住房和城乡建设部备案号：J17459–2024

海南省工程建设地方标准 HN

P DBJ 46–068–2024

博鳌近零碳示范区创建技术标准（试行）

Technical standard for Boao near–zero carbon demonstration area

海南省住房和城乡建设厅 信息公开浏览专用

2024 – 03 – 14 发布 2024 – 07 – 01 实施

海南省住房和城乡建设厅 发布

海南省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

海南省工程建设地方标准

博鳌近零碳示范区创建技术标准（试行）

Technical standard for Boao near-zero carbon demonstration area

DBJ 46-068-2024

主编部门：海南省住房和城乡建设厅
批准部门：海南省住房和城乡建设厅
实施日期：2024 年 07 月 01 日

海南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

海南省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

海南省住房和城乡建设厅
关于发布《博鳌近零碳示范区创建技术标准（试行）》的通知

琼建定〔2024〕61号

各市、县、自治县住房和城乡建设局，三沙市自然资源和规划建设局，各建设、设计、施工和监理单位，其他有关单位：

为贯彻习近平生态文明思想，落实党中央、国务院关于碳达峰、碳中和的战略部署，深入总结住房和城乡建设部、海南省共创“博鳌近零碳示范区”的建设经验，推动和引导建成区系统降碳工作的有序开展，我厅组织有关单位编制了《博鳌近零碳示范区创建技术标准（试行）》，并经专家审查通过。现正式发布，编号为DBJ 46-068-2024，自2024年7月1日起实施。

海南省住房和城乡建设厅

2024年3月14日

海南省住房和城乡建设厅信息公开专用

海南省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

前　言

根据住房和城乡建设部、海南省政府的工作部署，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外有关标准，充分吸收借鉴国家标准《零碳建筑技术标准》成果，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 总体要求与指标；4 建筑绿色化改造；5 可再生能源利用与新型电力系统建设；6 交通绿色化改造；7 园林景观生态化改造；8 物资循环利用；9 水资源与循环利用；10 运营智慧化改造；11 区域与建筑碳排放评估。

本标准由海南省住房和城乡建设厅负责管理，由海南省建设标准定额站负责日常管理，由主编单位负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中如有意见或建议，请反馈至海南省建设标准定额站（地址：海南省海口市美兰区白龙南路 77 号，邮编：570203，电话：0898-65359219，电子信箱：bzk_dez@hainan.gov.cn），以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主 编 单 位： 中规院（北京）规划设计有限公司

参 编 单 位： 中国建筑科学研究院有限公司
清华大学
中国建筑设计研究院有限公司
中城院（北京）环境科技股份有限公司
中建科技集团有限公司
东南大学
中国城市建设研究院有限公司

海南省住房和城乡建设厅 信息公开 测试专用

中国南方电网海南电网有限责任公司
国能(海南)新能源发展有限公司
光大生态环境设计研究院有限公司

主要起草人： 胡耀文　王富平　高　原　曾有文　孟　宁
刘　勤　杨　凌　王　丽　张　璐　孙德宇
卢　笛　陈　曦　张　蕊　姜　超　崔　宏
刘晓华　李　浩　张　野　李　婷　周玲玲
王　宇　王忠杰　牛铜钢　高倩倩　王凯伦
邓力文　胡建丽　肖　彦　李珊珊　王陈栋
姜宁宁　文　源　赵树青　孟繁磊　陈美阳
张　曼　王国玉　李丛笑　齐　贺　王　玺
邱　崴　彭佳男　俞安源　姚子宣　何钦源
孙　涛　魏时阳　王　晨　张文波　徐嗣轩
赵　雷　胡靖琨　王基龙　吴天杰　陈明帆
范清亮　闫　亮　丁晓翔　周　娟

主要审查人： 王　凯　李晓江　鹿　勤　赵　锂　何　昉
周　剑　刘　烨　徐海云　徐宏庆　王　宇
康　健　鲍宇清　周　敏

海南省住房和城乡建设厅信息公开试用

目　次

1 总 则 …… 1
2 术 语 …… 2
3 总体要求与指标 …… 6
3.1 一般要求 …… 6
3.2 技术指标 …… 6
4 建筑绿色化改造 …… 9
4.1 一般规定 …… 9
4.2 改造评估 …… 10
4.3 改造设计 …… 11
4.4 施工与验收 …… 17
4.5 调适、运行与维护 …… 19
5 可再生能源利用与新型电力系统建设 …… 21
5.1 一般规定 …… 21
5.2 规划设计 …… 21
5.3 绿色施工与验收 …… 25
5.4 调适与运行 …… 30
6 交通绿色化改造 …… 35
6.1 一般规定 …… 35
6.2 规划设计 …… 35
6.3 施工与验收 …… 37
6.4 运行与维护 …… 38
7 园林景观生态化改造 …… 39
7.1 一般规定 …… 39
7.2 规划设计 …… 39

海南省住房和城乡建设厅 信息公开 浏览专用

7.3 绿色施工与验收 …… 41
7.4 运维与养护 …… 42
8 物资循环利用 …… 44
8.1 一般规定 …… 44
8.2 规划设计 …… 44
8.3 绿色施工与验收 …… 49
8.4 调适与运行 …… 49
9 水资源与循环利用 …… 51
9.1 一般规定 …… 51
9.2 规划设计 …… 51
9.3 绿色施工与验收 …… 53
9.4 调适与运行 …… 54
10 运营智慧化改造 …… 55
10.1 一般规定 …… 55
10.2 规划设计 …… 55
10.3 实施与验收 …… 58
10.4 运行与维护 …… 60
11 区域与建筑碳排放评估 …… 63
11.1 一般规定 …… 63
11.2 区域碳排放核算与监测 …… 64
11.3 建筑碳排放核算、监测与检测 …… 65
11.4 绿色电力交易与碳抵销等非技术措施 …… 66
本标准用词说明 …… 68
引用标准名录 …… 69
附:条文说明 …… 72

海南省住房和城乡建设厅 报批公示 仅供浏览专用

Contents

1 General Provisions ····· 1

2 Terms ····· 2

3 Basic Requirements ····· 6

3.1 General Requirements ····· 6

3.2 Technical Requirement ····· 6

4 Green and Low-carbon Renovation of Buildings ····· 9

4.1 General Requirements ····· 9

4.2 Assessments ····· 10

4.3 Renovation Design ····· 11

4.4 Construction and Acceptance ····· 17

4.5 Tuning, Operation and Maintenance ····· 19

5 Renewable Energy Utilization and New Type Power System Construction ····· 21

5.1 General Requirements ····· 21

5.2 Planning and Design ····· 21

5.3 Green Construction and Acceptance ····· 25

5.4 Tuning and Operation ····· 30

6 Green Transportation Renovation ····· 35

6.1 General Requirements ····· 35

6.2 Planning and Design ····· 35

6.3 Construction and Acceptance ····· 37

6.4 Operation and Maintenance ····· 38

7 Ecological Transformation and Garden Landscape ····· 39

7.1 General Requirements ····· 39

湖南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

7.2 Planning and Design ····· 39
7.3 Construction and Acceptance ····· 41
7.4 Operation and Maintenance ····· 42
8 Recycling of Solid Waste Resources ····· 44
8.1 General Requirements ····· 44
8.2 Planning and Design ····· 44
8.3 Green Construction and Acceptance ····· 49
8.4 Tuning and Operation ····· 49
9 Water Resources and Recycling ····· 51
9.1 General Requirements ····· 51
9.2 Planning and Design ····· 51
9.3 Green Construction and Acceptance ····· 53
9.4 Tuning and Operation ····· 54
10 Digital Transformation in Operation ····· 55
10.1 General Requirements ····· 55
10.2 Planning and Design ····· 55
10.3 Implementation and Acceptance ····· 58
10.4 Operation and Maintenance ····· 60
11 Area and Building Carbon Emissions Assessment ····· 63
11.1 General Requirements ····· 63
11.2 Area Carbon Emissions Accounting and Monitoring ····· 64
11.3 Building Carbon Emissions Accounting Monitoring and Testing ····· 65
11.4 Green Electricity Trade and Carbon Offsetting ····· 66
Explanation of Wording in This Standard ····· 68
List of Quoted Standards ····· 69
Addition: Explanation of Provision ····· 72

海南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

1 总 则

1.0.1 为贯彻习近平生态文明思想，落实党中央、国务院关于碳达峰、碳中和的战略部署，深入总结住房和城乡建设部、海南省共创“博鳌近零碳示范区”（以下简称“示范区”）的建设经验，推动和引导建成区系统降碳工作的有序开展，制定本标准。

1.0.2 示范区是以建筑为主要碳排放源的降碳更新改造区域，降碳技术领域应包括建筑绿色化改造、交通绿色化改造、可再生能源利用与新型电力系统建设、物资循环利用、水资源与循环利用、园林景观生态化改造、运营智慧化改造等。

1.0.3 本标准适用于示范区在规划、设计、施工与运行阶段各类降碳技术的规范与引导，以及指标判定。夏热冬暖地区以建筑为主要碳排放源的降碳更新改造区域可参照本标准执行。

1.0.4 示范区降碳的规划、设计、施工、运行与指标判定除应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家标准、行业标准及地方有关标准的规定。

海南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

2 术 语

2.0.1 近零碳区域 near-zero carbon district

综合考虑区域内的建筑及周边环境、能源结构、市政基础设施、交通等因素，优化区域规划设计和运行管理，统筹降低区域用能需求，充分利用区域内的可再生能源、蓄能、碳汇，绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳交易等非技术措施，实现区域内年温室气体净总量持续降低并逐步趋近于零的区域。

2.0.2 低碳建筑 low carbon buildings

适应气候特征与场地条件，在满足室内环境参数的基础上，通过优化建筑设计降低建筑用能需求，提高能源设备与系统效率，充分利用建筑本体可再生能源资源，实现碳排放指标符合本标准第3.2.3条规定的建筑。

2.0.3 近零碳建筑 nearly zero carbon buildings

在实现低碳建筑的基础上，可进一步提升建筑本体降碳水平、利用建筑本体及周边的可再生能源资源和建筑蓄能，实现碳排放指标符合本标准第3.2.4条规定的建筑。

2.0.4 零碳建筑 zero carbon buildings

通过建筑本体降碳和本体可再生能源资源满足近零碳建筑技术指标的基础上，利用建筑周边的可再生能源资源和建筑蓄能，并可结合绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易，实现碳排放指标符合本标准第3.2.5规定的建筑。

2.0.5 基准年 base year

用来将不同时期的温室气体排放或清除，或其他温室气体相关信息进行参照比较的特定历史时段。

2.0.6 基准建筑 reference building

基准建筑是与设计建筑尺寸功能相同，建筑构件和设备的各

项性能满足现行强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 相关要求的建筑。

2.0.7 区域净二氧化碳排放量 net district carbon dioxide emissions

区域二氧化碳排放量与碳配额、碳信用或新建林业项目产生碳汇量等非技术措施抵销碳排放量的差值。

2.0.8 建筑碳排放量 building carbon dioxide emissions

在设定计算条件或实际运行条件下，年供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯、插座、炊事等全部终端能源消耗以及可再生能源产能按不同类型能源消耗量和不同类型能源的碳排放因子计算得出的碳排放量。

2.0.9 建筑净碳排放量 net building carbon dioxide emissions

建筑碳排放量与绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易减碳量的差值。

2.0.10 直接碳排放 direct carbon emissions

区域与建筑运行阶段用于满足功能需求的直接燃烧化石能源带来的碳排放。

2.0.11 间接碳排放 indirect carbon emissions

区域与建筑运行阶段的外购电力、外购热力、外购冷量等产生的碳排放。

2.0.12 碳排放因子 carbon emissions factor

将能源与材料消耗量与二氧化碳排放相对应的系数,用于量化建筑物不同阶段相关活动的碳排放。

2.0.13 新型电力系统 new type power system

以新能源为主体、智能电网为平台，通过源网荷储互动与多能互补，实现清洁低碳、安全高效、灵活智能的电力供应与消费系统。

2.0.14 电气化率 electrification rate

终端电力能源消费与区域终端全部能源消费转化为等效电力后的比值。

海南省住房和城乡建设厅
信息公开 浏览专用

2.0.15 建筑蓄能 building energy storage

建筑通过采用具有调峰、填谷、调频、调相和事故备用等多种作用的设备，实现冷热（热量）和电能转移和储存的过程。

2.0.16 光储直柔 photovolataics，energy storage，direct current and flexibility

通过光伏等可再生能源发电、储能、直流配电和柔性用能来构建适应碳中和目标需求的新型配电系统（或成为建筑能源系统）。

2.0.17 柔性调节 flexible adjustment

区域根据本地气候条件、用户需求和能源网络要求调节/管理自身能源需求和供给的能力，区域的能源柔性允许需求侧管理，可以根据周围能源网络的需求实现需求响应。

2.0.18 智能网联汽车 connected and autonomous vehicles

智能网联汽车是利用先进通信和人工智能技术实现车辆间、车辆与基础设施以及车辆与用户之间高效互联互通的汽车系统。

2.0.19 智慧综合灯杆 smart light pole

深度融合 5G、物联网、大数据、人工智能等技术，集光伏照明、视频监控、环境监测、信息发布等功能于一体的智慧终端。

2.0.20 生境 habitat

指生物的个体、种群或群落生活地域的环境，包括必需的生存条件和其他对生物起作用的生态因素。

2.0.21 道路绿化更新 road greening update

对道路绿化植物采取补植、更换、疏移等措施的活动。

2.0.22 直运模式 direct transportation

收运车辆将生活垃圾从垃圾收集点或收集站收集后运至垃圾处理场所，无需经过垃圾转运站。

2.0.23 好氧制肥 aerobic composting

在充分供氧的条件下，利用好氧微生物对废物进行吸收、氧化、分解，使其中的有机物转化为简单无机物并实现自体生长的生物化学过程。

2.0.24 年径流总量控制率 volume capture ratio of annual rainfall

通过自然与人工强化的渗透、滞蓄、净化等方式控制城市建设下垫面的降雨径流,得到控制的年均降雨量与年均降雨总量的比值。

2.0.25 城市信息模型 city information modeling

简称 CIM,以建筑信息模型(BIM)、地理信息系统(GIS)、物联网(IoT)等技术为基础,整合城市地上地下、室内室外、历史现状未来多维多尺度信息模型数据和城市感知数据,构建起三维数字空间的城市信息有机综合体。

2.0.26 建筑信息模型 building information modeling

简称 BIM,在建设工程及设施全生命期内,对其物理和功能特性进行数字化表达,并依此设计、施工、运营的过程和结果的总称。

2.0.27 基础地理信息数据 fundamental geographic information data

作为统一的空间定位框架和空间分析基础的地理信息数据,该数据反映和描述了地球表面测量控制点、水系、居民地及设施、交通、管线、境界与政区、地貌、植被与土质、地籍和地名等有关自然和社会要求的位置、形态和属性等信息。

2.0.28 倾斜摄影技术 oblique photography technology

通过在同一飞行平台上搭载多台传感器,同时从一个垂直、四个倾斜等五个不同的角度采集影像,将用户引入符合人眼视觉的真实直观世界。

2.0.29 碳排放权交易 carbon emissions trading

以控制温室气体排放为目的,以温室气体排放权配额或温室气体减排信用为标的物所进行的市场交易。

2.0.30 绿色电力 green electricity

在生产电力的过程中,碳排放量为零或趋近于零的电力。

2.0.31 绿色电力交易 green electricity trade

以绿色电力产品为标的物的电力中长期交易,交易电力同时提供国家规定的绿色电力证书,用以发电企业、售电公司、电力用户等市场主体出售、购买绿色电力产品的需求。

海南省住房和城乡建设厅 信息公开 浏览专用

3 总体要求与指标

3.1 一般要求

3.1.1 示范区降碳应以实现运行阶段主要碳排放的持续降低为核心目标，兼顾全生命周期降碳、生态文明建设、区域功能提升等多元价值的实现。

3.1.2 示范区降碳的规划、设计、施工与运行应符合下列原则：

1 尊重自然，借力自然；

2 气候适应，功能协调；

3 区域互联，动态升级；

4 可操作可持续、可阅读可体验。

3.1.3 示范区降碳应聚焦可再生能源利用、气候适应型建筑降碳改造、智慧化管理和生态化环境建设等以建筑为主要碳排放源的建成区降碳典型问题。

3.1.4 示范区降碳应建立统筹协调、规划设计引领、全过程技术服务的组织机制。

3.1.5 示范区降碳的规划设计应采用微介入、低扰动的方式，并应符合下列要求：

1 应开展区域碳评估；

2 应开展区域与建筑气候适应性分析；

3 应开展区域能源综合利用分析；

4 应开展技术经济性评估；

5 应因地制宜，开展其他相关问题的科学评估。

3.2 技术指标

3.2.1 示范区降碳更新改造目标应符合表 3.2.1 的规定。

海南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

表 3.2.1 示范区降碳建设技术指标

类别	序号	技术指标目标值
总体目标	1	区域降碳更新改造完成，进入稳定运行阶段后，应达到近零碳区域水平，满足第 3.2.2 条的规定
建筑绿色化改造	2	改造建筑应 100%达到低碳建筑水平，满足第 3.2.3 条的规定
	3	建筑用能电气化率应达到 90%
	4	制冷机房能效等级不应低于 2 级（EERa≥5.5）
	5	主要改造设备能效等级应达到 1 级
可再生能源利用与新型电力系统建设	6	结合政策制定，可再生能源替代率应达到 80%
	7	建筑物可利用屋顶面积中光伏组件覆盖率应达到 50%
	8	结合政策制定，建、构筑物光伏发电的自消纳率应达到 80%
交通绿色化改造	9	新能源交通工具占比应达到 80%
	10	公共交通停靠站点智慧化比例应达到 80%
	11	停车场充电桩配建比例应达到 50%
园林景观生态化改造	12	公园绿地近自然植被面积占比（不含高尔夫球场）应达到 90%
	13	本地木本植物物种指数应达到 0.6
物资循环利用	14	生活垃圾无害化处理率应达到 100%
	15	有机废弃物资源化利用率应达到 100%
水资源与循环利用	16	污水再生利用率应达到 100%
	17	年径流总量控制率（酒店区）应达到 75%
	18	室外公共活动区域直饮水设施覆盖率应达到 100%
运营智慧化改造	19	区域能耗和碳排放监测、服务覆盖率应达到 100%

3.2.2 近零碳区域的碳排放指标应符合下列规定：

1 区域内因能源使用产生的直接碳排放应比基准年降低 60%；

2 区域内因能源使用产生的间接碳排放宜为零；

3 宜通过转变废弃物处理模式、材料的循环利用、减少跨界交通等措施降低区域的其他间接碳排放；

4 可通过购买碳配额、碳信用、新建林业项目产生的碳汇量等方式抵销区域内非能源使用的直接碳排放、其他间接碳排放。抵销

海南省住房和城乡建设厅 信息公开 浏览专用

量不应超过区域碳排放总量的 20%。

3.2.3 低碳建筑碳排放指标应满足下列条件之一：

1 低碳建筑与基准建筑相比降碳率不应低于 30%；

2 低碳建筑碳排放强度不应高于表 3.2.3 规定的限值。

表 3.2.3 低碳建筑碳排放强度限值[$kgCO_2/(m^2 \cdot a)$]

