

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

DB 23

黑 龙 江 省 地 方 标 准

DB XX/T XXXX—XXXX

超低能耗建筑全生命期数字化应用标准

（征求意见稿）

联系人：夏赞

地址：哈尔滨市南岗区清滨路 60 号

电话：13936392829 邮箱：252139112@qq.com

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

20XX – XX – XX 发布

20XX – XX – XX 实施

黑龙江省市场监督管理局
黑龙江省住房和城乡建设厅 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 缩略语 3

5 基本规定 3

6 策划阶段 4

6.1 一般规定 4

6.2 数字化策划 4

6.3 数字化交付 5

7 设计阶段 5

7.1 一般规定 5

7.2 数字化模型 6

7.3 参数化设计 6

7.4 性能化设计 7

7.5 传感器 8

7.6 数字化交付 9

8 施工阶段 9

8.1 一般规定 9

8.2 数字化模型 10

8.3 施工过程管理 10

8.4 建材设备管理 11

8.5 传感器 12

8.6 数字化交付 12

9 运行阶段 13

9.1 一般规定 13

9.2 数据模型 13

9.3 运维管理 13

9.4 故障诊断 15

9.5 资产管理 15

9.6 运维数据库 15

10 后评价阶段 15

10.1 一般规定 16

10.2 数字化后评价 16

附录 A 17

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由本文件由黑龙江省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件起草单位：黑龙江省寒地建筑科学研究院、中国建筑科学研究院有限公司、国家工程技术研究院、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、中国建筑第八工程局有限公司。

本文件主要起草人：王清勤、李若冰、周海珠、夏赟、周立宁、曹勇、张永炜、仇丽娉、赵乃妮、李以通、陈青、郑良基、陈萧凤、安铭达、田久立、丁天一、赵曦辉、李庆琳、尹宝泉、姜益强、张甜甜、郝楠、白羽、汲彤焱、谭家升、李光日、陈超、李佳瑞、曹森、张洋、李忠明

超低能耗建筑全生命期数字化应用标准

1 范围

本文件规定了黑龙江省超低能耗建筑全生命期数字化应用技术要求的术语和定义、基本规定、策划与评估、设计阶段、施工阶段和运行阶段数字化技术应用。

本文件适用于黑龙江省新建、扩建和改建的超低能耗建筑策划、设计、施工、运行中的数字化应用，除应符合本标准规定外，尚应符合国家和黑龙江省现行有关标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 50180 城市居住区规划设计标准
- GB 50189 公共建筑节能设计标准
- GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 55024 建筑电气与智能化通用规范
- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 32224 热量表
- GB/T 33905 智能传感器
- GB/T 34036 智能记录仪表 通用技术条件
- GB/T 34037 物联网差压变送器规范
- GB/T 34049 智能流量仪表 通用技术条件
- GB/T 34050 智能温度仪表 通用技术条件
- GB/T 34068 物联网总体技术 智能传感器接口规范
- GB/T 34070 物联网电流变送器规范
- GB/T 34071 物联网总体技术 智能传感器可靠性设计方法与评审
- GB/T 34072 物联网温度变送器规范
- GB/T 34073 物联网压力变送器规范
- GB/T 45341 数字化转型管理 参考架构
- GB/T 50083 工程结构设计基本术语标准
- GB/T 51206 建筑信息模型分类和编码标准
- GB/T 51235 建筑信息模型施工应用标准
- GB/T 51350 近零能耗建筑技术标准
- GB/T 51447 建筑信息模型存储标准
- GB/T 51301 建筑信息模型设计交付标准
- DB23/ 711 黑龙江省建筑工程施工质量验收标准 建筑电气工程
- DB23/ 724 黑龙江省建筑工程施工质量验收标准 统一标准
- DB23/T 1642 黑龙江省绿色建筑评价标准
- DB23/T 3297 严寒地区空气源热泵供暖系统技术规程

- DB23/T 3335 黑龙江省超低能耗公共建筑节能设计标准
- DB23/T 3337 黑龙江省超低能耗居住建筑节能设计标准
- DB23/T 3559 黑龙江省超低能耗建筑检测技术标准
- DB23/T 3597 黑龙江省超低能耗建筑评价技术标准
- DB23/T 3630 黑龙江省超低能耗建筑节能工程施工质量验收标准
- DB23/T 3707 黑龙江省建设工程“数字工地”建设与评价标准
- DB23/T 3821 黑龙江省超低能耗建筑用外门窗应用技术规程
- DB23/T 3823 黑龙江省超低能耗居住建筑热回收新风系统应用技术规程
- DB23/T 3945 黑龙江省超低能耗居住建筑节能施工技术规范
- JGJ 26 严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准
- JGJ/T 434 建筑工程施工现场监管信息系统技术标准
- JGJ/T 449 民用建筑绿色性能计算标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超低能耗建筑

适应气候特征和自然条件，通过建筑围护系统性能设计大幅度降低能源消耗量需求，通过采取节能技术措施，以较少的能源消耗提供舒适室内环境，建筑能耗水平比国家现行标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《公共建筑节能设计标准》GB 50189降低50%以上的建筑。

[来源：DB23/T 3335—2022，3.1及DB23/T 3337—2022，3.1，有修改]

3.2

数字化技术应用

利用建筑信息模型（BIM）、云计算、大数据、物联网（IoT）、移动互联网、人工智能（AI）等现代信息技术和数字化手段，对建筑的策划、设计、施工、运行等全生命期进行管理优化，简称“数字化应用”。

3.3

建筑参数化设计

对建筑单体进行已有形体的参数化控制、构造节点参数化设计、建筑表皮参数化分形划分、单体建筑方案的生成设计等建筑设计方法的统称。

3.4

建筑性能化设计

以建筑参数化设计为基础，建筑室内环境参数和能效指标为性能目标，利用模拟计算软件，对设计方案进行逐步优化，最终达到预定性能目标要求的设计过程。

[来源：GB/T 51350-2019，2.0.4，有修改]

3.5

数字化模型

基于多元异构动态数据,对建筑策划、设计、施工到运行的全生命期内的关联关系、运行状态等进行数字化动态描述,可基于数据驱动支持实现业务动态柔性响应的模型。

[来源：GB/T 45341-2025，3.4，有修改]

3.6

数据模型

用于描述和管理建筑信息的一套数据结构和关系，包含建筑相关的各类数据和信息，一般展示形式为带数据标签的三维模型。

3.7

建筑仿真模型

基于建筑信息模型（BIM）、计算机模拟和数据分析等方法，创建一个虚拟的建筑环境，对建筑结构、建筑材料、建筑能耗、建筑环境等方面进行模拟和分析的工具。

3.8

数字资产

在建筑生命期内，通过建筑信息模型（BIM）、物联网（IoT）等数字技术和信息管理手段所创建、维护和利用的具有经济价值的数据和信息资源，以支持数据和信息资源纳入财务报表。

