（CIM）基础平台等。通过预留数据接口，数字化运维管理平台能够实现与这些系统平台之间的数据交换与共享，扩展建筑数据的应用范围和价值，提升建筑能效和碳减排效果的可视化、可量化水平，为城市规划、能源管理和政策制定提供更加全面、准确的数据支持。

6.2.4 轻量化展示指在保持数据模型关键信息完整性的同时，通过优化算法和技术手段减少模型的复杂度和计算量，使得模型在平台上的展示更加流畅、快捷。条文规定了数据模型操作响应时间的上限，确保了用户在进行模型浏览、查询、分析等操作时能够迅速获得反馈，提高了平台的交互性和实时性。

6.2.5 超低能耗数字化运维管理平台需具备对环境参数、能耗参数的分项计量能力，以及对设备运行关键参数的高精度采集功能。平台应能够实时、准确地获取并处理包括室内温度、湿度、光照强度等环境参数，以及电能、热能等各类能耗参数的分项数据。同时，对于建筑内的关键设备，如空调系统、照明系统、热回收装置等，平台需实现对其运行参数的高精度采集，确保数据的准确性和可靠性。详细参数信息的具体指标和要求，可参见附录 A，该附录为平台的数据采集与处理工作提供了具体的指导依据。

6.2.6 平台应具备环境监测功能，实时监测建筑内外的环境参数，如温度、湿度、空气质量等，为建筑使用者提供舒适的环境保障；应支持能耗及碳排放管理，通过对建筑能耗的精确计量和碳排放的跟踪分析，为节能减排提供科学依据。设备运行管理功能确保了对建筑内关键设备的实时监控和高效调度，保障了设备的稳定运行和能效优化。平台应具备故障诊断功能，快速定位设备故障并给出解决方案，降低运维成本。超低能耗建筑后评估功能是对建筑运行效果的全面回顾和总结，为建筑设计和运维管理提供经验借鉴。安全管理功能保障建筑使用者和设备安全的重要措施。资产管理功能帮助管理者清晰掌握建筑内各项资产的状况和价值，为资产管理决策提供有力支持。

6.2.7 数字化运维管理平台应具备一系列先进的三维可视化功能，包括空间管理，直观展示建筑的各个空间区域及其使用状态；设备定位，允许用户快速查找到特定设备的具体位置；楼层巡视，提供从顶层到底层的全方位楼层视图，便于用户进行楼层间的切换和浏览；漫游巡检，支持用户以第一人称视角在建筑内部进行虚拟漫游，增强对建筑的感知和理解；模型动态交互，允许用户通过拖拽、缩放、旋转等操作与三维模型进行实时交互，获取更多细节信息。

6.2.8 数字化运维管理平台深度融合大数据和人工智能技术，对海量运维数据的深度挖掘和分析，实现数据诊断、能耗预测、负荷预测、故障分析预警以及优化调控等一系列智能化功能。数据诊断功能能够快速识别数据异常，为管理者提供及时的运维建议；能耗预测和负荷预测功能能够帮助管理者精准掌握建筑的能耗趋势，为节能降耗提供科学依据；故障分析预警功能能够在设备故障发生前提前发出预警，降低故障对建筑运行的影响；优化调控功能能够根据实时数据自动调

整设备运行状态，实现建筑能效的最大化。

6.2.9 数字化运维管理平台应具备对超低能耗建筑关键指标的分析与展示功能，关键指标包括围护结构参数、热流指标、气密性、供暖能耗、总能耗与碳排放指标以及可再生能源利用率等。平台通过对指标的实时监测、收集和分析，清晰展现建筑的能耗状况、环境表现及能源利用效率，为管理者提供科学的数据支持。围护结构参数和热流指标反映了建筑外围护结构的保温隔热性能，是评估建筑能效的重要基础；气密性指标直接关系到建筑的能耗水平和室内环境品质；供暖能耗、总能耗与碳排放指标直接反映了建筑的能耗水平和碳排放量，是评价建筑节能减排效果的关键指标；可再生能源利用率体现了建筑在能源利用方面的可持续性和绿色性。