建筑类型	办公建筑		酒店建筑		商场建筑
建筑面积(m^2)	< 20000	≥20000	< 20000	≥20000	不限定
碳排放强度($kmCO_2/(m^2 \cdot a)$)	23	30	36	45	85

3.2.4 近零碳建筑碳排放指标应满足下列条件之一：

1 近零碳建筑与基准建筑相比降碳率应不低于 45%；

2 近零碳建筑碳排放强度不应高于表 3.2.4 限值的规定。

表 3.2.4 近零碳建筑碳排放强度[$kgCO_2/(m^2 \cdot a)$]

建筑类型	办公建筑		酒店建筑		商场建筑
建筑面积(m^2)	< 20000	≥20000	< 20000	≥20000	不限定
碳排放强度($kmCO_2/(m^2 \cdot a)$)	16	24	27	33	69

3.2.5 零碳建筑碳排放指标应符合下列规定：

1 在不利用周边可再生能源资源的前提下，碳排放指标应满足本标准第 3.2.4 条的规定；

2 通过绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易等非建筑降碳技术措施降碳时，建筑净碳排放量不应大于零；

3 通过碳排放权交易实现的降碳比例不应超过基准建筑碳排放量的 20%。

海南省住房和城乡建设厅 征求意见稿 仅供参考使用

4 建筑绿色化改造

4.1 一般规定

4.1.1 建筑绿化改造应将既有建筑与绿色低碳的先进、适宜性技术有机结合，应以“被动优先、主动优化”为技术路线，并应符合下列要求：

1 改造设计应运用本土地域化建筑语言进行复合设计，并应采用低扰动、高能效、微介入的方式，保持建筑风貌的一致性；

2 改造设计应基于科学模拟分析，围绕绿色低碳节能的关键要素在节能降碳等方面具体贡献，综合确定改造措施；

3 新增的建筑附属设施应与既有环境相协调，不得对主体建筑形象产生不良影响。建筑自身增加的构件（如遮阳系统），宜结合垂直绿化等措施，形成建筑与自然的融合；

4 光伏产品的应用应注意光伏产品与建筑相融合。屋顶光伏的布置应遵循屋面自身形态规律；

5 改造后建筑运营管理，应将建筑各项运行数据接入园区碳足迹平台，并应统一管理、监测、分析并展示。

4.1.2 建筑绿色化改造应符合下列基本要求：

1 改造前应对既有建筑建造标准、功能设置进行调研，并应结合当前运行记录研判其能耗及碳排放水平、确立低碳绿色化改造方向；

2 改造设计应结合既有建筑情况，有针对性地在节能降碳、宜居易用、资源利用、环境友好等方面进行重点设计；

3 应优先充分利用本地可再生能源系统产能量，就地消纳。

4.1.3 建筑绿色化改造评估指标应符合下列规定：

1 改造建筑应 100%达到低碳建筑水平；

海南省住房和城乡建设厅
信息公开 浏览专用

2 建筑用能电气化率应达到 90%；

3 制冷机房能效等级不应低于 2 级（EERa≥5.5）；

4 主要改造设备能效等级应达到 1 级。

4.1.4 建筑主要功能房间室内热湿环境参数应符合表 4.1.4 的规定。

表 4.1.4 建筑主要功能房间室内热湿环境参数

室内热湿环境参数	冬季	夏季
温度（℃）	≥20	≤26
相对湿度（%）	≥30	≤60

注：不设置供暖设施时，冬季室内热湿环境参数可不参与设备选型和碳排放指标的计算。

4.1.5 建筑新风量应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定。

4.1.6 室内空气中的氨、甲醛、苯、总挥发性有机物、氡等污染物浓度宜比现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 的有关规定限值低 10%。

4.1.7 围护结构改造部位的隔声性能应满足现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016 和《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的要求。

4.2 改造评估

4.2.1 建筑绿色化改造评估应包括围护结构性能、设施设备性能、智慧化性能、可再生能源、室内外环境品质、结构安全性检测、鉴定和加固等内容。

4.2.2 建筑绿色化改造评估应满足下列要求：

1 应结合项目现状、改造模式、功能需求等因素进行改造评估；

2 宜按建筑相关专业开展局部或全面评估，主要包括规划与建筑、结构与材料、暖通空调、给水排水、电气等；

3 可采用现场查勘、问卷调研、资料审阅、现场检测、软件模拟

等方式；

4 应充分收集既有建筑在建设、既往改造中的设计文件和建设资料，应对既有建筑用水、用电、用气等资源利用情况进行调查，并应对其既有用能及碳排放水平进行评估。

4.2.3 建筑绿色化改造评估成果应满足下列要求：

1 应出具评估报告，评估报告宜包括概况、评估依据、评估内容、评估过程和结果、评估结论与改造建议等内容；

2 应根据改造评估开展绿色改造策划，确定改造目标，并应出具可行性研究报告或改造方案。

4.3 改造设计

I 室内环境品质提升

4.3.1 室内空间装饰修缮提升应满足下列要求：

1 应采用形式简约的内装饰装修，并宜采用土建工程与装修工程一体化设计及施工；

2 改造部位宜采用绿色建材对室内空间装饰装修修缮提升，提高室内空气品质、声、光、热等方面的环境质量；

3 宜选用满足国家现行绿色产品评价标准的装饰装修材料；

4 室内空间装饰修缮应保证消防安全和结构安全。

4.3.2 温湿度独立控制空调系统应满足下列要求：

1 对于酒店客房、高级办公室等散湿量较小的空调区域，可在技术经济比较后采用温湿度独立控制空调系统；

2 温湿度独立控制空调系统设计应满足现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 等有关规定。

4.3.3 室内人工照明系统设计应满足下列要求：

1 主要功能房间的照度、照度均匀度、显色指数、眩光等指标

海南省住房和城乡建设厅 试行 浏览专用

应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的规定；

2 主要功能房间的照明功率密度值应达到现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的规定。

Ⅱ 围护结构

4.3.4 外墙、屋面隔热性能设计应满足下列要求：

1 应根据室内空间的使用功能和围护结构形式，综合考虑防火、安全、防水等性能确定适宜的隔热措施；

2 应充分利用光伏系统设施提升遮阳隔热效果，宜采用喷、涂反射隔热涂料或隔热涂层，增设立体绿化、更换或增设保温材料等增强隔热性能的方法；

3 更换或增设保温材料时，应选择符合现行国家标准《建设设计防火规范》GB 50016、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、行业标准《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144、《公共建筑节能改造技术规范》JGJ 176 等有关规定的产品；

4 增设立体绿化时宜结合立面空间设置垂直攀爬绿化墙。所选植物应充分考虑当地植物资源、攀援习性和观赏特性，并宜采用混种技术；

5 改造部位应先对外表面状况进行处理，达到要求后再施工。

4.3.5 透明门窗、幕墙隔热性能设计应满足下列要求：

1 既有建筑需增强透明门窗、幕墙隔热性能时，可将既有透明门窗、幕墙更换为隔热性能更好的产品，也可在既有透明门窗、幕墙表面增设隔热反射膜；

2 改造部位热工性能应符合国家现行有关建筑节能设计标准的规定。

4.3.6 更换高性能门窗设计应满足下列要求：

1 建筑外窗的抗风压性能、气密性、水密性、保温隔热性能、遮

阳、隔声和采光等物理性能指标和试验方法应符合现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433、《建筑门窗空气声隔声性能分级及检测方法》GB/T 8485 及《建筑外窗采光性能分级及检测方法》GB/T 11976 等有关规定；

2 门窗的抗老化、防腐（高盐）性能应满足建筑所在地高温、高湿、高盐的使用环境需求。

4.3.7 增设遮阳系统设计应满足下列要求：

1 应综合考虑遮阳装置对建筑立面效果、通风、采光、抗风和耐久性能的影响；

2 遮阳形式和措施应综合地区气候特征、经济技术条件、房间使用功能等因素确定，并宜选用固定遮阳格栅等遮阳设施。

4.3.8 非透明围护结构热工性能设计应满足下列要求：

1 改造部位非透明围护结构热工性能应符合国家现行相关建筑节能设计标准的规定；

2 对以近零能耗建筑、零碳建筑为改造目标的建筑，应提高屋面热工性能，并宜根据屋面热工需求增设保温层。热工性能应参照现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350。

4.3.9 气密性提升改造设计应满足下列要求：

1 以近零能耗建筑、零碳建筑为改造目标的建筑，应减少空调房间的室外空气侵入和渗漏，提高建筑整体气密性；

2 宜采取改善门窗的安装质量或更换质量更好的密封材料等措施；

3 宜采用抹灰层、防水隔汽膜等材料作为气密层；气密层交接部分应连续无缝隙，可参照现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 设计。

4.3.10 改善利用自然通风应满足下列要求：

1 主要功能房间自然通风换气次数不宜小于 2 次/h；

2 宜采用增加外窗可开启扇、在门窗增设防蚊虫纱窗等方式提高室内自然通风条件；

3 宜采取智能遥控吊扇等辅助通风装置加强建筑的自然通风性能。

4.3.11 客房阳台门宜采用门磁智能开关联动空调启停。

Ⅲ 设备和系统

4.3.12 制冷设备能效改造设计应满足下列要求：

1 应根据建筑能源供应条件、周边资源条件以及改造后建筑功能、形式等因素，确定更换或新增的空调冷热源；

2 应采用优化设备选型、优化系统设计、整合暖通空调设备与机房控制系统、优化设备安装与工程管理方式、全系统整体调试等措施提高制冷机房系统运行能效；

3 应优先提升制冷设备能效，宜优先选用磁悬浮变频冷水机组等高能效设备。

4.3.13 建筑应选用节能型水泵，所选用水泵应满足现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762 节能评价值要求。

4.3.14 节能灯具改造应选用 LED 灯等节能灯具，并宜同步进行控制方式的改造。

4.3.15 室内外照明控制方式应符合下列规定：

1 应结合建筑使用情况及天然采光状况进行分区、分组控制；

2 公共场所照明应采用智能照明控制系统（联网型）集中控制；

3 建筑景观照明、立面照明应采用智能照明控制系统集中自动控制，并应设置多种场景照明模式；

4 库房等无人员长期停留的场所可采用就地控制的方式。

4.3.16 更新改造的电气设备选择与安装应符合下列规定：

1 应采用效率高、能耗低、性能先进、耐用可靠、由绿色环保材料制成的电气设备；

2 选用三相配电变压器的空载损耗和负载损耗不应高于现行国家标准《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052 规定的 2

级能效等级；

3 选用交流接触器的吸持功率不应高于现行国家标准《交流接触器能效限定值及能效等级》GB 21518 规定的能效限定值；

4 空调末端风机盘管应采用温控器控制，并应具有温度自动调节功能；

5 空调末端温控面板宜在风机盘管服务区域内安装；如无法满足安装条件，应在现场设置温度传感器，并应接入对应温控器；

6 空调温控器宜采用网络型温控器。

4.3.17 热水、蒸汽系统改造设计应满足下列要求：

1 建筑有热水使用需求时，应结合热源条件选择热水供应系统；

2 燃气供生活热水锅炉应全部替换为可再生能源或电气化设备，可包括太阳能热水、空气源热泵等；

3 蒸汽系统热源应采用热泵或电气化直热设备。

4.3.18 厨房设备电气化设计应符合下列要求：

1 可在满足供电可靠性、安全性和用电容量要求前提下实施厨房全电气化改造；

2 电炊事灶应选择全寿命周期内经济效益佳的额定容量和数量。

Ⅳ 可再生能源利用

4.3.19 建筑绿色化改造应根据能源使用需求和可再生能源资源的匹配情况，结合建筑屋面、周边场地等空间，合理设置分布式光伏发电系统。

4.3.20 新增或更换空气源热泵机组的能效应达到现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的要求，并应满足国家现行有关能效标准的节能评价值的要求。

4.3.21 对以近零能耗、零能耗为改造目标的建筑，宜采用融合了光伏、储能、直流配电系统和柔性用电负荷的光储直柔新型供配电系统。

海南省住房和城乡建设厅
信息公开 浏览专用

V 监控、计量与智慧化

4.3.22 建筑能效监管系统设计应符合下列要求：

1 应根据建筑规模、功能等情况确定系统规模和功能；

2 应具有能耗数据监测与分析、预警与预报、能耗数据统计报表、能耗信息发布、能耗数据查询等基本功能；

3 宜采用具备自主知识产权的操作系统及数据库。

4.3.23 建筑设备监控系统设计应符合下列要求：

1 宜与建筑能效监管系统、空气质量监测系统整合运行；

2 宜采用具备自主知识产权的操作系统及数据库。

4.3.24 智能客房管理系统设计应符合下列要求：

1 应根据酒店等级、客房数量、经营服务等级等情况确定智能客房管理系统规模和功能；

2 宜具有对客房窗帘、照明、空调等电器进行集中智能控制的功能；

3 宜设置环境检测和显示设备，并宜进行数据采集。

4.3.25 智能照明控制系统设计应符合下列要求：

1 应根据节能控制的需要设置智能照明控制系统，公共区域照明应采取分组、分区、分时、调光等智能控制方式；

2 宜具有实时监控与跟踪供电，自动平滑地调节电路的电压和电流幅度，优化照明供电的功能；

3 有外窗的场所宜设置照度传感器，宜根据自然采光实现灯具的自动开关或亮度的自动调节；

4 建筑景观照明、立面照明应采用智能照明控制系统集中自动控制，并应设置平时、一般节日、重大节日等多种控制模式；

5 应采用网络型产品，可就近设置智能照明控制面板，也可通过智能照明系统工作站，对全部智能照明进行远程集中监视和控制。

4.3.26 空气质量监测与发布系统应符合下列要求：

海南省住房和城乡建设厅 浏览专用

1 应根据建筑规模、功能等情况确定空气质量监测系统设置的规模和功能，系统宜覆盖主要功能空间；

2 应具有监测室内 PM10、PM2.5、CO_2 浓度及温湿度等功能，并应具有实时显示室内空气质量数据的功能，读数时间间隔不应大于 10min；

3 宜与建筑设备监控系统联动，当空气质量不达标时可连锁启动相关的空气处理设备自动运行。

4.4 施工与验收

4.4.1 建筑绿色化改造工程的施工与验收，应符合下列基本要求：

1 工程开工前应全面收集并核对与改造工程相关的各类技术资料，包括设计文件、各类检测和鉴定报告和环评报告等，并应办理施工许可证、合同备案等各类开工手续；

2 工程开工前应充分了解既有建筑本身、周围场地环境、安全、环保、节能现状，并应对地下管线分布情况进行调研；应对既有重要设施及管线做好防护或者迁置；

3 应按现行国家标准《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905 等相关规定，结合改造项目实际情况编制绿色改造施工组织设计及专项施工方案，并应建立健全安全管理体系；

4 各分部工程质量应满足国家现行有关标准的规定及设计要求；

5 改造过程中应避免破坏原结构承重构件，如确需改动的，应对其进行有效处理。

4.4.2 建筑绿色化改造工程的绿色施工，应符合下列规定：

1 除设计文件明确的设备和材料外，施工单位应选用全生命周期碳排放低的设备设施、施工机具和材料，并应采取各种措施降低建造阶段碳排放；

2 施工现场、办公区和生活区宜设置建造阶段碳排放监测系统，对能源、水及物料的消耗及设备折旧产生的碳排放应进行监测

和统计；

3 施工单位应按批准的绿色化改造施工组织设计及专项施工方案组织施工，积极推行绿色施工新技术；

4 既有建筑进行改造施工时，对自身其他部分或者邻近的正常使用建筑及公共设施应采取有效的隔离、防护措施；

5 施工过程应制订相应的减振、降噪制度和措施，并应按有关规定监测和记录施工现场噪声，施工现场噪声排放限值应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523 的规定；

6 施工现场应采取抑制扬尘及防止有害气体扩散等措施，控制施工场地周围区域空气污染物浓度应符合现行国家和地方政府的有关规定；

7 施工单位应合理安排作业时间，夜间施工应控制光污染和噪声；

8 应采用节水施工工艺；条件许可时，可利用非传统水源和工艺循环水；

9 应制订废弃物减量化计划及措施，优先选用可拆卸、可循环利用、可回收材料，优化施工方案，减少拆除工作量及固体废弃物的产生；

10 应结合建筑绿色化改造现场实际情况，制订有效的防火措施和应急预案，落实消防安全责任。

4.4.3 各建筑绿色化改造工程的新技术运用，应符合下列规定：

1 应因地制宜，积极应用智能建造技术、建筑工业化技术、装配式建筑技术，以及其他先进适用的绿色低碳技术、材料、设备或工艺；

2 宜采用正向设计方法，建立全生命周期建筑信息模型（BIM）指导施工和运维。并宜在施工和运维期间，采用现场巡查核对模型以及收集施工、调试和运维反馈信息等方式，持续丰富、完善和校准 BIM 模型；

3 建筑信息模型（BIM）中应包含规划、建筑、结构、给水排水、

暖通、电气等专业相关信息。并应根据施工工作实际需求，合理确定 BIM 模型包含的内容。

4.4.4 建筑绿色化改造工程竣工验收，应符合下列规定：

1 建筑绿色化改造工程竣工验收应符合《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 等相关国家建筑工程领域标准或规范；

2 对于现行国家建筑工程领域标准或规范没有涵盖的单项工程，应依据相关行业标准进行验收；

3 如应用尚无检测或检验标准的新技术和新设备，经项目所在地建设行政主管部门、质量和安全监督部门同意后，可通过专题专家验收会进行竣工验收；

4 竣工验收阶段的竣工预验收和竣工验收宜应用 BIM。

4.5 调适、运行与维护

4.5.1 设备系统综合调适应符合下列规定：

1 综合调适范围应覆盖但不限于暖通空调系统、新型供配电系统、电气与照明系统、给排水系统、可调节的围护结构系统及智能化控制系统；

2 应在正式投入使用后进行，且调适时间不宜少于 3 个完整年度；

3 应以满足建筑的设计能效为系统调适目标；

4 应从运维管理水平提升、建筑设备与系统校正、运行与控制策略优化等方面开展调试；

5 建筑或区域运行过程中，当使用功能发生重大改变，或对用能系统进行改造后，应重新确定建筑或示范区的年度碳排放指标，并应在建筑或示范区恢复运行的第一个年度重新启动能源设备系统综合调适。