3.9

超低能耗建筑数字化平台

基于数字化模型，综合运用建筑信息模型（BIM）、物联网（IoT）、移动互联网、云计算、大数据等现代信息技术和数字化手段，实现超低能耗建筑策划、设计、施工、运行、后评价阶段网络化协同、服务化延伸、个性化定制等平台化社会化业务动态响应、动态协同、动态优化的网络平台。

[来源：GB/T 45341-2025，3.18，有修改]

3.10

数字化后评价

运用数字化工具，整合监测数据和模拟数据，对建筑的数字化应用水平及能耗水平、环境质量、碳排放水平等方面实施评估与分析。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AI：人工智能（Artificial Intelligence）

API：应用程序编程接口（Application Programming Interface）

AR：增强现实（Augmented Reality）

BIM：建筑信息模型（Building Information Modeling）

CAD：计算机辅助设计（Computer-aided Design）

CFD：计算流体动力学（Computational Fluid Dynamics）

GIS：地理信息系统（Geographic Information System）

GPT：生成式预训练变换器（Generative Pre-trained Transformer）

IFC：数据交换标准（Industry Foundation Classes）

IoT：物联网（Internet of Things）

RFID：射频识别（Radio Frequency Identification）

5 基本规定

5.1 数字化应用应结合超低能耗建筑、黑龙江省地域、建筑功能、工程阶段等特点开展。

5.2 数字化应用应综合技术的适用条件、安全性、可实施性、预期成本、效益和投资规模等因素。

5.3 宜利用 BIM、云计算、大数据、IoT、AR、移动互联网、AI 等现代信息技术和数字化手段，对超低能耗建筑的方案策划、设计、施工、运行、后评价等全生命期进行管理与优化。

- 5.4 数字化应用应综合建筑、结构、暖通空调、电气、给排水、规划、装修、景观等专业，并统筹策划、设计、施工、运行、后评估等阶段。
- 5.5 数字化应用应采用全专业共建的数字化模型，宜在共建模型的软件或平台中，通过权限划分等方式分专业管理。
- 5.6 应事先对数据安全、网络安全等因素进行分析，采取措施确保数字化技术应用安全，网络安全应符合 GB/T 22239 的规定。
- 5.7 数字化应用应针对不同的需求选择相匹配的模型及工具。
- 5.8 数字化应用应建立全生命期数字化管控体系，包括数字化平台构建、数字化模型建立、传感器配置、数字化交付等。
- 5.9 数字化应用应建立或选用超低能耗建筑数字化平台，平台应支持以 IFC 格式等标准数据格式贯穿建筑策划、设计、施工、运行、后评价全生命期，应支持根据不同阶段、不同需求设置相应的数字化功能模块，宜包括设计管理模块、建材及设备管理模块、施工管理模块、运行管理模块等。
- 5.10 数字化应用宜选用国产自主开发专项数字化软件平台，宜选用国产自主开发专项数字化软件工具及数据接口标准，使用软件时应遵守相关软件的知识产权保护规定。
- 5.11 数字化应用过程中的数据要求应符合下列规定：
- 采用统一开放的数据标准，如 IFC；
 - 被处理数据具有唯一的内部标识符，数据分类编码体系应符合现行国家标准《建筑信息模型分类和编码标准》GB/T 51206 的有关规定，数据分类编码体系与唯一内部标识符应建立映射关系。
- 5.12 数字化应用过程中的数据交换应符合下列规定：
- 应针对人员与组织、时间、几何、拓扑、几何模型、表达、几何约束、截面、材料、属性、数量、度量等类型实体的数据，明确定义数据、定义规则和交换规则；
 - 应明确约定数据结构体系，数据结构体系应与现有主要数据结构体系具有兼容性。
- 5.13 数字化应用过程中的模型交换应符合下列规定：
- 模型文件应采用通用格式，如 BIM；
 - 模型交换过程中，应完整传递模型信息；
 - 用于交付的建筑竣工数字化模型宜明确交付内容、文件格式、信息细度等。

6 策划阶段

6.1 一般规定

- 6.1.1 数字化应用前应先进行数字化策划，明确数字化技术应用范围、应用深度和应用目标，并应编制数字化技术应用策划方案。
- 6.1.2 数字化策划方案应遵循统一的数据格式，并采用通用的模型格式，满足设计阶段和施工阶段对策划数字化成果应用和交付的要求，辅助方案分析、优化和决策。

6.2 数字化策划

- 6.2.1 数字化策划应明确建筑的数字化定位和数字化应用目标、数字化指标、对应的数字化技术，应进行全生命期技术和经济分析。数字化策划内容应包含但不限于下列内容：
- 数字化技术前期调研；
 - 建筑的数字化定位和数字化应用目标分析；
 - 数字化技术策略与技术体系策划；

——数字化技术经济可行性分析。

6.2.2 数字化技术前期调研宜包括数字化技术调研、需求和市场分析、技术应用场景分析。

6.2.3 建筑的数字化定位和数字化应用目标分析宜包括建筑自身特点、建筑数字化要求、数字化应用目标、数字化指标等。

6.2.4 数字化技术策略与技术体系策划宜包括数字化应用策略、技术路线制定、关键技术确定等内容。

6.2.5 数字化技术经济可行性分析宜包括数字化技术可行性、经济性、效益及风险分析等内容。

6.2.6 宜利用数字化技术编写项目可研报告，包括利用 GIS 提取城市空间地理信息，利用数字化软件提取场地室外环境参数，利用黑龙江省超低能耗建筑运维数据库提取地方能耗限额，并比对同类建筑能耗基准值。

6.2.7 施工前应进行数字化策划，内容应包含但不限于下列内容：

——明确的数字化建造目标；

——明确相关人员配置、组织架构、工作职责及管理流程；

——明确数字化应用对象；

——明确数字化技术的应用方法；

——明确数字化建造技术应用的相关技术参数及所采用的软硬件产品。

6.3 数字化交付

6.3.1 数字化交付应基于统一的信息共享和传递方式进行，应采用开源的通用数据格式交付各阶段的数据、资料、模型，各阶段 BIM 模型的存储应符合 GB/T 51447 的规定，宜利用超低能耗建筑数字化平台进行交付。

6.3.2 数字化模型应由模型单元组成，模型单元应分级创建，可嵌套设置，应能根据项目各阶段应用需求进行合理组织，建筑信息模型交付应符合现行国家标准《建筑信息模型设计交付标准》GB/T 51301 的有关规定。

6.3.3 数字化模型包含的最小模型单元应由模型精细度等级衡量。

6.3.4 策划阶段数字化交付内容应包括建筑基本情况数据、建筑用能特点数据、数字化技术前期调研报告、建筑的数字化定位及数字化应用目标分析报告、数字化技术策略与技术体系策划报告、数字化技术经济可行性分析报告、项目可研报告等。

6.3.5 建筑基本情况数据应包括建筑名称、建筑地址、建筑层数、建筑类型、建筑总面积、建筑结构形式等。

6.3.6 建筑用能特点数据应包括建筑空调系统形式、建筑采暖系统形式、空调面积、采暖面积、运营时间等。

7 设计阶段

7.1 一般规定

7.1.1 方案设计阶段应通过数字化设计及数字仿真技术，对建筑设计方案进行评估和优化。

7.1.2 施工图设计阶段应通过数字化工具进行建筑参数化设计、建筑性能化设计。

7.1.3 应对数字化模型、建筑参数化设计、建筑性能化设计成果进行统计、分类及编号，形成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建筑数字资产。

