

山西省工程建设地方标准

智慧能源系统多能互补技术应用标准

**Technology application standard for intelligent
multi-energy complementary system**

(征求意见稿)

DBJ04/T XXX—XXX

批准部门：山西省住房和城乡建设厅

主编单位：山西省安装集团股份有限公司

XXXXXX

施行日期：202X 年 X 月 X 日

XXX 出版社

2023 X X

前 言

根据山西省住房和城乡建设厅《关于印发 2022 年工程建设地方标准制（修）订计划的通知》（晋建科字〔2022〕152 号）的要求，标准编制组经深入调查研究，认真总结工程实践经验，参考有关国家标准和行业标准，并在广泛征求意见基础上，制定了本标准。

本标准共包括 8 部分，分别为总则、术语、基本规定、系统设计、系统建设、系统检测、系统验收、系统运行管理与资料归档。

本标准由山西省住房与城乡建设厅负责管理，由山西省安装集团股份有限公司负责具体内容的解释。在执行过程中，如有意见和建议，请反馈给山西省安装集团股份有限公司（地址：山西转型综合改革示范区唐槐产业园新化路 8 号，邮编：030032，邮箱：jsb@sxaz.com.cn）。

本标准主编单位：XXXXXX

XXXX

本标准参编单位：XXXXXX

XXXX

XXXX

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	2
3	基本规定	3
3.1	一般规定	3
3.2	系统设计	3
3.3	系统建设	4
3.4	系统测试	4
3.5	系统验收	5
3.6	系统运行	5
4	系统设计	6
4.1	一般规定	6
4.2	多能互补技术方案优化设计	6
4.3	系统负荷	7
4.4	能源系统设计	8
4.5	智能化集成系统	12
4.6	智慧能碳管控云平台软件系统	18
5	系统建设	21
5.1	一般规定	21
5.2	施工	21
5.3	系统集成平台建设	22

6	系统检测	24
6.1	一般规定	24
6.2	信息网络系统检测	24
6.3	设备监控系统检测	25
6.4	系统集成平台检测	27
7	系统验收	30
7.1	一般规定	30
7.2	施工验收	30
7.2	系统集成平台验收	32
8	系统运行管理与资料归档	33
8.1	一般规定	33
8.2	硬件系统	33
8.3	软件系统	34
8.4	设备监控系统	35
8.5	系统集成平台	36
8.6	资料归档	37
8.7	系统维护与维修	37
	本标准用词说明	39
	引用标准名录	40
	条文说明	41

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirement	3
3.1	General Requirements	3
3.2	System Design	3
3.3	System Construction	4
3.4	System Test	4
3.5	System Acceptance Inspection	5
3.6	Systematic Operation	5
4	System Design	6
4.1	General Requirements	6
4.2	Optimal Design of Multi-Energy Complementary Technology Scheme	6
4.3	System Load	7
4.4	Energy System Design	8
4.5	Intelligent Integrated System	12
4.6	Intelligent Energy-Carbon Management and Control Platform Software System	18
5	System Construction	21
5.1	General Requirements	21

5.2	Construction	21
5.3	System Integration Platform Construction	22
6	System Tests	24
6.1	General Requirements	24
6.2	Information Network System Tests	24
6.3	Equipment Monitoring System Tests	25
6.4	System Integration Platform Tests	27
7	System Acceptance Inspection	30
7.1	General Requirements	30
7.2	Construction Acceptance Inspection	30
7.2	System Integration Platform Acceptance Inspection	32
8	System Operation Management And Data Archiving	33
8.1	General Requirements	33
8.2	Hardware System	33
8.3	Software System	34
8.4	Equipment Monitoring System	35
8.5	System Integration Platform	36
8.6	Data Archiving	37
8.7	System Maintenance and Maintenance	37
	Explanation of Wording in This Standard	39
	List of Quoted Standards	40
	Explanation of Provisions	41

1 总 则

1.0.1 为科学、规范地建设智慧能源系统，提供整体系统思路与原则，指导智慧能源系统的建设，推广多能互补技术的应用，制订本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建的园区、工厂、办公楼、酒店、医院、学校、机场、商业综合体、公共事业单位等各行业领域的智慧能源系统多能互补技术的综合设计。

1.0.3 以智慧能源系统为主要实现形式，实现梯级化应用综合能源和多能协同供应，有效改善资源利用率，明确智慧能源系统架构。

1.0.4 智慧能源系统多能互补技术除应符合本标准外，尚应符合现行国家、行业和山西省有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 智慧能源系统 intelligent energy system

面向电、气、冷、热等能源供应系统的全过程，采用先进感知技术、信息技术和智能技术，全面采集能源系统的信息，自动优化能源的需求与供应，实现安全、高效、绿色、智慧运行的能源供给与应用系统。

2.0.2 多能互补 multi-energy complementary

多种能源之间相互补充和梯级利用，从而提升能源系统的综合利用效率，缓解能源供需矛盾，构成丰富的清洁、低碳供能结构体系。

2.0.3 智能化集成系统 intelligent integration system

为实现建筑物的运营及管理目标，基于统一的信息平台，以多种智能化信息集成方式，形成的具有信息汇聚、资源共享、协同运行、优化管理等综合应用功能的系统。

2.0.4 信息设施系统 information facility system

为满足建筑能源系统的应用与管理对信息通信的需求，将各类具有接收、交换、传输、处理、存储和显示等功能的信息系统整合，形成能源信息通信服务综合基础条件的系统。

2.0.5 智慧能碳管控平台 intelligent energy-carbon management and control platform

以云计算、大数据、物联网、人工智能等技术为基础对各种能源的供给和使用情况、系统和设备的运行情况、碳排放情况进行集中监视、控制和管理，并通过对各种能源数据进行处理、分析和优化，从而达到多种能源高效利用和综合服务的控制和管理平台。

3 基本规定

3.1 一般规定

- 3.1.1 智慧能源系统的建设应满足智慧能源系统多能互补技术的可持续发展。
- 3.1.2 负荷计算应充分考虑能源运行调度和多能互补的特征。
- 3.1.3 多能互补系统的配置应基于实际运行方案进行有效优化。
- 3.1.4 应配备全自动监控与运行调度系统，实现设备的全自动控制与调度。
- 3.1.5 应支持各能源子系统的信息关联和功能汇聚。
- 3.1.6 应适应智慧能源系统多能互补技术的不断完善。
- 3.1.7 应满足能源系统综合设计下的信息化应用需求。
- 3.1.8 应具备必要的系统自检能力和系统自学习能力。

3.2 系统设计

3.2.1 系统设计总体技术要求

智慧能源系统利用智能配电网、综合信息网联系各能源子系统和各冷热电能源用户，并借助智能化集成系统和智慧能碳管控云平台，因地制宜、统筹开发、互补利用传统能源和新能源，实现多能协同供应和能源综合梯级利用。

3.2.2 智慧能源系统多能互补技术

1 应充分利用当地的自然资源条件和一次能源消耗特点，从整体优化角度确定可配置的可再生能源和清洁能源类型，提供多能源利用系统优化解决方案；

2 应预测用户能源需求，合理调配不同特性的能源和有效管理监控各环节能源利用，平衡能源供应与需求矛盾；

3 应配置自动控制系统，利用自动控制系统进行实时调度各种能源生产与供应，最大限度提升能源综合利用效率，减少能源浪费；

4 通过能效控制，提高系统节能率、减少排放，并利用能源价格变动趋势有效转换和利用能源，降低能源成本、提升能源品位和创造经济价值；

5 通过需求侧负荷管理和响应机制，采用适当措施对用电负荷进行限制和调整，以保证电力供需之间的平衡；

6 保障系统的电能质量，根据用电负荷和多种能源的特点有针对性地配置电能质量调控设备。

3.3 系统建设

3.3.1 系统建设坚持安全、高效、绿色、低碳、开放原则实施。

3.3.2 系统的建设应贯穿规划、设计、施工、运维全过程。

3.3.3 宜由专业信息化项目管理公司负责智慧能源管理系统工程建设项目管理。

3.3.4 智慧能源系统工程建设程序应合规合法，工程施工应由具备相应施工资质的施工单位实施。

3.4 系统测试

3.4.1 智慧能源系统的测试宜分为四个阶段，分别为设备仪表测试、自动控制测试、事故连锁测试和智慧算法测试。

3.4.2 智慧能源系统测试的第一阶段为设备仪表测试，应严格按照控制策略要求进行，确认各设备开关机及运行正常、无异响、无过热等状况。密切监控系统各点压力和温度等参数，确保所有仪表工作正常，数据合理。

3.4.3 智慧能源系统测试的第二阶段为自动控制测试，应严格按照预先设置的自控策略分区分步测试，最终实现系统的全控制。

3.4.4 智慧能源系统测试的第三阶段为事故连锁测试，应严格按照预先设置的事故备案分区分步调试，最终实现系统的事故应急处理与安全保障。分析调试过程的记录数据，综合评价配套系统和设备运行状态优劣，提高系统运行的整体可靠性。

