

ICS ***

CCS ***

团 体 标 准

T/CABEE XXX-XXXX

建筑智慧运维技术标准

Technical standards for building intelligent operation and
maintenance

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中 国 建 筑 节 能 协 会

发 布

中国建筑节能协会团体标准

建筑智慧运维技术标准

Technical standards for building intelligent operation and maintenance

T/CABEE 029-2025

批准部门：中国建筑节能协会

施行日期：XXXX 年 X 月 X 日

中国建筑工业出版社

20XX 北京

中国建筑节能协会标准

建筑智慧运维技术标准

Building Intelligent Operation and Maintenance Technical Standard

T/CABEE 029-2025

批准单位：中国建筑节能协会

施行日期：XXXX 年 X 月 X 日

2026 北 京

中国建筑节能协会文件

国建节协标（20XX） X 号

关于发布团体标准《XXX 技术标准》 的公告

现批准《建筑智慧运维技术标准》为中国建筑节能协会团体标准，标准编号为：T/CABEE 029-2025，自 202*年*月*日起实施。

我会委托主编单位收集标准的应用案例，包括但不限于政府部门采信证明文件、市场应用情况、国际标准化组织或国外权威机构采信证明、评优示范工程案例等实施成效材料等，请有关单位予以支持。

现予公告。

20XX 年 X 月 X 日

前 言

根据《中国建筑节能协会团体标准管理办法》及《关于印发<2025 年度第二批团体标准制修订计划>的通知》（国建节协标〔2025〕80 号）的要求，由浙江工业大学工程设计集团有限公司会同有关单位组建编制组，经广泛的调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准和先进经验，并在广泛征求意见的基础上，共同编制了本标准。

本标准的主要内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 能源结构与碳排放分析；5 能源侧系统设计；6 用能侧系统设计与运维导向要求；7 智慧运维与能源管理平台设计；8 专业协同与接口设计；9 BIM 与数字化交付要求；10 设计成果交付要求；11 实施与验证。

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。

本标准由中国建筑节能协会标准化管理办公室负责管理（联系电话：010-57811281，邮箱：biaoban@cabee.org），由*****负责具体内容的解释及标准应用案例（包括政府部门采信证明文件、市场应用情况、国际标准化组织或国外权威机构采信证明、评优示范工程案例等实施成效材料）收集。标准应用过程中如有意见或建议，以及标准相关应用案例，请反馈至浙江工业大学工程设计集团有限公司（联系人：宋晋，联系方式：15968163943，邮箱：172216496@qq.com，地址：浙江省杭州市潮王路 18 号博文园，邮编：310000）。

本标准主编单位：浙江工业大学工程设计集团有限公司

本标准参编单位：海南省设计研究院有限公司

四川省建筑设计研究院有限公司

深圳市建筑科学研究院股份有限公司

青岛江森自控空调有限公司

上海凯泉泵业(集团)有限公司

施耐德电气有限公司

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	4
3 基本规定	5
3.1 系统性设计与集成要求	5
3.2 能源结构优化与低碳化导向	6
3.3 碳排放控制目标	6
3.4 信息模型与数据贯通要求	7
3.5 开放协议与标准化接口	7
3.6 预留扩展与升级能力	8
4 能源与碳排数据测评与设计输入	8
4.1 基础数据收集与资源条件分析	8
4.2 建筑负荷特征分析与预测	9
4.3 能源系统现状与潜力评估	9
4.4 碳排放基线评估与减排目标设定	10
4.5 能源分级与分项计量策略	10
4.6 设计输入条件汇总	11
5 能源侧系统设计	11
5.1 光储直柔系统设计	11
5.2 多能互补系统设计	14
6 用能侧系统设计与运维导向要求	15
6.1 暖通空调系统	15
6.2 给排水系统	17
6.3 强电系统	21
6.4 弱电与智能化系统	22
6.5 电梯系统	24
7 智慧运维与能源管理平台设计	25

7.1 平台架构与功能要求.....	25
7.2 源-网-荷-储全景监控与协同优化.....	26
7.3 碳排放在线计量与审计功能.....	27
7.4 负荷预测与柔性调控功能.....	27
7.5 故障诊断、预警与能效对标.....	28
7.6 基于数据驱动的智慧运维场景实现.....	29
7.7 平台与外部系统的交互与集成.....	30
8 专业协同与接口设计	31
8.1 协同机制与流程.....	31
8.2 能源-建筑-结构一体化设计	32
8.3 光储直柔/多能互补系统与主系统的接口定义	33
8.4 BIM 协同与冲突检测	34
9 BIM 与数字化交付要求.....	35
9.1 模型深度与信息属性.....	35
9.2 能源与碳数据嵌入要求.....	36
9.3 交付格式与标准.....	36
10 设计成果交付要求	37
10.1 设计文件内容与深度.....	37
10.2 能源与碳排放专项设计报告.....	38
10.3 光储直柔/多能互补系统调控策略说明书	39
10.4 运维信息需求说明书.....	40
10.5 系统接口定义文档.....	41
10.6 设备监控点表.....	42
10.7 智慧运维场景设计说明书.....	43
11 实施与验证	44
11.1 设计审查要点.....	44
11.2 施工交底与验收要求.....	45
11.3 能源系统性能验证与联合调试.....	46
11.4 后期运维评估与优化建议.....	48

附录 A 建筑典型系统能耗与碳排放因子参考49

附录 B 光储直柔系统设计要点与设备选型指南52

附录 C 多能互补系统典型配置与运行策略示例55

附录 D 常用传感器与计量装置选型指南58

附录 E 系统接口协议推荐清单（含能源系统）63

附录 F 能源与碳计算模板66

附录 G 运维信息需求清单69

附录 H 设计协同会议记录模板78

附录 I 系统接口定义文档模板82

附录 J 设备监控点表模板87

本标准用词说明93

引用标准名录94

附：条文说明95

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms and Symbols.....	2
2.1 Terms.....	2
2.2 Symbols.....	4
3 Basic Requirements	5
3.1 Systematic Design and Integration Requirements	5
3.2 Energy Structure Optimization and Low-Carbon Orientation.....	6
3.3 Carbon Emission Control Targets	6
3.4 Information Model and Data Interconnection Requirements	7
3.5 Open Protocols and Standardized Interfaces	7
3.6 Reserved Capacity for Expansion and Upgrades.....	8
4 Energy and carbon emission data evaluation and design input	8
4.1 Basic Data Collection and Resource Condition Analysis.....	8
4.2 Building Load Characteristic Analysis and Prediction.....	9
4.3 Energy System Status and Potential Assessment.....	9
4.4 Carbon Emission Baseline Assessment and Reduction Target Setting.....	10
4.5 Energy Grading and Sub-metering Strategy	10
4.6 Summary of Design Input Conditions	11
5 Energy Supply System Design	11
5.1 PSDF System Design.....	11
5.2 Multi-Energy Complementary System Design.....	14
6 Energy Use System Design and O&M-Oriented Requirements	15
6.1 HVAC System.....	15
6.2 Water Supply and Drainage System.....	17
6.3 Electrical Power System	21
6.4 Low-voltage and Intelligent System	22
6.5 Elevator System	24
7 Intelligent O&M and Energy Management Platform Design.....	25

7.1 Platform Architecture and Functional Requirements	25
7.2 Source-Grid-Load-Storage Panoramic Monitoring and Coordinated Optimization	26
7.3 Online Carbon Emission Measurement and Auditing Function	27
7.4 Load Forecasting and Flexible Regulation Function	27
7.5 Fault Diagnosis, Early Warning, and Energy Efficiency Benchmarking.....	28
7.6 Data-Driven Intelligent O&M Scenario Implementation	29
7.7 Platform Interaction and Integration with External System	30
8 Professional Coordination and Interface Design	31
8.1 Coordination Mechanisms and Processes	31
8.2 Energy-Architecture-Structure Integrated Design	32
8.3 Interface Definition between PSDF/Multi-Energy Complementary Systems and Main Systems	33
8.4 BIM Coordination and Clash Detection	34
9 BIM and Digital Delivery Requirements.....	35
9.1 Model Level of Detail and Information Attributes	35
9.2 Energy and Carbon Data Embedding Requirements	36
9.3 Delivery Formats and Standards	36
10 Design Deliverable Requirements	37
10.1 Design Document Content and Depth	37
10.2 Special Energy and Carbon Emission Design Report.....	38
10.3 PSDF / Multi-Energy Complementary System Control Strategy Description	39
10.4 O&M Information Requirements Specification.....	40
10.5 System Interface Definition Document	41
10.6 Equipment Monitoring Points List.....	42
10.7 Intelligent O&M Scenario Design Description.....	43
11 Implementation and Verification	44
11.1 Key Points for Design Review	44
11.2 Construction Briefing and Acceptance Requirements	45

11.3 Energy System Performance Verification and Commissioning	46
11.4 Post-Occupancy O&M Evaluation and Optimization Suggestions	48
Appendix A Reference for Typical Building System Energy Consumption and Carbon Emission Factors.....	49
Appendix B Key Design Points and Equipment Selection Guide for PSDF Systems	52
Appendix C Examples of Typical Configurations and Operation Strategies for Multi-Energy Complementary Systems	55
Appendix D Selection Guide for Common Sensors and Metering Devices.....	58
Appendix E Recommended List of System Interface Protocols (Including Energy Systems).....	63
Appendix F Energy and Carbon Calculation Template	66
Appendix G O&M Information Requirements Checklist.....	69
Appendix H Design Coordination Meeting Minutes Template.....	78
Appendix I System Interface Definition Document Template	82
Appendix J Equipment Monitoring Points List Template	87
Explanation of Wording.....	93
List of Quoted Standards.....	94
Addition: Explanation of Provision.....	95

1 总则

1.0.1 为贯彻建筑全生命期管理理念，落实国家“双碳”战略与建筑业数字化转型要求，在设计阶段提前规划智慧运维所需的基础条件，打通“设计-运维”数据链路，确保建筑交付时具备良好的可监测、可控制、可运维、可扩展的特性，并为构建数字孪生平台提供必要的数字资产，制定本标准。本标准旨在解决传统设计中因对数字化运维需求考虑不足，导致的系统集成困难、数据采集缺失、后期改造成本高等问题。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建的民用建筑的设计阶段。其他类型建筑，以及既有建筑的智慧化改造设计，可参照执行。

1.0.3 建筑智慧运维设计应贯穿方案设计、初步设计和施工图设计全阶段，覆盖给排水、暖通、强电、弱电/智能化、消防、电梯等建筑设备系统，在设计深度、专业协同、BIM 应用及数字化交付等方面满足后期智慧运维与低碳运行支撑要求。同时，设计应遵循统一规划、协同设计、数据贯通、低碳导向的原则，将建筑视为有机整体，统筹“源-网-荷-储”各环节，为光储直柔、多能互补等能源结构优化和建筑精细化运维预留接口、空间与信息基础。

1.0.4 本标准是对现行国家及行业相关建筑设计标准在智慧运维领域的补充与细化。建筑智慧运维设计，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准和和中国建筑节能协会现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 建筑智慧运维 building intelligent operation & maintenance

利用物联网、大数据、人工智能等数字技术和智能感知装备，对建筑设备系统进行实时监测、动态分析、自主优化和精准维护的现代化运维模式，旨在提升建筑性能、降低能耗与碳排放、延长设备寿命并改善用户体验。

2.1.2 设计-运维数据链 design-O&M data chain

从建筑设计、施工到运维阶段，建筑及设备系统的几何信息、非几何属性、运行数据等在建筑全生命周期内实现无缝传递、关联与贯通的数据链路。

2.1.3 数字孪生 digital twin

具有数据连接的特定物理实体或过程的数字化表达，该数据连接可保证物理状态和虚拟状态之间的同速率收敛，并提供物理实体或流程过程的整个生命周期的集成视图，是实现智慧运维的核心平台基于建筑全生命周期数据，集成物理实体与虚拟模型之间实时映射、双向交互的数字化系统，支持状态感知、分析诊断、模拟推演与优化决策，是实现智慧运维的核心平台。

2.1.4 建筑信息模型 building information modeling (BIM)

包含建筑全生命周期几何信息与非几何信息的数字化模型，是实现设计协同、数字化交付和智慧运维的基础。

2.1.5 模型细致度 level of detail (LOD)

定义 BIM 模型中构件所包含几何信息的详细程度和精确程度的指标。

2.1.6 模型信息深度 Level of Information Need (LOIN)

定义 BIM 模型的深度等级，表达构件所包含非几何信息的详细程度和范围的要求。

2.1.7 光储直柔 photovoltaics,energy storage, direct current and flexibility (PEDF)

配置光伏和储能，采用直流配电系统，且用电设备具备功率主动响应功能的新型建筑能源系统。

2.1.8 多能互补系统 multi-energy complementary system

综合利用太阳能、地热能、空气能、天然气等多种能源，通过冷、热、电联

供等方式相互补充，以实现更高效率、更低碳排放的能源供应系统。

2.1.9 源-网-荷-储协同 source-grid-load-storage coordination

对电源（如光伏）、电网（配电网络）、负载（用电设备）、储能（电池）进行统一监控和协同优化控制，以实现系统整体运行效率最高、成本最低。

2.1.10 建筑柔性用电 building flexible load

建筑根据电价信号、可再生能源发电情况或电网调度指令，主动调整其用电功率与时段的能力。

2.1.11 柔性负荷 flexible load

是指具备根据电力系统供需关系、电网调度指令或电价信号，主动调整其用电功率或用电时段能力的用电负荷。

2.1.12 直流微电网 DC microgrid

采用直流配电的局部组网方式，可高效接入光伏、储能等直流源荷，减少交直流变换损耗，提高供电可靠性和能源效率。

2.1.13 建筑碳排放强度 carbon emission intensity

单位建筑面积在单位时间内（通常为一年）的二氧化碳排放量，是衡量建筑低碳水平的核心指标，单位为 $\text{kgCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{a}$ 。

2.1.14 碳排放因子 carbon emission factor

将单位能源消耗量（如 kWh、 m^3 、kg）转换为等效二氧化碳排放量的系数，反映不同能源品种的碳排放特性。

2.1.15 建筑负荷特征 building load profile

建筑冷、热、电等能源需求随时间变化的规律性描述，包括逐时、逐日、逐月及全年的负荷分布特性与峰值特征。

2.1.16 能源分级计量 energy hierarchical metering

按照能源种类、功能系统、使用区域或收费单元等不同层级，设置计量装置以分别采集能耗数据的方法。

2.1.17 分项计量 energy sub-metering

对照明、空调、动力、插座、特殊用电等不同用能分项的能耗进行分别计量的方法。

2.1.18 预测性维护 predictive maintenance

基于设备运行数据的实时监测和趋势分析,在故障发生前预测其可能发生的时间并提前进行维护的策略。

2.1.19 系统接口 system interface

不同系统或设备之间为实现信息交互或功能联动所需的物理连接、通讯协议和数据点的集合。

2.1.20 开放协议 open protocol

公开、非专有的通讯协议标准,允许不同厂商的设备或系统之间进行互操作和数据交换。

2.1.21 建筑设备管理系统 building management system (BMS)

对建筑设备监控系统和公共安全系统等实施综合管理的系统。

2.1.22 能源管理系统 energy management system (EMS)

对建筑能源消耗数据进行采集、存储、分析、优化和管理的平台系统,通常包含能源监测、能效分析、负荷预测、优化控制等功能。

2.1.23 运维信息需求 O&M information requirement

为支持建筑设备的有效运维,在设计阶段需要明确并最终交付的设备信息集合,包括资产信息、技术参数、维护文档等。

2.1.24 设备监控点表 points list

详细列出所有需要被监控的设备及其监控点(如状态、启停、温度、压力等)的清单,是系统集成和调试的关键文件。

2.1.25 协同设计 collaborative design

多专业(建筑、结构、给排水、暖通、电气、智能化等)在统一的技术平台和规则下,通过信息共享、交叉配合、冲突检测等方式共同完成设计工作的过程。

2.2 符号

2.2.1 建筑基础参数:

A —— 建筑面积 (m^2)

I —— 单位面积碳排放强度 ($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$)

ΔT_h —— h 时刻室内外计算温差 ($^{\circ}\text{C}$)

$Q_{cool,h}$ —— 建筑在 h 时刻的总冷负荷 (kW)

2.2.2 碳排放核算参数:

$C_{operation}$ —— 建筑年运行碳排放总量 ($\text{kgCO}_2\text{e/a}$)

E_i —— 第 i 种能源的年消耗量 (根据能源种类)

EF_i —— 第 i 种能源的碳排放因子 ($\text{kgCO}_2\text{e/单位}$)

2.2.3 光伏系统参数:

EPV_{annual} —— 光伏系统年发电量 (kWh/a)

G_{STC} —— 标准测试条件下的辐照度 (1 kWh/m^2)

H —— 光伏方阵面年总太阳能辐照量 (kWh/m^2)

P_{STC} —— 光伏组件标称功率 (kWp)

2.2.4 设备能效参数:

COP —— 性能系数, 额定工况下热泵制热运行, 制热量/整机有效输入功率之比, W/W
(—)

EER —— 能源效率比, 额定工况下空调制冷运行, 制冷量/整机有效输入功率之比,
 W/W (—)

η_{total} —— 系统综合效率系数 (—)

2.2.5 模拟模型参数:

LOD —— 模型细致度 (—)

$LOIN$ —— 模型信息深度 (—)

3 基本规定

3.1 系统性设计与集成要求

3.1.1 建筑设备各专业系统的设计应遵循统一规划、协同设计的原则, 并确保系统间边界清晰、职责明确。

3.1.2 设计应确保数据从底层传感设备至顶层管理平台的纵向贯通, 通过标准化接口集成至建筑设备管理系统 (BMS) 或智慧运维管理平台。

3.1.3 设计应保障各子系统间的横向集成与联动。应明确规定关键的系统间接口 (如消防系统与空调通风系统的联动接口、充电桩系统与配电系统的能量管理接口、能耗监测系统与 BMS 的数据接口等), 包括物理接口位置、通讯协议、数

据点表及控制逻辑，并形成书面设计文件。

3.1.4 系统架构设计应具备开放性与可扩展性。优先采用国际、国家或行业认可的开放协议（如 BACnet, Modbus, MQTT, OPC UA 等），应为未来新增功能、接入新设备及技术升级预留必要的软硬件接口和容量。

3.1.5 系统性设计应充分考虑“光储直柔”、“多能互补”等新型能源系统的接入与融合需求，从源头规划其与传统机电系统的耦合关系与调度策略。

3.1.6 最终设计成果应能支持构建有效运行的建筑数字孪生体。BIM 模型、设备参数、逻辑关系、运维信息等应具备足够的深度和机器可读性，为数字孪生平台提供准确、一致的静态与动态数据源。

3.2 能源结构优化与低碳化导向

3.2.1 设计应遵循能源梯级利用、低碳优先的原则，对建筑冷、热、电等能源需求进行系统分析，优先利用可再生能源和废热回收，优化整体能源结构，降低对传统化石能源的依赖。

3.2.2 应结合项目条件，对太阳能光伏、地源/空气源热泵等可再生能源技术的应用可行性进行分析，并在设计中予以落实，提升可再生能源在建筑终端能源消费中的占比。

3.2.3 设备选型应采用高效节能产品，系统设计应有利于提高整体运行能效。应充分考虑“光储直柔”、“多能互补”等系统架构的融合，增强建筑能源系统的调节能力与低碳运行潜力。

3.2.4 设计应包含分项计量与碳排放在线核算的设施基础，为评估、优化建筑用能结构与碳排放强度提供数据支撑。

3.3 碳排放控制目标

3.3.1 建筑设计应设定明确的碳排放控制目标，并以此为导向优化机电系统方案。目标值应优于现行国家及地方建筑节能标准的要求。

3.3.2 基于建筑全生命周期碳减排的理念，在设计阶段应进行碳排放计算分析，重点关注运行能耗产生的碳排放，并逐步考虑隐含碳。

3.3.3 碳排放计算分析宜作为机电系统方案比选与优化的依据。

3.3.4 设计应为建筑运行阶段的碳排放在线监测、统计与核算预留必要的基础设施和数据采集条件，支撑智慧运维平台实现碳排放的精细化管理和持续优化。

3.4 信息模型与数据贯通要求

3.4.1 建筑信息模型（BIM）应贯穿设计全过程，其深度（LOD）与非几何信息深度（LOIN）应满足智慧运维的信息需求。

3.4.2 BIM 模型中的设备、管线、构件等对象应赋予唯一编码标识，并与运维编码体系关联，确保信息在建筑全生命周期内可追溯。

3.4.3 设计应确保所有关键运维数据（如设备参数、传感器读数、控制指令）的流通过程完整、高效。

3.4.4 数据的定义、编码、传输和交换格式应遵循开放、通用的国际或国家标准，保证数据的可读性、可解析性及与不同平台系统的互操作性。

3.4.5 最终交付的 BIM 模型及相关数据库应作为智慧运维平台的核心数字资产，其信息应机器可读，并支持自动导入运维管理系统，减少人工二次录入。

3.5 开放协议与标准化接口

3.5.1 建筑设备各系统及其子系统（尤其是能源系统）的设计，应优先采用国际、国家或行业认可的开放、通用通讯协议，不应采用仅具有封闭私有协议而无法提供标准接口的设备，以实现系统的互联互通。

3.5.2 系统间接口（包括物理接口与通讯接口）的定义应标准化。接口类型、协议、数据点表及功能要求应在设计文件中明确，并形成规范的接口定义文档。

3.5.3 能源管理系统（EMS）、建筑设备管理系统（BMS）与“光储直柔”、多能互补等能源子系统间的数据交互接口必须开放，确保运行数据、状态信息及控制指令能够双向、无障碍传输，支持能源的统一调度与优化。

3.5.4 为未来接入新型设备、系统或第三方服务平台预留标准化的数据与通讯接口。

3.6 预留扩展与升级能力

3.6.1 建筑设备系统的设计应充分考虑技术发展和业态变化，为未来功能扩展、容量提升及设备更换预留必要的物理空间、安装条件与荷载裕量。

3.6.2 主要机房、管井、弱电间的面积与布局应预留不少于 20% 的扩展空间，主干桥架、线槽及管线的容量应预留不少于 30% 的冗余。

3.6.3 控制系统（如 BA、BMS）的控制器 I/O 点数、网络交换机端口、服务器处理能力 & 软件平台授权应预留不少于 20% 的备用容量。

3.6.4 系统架构与软件设计应采用模块化、低耦合原则，支持通过扩展功能模块或升级软件版本实现性能提升与功能新增，避免因局部升级而需替换整个系统。

4 能源与碳排数据测评与设计输入

4.1 基础数据收集与资源条件分析

4.1.1 设计前期应系统收集与建筑能源消耗及碳排放相关的基础数据，包括：

- 1 项目所在地的气象参数（温度、湿度、太阳辐射、风向风速等）；
- 2 建筑类型、规模、功能分区及使用规律；
- 3 当地能源供应条件（电网、燃气、市政热力、可再生能源资源等）；
- 4 相关政策、法规及标准对节能、减排的要求；
- 5 业主对建筑智慧运维、低碳运行的特定目标与需求；
- 6 当地市政排水水质水量的监管要求，以及周边城市污水处理厂的处理能力和收水标准。

4.1.2 应对项目所在地的可再生能源资源条件进行分析评估，包括太阳能资源（年总辐照量、最佳倾角）、地热能资源（地埋管换热能力）、空气能资源（空气温湿度）、生物质能资源等，为后续能源系统方案设计提供依据。

4.1.3 应分析当地电网的碳排放因子历史数据及变化趋势，应采用官方发布的最新值作为设计依据。

4.2 建筑负荷特征分析与预测

4.2.1 应采用动态模拟软件对建筑全年逐时冷、热、电负荷进行模拟计算，分析负荷的时间分布特性、峰值负荷、负荷持续时间曲线等。模拟输入应包括建筑围护结构热工性能、内部热扰（人员、设备、照明）、新风需求、作息模式等。

4.2.2 建筑逐时冷负荷可按下列简化公式进行估算，但实际工程应采用专业动态模拟软件（如 EnergyPlus、DeST 等）进行精确计算：

$$Q_{cool,h} = \sum(A \cdot U \cdot \Delta T_h) + \sum(Q_{internal,h}) + \sum(Q_{solar,h}) + Q_{vent,h} \quad (4.2.2)$$