7.1.4 应通过数据传输、数据同步、数据迁移等数字化工具，将设计阶段建筑数字资产录入超低能耗建筑数字化管理平台设计管理模块，建筑数字资产应数据完整且可调取复用。

7.1.5 应建立设计阶段建筑数字资产目录清单，清单信息检索定位应支持关键字搜索。

7.2 数字化模型

7.2.1 数字化模型和建筑仿真模型应根据建筑形式、建筑功能及数字化应用需求建立。

7.2.2 设计阶段数字化模型应包括但不限于 BIM 模型、建筑参数化设计模型、绿色建筑设计模型等。

7.2.3 各专业应利用数字化模型完成碰撞检查及管线综合排布。

7.2.4 施工图设计阶段数字化模型应符合 GB/T 51301 的要求，并应包括下列内容：

- 建筑周边环境，地形、绿化植被、水体、停车场等要素及面积参数；
- 建筑形体，屋面、外墙、柱、外门窗、透光玻璃幕墙、架空或出挑楼板等外围护结构及构造做法、热工性能参数；
- 室内主要空间分隔，填充墙、结构竖向构件、楼层板、建筑地面、内门窗、玻璃隔断等内围护结构及构造做法、热工性能参数；
- 阳台、雨棚连接节点、设备平台、连廊、变形缝、穿墙管、屋面立管、幕墙连接节点、女儿墙等易产生热桥效应的节点部位构造做法、热工性能参数；
- 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；
- 房间功能类型及设计参数；
- 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；
- 可再生能源系统设备及设计参数、性能系数；
- 传感器布置点位的三维坐标、测量参数及精度等级。

7.3 参数化设计

7.3.1 建筑专业应利用数字化模型进行建筑参数化设计，宜包括建筑形体、天然采光、自然通风、气密性、日照、太阳能利用、建筑形体和空间设计、建筑表皮设计等。

7.3.2 建筑专业宜利用三维建筑软件，优化建筑形体，减小体形系数，降低建筑外围护结构的热损失。

7.3.3 建筑专业宜利用三维建筑软件，调整建筑朝向，优化门窗设置，加强空间设计，改善建筑天然采光、自然通风，并应符合 DB23/T 3821 的规定。

7.3.4 建筑专业宜利用三维建筑软件、采光模拟计算软件，多方案比选优化建筑窗墙面积比，窗墙面积比应符合 DB23/T 3335 及 DB23/T 3337 的规定，尚应保证室内采光符合 GB 50033 和 GB 55016 的规定。

7.3.5 建筑专业宜利用三维建筑软件、CFD 软件，优化确定建筑屋顶水平天窗方案，屋顶天窗外遮阳宜兼顾通风及保证冬季日照，屋顶天窗应符合 DB23/T 3335 及 DB23/T 3337 的规定。

7.3.6 建筑专业宜利用日照模拟软件，优化建筑空间布局，增加冬季日照时数，居住建筑日照时数应符合 GB 50180 的规定。

7.3.7 建筑专业宜结合数字化模型进行下列建筑参数化设计：

- 建筑形体和空间设计，利用参数化工具对非线性空间进行搭建、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，并应兼顾体形系数要求；
- 建筑表皮参数化设计，结合美学要求，将设计语言进行大量的产出及实时性更改，对建筑外表皮进行参数化定制，并应进行围护结构热工性能设计。

7.3.8 暖通专业宜通过 CFD 软件模拟分析气流组织，对建筑气密性进行优化设计。

7.3.9 暖通专业宜使用数字化手段评估建筑屋顶和立面太阳能利用潜力，确定最有潜力的太阳能系统安装位置。

7.3.10 景观专业宜结合数字化模型，优化建筑周边环境，包括绿化比例、自然景观融合、微气候影响等因素。

7.4 性能化设计

7.4.1 应在建筑参数化设计基础上进行建筑性能化设计，宜包括室外环境、室内环境及环境影响，并应根据模拟结果对建筑平面布局进行优化，建筑性能化计算应符合 JGJ/T 449 的规定。

7.4.2 应通过数字化设计及数字仿真技术进行多方案性能比选，并应符合下列规定：

- 基准方案设置应符合 DB23/T 3335 及 DB23/T 3337 的规定；
- 每个设计参数应提供至少三种技术选项，宜利用遗传算法、多目标优化工具等 AI 算法自动生成比选方案组合并排除技术冲突组合；
- 基准方案及比选方案的数字化模型应包含建筑围护结构参数、设备系统参数；
- 应针对基准方案、比选方案进行性能模拟分析，并应通过全生命周期成本（LCC）、全年能耗强度、室内舒适度达标率等指标，综合选择最佳设计方案。

7.4.3 建筑专业、暖通专业应采用逆向设计方法进行围护结构热工设计，并应符合下列规定：

- 应基于建筑能耗模拟结果，反向推导围护结构传热系数、热惰性指标等关键参数限值；
- 应结合数字化模型进行建筑围护结构热工设计，生成至少三种保温层厚度、构造节点方案，形成备选方案库；
- 应对备选方案进行经济分析，包括计算增量成本、节能收益的静态投资回收期及动态投资回收期；
- 应利用数字化模型集成热工模拟软件、能耗模拟软件、经济分析计算软件，建立包含热工性能、成本、施工可行性的评估矩阵，并利用层次分析法或熵权法确定权重，综合评估围护结构方案；
- 围护结构热工模拟应进行严寒地区连续 5 天温度低于-40℃的极端低温工况验证。

7.4.4 建筑场地方案设计时，规划专业、暖通专业宜利用 CFD 软件模拟优化区域室外风环境，包括冬季防风及夏季通风。

7.4.5 建筑场地方案设计时，景观专业宜利用室外热环境软件模拟区域建筑密度与绿化率对场地热岛强度、场地及周边温度的影响，优化确定景观设计方案，规划专业宜结合数字化模型优化充电桩布局。

7.4.6 建筑场地方案设计时，给排水专业、电气专业宜利用数字化技术实现冰雪资源化，包括利用物联网传感器实时监测积雪厚度、密度及分布状态，利用数字化模型分析确定场地最佳蓄雪区，利用景观土壤湿度传感器网络与灌溉系统联动，当监测值低于持水量 60%时自动启用融水补给。

7.4.7 建筑专业宜结合数字化模型进行非透光围护结构中热桥部位的表面结露验算，防结露验算温度基准值应基于超过 30 年统计期的最低温度平均值确定，优化热桥部位保温措施设计方案。