4.5.2 综合调适报告应包含施工质量检查报告，风系统、水系统平

海南省住房和城乡建设厅 信息公开 测试用

衡验证报告，自控验证报告，系统联合运转报告，综合效能调适过程中发现的问题日志及解决方案。

4.5.3 建筑低碳运行应以保障室内环境为前提，以降低建筑运行的能耗和碳排放为目标。

4.5.4 建筑应通过数字化、智能算法、柔性调配等手段持续优化低碳运行的管理措施，并应根据建筑和示范区运行碳排放年度核算结果对后续运行目标进行动态调整。

4.5.5 建筑运行团队应建立智能化低碳运行维护工作体系，且应包括系统运行、系统维护、系统维修和系统优化等方面内容。低碳运行管理人员应具备相应专业技术能力。

4.5.6 建筑系统和设备的控制器、内置电池、系统通信、控制逻辑算法、联动功能的工作状态宜每月进行检查，并宜每季度监测校正传感器和执行器。

4.5.7 系统设备维护应有利于控制和降低碳排放，并应符合下列规定：

1 应维持设备系统的高能效运行状态；

2 设备和建筑构件的维修或更换应基于技术经济比较和碳排放计算比较。

4.5.8 示范区应建立覆盖各类主体的碳排放管理体系，制定碳排放管理制度，建立示范区重点排放单位目标责任制。

4.5.9 建筑的能源系统低碳运行，应以保障建筑室内环境舒适度和其他基本用能需求为前提，减少系统化石能源消耗为目标，并应符合下列规定：

1 宜通过运行策略优化降低示范区用能峰值、提升用能效率；

2 宜采用“日前-日内-实时”三阶段优化运行方法；

3 宜根据实际运行工况和外部条件变化及时优化调整蓄能系统运行模式。

5 可再生能源利用与新型电力系统建设

5.1 一般规定

5.1.1 可再生能源的规划应充分规模化利用太阳能资源。

5.1.2 可再生能源系统应对光伏系统发电量、太阳能集热系统集热量进行计算。

5.1.3 系统建设过程中应对自消纳率、保障率等进行设计评价。

5.1.4 零碳能源管理平台及光储直柔系统应具备柔性调节手段。

5.1.5 可再生能源利用与新型电力系统建设评估指标应符合下列规定：

1 结合政策制定，可再生能源替代率应达到 80%；

2 屋顶光伏组件覆盖率应达到 50%以上；

3 结合政策制定，建、构筑物光伏发电自消纳率应达到 80%以上。

5.2 规划设计

Ⅰ 光伏系统规划设计要求

5.2.1 光伏系统规划设计应符合下列要求：

1 应结合太阳能资源、建筑条件、负荷特点、电气接入条件等因素确定光伏发电规模和形式；

2 应符合安全可靠、经济适用、环保美观、智能运维要求；

3 应根据逐时负荷确定光伏发电系统形式与容量；

4 应选用符合当地防水、防腐蚀、抗老化技术要求的组件材料。

5.2.2 光伏组件设计和选型应符合下列要求：

海南省住房和城乡建设厅 信息公开测试专用

1 不影响安装部位的建筑功能；

2 外观应与建筑本身相协调；

3 应与建筑连接牢固并能适应主体结构的变形；

4 不应对周边环境产生光污染；

5 应满足冬至日日照要求。

5.2.3 光伏电气系统应符合下列要求：

1 直流侧应具备组件级快速关断功能；

2 应具备直流电弧故障检测和保护清除功能；

3 消防要求应符合现行国家标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368。

Ⅱ 储能系统规划设计要求

5.2.4 光储直柔系统应符合下列要求：

1 应符合电网技术要求；

2 应根据电网的供需平衡状况进行削峰填谷、用户侧需求响应、动态碳排放响应等调节；

3 应做到建筑光伏、建筑储能、用电负荷与外部电网供电的动态平衡。

5.2.5 建筑直流末端应符合下列规定：

1 电压等级不宜多于三级，宜采用 DC750V、DC375V；

2 应根据其额定功率选择设备接入直流母线的电压等级；

3 空调、生活热水和照明等系统宜具备功率主动响应功能；

4 直流插头和插座的额定电流不宜大于 16A；

5 直流插头和插座应具备防止插错和防止电弧产生的功能；

6 直流插头和插座应明显区别于交流插头和插座。

5.2.6 建筑用能柔性调节应符合下列要求：

1 建筑储能应具备参与建筑整体用电柔性调节的功能；

2 储能系统应根据建筑整体用电柔度及电网要求进行选型计算；

海南省住房和城乡建设厅 信息公开 浏览专用

3 宜设置储电、蓄热(冷)、可调功率电动车充电桩等设施。

5.2.7 储能设备的设计应符合下列要求：

1 应配备电池管理系统，采用在线检测装置进行智能化实时检测；

2 储能系统应具备模块级安全分断和簇级均流控制等安全防护功能，宜具备电芯内短路检测功能；

3 用于储能的蓄电池、蓄电池组应符合相应的国家标准要求；

4 蓄电池应设置安全、牢固、带有通风口的存放箱，箱体应由耐久材料制造，可避免电池酸液腐蚀；

5 储能系统应设置视频安防监控系统，具备分级报警功能，保障系统安全稳定运行。

Ⅲ 柔性充电桩规划设计要求

5.2.8 柔性充电桩设计应符合下列要求：

1 应与电动汽车和电网进行实时通信，以实现柔性调节功能；

2 选址应远离爆炸危险场所、多尘、积水、有腐蚀性气体的场所；

3 选用的充电设备应符合相关国家产品标准；

4 与电动汽车之间的通信接口及协议应符合相关国家标准的要求；

5 规划应采用停车位“一位一桩”模式；

6 应以小功率(例如 10kW 左右)、慢充为主；

7 应具备充放电功率可调功能，宜具备双向充放电功能。

Ⅳ 农光互补有机果蔬基地规划设计要求

5.2.9 农光互补有机果蔬供应基地设计应符合下列要求：

1 选址应综合分析日照条件、土地条件、安装和运输条件等因素；

海南省住房和城乡建设厅 信息公开浏览专用

2 设计应符合现行国家标准《光伏发电站设计规范》GB 50797的要求；

3 应按照光伏装机容量25%，使用2小时配置储能设施；

4 应根据地质条件、气候条件选择农作物种类，保证农作物产量达到最大化。

Ⅴ 新型电力系统规划设计要求

5.2.10 新型电力系统规划设计应符合下列要求：

1 应支持潜在分布式电源和微电网的安全、可靠、高效接入；

2 应按照“源网荷储”一体化协同思路，对区域内的能源系统进行系统整合；

3 建筑宜采用可再生能源微网系统，利用蓄能、用能设备协同控制技术，提升可再生能源就地消纳比例；

4 根据地区配电网配网发展规划或地方电网配网线路技术导则，结合经济电流密度，合理选择导线截面。

5.2.11 新型电力系统的电力设计应符合下列要求：

1 选择电缆敷设走廊时，采取避免太阳直接照射的措施；

2 在箱变低压端采用无功补偿装置，有效降低无功损耗；

3 优先使用国家、行业推荐的节能、低损耗变压器和用电设备；

4 宜实现配电房内设备运行信息、设备状态信息、环境信息的在线监测；

5 分布式电源和微电网专线并网线路、分布式电源上网线应合理配置保护措施。

Ⅵ 零碳能源综合管理平台设计规划要求

5.2.12 零碳能源综合管理平台设计应符合下列要求：

1 建筑供配电系统应具备实时监测、分析、智能调度等管理功能；

海南省住房和城乡建设厅 信息公开浏览专用

2 建筑供配电系统应具备按核算单元和用能形式进行分类分项计量功能；

3 协调示范区各用电主体配合响应外部电力供给的变化特点；

4 零碳管理综合管理平台应该与当地电网数据建立数据交互接口。

5.3 绿色施工与验收

I 建构筑物光伏系统绿色施工与验收要求

5.3.1 示范区内构筑物光伏系统的施工应符合下列要求：

1 应制定相应的安装施工方案，施工过程记录及相关试验记录应齐全，设备的运输、进场验收及保管应规范；

2 安装施工不应破坏建筑物的结构和建筑物的附属设施，不应影响建筑物在设计使用年限内承受各种荷载的能力；

3 光伏组件、构件应按设计要求可靠地固定在支架或结构件上，防止脱落、变形、影响发电功能；

4 建筑一体化应用的光伏组件、构件应排列整齐，周围不安装光伏组件的区域应用统一模数的符合设计要求的建筑材料补充，光伏组件之间的连接件、连接方式应便于拆卸和更换；

5 坡屋面光伏组件、构件的安装应严格按照构造措施要求施工，不得出现渗漏；

6 墙面光伏组件、构件应与普通墙面建筑材料同时施工；

7 墙面光伏、光伏幕墙系统安装应排列整齐、表面平整、缝隙均匀，应符合国家现行标准《建筑幕墙》GB/T 21086 和《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的相关规定。

5.3.2 示范区内构筑物光伏系统的验收应符合下列要求：

1 对光伏系统组件的发电功率、发电效率进行进场复验；

2 组件性能验收：确认组件功率输出与设计要求一致；组件温

度系数符合标准，能在高温和低温环境下稳定工作；

3 电气安全验收：系统接地良好，符合电气安全标准；电缆绝缘良好，无破损或老化现象；

4 系统效率验收：逆变器转换效率满足设计要求；系统整体效率（从光伏组件到负载）需达到设计预期；

5 系统稳定性验收：在连续运行和负载变化时，系统能保持稳定输出；系统具备过压、欠压、过载、过热等保护功能；

6 环境适应性验收：系统能在当地气候条件下正常运行，如高温、低温、高湿、沙尘等；组件具备抗风、抗压能力；

7 数据监控与远程管理验收：数据采集系统准确可靠，能实时监控光伏系统运行状态；具备远程故障诊断和报警功能；

8 文档与资料验收：提供完整的系统设计、安装、调适和运维手册；设备铭牌、合格证、检测报告等齐全。

Ⅱ 储能系统绿色施工与验收要求

5.3.3 储能系统施工及验收应符合下列要求：

1 直流配电系统应满足用电设备的电压和电流要求，并保证系统的稳定性和安全性。在施工过程中，应注意直流电缆的铺设和连接，确保电缆绝缘良好、连接可靠；

2 在施工完成后，应对光储直柔系统进行全面的验收。验收内容包括但不限于光伏系统、储能系统、直流配电系统和柔性控制系统的性能测试和安全性评估。同时，还应检查系统的运行记录和维护记录，确保系统在实际运行中能够满足设计要求；

3 储能系统安装时，所有外部端子不应带电，应无触电、短路风险；

4 储能电池柜/框架安装时，应检查电器装置及元件齐全，无损伤、变形、裂纹等缺陷；

5 储能电池安装时，应进行外观检查，外观应无损伤及变形等

缺陷；

6 储能电池安装时，应进行铭牌和编号检查，铭牌应反映出产品的额定容量、额定电压、生产单位、产品变化(或出厂日期)等信息。

Ⅲ 柔性充电桩绿色施工与验收要求

5.3.4 示范区内柔性充电桩施工及验收应符合下列要求：

1 应制定严格的验收标准，对充电桩的各项性能进行全面测试，包括充电桩的充电效率、安全性、稳定性等；

2 在验收过程中，还应对环保影响进行验收，包括充电桩的环保材料使用情况、施工过程中是否采取了有效的环保措施等；

3 充电设施宜设置监控机房，具备对充电设备进行监测、控制、保护以及数据处理与存储事故状态下的紧急处理等功能。

Ⅳ 农光互补有机果蔬基地绿色施工与验收要求

5.3.5 示范区农光互补基地施工应符合下列要求：

1 基础施工，光伏支架基础应依据地质勘察报告确定基础形式，通过计算确定基础大小，并根据光伏支架生产厂家提供的基础图纸进行施工。在基础施工过程中，应确保基础的稳定性，采取防止滑坡、塌陷等安全措施，地基基础施工与验收应遵照现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202；

2 桩基础施工，桩基础竖向极限承载力特征值不小于 40KN，抗拔极限承载力特征值不小于 25kN，水平极限承载力特征值不小于 8KN，应在施工前进行相关静载试验，静载试验应遵照现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑桩基技术规范》JGJ 94；

3 支架安装，光伏支架安装应根据设计图纸进行，确保支架的垂直度、水平度和倾斜角度符合设计要求。安装过程中应注意检查紧固件是否牢固，防止松动，钢结构支架安装工艺应满足现行国家

标准《钢结构工程施工及验收规范》GB 50205 及《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的相关规定要求；

4 组件安装，光伏组件应按照厂家提供的安装手册进行安装，确保组件之间的接线正确、牢固。在安装过程中，应注意防止组件玻璃破损和隐裂，避免影响光伏系统的发电效率；

5 逆变器、汇流箱安装，逆变器、汇流箱等设备的安装位置应便于操作和维护，同时要有利于散热和通风条件。在安装过程中，应确保设备的接线正确、牢固，防止短路和漏电现象；

6 电缆铺设，电缆铺设应符合相关规范，避免电缆裸露和破损。在铺设过程中，要注意电缆的弯曲半径和固定方式，确保电缆不会受到机械损伤，电缆敷设应遵照现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217 和《电气装置安装工程施工及验收规范》GB 50254；

7 防雷接地，农光互补系统应采取有效的防雷接地措施，确保系统安全运行。接地电阻应符合设计要求，接地体应采用热镀锌钢材，并与光伏支架基础内的钢筋焊接连通，防雷接地施工应遵照现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065、《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064；

8 农业大棚施工应遵照现行国家标准《农业温室结构荷载规范》GB/T 51183、《种植塑料大棚工程技术规范》GB/T 51057、《农业温室结构设计标准》GB/T 51424；

9 系统调适，在农光互补系统施工完成后，应进行系统调适，确保系统正常运行，调适过程中应检查光伏组件、逆变器、汇流箱等设备的性能参数。

5.3.6 示范区农光互补基地验收应该符合下列要求：

1 通过记录数据观察系统发电量是否正常；

2 文档审查，所有相关的设计、施工、测试文档应齐全、准确，并符合国家和地方的相关法规和标准；

3 设备检查，对所有设备（如光伏组件、逆变器、汇流箱、电缆

等)进行详细检查,确保符合设计要求,没有损坏或缺陷,并且已经正确安装;

4 电气安全检查,检查所有的电气连接是否牢固,有无短路、漏电等安全隐患。同时,应确保接地系统符合规定,能有效防止雷击和静电影响;

5 性能测试,通过专业的测试设备和方法,对农光互补系统的性能进行测试,包括发电量、发电效率、逆变效率等,确保系统性能达到预期;

6 兼容性检查,如果系统中包含了不同的设备或技术,应确保之间的兼容性,避免系统运行时出现问题;

7 环保验收,农光互补系统应符合环保要求,包括噪音、电磁辐射等方面。在验收过程中,应对这些方面进行详细检查;

8 运维培训,应确保系统的运维人员已经接受了充分的培训,能够熟练掌握系统的运维技能,包括日常检查、故障处理、安全操作等;

9 合规性审查,农光互补系统的建设应符合国家和地方的相关法规和政策,包括土地使用、环保、电力并网等方面的规定。

V 新型电力系统绿色施工与验收要求

5.3.7 新型电力系统在施工及验收阶段应符合下列要求:

1 施工项目部应制定施工全过程的环境保护计划,并组织实施;

2 应建立低碳绿色电网项目施工管理体系和组织机构,并落实各级责任人;

3 施工项目部应制定施工人员职业健康安全管理计划,并组织实施;

4 施工前应进行设计文件中绿色电网重点内容的专项会审;

5 不得采用国家和地方禁止和限制使用的建筑材料及制品;

6 工程竣工验收前,由建设单位组织有关责任单位,进行机电

系统的综合调试和联合试运行，结果符合设计要求。

Ⅵ 零碳能源综合管理平台绿色施工与验收

5.3.8 零碳能源综合管理平台的施工及验收阶段应符合下列要求：

1 应根据功能需求，制定详细的施工计划；

2 应建立统一的编码规范和标准，确保开发过程中的代码质量；

3 建立完善的文档和版本控制体系，记录施工过程中的所有变更和决策；

4 对平台收集的数据进行准确性和完整性验证；

5 对平台的安全性能进行评估，包括网络安全、数据安全等；

6 对平台的能效进行评估，包括能源利用效率、能源损耗等。

5.4 调适与运行

Ⅰ 建构筑物光伏系统调适与运行要求

5.4.1 构筑物光伏系统调适及运行应符合下列要求：

1 逆变器与控制器调适，逆变器输出电压和频率与电网或负载匹配；控制器参数设置合理，确保电池充放电管理优化；

2 系统联调与性能测试，在不同光照和温度条件下进行系统性能测试，确保系统效率稳定；测试系统的最大功率点跟踪（MPPT）功能，确保其在不同条件下均能准确跟踪；

3 安全防护与故障处理，调适过程中严格遵守电气安全操作规程；配备完善的故障诊断和处理机制，确保系统故障时能及时定位和修复；

4 环境保护与可持续性，调适过程中注意减少对环境的影响，如减少噪音、防止污染等；采用环保材料和可回收部件，提高系统的可持续性；

5 光伏系统运维管理主体应组建专业运行维护保养团队，制定操作使用手册；

6 运维人员应定期对光伏发电系统进行巡检和维修，做好记录；应在雷雨季节、暴雨台风等灾害性气候到来之前对光伏发电系统进行防护检查以及过后的检查维修；

7 光伏系统应具备实时监测系统各部分的工作状态和运行效率的功能，应能够根据设备运行数据，实现对设备巡检检修并提供优化管理决策支持，能够主动分析预警设备运行故障异常状况；

8 应根据光伏系统运行数据和经济性，有效评估光伏组件清洗方法、时间节点和次数；

9 应根据光伏系统运行数据，分析发现由于遮挡、污染、组串断路、组件隐裂、线损等原因导致的发电损失，并及时采取措施；

10 应根据监控运行数据和日常巡检检修的结论，对系统进行必要的技改，确保系统安全高效运行。

Ⅱ 储能系统调适与运行要求

5.4.2 对储能系统的调适与运行应符合下列要求：

1 应对储能设备的充放电性能进行测试，确保其能够满足设计要求的充放电功率和容量。同时，还需要对储能系统的安全性进行评估，包括电池的温度、电压等参数是否正常。在运行过程中，应定期检查储能设备的状态和性能，及时更换老化或损坏的电池单体，以确保系统的安全性和稳定性；

2 应对直流配电系统的电压、电流等参数进行测试和调整，确保其能够满足用电设备的需求。同时，还需要对直流配电系统的保护功能进行测试，确保其能够在异常情况下及时切断电源。在运行过程中，应定期检查直流配电系统的状态和性能，包括电缆的连接是否紧固、绝缘是否良好等；

3 应对柔性控制系统的调节功能进行测试和验证，包括其能

否根据负载需求自动调储能设备的输出功率。在运行过程中，应定期检查控制系统的状态和性能，包括控制算法的优化、硬件设备的稳定性等；

4 应针对储能系统制定运行维护策略，组建专业运行维护保养团队，定期开展维护工作，减少设施故障；

5 运行维护中应定期开展火灾应急演练，制定应急方案；

6 运营主体应将电化学储能电站的运行维护纳入企业安全生产日常管理，严格落实安全管理规定。制定电站运行检修和安全操作规程，定期开展主要设备设施及系统的检查，开展电池系统健康状态的评估和检查；

7 运营主体应定期组织开展电解液泄漏处置、电池热失控、火灾等应急演练。同时应急方案应结合电化学储能电站事故特点进行编制，包括但不限于应急专项预案和现场处置方案。方案应规定专业应急处置人员责任和操作手册，明确满足电站事故处置需求的应急救援装备等内容。