3.4.5 智慧能源系统测试的第四阶段为智慧算法测试，可以设定虚

拟工况，智慧算法根据虚拟工况提供的边界参数进行学习与迭代，再根据算法的学习效果综合评价算法的智慧和自学习能力。

3.5 系统验收

3.5.1 应遵循国家现有且适合于智慧能源系统多能互补技术的相关标准规范，开展对智慧能源系统多能互补技术的验收工作。

3.5.2 系统建设完成后，应由建设单位组织各参建单位进行系统检测和工程竣工验收，确保系统各项功能满足设计及使用要求。

3.6 系统运行

3.6.1 智慧能源系统运行过程中应具有稳定性，对于外界温度的、机械的以及其他的各种变化，不至于对系统的状态发生显著的影响。

3.6.2 智慧能源系统运行应借助信息和通信技术，使能源的生产、传输、储存和消费高度自动化和智能化。

3.6.3 智慧能源系统运行是建立在各种能源网络基础上的完整体系，应实现多能互补，以及各种能源网络之间的互联互通，并实现能源的生产、加工转化、传输配送、存储、终端消费、回收利用各环节的优化管理。

3.6.4 智慧能源系统应拥有提高能源利用效率，推动传统能源的清洁高效利用和可再生能源的稳定充分利用，优化调整能源消费结构的能力。

3.6.5 智慧能源管理系统应将能源供应设备、工艺系统的安全保护连锁系统接入，根据设备和工艺系统的设计条件或权限实现安全保护和反馈。

3.6.6 系统运行、维护应制定相应的管理制度、操作规程、维护保养制度和事故应急预案。

3.3.7 系统操作、维护人员应掌握必要的技术要求和技术指标，需要时应对有关人员进行培训、考核。

3.3.8 系统应根据不同的操作对象设置操作权限，避免设备操作失误引发运行安全及数据安全等问题。

4 系统设计

4.1 一般规定

4.1.1 各子系统的设计，需考虑其他能源的互补情况，进行综合优化确定。以系统整体目标的优化为准绳，协调能源系统中各子系统的相互关系，使系统完整、平衡。

4.1.2 在满足实际应用需求的原则下，坚持先进，兼容并蓄，实现系统集成、系统互联、资源整合、信息共享。

4.1.3 控制系统需要建立完善事故备案，在系统发生故障时确保系统安全，并将故障导致的影响控制在最小范围内。网络环境下需注重信息传输和数据存储的安全性，保证系统网络的安全性，避免遭受恶意攻击和非法提取数据。

4.1.4 应考虑系统的扩展性，系统容量应具有可持续性。

4.1.5 应具有完善的自检、故障诊断和弱化等功能，发生故障时系统能及时排查出故障点，保证及时维修。

4.1.6 应在充分考虑满足用户需求、系统集成要求的前提下，最合理的配置和最有效的利用，力求最小的耗费获取最大效益。

4.1.7 体系结构与技术应符合智慧平台技术的发展趋势，在满足基本的自学习能力的前提下，需要具备一定的大数据挖掘能力与自迭代能力。

4.2 多能互补技术方案优化设计

4.2.1 将多能互补系统与负荷特征以及能源特性深度融合，与气候特征、人员习惯、建筑物性等紧密结合，实现系统调度策略优化。

4.2.2 将系统与能源互联网以及智能算法深度融合，与大数据、云计算、信息通信等前沿技术紧密结合，实现集成优化、智慧融合的能源体系。

4.3 系统负荷

4.3.1 随着建筑电气化，建筑供热供冷负荷与电力负荷更紧密地结合在一起。在进行多能互补的能源系统设计时，利用设计负荷对多能互补的能源形式及容量进行优化配置。

4.3.2 冷负荷

1 空调区的夏季计算得热量，应根据下列各项确定：

- 1) 通过围护结构传入的热量；
- 2) 通过透明围护结构进入的太阳辐射热量；
- 3) 人体散热量；
- 4) 照明散热量；
- 5) 设备、器具、管道及其他内部热源的散热量。

2 空调区的夏季冷负荷，应根据各项得热量的类型、性质以及空调区的蓄热特性，分别计算；

3 空调系统的夏季冷负荷，应按空调区各项逐时冷负荷的综合最大值确定；计算综合最大值时需要考虑各区域的使用特征，并根据使用频率确定同时使用系数；

4 对建筑群进行总冷负荷计算，应按各建筑的逐时冷负荷，以及同时使用系数，确定总冷负荷的综合最大值。

4.3.3 热负荷

1 冬季热负荷的计算，应根据下列各项确定：

- 1) 围护结构耗热量；
- 2) 冷风渗透耗热量；
- 3) 加热由外门开启时经室外进入室内的冷空气耗热量；
- 4) 通风耗热量；
- 5) 通过其他途径散失或获得的热量。

2 冬季热负荷的计算，应按供热区各项逐时热负荷的综合最大值确定。计算综合最大值时需要考虑各区域的使用特征，并考虑间歇使用情况；

3 对建筑群进行总热负荷计算，应按各建筑的不同阶段的热负

荷特征，确定总热负荷的综合最大值。

4.3.4 电负荷

1 用电负荷等级应根据对供电可靠性的要求及中断供电所造成的损失或影响程度确定。多能互补系统宜对不同等级的电负荷分别管理，并提出具体的设计与运行措施，满足各等级对应的供电要求；

2 对于特别重大以及特殊用电场所，例如多能互补平台系统用电，需要单独管理，单独满足各自的供电要求。

4.3.5 负荷预测

在进行多能互补能源系统运行时，利用预测方法对系统负荷和能源系统出力情况进行短期预测，对多能互补的运行方式进行优化计算。

- 1 系统应具有短期负荷预测的能力；
- 2 负荷预测宜采用组合预测方法；
- 3 系统应具备有效的用户行为统计分析与预测能力；
- 4 系统应具备依据大数据分析调整负荷预测模型的能力；
- 5 应对训练数据的合理性和建模方法的有效性进行评估。

4.4 能源系统设计

4.4.1 系统整体优化

应先通过方案比选与优化算法确定多能互补系统的能源配置初步方案，再利用优化算法对系统运行方案进行优化，最终结合优化的系统运行方案，确定最终的多能互补系统能源配置方案。

4.4.2 太阳能子系统

太阳能系统应做到全年综合利用，根据使用地的气候特征、实际需求和适用条件，为建筑物供电、供生活热水、供暖或（及）供冷。

1 太阳能光伏发电系统

1) 太阳能光伏发电系统设计时，应根据建筑物负荷动态特征、其他能源配置情况、负荷性质和系统运行方式等因素，确定光伏系统的定位与类型；

2) 太阳能光伏发电系统设计时, 应给出系统装机容量和年发电总量;

3) 应根据光伏组件在设计安装条件下光伏电池最高工作温度设计其安装方式, 保证系统安全稳定运行。

2 太阳能集热系统

(1) 太阳供暖系统

1) 太阳能供暖技术应遵循被动技术优先、主动系统优化的原则;

2) 太阳能供暖设计应根据气候区特点、太阳能资源条件、建筑物类型、功能以及与其他能源的互补情况综合优化确定;

3) 太阳能供暖系统应结合建筑负荷特征以及能源配置情况, 与太阳能发电系统综合考虑, 确定太阳能供暖系统的定位和调度方式;

4) 太阳能供暖系统应设置能量计量装置, 且应分别计量太阳能集热系统得热量、系统供热量、系统水泵和风机耗电量等能量参数。

(2) 太阳能供热水系统

1) 太阳能热水系统设计和建筑设计应适应使用规律, 并充分考虑与能源的配合与特征, 做好系统定位;

2) 太阳能热水系统类型的选择, 应根据建筑物类型、使用功能、其他能源配置、系统定位、使用者要求、气候条件、太阳能资源等因素综合确定;

3) 太阳能热水系统应与多能源互补系统紧密结合, 并配合其他能源的运行调度来确定系统的运行控制方式与配置;

4) 太阳能热水系统设计的系统节能, 环保效益评估, 应在综合系统平台上进行, 不应单独评估, 并宜在系统运行后, 进行能耗的定期监测。

4.4.3 地热能子系统

地源热泵系统方案设计前, 应进行工程场地状况调查, 并应对浅层或中深层地热能资源进行勘察, 确定地源热泵系统实施的可行性

与经济性。

1 浅层地热能

1) 根据当地资源情况,综合考虑其他可用能源,制定浅层地热能综合利用技术方案,在经济技术可行与总体能源系统最优的前提下,充分提高浅层地热能资源利用水平;

2) 在符合对地质条件、水资源和环境保护的前提下,以总体能源系统最优为原则,确定浅层地热能供热季、供冷季能效比;

3) 多能互补系统需要监控地埋管换热系统总释热量与总吸热量并计算其不平衡量,根据多能互补系统特征进行方案优化,采取冷(热)补偿措施。

2 中深层地热能

1) 在多能系统中,根据系统所有能源的供能特征与负荷特征,确定中深层地热供热系统所承担的热负荷;