7.4.8 建筑专业宜结合数字化模型进行保温材料冷凝计算，优化围护结构保温材料设计方案。

7.4.9 建筑专业宜利用建筑热工性能计算软件进行三维传热模拟计算，优化建筑热工设计，进行消除或削弱热桥的专项设计。

7.4.10 暖通专业应通过 API 接口调取黑龙江省运维数据库中同类项目运维数据进行设计方案能耗性能参数校验，设计方案全年供暖、制冷负荷计算值及能耗值不应超过同类项目均值 15%，并应调取同类项目设备选型数据进行设计方案设备性能参数校验，编写设备选型偏差分析报告。

7.4.11 暖通专业宜利用 CFD 软件模拟优化建筑气流组织，包括室内自然通风及机械通风，居住建筑主要房间新风量及公共建筑的室内新风量应分别符合 DB23/T 3337、GB 50736 的规定。

- 7.4.12 暖通专业宜利用建筑光环境分析软件，优化建筑室内光环境，充分利用天然采光。
- 7.4.13 暖通专业宜利用建筑热性能分析软件，优化建筑室内热舒适度，主要房间室内热湿环境参数应符合 DB23/T 3335、DB23/T 3337 的规定。
- 7.4.14 暖通专业宜利用建筑声环境分析软件，优化建筑隔声、吸声、消声、隔振等措施。
- 7.4.15 暖通专业宜利用能耗模拟计算软件，模拟计算建筑逐时冷热负荷，热负荷计算应包含-40℃持续 72 小时场景极寒工况，优化确定建筑供暖空调设计方案及热回收新风系统设计方案，建筑能源设备和系统能效指标应符合 DB23/T 3335、DB23/T 3337、DB23/T 3823 的规定。
- 7.4.16 暖通专业宜利用能耗模拟计算软件，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，建筑能效指标应符合 DB23/T 3335、DB23/T 3337 的规定。
- 7.4.17 当采用可再生能源系统时，暖通专业宜结合数字化模型对太阳能、地源热泵、空气源热泵等可再生能源利用进行优化分析，空气源热泵供暖系统应符合 DB23/T 3297 的要求。
- 7.4.18 当采用太阳能光伏发电系统时，暖通专业宜利用建筑光伏模拟分析软件，对太阳遮挡分析、光伏系统装机容量、系统效率、发电量、减碳量及建设经济成本等进行多方案性能比选，优化确定屋顶光伏系统或立面光伏系统设计方案
- 7.4.19 当设置光伏储能系统时，暖通专业宜利用建筑光伏模拟分析软件，对发电、储能及用电的运行策略进行多方案性能比选，优化确定储能系统。
- 7.4.20 建筑专业、景观专业、暖通专业宜利用建筑碳排放因子管理等碳排放计算分析软件，自动匹配黑龙江省电力平均二氧化碳排放因子最新统计数据，并计算建筑碳排放量及景观绿化碳汇量，优化建筑碳排放强度及景观设计方案。

7.5 传感器

7.5.1 电气专业应进行智能化系统专项设计，并应符合下列规定：

- 应在供暖末端、供冷末端、热回收新风系统、照明系统、动力系统、可再生能源系统等关键点设置温度、湿度、流量、压力等类型的智能传感器及计量装置，覆盖建筑全部功能分区；
- 应在建筑围护结构冷桥节点部位布置温度、湿度、应力等传感器，实时监测施工环境温度和结构性能；
- 应在建筑主要功能房间设置分布式温湿度传感器、气压传感器装置；
- 应在热泵机组处设置振动传感器；
- 应在热回收新风机组处设置气流压差传感器；
- 应在光伏系统中设置组串级电流传感器、温度传感器、电弧故障检测模块；
- 计量装置应具备分项计量功能，支持照明、空调、动力等系统能耗独立监测；
- 应在施工图设计中明确传感器选型、安装位置及防干扰措施，并应预留检修通道；
- 应建立传感器与建筑围护结构、设备系统的关联关系，数据应可追溯至具体构件。

7.5.2 传感器、计量装置应具备与 BIM 模型和数字化平台兼容的数据接口，应符合 GB/T 34068-2017 的规定，应通过物联网技术将传感器采集的数据，传输至超低能耗建筑数字化平台，并应符合下列规定：

- 数据传输应采用 I2C、SPI 等有线通讯协议，Wi-Fi、LoRa 等无线通讯协议，或 Modbus、MQTT 等网络等通讯协议，数据传输丢包率应 $\leq 0.1\%$ ；
- 传感器数据应实时同步至设计阶段数字化模型，并在数字化模型中标注设备参数、安装位置及管线走向。

7.5.3 智能传感器应在环境温度-55℃~50℃正常工作，并应符合 GB/T 33905 的规定，可靠性应符合 GB/T 34071 的规定。

7.5.4 传感器精度应符合下列规定：

- 温度传感器精度应 $\leq \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ （ $-55^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 范围），并支持可编程分辨率（9~12位）；
- 湿度传感器精度应 $\leq \pm 5\%\text{RH}$ ，精度等级应不低于中等精度；
- 电能计量装置精度应 $\leq \pm 1\%$ ，精度等级应不低于1.0级；
- 热计量表精度应 $\leq \pm 2\%$ ，精度等级不应低于1级，应符合GB/T 32224的规定；
- 压力传感器精度应 $\leq \pm 1\%\text{FS}$ ，精度等级应满足环境监测功能。

7.5.5 物联网变送器应在环境温度 $-55^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 正常工作，物联网差压变送器、物联网电流变送器、物联网温度变送器规范、物联网压力变送器应分别符合GB/T 34037、GB/T 34070、GB/T 34072、GB/T 34073的规定。

7.5.6 宜利用智能仪表进行数据采集、双向通信、控制诊断等，智能仪表应在环境温度 $-55^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 正常工作，智能记录仪表、智能流量仪表、智能温度仪表应分别符合GB/T 34036、GB/T 34049、GB/T 34050的规定。

7.6 数字化交付

7.6.1 数字化交付物应包括数字化工程文件交付、数字化模型交付、数字化平台交付和数字化应用成果交付。

7.6.2 数字化工程文件交付内容应包含建筑、结构、暖通、电气、给排水、规划、装修、景观等专业的施工图、设计变更信息。

7.6.3 数字化模型交付应包含建筑、结构、暖通、电气、给排水、规划、装修、景观等专业的设计数字化模型，应包括模型的创建者、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等模型状态。

7.6.4 超低能耗建筑数字化平台应支持自动校验数字化模型的设计参数与DB23/T 3335、DB23/T 3337的偏差项，并应支持围护结构热工缺陷部位三维坐标定位及偏差报告输出。

8 施工阶段

8.1 一般规定

8.1.1 应保证施工过程中永久结构和临时结构的安全，并应保证永久结构的质量满足设计和施工质量验收的要求，且兼顾施工方案的经济性，居住建筑节能施工尚应符合DB23/T 3945的要求。

8.1.2 施工阶段应进行工程数字化施工，包括施工过程管理、建材设备管理。

8.1.3 应提前编制工程数字化施工过程中采用的传感器、硬件装置的安装、调试和维护方案。

8.1.4 应提前编制针对工程数字化施工模式下存在的风险情况的应急预案，并对相关的现场工程人员进行安全交底。

8.1.5 施工阶段数字化应用宜包括数字工地、数字化虚拟施工、数字化现场施工、数字化施工控制、数字化协同管理、三维可视化交底、管线综合、施工进度分析、施工监测、数据分析与过程控制。