Ⅲ 柔性充电桩调适与运行要求

5.4.3 示范区内柔性充电桩的调适与运行应符合下列要求：

1 在调适充电桩之前，首先应对电源接入进行检查，包括电源线安装、线路接地情况、电源的电压稳定性等，确保电源供应正常且稳定；

2 充电桩应与后台管理系统进行通信连接，应在调适过程中应对通信连接进行测试，包括检查通信线路、网络连接、通信协议等，确保通信畅通无阻；

3 对充电桩的硬件功能进行测试，包括插座的插拔性能、充电枪的灵活性、防护等级测试等，确保充电桩的硬件设备正常工作；

4 在调适和运行过程中应对充电桩的安全性能进行检查，包括过流过压保护、漏电保护、接地保护等，确保充电桩在异常情况

下能够及时切断电源，保障人员和设备的安全；

5 在调适阶段，应对充电桩的柔性调节功能进行全面测试；

6 在运维过程中，应定期对充电桩的运行数据进行分析；

7 在运维过程中，应及时关注并实施软件升级，以修复已知的故障和改进功能。

Ⅳ 农光互补有机果蔬基地调适与运行要求

5.4.4 对示范区的农光互补有机果蔬基地调适与运行应符合下列要求：

1 应组建专业运行维护保养团队，制定运维管理计划，进行定期巡检，同时保证农作物的生长和光伏系统的平稳运行；

2 光伏系统应具备实时监测功能，运维人员应根据系统监控运行数据对光伏系统进行维护，对遮挡、污染、组件损坏等问题及时采取措施；

3 光伏系统宜选用低扰动的支架结构形式及其施工措施，在设备维护、光伏组件清洗过程中，严禁使用含碱、酸的清洁剂，且不应产生有害污染物遗留到农田、牧场内，避免对原有的农业、畜牧业产生不利影响，影响土质与动植物的生长。

Ⅴ 新型电力系统调适与运行要求

5.4.5 示范区域内的新型电力系统调适与运行应符合下列要求：

1 运维人员应按照相关运行标准对线路设备每月开展一次巡视；

2 应督促用户加强对配电房消防隐患进行检查；

3 应落实五防锁具的检查维护，运维人员不定期对五防系统进行检查；

4 应落实防小动物检查维护周期；

海南省住房和城乡建设厅 信息公开 浏览专用

5 应安排人员定时对设备进行红外线测温，对发现的相关发热缺陷及时进行处理。

Ⅵ 零碳能源综合管理平台调适与运行

5.4.6 零碳管理平台调适应符合下列要求：

1 平台的能源数据监控和采集系统应正常运行；

2 应建立稳定可靠的数据存储系统；

3 应通过对能源数据的分析，实现系统的运行优化；

4 应能利用平台的数据分析功能，对能源系统的故障进行诊断和预测；

5 应为用户提供必要的培训和技术支持。

5.4.7 零碳管理平台运行应符合下列要求：

1 在升级和维护过程中，应确保数据的完整性和系统的稳定性；

2 随平台的升级和改进，应及时更新相关的文档和资料；

3 能源管理平台应确保平台与这些其他系统的接口正常运行；

4 应定期对平台的性能进行评估，包括数据处理速度、系统响应时间、能源利用效率等。

海南省住房和城乡建设厅信息公开测试专用

6 交通绿色化改造

6.1 一般规定

6.1.1 交通绿色化改造应遵循“零碳优先、绿色出行”的可持续发展策略。

6.1.2 交通绿色化改造应充分利用既有交通设施，融入当地文化特色，进行精细化交通设计，并符合下列要求：

1 改造前应对现有交通设施进行调研，了解其标准功能设置，并结合当前运行记录研判其能耗、碳排放水平，确立总体改造方向；

2 改造中应结合对现有交通运行状况的调研，在绿色低碳、智能便捷、安全高效等方面进行系统性地优化提升；

3 改造后应全面、高效、准确地将各项交通运行维护数据接入碳足迹平台，进行统一监测、管理、分析、研判。

6.1.3 交通绿色化改造评估指标应符合下列规定：

1 新能源交通工具占比应达到 80%；

2 公共交通停靠站点智慧化比例应达到 80%；

3 停车场充电桩配建比例应达到 50%。

6.2 规划设计

6.2.1 交通绿色化改造的规划设计应基于交通流量数据、高峰小时系数等指标，并符合下列要求：

1 新建工程应采用工程设计阶段的交通流预测数据；

2 改、扩建工程应结合实际调查获取的与改、扩建工程设计阶段的交通预测数据。

6.2.2 接驳换乘场站的规划设计应结合实际交通出行特征，并符合

下列要求：

1 根据接驳换乘场站所处位置的交通出行特征和需求，合理配置不同规模的衔接设施；

2 保证接驳换乘场站内部的交通流线连续、合理和便捷；同时还应保证接驳换乘场站与其他交通衔接设施以及外部交通的流线顺畅；

3 采用太阳能、风能等可再生能源供电；

4 采用智慧化换乘手段实现智能管理，可结合大数据和人工智能技术，优化换乘流程。

6.2.3 公交停靠站的规划设计应符合下列要求：

1 确保设施和设备能够支持常规公交和无人驾驶公交的停靠、充电等需求；

2 在公交停靠站推广利用智能照明系统；

3 采用太阳能、风能等可再生能源供电；

4 设置智慧站牌、电子导览屏、安全护栏、地面标线等附属设施。

6.2.4 停车场的规划设计应符合下列要求：

1 停车场内铺装材料应考虑强度、稳定性和耐久性等性能；

2 建设采用节能环保新技术、新材料，具备通信功能的充电设施。充电设施设备选型符合现行国家标准《电动车辆传导充电系统》GB/T 18487 和《电动汽车传导用连接装置》GB/T 20234 中的相关规定；

3 建设具备空余泊位展示、空余充电桩查询、泊车引导等功能的智慧停车设施与管理平台；

4 根据实际情况选择停车场内部交通组织方式，设置合适的标志、标线。

6.2.5 智慧灯杆的规划设计应符合下列要求：

1 配备杆体、设备舱、智能灯具、挂载设备、配套设施等组件。灯杆的结构强度符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017。灯杆的电力和通信管线符合现行国家标准《电力工程电缆设计规

范》GB 50217 和《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838 中的相关规定；

2 可提供照明、移动通信、城市监测、交通管理、信息交互等服务；

3 具备兼容性及可扩展性，在满足计划搭载设备功能与布设需要的基础上，在承载能力、设备安装空间、穿线空间等方面做好预留。

6.2.6 慢行交通设施的规划设计应符合下列要求：

1 确保步道、绿道、自行车道、无障碍设施等慢行交通设施与普通道路、公共交通专用道等硬质交通设施组织方案的协调运行；

2 考虑慢行交通设施与生态廊道的交汇点和衔接方式，满足人流、自行车流和野生动物等在不同环境之间畅通迁移的要求。

6.3 施工与验收

6.3.1 绿色交通施工与验收应严格遵循新建工程或改、扩建工程的项目要求，在熟悉技术性能及安装方案的前提下进行，并符合下列要求：

1 施工前应核实施工具体内容，包括项目要求、设计方案、技术图纸等，相关单位及时沟通差异；

2 施工期间应注意安全措施、进度管理、质量把控，并降低对周围环境的影响，保持相关单位的协调沟通；

3 验收前应确保所有设备及系统的安装、连接、配置工作已按照设计方案完成，确保系统功能正常运行；还应与设计方案比对，确保符合设计要求，并做好记录和反馈。

6.3.2 绿色交通施工应加强新技术、新材料、新工艺、新设备应用，并符合下列要求：

1 宜采用近地生产的绿色建材，确保供应稳定及时，低碳运输；

2 宜使用低碳可再生的绿色建材，优先选择制造过程低碳、可

回收并获环保认证的环保建材；

3 宜采用绿色施工管理系统优化施工方案，提高施工效率。

6.3.3 绿色交通施工过程中各类环境指标应符合现行国家标准《建筑与市政工程绿色施工评价标准》GB/T 50640。

6.3.4 交通绿色化改造项目的验收过程应由具备相应资质的监理单位参与，确保设备及系统的正常运行。

6.3.5 交通绿色化改造项目的施工与验收后应形成完整的验收报告。

6.4 运行与维护

6.4.1 应构建数据管理体系，规范交通运行数据接口。

6.4.2 应制定绿色交通场地与配套设施运行管理方法，保障绿色交通场地与交通配套设施的安全、绿色、高效运营。

6.4.3 应制定绿色交通场地与配套设施维护方法，定期开展设施及系统维护，对维护过程中的改动和优化进行记录，为系统优化提升提供经验参考。

海南省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

7 园林景观生态化改造

7.1 一般规定

7.1.1 园林景观生态化应坚持“低投入、近自然、低维护、重循环、可持续”的生态修复理念，采取可持续的设计方法，发挥绿地和湿地固碳减排功能的同时，实现生态、景观、游憩、文化等多重价值。

7.1.2 园林景观生态化改造评估指标应符合下列规定：

1 公园绿地近自然植被面积占比（不含高尔夫球场）应达到90%；

2 本地木本植物物种指数应达到0.6。

7.2 规划设计

7.2.1 生态堤岸设施改造应符合下列要求：

1 应根据堤岸受水流冲刷的程度，确定侵蚀岸线和淤积岸线的分布，采取差异化的改造措施；

2 宜结合堤岸生态化改造，建设慢行步道系统并增加休憩和观景节点，展现生态环境提升成果。

7.2.2 红树林生态修复应符合下列要求：

1 宜采用人工促进自然修复与自然恢复结合的方式，针对岸线植被构成及分布、淤积岸线宽度、水流流速、土壤底质差异特点，采取差异化的营林措施，恢复岸线红树林植物群落；

2 应严格控制对现有红树林的干扰，禁止废水、污水排入红树林，限制红树林周边建设强度；

3 应严格保护岸线周边红树林的自然繁殖体或者幼苗，限制民众采集红树果实，保证现有红树林植物群落的自然生长和更新；

4 应重视红树林的水体盐度、底质类型、沉积物营养状况、水文动力条件和地形高程等因素。

7.2.3 现状林地近自然改造应符合下列要求：

1 应针对不同类型的现状林，在物种构成、配置模式、养护模式方面采取相应的措施，提升林地碳汇能力和生物多样性，形成适应性强、物种丰富、碳汇效益高、结构稳定的近自然植被；

2 应保护森林自然演替过程，无特殊需求不进行砍伐或移植，重点保护林下植物幼苗及林窗；

3 可在林缘和林下适度补植低维护的地带性植物物种，培育层次丰富、物种多样的地带性植被；

4 提升现状林地的动物栖息地生境质量，宜依据洲岛常见的野生动物栖息、繁殖、觅食等习性，在现有群落中适当增加食蜜源植物、营巢树、遮蔽灌丛；

5 宜在园路、广场周边种植大冠庭荫树；

6 应加强对林地绿废的利用。

7.2.4 无林地近自然林营建应符合下列要求：

1 应参考场地原生植被，以周边相似地理、气候条件的植被为恢复模板；

2 应以乡土、低维护的植物为基础，优先应用高固碳释氧能力的树种，局部提高观赏植物、食蜜源植物占比；

3 宜采取人工促进自然恢复的方式，采用小规格乡土苗木、群落式栽植恢复近自然林；

4 应严格保护非入侵性自生植物物种幼苗个体，增加群落物种丰富度；

5 应避免不必要的地形塑造，保留现有植被和栖息的生物。

7.2.5 绿道系统应符合下列要求：

1 应优化慢行绿道体系，串联全岛游憩、观景、科普展示等节点；

2 应采用低碳、低干扰建设方式；

3 应依据现状条件、通行需求，选取铺装形式和面层材料，应优先使用绿色、节能、低碳、环保的新材料、新技术；

4 宜结合岛内现有的游览交通线路及公共配套服务设施分布，适当布置绿道驿站和休憩座椅；

5 驿站等服务建筑宜使用低碳环保材料、可再生能源，宜从当地传统建筑和文化中汲取灵感，其体量、色彩、外观质感等应与周边自然环境相融合。

7.2.6 标识系统应符合下列要求：

1 标识系统应展现本地文化、凸显地域特色，与现有标识系统衔接，标识内容应直观准确；

2 驿站和重要节点的标识设施的类别和分布应遵循国际标准及惯例并与环境融合；

3 科普标识宜结合展示、导览需求，在重要节点进行特殊设计，融入场地建设环境。

7.2.7 园林小品宜加强对废弃材料、再生材料的利用。

7.2.8 既有道路绿化更新应符合下列要求：

1 应对现有绿化进行科学评估，保护生长良好的树木，不得随意砍伐或更换行道树，需移植的树木宜优先就近利用；

2 可采取渐进式行道树更新，树种选择应关注土壤条件、抗风性、遮荫性、观赏性等因素；

3 竖向设计应与已建成排水系统衔接，在条件允许的情况下布置海绵设施；

4 应优先选用低碳环保材料作为铺装材质。

7.3 绿色施工与验收

7.3.1 施工应采用低干扰的建设方式，运用绿色材料及施工工艺，采用低能耗和高效率的施工设备。

7.3.2 施工过程中应避免不必要的挖填，最大程度降低对土壤的污

海南省住房和城乡建设厅 信息公开浏览专用

染、破坏。

7.3.3 施工与验收宜选择适宜的季节栽植树木，提高植物成活率。

7.3.4 施工应优先采用近距离建筑材料、绿色环保的工程辅助材料。

7.3.5 施工机具和车辆的工作吨位，在满足吊装、运输功能需要的同时，应选择低排放节能设备，并在施工组织方案中制订相应的节能措施。

7.3.6 施工过程中应采取工地环境保护措施，宜持续有效监测现场扬尘、噪声、污水等情况，各类环境指标应始终符合相关规定。

7.4 运维与养护

7.4.1 运维与养护阶段应优化管理流程，规范管理方式，减少冗余的管理措施和重复的维护工作；可建立智慧园林绿化综合管理平台，优化管理流程，提高维护效率。

7.4.2 养护阶段应以低维护为导向，在满足正常观赏游憩需求下，合理划分管养等级，降低养护强度，保留部分荒野区域，实施不养护或少养护的管理方式。

7.4.3 养护阶段中应基于气候特点、土壤质地和地形地貌特征等立地条件，制订合理的灌溉计划。

7.4.4 养护阶段应根据植物和土壤肥力特点，合理划分施肥区域，减少需要施肥的植被面积；宜减少化学肥料使用，采用有机肥料或园林绿化废弃物堆肥再利用。

7.4.5 养护阶段应制定科学的病虫害防治预案，采用综合防治措施，并加强监测和实施。

7.4.6 养护阶段应做好火灾防范，避免多年积累的植物和土壤碳库在火灾中大量释放。

7.4.7 养护阶段应减少不必要的修剪、伐除和更换植物；宜减少草坪、绿篱、模纹花坛、树篱等高强度整形修剪的绿化形式。

7.4.8 运维与养护阶段应提升管养车辆、通勤运营车辆、机械、工

具、设备的电气化水平，宜使用可再生能源提供管养设备动力。

7.4.9 运维阶段宜开展碳排的运营管理及监督，建立碳排放管理体系，制定碳汇和碳排放监测、记录、核查制度，针对碳排放量较大的环节采取有效的减排措施，优化提升低碳运行管理方法。

海南省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

8 物资循环利用

8.1 一般规定

8.1.1 物资循环利用应符合以下基本要求：

1 示范区投放设施设置应满足分类投放需求，同时结合岛上周边其他景观设施集约化功能；

2 垃圾收集房应设置分类储存设备或场所，并配套臭气收集、处理设施；

3 处理设施的建设，应采用先进、成熟、可靠的技术和设备。

8.1.2 物资循环利用评估指标应符合下列规定：

1 生活垃圾无害化处理率应达到100%；

2 有机废弃物资源化利用率应达到100%。

8.2 规划设计

Ⅰ 户外垃圾分类投放设施改造

8.2.1 户外垃圾分类投放设施应符合下列要求：

1 在公众活动频繁处，应设置垃圾投放设施，并优化布局，取消非必要设置，便于维护管理；

2 投放收集设施处应交通便利，确保收集方便；

3 设置废物箱时，其底部应采用专业技术固定，并宜采用配重的固定方式；当不具备配重固定条件时，应采用其他固定方式。

8.2.2 设置标准应符合下列要求：

1 在主要道路两侧人行道以及广场绿地、旅游景区、车辆停车场等人流密集场所出入口附近，应设立生活垃圾分类投放收集设施；

海南省住房和城乡建设厅 征求意见稿 公开发行 专用

2 户外生活垃圾分类投放设施应设置可回收物、其他垃圾两类密闭式收集容器。特殊区域宜增设厨余垃圾和有害垃圾密闭式收集容器。产生可回收物较多的户外场所，可细化分类投放容器；

3 户外垃圾投放设施应具备信息识别、数据传输、满溢报警、消防报警、安防系统监测等智能化功能。

8.2.3 设置样式应符合下列要求：

1 分类投放收集设施样式应与周边设施融合，风貌相统一；

2 户外生活垃圾分类投放收集设施应美观、卫生耐用、阻燃，宜设置局部维护结构与遮阳顶；

3 应在废物箱箱体侧面喷涂或张贴生活垃圾分类标志，标志的图案和色泽应符合现行国家标准《生活垃圾分类标志》GB/T 19095 规定。

8.2.4 外部配套要求应符合下列要求：

1 户外垃圾投放设施应采用光伏系统满足投放点设备用电需求，并应符合下列要求：

1）应具备外部配套备用电源；

2）电压供电应为 220V，用电容量不应低于 1kVA；

3）接地形式应采用 TN–S。

2 电话网络系统应采用市政光缆引入或移动数据传输。

Ⅱ 酒店垃圾收集房密闭清洁化改造

8.2.5 酒店垃圾收集房密闭清洁化改造应符合下列要求：

1 收集房内应设置臭气收集、处理设施；

2 收集房建筑结构设计应避免臭气溢出，并应符合以下要求：

1）收集房内应增加抽风设施保持收集房内微负压；

2）进出门口应增加风幕。在未作业的时候，收集房的门应常闭；

3）墙面应采用光滑、便于清洗的材料，地面应采用防渗、防滑耐磨材料。

海南省住房和城乡建设厅 信息公开 测试专用

3 应对收集房进行分区，划分生活垃圾暂存区、大件垃圾暂存区、操作区等，满足各类垃圾分类收集暂存。不同区域应隔离，各自区域应有明显标志：

1）生活垃圾暂存区宜设置其他垃圾、可回收物和有害垃圾收集容器，并应设置备用桶满足高峰投放时间的存储需求；

2）有害垃圾宜设置细分箱，可回收物宜使用投放桶或者筐式容器；

3）大件垃圾暂存区应保持干燥、卫生、整洁；

4）操作区应配备洗桶设施，及时冲洗垃圾收集容器、被垃圾和污水污染的地面。冲洗水应收集后排入污水管网，不得直接排至雨水沟或路面；

5）操作间应配备消毒、灭蚊虫等设施。

8.2.6 收集房环境保护应符合下列要求：

1 收集房场地应平整并保持必要的坡度，以免滞留渍水；收集房内应设置污水导排管，排水口使用防臭地漏；

2 应设置通风除臭设施，臭气排放应满足国家现行标准《恶臭污染物排放标准》GB 14554 中恶臭污染物厂界标准值一级标准；

3 收集房产生的污水冲洗水应收集后排入污水管网；

4 收集房内应设置隔声消声装置，如墙面安装吸音板等，并严格控制作业时间，降低收集房内噪声及减少对周边环境的影响。

8.2.7 节能减碳应符合下列要求：

1 应选择技术先进、成熟可靠、优质高效的臭气收集及处理设备和工艺；

2 电气设备及元件应选用节能型产品；

3 应严格控制用水指标，在进水干管和主要用水支管加强监督和管理；

4 应优先选用节能性能建筑设备和产品；

5 收集房宜配备智能电表，进行实时用能监测，将能耗数据汇集上传至综合碳管平台，实现能耗碳排监管；

6 收集房应配套视频监控系统、气味监测系统、消防报警系统等智慧系统。

Ⅲ 物资循环利用处理设施建设

8.2.8 有机废弃物处理设施的建设，应采用先进、成熟、可靠的技术和设备，做到工艺技术先进、适用性强、运行可靠、消除风险、控制污染、安全卫生、节约资源、经济合理。