式中： $Q_{cool,h}$ —— 建筑在 h 时刻的总冷负荷 (kW)；

A —— 围护结构面积 (m^2)；

U —— 围护结构传热系数 ($W/(m^2 \cdot K)$)；

ΔT_h —— h 时刻室内外计算温差 ($^{\circ}C$)；

$Q_{internal,h}$ —— h 时刻室内人员、照明、设备等形成的散热量(kW)；

$Q_{solar,h}$ —— h 时刻透过窗户或屋顶传入的太阳辐射得热量 (kW)；

$Q_{vent,h}$ —— h 时刻新风引入所形成的负荷 (kW)。

注：该公式为原理性示意，实际工程应采用专业动态模拟软件（如 EnergyPlus, DeST）进行精确计算。

4.2.3 负荷分析结果应作为设备选型、系统方案制定、“光储直柔”系统容量配置及多能互补系统优化调度的核心依据。应明确给出设计日负荷、典型周负荷及全年负荷分布图。

4.3 能源系统现状与潜力评估

4.3.1 当项目为改建或扩建时，应对现有能源系统的设备状况、运行效率、能耗水平、控制性能进行评估，分析其与智慧运维目标的差距，提出利旧、改造或更新的建议。

4.3.2 应评估“光储直柔”系统的应用潜力，包括：光伏可利用面积；储能布置空间；直流负荷比例；与电网互动的经济性；建筑用电柔性资源的可调节能力。

4.3.3 应评估“多能互补”系统的应用潜力，分析当地可供利用的能源种类、价

格、稳定性，以及各种能源技术的适用性，确定初步的能源组合方案。

4.4 碳排放基线评估与减排目标设定

4.4.1 应以设计方案的能耗模拟结果为基础，选用权威的碳排放因子，计算建筑运行阶段的年碳排放量，以此作为碳排放基线。建筑运行碳排放按下式计算：

$$C_{operation} = \sum_{i=1}^n (E_i \times EF_i) \quad (4.4.1)$$

式中： $C_{operation}$ —— 建筑年运行碳排放总量 (kgCO₂e/a)；

E_i —— 第 i 种能源的年消耗量（如：kWh, m³, kg）；

EF_i —— 第 i 种能源的碳排放因子 (kgCO₂e/单位)；

n —— 能源种类数量。

注：碳排放因子（EF）应采用项目所在地的最新官方发布值；若无，可采用本标准附录 A 的参考值。

4.4.2 应设定明确的运行碳减排目标，目标值应优于国家或地方现行节能标准的要求，并宜与业主的绿色建筑、零碳建筑等认证目标相协调。减排目标应作为设计迭代优化的约束条件，指导后续各系统的设计。

4.5 能源分级与分项计量策略

4.5.1 应根据运维管理需求，制定能源分级与分项计量策略。计量层级应至少包括：

- 1 总用能（电力、燃气、热力等）；
- 2 各功能分区（如不同业态、不同租户）；
- 3 建筑总排水量（如有计量需求），及各功能分区分项排水量；
- 4 各主要用能系统（空调、照明、动力、特殊用电、生活热水等）；
- 5 可再生能源发电及储能系统（光伏发电量、储能充放电量）。

4.5.2 设计图纸应明确各类计量表计的类型、精度等级、安装位置、通讯协议及数据采集方式。计量装置应具备远传功能，确保能耗数据可独立、准确采集并上传至智慧运维管理平台。

4.5.3 计量策略应与 BIM 模型中的设备对象关联，为后续能耗监测、能效分析、碳排放在线计算提供基础数据。

4.6 设计输入条件汇总

4.6.1 应对后续各系统设计有重要影响的分析结论和数据汇总形成正式的设计输入文件，作为各专业开展设计的共同依据。汇总内容至少应包括：

- 1 建筑负荷特征（设计冷热负荷、负荷分布特性）；
- 2 能源资源条件（可再生能源潜力、能源价格）；
- 3 碳排放基线及减排目标；
- 4 能源分级与分项计量策略；
- 5 业主特殊要求及相关标准规范的强制性条款。

4.6.2 设计输入文件应经业主确认，并在设计过程中根据实际情况进行动态更新与版本管理。

5 能源侧系统设计

5.1 光储直柔系统设计

5.1.1 建筑光储直柔（PEDF）系统设计一般规定：

1 光储直柔系统的设计应遵循安全可靠、经济合理、高效低碳的原则。系统设计应在全年 8760h 尺度上进行动态计算，综合考虑建筑功能、负荷特性、资源条件及电网互动需求，确定系统配置与运行策略。

2 系统设计应包括光伏发电子系统、储能子系统、直流配电子系统及柔性负载控制子系统，各子系统之间应通过统一的能源管理平台实现协同优化。

3 光储直柔系统的设计应纳入建筑整体电气设计，与主配电系统及智慧运维平台实现无缝对接。

4 光储直柔系统设计应包含动态计算环节，对建筑光伏、储能、柔性负荷与电网取电功率进行全年逐时平衡计算，以确定系统最优配置方案。

5.1.2 结合建筑用能需求与系统整体设计要求，建筑光伏系统设计应符合下列规定：

1 光伏组件选型应根据建筑条件、美观要求、发电效率及经济性综合确定。

2 光伏系统设计应进行详细的发电量估算，年发电量可按下列公式计算：

$$E_{PV,annual} = P_{STC} \times \frac{H}{G_{STC}} \times \eta_{total} \quad (5.1.2)$$

式中：—— 光伏系统年发电量 (kWh/a)；

$E_{PV,annual}$

P_{STC} —— 光伏组件标称功率 (kWp)；

H —— 光伏方阵面年总太阳能辐照量 (kWh/m²)；

G_{STC} —— 标准测试条件下的辐照度 (1 kWh/m²)；

η_{total} —— 系统综合效率系数（包含逆变器效率、灰尘损耗、线路损耗、遮挡损失等，通常取 0.75 ~ 0.85）。

3 光伏系统的并网方式应根据项目条件确定，可采用全部自用、余电上网或全额上网模式。并网点应设置并网保护装置、电能计量装置及监控通讯接口。

4 光伏系统应具备数据监测与上传功能，实时监测发电量、发电功率、组件温度、辐照度等参数，并通过标准通讯协议（如 Modbus、MQTT 等）接入能源管理平台。

5.1.3 为规范建筑储能系统配置、安全布置与数字化管控要求，储能系统设计应符合下列规定：

1 储能系统的配置应根据负荷特性、光伏出力特性、电价政策、需量管理需求及后备电源需求等因素，在全年 8760h 尺度上通过动态计算优化确定储能类型、额定功率与额定容量，并结合建筑安装空间可行性进行校核。

2 储能电池应具备本征安全特性。磷酸铁锂电池、铅基电池等安全性较高的电化学储能技术宜优先采用。当储能设施达到功率 500kW 且容量 500kWh 及以上时，应符合现行国家标准《电化学储能电站设计规范》GB 51048 的有关规定。

3 储能系统容量应符合下列规定：

1) 以最大化自发自用为目标的系统，储能容量宜根据典型日光伏发电盈余电量及负荷缺电情况确定；

2) 以需量管理为目标的系统，储能功率应能覆盖需量控制目标所需的削峰功率；

3) 以后备电源为目标的系统，储能容量应满足关键负荷在停电期间所需的用电量。

4 储能系统设计应符合国家现行消防安全标准，应布置在专用的防火、防爆、通风良好的空间或舱体内，并设置火灾自动报警与自动灭火系统。储能系统的安装位置应便于检修与更换。

5 储能系统应具备数据监测与上传功能，实时监测充放电功率、荷电状态（SOC）、电池电压、温度等参数，并接入能源管理平台实现统一调度。

6 储能系统应配置电池管理系统（BMS），实时监测电芯电压、电流、温度、荷电状态（SOC）及电池健康状态（SOH），数据宜接入智慧运维平台。BMS 宜采用“采集均衡单元→组管理单元→阵列管理单元”三层架构，具备过充、过放、过流、温度保护功能。

5.1.4 直流配电与柔性负载设计应符合下列规定：

1 直流配电系统的电压等级应根据负荷容量、供电距离及设备兼容性综合确定。民用建筑直流配电宜采用 DC750V 或 DC375V 单极结构配电系统。

DC750V 适用于集中冷机、6kW 以上多联机等大功率设备；DC375V 适用于分体空调、LED 照明、办公设备等。48V 及以下等级宜用于末端或信息设备供电。

2 下列用电负荷宜接入直流配电系统：空调、充电桩、照明、储水式电热水器及其他具备直流接入条件的电器和设备。各直流负荷宜根据直流母线电压变化调整工作状态，对配电系统的功率调节需求做出主动响应。

3 柔性负载应具备响应调度指令的能力，可根据电网电价、光伏出力或能源管理平台的优化策略，自动调整运行功率或启停状态。

5.1.5 系统集成与控制应符合下列规定：

1 光储直柔系统应设置统一的本地控制器或能量管理单元，负责各子系统的协调运行，并与建筑能源管理系统（EMS）或智慧运维平台通讯。

2 控制策略应支持多种运行模式，包括并网模式、离网模式、防逆流模式等，并可根据需要平滑切换。

3 系统应具备柔性互动功能，能够根据电网调度指令、电价信号或内部优化策略，对光伏、储能及柔性负载进行协同控制，实现“源-网-荷-储”的优化运行。

4 系统应提供标准化的数据接口（如 Modbus TCP/IP、BACnet/IP、MQTT 等），向智慧运维平台实时上传运行数据，并接收平台的优化调度指令。数据采集应符合下列要求：以柔性能源调度和管理为目标时采集间隔不宜大于 5min，以系统控制为目标时采集间隔不宜大于 10s；历史运行数据和故障记录应存储不少于 3 年。

5 系统应具备下列运行模式切换功能：手动控制和自动控制两种模式；软件急停和硬件急停功能；根据电价、电网指令或预设运行目标自动切换运行模式的能力。并网模式和离网模式之间应能平滑切换，切换过程不应中断对关键负荷的供电。

5.2 多能互补系统设计

5.2.1 多能互补系统设计一般规定应符合下列要求：

1 多能互补系统应遵循“因地制宜、多能协同、梯级利用、智能调度”的原则，根据建筑全年逐时负荷动态模拟结果、当地能源资源条件及价格政策，合理配置多种能源转换设备，实现冷、热、电等多种能量的联合供应与优化运行。

2 多能互补系统设计应包括能源生产设备（如热泵、冷水机组、燃气锅炉、光伏、光热、热电联产机组等）、储能设备（蓄冷、蓄热、储电）、输配系统及智能控制平台。

3 系统的碳排放强度应作为核心性能指标，在设计阶段进行量化评估，确保设计方案满足碳排放控制目标。

5.2.2 多能互补系统配置与优化应符合下列规定：

1 系统配置应基于第 4 章确定的建筑负荷特征分析结果，通过多方案技术经济比选确定最优的能源组合与设备容量。

2 应优先利用可再生能源，如太阳能、地热能、空气能、生物质能等，并考虑废热回收，降低对化石能源的依赖。

3 应进行设备容量的优化配置，合理确定各设备的额定功率，既要满足峰值负荷需求，又要避免容量过大导致低效运行。

4 对于包含热电联产（CHP）的系统，应遵循“以热定电”或“以电定热”的原则进行设计，并配置蓄热装置以平衡热电负荷。

5.2.3 多能互补系统运行策略设计应符合下列规定：

1 应针对不同季节、不同时段（峰、平、谷）、不同负荷率等情况，设计多能互补系统的优化运行策略。

2 运行策略应明确各能源设备的运行优先级、启停顺序、负荷分配原则，以及储能设备的充放能策略。

3 应设计统一的能源管理系统（EMS）对多能互补系统进行集中监控与协同控制，实现各设备间的联动与优化调度。

4 运行策略应嵌入能源管理平台，支持在线优化与动态调整，可根据实时负荷、能源价格、天气预测等信息自动调整运行模式。

5.2.4 多能互补系统接口与集成设计应符合下列要求：

1 多能互补系统中各能源设备（热泵、冷机、锅炉、储能等）应具备开放的通讯接口，支持标准协议（如 Modbus、BACnet、OPC UA 等），确保能够接入统一的能源管理平台。

2 多能互补系统与主配电系统、建筑设备管理系统（BMS）之间的接口应在设计阶段明确定义，包括物理接口位置、通讯协议、数据点表及联动逻辑，并形成正式的接口定义文档。

3 系统应预留与外部电网、区域能源系统或虚拟电厂平台的交互接口，支持需求侧响应等高级应用。

4 所有运行数据（能耗、能效、温度、压力、流量等）应实时上传至智慧运维平台，用于能效监测、故障诊断与持续优化。

6 用能侧系统设计与运维导向要求

6.1 暖通空调系统

6.1.1 暖通空调系统设计一般规定应符合下列要求：

1 暖通空调系统的设计应以满足室内环境舒适度为前提，以降低系统运行能耗与碳排放为目标，充分考虑与能源侧系统的联动控制，为智慧运维提供可监测、可调控、可优化的技术基础。

2 系统设计应基于第 4.2 条的负荷分析结果，合理确定冷热源设备容量与配置方案，避免“大马拉小车”导致的低效运行。

3 暖通空调系统的监控点设置应满足智慧运维的数据采集需求，关键设备的运行参数（温度、压力、流量、功率、启停状态、故障信号等）应通过标准接口接入建筑设备管理系统（BMS）或能源管理平台。

6.1.2 冷热源系统设计应符合下列规定：

1 冷热源设备（冷水机组、热泵、锅炉等）应采用高效节能产品，其能效指标应优于现行国家能效标准的一级能效要求或行业领先水平。

2 对于采用多台设备组成的冷热源系统，应设计合理的设备台数配置与容量搭配，使系统能够在部分负荷条件下保持高效运行。

3 冷热源系统应预留与能源管理平台的通讯接口，支持远程启停、设定值调整、设备轮换等控制功能，并能够接收来自“光储直柔”或多能互补系统的优化调度指令。

4 应设置冷热量计量装置，对冷热源系统的供冷/供热总量进行计量，计量数据应实时上传至智慧运维平台。

6.1.3 输配系统设计应符合下列规定：

1 空调水系统、风系统的输配设备（水泵、风机）应采用高效节能产品，且宜配置变频调速装置，当单台设备功率较小或不具备技术经济合理性时除外，实现根据末端负荷需求自动调节流量和压头。

2 输配系统的设计应有利于降低输送能耗，合理选择比摩阻、控制流速，并采用大温差、小流量等技术措施。

3 水系统应设置供回水温度、压力、流量等监测点，风系统应设置风压、风速等监测点，为输配系统的能效诊断与优化控制提供数据支撑。

4 输配系统的主要设备（水泵、风机）应具备运行状态、故障报警、手自动状态、启停控制、频率调节等监控点，并接入建筑设备管理系统。

6.1.4 末端系统设计应符合下列规定：

1 空调末端设备（新风机组、空调机组、风机盘管、变风量末端等）应根据使用功能和控制需求，配置相应的传感器和执行器，满足精细化控制的要求。

2 人员密集场所或重要功能区域，应设置室内温湿度、CO₂浓度等环境参数监测传感器，监测数据应接入建筑设备管理系统，用于指导新风量的优化控制。

3 变风量（VAV）系统末端应配置风量传感器和风阀执行器，实现根据室温设定自动调节送风量；变水量系统末端应配置电动两通阀，实现根据室温设定自动调节水量。

4 末端设备的运行状态、故障报警及关键参数应纳入建筑设备管理系统的监控范围。

5 地下车库通风系统宜根据一氧化碳（CO）浓度联动控制风机的启停或转速，CO 浓度监测点宜按每 400-600 m²设置一个，监测数据应接入建筑设备管理系统。

6.1.5 暖通空调系统节能调控与联动设计应符合下列规定：

1 暖通空调系统应具备多种节能调控模式，包括但不限于：

- 1) 时间表控制（根据作息时间自动启停）；
- 2) 需求控制通风（根据 CO₂浓度调节新风量）；
- 3) 室外经济器控制（室外焓值适宜时利用新风免费供冷）；
- 4) 夜间通风预冷（利用夜间低温降低建筑蓄热）；
- 5) 变水温/变风量重置（根据负荷变化优化设定值）。

2 暖通空调系统应与能源管理系统（EMS）实现联动控制，能够响应“光储直柔”系统的柔性调控指令，如：

- 1) 在光伏发电高峰时段，适当降低冷冻水出水温度，利用富余电力蓄冷；
- 2) 在电网尖峰电价时段，适当提高冷冻水出水温度或降低风机转速，削减用电峰值；
- 3) 接受电网需求侧响应指令，短时间内调整运行功率。

3 暖通空调系统应与消防系统、安防系统等实现必要的联动控制，确保在火灾等紧急状态下能够按规范要求执行相应动作（如关闭空调、开启排烟等）。

6.2 给排水系统

6.2.1 给排水系统设计一般规定应符合下列要求：

1 给排水系统的设计应贯彻节水节能原则，采用高效节水器具与设备，设置完善的分级计量体系，为智慧运维提供用水数据的在线诊断、异常识别与动态水平衡分析的基础。

2 系统设计应考虑未来运行维护的便利性，主要设备、阀门、仪表等应设置在便于检修和更换的位置。

3 给水与热水系统的设计应考虑运行期间的水质安全保障能力，根据项目规模、卫生要求和运维需求，合理设置水质在线监测装置，实现对关键水质指标的连续监测与预警。

6.2.2 给水系统设计应符合下列规定：

1 生活给水系统应采用高效节能的加压设备。变频调速供水设备应根据用水量变化自动调节水泵转速，并应设置备用泵自动投入功能。

2 给水泵组应配置运行状态、故障报警、手自动状态、启停控制等监控点，水泵的运行电流、频率等参数应实时监测并上传至智慧运维平台。

3 应根据管理需求设置分级水表计量，至少应包括：

- 1) 建筑引入管总水表；
- 2) 各功能分区或不同用户的分户水表；
- 3) 冷却塔补水、绿化灌溉、景观补水等特殊用水水表；
- 4) 集中生活热水系统的补水水表。

4 所有计量水表应具备远传功能，用水量数据应实时上传至智慧运维平台，支持用水量监测、漏损预警及水平衡分析。

6.2.3 排水系统设计应符合下列规定：

1 地下室、下沉庭院、低洼区域等无法重力自流、需提升排水的系统，其排水泵应设置运行状态、故障报警、液位信号等监控点，并接入建筑设备管理系统。

2 污水集水井、雨水集水井应设置液位传感器，液位信号用于控制排水泵的启停，高液位报警信号应上传至监控中心。

3 对于有回用需求的排水系统（如雨水回收、中水回用），应设置相应的水质监测仪表和水量计量装置。

4 对于需计量收费或环保监管有要求的项目，宜在市政排出口处设置流量监测装置。

5 对于医院、实验室、商业综合体等重要建筑，宜在含有特殊污染风险的排水管上设置水质在线监测装置。监测指标应根据排水性质确定，可包括温度、pH 值、化学需氧量（COD）、油份等。

6 排水监测仪表（流量计、水质传感器）应具备远传功能，采用开放、通用的标准通讯协议，将监测数据实时上传至智慧运维平台。当监测指标超过设定阈值时，平台应自动发出预警信息。

6.2.4 水质在线监测设计应符合下列规定：

1 生活给水系统应在下列位置设置水质在线监测装置：

- 1) 建筑引入管后总水表井或水表间；
- 2) 二次供水设施（储水箱、转输水箱）的出水管；
- 3) 集中生活热水系统的供回水总管。
- 4) 超高层、康养酒店、集中隔离类公共建筑，宜在住户入户支管末端设置末梢水质监测点位。

2 生活给水系统水质在线监测指标宜包括浊度、pH 值、余氯或二氧化氯、电导率（TDS）。有更高卫生管理要求的建筑，可增加温度、溶解氧等指标。

3 集中生活热水系统水质在线监测指标宜包括供水温度与回水温度、余氯、pH 值。当热水系统存在军团菌控制要求时，宜在热水回水总管及最不利末端设置温度自动记录装置，对水温进行连续监测和异常预警。

4 水质在线监测设备应采用在线、连续测量方式，支持数据远传功能；监测精度应满足相应水质标准的要求；通讯接口应采用开放、通用的标准协议。

5 智慧运维平台应对水质监测数据实现实时显示与趋势分析、分级阈值预警、统计报表生成等管理功能。

6.2.5 热水系统设计应符合下列规定：

1 集中生活热水系统的热源应优先采用可再生能源或废热回收，如太阳能热水、空气源/水源热泵热水系统、空调冷凝热回收等。系统中与水质安全相关的监测仪表设置应符合本标准第 6.2.4 条的规定。

2 热水循环泵应采用变频控制，根据回水温度自动调节运行，减少无效循环能耗。

3 热水系统应设置循环泵运行状态、故障报警、供回水温度、热水用量等监测点。太阳能热水系统还应监测集热器温度、储热水箱温度及水位、辅助热源运行状态等参数。

4 集中热水供应系统的淋浴用水，宜采用淋浴废热回收技术预热冷水进水。

6.2.6 绿化灌溉系统设计应符合下列规定：

1 绿化灌溉方式应符合国家现行有关标准的规定，应采用喷灌、微灌、滴灌等高效节水灌溉技术。

2 灌溉系统宜设置土壤湿度传感器、雨量传感器、流量计等监测装置，并配置智能灌溉控制器。控制器应根据土壤湿度、气象条件、植物需水特性等参数，自动制定和调整灌溉计划，实现按需灌溉、精准灌溉。

3 灌溉系统的监测数据（土壤湿度、灌溉流量、灌溉时长、雨量等）宜通过标准通讯协议接入智慧运维平台。平台应对灌溉数据进行统计分析，实现以下功能：

- 1) 灌溉用水量趋势分析与节水效果评估；
- 2) 管网漏损预警（根据流量异常波动判断）；
- 3) 灌溉策略优化建议。

6.2.7 海绵城市与雨水利用系统应符合下列规定：

1 建筑与小区应落实源头减排、蓄排结合方针，按当地规划要求落实年径流总量控制率、外排峰值控制等海绵城市管控指标。

2 应合理设置绿色屋顶、透水铺装、下沉式绿地、生物滞留设施、雨水调蓄与回用设施，实现“渗、滞、蓄、净、用、排”的统筹设计。

3 雨水回收、中水、调蓄系统应配置雨量、液位、流量、水质、溢流、水泵状态等监测点，并接入智慧运维平台。

4 系统应实现暴雨预警-调蓄液位-溢流报警-水泵联动的控制逻辑。位于台风、暴雨多发地区的项目，尚应与当地潮位、内涝预警系统联动。

5 智慧运维平台应具备雨水回用计量、水平衡分析、径流控制效果评估及设施堵塞/失效预警功能。

6 设计文件应明确海绵设施的运维阈值、反冲洗/清淤周期、故障判定标准及处置策略。

6.3 强电系统

6.3.1 强电系统设计一般规定应符合下列要求：

1 强电系统的设计应为建筑能源的精细化管理和智慧运维提供基础设施，包括完善的电能计量体系、可靠的智能化设备供电回路以及与“光储直柔”系统相适应的配电架构。

2 配电系统设计应预留充分的扩展空间，满足未来设备增容、智能化升级及直流供电发展的需要。

6.3.2 变配电系统设计应符合下列规定：

1 变配电所应设置电力监控系统，对变压器、高低压开关柜、直流屏等设备的运行参数（电压、电流、功率、功率因数、电能质量、用电量等）进行实时监测。

2 变压器应配置温度监测装置，超过设定值时发出报警信号。

6.3.3 分项计量系统设计应符合下列规定：

1 应根据第 4.5 条确定的计量策略，在配电系统中设置分项计量装置。分项计量应符合国家相关标准的要求。

2 分项计量应至少覆盖以下用能分项：

- 1) 照明与插座用电；
- 2) 空调用电；

3) 动力用电（电梯、水泵、风机等）；

4) 特殊用电（信息中心、厨房设备、实验室设备等）。

3 计量柜（箱）内应预留数据采集器的安装空间和通讯接口。计量装置应采用标准通讯协议，确保能耗数据能够可靠传输至数据采集器并上传至智慧运维平台。

6.3.4 直流供电与柔性负载配电设计应符合下列规定：

1 对于采用“光储直柔”系统的建筑，配电设计应为直流微电网的接入预留接口和物理空间。直流配电柜应靠近负荷中心布置，减少直流线路压降。

2 应优先将可调柔性负载（如照明、部分空调、电动汽车充电桩等）接入直流母线，并根据设备类型配置相应的直流/直流（DC/DC）变换器或智能控制模块。

3 为交流设备供电的逆变器应具备双向功率控制能力，支持与直流微电网的功率交换。

4 配电系统应设置专用的智能化设备供电回路，为各类传感器、控制器、网络设备、数据采集器等提供独立、可靠的电源供应，避免因动力回路检修导致智能化系统断电。

6.3.5 备用电源与电能质量保障应符合下列规定：

1 对于重要智能化设备、服务器、网络设备等，应设置不间断电源（UPS）供电，后备时间应满足数据保护和有序停机的需要。

2 存在大量非线性负载的建筑，应采取谐波抑制措施，确保电能质量满足智能化设备的运行要求。

3 柴油发电机组等备用电源系统应具备自动启动和带载切换功能，其运行状态、电压、电流、频率、油位等参数应纳入建筑设备管理系统监测范围。

6.4 弱电与智能化系统

6.4.1 弱电与智能化系统设计一般规定应符合下列要求：

1 弱电与智能化系统是承载智慧运维平台、实现数据贯通与智能控制的“神经系统”，其设计应具备高可靠性、高安全性、高带宽和良好的可扩展性。

2 智能化系统的设计应与建筑功能、运维需求紧密结合，系统架构应开放、灵活，适应未来技术发展和应用扩展的需要。

6.4.2 综合布线系统应符合下列规定：

1 综合布线系统应作为建筑的信息传输基础平台，为各类智能化子系统提供高速、稳定的数据传输通道。

2 布线系统的设计应满足物联网设备接入的需求，合理设置无线接入点（AP）的密度和位置，确保数据采集与传输的覆盖范围和信号质量。

3 主干线路应采用光纤布线，满足大数据量传输和未来升级的需要。水平布线应考虑足够冗余，适应未来新增设备的需求。

4 布线系统的配线架、跳线等应规范标识，建立完善的文档管理系统，并与 BIM 模型关联。

6.4.3 网络系统设计应符合下列规定：

1 应设计统一的网络架构，支持多业务融合承载。可根据安全性和管理要求，采用物理隔离或虚拟局域网（VLAN）逻辑隔离的方式，划分智能化专网、办公网、设备网等不同网络分区。