8.1.6 施工监测数据宜与BIM模型、建筑仿真模型等数字化模型形成可视化对应关系。

8.1.7 宜根据监测对象类型选用自动化监测系统和自动化控制系统，并应符合下列规定：

- 自动化监测系统宜包含监测仪器设备、数据自动采集系统、数据传输系统、数据存储管理系统及实时发布系统等；
- 应选择监测期间具有良好稳定性和抗干扰能力的监测仪器，采集信号的信噪比应满足实际工程需求；
- 数据传输系统设计，应保证数据传输的完整性和实时性，并宜实现多源数据传输同步。

8.2 数字化模型

- 8.2.1 各专业应在设计阶段交付的数字化模型基础上进行数字化深化设计，并交付深化设计模型、深化设计图和其他设计文件，应包括各专业平面图、剖面图、断面图、放大图和详图、机电管线综合图、预制加工图，以及三维视图和侧视图等内容。
- 8.2.2 施工阶段建筑信息模型的创建、使用和管理应符合 GB/T 51235 的要求，并应适用于各专业施工模拟、预制加工、进度管理、预算与成本控制、质量与安全管理，
- 8.2.3 各参与单位及各专业宜利用超低能耗建筑数字化平台进行数字化深化设计协同工作。
- 8.2.4 建设方、设计方、总承包方等各参与单位宜利用超低能耗建筑数字化平台集成制作、安装、施工、运维等各环节的需求及交付使用方法需求。
- 8.2.5 各专业宜利用超低能耗建筑数字化平台进行实时数据交互与碰撞冲突检查，数字化深化模型应达到各专业碰撞检测要求。

8.3 施工过程管理

- 8.3.1 在施工前，应结合施工模型利用数字化软件可视化三维动画展示功能，对现场施工人员进行管线综合部位、热桥部位、复杂节点部位等三维可视化技术交底，应对交底的施工模型留档保存，并应提交三维可视化交底记录。
- 8.3.2 在施工前，应利用数字化技术完成施工现场实地勘察测量与布置，并应依据测量结果对机电模型进行纠偏调整，宜采用全站仪、三维扫描仪等测量工具。
- 8.3.3 应根据最终确定的设备、阀门、附件等所有型号尺寸调整完善机电深化设计模型。
- 8.3.4 应在深化设计模型的基础上制定专项加工方案、技术标准，并应根据所采购的实际集成产品参数完成模型细部处理。
- 8.3.5 应基于施工场地特点、运输吊装条件等进行机电管线拆分和集成。
- 8.3.6 施工过程应采用数字工地进行施工现场管理，并应符合 DB23/T 3707 的要求。
- 8.3.7 施工过程中应对建筑施工场地区域进行监测并记录，监测记录应包括下列内容：
- 机械设备、小型机具、临时设施等使用过程中消耗的各类能源用量；
 - 分部分项工程及措施项目中各项工程量；
 - 分部分项工程及措施项目的各项机械台班消耗量；
 - 各施工机械单位台班的能源用量；
 - 装修工程空气污染物浓度及噪声分贝数。
- 8.3.8 施工过程中应结合施工工艺及现场管理需求，对设计阶段的施工图数字化模型进行信息添加、更新和完善，施工变更应在 24 小时内更新至施工图数字化模型用于竣工出图。
- 8.3.9 施工单位应利用数字化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，优化施工工法，识别潜在安全风险，制定相应预防措施。
- 8.3.10 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。
- 8.3.11 施工管理的数字化应用应符合下列规定：
- 支持结合 IoT，实现与 BIM 模型关联，实时采集施工现场的建材使用、设备运行状态、施工进度、能源用量、环境影响等数据；
 - 支持资源监测及配置功能，实时分析材料损耗率、设备运行效率等数据，根据施工需求实时调节建材及设备的使用时间或工况，提出优化配置策略；
 - 支持施工进度计划编制、施工进度跟踪、施工工期变更管理、施工进度风险评估、施工进度预警等功能；

- 应建立基于参建各方、项目各阶段的模型数据共享和交付机制，实现模型数据在不同阶段、不同主体之间进行有效传递；
- 应具备阶段性评审、经验总结、学习迭代等功能，及时反馈施工经验，优化施工管理流程。
- 应上传关键节点专项施工方案及相应的施工检查记录至超低能耗数字化平台。
- 应利用北斗系统、UWB 融合定位等数字化手段实时监测高空作业人员定位信标。

8.3.12 施工方案编制时宜从 BIM 模型中提取建筑工程特性、设计方案和成本目标等信息，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。

8.3.13 施工过程中宜采用数字化技术建立施工进度模型，综合上传、录入各项数据，合理划分施工流水段、施工进度计划和资质配置计划等，并应对工程项目进行进度控制。

8.3.14 施工过程中宜采用超低能耗建筑数字化平台中施工管理模块，链接 BIM 模型和工程项目施工进度计划进度数据、动态实际进度数据，对施工现场计划与实际进度、施工质量等进行在线协同管理。

8.4 建材设备管理

8.4.1 应基于材料设备采购计划提取模型工程量，基于工厂设备加工能力、排产计划及工期和资源计划进行预制加工模型的批次划分。

8.4.2 应基于工艺指导书等资料编制工艺文件，在构件生产和质量验收阶段形成构件生产的进度信息、成本信息和质量追溯信息。

8.4.3 应对机电构件或模块进行编码，且编码应具有唯一性。

8.4.4 在施工阶段宜利用超低能耗建筑数字化平台中的建材及设备管理模块，对建材、设备等数字化信息进行统一管理和跟踪。

8.4.5 建材及设备管理应符合下列规定应录入唯一标识、型号参数、维护记录等信息，当信息有变动时，应对已录入的建材及设备信息进行审核、修改、补充、管理。

8.4.6 建材管理的数字化应用应符合下列规定：

- 应结合数字化技术自动识别并记录所需建材的类型及规格；
- 应结合数字化技术分析建材计划用量；
- 应实时获取施工现场建材消耗信息，并应反馈到 BIM 模型中；
- 应支持施工管理人员实时查询建材使用情况，并应及时调整建材采购计划；
- 应在预制构件中嵌入 RFID 芯片，追溯信息应包含生产批次号、热工性能检测报告、施工安装责任人、时间戳；
- 应对接建材溯源平台系统，获取材料供应商、环保认证信息、建材环保参数、碳足迹数据等；
- 应实时上传建材碳足迹数据至黑龙江省建筑能耗监测平台；
- 应上传建筑构件或部件性能检测报告至数字化平台，包括门窗或幕墙构件性能检测报告、保温材料性能检测报告及其他影响超低能耗指标可实现性的部品性能证明材料。