8.2.9 有机废弃物的收集与运输应符合下列要求：

1 有机废弃物应实施分类收集和分类运输，宜直接从收集点运输至处理设施；

2 有机废弃物中的厨余垃圾应采用密闭、防腐专用容器收集，采用密闭式专用收运车进行收运，专用收运车的装载机构应与厨余垃圾收集容器相匹配。

8.2.10 有机垃圾处理设施(厂)选址应符合下列要求：

1 有机废弃物处理设施的选址应符合当地城市总体规划，区域环境规划，城市环境卫生专业规划及相关规划的要求；

2 厂址选择应综合考虑有机废弃物收集运输能力、运输距离、预留发展等因素，并满足国家现行标准《城市环境卫生设施规划标准》GB/T 50337 相关要求；

3 有机废弃物处理设施宜与其他固体废物处理设施或污水处理设施同址建设；

4 拟选址位置应避开环境敏感区且工程地质与水文地质条件应满足处理设施建设要求，并具有良好的外部市政条件。

8.2.11 总体工艺设计应符合下列要求：

1 有机废弃物应采用好氧发酵工艺处理，好氧堆肥产品用于土壤改良及有机肥园林养护使用，实现示范区资源循环利用；

2 生产线工艺流程的设计应满足有机废弃物无害化、资源化处理的需要，做到工艺完善、流程合理、环保达标，各中间环节和单

体设备应可靠。

8.2.12 有机废弃物处理车间设备布置应符合下列要求：

1 物质流顺畅，各工段不应相互干扰；

2 应留有足够的设备检修空间；

3 进料和预处理工段应与主处理和出料工段分开；

4 应有利于车间全面通风的气流组织优化和环境维护。

8.2.13 有机废弃物接受与输送应符合下列要求：

1 有机废弃物卸料间应封闭，垃圾车卸料平台尺寸应满足最大有机废弃物收集车的卸料作业；

2 有机废弃物卸料间应设置地面和设备冲洗设施及冲洗水排放系统；

3 有机废弃物输送和卸料倒料过程中应避免飞溅和溢洒。

8.2.14 设施建设要求应符合下列要求：

1 工程建设宜为半地下或全地下，突出生态友好及环境融合；

2 系统设计节能应符合以下规定：

1）供水管，物料的输送、上料，产品的输出等应设置必要的计量装置和仪表，进行自动化的计算机管理；

2）建筑物墙体材料应选择自重轻、导热系数小、保温性能好、低碳环保的材料；

3）应选择节能的建筑设备和产品，如空调、热水器等将按规定选择国家或行业推荐的节能产品；

4）照明设计应满足国家现行标准《建筑照明设计标准》GB 50034所对应的照度标准、照明均匀度、照明功率密度值、能效指标等相关标准的综合要求。

3 设备选型应符合以下节能规定：

1）应选择技术先进、适用性强、成熟可靠、优质高效的设备和工艺；

2）各种辅机的选择应通过系统严格计算，再按规程进行选择，避免辅机容量选择过大；

3)机电产品应采用国家公布的节能产品，坚决杜绝选用已公布淘汰的机电产品。

8.2.15 外部配套要求应符合下列要求：

1 有机垃圾处理设施外部应有稳定的市政配套管线；

2 有机垃圾处理设施外部应有便利交通，保证车辆卸料与回转。

8.3 绿色施工与验收

8.3.1 施工使用的各类材料应符合国家现行有关标准和设计文件的要求。

8.3.2 施工中应落实节能、节水、节材要求。应制定并实施施工节水和用水方案，应合理选用节能设备。

8.3.3 施工中应制定全过程环境保护计划。

8.3.4 专用设备应由设备生产商负责安装或现场指导安装和设备调试，调试不满足设计要求的不得通过设备验收。

8.3.5 处理厂竣工后应及时进行整体工程验收，验收除应符合国家现行相关验收标准外，还应符合下列要求：

1 应有齐全的工艺概述及工艺设计说明，施工设计图纸、竣工图纸、调试报告等工程验收技术资料；

2 堆肥生产线各设备均应分别进行空载和满载联动运行。联动运行持续时间应大于单班作业时间。

8.4 调适与运行

8.4.1 每日保证户外垃圾分类投放设施垃圾及时清运，确保生活垃圾日产日清。

8.4.2 户外垃圾分类投放设施应由专人管理，每日进行保洁、消毒杀菌，保证设施的外表无积灰、无污迹、无乱张贴。

8.4.3 应按收集房划分区域暂存各类垃圾，收集容器有序摆放；保

证各类垃圾分类暂存，确保垃圾分类收运。应保持收集房设施设备完好，环境干净整洁，无垃圾洒落，无污水流出，墙体清洁无污迹，无蚊蝇，无异味。

8.4.4 应建立垃圾登记管理制度，记录每日垃圾种类、数量、运输单位和车号，做好垃圾资料的记录、备份和每月统计报表工作。

8.4.5 垃圾装车时，应同时启动收集房内通风、除臭系统。

8.4.6 有机废弃物处理设施应具备常规的监测设施和设备，并应定期对工作场所和厂界进行环境监测。

8.4.7 处理设施车间内粉尘及有害气体浓度应符合现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 的有关规定，集中排放气体和厂界大气的恶臭气体浓度应符合现行国家标准《恶臭污染物排放标准》GB 14554 的有关规定。

8.4.8 厂区中心区域的噪声峰值应遵循国家现行标准《工业企业厂界噪声标准》GB 12348 的相关规定。

8.4.9 运营过程中产生的生活垃圾应分类后进入生活垃圾收运处理系统。有机垃圾处理过程中产生的废渣应运至生活垃圾焚烧发电厂进行无害化处置。

海南省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

9 水资源与循环利用

9.1 一般规定

9.1.1 水资源与循环利用应符合下列基本要求：

1 水资源系统应全面落实海绵城市理念，提高非传统水资源利用效率，消除内涝积水，提高饮用水水质，基本建成水资源循环利用体系；

2 水资源与循环利用系统应提交详尽合理的运维阶段碳排放计算与分析清单，并对改造前后运维阶段碳排放进行对比。

9.1.2 水资源与循环利用评估指标应符合下列规定：

1 室外公共活动区域直饮水设施覆盖率应达到 100%；

2 污水再生利用率应达到 100%；

3 示范区年径流总量控制率（酒店区）不小于 75%。

9.1.3 给排水系统的规划设计应符合下列要求：

1 污废水的处理应选择节能、低碳的水处理工艺；

2 雨水应收集利用，可做为空调冷却水补水、景观水体补水等水源。条件允许时，降雨初期的弃流雨水应就近排入绿地；

3 综合考虑区域内原水和中水用量的平衡和稳定，以及技术经济等因素，合理利用中水，作为室外绿化灌溉、道路浇洒、汽车清洗、冷却水补水、公共厕所冲厕等水源。

9.1.4 宜设置水资源管理系统，雨水和再生水应统筹利用。

9.2 规划设计

I 高品质供水改造

9.2.1 总体布局应坚持低碳节能理念，在示范区公共区域设置高品

质供水系统,提高游客和居民饮水水质。

9.2.2 改造技术要求应符合下列要求:

1 直饮水系统用户端的水质应符合现行行业标准《饮用净水水质标准》CJ 94 的规定;

2 水处理工艺流程应合理,并应满足处理设备节能、自动化程度高、布置紧凑管理操作简便、运行安全可靠等要求;

3 管材应选用不锈钢、铜等符合食品级要求的优质管材;

4 公共饮水点不得设置在露天场所;

5 净水设备的尾水应就近排入雨水排水系统。

9.2.3 直饮水设备技术要求应符合下列要求:

1 直饮水设备应安装有净水流量显示器,且方便查看;

2 直饮水设备净化系统应具有自动冲洗功能,并自动定时排出;

3 出水控制方式宜采用电磁阀控制,电磁阀需采用断电自闭式的方式;

4 直饮净水设备应有隔夜水自动排空技术;

5 设备应具有滤料更换自动报警功能,及时提醒更换滤料。

Ⅱ 雨水资源收集利用

9.2.4 改造技术要求应符合下列要求:

1 雨水调蓄池的设计应符合现行国家标准《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB 51174、《建筑与小区雨水控制与利用技术规范》GB 50400 的要求;

2 当不具备设置排泥设施或排泥确有困难时,调蓄池应设搅拌冲洗管道,搅拌冲洗水源应采用储存的雨水;

3 调蓄池应设溢流管和通气管并采取防虫措施;

4 调蓄池应考虑周边荷载的影响,进行抗浮和结构安全性测算;

5 雨水资源化利用通过提升泵主要回用于绿化浇洒和市政杂用。

海南省住房和城乡建设厅 信息公开 浏览专用

Ⅲ 道路广场海绵化改造

9.2.5 示范区海绵化改造的设计流程应符合《海南省海绵城市规划设计导则》的相关规定。

9.2.6 人工设施改造应符合下列要求：

1 人行道、游步道可选用透水砖、碎石路面、汀步等；露天停车场宜选用草格、透水砖等；广场可选用透水砖等；

2 透水铺装结构应符合现行行业标准《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188、《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190 和《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135 的相关规定。

9.3 绿色施工与验收

9.3.1 管道敷设应符合现行国家标准《薄壁不锈钢管道技术规程》GB/T 29038 和现行行业标准《建筑给水金属管道工程技术规程》CJJ/T 154 的相关规定。

9.3.2 净水设备的安装应按工艺要求进行，筒体、水箱、滤器及膜的安装方向应正确，位置应合理，并应满足正常运行、换料、清洗和维修要求。

9.3.3 调蓄池施工应制定专项施工方案，内容应包括基坑开挖与支护、模板支架、混凝土等施工方法及地层变形、周围环境的监测。

9.3.4 施工完毕的雨水调蓄池应进行满水试验。当雨水调蓄工程出水用于回用时，应逐段检查雨水供水系统上的水池、阀门、给水栓、取水口等，并应检查防止误接、误用、误饮的措施。

9.3.5 环境保护及节能应符合下列要求：

1 制定并实施节能、节水、节材方案，监测并记录监测并记录施工区、生活区的能耗、水耗以及材料消耗；

2 施工中制定全过程环境保护计划，制定相应的减振、降噪制度和措施，采取抑制扬尘及防止有害气体扩散等措施；

3 制定施工废弃物减量化、资源化计划及措施，道路拆除产生的废弃物宜回收利用。

9.3.6 工程验收应分别对室内管道、室外管段进行水压试验。

9.3.7 重要结构部位、隐蔽工程、地下管线，应按工程设计要求及验收标准，及时进行中间验收。未经中间验收，不得作覆盖工程和后续工程。

9.3.8 路基、基层及其它附属工程质量检验和验收可参照现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 相关条文执行。

9.4 调适与运行

9.4.1 直饮水系统试压合格后应对整个系统进行清洗和消毒，应使用直饮水进行冲洗，直至各用水点出水水质与进水口相同为止。

9.4.2 运行维护阶段应定期巡视室外埋地管网，管网沿线应无异常情况，应及时消除影响用水安全的因素。

9.4.3 操作人员应严格按操作规程要求进行操作。

9.4.4 直饮水水质应定期检测，保证出水水质符合现行行业标准《饮用净水水质标准》CJ 94 及《建筑与小区管道直饮水工程技术规程》CJJ/T 110 的要求。

9.4.5 清淤冲洗宜在调蓄池放空后的降雨间歇日进行，并应做好记录。调蓄池可选择水力设备、机械清淤。

9.4.6 调蓄池长时间未使用或未彻底放空，清淤冲洗前，应进行有毒、有害、爆炸性气体监测。

9.4.7 透水铺装应及时清理垃圾杂物，保持透水铺装面层洁净。

9.4.8 铺装地面应定期进行高压冲水清洗，恢复透水铺装的透水效果。

9.4.9 装有农药、汽油等危险物质运输车辆经过透水铺装区域时，应采用密闭容器包装。

9.4.10 装有渣土、砂子、建筑垃圾等易造成堵塞的物质运输车辆经过透水铺装区域时，应及时清理掉落物质。超设计载荷的大型车辆不得驶入、停靠透水铺装区。

10 运营智慧化改造

10.1 一般规定

10.1.1 改造后示范区能耗和碳排放监测、服务覆盖率应达到 100%。

10.1.2 改造应搭建数字底座，构建零碳管理系统和接入碳管理监测设备。

10.1.3 示范区各专业智慧化系统和各系统间的交互接口应确保数据的完整性、准确性、实时性、安全性。

10.1.4 碳管理监测应包括碳排放监测，可再生能源监测，碳汇监测。

10.1.5 运营智慧化改造应在验收前完成调试及试运行。

10.1.6 建筑运营管理方应持续评估并优化建筑各系统的运行状态。

10.2 规划设计

I 数字底座

10.2.1 数字底座搭建应基于示范区的城市信息模型（CIM）和建筑信息模型（BIM），集成地理信息系统（GIS）、物联网系统（IoT）。

10.2.2 数据资源采集的规划设计应符合下列规定：

1 数据发布应采用 OGC 服务标准；

2 空间数据应采用大地 2000 坐标系；

3 倾斜影像纹理平均分辨率不应低于 1cm。纹理应真实反映建模物体细节并应清晰可辨，不得包含建筑以外的物体；

4 影像采集应确保航向和旁向重叠度均不少于 75%，城市地区航摄应增加航向重叠度，旋偏角应控制在 15°以内，条件允许时可扩展至最大 25°。

海南省住房和城乡建设厅 信息公开 评审专用

10.2.3 数据资源存储的规划设计应符合下列规定：

1 数据资源应存储在支持分布式对象存储服务的独立逻辑空间；

2 结构化、半结构化和非结构化数据应采取对应的存储策略。

10.2.4 数据资源交互的规划设计应符合下列规定：

1 数字底座应具备数据装载、传输管理、共享管理、调度监控、日志审计管理、条件检索、权限管理、数据修改、数据填报功能；

2 数字底座应包含数据接口和可视化接口。

Ⅱ 零碳管理系统

10.2.5 零碳管理系统的总体规划设计应符合下列规定：

1 系统标的范围应包括示范区全域，汇聚全场景、全生命周期数据，构建零碳管理数据库；

2 系统应部署在本地服务器运行，使用外部系统接口与管理范围内其他系统进行交互联动；

3 系统的碳计量检测体系应相互兼容。

10.2.6 零碳管理系统的功能规划设计应符合下列规定：

1 零碳管理系统应具备数据采集、过程监控、统计分析、碳排放状况分析、能耗公示、节能监察、设备管理、地理信息处理、系统对接等基础功能；

2 零碳管理系统应包含安防、能耗监测、可再生能源监测及运维管理模块；

3 可再生能源监测模块应按区域、自定义群组、光伏发电项目等类别对象，以日、月、季、年或自定义时间段等时间维度对系统所采集的电能量数据进行组合分析。

10.2.7 零碳管理系统的交互规划设计应符合下列规定：

1 示范区监控设备及系统应提供标准化的接口文档；

2 零碳管理系统应依据示范区设备及系统的不同业务类型开发多种模式的数据接口。

Ⅲ 碳管理监测设备及技术

10.2.8 碳排放监测设备应具备远传和自动采集功能。

10.2.9 碳排放监测管理系统应参考《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366等国家标准，建立碳排放因子数据库实现示范区各场景碳排放测算功能。

10.2.10 分布式光伏的通讯监测规划设计应符合下列规定：

1 监控主站应具备与分布式光伏各节点及设备的数据交互能力；

2 监控主站数据库应具备数据库维护、数据库同步、离线文件保存、数据库备份和数据库恢复等功能；

3 监控主站管理系统应支持按照访问者权限、访问类型，对外提供统一的实时或准实时数据服务接口；

4 监控主站管理系统应冗余配置服务器、网络交换机及通信通道；应具备遥测、遥信、遥控、遥调等远动功能；应具有与电网调度机构交换实时信息的能力；应满足电力二次系统安全防护规定的要求。

10.2.11 分布式光伏监控调度系统规划设计应符合下列规定：

1 光伏电站应按“无人值守”原则进行设计，应接受调度中心调度，且应满足与电网调度机构之间的通信方式、传输通道、交互内容和实时性要求；

2 光伏电站应采用以计算机监控系统为基础的监控方式；

3 监控系统应能满足全站安全运行监视和控制所要求的全部设计功能，与其它系统的交互模块应具备权限管理、安全防护、数据完整性和有效性校验功能；

4 控制室应设置值班员后台控制台。

10.2.12 碳汇监测技术规划设计符合下列要求与规定：

1 碳汇监测应用的设备应包括基于卫星遥感影像、航空影像、无人机摄影测量、激光雷达等的数据采集设备；

2 碳汇监测应精准、持续监测示范区主要碳库的基线碳储量和碳汇增加量；

3 卫星遥感应采用高分辨率多光谱传感器平台，监测技术应采用变化检测算法模型，动态监测植被资源；

4 无人机应用平台应具备航线管理、飞行控制、实时图传、数据处理、成果发布等功能，内置林业专业数据处理系统；

5 地基观测系统应包括地基激光雷达测量和小样地调查，利用激光雷达点云模型和算法处理得到冠层高度、冠层覆盖度、郁闭度、间隙率、林窗参数、树密度、单木位置、胸径、高度等基本参数，结合小样地调查计算重点区域植被基线碳储量、生产力、生物量、生长量和碳汇量。