2) 直接换热的中深层地热水供热系统应设计抽水量、回灌量和地下水水位在线监测系统,并根据这些参数优化多热源的运行方案。

4.4.4 工业余热与低品位热能子系统

1 余热热源供应单位应经营状况稳定、资信良好,技术水平先进,所属行业符合国家产业政策;

2 余热热源宜作为基础热源,并与其他热源互相配合补充。对于波动性、间断性余热热源应综合考虑其他热源的供给特性,配置储热装置以提高系统稳定性,确保供热系统安全稳定运行;

3 温度参数较低的余热系统宜和其他系统串联组合,以便更充分的利用余热;

4 在安全可靠、经济可行的前提下,基于系统整体最优的目标,优化匹配余热资源与供热需求,最大程度回收余热,提高余热回收利用效率;

5 余热锅炉及系统

1) 系统应对余热锅炉的烟气流量与温度进行监控,宜对烟气含湿量、二氧化碳进行监控;

2) 燃气、生物质、垃圾焚烧等烟气含湿量高的锅炉，应充分回收烟气中的潜热。

6 有机工质朗肯循环发电系统

发电规模应基于总体能源系统，根据余热资源特性、余热资源参数、用户负荷特征确定。

4.4.5 储能子系统

冷、热、电这三种储能形式需要在系统的整体优化的前提下综合考虑储能的形式和储能量：

1 电储能

储能电站的容量设计需要与多能互补的运行方案紧密结合，并需要考虑供电的安全稳定性与设计冗余；

2 冷/热储能

1) 储能系统设计应根据多能互补系统确定储能在系统中的储能位置与功能；

2) 在设计阶段，应根据供能特性和冷热负荷曲线，并充分考虑供、需的不确定性，来确定蓄能-释能周期内系统的逐时运行模式，以及对应的蓄能装置的状态；

3) 蓄能系统的冷/热容量设计，应在考虑供、需的不确定性的前提下，保证在设计蓄冷/热时段内完成全部预定蓄冷/热量的储存。

3 太阳能短期蓄热系统

1) 短期蓄热太阳能采暖系统的蓄热量应根据系统功能定位、建筑负荷特征、当地太阳能资源、气候、与其他能源的互补调度情况等因素确定；

2) 系统的总贮热水箱或水池容积，应根据设计蓄热时间周期及蓄热量等参数通过动态计算确定，需要充分考虑与其他能源系统的配合，以及蓄热系统在多能系统中的定位与作用。

4 太阳能季节蓄热系统

1) 在条件适宜地区，宜集中设置较大规模的季节蓄热太阳能供热采暖热力站；

2) 季节蓄热系统的蓄热体容积宜通过动态计算确定, 需要充分考虑与其他能源的互补与配合, 以及蓄热系统在多能系统中的定位与作用。

4.4.6 空气源热泵

1 根据当地资源情况, 综合考虑其他可用能源, 制定空气能综合利用技术方案, 空气能热泵宜作为补充冷热源;

2 当室外温度低于空气源热泵机组平衡点温度时, 宜考虑多能系统中的其他热源供热。

4.5 智能化集成系统

4.5.1 总体设计

智能化集成设计按照主体架构一步到位、功能系统分步实施的方法来实现, 完成各子系统的自身功能, 满足用户的基本使用和管理要求。对使用和管理功能要求紧密相连的子系统从技术与功能接口考虑, 进行集成化控制和联动, 形成具有信息汇聚、资源共享及优化管理等综合功能的系统, 遵循实用、安全可靠、技术先进和经济合理的原则。

4.5.2 系统架构

智能化集成系统主要由信息设施系统、信息网络系统、设备管理系统、智能化系统和能碳管理系统等组成。

4.5.3 信息设施系统

1 信息设施系统应为建筑物的使用者与管理者创造良好的信息应用环境;

2 信息设施系统应根据需要对建筑物内外的各类信息, 予以接收、交换、传输、存储、检索和显示等综合处理, 并提供符合信息化应用功能所需的各种类信息设备系统组合的设施条件;

3 信息设施系统提供的原始数据的存储宜分为短期存储与长期存储, 两种存储方式设定不同的数据存储频率。短期存储的数据主要用于系统运行状态的分析, 为大数据分析、数据挖掘、自学习

算法提供数据与资源，存储时间段宜为 7 天到 1 年，存储频率宜设为 1 次/分钟，有动态数据分析需求的存储频率宜设为 1 次/秒。长期存储的数据主要用于系统运行数据的归档与历史数据查询、对比分析，存储频率推荐设为 1 次/小时；

4 信息设施系统提供的各类业务及其业务接口，应能通过建筑物内布线系统引至各个用户终端。

4.5.4 信息网络系统

1 系统根据用户的网络安全需求，确定网络安全等级保护，并根据保护等级进行相应的网络系统设计；

2 网络需求分析应包括功能需求和性能需求，根据网络功能需求分析应能确定网络类型，内容应包括网络拓扑结构、网络采用的通信协议、传输介质、网络端口数设置、网络互联和广域网接入等；根据网络性能需求分析应能确定整个网络的效率、可靠性、安全性和可扩展性，内容应包括网络的传输效率、网络互联效率、广域网接入效率、网络冗余程度和网络可管理性；

3 系统应从外界环境、基础设施、运行硬件、介质等方面为信息系统的安全运行提供基本的后台支持和保证；

4 系统应为信息系统能够在安全的网络环境中运行提供支持，确保网络系统安全运行，提供有效的网络服务。

4.5.5 设备管理系统

1 建筑设备管理系统

1) 系统应支持开放式系统技术，宜建立分布式控制网络；

2) 系统与产品的开放性应满足可互通信、可互操作、可互换用要求；

3) 在主系统与第三方子系统只监视不控制的场所，可选择只满足可互通信的产品；

4) 在主系统与第三方子系统有联动要求的场合，应选择能满足可互操作的产品；

5) 应采取必要的防范措施，确保系统和信息的安全性；

6) 应根据建筑的功能、重要性等确定采取冗余、容错等技

术；

7) 设备监控系统应具备系统自诊断和故障部件自动隔离、故障报警功能；

8) 当设备各子系统采用分别自成体系的专业监控系统时，应通过通信接口纳入建筑设备管理系统。

2 冷热源系统

1) 当系统中有多台冷水机组/热泵时，机组的节能群控应由机组供应商完成后，通过通信接口将数据传给建筑设备管理系统；当无此项功能时，机组的节能群控应由建筑设备管理系统完成；

2) 应对制冷/热系统设备进行启、停的顺序控制；

3) 应根据冷/热量需求确定机组运行台数的节能控制；

4) 应自动控制水泵运行台数和频率；

5) 当系统中有多台锅炉时，锅炉的节能群控应由锅炉供应商完成后，通过通信接口将数据传给建筑设备管理系统；

6) 应监测锅炉的烟道温度、含湿量和流量；

7) 应监测锅炉的能耗。

3 热交换系统

1) 应设置热交换系统的启、停顺序控制；

2) 多台热交换器并联设置时，应在每台热交换器的二次进水处设置电动阀门，根据二次侧供回水温差和流量，调节热交换器台数；

3) 多台热交换器并联设置时，应根据热交换器的换热状态，调节每个换热器的进水，提高整体换热效果。

4 新风机组

新风机组应设置由室内 CO₂ 和其他有害气体浓度控制送风量的自动控制调节系统，在人员密度相对较大且变化较大的房间，可根据室内 CO₂ 和其他有害气体浓度和人数/人流监测，基于大数据分析，修改最小新风比或最小新风量的设定值。

5 空调机组

在变风量空调机组中，风机宜采用变频控制方式，对系统最

小风量进行优化与控制。

6 通风系统

1) 应根据服务区域的风量平衡和压力等参数控制风机的启停台数和转速；

2) 在地下停车库，应根据车库内 CO 等有害气体浓度或车辆数监测控制通风机的运行台数和转速。

7 照明监控系统

1) 照明监控系统宜采用分布式模块化结构；

2) 照明监控系统的控制器应有自动/手动控制功能；

3) 室内照明宜采用分区时间表和场景等控制方式；

4) 当重要区域视频监控系统对照明有联动控制需求时，照明监控系统应设置相应的功能。

4.5.6 计量系统

1 所选择的应用系统能实现能源介质计量系统的基本功能，适应当前计算机应用技术发展的趋势；

2 计量系统进行信息交互时应采用密钥算法对数据进行加密；

3 应根据不同的用户授予相关权限，保证不同用户只能处理对应业务；

4 应满足数据存储的冗余要求，数据应定期备份；

5 系统应能发现和记录传输异常；

6 关键数据采集点宜设置传感器冗余，确保关键数据精度；

7 所有计量仪表精度要求应符合下列规定：

1) 智能电表：精度不低于 0.5 级；

2) 水流量仪表：精度不低于 1 级；

3) 冷/热量仪表：户用热量表精度等级不低于 0.5 级，大口径热量表精度等级不低于 2 级；

4) 燃气表：精度不低于 1.5 级。

8 所有传感器精度要求应符合下列规定：

1) 根据传感器的实际应用场合和要求，选择合理的精度要求；

2) 温度传感器精度宜选择 A 级, 不大于 $\pm(0.15^{\circ}\text{C}+0.002\times\text{传感器量程})$;