8.4.7 设备管理的数字化应用应符合下列规定：

- 应结合数字化技术自动识别并记录所需设备的类型及型号；
- 应实时获取施工现场使用的机械设备种类、数量及运行状态，并反馈到 BIM 模型中；
- 施工管理人员应利用数字化平台实时查询机械设备的运行状态、维护及保养记录，确保设备正常运行状态；
- 应对接设备制造商云平台系统，获取、更新设备健康状态预测模型；
- 应对接城市能源管理系统，接收负荷需求响应指令；
- 应管理设备全生命周期关键性能参数数据、故障模式的健康档案；

——应上传设备性能检测报告至数字化平台，包括新风机组、排风热回收机组的产品性能检测报告、冷热源机组的性能参数检测报告、灯具规格书、可再生能源设备性能检测报告及其他影响超低能耗指标可实现性的设备性能证明材料。

8.4.8 宜利用超低能耗建筑数字化平台进行设备状态实时诊断及故障排查分析。

8.5 传感器

8.5.1 数字化应用的网络设备、服务器、显示设备、数据采集设备、视频监控设备、智能移动终端设备等应符合 JGJ/T 434 的规定

8.5.2 智能传感器、计量装置在安装前应进行黑龙江省严寒环境的模拟、检查、校验。

8.5.3 智能传感器、计量装置的安装应牢固、可靠，并应符合设计与产品安装要求，位置应根据监测目标在关键区域均匀布置，应具备防冻保护、避风安装，易于维护，应符合 GB 55024 的规定

8.5.4 装修工程宜安装 PM2.5、挥发性有机物等传感器，监测数据应同步传输至数字化平台，超过阈值设数值时平台预警。

8.5.5 施工机械宜安装分贝监测传感器，监测数据应同步传输至数字化平台，超过阈值设数值时平台预警。

8.6 数字化交付

8.6.1 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、评估与验收，检测技术应符合 DB23/T 3559 的要求。

8.6.2 验收范围应包括建筑性能验收、传感器验收、硬件和软件验收、施工质量验收等。

8.6.3 应利用数字化工具，包括数字化模型比对、工程数字化检测技术、性能测试、无人机红外扫描和大数据验证等，检测围护结构保温性能、气密性能、节能设备的安装精度与运行效率等关键指标。

8.6.4 应制定节点和冷桥部位的数字化验收方案，包括数据完整性、结构性能和施工质量，节能工程施工质量应符合 DB23/T 3630 的要求。

8.6.5 应对计量装置、传感器及检测设备等进行验证，并应进行数据准确性、时效性、精确性评估，建筑电气工程施工质量应符合 DB23/ 711 的要求。

8.6.6 应对超低能耗建筑数字化平台进行数据准确性评估及数字化系统集成调试，确保采集数据的准确性和时效性及各模块之间的数据兼容性和协同工作。

8.6.7 质量验收相关标准、过程管理文件等质量相关资料应与数字化模型进行关联。

8.6.8 应将数字化施工模型与质量验收计划绑定，进行标准化管理。

8.6.9 应将发现的施工质量问题上传至数字化模型中关联相关构件，并将问题推送施工质量管理人人员。

8.6.10 应对质量验收过程中发现的质量问题进行分析，形成质量问题处理意见，将相关资料录入并关联至数字化竣工模型。

8.6.11 竣工数字化交付的内容应包括通过施工图审查的图纸资料及数字化模型、竣工图纸资料及竣工数字化模型、关联档案资料、相关检测报告等，数字化模型应包括几何信息和属性信息，交付物应上传至数字化平台

8.6.12 检测报告应包括建筑气密性检测报告及气密性检测方法的适用性、检测房间选取的合理性进行说明的证明材料，并应上传至数字化平台。

8.6.13 宜利用数字化表单对施工质量管理各类资料进行填报并发起数字化流程审批。

8.6.14 宜利用数字化监测及测量设备对已完工区域进行监测扫描，生成数字化测量数据并与施工模型进行数字化比对，并形成比对报告。

9 运行阶段

9.1 一般规定

- 9.1.1 运行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。
- 9.1.2 运行阶段宜开展数据集成分析及大数据深度挖掘，提升运行效率和服务质量。
- 9.1.3 应基于施工阶段竣工验收的相关数字化模型，结合超低能耗建筑专业数据模型、结构专业数据模型、机电系统数据模型等，更新得到运维数字化模型，用于建设超低能耗建筑数字化平台。
- 9.1.4 应建立超低能耗建筑数字化平台，包含运维管理、故障诊断、资产管理等模块与应用，并应录入及展示策划、设计、施工等阶段的相关资料。
- 9.1.5 数据模型与超低能耗建筑数字化平台，应具备与其他阶段数字化平台进行数据交互的功能。
- 9.1.6 数字化平台宜具有与物联网、云计算、地理信息系统等集成融合的能力。
- 9.1.7 数字化平台的数据接口类型宜根据数据类型、数据存储方式、数据传输方式等综合确定。

9.2 数据模型

- 9.2.1 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，应保证与数字化平台、能源仿真软件之间的兼容性和数据互用性。
- 9.2.2 数据模型应包括记录围护结构与机电设备的静态属性数据，以及设备运行产生的动态属性数据。
- 9.2.3 静态属性数据应包括模型基础、几何、空间、性能等属性数据。
- 9.2.4 静态属性数据应根据运维需求进行分类、标准化编码与存储，并应预留和超低能耗建筑数字化平台的数据接口。
- 9.2.5 数据模型应记录围护结构、门窗、气密性、可再生能源、热回收等静态属性数据。
- 9.2.6 动态属性数据应包括各机电系统运行能耗、可再生能源发电、冷热源系统供能、设备运行参数等，并应支持实时数据采集和定期数据导入。
- 9.2.7 动态属性数据应支持基于数据驱动的运维决策，包括建筑能耗及碳排放分析、能效及节能分析、负荷预测、优化调控等。
- 9.2.8 数据模型应满足可更改、可溯源、可扩展的要求。
- 9.2.9 数据模型宜记录建筑建材与设备的隐含碳排放与运行碳排放数据。
- 9.2.10 在运维决策、智能控制前，应利用机器学习、数据挖掘等 AI 技术进行数据治理。
- 9.2.11 应对数据进行质量评估分级，A 级为决策可用数据，完整性应 $\geq 99.9\%$ ，时效偏差应 ≤ 1 分钟，B 级为参考备用数据，完整性应 $\geq 95\%$ ，应标注缺失原因，如传感器故障、通信中断等，并应进行异常数据修复处理。

9.3 运维管理

- 9.3.1 应建立超低能耗建筑数字化平台运维管理模块，并应符合下列规定：
 - 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；
 - 应支持居住建筑、公共建筑、工业建筑等多类建筑场景选择；
 - 应支持环境监测、能耗及碳排放管理、设备运行管理、故障诊断、超低能耗建筑后评价、安全管理、资产管理等；
 - 应支持围护结构参数、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；