10.3 实施与验收

Ⅰ 数字底座

10.3.1 建筑信息数据的采集、制作、交付应以施工图纸或现场采集数据为准，符合国家现行标准规定。

10.3.2 建筑信息数据发布应采用通用接口标准，符合 BIM 协作格式（BIM Collaboration Format，BCF）。

10.3.3 BIM 数据轻量化应保障数据完整性、传输快捷性，不应合并删减模型。

10.3.4 数字底座的成果验收应通过内部审核和外部检查。

Ⅱ 零碳管理系统

10.3.5 零碳管理系统项目执行与进度管控要求如下：

1 项目建设单位应按照项目里程碑计划进行项目实施工作。业主应定期到项目建设单位项目的现场进行视察，实地检查工作

浙江省住房和城乡建设厅信息发布 浏览专用

状况以及作业成果；

2 每月按照项目计划和预算执行情况进行统计分析。

10.3.6 零碳管理系统项目风险管控要求如下：

1 零碳管理系统应对项目中存在的风险进行识别与评估；

2 零碳管理系统应组织编制应急预案，并对识别出来的风险点进行逐项分析并制定应对措施。

10.3.7 零碳管理系统项目质量保障体系及措施管控要求如下：

1 质量管理应涉及项目管理和软件产品两方面的质量管理；

2 应确保每个关键阶段都有质量管控文件。

10.3.8 零碳管理系统项目安全管控要求如下：

1 业务应用应在信息内网安全运行，通过公司统一安全体系防御外部威胁。新系统接入前应完成安全评估和加固，确保系统边界有有效的监控与防护；

2 应确保业务数据在传输、处理、存储过程中的机密性、完整性和可用性。禁止绕过应用直接访问数据库；

3 应对 web 服务器加固，构建堡垒主机，并按照安全防护原则制定并执行全面的安全策略。

10.3.9 零碳管理系统项目应对信息化项目过程中的项目计划、设计、实施、测试、验收等各阶段的文件进行审查，各项决策和措施符合相关法规和标准，项目内容真实、准确、完整和合规。

Ⅲ 碳管理监测设备及技术

10.3.10 设备系统施工完成后，应进行联合试运转和调试，并应对系统性能进行检测，检测结果应符合设计要求。

10.3.11 设备系统综合调试应符合下列规定：

1 综合调试应确保设备系统达到或超过预定能效，应在系统正式运行后进行，持续至少三年；

2 综合调试应覆盖所有关键系统。调试内容应涉及运维管理

提升、系统校正及运行策略优化，按照详细的调试制度执行；

3 调试完成后，应编制综合调试报告。示范区功能大变或系统改造后，应重新评估碳排放目标，并在第一年度重新调试，确保系统性能符合新的要求。

10.3.12 碳管理设备安装应满足以下要求：

1 碳管理设备变送器接入电压应低于 24VDC；

2 碳管理设备变送器应安装在需要检测的位置，应远离发热体或蒸汽源头，防止阳光直射；

3 电路接线时，把电线与接线端子连接，确保接线正确牢固；

4 避免在易于传热且会直接造成与待测区域产生温差的地带安装；

5 避免与酒精、香水、油漆等具有强烈挥发性物质存放在一起。

10.3.13 光伏组件、构件应按设计要求可靠地固定在支架或结构件上，防止脱落、变形、影响发电功能。

10.3.14 示范区内柔性充电桩实施及验收应符合下列规定：

1 应制定严格的验收制度，对充电桩的各项性能进行全面测试；

2 应对环保影响进行验收；

3 充电设施宜设置监控机房。

10.4 运行与维护

I 数字底座

10.4.1 数字底座的运行维护宜符合相关国家标准的规定，保障系统连续无故障运行。

10.4.2 数字底座数据共享应确保传输可靠，并通过安全接口集成第三方安全认证平台，实现数据加密传输，确保信息交换的安全性。

海南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

Ⅱ 零碳管理系统

10.4.3 示范区运行维护主体应基于零碳管理系统数据动态调整域内建筑设备运行状态。

10.4.4 零碳管理系统的维护管理应符合下列规定：

1 设备维护管理可对示范区的数据采集器进行配置和管理，并能实时显示其运行状态；

2 数据维护管理应在示范区采集器工作正常的条件下进行，采集器应具备断点续传功能；

3 远程维护管理应在采集器和网络工作正常的条件下进行，服务器应具备对采集器远程配置、远程更新版本等功能。

Ⅲ 碳管理监测设备及技术

10.4.5 示范区应建立智能化零碳运行维护工作体系，且应包括系统运行、系统维护、系统维修和系统优化等方面内容。低碳运行管理人员应具备相应专业技术能力。

10.4.6 每月宜检查示范区系统和设备的控制器、内置电池、系统通信、控制逻辑算法、联动功能的工作状态。每季度监测校正传感器和执行器。

10.4.7 系统设备维护应有利于控制和降低碳排放，并符合下列规定：

1 系统设备应维持高能效运行状态；

2 示范区设备和构件的维修或更换应基于技术经济比较和碳排放计算比较。

10.4.8 示范区的能源系统零碳运行，应以保障建筑室内环境舒适度和其他基本用能需求为前提，减少系统化石能源消耗为目标，并符合下列规定：

1 能源系统零碳运行应充分利用本地可再生能源系统产能

量，就地消纳；

2 能源系统零碳运行宜通过运行策略优化降低区域用能峰值、提高用能效率；

3 能源系统零碳运行宜采用“日前-日内-实时”三阶段优化运行方法；

4 能源系统零碳运行宜根据实际运行工况和外部条件变化及时优化调整蓄能系统运行模式。

海南省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

11 区域与建筑碳排放评估

11.1 一般规定

11.1.1 区域运行碳排放评估应具备下列条件：

1 区域内获得方案批复的建筑面积不应低于评估区域总建筑面积的 60%；

2 区域应开展碳排放评价工作。

11.1.2 区域运行碳排放评估应符合下列规定：

1 区域内主要道路、管线等基础设施与公共服务、绿地等公共设施应建成并投入使用；投入使用建筑面积不应低于评估区域总建筑面积的 60%，且应正常运行满 1 年后进行；

2 区域应以电表、气表等计量仪表实测数据为依据，经计算分析后满足本标准第 3.2.2 条的要求。

11.1.3 建筑设计评估应具备下列条件：

1 建筑施工图设计审查通过；

2 建筑碳排放技术指标相关计算和证明文件齐全。

11.1.4 建筑运行评估应符合下列规定：

1 建筑竣工并在投入使用建筑使用面积不低于评估面积 60% 的情况下正常运行 1 年以上；

2 投入使用建筑使用面积为评估面积的 60%~80%时，采用运行数据折算后评估；投入使用建筑使用面积高于评估面积 80%时，可采用运行数据直接评估；

3 公共建筑应采用分项计量的能耗数据。

11.1.5 区域和建筑的碳排放评估，应以完整年数据为依据。

海南省住房和城乡建设厅 信息公开 浏览专用

11.2 区域碳排放核算与监测

11.2.1 区域碳排放核算应包含区域内建筑、市政、交通及其他能源消耗产生的碳排放量，及区域内可再生能源使用量。

11.2.2 区域碳排放核算应坚持相关性、完整性、一致性、准确性、透明度以及避免重复计算原则。

11.2.3 区域碳排放核算范围应符合下列规定：

1 区域温室气体排放量的核算边界应为选定的区域地理边界；

2 核算气体应包括《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)规定的 CO_2，CH_4，N_2O，HFCs，PFCs，SF_6，NF_3，共七类温室气体；

3 核算的排放源应包括：区域直接控制或拥有的化石燃料燃烧所产生的温室气体排放；区域自用的外购电力、热力间接的温室气体排放；区域自用的外购电力、热力间接的温室气体排放之外的相关间接排放，包括废弃物处理等导致的温室气体排放。

11.2.4 区域温室气体排放总量应按下式计算：

$$C_d=C_{CO_2}+C_{other} \tag{11.2.4}$$

式中：C_d ——区域温室气体排放总量($kgCO_2e/a$)；

C_{CO_2} ——区域二氧化碳排放总量($kgCO_2/a$)；

C_{other} ——区域非二氧化碳温室气体排放总量($kgCO_2e/a$)。

11.2.5 区域二氧化碳排放总量应按下式计算：

$$C_{CO_2}=C_{d,b}+C_{d,t}+C_{d,m}+C_{d,o} \tag{11.2.5}$$

式中：C_{CO_2} ——区域二氧化碳排放总量($kgCO_2/a$)；

$C_{d,b}$ ——建筑二氧化碳排放量($kgCO_2/a$)；

$C_{d,t}$ ——交通二氧化碳排放量($kgCO_2/a$)；

$C_{d,m}$ ——市政二氧化碳排放量($kgCO_2/a$)，如废弃物运输所消耗柴油等；

$C_{d,o}$ ——其他能源消耗产生的二氧化碳排放量($kgCO_2/a$)，如园林机械所消耗柴油等。

11.2.6 区域非二氧化碳温室气体排放总量应按下式计算：

海南省住房和城乡建设厅 信息公开专用

$$C_{other}=C_{o,m}+C_{o,o} \tag{11.2.6}$$

式中：C_{other} ——区域非二氧化碳温室气体排放总量（$kgCO_2e/a$）；

$C_{o,m}$ ——市政非二氧化碳温室气体排放量（$kgCO_2e/a$），如自来水使用、废弃物处理、废水处理等；

$C_{o,o}$ ——其他非二氧化碳温室气体排放量（$kgCO_2e/a$），如化肥、制冷剂使用等。

11.2.7 区域的运行碳排放应基于监测数据进行核算。核算对象应为区域运营过程中所产生的温室气体排放。运行碳排放核算应符合下列规定：

1 基于区域各用能系统的运行计量数据；

2 排放源应计入直接碳排放和间接碳排放。

11.2.8 参与碳排放评估的区域应进行监测，监测内容应包含室内环境、区域能耗、可再生能源等。

11.2.9 可再生能源监测应包含光伏系统发电、太阳能热水、地源热泵等运行参数。

11.3 建筑碳排放核算、监测与检测

11.3.1 建筑降碳率计算应按下式计算：

$$\eta_p=\frac{|C_R+C_D|}{C_R}\times 100\% \tag{11.3.1}$$

式中：η_p ——建筑降碳率，%；

C_R ——基准建筑碳排放强度（$kgCO_2/(m^2\cdot a)$）；

C_D ——设计建筑碳排放强度（$kgCO_2/(m^2\cdot a)$）。

11.3.2 建筑净碳排放量应按下式计算：

$$C_{net}=C_D\times A-(REC\times C\times DF+CC) \tag{11.3.2}$$

式中：C_{net}——建筑净碳排放量（$kgCO_2/a$）；

C_D ——设计建筑碳排放强度（$kgCO_2/(m^2\cdot a)$）；

A ——设计建筑的建筑面积（m^2）；

河南省住房和城乡建设厅 信息公开 测试 专用

REC——绿色电力证书电力总量(kWh/a)；

C ——绿色电力证书对应的碳排放因子($kgCO_2/kWh$)；

DF ——绿色电力证书获取形式的折减系数，取 0.95；

CC ——碳排放权交易产品总量($kgCO_2/a$)。

11.3.3 建筑通过碳排放权交易实现的碳抵销比例应按下式计算：

$$R_{credit}=\frac{CC}{C_R\times A} \tag{11.3.3}$$

式中：R_{credit}——建筑通过碳排放权交易实现的碳抵销比例，%；

C_R ——基准建筑碳排放强度($kgCO_2/(m^2\cdot a)$)；

CC ——碳排放权交易产品总量($kgCO_2/a$)；

A ——设计建筑的建筑面积(m^2)。

11.3.4 建筑的运行碳排放应基于监测数据进行核算。核算对象应为建筑运营过程中的碳排放。运行碳排放核算应符合下列规定：

1 基于建筑各用能系统的运行计量数据；

2 排放源应计入直接碳排放和间接碳排放。

11.3.5 参与运行评估的建筑应进行检测和监测，检测和监测内容应包含室内环境、建筑能耗、可再生能源等。

11.3.6 建筑室内环境检测应包括温度、湿度、照度、二氧化碳浓度。

11.3.7 可再生能源监测应包含光伏系统发电、太阳能热水、地源热泵等运行参数。

11.4 绿色电力交易与碳抵销等非技术措施

11.4.1 区域内通过绿色电力交易获取消纳的电力排放因子取值为零。

11.4.2 区域可通过购买绿证宣称自身使用了绿色能源，用于完成可再生能源电力消纳责任目标。

11.4.3 近零碳、零碳区域可通过购买碳配额、碳信用或通过新建林业项目产生碳汇量等非建筑与区域降碳技术措施抵销剩余碳排放。

海南省住房和城乡建设厅 信息公开浏览专用

11.4.4 近零碳、零碳区域实施碳抵销应坚持明确碳管理责任、符合国际标准、抵销产品透明、额外性及鼓励多方参与原则。

11.4.5 区域或零碳建筑采用碳配额、碳信用等方式抵销区域剩余碳排放时，应以中国国内相关交易机制签发或在中国境内开发的减排项目为主，并应以下列优秀顺序使用类型项目的碳信用或碳配额：

1 海南省碳普惠项目产生的减排量；

2 中国温室气体自愿减排项目产生的“核证自愿减排量”（CCER），应优先选取海南省自愿减排项目所产生的核证自愿减排量；

3 全国或区域碳排放权交易体系的碳配额；

4 经省级及以上生态环境主管部门批准、备案或者认可的碳普惠项目产生的减排量；

5 经联合国清洁发展机制（CDM）或其他减排机制签发的中国项目温室气体减排量。

11.4.6 零碳建筑可通过绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易等非建筑降碳技术措施实现减碳。

11.4.7 当零碳建筑结合绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易进行设计评估时，应购买不少于 10 年运行期的电力用量或碳排放当量的交易产品；进行运行评估时，可先使用设计阶段购买的交易产品进行抵销，当设计阶段购买的交易产品抵销完时，应购买不少于 1 年运行期的交易产品。

海南省住房和城乡建设厅 信息公开测试专用

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”。

海南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

引用标准名录

1《建筑门窗空气声隔声性能分级及检测方法》GB/T 8485
2《建筑外窗采光性能分级及检测方法》GB/T 11976
3《恶臭污染物排放标准》GB 14554
4《电动车辆传导充电系统》GB/T 18487
5《室内空气质量标准》GB/T 18883
6《生活垃圾分类标志》GB/T 19095
7《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762
8《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939
9《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052
10《电动汽车传导用连接装置》GB/T 20234
11《建筑幕墙》GB/T 21086
12《交通管理地理信息实体标识编码规则城市道路》GB/T 21381
13《道路交通信息服务信息分类与编码》GB/T 21394
14《交流接触器能效限定值及能效等级》GB 21518
15《道路交通运输 地理信息系统 数据字典要求》GB/T 28970
16《薄壁不锈钢管道技术规程》GB/T 29038
17《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433
18《信息安全技术信息系统安全运维管理指南》GB/T 36626
19《光伏与建筑一体化发电系统验收规范》GB/T 37655
20《光伏发电系统直流电弧保护技术要求》GB/T 39750
21《建设设计防火规范》GB 50016
22《钢结构设计标准》GB 50017
23《建筑照明设计标准》GB 50034
24《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064
25《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065

海南省住房和城乡建设厅 信息公示 浏览专用

26 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118
27 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
28 《屋面工程质量验收规范》GB 50207
29 《电力工程电缆设计规范》GB 50217
30 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
31 《屋面工程技术规范》GB 50345
32 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411
33 《建筑与市政工程绿色施工评价标准》GB/T 50640
34 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
35 《光伏发电站设计规范》GB 50797
36 《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838
37 《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905
38 《种植塑料大棚工程技术规范》GB/T 51057
39 《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB 51174
40 《农业温室结构荷载规范》GB/T 51183
41 《建筑工程信息模型应用统一标准》GB/T 51212
42 《建筑信息模型分类和编码标准》GB/T 51269
43 《建筑信息模型设计交付标准》GB/T 51301
44 《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368
45 《农业温室结构设计标准》GB/T 51424
46 《建筑工程信息模型存储标准》GB/T 51447
47 《市容环境卫生工程项目规范》GB 55013
48 《园林绿化工程项目规定》GB 55014
49 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015
50 《建筑环境通用规范》GB 55016
51 《饮用净水水质标准》CJ 94
52 《环境卫生设施设置标准》CJJ 27
53 《生活垃圾堆肥处理技术标准》CJJ/T 52
54 《城市道路绿化设计标准》CJJ/T 75

海南省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

55《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ 82
56《建筑与小区管道直饮水系统技术规程》CJJ/T 110
57《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135
58《生活垃圾收集站技术规程》CJJ 179
59《餐厨垃圾处理技术规范》CJJ 184
60《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188
61《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102
62《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144
63《蓄能空调工程技术标准》JGJ 158
64《公共建筑节能改造技术规范》JGJ 176
65《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177

海南省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

海南省工程建设地方标准

博鳌近零碳示范区创建技术标准（试行）

Technical standard for Boao near–zero carbon demonstration area

DBJ 46–068–2024

条文说明

海南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

目　次

1 总 则 …… 75
2 术 语 …… 79
3 总体要求与指标 …… 85
3.1 一般要求 …… 85
3.2 技术指标 …… 91
4 建筑绿色化改造 …… 96
4.1 一般规定 …… 96
4.2 改造评估 …… 97
4.3 改造设计 …… 98
4.4 施工与验收 …… 115
4.5 调适、运行与维护 …… 121
5 可再生能源利用与新型电力系统建设 …… 125
5.1 一般规定 …… 125
5.2 规划设计 …… 126
5.3 绿色施工与验收 …… 146
5.4 调适与运行 …… 148
6 交通绿色化改造 …… 152
6.1 一般规定 …… 152
6.2 规划设计 …… 153
6.3 施工与验收 …… 157
6.4 运行与维护 …… 159
7 园林景观生态化改造 …… 160
7.1 一般规定 …… 160
7.2 规划设计 …… 161

河南省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

7.3 绿色施工与验收 …… 167
7.4 运维与养护 …… 168
8 物资循环利用 …… 170
8.1 一般规定 …… 170
8.2 规划设计 …… 170
8.3 绿色施工与验收 …… 174
8.4 调适与运行 …… 175
9 水资源与循环利用 …… 176
9.1 一般规定 …… 176
9.2 规划设计 …… 177
9.3 绿色施工与验收 …… 182
9.4 调适与运行 …… 183
10 运营智慧化改造 …… 186
10.2 规划设计 …… 186
10.3 实施与验收 …… 192
10.4 运行与维护 …… 196
11 区域与建筑碳排放评估 …… 199
11.1 一般规定 …… 199
11.2 区域碳排放核算与监测 …… 200
11.3 建筑碳排放核算、监测与检测 …… 202
11.4 绿色电力交易与碳抵销等非技术措施 …… 203

海南省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

1 总 则

1.0.1 全球近 80%的碳排放来自城市建成区，我国的情况也大抵如此。如何通过系统化更新改造实现城市建成区域整体降碳乃至零碳，是全球减缓气候变化行动的重要议题。相关项目实践和技术标准的编制均在探索阶段。

2022 年初，根据《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030 年前碳达峰行动方案》（国发〔2021〕23 号）相关要求，海南省与住建部决定共同创建博鳌近零碳示范区，按照“世界一流、国内领先、全面对标”的要求，通过制度集成创新和技术集成应用，将博鳌近零碳示范区打造成为全国性示范项目和具有国际引领示范作用的近零碳绿色发展标杆。2022 年 4 月，习近平总书记视察海南时对博鳌近零碳示范区的创建予以了肯定，并做出“把东屿岛打造成零碳示范区，比开多少次‘双碳’工作论坛，都要有说服力”的重要指示。博鳌示范区建设也成为海南建设国家生态文明试验区的标志性工程，并纳入省委第八次党代会报告的重点工作。