2 能源管理网络应作为独立的逻辑网络或物理网络进行设计，保障能源数据采集与控制的实时性、安全性和可靠性。

3 网络核心设备（核心交换机）应具备高可靠性，采用冗余配置。接入层交换机应满足各类智能设备（传感器、控制器、采集器等）的接入需求，端口数量应有充足冗余。

4 应设计统一的网络管理平台，对全网设备进行集中监控、配置和管理。网络设备的运行状态、端口流量、异常告警等信息应纳入智慧运维平台的监测范围。

6.4.4 建筑设备管理系统设计应符合下列规定：

1 建筑设备管理系统（BMS）应对建筑内主要机电设备（暖通空调、给排水、供配电、照明、电梯等）进行集中监控和管理，实现跨子系统的联动控制与优化运行。

2 BMS 的监控点位设置应以满足运行管理需求为准，关键设备的运行参数、状态、报警等信息应全面纳入监控范围。设备监控点表（Points List）应作为设计成果正式交付。

3 BMS 应具备开放的通讯接口，支持多种标准协议（BACnet、Modbus、OPC UA 等），能够接入不同厂商的设备和子系统。

4 BMS 应提供标准的数据接口（API），支持与智慧运维平台、能源管理平台、物业管理系统等进行数据交互与功能集成。

6.4.5 能源管理平台承载条件设计应符合下列规定：

1 智能化系统应为能源管理平台的部署提供必要的硬件环境，包括服务器机房空间、机柜、供电、空调、消防等配套设施。

2 能源管理服务器、数据采集服务器等核心设备应采用冗余配置（如双机热备、磁盘阵列等），确保数据安全与系统高可用性。

3 应设计数据存储方案，满足海量时序数据的存储需求，数据保留周期应满足能耗审计、碳核查及数据分析的需要。

4 系统应具备完善的信息安全防护措施，包括访问控制、数据加密、入侵检测、日志审计等，防止未经授权的访问和数据泄露。

6.5 电梯系统

6.5.1 电梯系统设计一般规定应符合下列要求：

1 电梯系统的设计应兼顾运输效率与节能降碳要求，采用高效节能的驱动技术、能量回馈技术和智能群控调度策略，为智慧运维提供运行状态监测与能耗计量条件。

2 电梯系统的运行数据应通过标准接口接入建筑设备管理系统或智慧运维平台。

6.5.2 节能设计应符合下列规定：

1 电梯驱动系统应采用永磁同步电机等高效节能技术，减少能量损耗。

2 鼓励选用具备能量回馈功能的电梯。能量回馈装置应将电梯制动过程中产生的再生电能回馈至建筑内部电网（交流侧或直流侧），供其他设备使用。能量回馈量应具备监测功能。

3 电梯轿厢照明、通风风扇应采用 LED 节能灯具，并可根据电梯运行状态（如无人使用时）自动关闭或降低功率。

6.5.3 智能群控与调度应符合下列规定：

1 对于多台电梯组成的电梯群，应配置智能群控系统，根据实时交通流量数据（如各楼层召唤信号、轿厢内人数等）优化派梯策略，减少乘客等待时间与电梯启停次数。

2 群控系统宜支持多种运行模式，如上行高峰模式、下行高峰模式、空闲模式、节能模式等，并可根据预设的时间表或实时客流自动切换。

3 群控系统宜具备与门禁系统、访客管理系统联动的接口，可实现目的层预约呼梯等智能化功能。

6.5.4 监测与数据接口应符合下列规定：

1 电梯系统应提供以下运行数据至建筑设备管理系统或智慧运维平台：

- 1) 每台电梯的运行状态（正常运行、故障、检修等）；
- 2) 故障报警信号（门故障、冲顶/蹲底、安全回路断开等）；
- 3) 当前楼层、运行方向；
- 4) 累计运行时间、累计启动次数；
- 5) 电梯能耗数据（可单独计量）；
- 6) 能量回馈电量（如有）。

2 电梯控制系统应提供开放的通讯接口，支持标准协议（如 Modbus、BACnet、OPC UA 等），实现与 BMS 的数据交互。

3 对于重要的公共建筑，宜建立电梯运行健康度评估模型，基于运行数据对电梯的运行状态进行诊断分析，为预测性维护提供依据。

7 智慧运维与能源管理平台设计

7.1 平台架构与功能要求

7.1.1 智慧运维与能源管理平台设计一般规定应符合下列要求：

1 智慧运维平台应作为建筑数字化运维的核心中枢，对建筑设备系统、能源系统、环境系统等进行集中监控、统一管理与智能优化。

2 平台架构应采用分层、模块化、开放的设计原则，支持分布式部署与弹性扩展。

3 平台应与建筑信息模型（BIM）深度融合，构建设备、空间与数据的数字化映射，支撑数字孪生应用。

7.1.2 平台架构设计应符合下列规定：

- 1 智慧运维平台宜采用感知层、网络层、数据层、应用层四层架构。
- 2 平台应通过标准化接口（API）实现与第三方系统的数据交互。

7.1.3 智慧运维平台核心功能应符合下列规定：

1 智慧运维平台应具备下列核心功能模块：

- 1) 集中监控模块，对系统运行状态、参数及报警信息进行实时监测与可视化展示；
- 2) 能效分析模块，对建筑能耗与系统能效进行统计分析、对标分析与趋势预测；
- 3) 运维管理模块，支持设备资产管理、工单管理、巡检计划及备件管理；
- 4) 碳排管理模块，实现碳排放在线计量、统计、报告生成与减排效果评估；
- 5) 优化控制模块，基于预设策略或智能算法对设备系统进行自动优化控制。

2 平台应支持大屏、PC 端及移动端多终端访问，具备系统拓扑图、设备状态图、能耗趋势图等可视化展示功能。

3 平台应具备多级告警管理功能，支持告警设置、多渠道推送及告警统计分析。

7.2 源-网-荷-储全景监控与协同优化

7.2.1 源-网-荷-储全景监控应符合下列规定：

1 平台应对“源”（光伏、电网、燃气、市政热力等）、“网”（配电网络、冷热管网）、“荷”（用电、用冷、用热设备）、“储”（电储能、冷/热储能）各环节进行全景实时监测与可视化展示。

2 监测数据应至少包括下列内容：

- 1) 源侧：光伏发电功率及发电量、电网进线电气参数、燃气流量、市政热力供热量；
- 2) 网侧：各级配电柜电气参数、主要管网的温度/压力/流量、开关状态；
- 3) 荷侧：各主要设备的运行状态、功率、能耗及运行参数；
- 4) 储侧：储能设备的充放电功率、荷电状态（SOC）、电压、温度及累计充放电量。

3 监测数据应支持分钟、小时、日、月、年等多时间粒度查询与分析。

7.2.2 协同优化功能应符合下列规定：

- 1 平台应具备“源-网-荷-储”协同优化功能，根据预设策略或人工智能算法自动或辅助生成联合调度指令。
- 2 协同优化应以经济性最优、低碳性最优、可靠性最优为目标。
- 3 协同优化控制指令应通过标准接口下发至各子系统执行，并形成闭环反馈。

7.3 碳排放在线计量与审计功能

7.3.1 在线计量功能应符合下列规定：

- 1 平台应内置碳排放计算引擎，基于分项能耗数据与碳排放因子实现建筑运行碳排放的在线自动计量。
- 2 碳排放计算应至少覆盖外购电力碳排放、燃气燃烧直接碳排放、外购热力碳排放。
- 3 碳排放计算应按本标准公式（7.3.1）执行。碳排放因子应优先采用项目所在地最新官方发布值，并支持动态更新。

$$C_{\text{实时}} = \sum_{j=1}^m (P_j \times \Delta t \times EF_j) \quad (7.3.1)$$

式中： $C_{\text{实时}}$ —— 计算时段内的碳排放量 (kgCO₂e)；

P_j —— 第 j 种能源在计算时段内的平均功率或流量；

Δt —— 计算时段长度 (h)；

EF_j —— 第 j 种能源的碳排放因子 (kgCO₂e/单位)；

m —— 能源种类数量。

7.3.2 统计分析与审计功能应符合下列规定：

- 1 平台应支持按日、月、年生成碳排放统计报表，展示碳排放总量、强度、趋势及构成。
- 2 平台应支持多维度碳排放数据分析，包括不同功能分区、不同用能系统、不同时段碳排放对比及同比、环比分析。
- 3 平台应生成符合碳审计要求的碳排放报告，内容应包括排放源清单、碳排放总量与强度、趋势图、减排效果评估及数据质量说明。
- 4 平台应支持碳排放数据导出，满足碳披露、碳交易及绿色建筑认证等需求。

7.4 负荷预测与柔性调控功能

7.4.1 负荷预测功能应符合下列规定：

- 1 平台应基于历史运行数据、气象预报及建筑作息规律，利用大数据分析或人工智能算法，对建筑短期（未来 24h~48h）及中长期（未来 7d~30d）的冷、热、电负荷进行预测。
- 2 负荷预测应考虑室外气象参数、建筑使用规律、历史负荷特性及特殊事件等因素。
- 3 负荷预测结果应提供预测曲线、峰值、总量及置信区间。短期负荷预测平均绝对百分比误差（MAPE）宜控制在 10%以内。
- 4 负荷预测模型应具备自学习能力，根据实际运行数据定期更新优化。

7.4.2 柔性调控功能应符合下列规定：

- 1 平台应具备柔性调控功能，根据负荷预测、电价信号、电网调度指令或内部优化目标，制定并执行对柔性用电设备的调控策略。
- 2 柔性调控策略应包括提前预冷/预热、削峰填谷、需求侧响应及光伏消纳策略。
- 3 柔性调控应设置优先级与保护机制，确保关键负荷不受影响。调控效果应进行量化评估与反馈优化。

7.5 故障诊断、预警与能效对标

7.5.1 故障诊断功能应符合下列规定：

- 1 平台应具备基于规则或人工智能算法的故障诊断功能，自动识别设备异常、系统性能劣化、传感器漂移等潜在故障。
- 2 故障诊断应覆盖设备运行异常、系统性能下降、传感器/执行器故障及能耗异常。
- 3 故障诊断应定位故障源、分析故障原因，并给出初步处理建议。
- 4 故障诊断模型应具备持续学习和优化能力。

7.5.2 预警功能要求应符合下列规定：

- 1 平台应具备多级预警机制，在故障或参数超限前发出预警信息。
- 2 预警类型应包括参数越限预警、设备劣化预警、维护到期预警及能耗异常预警。
- 3 预警应设置合理阈值，预警信息应明确预警内容、时间、可能原因及建议措施。
- 4 预警信息应通过平台弹窗、短信、邮件、APP 推送等方式及时送达相关人员。

7.5.3 能效对标功能应符合下列规定：

- 1 平台应建立设备及系统的能效基线，包括设备额定能效指标、系统设计能效指标、历史最优能效及同类平均水平。
- 2 平台应进行实时能效对标分析，自动发现低效运行设备或系统，并推送改进建议。
- 3 能效对标结果应通过可视化方式呈现。
- 4 平台应记录故障、预警及能效偏差事件，形成运维知识库。

7.6 基于数据驱动的智慧运维场景实现

7.6.1 基于数据驱动的智慧运维场景设计一般规定应符合下列要求：

- 1 智慧运维平台应支持基于数据驱动的场景化应用开发与部署。

2 场景设计应结合建筑功能特点、用户需求及运维目标，实现可量化、可验证的运维效果提升。

7.6.2 平台宜支持但不限于下列典型智慧运维场景：

1 设备预测性维护：基于运行数据构建设备健康度模型，评估健康状态、预测剩余寿命，并生成维护工单与建议；

2 空调系统全局优化：集成冷源、输配、末端运行数据，动态优化系统设定值，提高综合能效；

3 照明与遮阳智能控制：融合照度、人员存在、时间表等信息，自动调节照明与遮阳，优先利用自然采光；

4 碳排放动态优化：实时监测碳排放强度，动态调整多能互补系统运行策略，预测碳排放趋势；

5 空间利用率优化：基于人员传感、Wi-Fi 连接、门禁数据，分析空间使用情况，支撑空间管理与设备调度；

6 可视化驾驶舱：展示系统运行状态、能耗趋势及故障记录，提供维护策略建议与调度方案。

7.6.3 场景开发与部署应符合下列规定：

1 平台宜提供低代码或零代码的场景开发工具，支持自定义场景规则与联动逻辑。

2 场景开发应采用开放的数据接口与服务架构，支持第三方算法模型集成。

3 场景上线前应在测试环境中验证控制逻辑的正确性与运行稳定性。

4 场景运行效果应持续监测与量化评估，并定期优化迭代。

7.7 平台与外部系统的交互与集成

7.7.1 平台与外部系统的交互与集成一般规定应符合下列要求：

1 智慧运维平台应具备开放、标准化的数据交互能力，支持与外部系统的信息共享与业务协同。

2 系统集成应遵循安全性、可靠性、实时性原则。

7.7.2 与 BIM 系统的集成应符合下列规定：

1 平台应导入并解析 BIM 模型的几何信息与非几何信息，实现建筑空间与设备设施的三维可视化。

2 应建立 BIM 模型对象与实时运行数据的关联映射，支持在三维模型中查看设备的运行参数、历史数据及维护记录。

3 BIM 模型应作为数字孪生的静态数据底座，与实时运行数据共同构成完整的数字孪生体。

4 平台应支持 BIM 模型的空间查询与定位功能。

7.7.3 与物业管理系统（PMS）的集成应符合下列规定：

1 平台应与物业管理系统进行数据交互，共享设备资产信息、工单信息及巡检计划。

2 平台生成的设备故障预警与维护建议应自动推送至物业管理系统生成运维工单。

3 物业管理系统中的工单处理结果与维修记录应回传至平台，完善设备运维档案。

7.7.4 与智慧城市/园区平台的集成应符合下列规定：

1 位于智慧园区或智慧城市范围内的建筑，平台应支持与上级管理平台的数据对接。

2 平台应按上级平台要求上传建筑能耗、碳排放及设备运行状态等数据。

3 平台应接收并响应上级平台下发的节能调度指令与需求侧响应指令。

4 集成应采用标准化数据交换格式与通讯协议。

7.7.5 与电力交易/碳交易平台的集成应符合下列规定：

1 参与电力市场化交易或碳交易的建筑，平台应预留与相关交易平台的数据接口。

2 平台应按交易平台要求上传用电负荷预测数据与可调能力数据。

3 平台应接收并执行交易平台下发的调度指令。

4 碳排放计量数据应具备可追溯、可验证特性。

8 专业协同与接口设计

8.1 协同机制与流程

8.1.1 专业协同与接口设计协同机制与流程一般规定应符合下列要求：

- 1 各专业应在设计全过程中建立有效的协同机制，实现信息共享与交叉配合。
- 2 协同设计应以支撑智慧运维为核心目标，重点关注系统间的空间协调、接口匹配、信息传递及联动逻辑。
- 3 设计总负责人应牵头建立协同工作制度，明确各专业的职责边界、信息交换要求及成果交付标准。

8.1.2 协同会议制度应符合下列规定：

- 1 应在方案设计、初步设计、施工图设计各阶段建立定期的跨专业协同会议制度。会议由设计总负责人或项目经理召集，各专业负责人必须参加。
- 2 协同会议应专题讨论与智慧运维和系统集成相关的事项。
- 3 协同会议应形成正式会议纪要，明确讨论结论、待办事项及责任人与完成时限。
- 4 会议纪要应经参会人员确认后归档保存。

8.1.3 信息交换机制应符合下列规定：

- 1 应明确各专业间的信息交换需求，制定信息交换清单，规定交换内容、格式、时限和责任人。
- 2 信息交换应采用标准化格式，优先采用与 BIM 模型兼容的电子格式。
- 3 关键信息交换应设置确认反馈机制，确保信息被有效接收和理解。

8.1.4 协同设计平台应符合下列规定：

- 1 宜采用协同设计平台作为专业协同的技术支撑。
- 2 协同设计平台应具备设计文件管理、模型整合、碰撞检查、问题追踪及设计变更通知等功能。
- 3 所有专业应在统一的协同平台上开展工作。

8.2 能源-建筑-结构一体化设计

8.2.1 光伏系统与建筑一体化设计应符合下列规定：

- 1 建筑专业应与结构、电气专业协同，在设计初期确定光伏组件的安装位置、形式及规模，光伏系统应与建筑设计同步进行。
- 2 光伏系统设计应综合考虑安装条件、建筑协调性、结构承载能力、发电效率及维护安全等因素。
- 3 对于建筑光伏一体化（BIPV）系统，光伏组件应作为建筑构件进行设计，满足围护结构的性能要求。
- 4 光伏系统的设计图纸应纳入建筑施工图体系。

8.2.2 结构荷载预留应符合下列规定：

- 1 结构专业应根据设备资料，对主要设备机房、光伏安装区域及运输通道等区域的荷载进行计算，并在结构设计中预留充分裕量。
- 2 设备荷载取值应考虑设备自重、运行荷载、安装检修荷载及抗震要求。
- 3 对于后期可能增容或更换设备的区域，结构设计宜预留适当的安全裕度。
- 4 设备基础的尺寸、位置、标高应在结构图纸中准确定位。

8.2.3 运输通道与安装口预留应符合下列规定：

- 1 建筑专业应为大型设备的运输、安装、更换预留永久性的通道和口部。
- 2 运输通道的净宽、净高、转弯半径及承载力应满足设备运输要求。
- 3 需吊装就位的设备，应预留吊装孔、吊装平台或吊点。
- 4 对于后期更换可能性较大的设备，应重点考虑更换通道的可行性。

8.2.4 检修空间预留应符合下列规定：

- 1 需日常维护、检修或更换的设备、阀门、仪表等，周围应预留足够的操作空间和检修通道。
- 2 检修空间应满足设备正面操作、侧面及背面检修、上方吊装等要求。
- 3 管道井、电气井、弱电间等垂直井道的尺寸应满足管线布置及检修操作要求，各层应设置检修门。
- 4 吊顶内设置的阀门、执行器、传感器等，应在对应位置设置检修口。

8.3 光储直柔/多能互补系统与主系统的接口定义

8.3.1 光储直柔/多能互补系统与主系统的接口定义一般规定应符合下列要求：

- 1 光储直柔、多能互补等能源系统与主配电系统、BMS、EMS 之间的接口应在设计阶段明确定义。
- 2 接口定义应形成《系统接口定义文档》，由相关专业设计人员会签后作为设计成果交付。

8.3.2 接口定义内容应符合下列规定：

- 1 接口定义应包括接口概述、物理接口、通讯接口、数据点表、功能描述、安全要求、测试与验收要求及签字栏。
- 2 数据点表的编制应与设备监控点表保持一致。

8.3.3 光储直柔系统接口定义要点应符合下列规定：

- 1 光储直柔系统与主配电系统的接口应明确并网点位置、电压等级、并网方式、保护要求及电能计量方式。
- 2 光储直柔系统与能源管理系统（EMS）的通讯接口应包括光伏、储能、直流母线及柔性负载的运行数据，以及控制指令。
- 3 接口协议应采用开放的工业标准协议。

8.3.4 多能互补系统接口定义要点应符合下列规定：

- 1 多能互补系统与主配电系统的接口应明确各能源设备的供电回路容量、电压等级及保护要求。
- 2 多能互补系统与 EMS 的通讯接口应包括各能源设备的运行状态、能耗数据、储能状态、输配系统状态及优化控制指令。
- 3 多能互补系统内部各设备间的接口应采用标准协议，不同厂商设备接口应在设计阶段明确兼容性要求。
- 4 多能互补系统应预留与外部系统（电网调度、区域能源等）的接口能力。

8.4 BIM 协同与冲突检测

8.4.1 BIM 协同工作平台应符合下列规定：

1 应建立统一的 BIM 协同工作平台，所有专业模型应在统一的坐标系、高程系统、命名规则和深度要求下创建和管理。

2 BIM 协同平台应具备模型存储与版本管理、模型整合与浏览、碰撞检测与问题追踪、设计变更通知及模型交付功能。

3 应制定 BIM 协同工作规程，明确模型提交节点、整合频率及问题处理流程。

8.4.2 模型深度与协同要求应符合下列规定：

1 BIM 模型的几何深度（LOD）和非几何信息深度（LOIN）应满足协同设计和冲突检测需要。施工图设计阶段模型宜达到 LOD 350。

2 模型应准确表达建筑、结构、机电设备、管线系统、末端装置、检修空间及运输通道等内容。

3 模型中应包含必要的非几何信息以支持基于属性的碰撞检查。

8.4.3 冲突检测应符合下列规定：

1 应定期进行全专业碰撞检查。初步设计完成、施工图设计中期及施工图设计完成等关键节点必须进行系统性碰撞检查。

2 碰撞检测应覆盖硬碰撞、软碰撞及预留预埋冲突。

3 应重点检查与智慧运维相关的特殊碰撞，包括传感器及计量表计安装位置、检修口、运输通道及吊顶内设施等。

8.4.4 碰撞问题处理与闭环管理应符合下列规定：

1 碰撞检测发现的问题应形成碰撞检测报告，并分配至相关专业修改。

2 复杂或多专业碰撞问题应组织专题协调会确定解决方案。

3 修改完成后应复检确认，通过后关闭问题。

4 碰撞检测报告、问题处理记录及确认记录应归档保存。

9 BIM 与数字化交付要求

9.1 模型深度与信息属性

9.1.1 一般规定应符合下列规定：

1 BIM 模型应贯穿设计全过程，作为设计协同、性能分析、图纸生成和数字化交付的核心载体。

2 BIM 模型的几何深度与非几何信息深度应根据设计阶段和交付目标分级定义，并确保各阶段模型信息的连续性。

3 模型创建应遵循统一的命名规则、分类编码和坐标系统。

9.1.2 模型几何深度要求应符合下列规定：

1 方案设计阶段，BIM 模型宜达到 LOD 100。

2 初步设计阶段，BIM 模型宜达到 LOD 200。

3 施工图设计阶段，BIM 模型应达到 LOD 350，几何精度应与施工图纸保持一致。

4 关键设备、重要空间和复杂节点，模型深度可提高至 LOD 400。

9.1.3 非几何信息深度要求应符合下列规定：

1 BIM 模型应包含满足智慧运维需求的非几何信息，信息内容应根据运维管理需要确定。

2 机电设备模型的非几何信息应包括资产信息、技术参数、运维信息、文档信息及空间信息。

3 建筑构件模型的非几何信息应包括热工性能参数、燃烧性能等级及隔声性能参数。

4 非几何信息的录入应准确、完整，格式应支持计算机自动解析。

9.1.4 唯一编码与资产标识应符合下列规定：

1 BIM 模型中的对象应赋予唯一编码标识，编码体系应符合国家现行相关标准的要求。

2 设计阶段的编码应与运维阶段的资产编码体系建立映射关系，确保信息在全生命周期内可追溯。

3 编码信息应嵌入 BIM 模型，并可导出生成资产清单。

9.2 能源与碳数据嵌入要求

9.2.1 能源设备性能数据嵌入应符合下列规定：

1 能源设备模型对象应嵌入关键性能参数，为能耗模拟和能效评估提供静态数据支撑。

2 冷热源设备应嵌入额定工况参数、能效指标及部分负荷性能数据。

3 输配设备应嵌入额定流量、扬程、功率及变频调节特性数据。

4 光伏系统设备应嵌入组件及逆变器主要电气参数，储能设备应嵌入额定容量、充放电效率及循环寿命等参数。

9.2.2 碳排放数据嵌入应符合下列规定：

1 宜在设备或空间模型中嵌入设计阶段的碳排放因子或碳排放强度数据。

2 碳排放数据的单位和计算口径应与国家碳核算标准保持一致。

9.2.3 数据格式与关联应符合下列规定：

1 嵌入模型的性能数据和碳排放数据应采用结构化、机器可读格式存储。

2 数据应与模型对象建立明确的关联关系，确保可溯源。

3 数据更新应有版本记录。

9.3 交付格式与标准

9.3.1 通用数据格式应符合下列规定：

1 最终交付的 BIM 模型及非几何信息应采用开放、通用的数据格式。

2 几何模型交付应优先采用 IFC 格式。DWG/DXF 可作为二维图纸交付格式，RVT/PLN 等原生格式可作为补充格式。

3 非几何信息交付应优先采用 COBie 格式，Excel/CSV 及 XML/JSON 可作为补充格式。

9.3.2 模型交付应符合下列规定：

1 交付的 BIM 模型应完整、坐标系正确、分类编码规范，并与施工图纸保持一致。

2 应提供模型说明书，说明创建软件、坐标系、命名规则、模型范围及深度等级。

3 大型复杂项目可拆分交付，并提供整合说明。

9.3.3 COBie 数据交付应符合下列规定：

1 应按照 COBie 标准交付 Contact、Facility、Floor、Space、Zone、Type、

Component、System、Assembly、Connection、Spare、Resource、Job、Document等工作表。

2 COBie 数据应与 BIM 模型对象建立明确的关联关系。

3 数据填写应准确、完整，关键字段不得留空。

9.3.4 交付成果检查与验证应符合下列规定：

1 交付数字资产应通过规范检查，确认模型完整、信息无误、格式合规。

2 检查发现的问题应及时整改，整改完成后复检确认。

3 数字化交付成果应经业主或业主委托的第三方审核确认。

9.3.5 交付成果的版本管理应符合下列规定：

1 数字化交付应建立版本管理制度，包括版本号命名、发布记录、变更说明及历史版本归档。

2 设计阶段的阶段性模型应作为过程成果保存。

3 最终交付成果应标注为"竣工交付版本"，作为建筑数字资产永久保存。

10 设计成果交付要求

10.1 设计文件内容与深度

10.1.1 设计成果交付文件内容与深度一般规定应符合下列要求：

1 设计成果除应满足现行国家及地方设计文件编制深度的规定外，尚应包含本标准第 10.2 条至 10.7 条所规定的专项数字化交付物，以满足智慧运维对数据资产的需求。