3) 压力传感器精度宜选择 0.1%-1%FS 的高精度传感器;

4) 空气质量传感器应选择高精度、高灵敏度的传感器。

4.5.7 智能化系统

智能化系统工程架构的设计应包括系统配置、架构规划、构架搭建、系统配置等;智能化系统对建筑各子系统各自独立分离的设备、功能和信息集成到一个相互关联、完整和协调的综合平台上,通过标准的数据库接口与综合管理系统提供数据连接,实现系统信息的共享和合理分配,同时集中管理、监控及各子系统的联动功能;智能化系统在各集成子系统的良好运行基础之上,应配备智能优化算法,提供优化运行方案,通过优化组合、调整使用策略,实现能源的高效利用;智能化系统应实现设备的全自动控制运行,并设置一键转人工控制功能,确保系统的安全稳定性;为新能源设备的管理提供接口,进行统一分配、调度,合理利用新能源;智能化系统平台以及核心子系统需要有自学习与自迭代的能力。

1 系统配置

1) 符合建筑基本功能的智能化系统配置应作为应配置项目;

2) 以应配置项目为基础,为实现建筑增强功能的智能化系统配置应作为宜配置项目;

3) 以应配置项目和宜配置项目的组合为基础,为完善建筑保障功能的智能化系统配置应作为可配置项目。

2 架构规划

1) 应满足建筑物的信息化应用需求;

2) 应支持各智能化系统的信息关联和功能汇聚;

3) 应顺应智能化系统工程技术的可持续发展;

4) 应适应智能化系统综合技术功效的不断完善;

5) 应适应多功能类别组合建筑物态的形式,并应满足综合体建筑整体实施业务运营及管理模式的信息化应用需求。

3 架构搭建

- 1) 应形成展现信息应用和协同效应的信息应用设施层;
- 2) 应成立连接用户信息, 提供网络化信息服务的基础性信息平台设施层;
- 3) 应建立具有满足运营和管理应用等综合支持功能的信息服务设施层;
- 4) 应搭建远程监测实时用能数据的信息感知设施层;
- 5) 应搭建具有运行优化算法、自检能力、自学习能力与自我迭代能力的智慧层。

4 系统配置

- 1) 应以设计等级为依据;
- 2) 应与架构规划相对应;
- 3) 应保证智能化系统综合技术功效;
- 4) 宜适应按专业化分项实施的方式;
- 5) 应按建筑基本条件和功能需求配置应用设施层、平台设施层、服务设施层、感知设施层的智能化系统。

4.5.8 相关设计

1 智能化集成系统的功能

- 1) 应满足建筑的业务功能、物业运营及管理模式的应用需求;
- 2) 应采用智能化信息资源共享和协同运行的架构形式;
- 3) 应具有实用、规范和高效的监管功能;
- 4) 宜适应信息化综合应用功能的延伸及增强。

2 智能化集成系统构建

- 1) 应包括智能化系统与集成信息应用系统;
- 2) 智能化系统宜包括操作系统、数据库、集成系统平台应用程序、各纳入集成管理的智能化设施系统与集成互为关联的各类信息通信接口等;
- 3) 集成信息应用系统宜由通用业务基础功能模块和专业业务运营功能模块等组成;
- 4) 应具有虚拟化、分布式应用、统一安全管理等整体平台

的支撑能力；

5) 应顺应物联网、云计算、大数据、智慧城市等信息交互多元化和新应用的发展。

3 智能化集成系统通信互联

1) 应具有标准化通信方式和信息交互的支持能力；

2) 应符合国际通用的接口、协议及国家现行有关标准的规定。

4 智能化集成系统配置

1) 应适应标准化信息集成平台的技术发展方向；

2) 应形成对智能化相关信息采集、数据通信、分析处理等支持能力；

3) 应满足对智能化实时信息及历史数据分析、可视化展现的要求；

4) 应提供智能化运行调度所需的智能优化算法；

5) 智能优化算法应分析与预测能源价格波动，并根据价格波动给出优化的运行调度；

6) 应配置拥有自学习能力的智慧系统，能够通过大数据挖掘等方法对智能优化算法进行优化与迭代，持续修正与提高系统的自动运行调度策略；

7) 应满足远程及移动应用的扩展需要；

8) 应符合实施规范化的管理方式和专业化的业务运行程序；

9) 应具有安全性、可用性、可维护性和可扩展性。

4.6 智慧能碳管控云平台软件系统

4.6.1 一般规定

1 系统的软件架构主要由能源实际管理、数据自定义、能耗信息报告、碳排放管理以及终端能耗预警、能源监控等构成；

2 所选择的应用系统能实现能源介质计量系统的基本功能，适应当前计算机应用技术发展的趋势；

3 宜选用技术先进、应用成熟的基础产品；

4 系统容错性好，局部失效不波及整个系统，系统负荷分配均匀，无结构上的危险集中点；

5 系统结构灵活、便于扩建，能适应系统的升级需要；

6 系统的技术性能可靠，人机界面友好，系统软件和开发工具完善，便于开发与操作；

7 在现场数据采集设备端进行数据累加计算，主站计算机系统采集现场数据累加值；

8 要求系统小信号切除、阻尼时间设定、数据累计在采集站完成；

9 对各个数据采集站进行组态时，需要考虑各个采集站组态后的数据标签名不出现重复现象。

4.6.2 功能设计

智慧能碳管控云平台软件系统主要有数据采集及前置处理、计量监测管理、统计管理、数据计算、离线输入管理、数据查询、信息作业管理和系统事件与报警等功能。

4.6.3 数据采集及前置处理

远程现场数据采集站负责完成远程现场数据采集、累计与传输功能，保证采集的数据的实时性和准确性，需使用先进的成套设备与技术，并使用高速传输网络将现场采集的数据传输到系统中心机房，需要对原始数据进行保存与管理，再进行数据的处理与统计，实现系统的基本功能。应具备甄别问题数据与坏点的能力，应具备查询剔除坏点的过程与剔除前后数据的变化能力。利用采集分类以及对能耗数据计量分项等，为能耗数据精细化管理提供相应的数据，保障能源数据的可靠性。

4.6.4 计量监测管理

1 计量监测管理包括工艺流程监视、能碳流动监视，系统趋势曲线和设备异常监视。需及时对数据统计信息进行更新，利用数据表格与图表的模式，将采集得到的相关数据在平台中显示和实时监控；

2 工艺流程监视：通过设在机房的显示器实现工艺流程监视的

目的，及时显示各种能源介质的实时数据以及实现计量示意监视；

3 能碳流动监视：通过设在机房的显示器实现能碳流动的监视，要求即时显示各环节能源与碳的流动与损失的情况，能够显示能源品位的流动与损失情况，流动图需要体现完整的流动链；

4 趋势监视：实现能源介质计量趋势图画面监视，建立实时趋势图、历史趋势图、系统趋势监视，及时显示各种能源介质的实时变化趋势；

5 设备异常监视：利用集散控制系统技术和配置的相关监控软件以及网络诊断等软件，实现对现场集散控制系统设备进行监视、诊断以及报警功能。

4.6.5 统计管理

处理和统计能源介质数据，对处理和统计后的数据进行存档，建立计量结算数据库，实现计量结算报表的预览、导出，实现管理部门 WEB 浏览，达到数据共享目的。

4.6.6 数据计算

通过建立数学模型，计算水、电、气等能源介质的损失率和放散率，计算能源介质管理的经济效益。

4.6.7 离线输入管理

提供入机接口，使用户可以对系统能源介质统计数据离线输入与修正，提高系统运行效率及统计准确率。

4.6.8 数据查询

实现能源介质数据的实时数据查询与历史数据查询功能。

4.6.9 信息作业管理

提供系统用户管理功能，实现对用户权限的管理与分配。

4.6.10 系统事件和报警

为用户提供系统操作事件记录功能以及系统事件报警功能。

5 系统建设

5.1 一般规定

5.1.1 土建交付安装项目时,应由土建专业填写“中间交接验收签证书”,并提供相关技术资料,交安装专业查验。

5.1.2 设备在吊、运过程中应做好防倾覆、防震和防护面受损等安全措施。设备到场后应做好开箱检查,设备外观应完好无损,附件、备件和产品的技术文件应齐全。设备宜存放在室内或能避雨、雪的干燥场所,并应做好防护措施。