- 应支持空间管理、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；
 - 应支持利用机器学习、数据挖掘等 AI 技术，进行数据诊断、数据治理、能耗预测、负荷预测、故障分析预警、优化调控等；
 - 应支持基于天气预报及室外温度监测的房间温度自动调节、天窗开启扇远程自动遥控开启和关闭；
 - 应支持停车场光伏系统、建筑屋顶光伏系统等可再生能源发电量数据接入；
 - 应支持基于天气预报的 24 小时可再生能源系统发电量预测；
 - 应支持可再生能源系统发电量与建筑耗电量的 15 分钟级动态匹配调度；
 - 应满足未来运维需求，具备灵活性和可扩展性。
- 9.3.2 应利用数字化平台进行数据模型轻量化展示，数据模型操作响应时间不应大于 3s。
- 9.3.3 应利用数字化平台对环境参数、能耗参数分项计量，包括照明插座用电、空调用电、动力用电、特殊用电等，设备运行关键参数的采集要求应符合本标准附录 A 的有关规定。
- 9.3.4 应利用数字化平台进行建筑设备衰减分析与建筑分级运维，并应符合本标准附录 B 的有关规定。
- 9.3.5 应利用数字化平台进行数据自动化实时采集，不具备自动采集条件的数据，应采取人工方式录入运维管理模块。
- 9.3.6 应利用数字化平台接入黑龙江省气象局预报平台，建筑运维、设备运行策略应根据寒冷程度等级实时匹配、分级响应，并应符合下列规定：
- 当室外温度-10℃~-19.9℃处于严寒预警时，新风热回收效率应自动提升至 $\geq 85\%$ ；
 - 当室外温度-20℃~-29.9℃处于严寒预警时，新风热回收效率应自动提升至 $\geq 85\%$ ；
 - 当室外温度-30℃~-39.9℃处于酷寒预警时，新风热回收效率应自动提升至 $\geq 90\%$ 。
- 9.3.7 应利用数字化平台接入黑龙江省气象局预警平台，建筑运维、设备运行策略应根据寒潮气象警报等级实时匹配、分级响应，并应符合下列规定：
- 寒潮蓝色预警下，热泵防冻模式激活，备用电源待机状态；
 - 寒潮黄色预警下，新风预热系统全功率运行，储热罐蓄热量 $\geq$ 设计值 120%；
 - 寒潮橙色预警下，关闭非必要通风口，柴油发电机燃料储备 ≥ 72 小时；
 - 寒潮红色预警下，启动备用热源联供系统，应急电力容量覆盖关键负荷。
- 9.3.8 宜利用数字化平台进行建筑能耗异常识别并分级响应，基准值设定为建筑投用后近 3 个月平均能耗，偏差 10%-20%为三级响应报警并自动推送工单至运维管理人员，偏差 20%-40%为二级报警应联动关闭非必需设备，偏差 $\geq 50\%$ 为一级响应报警并强制启动建筑应急预案。
- 9.3.9 宜利用数字化平台进行建筑气密性分区分管，一级分区为建筑主要功能房间，二级分区为门窗接缝、管线穿墙等特殊节点。
- 9.3.10 宜利用数字化平台进行不利房间专项运维管理，利用近三个月各房间室内温度统计分析数据标记建筑中不利房间位置，当不利房间与其余房间温度平均值偏差 $\geq 2^{\circ}\text{C}$ 时，应自动调节不利房间供暖或制冷温度，利用房间温差反馈及动态能耗平衡算法实现能耗再分配。
- 9.3.11 宜利用数字化平台对极端工况进行应急运维管理，当室内房间监测温度持续 3 小时温差 $\geq 4^{\circ}\text{C}$ 时应发布预警并联系运维人员现场确认设备状态。
- 9.3.12 宜利用毫米波雷达、红外双模检测等数字化技术检测用户私改行为并响应，检测结构振动异常阈值 $\geq 0.5\text{mm/s}$ 为一级响应启动建筑应急预案并自动下发《违规改造法律责任告知书》。
- 9.3.13 宜利用数字化平台进行运维分阶段响应，预警阶段应自动生成设备体检报告应基于 GIS 定位推送预维护任务至地理位置最近的 3 名运维人员终端，应急阶段应在 30 秒内完成故障设备自动隔离并切换备用回路，并通过运维平台协调匹配半径 $\leq 20\text{km}$ 的备用设备资源。

9.4 故障诊断

9.4.1 应建立机电系统故障诊断知识库，并应符合下列规定：

- 应支持自动诊断系统故障并在数字化模型中快速定位故障的空间位置；
- 应具备自动发送报警信号并下发检修工单功能，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；
- 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；
- 具备-20℃以下低温工况下的设备故障模式的特征库。

9.4.2 应利用故障诊断知识库进行前设备运行数据与历史同温条件下实时能效数据偏差比对的功能。

9.4.3 应利用故障诊断知识库进行余热回收系统和冷桥热桥部位的异常功能的自动检测，包括温度异常、流量异常等。

9.4.4 设备维护后应更新数字化模型的设备健康状态标签，维修记录应自动关联至故障诊断知识库。

9.4.5 宜采用类 GPT 大语言模型、AI、知识图谱等技术构建故障诊断知识库，辅助诊断机电系统运行故障。

9.5 资产管理

9.5.1 资产管理范围应包括固定资产管理、流动资产管理、能源管理、设备管理、数据资产管理、碳资产管理等。

9.5.2 应通过数字化手段，利用人工录入、设备扫码、说明书识别等多种方式，将超低能耗建筑所有的资产管理内容录入数字化平台。

9.5.3 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。

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

9.5.5 数字资产管理的内容应进行持续性备份。

9.5.6 资产管理应具备信息导出功能，支持自定义导出数字资产管理的内容、周期和格式等。

9.6 运维数据库

9.6.1 应建立项目级运维数据库，并应符合下列要求：

- 运维数据入库前应经过现场传感器校准记录核查，宜利用机器学习识别异常值；
- 应至少存储建筑连续 5 年的运行数据，关键数据的采集要求应符合本标准附录 A 的有关规定；
- 每年 12 月应生成《项目运维数据库报告》，并上传至黑龙江省超低能耗建筑运维数据库；
- 数据库应用服务层应开放 API 接口，应支持开放的数据接口标准。