2 设计文件的内容和深度应能够清晰表达为实现智慧运维目标所需的设计条件、技术措施和信息要求，确保设计意图能够被施工、调试和运维各阶段准确理解和执行。

3 设计图纸、计算书、说明书、数字化模型及相关文档应形成完整的交付体系，各交付物之间应保持一致性和可追溯性。

4 设计成果交付应明确交付流程、交付成果验收标准与归档要求，实现从设计源头到运维移交的闭环管理。各阶段交付成果应经相关责任主体审核确认。

10.1.2 设计图纸应符合下列规定：

1 设计图纸中应清晰标注所有为智慧运维预留的传感器、控制器、计量表计、执行器、检修口的位置与编号，并与 BIM 模型中的对象唯一编码对应。

2 系统图、平面图、大样图中应包含以下与智慧运维相关的内容：

- 1) 各系统的监控点表编号及对应设备；
- 2) 传感器、计量表计的型号、精度等级、安装要求；
- 3) 系统间接口的物理位置、接口类型及标识；
- 4) 控制柜、配电箱内预留的智能化接口模块、备用回路及通讯接口；
- 5) 设备基础、检修空间、运输通道的尺寸及定位。

3 图纸中的设备编号、系统编号、空间编号应与 BIM 模型、COBie 数据及运维信息需求清单中的编码一致。

10.1.3 设计说明应符合下列规定：

1 设计说明中应设专门章节阐述本项目的智慧运维设计目标、系统架构、技术路线和实现措施。

2 设计说明应明确以下内容：

- 1) 各系统智慧运维功能需求及设计实现方式；
- 2) 系统间联动逻辑与控制策略的总体描述；
- 3) 能源管理与碳排放监测管理的设计方案；
- 4) BIM 与数字化交付的内容及标准；
- 5) 对施工、调试及运维单位的专项要求。

10.2 能源与碳排放专项设计报告

10.2.1 能源与碳排放专项设计报告一般规定应符合下列要求：

1 应提交能源与碳排放专项设计报告，作为设计阶段能源与碳相关决策的集中体现，并作为运维阶段性能基准的参考依据。

2 报告内容应基于第 4 章的测评与设计输入，并反映设计方案的优化过程和最终结论。

10.2.2 报告内容要求应符合下列规定：

1 能源与碳排放专项设计报告应至少包括以下内容：

- 1) 项目概况：建筑类型、规模、功能分区、用能特点等；

- 2) 负荷分析结论：设计冷热负荷、逐时负荷特性、负荷分布规律；
- 3) 能源结构方案：采用的能源种类、可再生能源利用方式、多能互补系统配置及优化说明；
- 4) 主要设备能效指标：冷热源、输配、照明等主要用能设备的能效等级及性能参数；
- 5) 碳排放基线计算结果：采用第 4.4.1 条公式计算的运行阶段碳排放总量及单位面积强度；
- 6) 减排目标及达成路径：设定的碳减排目标、所采取的技术措施及预期效果；
- 7) 分项计量策略：能源分级与分项计量的具体实施方案；
- 8) 智慧运维对能源系统的设计要求：如柔性调控接口、数据采集要求等。

2 报告应附有必要的计算书、模拟分析图表及参考数据来源。

10.3 光储直柔/多能互补系统调控策略说明书

10.3.1 光储直柔/多能互补系统调控策略说明书一般规定应符合下列要求：

- 1 对于采用光储直柔系统、多能互补系统或其它新型能源系统的项目，应提交专门的调控策略说明书，详细描述系统的运行逻辑与控制算法。
- 2 该说明书应作为后续控制系统编程调试、系统性能验证及运维优化的核心依据。

10.3.2 调控策略内容应符合下列规定：

- 1 调控策略说明书应至少包括以下内容：
 - 1) 系统概述：系统组成、设备配置、设计容量及功能目标；
 - 2) 运行模式定义：各种典型工况下的运行模式（如并网模式、离网模式、经济模式、低碳模式等）及切换条件；
 - 3) 优化控制策略：光伏发电的优先利用与消纳策略；储能系统的充放电策略（考虑分时电价、需量管理、备用需求等）；柔性负载的调度策略与优先级；多能互补系统中各设备的启停顺序、负荷分配原则；与电网互动的需求侧响应策略；异常工况处理：设备故障、通讯中断、

电网异常等情况下的保护机制与应对措施；参数设定与调整：关键控制参数的设定范围、调整权限及校准要求；人机交互要求：监控界面上应展示的关键信息、操作权限及安全警示。

2 说明书应包含必要的逻辑框图、时序图或伪代码，便于控制工程师理解和实现。

10.4 运维信息需求说明书

10.4.1 运维信息需求说明书一般规定应符合下列要求：

1 应依据本标准附录 G，并结合项目建设目标、运维模式、资产管理要求及各参与方职责等，编制《运维信息需求说明书》。

2 该说明书应明确设计、施工、调试和交付阶段需形成、收集、核验及移交的运维信息，以及各阶段的信息提供方、审核方、接收方和完成时限，并应作为运维信息交付与验收的依据。

10.4.2 说明书内容应符合下列规定：

1 运维信息需求说明书应至少包括以下内容：

- 1) 编制依据、编制目的与适用范围；
- 2) 信息交付总体要求：包括交付阶段、交付内容、交付格式、交付时间、责任主体、审核流程和验收标准；
- 3) 信息分类、编码与标识规则：包括资产、系统、空间和文档的编码方法，以及与 BIM 模型、设备监控点表和其他数字化交付成果的关联关系；
- 4) 各专业系统信息需求清单：按专业（建筑、结构、给排水、暖通、电气、智能化）分别列出设备与部件的基本属性、技术参数、安装与调试记录、运行限值、维护要求、备品备件、质量证明文件及相关图文资料等（可参考附录 G）；
- 5) 信息质量要求：包括信息的准确性、完整性、一致性、唯一性、可追溯性和机器可读性，以及相应的核验方法；
- 6) 信息更新与维护机制：包括设计变更、设备替换、施工调整和调试结果引起的信息变更流程、版本与状态管理要求，以及相关方责任。

2 运维信息需求说明书应附运维信息需求清单模板。模板字段宜至少包括信息项名称、信息定义、数据类型、计量单位、取值或格式要求、信息来源、责任主体、交付阶段、验收规则、关联对象、版本或状态等，并应采用可编辑、机器可读的格式交付。

10.5 系统接口定义文档

10.5.1 系统接口定义文档一般规定应符合下列要求：

1 应提交正式的系统接口定义文档，详细定义所有重要的系统间物理与通讯接口。该文档需经相关专业设计负责人会签确认。

2 系统接口定义文档是确保各子系统能够按设计预期无缝对接、避免后期联调纠纷的核心文件。本标准附录 I 提供了系统接口定义文档模板。

10.5.2 文档内容应符合下列规定：

- 1 系统接口定义文档应至少包含以下内容（可参考第 8.3.2 条）：
 - 1) 接口概述：接口双方系统名称、接口目的、功能描述；
 - 2) 物理接口：接口位置、线缆类型、接口器件型号、接线方式、物理隔离要求；
 - 3) 通讯接口：通讯协议、波特率、数据位、停止位、校验位、IP 地址/设备地址、通讯端口；
 - 4) 数据点表：点名称、数据类型（AI/AO/DI/DO）、读写属性、工程单位、量程范围、初始值、说明；
 - 5) 功能描述：详细的联动逻辑、控制序列、异常处理机制；
 - 6) 安全要求：访问控制、数据加密、安全隔离措施；
 - 7) 测试与验收要求：接口测试方法、验收标准；
 - 8) 签字栏：相关专业设计负责人会签。
- 2 每个重要接口应单独成章或分节描述，确保信息清晰完整。

10.6 设备监控点表

10.6.1 设备监控点表一般规定应符合下列要求：

- 1 应提交完整的、机器可读的设备监控点表（Points List），列出所有需接入

建筑设备管理系统（BMS）或能源管理系统（EMS）的监控点。本标准附录 J 提供了设备监控点表模板。

2 点表是系统编程、调试和验收的基准性文件，机器可读格式可大大提高效率并减少人为错误。

10.6.2 点表内容应符合下列规定：

1 设备监控点表应采用表格形式，每行定义一个监控点，至少包含以下字段：

- 1) 点名称：符合命名规范的唯一名称（建议包含系统代码、设备类型、位置、点性质等信息）；
- 2) 点描述：中文描述，说明该点的功能；
- 3) 点类型：模拟量输入（AI）/输出（AO）、数字量输入（DI）/输出（DO）；
- 4) 所属设备：设备名称及编号（与 BIM/资产编码对应）；
- 5) 物理位置：安装位置描述；
- 6) 工程单位：如 °C、kPa、kW、%、开关量等；
- 7) 量程/状态表：如 0-10V 对应 0-100kPa；0 表示关，1 表示开；
- 8) 报警设置：高报、低报、偏差报警等设定值；
- 9) 通讯协议与地址：如 BACnet MS/TP，设备地址 10，实例号；
- 10) 备注：特殊说明或参考图纸。

2 点表应涵盖所有需要监测和控制的点位，不得遗漏。点表的编制应与系统图、平面图保持一致。

3 点表应提供 Excel 格式或 CSV 格式，并同时提供 PDF 格式便于查阅。

10.7 智慧运维场景设计说明书

10.7.1 智慧运维场景设计说明书一般规定：

1 应提交智慧运维场景设计说明书，详细描述基于数据驱动的智慧运维应用场景的设计意图、实现方式及预期效果。

2 该说明书旨在引导运维阶段充分利用平台能力，实现从“被动响应”向“主动优化”的运维模式转变。

10.7.2 说明书内容应符合下列规定：

- 1 智慧运维场景设计说明书应至少包括以下内容：
 - 1) 场景综述：列举本项目规划实现的智慧运维典型场景（如预测性维护、全局能效优化、动态碳排放管理等）；
 - 2) 场景描述：针对每个场景，详细描述其业务目标、触发条件、执行流程、参与系统和设备；
 - 3) 数据需求：实现该场景所需的数据类型、数据来源、数据精度及采集频率；
 - 4) 算法与规则：场景实现所依赖的算法模型（如负荷预测算法、故障诊断规则）或控制逻辑；
 - 5) 人机交互设计：场景在平台界面上如何呈现，运维人员如何与场景交互（如配置参数、查看结果、手动干预）；
 - 6) 预期效果：场景预期带来的运维效率提升、能耗降低、碳排放减少等量化指标（或定性描述）；
 - 7) 实施与验证：场景开发、测试、上线的步骤及验收标准。
 - 8) 场景设计应与第 7 章的要求相衔接，确保平台具备实现这些场景的技术基础。
- 2 说明书可作为未来平台功能扩展和持续优化的参考依据。

11 实施与验证

11.1 设计审查要点

11.1.1 实施与验证设计审查要点的一般规定：

- 1 方案、初步、施工图各设计阶段，增设智慧运维导向设计符合性专项审查，保障本标准要求落实于设计文件。
- 2 专项审查由项目设计总负责人牵头，建设单位、运维单位（如有）、行业专家及各专业主设计师共同参与。
- 3 可依据本标准制定专项的《设计审查清单》，作为审查工作的依据，确保审查内容全面、标准统一。

11.1.2 方案设计阶段审查要点应符合下列规定：

- 1 智慧运维总体目标与技术路线的合理性和可行性。
- 2 能源结构优化与低碳化导向的初步方案（如可再生能源利用、多能互补设想等）。
- 3 碳排放控制目标的初步设定及其与项目定位的匹配性。
- 4 各专业系统集成与协同设计的初步构想。
- 5 BIM 应用计划与数字化交付目标的初步规划。

11.1.3 初步设计阶段审查要点应符合下列规定：

- 1 能源与碳排数据测评的完整性与准确性（负荷分析、资源评估、碳排放基线等）。
- 2 能源侧系统（光储直柔、多能互补）方案的合理性与可行性。
- 3 用能侧系统设计是否满足智慧运维导向要求（可监测性、可控制性、可维护性、可扩展性）。
- 4 智慧运维与能源管理平台架构及功能的初步设计是否符合要求。
- 5 专业协同机制的建立情况及初步协同成果。
- 6 BIM 模型的深度及信息属性是否符合初步设计要求。

11.1.4 施工图设计阶段审查要点应符合下列规定：

- 1 所有系统设计是否已全面落实初步设计审查意见。
- 2 运维信息需求清单的完整性及与设计的符合性。
- 3 系统接口文档准确完备，完成各专业会签。
- 4 设备监控点表完整、数据准确。
- 5 BIM 模型的几何深度（LOD 350）及非几何信息属性是否符合交付要求。
- 6 设计图纸中传感器、计量表计、检修口等预留预埋位置的准确性与可实施性。
- 7 设计成果是否已包含能源与碳排放专项设计报告、调控策略说明书、运维信息需求说明书、系统接口定义文档、设备监控点表、智慧运维场景设计说明书等专项交付物。

11.1.5 审查记录与整改闭环应符合下列规定：

- 1 设计审查应形成正式审查意见，明确存在的问题及整改要求。审查意见应由参会各方确认。
- 2 各专业应根据审查意见进行修改完善，并将修改结果反馈至设计总负责人。

重大修改应组织复审确认。

- 3 审查记录、整改报告及复审意见应作为设计过程文件归档保存。

11.2 施工交底与验收要求

11.2.1 施工交底应符合下列规定：

- 1 设计单位应在施工前向施工单位进行专项技术交底，重点说明本标准中关于预留预埋、传感器安装、接口预留、空间要求、编码标识及信息交付的要求。

- 2 施工交底应包括以下内容：

- 1) 智慧运维设计意图及关键控制点；
- 2) 传感器、计量表计、执行器的安装位置、精度要求及注意事项；
- 3) 系统接口的物理位置、接线方式及标识要求；
- 4) 设备编码规则及现场标识要求；
- 5) BIM 模型与数字化交付的内容、格式及时间节点；
- 6) 施工过程中信息收集与反馈的要求（如设备出厂资料、安装记录、测试报告等）；
- 7) 常见问题及处理措施。

- 3.施工交底应形成交底记录，经设计、施工、监理各方签字确认。

11.2.2 施工过程配合应符合下列规定：

- 1 设计单位应根据需要配合施工过程中与智慧运维相关的重要节点检查，包括：

- 1) 关键设备到场验收（核对设备参数、接口能力、资料完整性）；
- 2) 预留预埋隐蔽工程验收（传感器套管、接线盒、检修口等）；
- 3) 管线安装空间复核（检修空间、运输通道等）；
- 4) 设备编码与现场标识的检查。

- 2 设计变更可能影响智慧运维功能时，应征得原设计人员的确认，并评估其对运维信息交付的影响。

11.2.3 竣工验收应符合下列规定：

- 1 工程竣工验收时，应将本标准规定的各项预留预埋、设备安装、接口实施及信息交付成果纳入验收范围。验收合格后方可进行下一道工序或整体交付。

2 竣工验收应重点核查以下内容：

- 1) 传感器、计量表计、执行器的安装位置、数量、型号是否符合设计要求；
- 2) 系统接口的物理连接、通讯配置是否符合接口定义文档；
- 3) 设备编码及现场标识是否规范、清晰；
- 4) 施工单位提交的设备资料、安装记录、测试报告等是否齐全、准确；
- 5) BIM 模型是否已按“竣工”状态更新，并包含完整的非几何信息；
- 6) 数字化交付物（COBie 数据、设备监控点表、运维信息需求清单等）是否完整、格式正确。

3 验收中发现的问题应形成整改清单，整改完成并经复查合格后方可签署竣工验收意见。

11.3 能源系统性能验证与联合调试

11.3.1 能源系统性能验证与联合调试一般规定：

1 建筑投入使用前，应对能源系统（特别是光储直柔、多能互补等复杂系统）进行联合调试与性能验证，检验其是否达到设计预期的功能、能效及碳排放目标。

2 性能验证应在典型工况下进行，测试结果应形成报告，作为工程竣工验收和运维基准的重要依据。

11.3.2 联合调试应符合下列规定：

- 1 联合调试应覆盖所有与智慧运维相关的系统和设备，包括：
 - 1) 能源侧系统（光伏、储能、多能互补设备）；
 - 2) 用能侧系统（暖通空调、给排水、电气、照明、电梯等）；
 - 3) 控制系统（BMS、EMS、光储直柔控制器等）；
 - 4) 数据采集与通讯网络。
- 5) 联合调试应验证以下内容：
 - 6) 各子系统能否独立正常运行；
 - 7) 系统间的通讯连接是否正常，数据点表是否正确映射；
 - 8) 联动控制逻辑是否符合设计要求（如光伏优先供电、储能削峰填谷、需求侧响应等）；

- 9) 平台监控功能是否实现（数据实时显示、历史查询、报警推送等）；
- 10) 控制指令能否正确下发并执行。

2 联合调试应制定详细的调试方案和调试记录，调试中发现的问题应及时整改，并重新测试直至合格。

11.3.3 性能验证应符合下列规定：

1 能源系统性能验证应包括以下内容：

- 1) 能效验证：测试主要能源设备（冷热源、水泵、风机等）的实际运行能效，与设计值进行对比，评估是否达到设计目标；
- 2) 产能验证：测试光伏系统实际发电量，与设计发电量进行对比（需考虑天气因素）；
- 3) 储能验证：测试储能系统的充放电效率、响应时间、SOC 控制精度；
- 4) 柔性调控验证：测试柔性负载的实际调节能力、响应速度及对电网指令的跟随性能；
- 5) 碳排放验证：基于验证期间的能耗数据，核算实际碳排放强度，与设计碳排放基线进行对比。
- 6) 性能验证应在连续稳定运行的典型工况下进行，测试时间应足以反映系统的实际性能（如不少于 7 天）。

2 性能验证报告应详细记录测试条件、测试方法、测试数据、结果分析及结论。如性能未达到设计目标，应分析原因并提出改进建议。

11.4 后期运维评估与优化建议

11.4.1 后期运维评估与优化建议一般规定

1 建筑投运后宜定期（1~2 年）依托智慧运维平台的监测数据，开展用能结构、能效、碳排放强度及设备性能评估，构建“监测-评估-优化”的闭环管理体系。

2 运维单位牵头组织后期运维评估，必要时可邀请原设计单位、行业专家协同参与。

11.4.2 评估内容要求应符合下列规定：

1 运维评估应不少于以下六项内容：

- 1) 能耗评估：分析建筑各系统的实际能耗值，与设计指标、同类建筑指标进行对比，研判节能潜力；
- 2) 能效评估：分析主要设备及系统的实际运行能效，与设计能效、设备额定能效进行对比，排查低效运行环节；
- 3) 碳排放评估：核算实际碳排放强度，与设计碳排放基线、碳减排目标进行对比，评估减碳效果；
- 4) 设备运行评估：分析设备的运行状态、故障率、维护记录，评估设备健康度与剩余寿命；
- 5) 智慧运维场景效果评估：评估已部署智慧运维场景（如预测性维护、全局优化等）的实际效果，量化其实际收益；
- 6) 接口与数据质量评估：评估各系统间数据交互的稳定性、完整性、准确性，梳理数据链路中的问题。

2 评估应采用定量与定性相结合的方法，依托智慧运维平台的历史数据和统计分析实施。

11.4.3 优化建议与持续改进应符合下列规定：

- 1 依据评估结果对比设计目标，梳理运行偏差，从运行策略、设备改造、运维流程等方面提出优化方案，编制《运维评估与优化建议报告》。
- 2 优化建议应明确改进内容、预期效果、实施路径及责任主体。
- 3 对于涉及控制策略调整、系统参数优化的建议，可在平台上进行模拟验证或小范围试点，确认效果后再全面推广。
- 4 优化措施落地后持续跟踪运行效果，对照评估基准核验改善成效；将有效优化方案纳入平台策略库，建立长效改进机制。
- 5 评估与优化报告应归档保存，作为建筑全生命周期管理的重要技术文件。

附录 A 建筑典型系统能耗与碳排放因子参考

A.0.1 采用本附录开展建筑碳排放基线估算、碳绩效对标工作时，应符合下列要求：

- 1 本附录提供了建筑主要用能系统的典型能耗指标参考范围及常用碳排放因子，用于设计阶段的碳排放基线估算和运行阶段的碳绩效对标。
- 2 实际取值应根据项目具体技术方案、当地气候条件及能源结构确定。有当地官方发布

数据时，应优先采用。

A.0.2 选用建筑各系统典型能耗指标开展碳排放测算时，应符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 建筑典型系统能耗指标参考范围（单位：kWh/(m² · a)）

系统类型	办公建筑	商场建筑	酒店建筑	医院建筑	学校建筑	住宅建筑
供暖系统	10~40	5~25	15~50	20~60	8~30	10~35
供冷系统	15~40	30~70	20~50	20~50	10~30	8~25
通风系统	5~15	8~20	6~18	10~25	4~12	2~8
生活热水系统	2~8	1~5	20~50	15~40	5~20	8~25
照明系统	8~20	15~40	10~25	12~30	6~15	5~12
电梯系统	1~4	2~6	2~5	3~8	1~3	1~3
数据中心/IT设备	5~30	2~10	2~8	5~20	1~5	0~2

注：以上数据为不同气候区、不同能效水平的综合参考范围，具体项目应根据实际情况确定。

A.0.3 开展建筑碳排放核算选用各类能源碳排放因子时，应符合表 A.0.3 的规定。

表 A.0.3 常用能源碳排放因子参考值

能源品种	碳排放因子参考值	单位	数据来源/说明
电力（企业碳核算—全国平均）	0.5612	kgCO ₂ /kWh	生态环境部、国家统计局 《关于发布 2023 年电力二氧

能源品种	碳排放因子参考值	单位	数据来源/说明
			化碳排放因子的公告》 (2025 年第 47 号)
电力（企业碳核算—华北区域）	0.7328	kgCO ₂ /kWh	同上公告，华北区域电网平均 CO ₂ 排放因子
电力（企业碳核算—东北区域）	0.7203	kgCO ₂ /kWh	同上公告，东北区域电网平均 CO ₂ 排放因子
电力（企业碳核算—华东区域）	0.6485	kgCO ₂ /kWh	同上公告，华东区域电网平均 CO ₂ 排放因子
电力（企业碳核算—华中区域）	0.5274	kgCO ₂ /kWh	同上公告，华中区域电网平均 CO ₂ 排放因子
电力（企业碳核算—西北区域）	0.6204	kgCO ₂ /kWh	同上公告，西北区域电网平均 CO ₂ 排放因子
电力（企业碳核算—南方区域）	0.4778	kgCO ₂ /kWh	同上公告，南方区域电网平均 CO ₂ 排放因子
电力（CCER 项目基准线—西南区域）	0.2157	kgCO ₂ /kWh	同上，西南区域电网 OM 因子
天然气	2.1620	kgCO ₂ /m ³	《公共建筑运营单位（企业）温室气体排放核算方法》