5.1.3 应严格按照设计图纸和设备制造商提供的说明书进行设备安装,安装人员应经过相关安装知识培训。

5.1.4 设备安装工作结束后,安装单位应提供完整的安装记录和验收资料。

5.2 施工

5.2.1 太阳能光伏发电工程安装应符合现行标准《光伏电站施工规范》GB 50794 的相关规定。

5.2.2 太阳能热水系统安装应符合现行标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 的相关规定。

5.2.3 浅层及中深层地热系统施工应符合现行标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366、《城镇地热供热工程技术规程》CJJ 138 和《地热钻探技术规程》DZ/T 0260 的相关规定。

5.2.4 冷水机组、地源热泵机组、空气源热泵机组及室内系统安装应符合现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274、《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 和《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的规定。

5.2.5 用于回收工业余热与低品位热能子系统的余热锅炉及其附属

设备安装应符合现行国家标准《锅炉安装工程施工及验收标准》GB 50273 的规定。

5.2.6 用于建筑供热和生活热水供应的整装蒸汽和热水锅炉及辅助设备安装应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定。

5.2.7 水泵的安装应符合现行国家标准《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 的相关规定。

5.2.8 应将仪表设备作为重点保护，防止搬运和安装中因强烈震动和强行组装使仪表破坏或性能受影响，其安装要求应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的规定。

5.2.9 仪表线路安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》GB 50168 的规定。

5.2.10 仪表管道安装要求应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的规定。

5.2.11 脱脂、接地、防护、仪表试验、交接验收等工序施工应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的规定。

5.2.12 冷热源机房机电安装工程宜采用工厂化预制和现场装配化施工工艺。

5.2.13 其他施工应符合现行标准相关规定。

5.3 系统集成平台建设

5.3.1 系统集成平台建设的功能应符合下列规定：

- 1 应满足建筑的业务功能、物业运营及管理模式的应用需求；
- 2 应采用智能化信息资源共享和协同运行的架构形式；
- 3 应具有实用、规范和高效的监管功能；
- 4 应适应信息化综合应用功能的延伸及增强。

5.3.2 系统集成平台构建应符合下列规定：

- 1 系统集成平台应包括操作系统、数据库、集成系统平台应用程序、各纳入集成管理的智能化设施系统与集成互为关联的各类信

息通信接口等；

2 应具有虚拟化、分布式应用、统一安全管理等整体平台的支撑能力；

3 应顺应物联网、云计算、大数据、智慧城市等信息交互多元化和新应用的发展，具备一定的数据挖掘能力。

5.3.3 系统集成平台配置应符合下列规定：

1 应适应标准化信息集成平台的技术发展方向；

2 应形成对智能化相关信息采集、数据通信、分析处理等支持能力；

3 应满足对智能化实时信息及历史数据分析、可视化展现的要求；

4 应满足远程及移动应用的扩展需要；

5 应配置标准化通信接口，方便与其他系统连接；

6 与外部系统通信时，应设置防火墙等网络安全设备；

7 应符合实施规范化的管理方式和专业化的业务运行程序；

8 应具有安全性、可用性、可维护性和可扩展性。

6 系统检测

6.1 一般规定

6.1.1 系统检测时应具备的条件：

- 1 系统安装调试完成后，已进行了规定时间的试运行；
- 2 已提供了相应的技术文件和工程实施及质量控制记录。

6.1.2 建设单位应组织有关人员依据合同技术文件和设计文件，以及本规范规定的检测项目、检测数量和检测方法，制定系统检测方案并经检测机构批准实施。

6.1.3 系统检测可以委托检测机构检测，也可以建设单位自行组织检测。

6.1.4 应按系统检测方案所列检测项目逐一进行检测。

6.1.5 检测结论与处理

- 1 检测结论分为合格和不合格；
- 2 系统检测不合格应限期整改，然后重新检测，直至检测合格；系统检测合格，但存在不合格项，应对不合格项进行整改，直到整改合格；
- 3 应提供系统检测报告。

6.2 信息网络系统检测

6.2.1 计算机网络系统检测

计算机网络系统的检测应包括连通性检测、路由检测、容错功能检测、网络管理功能检测。

6.2.2 软硬件系统检测

1 硬件设备及材料的质量检测重点应包括安全性、可靠性及电磁兼容性等项目，可靠性检测可参考生产厂家出具的可靠性检测报告；

- 2 应用软件的检测应从其涵盖的基本功能、界面操作的标准性、

系统可扩展性和管理功能等方面进行检测，并根据设计要求检测其行业应用功能。满足设计要求时为合格，否则为不合格。不合格的应用软件修改后必须通过回归测试；

3 应先对软硬件配置进行核对，确认无误后方可进行系统检测；

4 以上功能全部满足设计要求时为检测合格。

6.2.3 网络安全系统检测应符合下列要求：

1 防攻击：信息网络应能抵御来自防火墙以外的网络攻击，使用流行的攻击手段进行模拟攻击，不能攻破判为合格；

2 因特网访问控制：信息网络应根据需求控制内部终端机的因特网连接请求和内容，使用终端机用不同身份访问因特网的不同资源；

3 信息网络与控制网络的安全隔离：测试方法应按规范的有关要求，保证做到未经授权，从信息网络不能进入控制网络；

4 防病毒系统的有效性：将含有当前已知流行病毒的文件（病毒样本）通过文件传输、邮件附件、网上邻居等方式向各点传播，各点的防毒软件应能正确地检测到该含毒文件并执行杀毒操作；

5 入侵检测系统的有效性：如果安装了入侵检测系统，使用流行的攻击手段进行模拟攻击（如 DOS 拒绝服务攻击），这些攻击应被入侵检测系统发现和阻断；

6 内容过滤系统的有效性：如果安装了内容过滤系统，则尝试访问若干受限网址或者访问受限内容，这些尝试应该被阻断；然后，访问若干未受限的网址或者内容，应该可以正常访问；

7 以上功能全部满足设计要求时为检测合格。

6.3 设备监控系统检测

6.3.1 综合能源设备检测应符合下列规定：

1 应检测所有设备的自控启动和调节功能；

2 应检测所有设备的报警功能；

3 应检测所有设备的运行状态的显示情况；

4 应检测所有设备之间的联动功能；

- 5 应检测所有传感器输出信号和自控系统显示设备的一致性;
- 6 应检测所有风阀、水阀的实际阀位和自控系统的显示阀位的一致性;
- 7 被检测机组全部符合设计要求为检测合格。

6.3.2 数据通信接口检测应符合下列规定:

- 1 系统承包商提交接口规范, 接口规范应在合同签订时由合同签订机构负责审定;
- 2 系统承包商应根据接口规范制定接口测试方案, 系统接口测试应保证接口性能符合设计要求, 实现接口规范中规定的各项功能, 不发生兼容性及通信瓶颈问题, 并保证系统接口的制造和安装质量;
- 3 应在工作站监测子系统的运行参数(含工作状态参数和报警信息), 并和实际状态核实, 确保准确性和响应时间符合设计要求;
- 4 对可控的子系统, 反应检测系统对控制命令的响应情况;
- 5 应对数据通信接口进行全部检测, 检测合格率 100%时为检测合格。

6.3.3 中央平台与操作分站检测应符合下列规定:

- 1 应主要检测其监控和管理功能, 检测时应以中央平台为主, 对操作分站主要检测其监控和管理权限以及数据与中央平台的一致性;
- 2 应检测中央平台显示和记录的各种测量数据、运行状态、故障报警等信息的实时性和准确性, 以及对设备进行控制和管理的功能, 并检测中央平台控制命令的有效性和参数设定的功能, 保证中央平台的控制命令被无冲突地执行;
- 3 应检测中央平台数据的存储和统计(包括检测数据、运行数据)、历史数据趋势图显示、报警存储统计(包括各类参数报警、通讯报警和设备报警)情况;
- 4 应检测中央平台数据报表生成及导出功能, 故障报警信息的导出功能;
- 5 应检测中央平台操作的方便性, 人机界面应符合友好、汉化、图形化要求, 图形切换流程清楚易懂, 便于操作。报警信息的显示

和处理应直观有效；

6 应检测操作权限，确保系统操作的安全性；

7 以上功能全部满足设计要求时为检测合格。

6.3.4 系统实时性检测应符合下列规定：

1 检测内容应包括采样速度、系统响应时间和报警信号响应时间；

2 采样速度、系统响应时间和报警信号响应时间应满足合同技术文件与设备工艺性能指标的要求。

6.3.5 系统可维护性检测应符合下列规定：

1 应检测应用软件的在线编程（组态）和修改功能，在中央平台或现场进行控制器或控制模块应用软件的在线编程（组态）、参数修改及下载，全部功能得到验证为合格，否则为不合格；

2 设备、网络通讯故障的自检测功能，自检必须指示出相应设备的名称和位置，在现场设置设备故障和网络故障，在中央平台观察结果显示和报警，输出结果正确且故障报警准确者为合格，否则为不合格。