9.6.2 每年应基于运维数据库中历史数据重新训练设备衰减预测模型，并应动态调整监测频率，竣工验收运行 10 年后监测频率应翻倍。

9.6.3 黑龙江省超低能耗建筑运维数据库应建立动态更新机制，新建项目运维数据应在竣工验收运行后的 3 个月内完成入库，既有建筑运维数据每 3 个月更新一次。

9.6.4 黑龙江省超低能耗建筑运维数据库每年 12 月应生成《运维数据库应用报告》，包括设计参数优化率、能效提升贡献度、资源节约量化值等。

10 后评价阶段

10.1 一般规定

10.1.1 超低能耗建筑应结合建筑使用和管理需求开展数字化后评价，提高建筑使用效率和管理水平。

10.1.2 数字化后评价应对建筑全年 8760h 运维数据进行评估，并应包含建筑全部功能分区。

10.2 数字化后评价

10.2.1 当满足下列条件时超低能耗建筑工程项目应开展数字化后评价：

- 当使用率或入住率达到 50%以上且建筑竣工验收运行满一年应进行初次评价；
- 当使用率或入住率达到 75%以上且运行满三年应进行再次评价。

10.2.2 数字化后评价应遵循数据采集与整合、指标体系构建、模拟验证、数据比对、评估报告生成的步骤。

10.2.3 超低能耗建筑项目数字化后评价应采用综合评价方法，建立包括健康舒适、低碳节能、运维资产、数字智慧等维度的指标体系。

10.2.4 数字化后评价应符合 DB23/T 3597 的规定，并应包含下列内容：

- 围护结构关键节点构造及做法应符合保温及气密性要求；
- 室内环境参数、能效指标、围护结构、能源设备和系统效率、综合运行费用等方面开展能源节约评估；
- 应从可再生能源利用、建筑碳排放、绿化碳汇、热岛温度等方面开展环境友好评估；
- 应从故障自诊断、设备联动优化策略覆盖、物联网设备数据采集机响应、能耗异常预测等方面开展数字智慧评估；
- 建筑室内环境参数、典型热桥节点线传热系数、外墙、屋面的保温材料因为内部冷凝受潮而增加的重量湿度允许增量、建筑综合节能率和建筑本体节能率应符合 DB23/T 3335、DB23/T 3337 的规定；
- 公共建筑能耗水平及居住建筑能耗水平应分别较 GB 50189、JGJ 26 降低 50%以上。

10.2.5 数字化后评价应针对供能系统运行状态进行数字化专项后评价。

10.2.6 数字化后评价应对策划、设计、施工、运行等阶段的数字资产进行检查、评估。

附录 A
(规范性)

超低能耗建筑数字化应用采集内容表

A.1 超低能耗建筑数字化应用采集内容表见表 A.1。

表 A.1 超低能耗建筑数字化平台采集内容表

一级指标	二级指标	三级参数	单位	时间间隔	数据来源
环境参数	室外环境参数	室外温度	℃	≤10min	远传传感器监测及参数录入
		室外湿度	%		
		室外风速	m/s		
		室外PM _{2.5} 、PM ₁₀ 浓度	μg/m ³		
		环境噪声值	dB		
		太阳辐照强度	W/m ²		
		大气压力	Pa		
	室内环境参数	主要功能房间CO ₂ 浓度	ppm		
		主要功能房间PM _{2.5} 、PM ₁₀ 浓度	μg/m ³		
		太阳辐射照度	W/m ²		
		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		dB			
主要功能房间照度		lx			
围护结构参数	传热系数	W/(m ² ·K)			
	太阳得热系数	——			
能效参数	分项能耗计量	照明能耗	kW·h	10min~60min	远传传感器监测及分析计算
		插座能耗	kW·h		
		空调能耗	kW·h		
		供暖能耗	kW·h		
		动力系统能耗	kW·h		
		特殊用电能耗	kW·h		
	建筑能源消耗	建筑耗气量	m ³	——	
		建筑一次能源消耗总量	kW·h		
	建筑能耗综合值	各分项总能耗	kW·h	——	
		各类型能源换算系数	——		
		建筑能耗综合值	kW·h		
	可再生能源利用率	各分项系统可再生能源利用量	kW·h	10min~60min	远传传感器监测及分析计算
		建筑年耗热量	kW·h/(m ² ·a)		
		建筑年耗冷量	kW·h/(m ² ·a)		
		建筑年生活热水耗热量	kW·h/a		
		太阳能热水系统供回水温度	℃		
		太阳能热水系统供热水量	m ³ /h		
		太阳能热水系统供热供冷量	kW·h		
太阳能光伏系统发电量		kW·h			
	光伏组件背板温度	℃			
建筑本体性能指标	基准建筑综合能耗值	kW·h/(m ² ·a)	——		

		建筑本体节能率	%		
		单位面积供热负荷	W/m²		
		单位面积供冷负荷	W/m²		
		单位面积供暖年耗热量	kW·h/(m²·a)		
		单位面积供冷年耗冷量	kW·h/(m²·a)		
		建筑气密性	换气次数		
设备运行 参数	冷热源机组能效	机组供回水温度	℃	10min~60min	远传传感 器监测及 分析计算
		机组供回水压力	MPa		
		系统循环流量	m³/h		
		机组负载率	%		
		机组运行能效	W/W		
	输配系统能效	输送耗电量	kW·h		
		输送能效比	W/W		
		系统输配热量	kW·h		
		系统输配冷量	kW·h		
		系统补水量	m³/h		
	新风换气机组能效	新风量	m³/h		
		新风温度	℃		
		新风湿度	%		
		新风焓值	kJ/kg		
		排风量	m³/h		
		排风温度	℃		
		排风湿度	%		
		排风焓值	kJ/kg		
		通风系统风压	Pa		
		热回收效率	%		
碳排放 指标	碳排放强度	各系统能源消耗	kW·h	——	分析计算 及参数录 入
		可再生能源发电量	kW·h		
		各系统用各类能源分量	kW·h		
		各类能源碳排放因子	kgCO ₂ /GJ		
	节能降碳率	基准建筑碳排放强度	kgCO ₂ /m²·a		
		节能建筑碳排放强度	kgCO ₂ /m²·a		
	碳抵消比例	绿色电力总量	kW·h		
		各类能源碳排放因子	kgCO ₂ /GJ		
		碳信用产品总量	kgCO ₂		

A. 1.2 超低能耗建筑性能衰减分析表见表 A. 2。

表 A. 2 超低能耗建筑性能衰减分析表

参数	单位	时间间隔	数据来源	衰减特征
建筑单位面积供暖年耗热量	kW·h/(m²·a)	10min~60min	远传传感器监测及分析计算	年增长率≤3%
建筑单位面积供冷年耗冷量	kW·h/(m²·a)	10min~60min	远传传感器监测及分析计算	年增长率≤3%
建筑气密性	换气次数	每年	利用风扇压力法测试	年衰减率≤5%
光伏组件功率	W	10min~60min	远传传感器监测及分析计算	第一年衰减率≤3%，以后每年衰减率≤1%

冷热源机组运行能效	W/W	10min~60min	远传传感器监测及分析计算	年衰减率≤5%
输送能效比	W/W	10min~60min	远传传感器监测及分析计算	年衰减率≤5%
热回收效率	%	10min~60min	远传传感器监测及分析计算	年衰减率≤5%

A. 1. 3 超低能耗建筑分级运维建议见表 A. 3。

表 A. 3 超低能耗建筑分级运维建议表

分析结果等级	维护类型	具体措施	决策支持算法
I级（正常）	预防性维护	——每 6 个月清洗热交换器翅片； ——每年校准传感器精度；	时间序列平稳性检验
II级（预警）	针对性检修	——气密性测试值超标时追加红外热成像检测； ——光伏组串IV曲线异常定位；	孤立森林异常检测
III级（紧急）	系统级改造	——当COP连续 3 月低于初始值 40%，热回收机组整体更换。	蒙特卡洛剩余寿命预测