能源品种	碳排放因子参考值	单位	数据来源/说明
液化石油气 (LPG)	3.1013	kgCO ₂ /kg	《公共建筑运营单位（企业）温室气体排放核算方法》
柴油	3.1860	kgCO ₂ /kg	《公共建筑运营单位（企业）温室气体排放核算方法》
汽油	3.0430	kgCO ₂ /kg	《公共建筑运营单位（企业）温室气体排放核算方法》
市政热力（蒸汽）	0.11~0.15	kgCO ₂ /MJ	根据热源类型不同差异较大，应优先采用热力供应商提供数据
市政热力（热水）	0.09~0.13	kgCO ₂ /MJ	根据热源类型不同差异较大，应优先采用热力供应商提供数据

注： 1 电力碳排放因子分为两类——“企业碳核算用电力平均 CO₂排放因子”适用于建筑运行阶段碳排放基线核算（本标准第 4.4.1 条）、企业温室气体排放核算等；“CCER 项目基准线排放因子”仅适用于中国温室气体自愿减排项目的设计、实施与减排量核算，不可用于企业碳核算；

2 企业碳核算用电力排放因子以生态环境部、国家统计局于 2025 年 12 月 31 日发布的《关于发布 2023 年电力二氧化碳排放因子的公告》（2025 年第 47 号）为最新依据，表中数据为该公告中的区域电网平均 CO₂排放因子；

3 CCER 项目基准线排放因子以国家气候战略中心于 2026 年 1 月发布的最新数据为参考；

4 各类碳排放因子具有较强的时间敏感性和地域差异性。设计时，若项目所在地有更加新近的官方发布数据，应优先采用。

附录 B 光储直柔系统设计要点与设备选型指南

B.0.1 开展建筑光储直柔（PSDF）系统设计及设备选型工作时，应符合下列要求：

1 本附录提供了光储直柔（PSDF）系统在设计及设备选型中的关键技术要点，作为本标准第 5.1 章的补充和细化。

2 光储直柔系统的设计应综合考虑建筑功能、负荷特性、资源条件、经济性、安全性，通过多方案比选确定最优配置。

B.0.2 光伏系统设计要点进行光储直柔配套光伏系统设计时，应符合下列要求：

1 资源评估：应采用专业软件（如 PVsyst、RETScreen 等）进行太阳能资源评估，获取项目所在地的全年太阳辐照量、最佳倾角、最佳方位角等参数。

2 容量估算：光伏装机容量应结合可用安装面积、投资回报预期、负荷消纳能力及并网要求综合确定。可按下列方法估算：

3 按可用面积估算：

$$P_{STC} = A_{PV} \times \eta_{module} \times f_{layout}$$

式中： P_{STC} —— 光伏组件标称功率（kWp）；

A_{PV} —— 光伏组件安装面积（m²）；

η_{module} —— 光伏组件效率（通常为 0.15~0.22）；

f_{layout} —— 布局系数（考虑间距、通道等，通常取 0.6~0.8）。

4 按负荷消纳估算：

$$P_{STC} = \frac{E_{demand} \times f_{PV}}{(H_{year}/G_{STC}) \times \eta_{total}}$$

式中： E_{demand} —— 建筑年用电量（kWh/a）；

f_{PV} —— 光伏替代率目标（如 20%~50%）；

H_{year} —— 光伏方阵面年总太阳能辐照量（kWh/m²）；

G_{STC} —— 标准测试条件下的辐照度，取 1 kW/m²；

η_{total} —— 系统综合效率系数。

5 组件选型：

- 1) 晶体硅组件：效率高、技术成熟，适用于大部分建筑场景；
- 2) 薄膜组件：弱光性能好、温度系数低、外观均匀，适用于立面光伏或对美观要求高的场景；
- 3) BIPV 组件：兼具发电与建筑功能，如光伏瓦、光伏幕墙、光伏遮阳板等，应满足相应建筑构件的性能要求。

6 逆变器选型：

- 1) 组串式逆变器：适用于分布式光伏，MPPT 路数多，灵活性高；
- 2) 集中式逆变器：适用于大规模光伏阵列，效率高，成本低；
- 3) 微型逆变器：适用于组件级监控，安全性高，但成本较高；
- 4) 用于光储直柔系统的逆变器应具备双向功率控制能力和与储能系统协调运行的接口。

B.0.3 开展光储直柔配套储能系统电池选型、容量配置及安全设计工作时，应符合下列要求：

1 电池类型选择：

- 1) 磷酸铁锂电池：循环寿命长（2000~6000 次）、安全性高、能量密度适中，是目前建筑储能的首选；
- 2) 钛酸锂电池：循环寿命极长（10000 次以上）、充放电倍率高，适用于频繁充放电场景，但成本较高；
- 3) 铅碳电池：成本低、安全性好，但循环寿命较短（500~1500 次），适用于对寿命要求不高的场景；
- 4) 全钒液流电池：循环寿命极长、安全性极高，但能量密度低、占地面积大，适用于大型储能场景。

2 容量配置方法：

- 1) 按自发自用最大化配置：基于典型日负荷曲线和光伏出力曲线，优化确定储能容量，使光伏消纳率最大化。可采用下列简化公式估算：

$$E_{storage} = \max \sum (P_{PV,t} - P_{load,t}) \times \Delta t$$

- 2) 式中取所有 $P_{PV,t} > P_{load,t}$ 的时刻，计算日累计富余发电量，取最大值作为储能容量参考。

- 3) 按需量管理配置：

$$P_{storage} = P_{peak} - P_{target}$$

$$E_{storage} = P_{storage} \times T_{peak}$$

式中：
 P_{peak} —— 月最大需量（kW）；
 P_{target} —— 需量控制目标（kW）；
 T_{peak} —— 峰值持续时间（h，通常取 1~2h）。

- 4) 按后备电源配置：

$$E_{storage} = P_{critical} \times T_{backup}$$

式中：
 $P_{critical}$ —— 关键负荷功率（kW）；
 T_{backup} —— 后备供电时间（h）。

3 安全设计要求：

- 1) 储能系统应布置在专用的防火、防爆、通风良好的空间或舱体内，不得设置在疏散通道、安全出口附近；
- 2) 应设置电池管理系统（BMS），实时监测电池电压、电流、温度、SOC 等参数，具备过充、过放、过温、短路等保护功能；
- 3) 应设置火灾自动报警与自动灭火系统，灭火剂应适用于电气火灾和锂电池火灾；
- 4) 储能区域应设置泄压口、防爆照明、防爆电气设备；
- 5) 应设置热管理系统（风冷或液冷），确保电池工作在适宜温度范围（通常 15~35℃）。

B.0.4 直流配电与柔性负载设计应符合以下要求：

1 电压等级选择应符合以下要求：

- 1) ±375V（或 750V）：适用于大容量直流配电，如直流母线、集中式逆变器；
- 2) 240V（或 220V）：适用于楼宇内直流配电，可直接为部分直流电器供电；
- 3) 48V：适用于通信设备、LED 照明、安防设备等低压直流负载；
- 4) 24V/12V：适用于传感器、控制器等末端设备。

2 直流配电架构应符合以下要求：

- 1) 集中式直流母线：所有直流源荷接入同一母线，适用于新建建筑；
 - 2) 分布式直流微电网：按区域划分多个直流子微网，通过直流变换器互联，适用于改造项目或大型建筑；
 - 3) 交直流混合配电：保留交流配电的同时，设置直流微电网为直流负荷供电，是目前过渡阶段的主流方案。
- 3 柔性负载识别与分类应符合以下要求：
- 1) 可平移负载：可在时间上平移的用电设备，如洗衣机、洗碗机、电动汽车充电、蓄冷/蓄热设备；
 - 2) 可削减负载：可在短时间内降低功率的设备，如照明（调光）、空调（调温）、电热水器；
 - 3) 可中断负载：可在短时间内完全关闭的设备，如非关键插座、备用设备；
 - 4) 可转换负载：可在不同能源形式间转换的负载，如双能源热水系统。
- 4 柔性控制接口应符合以下要求：
- 1) 柔性负载应配置智能控制模块，支持远程通断、功率调节、模式切换；
 - 2) 控制接口应支持标准通讯协议（如 Modbus、KNX、BACnet、DALI 等）；
 - 3) 应提供负载的实时功率、可调范围、响应状态等数据，便于平台优化调度；
 - 4) 应设置本地手动控制权限，确保在紧急情况下可人工干预。

附录 C 多能互补系统典型配置与运行策略示例

C.0.1 开展建筑多能互补系统设计与方案配置工作时，应符合以下要求：

- 1) 本附录通过示例说明了多能互补系统的几种典型配置及其运行策略，旨在为设计人员提供直观参考。
- 2) 实际项目应依据本标准第 4.3 条和第 5.2 条的原则，结合项目具体条件进行个性化设计，不得直接套用示例方案。

C.0.2 夏热冬冷地区办公建筑多能互补系统配置及运行管控，应符合以下要求：

1 系统配置：

- 1) 冷热源：地源热泵系统（承担基础冷热负荷）+ 变频冷水机组（承担尖峰冷负荷）+ 燃气锅炉（调峰热负荷/备用）
- 2) 可再生能源：屋面光伏系统

- 3) 储能：蓄热水箱（与地源热泵耦合）
- 4) 输配系统：变频水泵、变风量空调箱

2 运行策略：

- 1) 夏季：地源热泵优先运行，承担基础冷负荷；当冷负荷超过地源热泵容量的80%时，启动冷水机组联合供冷；夜间利用低价电或光伏富余电力，通过地源热泵或冷水机组向蓄热水箱蓄冷；光伏发电优先供建筑自身用电，富余电力向电网反送或存入储能。
- 2) 冬季：地源热泵优先运行，承担基础热负荷；当热负荷超过地源热泵容量时，启动燃气锅炉补充；太阳能集热（如有）用于生活热水预热；蓄热水箱存储夜间低价电或热泵富余热量，用于白天调峰。
- 3) 过渡季：优先利用新风免费供冷；地源热泵可根据需要供冷或供热，并利用土壤蓄能；光伏发电完全自用。

3 控制逻辑：

- 1) 基于负荷预测，动态优化地源热泵与冷水机组/锅炉的负荷分配；
- 2) 蓄热水箱的充放能策略结合分时电价和光伏出力动态调整；
- 3) 系统 COP 目标设定：全年综合能效比 ≥ 4.0 。

C.0.3 寒冷地区酒店建筑多能互补系统配置及运行管控，应符合以下要求：

1 系统配置：

- 1) 冷热源：空气源热泵（供冷+供暖）+ 燃气锅炉（供暖调峰+生活热水）
- 2) 生活热水：太阳能热水系统（预热）+ 热泵热水机组（主热源）+ 燃气锅炉（备用/调峰）
- 3) 可再生能源：屋面光伏系统 + 太阳能集热器
- 4) 热回收：空调冷凝热回收（预热生活热水）
- 5) 储能：蓄热水箱（生活热水）+ 蓄冷罐（空调）

2 运行策略：

- 1) 供冷季：空气源热泵运行供冷，冷凝热回收用于生活热水预热；夜间利用低价电或光伏电力向蓄冷罐蓄冷，白天释放；光伏发电优先自用。
- 2) 供暖季：空气源热泵优先运行，承担基础供暖负荷；当室外温度低于热泵经济运行温度时，切换至燃气锅炉供暖；生活热水优先由太阳能预热，不足部

分由热泵热水机组加热；蓄热水箱存储热泵或锅炉富余热量，用于生活热水调峰。

- 3) 全年生活热水：太阳能预热 → 冷凝热回收预热 → 热泵热水机组加热 → 燃气锅炉调峰/备用；优先利用免费热源和可再生能源，最大限度降低化石能源消耗。

3 控制逻辑：

- 1) 基于室外温度、太阳辐照度、入住率预测，动态优化各热源运行优先级；
- 2) 冷凝热回收优先用于生活热水预热，富余热量可向室外排放；
- 3) 系统碳排放目标：比常规系统降低 30%以上。

C.0.4 开展区域能源站多能互补系统配置、运行调控设计时，应符合下列要求：

1 系统配置：

- 1) 发电设备：燃气内燃机热电联产（CHP）机组
- 2) 制冷设备：烟气热水型溴化锂吸收式制冷机 + 电制冷机组
- 3) 供热设备：烟气热水换热器 + 燃气锅炉
- 4) 储能：蓄冷罐 + 蓄热罐
- 5) 可再生能源：光伏电站（可选）

2 运行策略：

- 1) 基本原则：遵循“以热定电”原则，优先满足热负荷需求，富余电力上网；
- 2) 夏季：CHP 机组运行发电，高温烟气和缸套水驱动溴化锂机组制冷；不足冷负荷由电制冷机组补充；蓄冷罐在夜间低价电时段蓄冷，白天释放削峰；
- 3) 冬季：CHP 机组运行发电，烟气和缸套水通过换热器供暖；不足热负荷由燃气锅炉补充；蓄热罐存储富余热量，用于调峰；
- 4) 过渡季：CHP 机组可根据电力需求运行，余热用于生活热水或蓄存；当热负荷较低时，可部分或全部关闭 CHP 机组，由电网供电。

3 控制逻辑：

- 1) CHP 机组台数控制：根据热负荷变化动态启停机组台数；
- 2) 蓄冷/蓄热策略：结合分时电价和 CHP 余热优化充放能时机；
- 3) 系统综合能源利用率目标： $\geq 75\%$ 。

附录 D 常用传感器与计量装置选型指南

D.0.1 选用建筑给排水、暖通空调、电气专业传感器与计量装置开展智慧运维数据采集时，应符合下列要求：

1 本附录列出了为满足智慧运维数据采集需求，给排水、暖通空调、电气等专业常用传感器与计量装置的主要选型技术要求。

2 实际选型应根据被测介质特性、测量范围、精度要求、安装环境及成本等因素综合确定。

D.0.2 建筑各场景温度监测选用温度传感器时，应符合表 D.0.2 的规定。

表 D.0.2 各场景温度传感器选型技术参数表

测量场景	推荐类型	精度等级	量程范围	输出信号	安装要求
空调水管水温	Pt1000 铂电阻	$\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ (A 级)	0~100 $^{\circ}\text{C}$	4-20mA / RTD	插入式，配测温套管
空调风管风温	NTC 热敏电阻	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	-20~80 $^{\circ}\text{C}$	4-20mA / 0-10V	插入式，探杆长度 $\geq 100\text{mm}$
室内空气温度	数字温度传感器	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	0~50 $^{\circ}\text{C}$	RS485 / BACnet	壁挂式，避免阳光直射
室外环境温度	数字温度传感器	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	-40~60 $^{\circ}\text{C}$	RS485 / 4-20mA	防辐射罩，通风良好
设备表面温度	贴片式热电偶	$\pm 1.0^{\circ}\text{C}$	-50~200 $^{\circ}\text{C}$	4-20mA / 热电偶	紧密贴合，导热硅脂

D.0.3 针对建筑不同工况开展压力监测选用压力传感器时，应符合表 D.0.3 的规定。

表 D.0.3 各场景压力传感器选型技术参数表

测量场景	推荐类型	精度等级	量程范围	输出信号	安装要求
空调水压力	压阻式	± 0.5%FS	0~ 1.6MPa	4-20mA	带截止阀，配散热器（高温）
空调风压	微差压传感器	± 1.0%FS	0~ 1000Pa	4-20mA / 0-10V	取压管倾斜向下，防凝露
给水压力	压阻式	± 0.5%FS	0~ 1.0MPa	4-20mA	带截止阀，不锈钢材质
蒸汽压力	压阻式（高温型）	± 0.5%FS	0~ 1.0MPa	4-20mA	带散热器或冷凝管

D.0.4 建筑各类介质流量、热量计量选用流量传感器、热量表时，应符合表 D.0.4 的规定。

表 D.0.4 各场景流量传感器与热量表选型技术参数表

测量场景	推荐类型	精度等级	口径范围	输出信号	安装要求
空调冷冻水	电磁流量计	0.5 级	DN50~ DN600	4-20mA / RS485 / Modbus	直管段要求：前 5D 后 2D
空调冷却水	电磁流量计	0.5 级	DN50~ DN600	4-20mA / RS485 / Modbus	直管段要求：前 5D 后 2D
生活冷水	超声波水表	2 级	DN15~ DN300	RS485 / M-Bus	直管段要求：前 10D 后 5D

测量场景	推荐类型	精度等级	口径范围	输出信号	安装要求
生活热水	超声波热量表	2 级	DN20～ DN200	RS485 / M-Bus	配对温度传感器，直管段要求
燃气流量	气体涡轮/超声波	1.0 级	DN25～ DN200	RS485 / Modbus	根据燃气种类选型，防爆要求
蒸汽流量	涡街流量计	1.5 级	DN50～ DN300	4-20mA / RS485	配温度和压力补偿

D.0.5 建筑各用电回路配置电能计量装置开展电耗采集计量时，应符合表 D.0.5 的规定。

表 D.0.5 各场景电能计量装置选型技术参数表

测量场景	推荐类型	精度等级	额定电流	通讯协议	功能要求
进线总电能	多功能电能表	0.5S 级	根据 CT 变比	Modbus / BACnet / DL/T645	全电量测量，需量，谐波
出线回路	多功能电能表	1.0 级	根据 CT 变比	Modbus / BACnet	电压、电流、功率、电能
分项计量	导轨式电能表	1.0 级	5(80)A 直接接入	Modbus / M-Bus	体积小，DIN 导轨安装
光伏并网	双向电能表	0.5S 级	根据 CT 变比	Modbus / DL/T645	双向计量，有功/无功

测量场景	推荐类型	精度等级	额定电流	通讯协议	功能要求
充电桩计量	直流电能表	1.0 级	根据量程	Modbus	直流计量，适用于直流桩

D.0.6 开展室内环境、水箱液位、光照、消防、水质、土壤湿度等参数监测选用配套传感器时，应符合表 D.0.6 的规定。

表 D.0.6 各类环境、水质、液位及土壤传感器选型技术参数表

测量场景	推荐类型	精度等级	量程范围	输出信号	安装要求
室内 CO ₂ 浓度	NDIR 红外	±50ppm	0~2000ppm	RS485 / 4-20mA / 0-10V	壁挂式，高度 1.2~1.5m
室内湿度	电容式	±3%RH	0~100%RH	RS485 / 4-20mA / 0-10V	可与温度传感器集成
液位（水箱）	静压式/超声波	±0.5%FS	0~5m	4-20mA / RS485	根据介质和安装条件选择
光照度	硅光电池	±5%	0~2000Lux	RS485 / 0-10V	安装位置代表区域照度
烟雾报警	光电式	-	-	开关量 /RS485	符合消防规范要求

测量场景	推荐类型	精度等级	量程范围	输出信号	安装要求
水质-浊度	散射光式浊度仪	$\pm 5\%FS$	0~10 NTU	4-20mA / RS485	流通槽安装，减少气泡干扰
水质-pH值	复合电极式 pH 计	$\pm 0.1pH$	0~14	4-20mA / RS485	浸入式或流通槽，定期校验
水质-余氯	电流法余氯传感器	$\pm 5\%FS$	0~2 mg/L	4-20mA / RS485	流通槽安装，恒定流速
排水流量（市政排出口）	电磁流量计/超声波明渠流量计	1.0 级	根据管径选择	4-20mA / RS485	直管段满足前 10D 后 5D；明渠流量计需配标准量水堰槽
水质-温度	Pt1000 铂电阻/NTC 热敏电阻	$\pm 0.5^{\circ}C$	0~80 $^{\circ}C$	4-20mA / RS485	插入式，配测温套管，耐腐蚀材质
水质-pH值	复合电极式 pH 计	$\pm 0.1pH$	0~14	4-20mA / RS485	浸入式或流通槽安装，定期校验，电极可拆卸清洗
水质-COD	紫外吸收法 COD 传感器	$\pm 5\%FS$	0~500mg/L	4-20mA / RS485	浸入式，配置自动清洗装置（如机械刮刷），避免强光直射

测量场景	推荐类型	精度等级	量程范围	输出信号	安装要求
水质-油份	紫外荧光法油份传感器	$\pm 5\%FS$	0~100mg/L	4-20mA	
土壤湿度	频域反射式（FDR）土壤湿度传感器	$\pm 3\%$	0~100% VWC	4-20mA / RS485	埋设于植物根系层深度，避免与肥料直接接触

附录 E 系统接口协议推荐清单（含能源系统）

E.0.1 开展建筑设备及能源系统接口协议选型与系统集成设计时，应符合下列要求：

1 本附录列出了在建筑设备系统集成中宜优先采用的开放、通用通讯协议，以支持本标准第 3.5 条“开放协议与标准化接口”的要求。

2 实际选型应根据系统规模、设备兼容性、数据传输要求及成本等因素综合确定，优先选择应用广泛、技术成熟的标准协议。

E.0.2 进行楼宇自控系统通讯协议选型与集成设计时，应符合表 E.0.2 的规定。

表 E.0.2 楼宇自控领域推荐通讯协议参数表

协议名称	适用层级	通讯介质	典型应用场景	特点简述
BACnet/IP	管理级 /自动化级	以太网	BMS 系统集成、 工作站与控制器 通讯	ASHRAE 标准，开放性最好，支持大规模系统
BACnet MS/TP	现场级	RS-485	控制器与 I/O 模 块、传感器、执 行器通讯	成本低，可靠性高，适用于中小规模系统

协议名称	适用层级	通讯介质	典型应用场景	特点简述
Modbus TCP/IP	管理级 /自动 化级	以太网	能源管理、电力 监控、设备数据 采集	简单易用，应用广 泛，多数设备支持
Modbus RTU	现场级	RS-232/485	智能仪表、变频 器、PLC 数据采 集	协议简单，工业领域 应用普遍
KNX	现场级	双绞线/电 力线/无线	智能照明控制、 遮阳控制、末端 控制	EIB/KNX 标准，主要 用于楼宇控制末端
LonWorks	现场级	双绞线/电 力线	各种设备控制 (较早期系统)	去中心化控制，但现 在应用减少

E.0.3 开展能源、电力系统通讯协议选型及数据集成设计时，应符合表 E.0.3 的规定。

表 E.0.3 能源与电力领域推荐通讯协议参数表

协议名称	适用层级	通讯介质	典型应用场景	特点简述
IEC 61850	变电站级	以太网	变配电系统、微电网 控制	电力系统国际标准，支 持高级功能
IEC 60870- 5-104	调度级	以太网	电力调度、需求侧响 应	电力系统远动协议，应 用广泛
DL/T 645	现场级	RS- 485	多功能电能表数据采 集	中国电力行业标准，电 表通用协议

协议名称	适用层级	通讯介质	典型应用场景	特点简述
M-Bus	现场级	双绞线	水表、热量表、燃气表数据采集	欧洲仪表总线标准，适用于远程抄表

E.0.4 开展物联网终端接入、云平台数据对接及跨系统数据交互协议选型设计时，应符合表 E.0.4 的规定。

表 E.0.4 物联网与云平台领域推荐通讯协议参数表

协议名称	适用层级	通讯介质	典型应用场景	特点简述
MQTT	数据传输层	TCP/IP	物联网设备数据上传、云平台接入	轻量级、发布/订阅模式，适合大量设备连接
CoAP	数据传输层	UDP/IP	资源受限设备通讯	类似 HTTP 的 RESTful 风格，适用于低功耗设备
OPC UA	管理级	TCP/IP	工业自动化系统集成、跨平台数据交换	平台独立、安全机制完善，适用于复杂系统
HTTP/HTTPS	管理级	TCP/IP	Web API 接口、云平台对接	通用标准，简单易用
WebSocket	管理级	TCP/IP	实时数据推送、双向通讯	支持全双工通讯，低延迟

E.0.5 开展照明、无线传感、广域物联网等专用设备通讯协议选型设计时，应符合表 E.0.5 的规定。

表 E.0.5 其他专用领域推荐通讯协议参数表

协议名称	适用层级	通讯介质	典型应用场景	特点简述
DALI	现场级	专用双绞线	智能照明控制（调光）	数字可寻址照明接口标准，每个灯具可单独寻址
DMX512	现场级	双绞线	舞台灯光、景观照明控制	娱乐灯光控制标准
Zigbee	现场级	无线（2.4GHz）	无线传感器网络、智能家居	低功耗、自组网，适用于无线传感器
LoRaWAN	现场级	无线（Sub-GHz）	远距离、低功耗传感器数据采集	长距离、低功耗、穿透力强
NB-IoT	现场级	无线（蜂窝）	广域物联网设备（如水表、电表）	运营商网络覆盖，无需自建网关