示范区位于琼海市博鳌镇的博鳌亚洲论坛特别规划区内，总面积约 1.9 平方公里。以东屿岛 1.78 平方公里范围为核心（参照《博鳌亚洲论坛特别规划区控制性详细规划》中东屿岛用地边界），统筹农光互补有机果蔬供应基地、东屿岛南侧绿色交通接驳场站、东屿岛北侧绿色交通接驳场站、物资循环利用处理设施共 4 处岛外配套项目用地。

核心区东屿岛作为博鳌亚洲论坛永久会址所在地，经过近 20 年的持续运营，目前设备设施陈旧、建筑能耗高、资源循环利用率低、景观人工化痕迹重、智能运维能力不足，已较难满足高规格非正式外交活动、会议会展和旅游服务功能的时代发展要求，改造需

求迫切。

示范区是我国首个近零碳建设区域，也是我国首个近零碳更新改造区域，是探索城市建成区系统降碳乃至零碳建设路径的微缩模型。近年来，我国城乡建设领域在降碳建设方面开展了大量实践，但多集中在建筑单体层面。以一定规模的区域为对象，整合建筑、交通、新型能源利用、市政、园林景观等多种城市降碳要素的系统化降碳建设项目尚属空白。示范区的创建在时间紧、任务重、无成功经验可借鉴的情况下，经受住了巨大考验，并围绕技术运用，形成了建设理念、建设原则、组织机制、规划设计方法、施工管理要求、运行管理要求、碳盘查与碳核算办法等一整套针对建成区系统降碳建设的实用经验。本标准的制定旨在深入总结经验，推动和引导建成区系统降碳工作，特别是同类气候条件下建成区系统降碳工作的有序开展。

1.0.2 城市建成区的主要碳排放源可分为建筑能源活动和工业生产活动两大类。围绕不同的主要碳排放源，区域降碳建设的主要任务、具体措施、建设标准等有所不同。与工业生产活动相比，以建筑为主要碳排放源的区域降碳建设更易受自然条件、气候类型、生活方式、出行方式、社会文化等因素的影响。

以建筑为主要碳排放源的降碳更新改造区域以一定规模的城市建成区域整体为对象。区域碳排放源主要包括能源活动、废弃物处理，以及土地利用、土地利用变化和林业（LUCF），不排除少量的工业生产过程、农业活动等。与新城、新区的降碳建设相比，建成区降碳以各类既有建筑、基础设施、公共空间、自然环境的更新改造为主。降碳技术领域主要包括建筑降碳、交通降碳、能源利用与新型电力系统建设、固体废物处理处置、水资源综合利用、园林景观碳汇能力提升、智慧碳管理等。

2019 年（基准年）示范区主要人为温室气体排放量约为 1.54 万吨二氧化碳当量/年。碳排放领域包括建筑能源活动、交通能源活动、固体废物处理处置、水资源综合利用和其他。其中，建筑能源活

动的排放量占比为71.8%，是主要碳排放源。示范区园林景观系统起到了一定的碳汇作用。

根据排放分析，示范区的降碳更新改造形成了8大类降碳技术领域和18个工程建设项目，具体包括：

建筑绿色化改造。包括项目：博鳌亚洲论坛会议中心及酒店改造、东屿岛大酒店改造、新闻中心改造；

可再生能源利用。包括项目："岛内建构筑物分布式光伏发电"一体化建设、岛外农光互补有机果蔬供应基地建设；

交通绿色化改造。包括项目：岛内绿色交通场地建设、岛外绿色交通接驳场站建设、交通配套设施设备建设；

物资循环利用。包括项目：垃圾收运设施改造、物资循环利用处理设施建设；

水资源与循环利用。包括项目：高品质供水改造、室外环境雨水利用及海绵化改造；

园林景观生态化改造。包括项目：东屿岛生态岸线改造与修复、岛内林地碳汇能力提升、远洋大道景观提升与功能完善；

新型电力系统建设。包括项目：新型零碳电力系统建设；

运营智慧化改造。包括项目：CIM+可视化零碳管理系统建设、碳监测终端设备建设。

1.0.3 建成区降碳建设通常包括规划、设计、建造与运行共四个阶段。在区域迈向低碳、近零碳及零碳的过程中，技术措施在各阶段的规范和引导，以及应达到的技术指标，均是高质量完成建设目标不可或缺的重要环节。

气候类型是影响示范区技术运用的一个重要因素。我国幅员辽阔，气候类型多样，不同气候对建成区建筑、交通、新型能源利用、市政、园林景观等降碳技术的选择，运用要求和实施效果均有显著影响。与示范区类似，同样位于夏热冬暖气候区的，以建筑为主要碳排放源的降碳更新改造区域可参照本标准执行。

作为探索城市建成区系统降碳乃至零碳建设路径的微缩模

型，示范区围绕技术运用形成的创建经验是较为系统的，不仅考虑了气候因素，还综合考虑了国家要求、技术进步、示范区建设条件、公众行为、规建管流程等因素。因此，除本气候区外，其他气候区以建筑为主要碳排放源的降碳更新改造区域，以及新城新区的降碳建设也可参考借鉴。对于以工业生产活动为主要碳排放源的建成区，除工业生产活动外，也离不开建筑、交通、市政等领域的降碳建设。因此，相关的降碳更新改造也可部分参考借鉴。

1.0.4 本标准对博鳌近零碳示范区整体的降碳技术指标及应采取的降碳措施做出了规定，但区域近零碳更新改造涉及专业众多，相关专业均制定了相应的标准，因此，博鳌近零碳示范区各项技术措施除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。其中，国家标准《零碳建筑技术标准》是目前城乡建设领域关于零碳建筑和区域标准研究的最新成果，具有国际领先水平，本标准的制定充分吸收借鉴其中的成果经验。

海南省住房和城乡建设厅
信息公开 浙大专用

2 术 语

2.0.1 零碳区域是区域低碳发展的最高目标，也是在运行阶段实现了碳中和的区域。零碳区域较难通过技术手段实现降碳目标，综合考虑区域降碳经济投入产出比，零碳区域可在充分结合自然条件、提高区域能源系统效率、利用本地可再生能源降碳的前提下，绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳交易等非建筑降碳技术措施承担剩余减排责任。近零碳区域相对于零碳区域的碳排放指标要求有所降低，降碳目标通常可通过技术手段实现。

2.0.2 考虑到我国建筑节能现状，为助力建筑领域低碳发展，分级引导建筑降碳，针对建筑运行阶段提出低碳建筑、近零碳建筑、零碳建筑三级定义体系。低碳建筑、近零碳建筑、零碳建筑的碳排放指标计算范围包含供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯、插座与炊事等全部运行阶段能源消耗产生的碳排放，也就是建筑运行阶段的全部直接碳排放和间接碳排放。

建筑本体可再生能源资源不包括建筑红线外的可再生能源发电，建筑红线指建设工程规划许可证中建筑红线证边界。低碳建筑在不依靠建筑周边等建筑红线外可再生能源发电，及绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易等非建筑降碳技术措施的前提下，碳排放符合本标准 3.2.3 要求。

2.0.3 作为低碳建筑的更高级表现形式，提出“近零碳建筑”，近零碳建筑相对于低碳建筑技术要求有所提高，相应投资也有所增加，近零碳建筑技术难度相对较大。近零碳建筑降碳水平高于低碳建筑，因此采用降碳技术措施时要求相应有所提高。周边可再生能源资源通常指区域内同一业主或物业公司所拥有或管理的区域，将可再生能源发电通过专用输电线路输送至建筑使用。为推动城乡建设领域分布式光伏的发展，以近零碳为目标建设的建筑，可通过

专线连接的方式引入建筑周边可再生能源发电，但需以实现低碳建筑为前提。近零碳建筑的碳排放指标应符合本标准 3.2.4 条的规定。

2.0.4 零碳建筑是在运行阶段实现了碳中和的建筑。建筑节能与降碳之间有着紧密的联系，建筑节能通常采用“被动优先、主动优化、可再生能源平衡”的技术原则，先降低能源需求，再通过可再生能源进行平衡；而建筑降碳在节能的基础上，还需要减少或消除建筑能源消耗中的化石能源部分，并可结合绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易等非建筑降碳技术措施承担剩余减排责任。

2.0.6 计算建筑降碳相对水平需要一个统一的对比基准，提出基准建筑，是计算建筑降碳率的标准比对建筑，基准建筑的设计尺寸、功能设定等与设计建筑完全相同，节能相关的计算和设定参数采用国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015–2021 的要求。以其建筑碳排放强度作为比对基准来判断设计建筑降碳率是否满足本标准的要求。

2.0.8 建筑碳排放量是指建筑运行阶段其自身能源消耗所产生的二氧化碳排放与可再生能源发电的减排量，不含非二氧化碳温室气体的排放，不含电动车充放电生产或输出的碳排放，不含非服务本建筑的大型数据中心以及建筑向外输出能量产生的碳排放，也不含购买碳信用与可再生能源信用抵销的碳排放量。

2.0.9 由于建筑采用能效提升、能源系统优化与可再生能源利用等技术措施后，均会产生实际的建筑减排量。而采用可再生能源与碳信用等抵销方式并未降低建筑自身的碳排放，因此引入建筑净零碳排放量，定义为建筑碳排放量与可再生能源信用或碳信用抵销碳排放量的差值。

2.0.10 区域与建筑直接碳排放包括炊事燃气、生活热水燃气、蒸汽锅炉（医院、宾馆、洗衣房等）、小型热水锅炉、采暖燃气壁挂炉等。

2.0.11 区域与建筑间接碳排放包含终端用户耗电量、耗热量、耗冷量带来的碳排放。

2.0.12 区域与建筑领域的碳排放因子一般涉及能源的碳排放因

子、建筑材料的碳排放因子。能源碳排放因子又包括化石能源的碳排放因子和电力的碳排放因子。建筑材料碳排放因子、化石能源的碳排放因子应按现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366确定，电力的碳排放因子选取应符合本标准2.0.12条的规定。

2.0.13 新型电力系统的构建涉及多个领域的转变，需重新认识负荷侧/用户侧特性及其作用。系统中将有大量分布式可再生电源，建筑是重要节点场景。新型电力系统的重要内涵之一是终端柔性灵活、成为电力系统的重要可调资源。研究用户侧技术如空调聚合、车网互动等体现了新型电力系统对用户侧灵活性的挖掘和重视。

2.0.14 电气化是促进可再生电力能源在建筑、交通等区域用能领域应用，早日实现区域碳达峰及碳中和的必要途径，区域电气化可将直接碳排放转化为间接碳排放，然后通过电力降碳技术实现间接降碳。

2.0.15 建筑侧常利用的蓄能方式包含储电、蓄热、蓄冷三种方式。储电设备包含各类型的电化学储能电池，蓄热设备包含水蓄热系统、高温固体电蓄热系统，蓄冷设备包含水蓄冷系统和电驱动的冰蓄冷系统。

2.0.16 光储直柔系统通过整合光伏发电、储能技术、直流配电和柔性用电等关键技术，为电力系统的可持续发展提供了强有力的支撑。它不仅有助于提升电力系统的供电可靠性和运行效率，还能推动清洁能源的大规模开发和利用，加快能源结构的优化升级，对于实现碳中和目标和促进绿色经济发展具有重要意义。

2.0.17 区域能源柔性调节在新能源主导的电力系统中至关重要。它能够有效平衡电网负荷，缓解因可再生能源波动性带来的供需失衡问题，确保电力系统的稳定运行。通过灵活调节电源输出，柔性调节还能优化能源利用，降低弃风、弃光等现象，提高能源利用效率。此外，对于提升电网的供电可靠性和电能质量，柔性调节技术同样发挥着不可替代的作用。

2.0.18 智能网联汽车是搭载先进车载传感器、控制器、执行器的新

一代汽车，融合了现代通信、网络、自动化等技术。智能网联汽车可实现车辆与人、车、路、云等系统间的信息交互，具备复杂的环境感知、智能决策、协同控制等功能，保障车辆安全、高效、舒适、节能、高效行驶，最终完全取代人工操作。

2.0.19 智慧综合灯杆是由杆体、设备舱、挂载设备、配套设施等构成的一体化智慧终端。智慧综合灯杆的设计宗旨是“多杆合一、一杆多能、多箱合一”，根据使用需求选择相应的功能组件，并通过模块化设计进行组装、测试、维护，从而实现视频监控、光伏照明、气象环境监测、智能化显示、广播、紧急报警等功能。

2.0.22 此模式有效减少了垃圾处理的中转环节，提高了垃圾处理的效率，同时降低了因多次转运而可能产生的环境污染风险。直运模式的实施，需确保收运车辆具备足够的运输能力，以及垃圾处理场所具备相应的处理能力，从而保障整个垃圾处理流程的顺畅与高效。

2.0.23 在充分供氧的环境中，利用好氧微生物对有机废物进行生物处理，是一种高效且环保的方法。这些微生物通过吸收、氧化和分解作用，将废物中的复杂有机物转化为简单的无机物质，如二氧化碳和水。此过程不仅有助于废物的减量化与无害化，同时为微生物自身的生长和繁殖提供了能量和养分。这种生物化学过程在废物处理领域具有广泛应用，对推动循环经济和环境保护具有重要意义。

2.0.24 计算并评估得到控制的年均降雨量与年均降雨总量的比值，对于衡量降雨径流控制效果、指导城市水文环境改善工作具有重要意义，是推动城市可持续发展不可或缺的一环。这种方式不仅有助于减轻城市洪涝灾害的风险，更能提升城市水资源的利用效率，保护生态环境。

2.0.25 城市信息模型（CIM）是一种建筑信息化技术，通过数字化手段全面映射和管理城市的物理和功能属性。CIM 模型不仅包括建筑物和基础设施的三维数字表示，还涵盖了与之相关的社会实

体、建设活动和检测感知信息。

2.0.26 建筑信息模型(BIM)是一种综合的数字技术,用于建筑项目的规划、设计、施工和运维阶段。BIM 不仅仅是三维建筑设计的演进,它更是一个包含建筑物全生命周期信息的全面数字表示。BIM 的使用已成为现代建筑行业标准的一部分,是提高建筑行业生产力的关键工具。

2.0.27 基础地理信息数据是构建和维护地理信息系统(GIS)的基石。它提供了一种统一的空间定位框架,支持广泛的空间分析和决策制定过程。这类数据详细记录了地球表面的自然和人造特征,包括但不限于测量控制点、水系、居民区、交通网络、管线、行政界限、地形、植被和土壤类型以及地名。

2.0.28 倾斜摄影技术产生的影像和模型为地形和地物的空间分析提供了直观的视觉基础,使得观察者能够以接近人眼视角的方式理解复杂的地理环境。倾斜摄影技术的关键特点在于其能够综合多角度数据,生成用于多种应用场景的高精度三维模型。

2.0.29 2020 年 12 月,生态环境部印发《碳排放权交易管理办法(试行)》、《2019–2020 年全国碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案(发电行业)》,向温室气体重点排放单位企业分配排放额度。建筑与区域作为自愿控排企业(主体),可作为非履约机构进入碳排放权交易市场购买碳信用产品,用于抵销建筑与区域无法通过技术手段降低的剩余排放量。需要说明的是,自愿控排企业与个人无法开设碳配额账户,因此对于零碳建筑,碳排放权交易主要指国家核证减排量(Chinese Certified Emission Reduction,CCER)等碳信用产品的交易。

2.0.30 市场初期,主要指风电和光伏发电企业上网电量,根据国家要求可逐步扩大至符合条件的其他电源上网电量。

2.0.31 本标准中绿色电力主要指集中式陆上风电、光伏发电。将风能、太阳能等可再生的能源转化成电能,通过这种方式产生的电力其发电过程中不产生或很少产生对环境有害的排放物且不需消耗

化石燃料，节省了有限的资源储备。区别于常规能源，绿色电力的核心特征是其具备清洁、低碳的环境价值。2021 年，国家发展改革委、国家能源局正式批复了《绿色电力交易试点工作方案》，提出在当前电力市场建设成果基础上，试点开展绿色电力（简称“绿电”）交易。建筑与区域业主通过与发电企业或售电公司签订绿色电力中长期交易协议，能够促进新能源的发展与就地消纳，同时从消费侧与能源测促进清洁电力发展。因此绿色电力交易可作为零碳建筑与区域实现控制目标的一种方式。

海南省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

3 总体要求与指标

3.1 一般要求

3.1.1 建成区降碳建设目标的制定，应立足国家生态文明理念和“双碳”战略，同时，充分考虑区域功能定位、区位特征、资源禀赋和自然经济社会条件，通过全要素统筹、制度集成创新和技术集成应用，逐步实现运行阶段区域整体主要碳排放的持续降低，在此基础上，兼顾全生命周期降碳、生态文明建设、区域功能提升等多方面要求，建设以低碳、近零碳或零碳为主要目标的生态文明综合示范区。

充分考虑以上条件，示范区创建目标的制定采用分步走的形式。到 2024 年，示范区创建取得显著成效，区域内总能源消耗量（含可再生能源产能量）不大于零，能源消耗的二氧化碳近零排放；到 2025 年，示范区创建成果进一步巩固完善，区域内主要人为温室气体总量近零/净零排放，持续近零/净零排放的运行管理机制完备，同时形成环境自然、建筑绿色、能源清洁、废物尽用、运营智慧的崭新面貌，更好地满足舒适、绿色、高效的外事活动、会议会展和旅游服务接待功能；到 2026 年，示范区持续优化升级，建设的先进性和国际影响力不断提升，为全球可持续发展与减缓气候变化的实践探索，提供“中国样板”。

3.1.2 示范区降碳的规划、设计、施工与运行应符合下列原则：

1 建成区降碳的规划、设计、施工与运行应充分尊重当地自然条件，避免技术措施对当地生态安全的影响，如对当地水环境、土壤环境、生物多样性等的影响。也应充分利用自然条件，让自然做功，在丰富技术手段的同时，降低经济投入。如利用山形水系加强区域通风，优先利用自然采光、自然通风等被动式绿色建筑技术，深入挖掘风、光、水、热、生物质等当地可再生能源资源，充分利用

地方建材等。

示范区地处万泉河、龙滚河、九曲江三江入海口处，自然条件优越，生物多样性丰富，曾被联合国教科文组织誉为世界河流入海口自然景观保存最完美的地方之一，生态敏感性较高。示范区降碳在各环节均尽可能节约资源，避免生态扰动与环境污染，保护当地生态系统。如建设环岛架空栈道，避免对地面植被和昆虫、小动物活动范围的破坏；开展污水资源化回用，减少污水排放；实施主要公共空间的海绵化改造，保护区域水循环；组织绿色施工等。

示范区也充分利用自然条件。大量采用被动式绿色建筑技术，通过增加可开启窗扇、增设纱窗、优化大空间通风路径等方式加强自然通风，利用立体绿化进行遮阳设计；充分利用当地可再生能源资源，建设光伏发电、小风电、空气源热泵等相结合的多能互补的新型能源系统，综合解决示范区光、热等用能负荷需求；大量采用地方材料和竹木材料进行景观生态化改造；建设雨水收集和利用设施，利用当地丰富的雨水资源解决地下水匮乏问题。