6.3.6 系统可靠性检测应符合下列规定：

1 检测内容应包括系统运行的抗干扰性能和电源切换时系统运行的稳定性；

2 系统运行时，启动或停止现场设备，不应出现数据错误或产生干扰，影响系统正常工作。检测时采用远程自动或现场手动启/停设备，观察中央平台数据显示和系统工作情况，工作正常的为合格，否则为不合格；

3 切断系统电网电源，转为 UPS 供电时，系统运行不得中断。电源转换时系统工作正常的为合格，否则为不合格；

4 中央平台冗余主机自动投入时，系统运行不得中断；切换时系统工作正常的为合格，否则为不合格。

6.4 系统集成平台检测

6.4.1 集成平台网络连接检测应符合下列要求：

1 根据网络设备的连通图，网管工作站应能够和任何一台网络设备通信；

2 各子网（虚拟专网）内用户之间的通信功能检测：根据网络配置方案要求，允许通信的计算机之间可以进行资源共享和信息交换，不允许通信的计算机之间无法通信；并保证网络节点符合设计规定的通讯协议和适用标准；

3 根据配置方案的要求，检测局域网内的用户与公用网之间的通信能力；

4 对计算机网络进行路由检测，路由检测方法可采用相关测试命令进行测试，或根据设计要求使用网络测试仪测试网络路由设置的正确性。

5 以上功能全部满足设计要求时为检测合格。

6.4.2 平台数据集成检测应符合下列要求：

1 检查平台数据集成功能时，应在服务器和客户端分别进行检查，各系统的数据应在服务器统一界面下显示，界面应汉化和图形化，数据显示应准确，响应时间等性能指标应符合设计要求；

2 对各子系统应全部检测，100%合格为检测合格。

6.4.3 平台整体协调控制检测应符合下列要求：

1 系统的报警信息及处理、设备连锁控制功能应在服务器和有操作权限的客户端检测；

2 对各子系统应全部检测，检测项目 100%合格为检测合格。

6.4.4 事故状态的联动逻辑的检测应符合下列要求：

1 在现场模拟事故预案中的所有事故信号，在操作员站观察报警和做出判断情况，记录各系统的联动逻辑是否符合设计文件要求；

2 系统集成商与用户商定的其他方法；

3 以上联动情况应做到安全、正确、及时和无冲突。符合设计要求的为检测合格，否则为检测不合格。

6.4.5 平台可维护性检测应符合下列要求：

1 检测平台具备可被修改的能力，修改包括纠正、改进或者平台对环境、需求和功能规格说明变化的适应能力；

- 2 能够实现平台的各类维护；
- 3 以上功能全部满足设计要求时为检测合格。

6.4.6 平台安全性检测应符合下列要求：

- 1 安全系统宜从物理层安全、网络层安全、系统层安全、应用层安全等四个方面进行检测，以保证信息的保密性、真实性、完整性、可控性和可用性等信息安全性能符合设计要求；
- 2 如果与因特网连接，必须安装防火墙和防病毒系统。

6.4.7 平台自学习性能检测应符合下列要求：

- 1 平台首次使用应默认为自学习状态；
- 2 平台应具备大数据处理模块或者功能，能根据记录下来的历史数据对系统中的参数、模型、或者操作步骤进行自动优化，形成新的模型或者程序进行保存，并能重复执行，修改后的模型或者程序要优于目前的模型或者程序，符合此要求者判为合格；
- 3 平台能够简洁明了地展示出自学习过程中的模型或者程序的迭代过程，符合此要求者判为合格。

7 系统验收

7.1 一般规定

7.1.1 工程建设施工验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB 50252 和相关行业标准的有关规定进行单位工程、分部工程、分项工程和检验批的划分和质量验收。

7.1.2 工程采用的主要材料、半成品、成品、构配件、器具和设备,施工单位应对其外观、规格、型号和质量证明文件等进行验收,并经监理工程师检查认可。凡涉及结构、设备、运行安全和使用功能的,施工单位应进行检验,监理单位应按规定进行平行检验或见证取样检测。

7.1.3 各施工工序应按施工技术标准进行质量控制,每道施工工序完成后,施工单位应进行检查,并形成记录;工序之间应进行交接检验,上道工序应满足下道工序的施工条件和技术要求,相关专业工序之间的交接检验应经监理工程师检查认可,未经检查或经检查不合格的不得进行下道工序施工。

7.1.4 所有隐蔽工程应在隐蔽前检验合格,并应保留隐蔽工程检验记录资料。

7.1.5 机电设备工程安装完毕投入使用前,应进行系统调试,系统调试应在竣工验收阶段进行。

7.2 施工验收

7.2.1 太阳能光伏发电工程施工验收应符合现行国家标准《光伏发电工程验收规范》GB/T 50796 的相关规定,安装工程验收应包括对支架安装、光伏组件安装、汇流箱安装、逆变器安装、电气设备安装、防雷与接地安装、线路及电缆安装等分部工程的验收。

7.2.2 太阳能热水系统施工验收应符合现行国家标准《民用建筑太

《太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 的相关规定；系统调试应包括设备单机、部件调试和系统联动调试，系统联动调试应按照设计要求的实际运行工况进行，系统联动调试后的运行参数应符合相关规定。施工验收包括太阳能集热系统、蓄热系统、热水供应系统、控制系统等分部工程的验收。

7.2.3 太阳能热水系统竣工验收时，系统热工性能检验的测试方法应符合现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 的规定，质检机构应出具检测报告，并应作为工程通过竣工验收的必要条件。

7.2.4 浅层及中深层地热系统施工验收应符合现行标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 和《城镇地热供热工程技术规程》CJJ 138 的相关规定。

7.2.5 地埋管换热系统安装过程中，应进行现场检验，并应提供检验报告。

7.2.6 热源井应单独进行验收，且应符合现行标准《供水管井技术规范》GB 50296 及《供水水文地质钻探与凿井操作规程》CJJ 13 的相关规定。

7.2.7 冷水机组、地源热泵机组、空气源热泵机组及室内系统施工验收应符合现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274、《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 和《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的相关规定。

7.2.8 用于回收工业余热与低品位热能子系统的余热锅炉及其附属设备安装工程验收应符合现行国家标准《锅炉安装工程施工及验收标准》GB 50273 的规定。

7.2.9 用于建筑供热和生活热水供应的整装蒸汽和热水锅炉及辅助设备安装工程验收应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定。

7.2.10 水泵安装验收应符合现行国家标准《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 的相关规定。

7.2.11 仪表设备验收应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的规定。

7.2.12 仪表线路验收应符合现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》GB 50168 的规定。

7.2.13 仪表管道验收应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的规定。

7.2.14 脱脂、接地、防护、仪表试验、交接等工序施工验收应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的规定。

7.3 系统集成平台验收

7.3.1 系统集成平台验收应符合现行国家标准《软件系统验收规范》GB/T 28035 的相关要求。

7.3.2 系统集成平台验收应包括以下内容：

- 1 系统集成平台名称；
- 2 系统集成平台用途及组成；
- 3 主要功能与性能；
- 4 系统集成平台研制情况；
- 5 研制阶段评审情况；
- 6 系统集成平台测试情况；
- 7 配置管理情况；
- 8 满足需方业务要求等情况。

7.3.3 验收测试应符合国家现行标准《计算机软件测试规范》GB/T 15532 的要求进行：从适合性、准确性、互操作性、安全保密性、成熟性、容错性、易恢复性、易理解性、易学性、易操作性、吸引力、时间特性、资源利用性、易分析性、易改变性、稳定性、易测试性、适应性、易安装性、共存性、易替换性和依从性方面进行选择，确定测试内容。

8 系统运行管理与资料归档

8.1 一般规定

8.1.1 系统的运行管理工作，应建立运行管理体系。

8.1.2 在实施运行管理前，应做好运行管理的准备工作，确认运行管理工作范围及各系统需实现的功能。

8.1.3 运行管理应包括系统运行、系统维护、系统维修、系统优化等四方面内容。

8.1.4 运行管理应配备自控、暖通、电气等专业人员。

8.2 硬件系统

8.2.1 硬件的定期检验的时间间隔按如下规定安排：

1 首次投入运行以及运行中或定检时有调整修理的，检验间隔为一年；

2 运行情况良好，本次定检可不调整而继续使用的，下次检验可间隔两年；

3 运行情况良好，连续两次定检可不调整而继续使用的，下次检验可间隔三年；

4 定检要尽可能与机组大小修工作一起进行，由此允许间隔时间适当延长。

8.2.2 传感器运行维护应包括下列内容：

1 检查传感器外观，检查项目有外表、标志、接插件和介质通道；

2 检查传感器进气口、隔爆罩、显示屏及声光报警等完好；

3 检查传感器工作状态，报警值、断电值、复电值等设置符合规定；

4 检查各类传感器安装符合标准，监控正常；

5 检查传感器数据或状态准确传输到地面主机；

- 6 进行传感器电性能测试，检查绝缘电阻等参数符合规定；
- 7 进行传感器静态性能测试，作为与精确度有关的测试，为校准的主要内容。检查零点输出、满量程输出、非线性、回差、重复性、灵敏度和精确度等符合规定。