E.0.6 协议选型原则应符合以下要求：

- 1 互操作性优先：优先选择开放、非专有的标准协议，避免采用无法开放的私有协议。
- 2 层级匹配：根据通讯对象所处的层级（管理级、自动化级、现场级）选择适合的协议。
- 3 设备兼容性：考虑拟选用设备所支持的协议类型，避免因协议不匹配导致额外增加协议转换器。
- 5 性能需求：根据数据传输频率、数据量大小、实时性要求选择合适的协议。
- 6 未来扩展：考虑系统未来扩展需求，选择有良好生态和发展前景的协议。

附录 F 能源与碳计算模板

F.0.1 采用标准化模板开展建筑设计阶段能耗与碳排放测算工作时，应符合下列要求：

1 本附录提供了用于建筑设计阶段能源消耗与碳排放计算的标准化模板，用于支撑本标准第 4.4 条“碳排放基线评估”的要求。

2 模板可作为基础计算工具，鼓励使用更复杂的动态模拟软件进行深入分析。

F.0.2 开展建筑运行阶段碳排放计算时，应符合表 F.0.2 的规定。

表 F.0.2 建筑运行碳排放计算表

序号	能源品种	年消耗量 E_i	单位	碳排放因子 EF_i	单位	年碳排放量 $C_i = E_i \times EF_i$	单位
1	外购电力		kWh	【填写当地值】	kgCO ₂ /kWh		kgCO ₂
2	天然气		m ³	2.1620	kgCO ₂ /m ³		kgCO ₂
3	市政热力（蒸汽）		GJ	【填写当地值】	kgCO ₂ /GJ		kgCO ₂
4	市政热力（热水）		GJ	【填写当地值】	kgCO ₂ /GJ		kgCO ₂
5	柴油		kg	3.1860	kgCO ₂ /kg		kgCO ₂

序号	能源品种	年消耗量 E_i	单位	碳排放因子 EF_i	单位	年碳排放量 $C_i = E_i \times EF_i$	单位
6	液化石油气 (LPG)		kg	3.1013	kgCO ₂ /kg		kgCO ₂
7	其他能源 1		【注明】	【注明】	【注明】		kgCO ₂
8	其他能源 2		【注明】	【注明】	【注明】		kgCO ₂
	碳排放总量合计					$C_{\text{operation}} = \sum C_i$	kgCO ₂
	单位面积碳排放强度					$I = C_{\text{operation}} / A$	kgCO ₂ /m ²

F.0.3 填写建筑运行碳排放计算表时，应符合下列要求：

- 1 年消耗量 E_i ：基于能耗模拟软件计算结果或设计指标填写。不同能源品种应使用标准计量单位（电力：kWh，天然气：m³，热力：GJ，燃油：kg）。
- 2 碳排放因子 EF_i ：优先采用项目所在地最新、最权威的官方发布数据。若无当地数据，可参考附录 A.0.3 的参考值。
- 3 建筑面积 A ：填写项目的总建筑面积（m²），应与项目指标一致。
- 4 可再生能源抵扣：如项目采用光伏发电等可再生能源，可在碳排放总量中扣除相应减排量，但需单独说明计算依据。

F.0.4 分系统统计建筑各类能源年消耗量并汇总核算时，应符合表 F.0.4 的格式。

表 F.0.4 能源消耗计算基础表（用于汇总年消耗量）

用能系统	电力 (kWh)	天然气 (m ³)	热力 (GJ)	柴油 (kg)	...	备注
供暖系统						
供冷系统						
通风系统						
生活热水系统						
照明系统						
电梯系统						
办公设备/插座						
数据中心/IT设备						
厨房设备						
其他用电						
合计						

附录 G 运维信息需求清单

G.0.1 编制建筑运维信息需求说明书、梳理项目交付运维资料清单时，应符合下列要求：

1 本附录提供了建筑设备系统在交付时需包含的典型运维信息项目清单，是编制本标准第 10.4 条《运维信息需求说明书》的核心依据。

2 实际项目可根据建筑类型、系统复杂度和运维管理需求，对本清单进行增补或删减。

G.0.2 梳理全部建筑机电设备统一运维基础信息时，应符合表 G.0.2 的格式。

表 G.0.2 全设备通用运维信息清单表

信息类别	信息项	说明/示例
资产信息	设备名称	冷水机组-1
	设备编号	CH-01（与 BIM/图纸一致）
	设备类型	冷水机组/水泵/风机/配电柜...
	所属系统	暖通空调系统/给排水系统/电气系统...
	安装位置	地下室制冷机房/B1F-01 区域
	空间编码	与 BIM 模型中的空间编码对应
	生产厂商	XX 公司
	供应商	XX 公司
	型号	XX-1000
	序列号	SN12345678
	出厂日期	2025-06-01
	安装日期	2025-08-15
	投产日期	2026-01-01
	设计寿命	20 年

信息类别	信息项	说明/示例
	重量	5000 kg
	外形尺寸	4000×2000×2500 mm
技术参数	额定电压	380V
	额定电流	800A
	额定功率	400 kW
	功率因数	0.85
	能效等级	一级
	额定制冷量	1000 kW
	额定制热量	-
	额定 COP	5.6
	制冷剂类型	R134a
	制冷剂充注量	500 kg
	额定流量	200 m ³ /h
	额定扬程	32 m
	防护等级	IP54
	绝缘等级	F 级

信息类别	信息项	说明/示例
运维信息	维护周期	每 3 个月
	维护内容	清洁、紧固、润滑
	润滑油脂型号	壳牌 XX
	皮带型号	SPB-2000（如适用）
	过滤器型号	G4-500×500（如适用）
	易损件清单	轴承、密封圈、皮带
	保修期限	2 年
	保修范围	整机
	厂家联系电话	400-XXX-XXXX
	厂家联系人	张工
文档信息	操作手册	[文件路径/链接]
	维护手册	[文件路径/链接]
	安装说明书	[文件路径/链接]
	产品合格证	[文件路径/链接]
	出厂测试报告	[文件路径/链接]
	竣工图纸索引	[图纸编号/链接]

信息类别	信息项	说明/示例
	备件手册	[文件路径/链接]

G.0.3 归集暖通空调设备专项运维技术信息时，应符合表 G.0.3 的格式。

表 G.0.3 暖通空调系统专用运维信息清单

信息类别	信息项	说明/示例
冷水机组	部分负荷性能曲线	COP vs 负荷率
	冷却水进出口温度范围	30/35℃
	冷冻水进出口温度范围	7/12℃
	允许电压波动范围	±10%
	启动电流	1200A
	控制方式	微电脑控制，Modbus 接口
水泵/风机	性能曲线	流量-扬程曲线、效率曲线
	变频范围	30～50 Hz
	电机型号	YX3-200L-4
	轴承型号	6205
空调箱	风量	20000 m ³ /h
	机外余压	500 Pa
	冷盘管排数	6 排

信息类别	信息项	说明/示例
	热盘管排数	2 排
	过滤器初阻力	100 Pa
	电机功率	15 kW

G.0.4 归集变压器、配电柜、计量仪表等电气设备专项运维技术信息时，应符合表 G.0.4 的格式。

表 G.0.4 电气系统专用运维信息清单

信息类别	信息项	说明/示例
变压器	额定容量	1250 kVA
	额定电压	10/0.4 kV
	联结组别	Dyn11
	空载损耗	1.5 kW
	负载损耗	10 kW
	阻抗电压	6%
配电柜/箱	进线开关型号	NSX1600N
	出线回路数	24 路
	母线规格	80×10 铜排
	浪涌保护器型号	Iimp 25kA
电能表	精度等级	0.5S 级

信息类别	信息项	说明/示例
	通讯协议	Modbus RTU
	计量参数	电压、电流、功率、电能、需量、谐波

G.0.5 归集给排水各类设备、水质监测仪表专项运维技术信息时，应符合表 G.0.5 的格式。

表 G.0.5 给排水系统专用运维信息清单

信息类别	信息项	说明/示例
水泵	流量	50 m ³ /h
	扬程	50 m
	电机功率	15 kW
	转速	2900 rpm
	叶轮材质	不锈钢 304
水箱	有效容积	100 m ³
	材质	不锈钢
	尺寸	5000×5000×4000 mm
水表	口径	DN100
	精度等级	2 级
	通讯协议	M-Bus
水质监测仪	测量参数	浊度、pH、余氯

信息类别	信息项	说明/示例
	测量范围	浊度 0~10NTU, pH 0~14, 余氯 0~2mg/L
	精度等级	浊度±5%FS, pH±0.1pH, 余氯±5%FS
	输出信号	4-20mA / RS485
	安装位置	B1F 给水泵房
	维护周期	电极每月清洗校验, 浊度仪每季度清洗
	通讯协议	Modbus RTU
排水流量计	类型	电磁流量计/超声波明渠流量计
	口径	DN300
	精度等级	1.0 级
	安装位置	市政排出口检查井
	通讯协议	Modbus RTU
水质监测仪（排水）	测量参数	pH、COD、温度
	测量范围	pH 0~14, COD 0~500mg/L, 温度 0~80℃
	精度等级	pH ±0.1, COD ±5%FS, 温度 ±0.5℃

信息类别	信息项	说明/示例
	输出信号	4-20mA / RS485
	安装位置	含油废水排水管/实验室排水管
	维护周期	电极每月清洗校验，光学窗口每月清洗
	通讯协议	Modbus RTU

G.0.6 绿化灌溉系统专用信息归集绿化灌溉配套控制设备、土壤监测传感器专项运维信息时，应符合表 G.0.6 的要求。

表 G.0.6 绿化灌溉系统专用运维信息清单

信息类别	信息项	说明/示例
智能灌溉控制器	控制回路数	8 路
	控制方式	时间表/土壤湿度/雨量联动
	通讯协议	Modbus TCP/IP / BACnet
土壤湿度传感器	测量原理	FDR 频域反射式
	测量范围	0~100% VWC
	精度	±3%
	输出信号	4-20mA / RS485
	安装位置	各灌溉分区植物根系层

G.0.7 归集光伏、逆变器、储能电池等光储直柔设备专项运维技术信息时，应符合表 G.0.7 的要求。

表 G.0.7 光储直柔系统专用运维信息清单

信息类别	信息项	说明/示例
光伏组件	标称功率	540 Wp
	组件效率	21%
	开路电压	49.5 V
	短路电流	13.9 A
	最大功率点电压	41.5 V
	最大功率点电流	13.0 A
	温度系数（Pmax）	-0.35%/℃
逆变器	额定功率	100 kW
	MPPT 电压范围	200~1000 V
	最大效率	98.5%
	防护等级	IP65
储能电池	电池类型	磷酸铁锂
	额定容量	200 kWh
	额定功率	100 kW
	额定电压	512 V
	充放电效率	95%

信息类别	信息项	说明/示例
	循环寿命	6000 次
	SOC 工作范围	10%~90%

附录 H 设计协同会议记录模板

H.0.1 开展建筑多专业设计协同会议、编制会议记录文件时，应符合下列要求：

1 本附录提供了本标准第 8.1.2 条要求的跨专业协同会议的记录模板，用于规范协同过程，确保决议可追溯。

2 每次协同会议均应形成会议记录，经参会人员确认后归档保存。

H.0.2 应按统一格式完整填报会议基础信息、研讨议题、决议成果、闭环任务及参会信息，具体内容详见表 H.0.2 的格式：

表 H.0.2 跨专业设计协同会议记录表

项目名称		会议编号	COORD-2026-001
会议主题	初步设计阶段跨专业协同会议（智慧运维专题）		
会议时间	2026 年__月__日	会议地点	项目部会议室
主持人		记录人	
参会人员			
缺席人员			

序号	议题	讨论内容与决议	待办事项	责任专业/人	完成时限
1	制冷机房设备运输通道	讨论冷水机组（尺寸 4000×2000×2500）运输路径。B1 层车道净高 3.2m 满足要求，但车道转弯半径不足。决议：结构专业复核 B1 层车道内墙可拆除改造的可能性；如不可行，设备基础施工前预留屋面吊装孔。	1. 复核 B1 层车道结构改造可行性； 2. 确定屋面吊装孔位置及尺寸。	结构专业 建筑专业	3 月 15 日 3 月 20 日
2	传感器安装位置	讨论空调机房内温湿度传感器安装位置。原设计在回风管上，但回风管较短且靠近弯头，测量不准确。决议：改为在典型区域吊顶内独立安装室内温湿度传感器，智能化专业提供点位，电气专业预留电源。	1. 提供室内传感器点位； 2. 复核电源容量并预留回路。	智能化专业 电气专业	3 月 10 日 3 月 15 日

序号	议题	讨论内容与决议	待办事项	责任专业/人	完成时限
3	光储直柔系统接口	讨论光伏系统与能源管理平台的接口定义。光伏逆变器支持 Modbus TCP/IP，需提供数据点表。决议：电气专业协调光伏供应商提供详细点表，由智能化专业确认通讯协议兼容性。	1. 获取光伏逆变器点表； 2. 确认通讯协议兼容性。	电气专业 智能化专业	3月20日 3月25日
4	BIM碰撞检查	查看最新 BIM 碰撞报告，发现 B1 层给水管与新风管在 3 轴/C 轴处碰撞。决议：给排水专业调整水管标高，避让新风管，修改后提交复检。	修改 B1 层给水管标高，提交复检	给排水专业	3月8日
5	检修口预留	讨论吊顶内阀门检修口设置。暖通专业提出多处阀门位于吊顶内，需设置检修口。决议：建筑专业在吊顶平面图上标注所有检修口位置，确保与阀门位置对应。	在吊顶平面图上标注检修口	建筑专业	3月25日

待决议事项	
1. 光伏组件是采用 BIPV 还是 BAPV 方案，需业主 3 月 10 日前确认。	

下次会议时间 2026 年 3 月 30 日 14:00

参会人员签字

建筑： 结构：

给排水： 暖通：

电气： 智能化：

设计总负责人： 业主代表（如有）：

附录 I 系统接口定义文档模板

I.0.1 编制系统接口定义文档时，应符合下列要求：

1 本附录提供了本标准第 8.3 条和第 10.5 条要求的《系统接口定义文档》的标准模板。

2 每个重要接口应编制独立的接口定义文档，或在一个文档中分章节描述。

I.0.2 接口定义文档模板平台接口定义文件时，应符合表 I.0.2-1 的内容。

表 I.0.2-1 接口定义文档模板

项目名称		文档编号	INT-2026-001
接口名称	光伏监控系统 ↔ 能源管理平台接口		
版本	V1.0	日期	2026 年__月__日

1 接口概述应符合表 I.0.2-2 的内容。

表 I.0.2-2 接口概述

项目	内容
接口双方	A 方：光伏监控系统（以下简称“光伏系统”） B 方：能源管理平台（EMS）
接口目的	实现光伏系统运行数据的实时采集与上传，接收 EMS 下发的控制指令
功能描述	1. 光伏系统向 EMS 实时上传发电功率、累计发电量、逆变器状态等数据； 2. EMS 向光伏系统下发有功功率限值指令（用于需求侧响应）； 3. EMS 向光伏系统下发启停指令。
数据流向	双向：光伏系统 → EMS（监测数据）；EMS → 光伏系统（控制指令）

2 物理接口应符合表 I.0.2-3 的内容。

表 I.0.2-3 物理接口

项目	内容
接口位置	光伏监控系统通讯管理机（位于变配电所弱电间）→ 能源管理平台服务器（位于消防控制室）
线缆类型	超六类屏蔽网线（Cat6a SFTP）
接口器件	RJ45 屏蔽水晶头
接线方式	直连至弱电间交换机，通过建筑主干光缆连接至消防控制室
物理隔离	采用 VLAN 逻辑隔离，VLAN ID: 100

3 通讯接口应符合表 I.0.2-4 的内容。

表 I.0.2-4 物理接口

项目	内容
通讯协议	Modbus TCP/IP
IP 地址（A 方）	192.168.100.10
端口号（A 方）	502
IP 地址（B 方）	192.168.100.20
端口号（B 方）	502（客户端）
连接方式	B 方作为 Modbus 客户端主动连接 A 方服务器
通讯超时设置	连接超时：5s；响应超时：3s
重连机制	断线后自动重连，重试间隔 30s

4 数据点表应符合下列规定。

- 1) 光伏监控系统向能源管理平台上传实时监测数据时，数据点位定义、参数属性应符合下表 I.0.2-5 规定：

表 I.0.2-5 光伏监控系统上传只读数据点位明细表

点名称	点类型	寄存器地址	数据类型	单位	量程/取值	说明
PV_TotalPower	AI	40001	Float	kW	0~9999	光伏系统总有功功率

点名称	点类型	寄存器地址	数据类型	单位	量程/取值	说明
PV_DailyEnergy	AI	40003	Float	kWh	0~99999	当日累计发电量
PV_TotalEnergy	AI	40005	Float	kWh	0~9999999	累计总发电量
PV_Inverter1_Status	DI	30001	Boolean	-	0=停机, 1=运行	逆变器1运行状态
PV_Inverter1_Fault	DI	30002	Boolean	-	0=正常, 1=故障	逆变器1故障报警
PV_Inverter1_Temp	AI	40007	Float	℃	-20~100	逆变器1内部温度
PV_Array1_Irradiance	AI	40009	Float	W/m ²	0~1500	光伏阵列1辐照度
PV_Array1_Temp	AI	40011	Float	℃	-20~100	光伏组件温度

2) EMS 光伏监控系统下发调控类可写指令, 相关控制点位参数定义如下表

I.0.2-6 所示:

表 1.0.2-6 EMS 下发可写控制指令参数表

点名称	点类型	寄存器地址	数据类型	单位	量程/取值	说明
PV_Power_Limit	AO	40051	Float	kW	0～9999	有功功率限值（0表示 unlimited）
PV_System_Command	DO	00001	Boolean	-	0=停机， 1=启动	系统启停指令

5 光伏监控系统与能源管理平台交互功能的执行逻辑、触发条件及异常处置要求应符合下表 1.0.2-7 的规定。

表 1.0.2-7 接口交互功能逻辑及异常处理明细表

功能	触发条件	动作序列	异常处理
数据采集	EMS 每隔 5s 轮询一次	1. EMS 发起 Modbus 读请求； 2. 光伏系统返回数据； 3. EMS 解析并存入实时数据库。	连续 3 次读取失败，判定通讯中断，触发报警
功率限值控制	EMS 接收到电网需求侧响应指令	1. EMS 计算目标限值； 2. EMS 向光伏系统写入 PV_Power_Limit 寄存器； 3. 光伏系统执行功率限制； 4. EMS 读取执行后功率确认。	写入失败重试 3 次，仍失败则触发报警

功能	触发条件	动作序列	异常处理
系统 启停 控制	平台手动操作/ 自动策略触发	1. EMS 向光伏系统写入 PV_System_Command; 2. 光伏系统执行启停; 3. EMS 读取状态确认。	执行后状态与指令不符, 触发报警

6 光伏系统与能源管理平台对接通讯的安全管控要求应符合下表 1.0.2-7 的规定。

表 1.0.2-7 接口通讯安全要求表

项目	内容
访问控制	光伏系统侧设置 IP 白名单, 仅允许 EMS IP 地址访问
数据加密	网络层采用 IPsec VPN 加密 (可选)
安全隔离	采用 VLAN 逻辑隔离, 禁止直接暴露在公网
日志审计	双方系统记录所有控制指令操作日志

7 光伏监控系统与能源管理平台接口的测试流程及验收判定标准应符合下表 1.0.2-8 规定。

表 1.0.2-8 接口测试与验收要求表

项目	内容
测试方法	1. 连通性测试: ping 测试、端口测试; 2. 数据采集测试: 连续运行 72 小时, 数据无中断; 3. 控制功能测试: 下发指令验证响应; 4. 异常测试: 模拟断网重连、非法访问。
验收标准	1. 数据采集成功率 $\geq 99.5\%$; 2. 控制指令响应时间 $\leq 5s$; 3. 所有功能符合设计要求。

8 接口文件各方责任主体审核确认信息详见表 I.0.2-9 的格式。

表 I.0.2-9 多方责任单位签字确认表

专业/单位	签字	日期
电气专业		
智能化专业		
光伏系统供应商		
业主代表		

附录 J 设备监控点表模板

J.0.1 编制设备监控点表时，应遵循规范格式、完整定义点位信息，具体要求如下：

- 1 本附录提供了本标准第 10.6 条要求的《设备监控点表》（Points List）的标准模板。
- 2 点表应采用表格形式，每行定义一个监控点，信息完整、格式规范。

J.0.2 设备监控点表模板须符合表 J.0.2 的规定：

表 J.0.2 设备监控点表

序号	点名称	点描述	点类型	所属设备	物理位置	工程单位	量程/状态表	报警设置	通讯协议	设备地址	备注
1	CH-01-Run	1#冷水机组运行状态	DI	1#冷水机组	B1F 制冷机房	-	0=停机, 1=运行	-	Modbus	1:40001	
2	CH-01-Fault	1#冷水机组故障报警	DI	1#冷水机组	B1F 制冷机房	-	0=正常, 1=故障	故障报警	Modbus	1:40002	
3	CH-01-Mode	1#冷水机组手自动状态	DI	1#冷水机组	B1F 制冷机房	-	0=手动, 1=自动	-	Modbus	1:40003	
4	CH-01-Start	1#冷水机组远程启动	DO	1#冷水机组	B1F 制冷机房	-	0=停止, 1=启动	-	Modbus	1:00001	

序号	点名称	点描述	点类型	所属设备	物理位置	工程单位	量程/状态表	报警设置	通讯协议	设备地址	备注
5	CH-01-CW_Temp_In	1#冷水机组冷却水进水温度	AI	1#冷水机组	B1F 制冷机房	℃	0~50	高限>35℃	Modbus	1:40101	
6	CH-01-CW_Temp_Out	1#冷水机组冷却水出水温度	AI	1#冷水机组	B1F 制冷机房	℃	0~50	高限>40℃	Modbus	1:40103	
7	CH-01-CHW_Temp_In	1#冷水机组冷冻水进水温度	AI	1#冷水机组	B1F 制冷机房	℃	0~20	-	Modbus	1:40105	
8	CH-01-CHW_Temp_Out	1#冷水机组冷冻水出水温度	AI	1#冷水机组	B1F 制冷机房	℃	0~20	低限<5℃	Modbus	1:40107	

序号	点名称	点描述	点类型	所属设备	物理位置	工程单位	量程/状态表	报警设置	通讯协议	设备地址	备注
9	CH-01-Power	1#冷水机组功率	AI	1#冷水机组	B1F 制冷机房	kW	0~500	高限>450kW	Modbus	1:40109	
10	P-01-Run	1#冷冻水泵运行状态	DI	1#冷冻水泵	B1F 制冷机房	-	0=停机, 1=运行	-	BACnet	2:1	
11	P-01-Fault	1#冷冻水泵故障报警	DI	1#冷冻水泵	B1F 制冷机房	-	0=正常, 1=故障	故障报警	BACnet	2:2	
12	P-01-Spd_FB	1#冷冻水泵变频反馈	AI	1#冷冻水泵	B1F 制冷机房	Hz	0~50	-	BACnet	2:10	
13	P-01-Spd_Cmd	1#冷冻水泵变频给定	AO	1#冷冻水泵	B1F 制冷机房	Hz	0~50	-	BACnet	2:20	

序号	点名称	点描述	点类型	所属设备	物理位置	工程单位	量程/状态表	报警设置	通讯协议	设备地址	备注
14	T-01-Room_Temp	会议室 1 室内温度	AI	室内传感器	3F 会议室 1	℃	0~50	高限>28℃	BACnet	3:100	
15	T-01-CO2	会议室 1 CO ₂ 浓度	AI	室内传感器	3F 会议室 1	ppm	0~2000	高限>1000ppm	BACnet	3:101	
16	M-01-Energy	总进线电能	AI	总进线电能表	1F 变电所	kWh	0~999999	-	Modbus	4:40001	累计值
17	M-01-Power	总进线有功功率	AI	总进线电能表	1F 变电所	kW	0~2000	高限>1800kW	Modbus	4:40101	实时值

J.0.3 填写说明须符合表 **J.0.3** 填写说明表规定。

表 J.0.3 填写说明表

字段	填写说明
序号	流水号，便于索引
点名称	符合命名规范的唯一名称，建议采用“设备代码-点类型-参数”格式，便于程序识别
点描述	中文描述，清晰说明该点的功能
点类型	AI：模拟量输入；AO：模拟量输出；DI：数字量输入；DO：数字量输出
所属设备	设备名称及编号，应与 BIM 模型、资产编码一致
物理位置	安装位置描述，应与图纸一致
工程单位	测量值的单位，如℃、kPa、kW、%、开关量等
量程/状态表	模拟量：测量范围（如 0~100℃）；数字量：状态定义（如 0=关，1=开）
报警设置	高报、低报、偏差报警等设定值，无报警填“-”
通讯协议	使用的通讯协议，如 Modbus、BACnet、MQTT 等
设备地址	设备的通讯地址及寄存器/对象地址，格式统一便于调试
备注	特殊说明或参考图纸编号