6.2.10 数字化运维管理平台在极端严寒天气下快速匹配设备运行状态的功能能够在极端严寒天气条件下，根据预设的应急预案或算法模型，自动调整和优化建筑内设备的运行状态，如提高供暖系统温度、调整通风换气策略等，以确保建筑内部环境的舒适性和设备的正常运行。平台还需具备及时通知运维人员响应的能力，通过短信、邮件、APP 推送等多种方式，将设备运行状态的变化、异常情况或需要采取的应急措施等信息迅速传达给运维人员，以便及时响应并采取必要的措施，确保建筑的安全运行。

6.2.11 数字化运维管理平台录入并展示的设计评价材料主要包括设计方案、能耗模拟报告、节能技术选择等，反映建筑在设计阶段所采取的节能措施和预期达到的节能效果；施工评价材料涵盖了施工过程中的质量控制记录、施工工艺选择、材料使用情况等，是评估建筑实际施工质量和节能效果的重要依据。通过将评价材料录入数字化运维管理平台并进行展示，能够为运维人员提供详尽的参考信息，帮助更好地理解建筑的设计理念和施工细节，为未来的超低能耗建筑设计、施工及运维管理提供宝贵的经验和借鉴。

6.2.12 随着建筑技术的不断进步和运维管理模式的持续创新，未来的运维管理场景与要求将会更加多样化和复杂化。平台设计应预留足够的接口和扩展空间，以便快速集成新的功能模块、适配新的设备或系统，并灵活调整业务流程和工作模式。高度的灵活性指平台能够轻松应对各种突发情况和特殊需求，确保运维管

理工作的顺利进行。可扩展性则确保了平台能够随着建筑运维管理的不断发展而持续升级和优化，保持其先进性和竞争力。

6.3 故障诊断

6.3.1 故障诊断知识库汇集了大量故障案例、解决方案、专家经验及系统运行状态数据的宝贵资源，能够为自动诊断系统提供强大的数据支持。通过人工智能算法对故障数据进行深度学习和分析，平台能够迅速识别故障类型、定位故障位置，并给出相应的解决方案或建议。大数据分析技术能够对系统运行状态进行持续监测和预测，提前发现潜在故障风险，进一步提升系统的可靠性和稳定性。

6.3.2 在数字化运维管理平台中，当系统通过人工智能和大数据分析技术自动诊断出故障后，应能立即将故障的空间位置信息直观、清晰地展示出来。通过集成 GIS（地理信息系统）或建筑 BIM（建筑信息模型）等先进技术，将故障位置与建筑空间布局精准对应，使运维人员能够迅速了解故障发生的具体位置，无需再进行繁琐的现场排查。不仅能大大缩短故障响应时间，还能降低运维成本，提高运维效率。快速定位故障空间位置的功能也为后续的故障处理、设备维修以及预防性维护等工作提供了有力的支持。

6.3.3 一旦系统检测到故障，应立即触发自动报警机制，通过预设的通讯渠道（如短信、邮件、APP 推送等）向相关人员发送报警信号，确保及时获得故障信息。系统将自动生成并下发检修工单，工单内容包括故障的具体位置、发生时间、故障类型以及基于人工智能和大数据分析得出的故障诊断原因。这些信息能够让运维人员快速了解故障情况，制定有效的检修方案，并迅速采取行动解决问题。工单的下发实现了故障处理的流程化和标准化，提升了运维管理的效率和质量。

6.3.4 当故障被成功解除后，检修人员应及时、准确地记录并上传故障的实际原因、处理过程、处理结果以及处理经验。这些信息是对本次故障处理工作的总结，也是对故障诊断知识库的重要补充。通过不断积累和丰富故障案例和解决方案，知识库能够更加全面、精准地支持未来的故障诊断工作。