8.2.3 设备运行维护应符合下列规定：

- 1 应每月检测、维护和校对系统的前端设备。采用远程自动或现场手动启/停设备，应观察中央平台数据显示及设备工作情况；
- 2 系统维修时应协同暖通、电气等专业配合工作；
- 3 计量表应由国家授权的计量鉴定机构认证的企业维修；
- 4 运维主体宜对高能耗设备提出改造建议；
- 5 宜在能耗分析报告的基础上，提出合理可控的改进措施，并制定科学合理的管理措施；
- 6 宜制定能耗使用月度计划，按计划监测控制能耗。

8.3 软件系统

8.3.1 操作系统的运行维护应包括下列内容：

- 1 定期查杀病毒，及时更新病毒库；
- 2 及时安装操作系统补丁程序；
- 3 定期整理磁盘碎片和磁盘文件；
- 4 定期审查系统日志；
- 5 备份和更新计算机设备驱动程序。

8.3.2 数据管理系统的运行维护应包括下列内容：

- 1 及时进行数据库数据、日志备份或恢复；
- 2 数据库安全性和完整性的调整；
- 3 数据库崩溃时，进行重组与重构，并导入备份数据。

8.3.3 应用程序的运行维护应包括下列内容：

- 1 按照软件使用说明书、操作规程要求进行日常操作，定期进行维护；
- 2 值班员及时准确填写软件操作日志，管理员定期查阅软件操作日志；

- 3 操作日志中应记录软件出现的问题；
- 4 按应用软件要求测试和验证报表输出功能；
- 5 对软件参数配置进行备份，定期备份运行数据，清理垃圾数据；
- 6 软件重新安装应导入正确的备份配置，测试和验证无误后方可投入使用；
- 7 软件打补丁或版本升级前应对原程序和数据进行备份。

8.4 设备监控系统

8.4.1 系统运行应符合下列要求：

- 1 应监控系统运行状态数据及建筑环境参数；
- 2 应实时检测系统设定目标的实现情况，人工调整纠正偏差；
- 3 应根据季节、气候、临时安排及特殊要求调整系统；
- 4 应根据系统数据、趋势曲线、能耗监测系统的分析结果，提出运行优化需求；
- 5 交接班记录应包括临时调整要求报警记录、故障记录等内容；
- 6 能耗监测系统应对历史数据进行对比分析，当出现数据波动时应及时提交维护申请；
- 7 应管理和记录操作人员权限的变更；
- 8 应每月备份系统运行记录一次。

8.4.2 系统维护应符合下列要求：

- 1 应每季度检查自学习算法的学习效果，如果学习效果无法达到要求，则及时调整自学习算法；
- 2 应每月检查优化算法的优化结果，如果优化效果无法达到要求，则及时调整优化算法与自学习算法；
- 3 应每月检查系统通信状态；
- 4 应每季度测试系统联动；
- 5 宜每月检查控制器工作状况，检查内置电池；
- 6 宜每季度验证控制逻辑或算法；
- 7 宜每季度检测校正传感器和执行器。

8.4.3 系统维修应符合下列要求：

- 1 维修控制器、传感器、执行器，应将相关设备改为手动控制状态。控制强电的设备应将控制电路与主回路进行隔离；
- 2 修复完成后，应恢复系统数据、设置及原有监控功能；
- 3 故障由第三方设备引起的，应及时向相关方提供故障报告及分析结果。

8.4.4 系统优化应符合下列要求：

- 1 可根据实际使用情况，增加和调整系统联动功能；
- 2 可根据运行情况和使用要求，调整工作模式、界面、显示模式；
- 3 可根据运行主体提出的要求调整系统；
- 4 可根据需求调整系统运行报表的类型和数量；
- 5 可根据系统运行状况调整系统运行参数；
- 6 可根据系统运行环境和需求的变化完善系统。

8.5 系统集成平台

8.5.1 系统运行应符合下列要求：

- 1 应监控子系统运行状态；
- 2 联动控制命令发出后，应通过系统反馈或其他手段确认相关设备联动执行情况。可根据系统实际运行情况，添加联动策略；
- 3 应统计分析水、电、气、冷热源的使用数据；
- 4 应分析出入口控制、视频安防监控信息；
- 5 应核查报警事件，分析报警原因，确保被集成子系统对报警事件正确处理，并记录报警处理过程；
- 6 统计输出被集成子系统的报警事件；
- 7 发现故障应及时报修并进入维修排查流程；
- 8 应检查数据记录的准确性和存储状况。

8.5.2 系统优化应符合下列要求：

- 1 可逐步增加和调整联动策略；
- 2 可调整管理人员权限；

- 3 可调整数据的分类展示，美化和重组展示界面；
- 4 可调整运行参数，提升安全节能效果。

8.6 资料归档

8.6.1 资料归档应遵循下列原则：

- 1 分散集中原则：各部门资料自行分散保存和整理，定期收集统一归档。
- 2 及时完整原则：所有资料应在资料产生之后及时并完整的收集。
- 3 真实有效原则：所有资料应如实产生，如实保存，确保有效。系统有数据筛选算法的，应分别保存筛选前后的数据。

8.6.2 资料归档要求责权明确，管理科学规范。

8.7 系统维护与维修

8.7.1 系统维护应符合下列要求：

- 1 每月现场核查相关设备联动执行情况，纠正和调整出现的偏差；
- 2 应每月检查网关、链路等硬件装置的状况；
- 3 应每月检查被集成子系统接口传输数据的准确性及延时状况；
- 4 应每月检查运行数据备份情况，并备份系统配置。

8.7.2 系统维修应符合下列要求：

- 1 系统集成平台软件崩溃时，应恢复系统及其配置，导入备份数据，并测试和调整系统参数；
- 2 系统集成平台软件报错或出现其他异常，可根据报错信息查阅软件使用说明书，按其载明的故障处理方法维修。如故障属软件缺陷导致，应记录故障时间和现象，并通知或协商软件供应商处理；
- 3 当子系统数据丢失时，可先检查数据链路和子系统运行状态，再检查子系统与系统集成平台软件之间数据传输情况；
- 4 当数据链路故障时，应维修链路或网关；

5 当子系统与系统集成平台软件之间数据传输故障时，应重启传输服务；

6 当系统故障诊断为子系统故障导致或引发时，应排除子系统故障。有条件的情况下，可检测智能化集成系统通信接口；

7 子系统传输的数据错误，可先检查时钟是否统一，再检查是否数据堵塞或数据包错误，并应根据检查结果调校时钟一致；也可记录故障时间和现象，重启系统和数据传输，并通知软件供应商作进一步处理。

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

引用标准名录

《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366
《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》GB 50168
《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB 50252
《供水管井技术规范》GB 50296
《光伏电站施工规范》GB 50794
《锅炉安装工程施工及验收标准》GB 50273
《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242
《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275
《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB

50274

《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093
《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364
《光伏发电工程验收规范》GB/T 50796
《计算机软件测试规范》GB/T 15532
《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801
《软件系统验收规范》GB/T 28035
《供水水文地质钻探与凿井操作规程》CJJ 13
《城镇地热供热工程技术规程》CJJ 138
《地热钻探技术规程》DZ/T 0260

山西省工程建设地方标准

**智慧能源系统多能互补
技术应用标准**

DBJ04/T XXX—XXX

条 文 说 明

制定说明

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《智慧能源系统多能互补技术应用标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，供使用者参考。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	44
3.1	一般规定	44
3.2	系统设计	44
3.3	系统建设	45
3.4	系统测试	45
4	系统设计	46
4.1	一般规定	46
4.2	多能互补技术方案优化设计	46
4.3	系统负荷	46
4.4	能源系统设计	47
4.5	智能化集成系统	48
4.6	智慧能碳管控云平台软件系统	49
6	系统检测	50
6.4	系统集成平台检测	50
8	系统运行管理与资料归档	51
8.4	设备监控系统	51
8.6	资料归档	52

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.2 多能互补系统将多个建筑组成的建筑群作为一个整体进行供能，因此负荷计算需要从多能互补功能的角度出发，计算整体的负荷，而不应将每一个建筑单独计算，简单直接累加，获得建筑群的总负荷。

3.1.3 多能互补系统主要使用太阳能、地热能、污水/中水能、工业余热、空气能、燃气等能源，其中可再生能源种类和占比较多，因此控制比较复杂，运行控制优化的空间较大。为高效利用系统中的各种能源，则需要应用运行调度的优化算法来获得更加高效的运行策略。

3.1.4 为顺应与推动建筑领域用能的智能化发展，并考虑到多能互补系统对自动控制的较强的依赖性，确保多能互补系统的高效运行，则需要系统配备全自动监控与运行调度系统。

3.1.8 建筑群的物性参数和多能互补系统的边界参数会随着时间的不断变化，实际运行情况与设计情况也会存在很大出入。由于设计和实际之间的差距，设计状态下给出的优化算法以及优化的运行策略在实际使用时无法得到设计时的运行效果，因此需要配置自学习系统用于实时调整优化算法与运行策略，从而提高运行调度的节能效果。