本标准用词说明

- 1 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”。
- 2 条文中指明应按其它有关标准执行时的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

GB 50189-2015 公共建筑节能设计标准
GB 50314-2015 智能建筑设计标准
GB 50797-2012 光伏发电站设计规范（含 2024 年局部修订）
GB/T 51212-2016 建筑信息模型应用统一标准
GB/T 51350-2019 近零能耗建筑技术标准
GB/T 51447-2021 建筑信息模型存储标准
JGJ/T 417-2017 建筑智能化系统运行维护技术规范

中国建筑节能协会标准

建筑智慧运维设计标准

T/CABEE XXX—2026

条文说明

制订说明

《建筑智慧运维技术标准》T/CCES XXX-20XX，经中国建筑节能协会 XXXX 年 XX 月 XX 日以 XX 号函文批准发布。

本标准制订过程中，编制组开展了全国建筑设计、智慧运维、建筑节能、BIM 应用等领域实地调研，系统总结了国内民用建筑智慧运维、低碳运行、数字化交付的工程实践经验，同时参考 **ISO 19650 系列、ISO 16739、ISO 52120、COBie** 等国际标准，以及《建筑信息模型应用统一标准》GB/T 51212、《智能建筑设计标准》GB 50314、《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 等国内现行标准，结合建筑负荷模拟、碳排放核算、光储直柔、多能互补系统等多项专项测试与工程验证，确定了建筑能耗、碳排放、系统集成、接口协议等关键技术参数与设计指标。

为便于广大检测、设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，本标准编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。需要注意的是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

3 基本规定	99
3.1 系统性设计与集成要求	99
3.2 能源结构优化与低碳化导向	99
3.3 碳排放控制目标	99
3.4 信息模型与数据贯通要求	100
3.5 开放协议与标准化接口	100
3.6 预留扩展与升级能力	101
4 能源与碳排数据测评与设计输入	102
4.1 基础数据收集与资源条件分析	102
4.2 建筑负荷特征分析与预测	102
4.3 能源系统现状与潜力评估	103
4.4 碳排放基线评估与减排目标设定	103
4.5 能源分级与分项计量策略	104
4.6 设计输入条件汇总	104
5 能源侧系统设计	104
5.1 光储直柔系统设计	104
5.2 多能互补系统设计	105
6 用能侧系统设计与运维导向要求	106
6.1 暖通空调系统（与能源系统联动、高效设备、智能调控）	106
6.2 给排水系统（节水、热回收、水泵节能）	106
6.3 强电系统（适应直流供电的电器、精细化分项计量）	106
6.4 弱电与智能化系统（承载能源管理平台）	107
6.5 电梯系统（能量回馈与群控调度）	107
7 智慧运维与能源管理平台设计	107
7.1 平台架构与功能要求	107
7.2 源-网-荷-储全景监控与协同优化	108
7.3 碳排放在线计量与审计功能	109

7.4 负荷预测与柔性调控功能.....	109
7.5 故障诊断、预警与能效对标.....	109
7.6 基于数据驱动的智慧运维场景实现.....	110
7.7 平台与外部系统的交互与集成.....	110
8 专业协同与接口设计.....	111
8.1 协同机制与流程.....	111
8.2 能源-建筑-结构一体化设计.....	111
8.3 光储直柔/多能互补系统与主系统的接口定义.....	112
8.4 BIM 协同与冲突检测.....	112
9 BIM 与数字化交付要求.....	113
9.1 模型深度与信息属性（包含能源设备完整信息）.....	113
9.2 能源与碳数据嵌入要求.....	113
9.3 交付格式与标准.....	114
10 设计成果交付要求.....	114
10.1 设计文件内容与深度.....	114
10.2 能源与碳排放专项设计报告.....	115
10.3 光储直柔/多能互补系统调控策略说明书.....	115
10.4 运维信息需求说明书.....	115
10.5 系统接口定义文档.....	115
10.6 设备监控点表.....	115
10.7 智慧运维场景设计说明书.....	115
11 实施与验证.....	116
11.1 设计审查要点.....	116
11.2 施工交底与验收要求.....	117
11.3 能源系统性能验证与联合调试.....	117
11.4 后期运维评估与优化建议.....	118
附录 A 建筑典型系统能耗与碳排放因子参考.....	118

3 基本规定

3.1 系统性设计与集成要求

3.1.1 本条强调了系统性设计的首要原则。传统的“烟囱式”设计是导致后期集成困难、运维成本高昂的主要原因。本标准要求从项目启动就确立集成目标，引导各专业在统一框架下开展设计，将建筑视为一个完整的有机体，避免各专业、各子系统孤立设计。

3.1.2 “纵向贯通”是数据采集和实现“可监测性”的基础。本条款要求设计者必须考虑数据流的完整路径，而不仅仅是设备选型。各类传感器、执行器、智能设备的监控数据应能通过标准化接口和通讯协议，经数据采集器、操作站等，最终有效集成至顶层管理平台，实现数据的集中监控、统一管理与分析应用。

3.1.3 “横向集成”是实现设备联动和场景化智能控制的关键。书面的《系统接口定义文档》是避免后期纠纷、确保集成效果的核心设计成果交付物。确保在突发事件或优化运行模式下，各系统能按预设策略可靠协同运作。

3.1.4 开放性是保证智慧运维生态系统健康发展的基石，避免了被单一厂商技术“锁死”，降低系统集成技术壁垒。可扩展性则确保了投资的长效性。

3.1.5 本条将“用能结构优化”这一宏观目标落实到具体的设计要求中，明确指出新型能源系统不再是独立的增量，而必须在设计初期就作为整体的一部分进行考量。为实现建筑能源结构的优化与柔性调控提供设计基础。

3.1.6 本条指明了系统性设计的最终输出应达到的数字形态，为项目交付提出了更高要求，确保设计成果能直接赋能未来的智慧运维高级应用。

3.2 能源结构优化与低碳化导向

3.2.1 新建建筑群及建筑的总体规划应为可再生能源利用创造条件。

3.2.3 引导设计主动融合“光储直柔”等新型能源系统，为建筑低碳转型与柔性调控奠定设计基础。

3.3 碳排放控制目标

3.3.1 本条旨在将低碳理念从抽象的倡导转化为具体、量化的设计输入，强制要求设计目标

需具备先进性，以驱动技术创新和方案优化。

3.3.2 明确了碳排放分析的核算边界，要求设计者不仅关注运行碳，也需具备全生命周期视角，为未来全面核算隐含碳预留接口。

3.3.3 强调了碳排放分析的工具性作用，使其成为指导设计决策、比较方案优劣的关键性能指标（KPI），用于评估不同设计策略（如设备选型、能源结构、运行策略等）对碳排放的影响。

3.3.4 规定了设计需为未来的碳管理提供数据基础设施，确保“设计-运维”链条在碳管控上的连续性，赋能智慧运维平台实现碳绩效追踪与优化。

3.4 信息模型与数据贯通要求

3.4.1 规定 BIM 模型不仅需达到几何深度（如 LOD 350），更需包含丰富的运维属性（LOIN），为核心条款 7.1 “模型深度”提供原则依据。

3.4.2 唯一编码是连接设计 BIM 模型与运维数据库的“数字身份证”，是实现资产全生命周期管理的关键技术纽带。

3.4.3 本条是对 3.1.2 “纵向贯通”要求的细化和补充，强调数据链的完整性是确保智慧运维平台能获取有效数据的基础。

3.4.4 采用开放数据标准（如 IFC，COBie，BACnet，MQTT）是打破信息孤岛、保障数据在不同系统间自由流动和被正确解读的前提。其中，COBie（施工运营建筑信息交换）是国际通用的资产信息交付标准，已被美国、英国等多个国家纳入国家标准体系，并与 ISO 16739（IFC 标准）和 ISO 19650（信息管理标准）相衔接。COBie 作为 IFC 标准的一个特定“模型视图定义”（MVD），专门用于从设计施工阶段向运维阶段移交资产信息，是实现“设计-运维数据链”贯通的关键技术工具。

3.4.5 明确数字化交付的最终目标是“机读机用”，直接为运维系统提供高质量数据源，避免信息衰减和重复劳动，赋能数字孪生应用。COBie 格式的交付物应与 BIM 模型中的对象建立明确的关联关系，确保数据的一致性和可追溯性。

3.5 开放协议与标准化接口

3.5.1 强制要求采用开放协议（如 BACnet, Modbus, MQTT, OPC UA 等）是打破技术壁垒、避免厂商锁定、降低集成成本与风险的核心措施。

3.5.2 旨在将接口要求从口头约定变为书面化、标准化的设计交付物，确保接口实施的准确性和一致性，减少后期联调纠纷。

3.5.3 特别强调能源系统互联的开放性，这是实现“源-网-荷-储”协同优化、提升整体能源效率、实现柔性调控的技术前提。

3.5.4 确保系统架构具备前瞻性，能灵活适应技术发展和业态变化，保护业主的长期投资价值。

3.6 预留扩展与升级能力

3.6.1 本条确立了预留扩展能力的总体原则，要求设计超越当前需求，具备前瞻性，以降低建筑未来的改造难度和成本。

3.6.2 本条对主要机房、管井、弱电间及主干桥架、线槽、管线的扩展空间预留提出了量化要求。开展机房、管井、弱电间及主干桥架、线槽、管线空间预留设计时，各类场景预留比例取值依据及适配要求如下：

1 20%的机房、管井面积预留指标，主要参考现行国家标准《智能建筑设计标准》GB 50314 及相关条文说明中关于机房工程“应预留发展空间”的要求，并结合行业实践中数据中心主机房面积宜预留不小于 20%冗余用地的通行做法综合确定。20%适用于一般民用建筑的常规设计场景，对于规模较小（如建筑面积小于 2 万 m²）或功能单一、设备系统精简的建筑，可适当降低预留比例，但不宜低于 10%；对于规模较大、设备系统复杂或未来功能变化可能性高的建筑（如大型商业综合体、医院、数据中心等），宜适当提高预留比例至 25%-30%。

2 30%的主干桥架、线槽及管线容量冗余指标，主要参考行业工程实践中管线密集处应留有 10%~30%空位的做法，结合建筑设备系统主干管线的扩展需求较一般管线更大、不允许后期大范围拆改的特点，取上限 30%，作为保障系统在全生命周期内具备持续扩展能力的基本要求。对于可预见未来有较大扩展需求的系统（如光储直柔系统、智能化系统的主干通道），可进一步提高至 35%~50%；对于功能基本确定、扩展可能性较低的建筑（如单一业态住宅），可适当降低至 20%~25%。

3.6.3 对控制系统的核心硬件资源提出容量冗余要求，确保系统在未来接入新设备、新点位时具备即插即用的基础能力。对于建设标准明确、后期功能扩展可能性极低的小型建筑或特定项目，经业主与运维方确认，该预留比例可适当降低，但不宜低于 10%。

3.6.4 规定了软件架构的设计原则，确保系统的可扩展性依赖于良好的设计，而非简单的硬件堆叠，保证投资的长效性。

4 能源与碳排数据测评与设计输入

4.1 基础数据收集与资源条件分析

4.1.1 本条强调了设计前期基础数据收集的重要性。建筑能源消耗与碳排放受多种因素影响，包括气象条件、建筑功能、能源供应等。系统收集这些基础数据是后续负荷分析、系统方案设计和碳排放计算的必要前提。特别是气象参数中的太阳辐射数据，对于光伏系统发电量估算至关重要。

4.1.2 可再生能源资源条件的分析评估应基于客观数据，避免主观判断。太阳能资源评估可采用 NASA 数据库、Meteonorm 等国际公认的气象数据源；地热能资源评估宜进行现场热响应测试获取准确的土壤热物性参数；空气能资源应关注冬季低温条件下的制热性能衰减。这些评估结果直接影响可再生能源系统的选型和容量配置。

4.1.3 电网碳排放因子具有显著的地域差异和时间变化特性。设计阶段应关注项目所在地电网的最新官方发布数据，如生态环境部每年发布的《减排项目中国区域电网基准线排放因子》。对于预期运行周期较长的项目，还应考虑电网清洁能源占比逐年提升对碳排放因子的影响，可在设计目标中适当考虑这一积极因素。

4.2 建筑负荷特征分析与预测

4.2.1 动态负荷模拟是实现精细化设计的基础。传统的静态估算方法（如单位面积指标法）难以准确反映建筑负荷的时变特性，容易导致设备容量配置过大或过小。采用 EnergyPlus、DeST、TRNSYS 等专业动态模拟软件，可以更精确地模拟建筑在不同工况下的负荷需求，为后续能源系统设计提供科学依据。模拟输入参数的设置应符合建筑实际使用情况，如人员密度、设备功率密度、照明功率密度、作息模式等应参考同类建筑的实测数据或相关标准。

4.2.2 本条给出的逐时冷负荷简化计算公式为原理性示意，目的是帮助理解冷负荷的构成要素。实际工程中，由于围护结构蓄热、辐射得热的延迟效应等因素，简单的手算难以准确计算逐时负荷，必须采用动态模拟软件进行精确计算。

4.2.3 负荷分析结果的应用贯穿于整个能源系统设计过程。设计日负荷决定设备容量配置；

全年负荷分布特性决定多能互补系统的运行策略和优化方向；负荷持续时间曲线可用于分析部分负荷下的系统运行效率。设计文件应包含这些分析结果的清晰表达，便于各专业理解和应用。

4.3 能源系统现状与潜力评估

4.3.1 对于改建、扩建项目，利旧评估至关重要。盲目拆除尚可使用的设备会造成资源浪费，而保留性能严重劣化的设备则会影响系统整体能效。评估应从设备剩余寿命、运行效率、控制兼容性、维护成本等多个维度综合判断，并充分考虑与新增系统的集成可行性。

4.3.2 光储直柔系统的应用潜力评估应实事求是。光伏可利用面积需扣除设备间、楼梯间、遮挡区域等不可安装部分；储能布置空间需满足消防安全间距要求；直流负荷比例需分析现有设备接入直流系统的可行性；与电网互动的经济性需结合当地峰谷电价政策、需求侧响应补偿机制等综合测算。建筑用电柔性资源的可调节能力评估，应分析空调、照明、充电桩等主要用电设备的可调功率范围、响应速度及可中断时长，作为系统柔性调控设计的基础输入。

4.3.3 多能互补不是简单的设备堆砌，而是基于资源条件的优化组合。例如，在地热资源丰富的地区可优先考虑地源热泵；在天然气价格较低且有稳定热需求的地区可考虑热电联产；在既有市政热网覆盖区域应优先接入市政热力。初步的能源组合方案应经过技术经济比选后确定。

4.4 碳排放基线评估与减排目标设定

4.4.1 本条明确了碳排放基线的计算方法，将抽象的“碳”概念转化为可量化、可比较的具体数值。公式中的碳排放因子应优先采用官方发布值，如生态环境部发布的电网排放因子、国家或地方温室气体清单中的燃料排放因子。对于无官方发布数据的能源品种，可参考附录 A.0.3 的参考值，但需注明数据来源。碳排放基线的计算应以能耗模拟结果为基础，确保设计阶段与运行阶段的可比性。

4.4.2 减排目标的设定应体现先进性，但也要结合项目实际情况，避免脱离实际的高指标。减排目标可参考国家“双碳”目标的时间节点（如 2030 碳达峰、2060 碳中和），也可与绿色建筑认证、零碳建筑认证等目标相协调。减排目标一旦确定，应作为设计迭代优化的约束条件，贯穿于后续各系统的设计过程。

4.5 能源分级与分项计量策略

4.5.1 计量策略的精细化程度直接影响运维阶段能耗诊断、费用分摊、节能考核的可行性。本条提出的四个计量层级是最低要求，有条件的项目可进一步细化，如空调系统可细分为冷源、输配、末端等子项，照明系统可按楼层或区域分别计量。计量策略的制定应充分考虑未来运维管理的实际需求，避免“为计量而计量”导致数据冗余。

4.5.2 将计量策略落实到设计图纸上是确保其可实施的关键。设计阶段需明确计量装置的技术要求，包括精度等级、通讯协议、安装位置等，并考虑数据采集的可靠性。例如，通讯协议应采用开放标准（如 Modbus、BACnet、M-Bus），便于后续集成；安装位置应满足直管段要求、便于检修维护；数据采集器应有备用电源和存储能力，防止断电或网络中断时数据丢失。

4.5.3 计量策略与 BIM 模型的关联是实现“设计-运维数据贯通”的重要环节。通过在 BIM 模型中嵌入计量装置信息，可以在交付时直接生成能耗监测系统的初始配置，减少二次录入，提高数据一致性。

4.6 设计输入条件汇总

4.6.1 设计输入条件汇总是连接前期分析与后续设计的桥梁。将分散的分析结论和数据汇总成正式文件，可以确保各专业设计人员在同一基准上开展工作，避免因信息传递偏差导致的设计不一致。汇总内容应全面、准确，关键数据（如设计负荷、碳排放目标）应有明确的计算依据和来源说明。

4.6.2 设计输入文件需经业主确认，体现业主对设计目标的认可和承诺。设计过程中，输入条件可能因政策变化、业主要求调整等因素发生变化，应建立版本管理机制，确保各专业使用的始终是最新版本。设计变更可能影响已定方案时，应及时评估影响并重新确认。

5 能源侧系统设计

5.1 光储直柔系统设计

5.1.1 光储直柔系统的配置与运行策略需以全年逐时动态计算为基础。光伏出力与建筑负荷均呈现显著的季节性和日变化特征，以典型日或设计日为依据的静态估算方法难以准确反映系统在全工况下的运行特性，采用 8760h 逐时动态平衡计算是确定储能容量、柔性负载调度

能力及电网交互功率的核心技术手段。

5.1.3 储能配置需以需求为导向，并优先考虑安全性这一首要原则。本标准第 5.1.3 条第 2 款引用 GB 51048，系根据现行国家标准《电化学储能电站设计规范》的编号调整做出相应修改。第 6 款 BMS 三层架构（采集均衡单元→组管理单元→阵列管理单元）是行业成熟的技术架构，设计时应按此架构配置 BMS 系统，确保电池状态的精细化监测与管理。

5.1.4 直流配电的电压等级选择需综合考虑供电距离、设备兼容性与经济性。DC750V 适用于大功率设备，可减少线路损耗；DC375V 适用于常规负荷，兼容性好；48V 及以下适用于末端或信息设备，安全性高。直流配电系统的设计应优先将空调、充电桩、照明等具备柔性调节能力的负荷接入直流母线，充分发挥直流微电网在能效和调控方面的优势。

5.1.5 确保光储直柔系统不再是信息孤岛，其运行效能可被监测、分析与优化，是实现智慧运维的关键。第 4 款规定的数据采集间隔和存储年限要求，分别面向不同层级的管理需求——以调度管理为目标时 5min 间隔足以支撑策略优化，以系统控制为目标时 10s 间隔是保障控制精度的基本要求；3 年存储周期是行业通行做法，可支撑故障追溯和性能趋势分析。第 5 款运行模式切换功能是保障系统灵活性和安全性的关键，并网与离网切换应做到不间断供电，设计时应配置相应的切换装置和控制逻辑。

5.2 多能互补系统设计

5.2.1 强调设计是前期分析结论的具体落实，保证方案的连贯性与科学性。全年逐时负荷动态模拟结果为多能互补系统的设备容量配置和运行策略制定提供基础数据，设计应基于第 4 章负荷分析结论开展，确保方案的连贯性与科学性。

5.2.2 运行策略是决定多能互补系统成败的关键，必须在设计阶段予以明确，而非依赖后期调试。

5.2.3 要求从物理连接上实现能量流的耦合与优化，这是实现“互补”和价值最大化的基础。

5.2.4 统一的监控与控制平台是管理复杂能源系统、执行优化调度策略的大脑，不可或缺。

5.2.5 将碳排放作为核心指标，确保多能互补系统的最终导向是低碳化，契合“双碳”目标。

6 用能侧系统设计与运维导向要求

6.1 暖通空调系统（与能源系统联动、高效设备、智能调控）

- 6.1.1 从设备选型源头保障系统基础能效，这是实现节能降碳的前提。
- 6.1.2 要求系统具备可调节的柔性，而非仅定工况运行，为运行优化提供物理可能。
- 6.1.3 打破系统壁垒，使暖通空调系统从能源的被动消费者转变为主动的电网协同者和系统调节者。

6.2 给排水系统（节水、热回收、水泵节能）

- 6.2.1 节水即节能（减少水处理和水输送的能耗），分级计量是发现漏水、管理用水效率的基础。
- 6.2.2 引导热水供应系统降低化石能源依赖，充分利用可再生能源和废热，减少运行碳排放。
生活给水系统的水质安全保障是智慧运维‘可监测’的重要体现。本标准第 6.2.4 节已对给水及热水系统的水质在线监测装置设置、监测指标及平台管理功能提出了全面要求，设计时应同步落实。
- 6.2.4 生活给水水质直接影响人员健康，集中热水系统温度管理是预防军团菌等微生物滋生的关键手段。在线监测是实现智慧运维从“被动应对”转向“主动预警”的基础。第 1 款第 4 项所列举的超高层、康养酒店、集中隔离类公共建筑，因其供水系统高度复杂或使用人群对水质风险更为敏感，宜在住户入户支管末端增设末梢水质监测点位，作为总引入管和二次供水出水管监测的补充。监测装置必须支持标准通讯协议和数据上传，否则无法实现数据集成与异常预警功能，这是本标准区别于传统设计要求的核心所在。
- 6.2.6 绿化灌溉方式从“优先采用”调整为“应采用”高效节水灌溉技术，是将节水要求从倡导性提升为强制性，强调新建项目的灌溉系统应直接采用高效节水方式，不宜采用漫灌等传统方式。

6.3 强电系统（适应直流供电的电器、精细化分项计量）

- 6.3.1 从配电设计上主动适应“光储直柔”建筑的发展趋势，为直流家电和设备的普及做好准备。
- 6.3.2 强调计量数据的远传和集成，确保能耗数据能有效用于大数据分析和决策，而非

仅本地显示。

6.3.3 保障智慧运维“神经系统”的供电可靠性，避免因普通动力回路检修而导致数据中断。

6.4 弱电与智能化系统（承载能源管理平台）

6.4.1 明确智能化系统是支撑智慧运维的“信息高速公路”，其性能直接决定平台上层应用的效果。

6.4.2 能源数据涉及运行安全和隐私，需从网络层面给予高优先级和安全性保障。

6.4.3 为承载智慧运维“大脑”（服务器）的核心空间提供必要的物理环境保障。

6.5 电梯系统（能量回馈与群控调度）

6.5.1 通过 AI 算法优化运行策略，从管理层面实现节能。

6.5.2 从设备层面回收利用原本耗散在电阻上的能量，直接降低运行能耗。

6.5.3 将电梯系统纳入建筑整体智慧运维体系，实现集中监控、能效分析和预测性维护。

7 智慧运维与能源管理平台设计

7.1 平台架构与功能要求

7.1.1 本条明确了平台的定位与基本原则。分层架构与模块化设计是保障平台稳定性和可扩展性的基础；与 BIM 的深度融合是构建数字孪生的前提，需要在设计阶段就规划好模型编码与数据接口的对应关系。