6.3.5 自动生成故障诊断报告的功能实现自动整合并呈现工单信息及故障处理信息，包括故障发生的具体时间、地点、类型、初步诊断结果、处理措施、处理结果等关键信息。生成的故障诊断报告全面记录故障处理的全过程，提供详实的

数据支持，便于运维团队进行后续的分析和总结。还应支持报告导出，允许用户根据需要选择导出格式（如 PDF、Excel 等）。

6.4 资产管理

6.4.1 资产采购管理是对建筑所需设备、材料及其他资产的采购过程进行有效控制，确保采购活动符合法规要求，同时降低成本、提高采购效率。资产经营管理涉及资产的日常使用、维护与保养，旨在延长资产使用寿命，提升资产效益。资产报废管理是对已无法继续使用的资产进行规范化处理，确保报废过程合法合规，减少环境污染。隐蔽资产管理关注不易被直接观察到的资产，如管道、电缆等，通过建立完善的管理机制，确保其安全、稳定运行。物业工具管理指针对物业管理过程中所需的各类工具进行集中管理，提高工具使用效率，减少丢失和损坏。

6.4.2 平台应支持人工录入、设备扫码、说明书识别等多种灵活的数据输入方式，以满足不同场景下的资产管理需求。人工录入方式适用于无法直接扫码或识别说明书的情况，确保数据的全面性和完整性；设备扫码方式通过扫描设备上的二维码或条形码，快速获取设备的基本信息和资产管理数据，提高数据录入的效率和准确性；说明书识别功能利用 OCR（光学字符识别）技术，自动识别并提取设备说明书中的关键信息，进一步简化数据录入流程。

6.4.3 设备电子目录清单应详细记录设备的多项关键信息，包括设备名称、类别（如空调系统、照明系统等）、当前状态（如运行中、维修中等）、唯一编号、投入使用的具体日期以及维护保养的周期等。电子目录清单应支持通过关键字进行信息的快速检索与定位功能，运维人员可以根据需要输入设备名称、编号或其他关键词，迅速查找到目标设备的详细信息，大大提高了工作效率和准确性。这一功能便于运维人员随时掌握设备状态，及时安排维修保养计划，还能够在紧急情况下迅速定位问题设备，采取相应措施，保障建筑的正常运行。

6.4.4 数字化运维管理平台应支持用户根据设备的维保周期、使用状态及历史维修记录等因素，灵活制定个性化的维保计划。计划包括维保的时间安排、维保的具体内容、所需材料、人员配置等信息，为维保工作提供全面指导。平台还应具备自动提醒功能，在维保计划设定的时间节点前，通过短信、邮件或 APP 推送等方式，向相关人员发送维保提醒，确保维保任务不被遗漏。当维保计划启动时，

平台应能自动生成维保工单，详细记录维保任务的具体信息，如设备编号、维保内容、执行人员等，便于运维团队进行任务分配和进度跟踪。

6.4.5 数字化资产管理平台应建立完善的数据备份机制，确保所有资产管理内容，包括设备信息、维保计划、工单记录等，都能得到长期的、安全的存储。平台应采用先进的数据存储技术和加密手段，确保备份数据的安全性和完整性。备份过程应实现自动化，减少人为干预，降低出错风险。平台还应设置多个备份副本，并分散存储在不同的物理位置，以应对可能的外部攻击、内部人员误操作、软硬件故障等风险。在发生意外状况时，平台应具备快速从备用资产中进行数据恢复的能力，确保数字化资产管理的连续性和可用性。

6.4.6 信息导出功能允许用户根据实际需求，自定义导出数字化资产管理平台中的各类内容，包括设备信息、维保记录、故障报告等。在导出过程中，用户可以灵活设置导出的时间周期，选择需要导出的数据范围，以及确定导出的文件格式（如 Excel、CSV、PDF 等），以满足不同的使用场景和需求。通过这一功能将数字化资产管理平台中的数据转化为线下可用的格式，便于进行进一步的分析、处理或存档。