3.2 系统设计

3.2.2 多能互补系统多种能源之间互相配合实现供能，因此从设计层面就需要从整体考虑，从整体优化，不能只是局部优化。为实现多种可再生能源互相高效配合供能，运行调度则会变得十分复杂，如果依然是通过人工控制，则很难实现高效供能，因此，多能互补系统配置自动控制系统是十分必要的。对于控制系统来说，短时间

内的负荷需求决定了能源调度的形式与方法，因此多能互补系统需要配置短时间内的负荷预测用来为能源调度决策提供依据。

3.3 系统建设

3.3.2 控制和运行设计对多能互补系统的高效运行至关重要，并影响多能互补系统的规划与设计。因此区别于传统能源系统的设计，多能互补系统的控制和运行设计应贯穿规划、设计、施工全程。

3.4 系统测试

3.4.1 目前对智慧能源系统的调试注重数据联通性和执行性，不注重控制策略和事故备案的测试，而对于多能互补系统，能源的运行调度至关重要，因此在调试过程中需要重视控制策略的测试。在本规范中规定，调试第二阶段应分步测试所有的控制策略。当系统投入全自动运行，则需要考虑事故备案，在面对部件，系统故障时，调度系统需要保证系统的安全性并维持其他正常区域正常供能，因此在本规范中规定，调试第三阶段需要调试所有的事故备案，以确保控制系统的安全可靠性。智慧能源系统需要保证算法的自学习能力，因此测试第四阶段需要进行智慧算法测试。

4 系统设计

4.1 系统设计原则

4.1.3 由于智慧能源多能互补系统的运行调度至关重要，因此有必要采用自动决策与运行的形式，当系统投入全自动运行，则一定要考虑事故备案，在面对部件，系统故障时，调度系统需要保证系统的安全性并维持其他正常区域正常供能，因此控制系统需要建立完善的事事故备案在系统发生故障时确保系统安全，并将故障导致的影响控制在最小范围内。

4.1.5 目前控制平台的自检能力十分不完善，故障诊断能力差，因此，在本规范中，再次强调需要有完善的自检功能和故障诊断功能。

4.1.7 建筑群的物性参数和多能互补系统的边界参数会随着时间的不断变化，因此运行调度决策系统也需要随着时间的变化而不断变化，因此，对于多能互补系统，决策系统需要具备自学习能力来应对变化。目前自学习能力主要来自于大数据挖掘与智慧算法，因此多能互补系统应具备一定的大数据挖掘能力。同时大数据也可以提高系统的自检能力，提高系统的安全性，提高系统的自迭代能力，优化运行调度决策系统。

4.2 多能互补技术方案优化设计

4.2.1 多能互补系统能高效运行的前提是能源系统的设计要充分考虑各种能源的特征，将充分考虑供能特征与负荷特征的适配性。

4.3 系统负荷

4.3.1 在每个能源形式的设计中，供能定位以及容量配置都遵循各自的设计规范要求单独设计，互相孤立。而在多能互补的能源系统中多种能源互相影响互相耦合，不可以独立设计，所以每个能源的定位和容量配置需要在多能互补总体构架下确定并优化配置。

4.3.2 在给建筑群做冷负荷计算时，会分别单独计算，再直接累加，如按照此负荷配置综合能源系统的容量，会导致配备的容量过大，一则投资浪费，二则设备长期低负荷运行，降低设备运行效率。因此，在计算建筑群的冷负荷计算时，需要将各区的冷负荷各项逐时累加，以获得更加符合实际的最大冷负荷。对于间歇使用的建筑，在计算最大冷负荷时，则可以通过同时使用系数的方法来获得更加符合实际的最大冷负荷。

4.3.3 采用多能互补能源站供给的建筑群往往是以公建为主，公建的热负荷在日间波动很大，如果依然按照目前供热的设计思路，一天之内供热负荷都采用一个负荷值的话，则和建筑群的实际热负荷需求有很大差异。同时，考虑到目前供热的精细化控制需求越来越高涨，因此，多能互补系统要求热负荷分时分段计算。

4.3.4 多能互补系统中不同电源的保障性各有不同，为了确保供电的安全可靠性，可以考虑对不同等级的电负荷分别管理，可以降低间歇电源的电源保障方面的建设成本。

4.3.5 短期内的用户负荷需求情况是系统运行调度优化算法的重要输入参数，会直接影响到算法得到的运行策略，因此，多能互补系统需要具备短期负荷预测的能力。负荷预测是一个动态过程，负荷预测模型不能一成不变，否则一则无法保证负荷预测精度，二则无法适应负荷特征的变化。因此，系统也需要根据大数据调整负荷预测模型，提高负荷预测算法的精度和适应性。

4.4 能源系统设计

4.4.1 多能互补系统的调度决策较为复杂，很难通过专业人员的设计计算给出优化的运行调度方法，因此需要配置优化算法对系统运行方案进行优化。同时系统的运行方案会影响到系统各能源与储能的配置，因此需要结合系统运行方案才能确定多能互补系统的能源配置方案。

4.4.2 太阳能作为常用且重要的可再生能源，在设计中一般需要配备储能设施。在多能互补系统中，由于多种能源之间存在互相转换，

太阳能系统的定位需要在多能互补系统中综合考虑,不可单独设计。

4.4.3 中深层地热能的利用包括中深层地热水直接供热系统、地热水间接供热系统、地埋管直接供热系统、地埋管间接供热以及中深层地源热泵机组等,在进行设计时,应对区域地热资源和开采利用条件进行调查,并对周边地质条件及地热资源进行调查。

4.4.4 工业余热温度较为适宜,回收利用 COP 高,使用工业余热符合提高能源利用率的思想与国家政策与发展方向,适合作为基础热源。有些工业余热的余热量不稳定,需要配备其他能源形式或者储能综合利用,因此工业余热热源的设计也需要从多能互补系统整体出发进行设计与优化。

4.4.5 单一能源形式下,储能系统设计一般考虑单一能源存储的需要。在多能互补系统中,由于存在各能源之间的配合,储能的需求与单一能源差异较大,需要从整体出发,设计储能系统。

4.4.6 空气源热泵投资相对低,运行能耗相对高,需要配合其他能源形式综合利用,而由于其投资较低,运行能耗较高,资源量不受限制等特征,一般可以作为补充冷热源。

4.5 智能化集成系统

4.5.3 智慧能源系统的自学习过程需要全面详实的数据作为学习样本,负荷预测算法也需要输入全面详实的数据作为预测依据,因此,对于智慧能源系统,需要全面的,高频的数据存储。而如果将所有数据都存储和归档,则会导致数据量过大,存储成本过高,通过设置短期存储和长期存储两个存储方式,可以有效解决两者的冲突。短期存储的存储频率和存储时间则由智慧能源系统的需求来确定。

4.5.5 公共建筑人员流动量大,为了保证室内空气质量,提高控制水平,系统应根据 CO₂ 浓度来进行控制调节,从而达到高效节能目的。通过智能照明系统可以提高系统的节能效果。

4.5.7 多能互补系统需要智能化优化算法和智能化自学习算法,可以称之为智能化优化算法和自学习算法的算法有很多种形式。为了确保智能算法能够满足多能互补系统的实际需求,需要对优化算法和自学习算法提出具体的要求。对于优化算法,需要有优化能力,

对于自学习算法，需要有自检能力，自学习能力以及自我迭代能力。

4.6 智慧能碳管控云平台软件系统

4.6.3 系统经过长时间的运行，通常会出现个别传感器数据异常的问题。对于智慧调度系统，如果无法判断数据异常（传感器异常或者数据传输异常），则会对系统的现状判断出现偏差，严重的偏差会导致严重不合理的能源调度决策，甚至影响系统安全稳定运行。因此，数据与处理中的数据坏点甄别和剔除尤其重要。

4.6.4 能碳流动的展示能够对系统的检测和评价提供有效帮助。为了能够有效分析系统的运行状态，需要保证能碳流动的完整性与全面性。

6 系统检测

6.4 系统集成平台检测

6.4.2 多能互补系统需要全自动监控与调度，因此事故状态的联动逻辑与执行情况对系统的安全性与稳定性有非常重要的作用，需要逐一检测。

6.4.7 需要确保平台拥有自学习能力，并且学习结果对系统是有效的优化。

8 系统运行管理与资料归档

8.4 设备监控系统

8.4.2 建筑群的内扰和能源系统的边界参数随着时间会有很大变化，因此需要随时检测自学习算法的适应性，即检查自学习算法的学习效果，并且检查受自学习算法影响的优化算法的优化结果，用以确认自学习算法的适应性。

8.6 资料归档

8.6.1 需要保存数据筛选算法前后的数据，一方面需要保存第一手数据，另一方面将筛选前后的数据保存下来，可以人工检验数据筛选算法是否正确有效的工作。