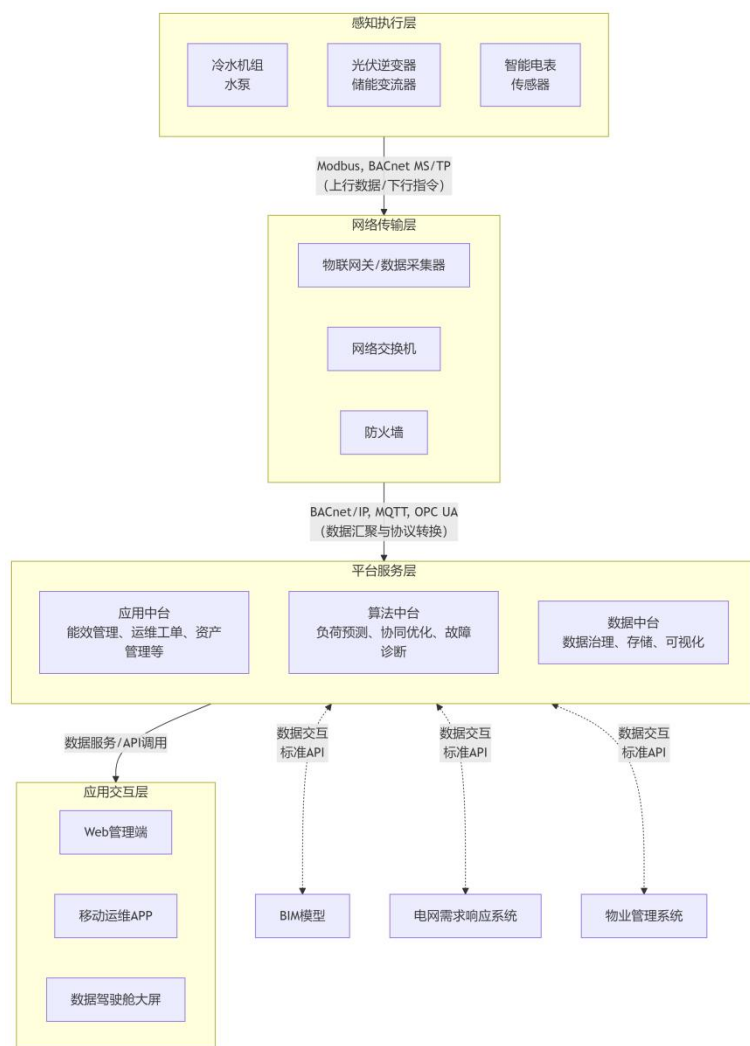


图 7.1 平台构架示意图

7.1.2 四层架构的划分明确了各层的职责边界，便于多专业协同设计时分清界面。感知层由各机电专业负责设计，网络层由智能化专业负责，数据层与应用层由平台开发商或集成商实施。设计阶段需确保各层之间的接口标准统一。平台架构示意图见图 7.1。

7.1.3 本条所列五项功能模块是最低配置要求。设计时应根据项目规模和运维需求确定各模块的实施深度，避免功能堆砌。告警管理应支持按严重程度分级，不同级别的告警推送至不同层级的管理人员。

7.2 源-网-荷-储全景监控与协同优化

7.2.1 “源-网-荷-储”全景监控是智慧能源管理的数据基础。本条所列监测数据应通过各子系统的数据采集接口汇聚至平台，设计阶段需在设备监控点表中明确各数据点的来源与映射

关系。

7.2.2 协同优化的三个目标（经济性、低碳性、可靠性）在不同项目中优先级不同，设计时应与业主协商确定目标权重。控制指令的闭环反馈是保障协同优化安全可靠的关键，设计时应应在控制逻辑中明确反馈确认机制，避免“开环”下发指令导致失控风险。

7.3 碳排放在线计量与审计功能

7.3.1 碳排放计算引擎的准确性取决于两个因素：一是分项能耗数据的精度，要求第 4.5 条的分项计量策略落实到位；二是碳排放因子的时效性，平台应设计因子更新机制。公式(7.3.1)中， P_j 为第 j 种能源在计算时段内的平均功率或流量， Δt 为计算时段长度（h）， EF_j 为该能源的碳排放因子（ $\text{kgCO}_2/\text{单位}$ ）。对于燃气等非连续性供应的能源，应按实际消耗量折算。

7.3.2 碳审计要求数据的可追溯性和可验证性。设计时应确保平台记录原始数据而非仅存储计算结果，碳报告应能追溯到源数据，支撑第三方核查。

7.4 负荷预测与柔性调控功能

7.4.1 负荷预测的精度直接影响优化控制的效果。10%的 MAPE 精度要求是行业实践经验值，对于刚投入运行、历史数据不足的新建建筑，可设置 6 个月的数据积累期，之后再评估预测精度是否达标。预测模型的自学习能力需要持续的数据驱动，运维阶段应保证数据采集的连续性。

7.4.2 柔性调控的核心在于“柔性”——即平滑调节而非硬性切断。设计时应将负荷按重要程度分级：一级负荷（医疗、消防、服务器等）不参与调控，二级负荷（主要空调、照明）有限调节，三级负荷（充电桩、非关键设备）优先调控。调控策略应在平台中预设多套方案，并支持运维人员手动切换。

7.5 故障诊断、预警与能效对标

7.5.1 故障诊断的有效性依赖于完善的监控点设置。设计阶段应在第 10.6 条设备监控点表中预留足够的诊断数据采集点，特别是振动、温度、电流等反映设备健康状态的参数。故障定位能力是本条的核心要求，设计时应确保各子系统能够提供足够细粒度的运行数据，支持跨系统的故障溯源分析。

7.5.2 预警阈值的设定应结合设备额定参数和实际运行数据动态调整，避免固定阈值导致的漏报或误报。预警信息的推送对象应分级设定，一般预警推送至运维班组，严重预警推送至

运维主管。

7.5.3 能效基线的建立需要积累足够的运行数据。设计阶段可先以设备额定参数和设计工况作为初始基线，运行后再根据实际数据逐步修正。

7.6 基于数据驱动的智慧运维场景实现

7.6.1 场景化应用是将数据价值转化为实际运维效益的关键路径。设计阶段应结合项目特点和业主需求，从 7.6.2 条所列场景中选取适用的场景进行重点规划，避免“为场景而场景”的功能堆砌。

7.6.2 本条所列六个场景为典型参考，设计时可选取适用的场景进行深化，也可根据项目特殊需求定义新增场景。各场景的实现深度应根据项目投资和运维目标分级实施：

1 设备预测性维护的实施效果取决于设备运行数据的丰富程度，振动监测等高级诊断手段需在设计中预留传感器安装条件。

2 空调系统全局优化涉及多个子系统的联动控制，应在设计阶段就明确各子系统的控制权限分配和优先级。

3 照明与遮阳智能控制需协调建筑、电气、智能化多个专业，在设计阶段应明确各专业职责边界。

4 碳排放动态优化需要实时获取电网碳排放因子数据，应与电力交易平台或第三方数据服务商对接。

5 空间利用率优化涉及人员活动数据的采集，设计时应遵守隐私保护相关规定。

6 可视化驾驶舱的展示内容应在设计阶段与业主确认，确保满足日常管理需求。

7.6.3 低代码/零代码开发工具降低了场景开发的技术门槛，但对运维人员的业务理解能力要求更高。设计阶段应同步考虑运维团队的能力建设。第三方算法模型的集成需要标准化的 API 接口，设计时应在平台架构中预留算法接入层。场景上线前的测试验证应覆盖正常工况和异常工况，确保不会因控制逻辑错误导致设备损坏或安全事故。

7.7 平台与外部系统的交互与集成

7.7.1 平台的开放性是避免信息孤岛的关键。设计时应要求平台厂商提供完整的 API 文档和数据字典，确保业主在后续扩展时不受制于单一技术方。

7.7.2 与 BIM 系统的集成是实现数字孪生的技术前提。设计阶段应确保 BIM 模型中的对象

编码与平台的数据点编码保持一致，编码映射关系应在第 10.4 条运维信息需求说明书中明确。

7.7.3 与物业管理系统的集成打通了“监测-诊断-处理-反馈”的运维闭环，可显著提升运维响应效率。接口设计时应明确定义工单状态流转规则。

7.7.4 与智慧城市/园区平台的数据对接应按当地主管部门的要求执行，集成协议应优先采用 MQTT、CoAP 等物联网标准协议。对接内容及频率应满足上级管理平台的实时性要求。

7.7.5 电力交易与碳交易接口属于前瞻性设计，当前不强制实施，但应为未来预留标准化接口条件。碳排放数据的可追溯性要求在第 7.3.2 条的条文说明中已有阐述，设计时应确保数据存储方案能够满足碳交易对历史数据追溯周期的要求（通常不少于 5 年）。

8 专业协同与接口设计

8.1 协同机制与流程

8.1.1 本条强调协同机制是保障智慧运维设计要求落地的组织基础。传统设计各专业相对独立，对运维需求的传导缺乏系统性的信息交换机制，本标准要求由设计总负责人统一协调，确保各专业在统一框架下开展工作。

8.1.2 强制性的跨专业协同会议制度旨在将协同工作从“倡导”转化为“硬性要求”，避免因沟通不足导致的设计遗漏或接口缺失。会议纪要作为可追溯的过程文件，是厘清责任、落实决议的依据。

8.1.3 信息交换是协同设计的核心动作。各专业应提前定义信息交换的节点和内容，并优先采用与 BIM 模型兼容的电子格式，减少信息传递损耗。

8.1.4 统一的协同设计平台有助于保证设计文件的唯一性和可追溯性，降低因版本混乱导致的协调问题。

8.2 能源-建筑-结构一体化设计

8.2.1 光伏系统与建筑同步设计是降低后期改造成本、保障安装条件的关键。建筑光伏一体化（BIPV）与建筑附着光伏（BAPV）均要求在设计初期将光伏组件纳入建筑方案，光伏组件的安装位置、倾角、电气布线等均应与建筑、结构专业协同确定，避免后期加装造成的结构安全隐患和美观问题。

8.2.2 结构荷载预留不足是后期机电改造的常见瓶颈。本条要求结构专业在设计阶段就考虑设备增容和更换的可能性,避免建筑交付后因荷载不足而无法更换更大容量设备或需进行代价高昂的结构加固。荷载裕度的具体取值要求见本标准第 3.6.2 条。

8.2.3 大型设备(如冷水机组、变压器)的更换通道若在设计阶段未预留,运维阶段往往只能通过破坏性拆除方式完成更换,代价高昂。本条要求将运输通道视为永久性建筑条件进行设计,避免后期“有设备、进不去”的困境。

8.2.4 检修空间不足是建筑运维中的普遍痛点。本条要求各专业在管线综合和设备布置时,将运维人员的操作空间作为设计条件之一,避免为节约面积而牺牲运维可达性。

8.3 光储直柔/多能互补系统与主系统的接口定义

8.3.1 新型能源系统的接口复杂度和技术要求高于传统机电设备,设计阶段若未明确定义接口,后期将面临较高的集成难度和改造成本。接口定义文档是设计成果的一部分,其法律效力确保了接口要求在各专业和设备供应商之间的一致理解。

8.3.2 接口定义涉及硬件、软件、协议、安全、测试等多个维度,任何一个环节的遗漏都可能导致集成失败。本条将接口定义内容体系化,提供了完整的清单指引,具体模板见附录 I。相关专业设计会签是确保接口定义得到各方确认的程序性要求。

8.3.3 光储直柔系统的接口包括并网点、保护装置、电能计量等配电接口,以及通讯协议、数据点表等数据接口。采用开放协议是保证系统可扩展和避免厂商锁定的关键。

8.3.4 多能互补系统涉及多种能源设备的协同,系统内外接口较多。本条的接口要求适用于设备级(各能源设备)、系统级(与 EMS/BMS)和外部级(与电网、区域能源)。不同厂商设备间接口在设计阶段明确兼容性要求,可有效避免施工调试阶段因接口不匹配导致的延误和纠纷。

8.4 BIM 协同与冲突检测

8.4.1 BIM 协同平台是实现多专业协同的技术工具。统一坐标系、命名规则和深度要求是保证模型可整合、可比对的前提条件,设计阶段应提前制定 BIM 执行计划(BEP)明确上述规则。本条附录 H 的会议记录模板可用于跟踪 BIM 协同发现的问题。

8.4.2 LOD 350 是施工图设计阶段能够支撑施工和运维管理的基础深度,模型既应包含精确的几何信息,也应包含运维所需的非几何信息。本标准第 9.1.3 条对非几何信息深度有进一

步要求。

8.4.3 本条三类碰撞中，硬碰撞和预留预埋冲突在传统二维设计中不易全面发现，软碰撞则常被忽视却是运维阶段最影响使用体验的问题（如检修空间不足、阀门操作空间被占用）。

BIM 技术的价值正在于提前发现并解决这些冲突，减少现场返工。

8.4.4 本条明确了碰撞问题的闭环管理要求——发现问题、分配整改、复检确认、归档保存四个步骤构成完整闭环。缺少任何一个环节都可能导致问题在设计阶段被"遗漏"，最终在施工或运维阶段暴露。

9 BIM 与数字化交付要求

9.1 模型深度与信息属性（包含能源设备完整信息）

9.1.1 BIM 模型是贯穿设计、施工、运维全生命周期的核心数字载体。各阶段模型信息的连续性是保证数据从设计端无损传递至运维端的前提，各阶段模型深度应逐级深化，前一阶段的信息应在后续阶段继承和完善，避免信息断层或重复录入。

9.1.2 LOD 350 是施工图设计阶段能够支撑施工和运维管理的基础深度要求，包含构件精确几何尺寸、位置及相互连接关系。LOD 400 适用于关键设备或复杂节点，可支持预制加工和精细化运维模拟，具体范围由设计总负责人根据项目需要确定。

9.1.3 本标准附录 G 提供了详细的运维信息需求清单，涵盖资产信息、技术参数、运维信息、文档信息及空间信息五个类别，编制时应逐项核对，确保信息的完整性和准确性。非几何信息的格式应支持计算机自动解析，如采用结构化数据表或 XML/JSON 格式。

9.1.4 唯一编码是实现信息全生命周期可追溯的技术基础。设计阶段采用的编码体系宜与项目运维阶段拟采用的资产管理系统编码规则相衔接，编码的映射关系应在第 10.4 条运维信息需求说明书中明确。编码一旦确定，不应随意更改，以保证信息链条的稳定性。编码体系可参照现行国家标准《建筑信息模型存储标准》GB/T 51447 执行。

9.2 能源与碳数据嵌入要求

9.2.1 能源设备的性能参数是数字孪生平台开展能耗模拟和能效评估的关键输入。设计阶段将设备额定参数、部分负荷性能曲线等嵌入模型，运维阶段可直接调用这些数据进行对标分析和性能诊断，避免二次录入造成的信息衰减。

9.2.2 碳排放数据嵌入是支撑平台碳排放在线计量功能的基础。设计阶段的碳排放数据可在运维阶段作为基线参考，帮助运维人员评估实际碳绩效与设计目标的偏差。

9.3 交付格式与标准

9.3.1 采用开放数据格式是保证数字化资产长期可读、跨平台流通的关键。IFC 是国际通行的 BIM 数据交换标准，COBie 是资产信息交付的国际通用格式，二者结合可覆盖几何信息与非几何信息的完整交付需求。DWG/DXF 等格式可作为辅助，但不应替代开放格式的主体地位。

9.3.2 模型轻量化处理旨在降低运维阶段浏览和查询的硬件门槛，避免因模型数据量过大导致运维平台运行不畅。模型说明书是协助运维方理解和使用模型的关键文档，不应省略。

9.3.3 COBie 标准明确了 Contact、Facility、Floor、Space、Zone、Type、Component、System、Assembly、Connection、Spare、Resource、Job、Document 等 14 个工作表的数据结构，涵盖了运维阶段所需的资产信息、空间信息、设备类型、维护任务和文档资源等内容。COBie 数据与 BIM 模型对象的关联关系通过编码映射实现，设计阶段应确保模型对象编码与 COBie 中 Component 和 Type 工作表的编码字段保持一致，以保证数据的一致性和可追溯性。

9.3.4 交付成果的规范检查是保障数据质量的重要环节。第三方审核有助于保证交付物的客观性和公正性，对于大型复杂项目尤为必要。

9.3.5 版本管理是数字化交付的质量保障机制。最终交付成果标注“竣工交付版本”有助于与设计过程中的阶段性成果相区分，明确运维阶段应使用的数据基准。

10 设计成果交付要求

10.1 设计文件内容与深度

10.1.1 明确了交付范围从传统的“图纸”扩展至“图纸+数据”，体现了面向运维的交付理念变革。第 4 款要求设计成果交付应明确流程、验收标准与归档要求，旨在建立从设计源头到运维移交的闭环管理机制，避免因交付责任不清、标准不明导致的信息丢失。各阶段交付成果应经设计、施工、业主等相关方审核确认，确保交付内容的完整性和可追溯性。

10.1.2 确保图纸能直接指导施工方进行预留预埋，并为后期运维提供准确的定位信息。

10.2 能源与碳排放专项设计报告

10.2.1 该报告是设计阶段能源与碳相关决策的集中体现,用于向业主展示设计方案的低碳合理性,并作为运维阶段的性能基准。

10.3 光储直柔/多能互补系统调控策略说明书

10.3.1 将控制逻辑从设计人员的思想转化为书面文档,是指导后续编程调试、确保系统按设计意图实现优化运行的关键依据。

10.4 运维信息需求说明书

10.4.1 运维信息需求说明书是连接设计、施工与运维的“信息契约”,确保各方对需要交付的运维信息内容达成共识,避免遗漏。设计阶段应明确各阶段信息的提供方、审核方与接收方,防止因职责不清导致信息交付缺位。需求清单模板应采用可编辑、机器可读的格式交付,解决传统交付中信息格式不统一、难以直接导入运维系统的问题,为运维管理系统的初始化提供准确数据源。

10.5 系统接口定义文档

10.5.1 此文档是系统集成商的“接口圣经”,用于确保所有子系统能按设计预期无缝对接,是避免后期联调纠纷的核心文件。

10.6 设备监控点表

10.6.1 点表是编程、调试和验收的基准性文件,机器可读格式(如 Excel,XML)可大大提高效率并减少人为错误,是实现高效集成的基础。

10.7 智慧运维场景设计说明书

10.7.1 智慧运维场景设计说明书是连接设计与运维的重要文件。设计阶段规划的智慧场景能否在运维阶段落地实现,很大程度上取决于场景设计意图是否被准确理解和传递。该说明书旨在引导运维单位、平台开发商充分理解设计意图,确保场景的顺利实施。

10.7.2 说明书的内容要求较为全面,涵盖场景的业务目标、技术实现、预期效果等各个方面。

编制时应注意以下几点：

1 场景综述：应列举项目规划的所有智慧运维场景，形成场景清单。场景的选择应基于项目实际需求，避免贪多求全。可区分核心场景和可选场景，便于后续分步实施。

2 场景描述：应详细描述场景的触发条件、执行流程和涉及的系统设备，必要时可采用流程图辅助说明。例如，对于“空调系统全局优化场景”，应说明优化的目标函数（如系统 COP 最大化）、约束条件（如室内温度设定范围）、优化周期（如每 15 分钟优化一次）、涉及的控制设备（如冷水机组、水泵、阀门）等。

3 数据需求：应明确场景实现所需的数据类型、数据来源、数据精度和采集频率。例如，负荷预测场景需要历史负荷数据、天气预报数据、日程计划数据等，数据的精度和频率直接影响预测的准确性。

4 算法与规则：对于依赖算法模型的场景，应说明模型的输入输出、训练方法和验证要求；对于基于规则的场景，应提供详细的规则逻辑，可采用伪代码或决策表的形式描述。

5 人机交互设计：应说明场景在平台界面上如何呈现，运维人员如何与场景交互。良好的交互设计可以降低场景的使用门槛，提高运维效率。例如，可为场景设置“一键执行”按钮，同时提供手动干预的入口。

6 预期效果：应给出场景预期带来的效益，可以是量化指标（如节能率、碳排放降低率、故障预测准确率），也可以是定性描述（如提高运维效率、改善环境舒适度）。预期效果应作为场景验收的依据。

7 实施与验证：应明确场景开发、测试、上线的步骤和验收标准。复杂的场景可考虑分阶段实施，先实现基础功能，再逐步优化完善。

10.7.3 场景设计说明书应与第 7 章的要求相衔接，确保平台具备实现这些场景的技术基础。例如，如果场景需要负荷预测功能，平台就应具备负荷预测模块；如果场景需要与外部系统交互，平台就应具备相应的接口能力。场景设计说明书也可作为后续平台功能扩展和持续优化的参考依据，指导平台的迭代升级。

11 实施与验证

11.1 设计审查要点

11.1.1 将智慧运维的要求提升为强制性的审查环节，确保其在设计过程中得到切实贯彻。

传统建筑设计注重机电设备安装、施工，轻视后期数字化运维配套设计，易出现完工后无法搭建智慧运维平台、缺少监测点位、数据接口缺失等遗留问题。本条将智慧运维审查定为硬性审查项，方案、初设、施工图三阶段均不能跳过，从源头约束设计同步落实能耗监测、数据交互、BIM 配套、智慧场景预留等运维相关设计要求，保证标准条文在图纸、设计文件中完整落地。

11.1.2 明确了审查的核心维度，使审查工作有的放矢，避免流于形式。

若仅审查“是否做智慧运维设计”，无具体核查内容，审查无从落实。标准明确六大类审查核心维度（系统落实情况、运维需求清单、接口文档、监控点位、BIM 交付、预埋预留、专项设计交付文件），审查人员可对照清单逐项核验，针对性核查图纸、专项报告、技术文档存在的缺漏，让审查有明确核查目标，提升审查约束力。

11.1.3 提供可操作的工具，规范并简化审查流程，提高审查效率和效果。

本条配套标准化审查清单、核查表格、交付文件模板等实操工具，无需审查人员自行梳理核查内容。统一工具规范各方审查口径，减少重复沟通、漏审错审问题；标准化核验流程压缩审查耗时，同时量化核查标准，提升审查工作严谨性与落地效果。

11.2 施工交底与验收要求

11.2.1 确保施工单位充分理解设计意图，特别是那些为智慧运维服务的隐蔽工程和信息化要求，是保证施工质量的前提。传感器、计量仪表、弱电管线、数据网关预埋、BIM 点位预埋等服务智慧运维的设施多属于隐蔽工程，完工后难以整改。交底阶段必须向施工单位讲清各类监测设备预埋位置、布线要求、接口预留标准、数据采集配套施工规范。若交底缺失，极易出现点位漏装、管线预埋错位、计量设备安装不满足数据采集条件等施工缺陷，直接导致后期智慧运维平台无法正常采集能耗、设备运行数据，因此完整交底是施工质量前置保障。

11.2.2 将智慧运维相关的成果作为正式的验收要件，从合同和管理上保障其最终落地实施。

11.3 能源系统性能验证与联合调试

11.3.1 联合调试是检验各系统能否按设计理念协同工作的最终环节，性能验证则是用数据证明系统是否达标的必要手段。建筑系统繁多，各子系统独立运行正常，不代表整体可协同实现节能、低碳管控目标。联合调试打通各系统数据链路、联动控制逻辑，模拟实际工况测试系统联动运行效果，检验是否符合智慧运维全局优化、自动调控设计思路；性能验证依托计

量仪表、平台监测采集真实运行数据，量化能耗、能效、碳排放指标，以客观数据判定系统性能是否达标，而非仅凭主观判断验收。二者相辅相成，是检验整体系统运行能力的最终关键环节。

11.3.2 性能验证报告是连接设计与运维的“成绩单”，为后续衡量运维水平、实施节能改造提供基准数据。

11.4 后期运维评估与优化建议

11.4.1 强制要求进行后评估，旨在检验设计效果，推动运维管理从“凭经验”转向“凭数据”。

11.4.2 建立了“监测-评估-优化”的闭环管理机制，确保建筑能够持续优化运行，最终实现设计的低碳高效目标。这是智慧运维价值的最终体现。完整闭环分为三步：

- 1 监测：智慧平台实时采集建筑能耗、设备、碳排放、系统运行全量数据；
- 2 评估：定期开展能耗、能效、碳排、设备、智慧场景、数据接口六大维度专项评估，识别运行偏差与节能减碳潜力；
- 3 优化：依据评估结论制定改造、策略调整、流程优化方案，试点验证后落地实施，优化成功经验存入平台策略库持续复用。该机制打破“设计完成、施工交付后不再迭代”的传统模式，建筑投运后持续动态调整运行方案，不断缩小实际运行与低碳节能设计目标的差距；智慧运维不只是搭建监测平台，而是依靠数据持续优化建筑运行性能，这套闭环体系正是智慧运维相较于传统运维的核心价值体现。

附录 A 建筑典型系统能耗与碳排放因子参考

A.0.3 2024 年起，生态环境部与国家统计局联合逐年发布电力二氧化碳排放因子，2025 年 12 月 31 日发布了 2023 年版（公告 2025 年第 47 号）。与此同时，国家气候战略中心亦于 2026 年 1 月发布了 2024 年减排项目中国区域电网二氧化碳基准线排放因子。需要特别指出的是，这两类因子的计算口径、适用范围不同。开展建筑碳排放核算选用电网二氧化碳排放因子时，现行官方发布排放因子文件、适用范围及选用原则要求如下：

- 1 企业碳核算用电力排放因子（公告 2025 年第 47 号）适用于建筑运行阶段碳排放基线核算、企业温室气体排放核算等，是标准第 4.4.1 条碳排放计算的主要参考依据；
- 2 CCER 项目基准线排放因子仅适用于温室气体自愿减排项目的减排量核算，不可用于

一般性企业碳核算。设计人员在使用时应根据核算目的选用正确的因子类型。

3 全国电力碳排放因子整体呈逐年下降趋势,这与电网清洁能源占比不断提升的趋势一致。设计阶段若项目所在地有更近期的官方发布数据,应优先采用。