2 建成区降碳的规划、设计、施工与运行应充分考虑技术措施对高温、高湿、严寒、干旱、多雨、多风沙等区域气候条件的长期适应性，特别是对极端天气气象事件的适应性。也应注意对规划区功能定位的深入分析与需求回应，如因功能定位带来的特定生活方式、出行方式、用能方式、防火防灾、信息安全、风貌保护、全龄友好等建设要求的回应。此外，对于建成区的更新改造，还应考虑到施工周期、施工方式对规划区正常生产生活功能的干扰。

示范区夏季炎热、多雨，易受台风、暴雨等极端天气气象事件影响。由于四面临海，空气湿度高，海风强烈，海风携带的大量盐分，腐蚀性较强。示范区降碳的规划设计从材料选择、工艺要求、构造方式等多方面来解决气候气象条件对技术措施实施运用的影响，如长期暴露在室外的金属、木质、橡胶等材料的防腐、老化、抗风等问题。

示范区服务功能以非正式国际外交、会议会展和旅游接待为主。示范区降碳的规划设计充分考虑了相应的用能方式、生活习

惯、出行方式、旅游体验、人员安全等问题，特别是“非正式国际外交”赋予示范区的独特功能要求，如高级别的防火安全、供电保障、信息安全、室内环境品质、不同人员出行方式、风貌保护等。例如，核心区东屿岛作为博鳌亚洲论坛永久会址所在地，岛上风光和建筑形象经常出现在国内外媒体中，为公众所熟知。因此，规划设计要充分考虑技术措施，如大规模屋顶光伏、建筑外围护结构改造、景观设施改造、交通设施改造等，对东屿岛景观风貌和形象展示的影响，应在不破坏已有风貌的基础上，进一步提升形象活力，展现时代魅力。

3 建成区降碳的规划设计应从规划区与周边区域、与城市整体的降碳发展出发组织规划内容、构建技术体系、预留技术接口，避免“孤岛式”的规划设计认识。也应充分考虑人群结构、生活方式、出行方式、能源技术等未来发展趋势，为技术的进一步升级扩展预留实施条件。在技术措施实施后，应建立持续的跟踪评估机制，不断优化升级。

示范区以东屿岛为核心，与周边区域相对独立。为避免“孤岛式”思维，规划设计在可再生能源利用、新型电力系统建设、物资循环利用、电动汽车充电设施建设、智慧运营等多方面考虑了示范区及周边区域整体建设低碳城镇的发展需求。例如，通过能源管理平台和新型电力系统建设，实现示范区与周边区域的电力数据通讯互通，示范区内发电、用电、储能与示范区外电力系统的友好互联，及时响应并调节示范区内的电力使用情况，在最大消纳示范区可再生能源的同时充分利用区域周边大电网的绿色电力，避免对示范区周边大电网造成不良冲击。此外，示范区建立了以年度为单位的碳排放持续跟踪和评估机制。在首期建设完成后，相关优化提升工作就已启动，形成了建设–评估–优化提升的良性循环。

4 建成区降碳的规划设计总体应优先采用低建设成本、低施工难度、低维护难度的适宜技术，有条件利用高新技术。加强技术利用的必要性、经济性分析，避免技术堆砌，提高技术的可操作性

和持续运行能力。同时，规划设计应避免技术运用不考虑技术形象、不考虑公众感受等问题，加强技术措施与文化、艺术的融合，加强技术的展示度和体验感，提高公众对降碳技术的认识和接受程度。

示范区的规划设计通过开展技术经济性评价、多方案比较等方式加强技术的适宜性分析，从整体降碳性能出发，优先采用符合夏热冬暖地区和热带季风性气候特征，低投入、低维护的降碳技术，积极开展设计手法和工艺工法创新，避免不必要技术措施的使用，总体形成经济性好、施工难度低、适合长期运行的技术方案。局部采用光储直柔、全钒液流储能系统、水蓄冷等先进降碳技术，做到可推广性示范与引领性示范的结合。

示范区的规划设计通过多种方式加强技术与设计创作的结合，提高技术的展示性、公众的体验感。例如，根据不同应用场景和艺术效果选择单晶硅、碲化镉等不同的光伏组件材料。亚论会议中心及酒店的屋顶光伏系统设计施工，通过设计手法、构造做法、组件铺设工法等一系列创新，综合解决了大面积单晶硅组件与坡屋面结合的建筑形象、建筑荷载、抗风性、经济性等一系列技术难题。新闻中心把光伏组件与遮阳格栅改造结合，同时解决光伏发电、建筑外遮阳与建筑形象的提升问题。园林景观生态化改造中的椰林聚落设计，作为集自然材料利用、光伏组件利用、海南传统文化形象演绎、公众休憩于一体的景观服务设施，在服务公众之外，在降碳技术和地方文化宣传方面，也起到了很好的效果。

3.1.3 可再生能源利用、建筑降碳改造、智慧化运营管理和生态化环境建设是以建筑为主要碳排放源的建成区降碳的典型问题。可再生能源利用和建筑降碳改造，是关系建成区降碳效果的主要技术领域，智慧化管理是建成区降碳管理的重要技术方向，生态化环境建设是建成区降碳必不可少的资源环境建设补充。

示范区的创建从“区域近零碳、环境自然、资源循环、智慧运营”四个方面，通过符合气候特征、示范区功能定位、生态环境特征、可再生能源资源利用条件等的系统技术方案构建，较好地回应

了以上典型问题。其中：

区域近零碳。通过建筑绿色化改造、交通绿色化改造、可再生能源利用、新型电力系统建设，4 类改造任务及 9 个项目的一体化设计、实施，开源与节流并举，综合解决示范区运行阶段近零碳及能源系统零碳化的核心问题，在近零碳城区源网荷储调一体化建设方面探索示范路径。

环境自然。通过园林景观生态化改造任务及 3 个项目的一体化设计、实施，实现示范区人工环境与自然环境的高度融合，自然碳汇能力的提升，在近零碳城区生态本底修复方面探索示范路径。

资源循环。通过物资循环利用和水资源循环利用 2 类改造任务及 4 个项目的一体化设计、实施，结合有机果蔬供应基地建设，在近零碳城区的多种资源循环利用方面探索示范路径。

智慧运营。通过运营智慧化改造任务及 2 个项目的一体化设计、实施，在近零碳城区智慧运营和生活方式重塑方面探索示范路径。

3.1.4 建成区降碳涉及众多技术领域，内容复杂，要在较短时间内形成科学的综合技术方案，系统、有序、高效地落实众多建设任务和工程建设项目，必须创新组织机制，建立科学、高效的组织架构和工作办法。应由政府、实施主体或全过程技术总承包单位牵头，负责通盘统筹、团队组建和综合协调，避免建设任务各自为政、多头管理带来建设问题。应以实施为指向，编制总体规划和总体设计，统筹各技术领域，建立统一的建设理念、原则、目标及碳排放核算方法；统筹规划建设任务、重点项目、空间布局和建设时序；开展一体化详细设计，布置总平面图，开展建筑、景观、竖向和管线综合设计，为下一层次各工程建设项目的工程设计提供具体安排。应建立各领域专业人员共同参与的全过程技术服务团队，为各工程建设项目的工程设计、施工、竣工验收和运行维护，提供全过程的技术指导与监督，确保总体规划和总体设计意图的完整传递，工程建设项目的高效推进。

示范区的创建由海南省住房和城乡建设厅牵头，成立由政府、

顾问专家、技术单位和实施主体共同组成的工作专班，在建设现场联合办公，及时研究解决项目的难点堵点问题。其次，充分发挥规划设计的技术引领作用，开展全面、系统、跨领域的总体规划和总体设计，高质量搭建示范区创建的顶层设计，统筹规划改造目标、改造任务和项目布局，明确建设要求。同时，建立全过程技术管理服务制度，由规划团队牵头，联合顾问专家、各领域技术单位及第三方评估机构，针对改造项目的设计、施工、验收、调试和运行，驻场开展全面的技术指导和成效评估，确保从规划到建设实施不走样。

3.1.5 从尊重自然、建设经济性等角度出发，建成区降碳的规划设计总体应采用微介入、低扰动的方式，避免大拆大建，可拆可不拆的既有设施尽可能保留，可建可不建的建设内容尽量舍弃，优先利用既有设施、废弃空间和废弃材料。在此基础上，通过多种方式加强规划设计方法和技术方案的科学性。建立碳排放清单，深入开展区域碳排放现状评估与发展趋势预测，量化分析区域降碳重点领域和重点技术方向；从微气候环境、建筑环境等多角度开展区域及建筑的气候适应性分析，了解区域和建筑适应气候、借力自然的重点技术方向；开展区域能源需求、可再生能源供应、常规能源供应与储能系统建设综合分析，通过逐时、逐月的规模及特征耦合性分析，明确可再生能源供应、常规能源供应与储能系统综合建设方案；开展技术经济性评估，了解不同技术措施的降碳成本与投资收益，为技术比选提供合理性支撑。除以上方法外，规划设计还应结合规划区实际情况，因地制宜地开展其他相关问题的科学评估，进一步提高技术方案的科学性。

示范区降碳的规划设计系统的应采用微介入、低扰动的方式。为避免大拆大建，示范区 8 大类改造任务、18 个改造项目均充分利用既有设施和废弃资源，如利用亚洲论坛会议中心废弃夹层空间建设智慧化管理中心、利用废弃建筑垃圾堆放场地和废旧建筑材料建设景观花园，利用废旧建筑材料实施海绵化改造等。建筑改造项目也无任何新建、扩建建设量。

3.2 技术指标

3.2.1 技术指标是表征区域降碳建设目标及建设状态的重要手段，也是指导相关项目验收的重要抓手。示范区降碳建设技术指标共计 19 项，分别与示范区建设总体目标和各技术领域对应。技术指标的筛选以代表性、针对性、可考核为原则。指标赋值兼顾同类指标的国内外领先水平与常规建设条件。从实际建设成效看，示范区技术指标的完成情况较好，多项技术指标的完成值优于目标值。

表 1 博鳌近零碳示范区技术指标完成情况

类别	序号	技术指标完成值
总体目标	1	示范区零碳更新改造完成，进入稳定运行阶段后，达到近零碳区域水平，满足第 3.2.2 条的规定
建筑绿色化改造	2	改造建筑 100%达到低碳建筑水平，满足第 3.2.3 条的规定；部分达到零碳建筑水平，满足第 3.2.53 条的规定
	3	建筑用能电气化率达到 100%
	4	制冷机房能效等级不低于 2 级（EERa≥5.5）
	5	主要改造设备能效等级达到 1 级
可再生能源利用与新型电力系统建设	6	结合政策制定，可再生能源替代率达到 100%
	7	建筑物可利用屋顶面积中光伏组件覆盖率达到 60%
	8	结合政策制定，建、构筑物光伏发电的自消纳率达到 95%
交通绿色化改造	9	新能源交通工具占比达到 100%
	10	公共交通停靠站点智慧化比例达到 80%
	11	停车场充电桩配建比例达到 50%，100%预留安装条件
园林景观生态化改造	12	公园绿地近自然植被面积占比（不含高尔夫球场）达到 90%
	13	本地木本植物物种指数达到 0.6
物资循环利用	14	生活垃圾无害化处理率达到 100%
	15	有机废弃物资源化利用率达到 100%
水资源与循环利用	16	污水再生利用率达到 100%
	17	年径流总量控制率（酒店区）达到 75%
	18	室外公共活动区域直饮水设施覆盖率达到 100%
运营智慧化改造	19	区域能耗和碳排放监测、服务覆盖率达到 100%

3.2.2 国际政府间气候变化专门委员会《全球升温 1.5℃》提出控温1.5℃，全球二氧化碳减排具体量化目标，同时深度减排其他温室气体。其中温室气体包括《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）规定的 CO_2，CH_4，N_2O，HFCs，PFCs，SF_6，NF_3，共七类温室气体。在实践方面，国际上出现瑞典哈马碧生态城等近零碳区域建设示范，国内“十三五”以来多个省市相继制定并出台近零碳排放区示范工程相关政策。

本标准中的区域碳排放包括区域内直接碳排放、因能源使用产生的间接碳排放，以及废弃物处理等部分其他间接碳排放。核算范围与核算公式详见本标准“11.2 区域碳排放核算与监测”相关条文。

国内外大量研究表明，对于以建筑为主要碳排放源的建成区域，控制能源使用的直接和间接碳排放是区域降碳的重点，也是近零碳及零碳区域建设的重点。由于区域非二温室气体排放占比低、构成复杂，且目前相关减排技术成熟度低、减排成本高，因此，近零碳及零碳区域建设较难对非二温室气体排放提出量化控制指标，但可加强对相关降碳措施的引导，并适当结合碳抵消措施，提高控制效果和控制影响。

博鳌近零碳示范区直接碳排放以区域内燃气、燃油等燃料燃烧产生的二氧化碳排放为主，另有少量园林养护、市政作业产生的非二温室气体排放。示范区通过建筑电气化、采用空气源热泵热水系统、交通工具电气化等措施，使改造后区域因能源使用产生的直接碳排放比基准年下降了近 80%。未来还可通过园林机械等移动排放源的进一步电气化措施，使因能源使用产生的直接碳排放进一步下降，并趋近于零。此外，示范区也在通过优化市政措施，采用近自然、低养护的园林景观生态化改造措施等方式，尽可能降低区域内直接排放的非二温室气体。

示范区间接碳排放主要指因区域内活动消耗而调入电力产生的碳排放。改造后，结合相关政策的实施，示范区电力消耗可完全由本区域光伏发电系统所发的绿电提供。光伏发电系统所发绿电

在满足本区域的用电需求外，余电可通过上网，为更大区域的降碳服务。

示范区其他间接碳排放中计入区域碳排放核算范围的，主要包括废弃物跨界处理产生的非二温室气体排放。跨界交通运输、材料和商品使用等其他间接碳排放未计入区域碳排放核算范围。但在更新改造措施中，示范区也在通过转变废弃物处理方式、利用废弃建材、减少跨界交通等方式，尽可能地降低区域的其他间接碳排放，促进全生命周期降碳。

3.2.3 本标准的低碳建筑碳排放指标确定主要基于以下原则：一是在现有节能标准基础上建筑降碳水平大幅提升，建筑碳排放强度显著下降；二是所有典型建筑均应具备 2030 年前大规模推广的可能；三是建立节能降碳相互递进的标准体系，推动建筑节能工作逐步迈向能碳双控。

低碳建筑的碳排放指标应从技术合理性与政策实施两方面确定。从技术合理性来看，建筑降碳的技术措施主要分为建筑能效提升与可再生能源利用，超低能耗建筑是技术经济合理前提下建筑能效极高的建筑，其能效指标在制定之初便考虑了减少化石能源消耗从而降低碳排放的目的，因此本标准将低碳建筑的碳排放控制指标与超低能耗建筑碳排放进行等效关联，设计建筑实现低碳指标的路径则包括：1）在现有节能标准基础上提升建筑能效至超低能耗建筑能效水平；2）在现有节能标准基础上增加建筑可再生能源系统应用替代常规能源消耗；3）通过提升建筑能效与增加建筑可再生能源系统结合的方式达到低碳建筑碳排放指标。由于城镇建筑以多层与高层建筑为主，可再生能源替代潜力有限，因此路径一与路径三是适用性最高的低碳建筑实施路径。从政策实施的角度来看，规模化推广超低能耗建筑与低碳建筑均为城乡建设领域绿色低碳发展的重要任务，二者碳排放等效关联后，既可推动超低能耗建筑与低碳建筑的同步发展，衔接我国建筑节能与降碳的关系，也有助于建立起节能降碳相互递进的标准体系。

3.2.4 近零碳建筑作为低碳建筑与零碳建筑的中间形式，旨在引导建筑实现更高的降碳目标，因此本标准的近零碳建筑碳排放指标确定主要基于以下原则：一是较低碳建筑的降碳水平进一步提升；二是为资源条件受限而难以实现零碳排放的建筑，提供一种更高水平且可实现的降碳目标；三是完善分级引导目标，形成以实现零碳排放为目标的建筑碳排放分级控制指标体系。

近零碳建筑应在提升建筑能效的基础上进一步挖掘建筑自身的可再生能源利用率。依据国家标准《太阳能资源等级 总辐射》GB/T 31155–2014，海南省是太阳能资源很丰富地区（Ⅱ）。工程应用中，建筑可用于安装光伏组件的部位以建筑屋顶为主，近零碳建筑应充分发挥建筑屋顶可再生能源发电潜力。公共建筑屋顶保留必要的设备安装与人员通行检修空间后可利用面积可达到 60%以上。

对于近零碳建筑，在其通过自身能效提升与建筑本体可再生能源应用实现低碳建筑排放后，已经较强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015–2021 同类建筑的碳排放大幅下降，为鼓励建筑进一步挖掘可再生能源利用潜力，带动城乡建设领域分布式光伏的发展，因此除建筑能效提升和本体可再生能源利用外，还纳入了建筑周边场地可再生能源利用作为达到近零碳排放的实现路径，但需以实现低碳建筑为前提。

3.2.5 零碳建筑是建筑领域应对气候变化的重要技术手段之一，其实现过程涉及建筑自身性能、能源结构转型与其他社会因素，因此本标准的零碳建筑碳排放指标确定主要基于以下原则：一是鼓励建筑实现零碳排放的责任；二是在技术经济合理的情况下通过绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易抵销剩余碳排放；三是为我国建筑运行降碳制定最高的发展目标。

1 零碳建筑本体需要符合本标准近零碳建筑的碳排放指标要求。

2 零碳建筑最终目标要实现建筑净碳排放量小于等于零。实现这一目标的途径包括第 1 款规定的建筑自身降碳，还包括非建

筑本体绿电的利用，以及绿电交易、绿证交易、碳排放权交易等。

3 对于建筑自身资源条件有限但又有承担减排责任意愿的建筑业主，考虑到应对气候变化的降碳措施具有时空均衡性，所有减排都具有相同的价值，因此允许其通过非建筑降碳技术措施抵销剩余自身不可减少的碳排放。本标准鼓励建筑本体降碳优先，其次是对非建筑本体绿电的利用，再次是绿电交易、绿证交易、碳排放权交易等非技术手段利用。因此第 3 款对非技术手段的降碳占比做出了限制。

需要说明的是建筑碳排放强度作为建筑技术指标，未纳入非建筑降碳技术措施的碳排放抵销量，因此通过绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易等非建筑降碳技术措施抵销剩余碳排放量的建筑，可称为零碳建筑，而不能称为碳排放强度为零的建筑。

示范区三个主要建筑的节能降碳改造项目，技术路线合理，博鳌亚洲论坛会议中心及酒店、东屿岛大酒店达到本标准 3.2.3 条中“低碳建筑”的指标要求，新闻中心达到本条“零碳建筑”的指标要求。

海南省住房和城乡建设厅
信息公开专用

4 建筑绿色化改造

4.1 一般规定

4.1.1 岛内各部分建筑规划设计年代较早，其建筑节能理念相对落后、节能降碳措施单一、部分设备及控制系统陈旧老化，无法满足当前新时期“双碳”目标的要求。故本标准依据岛内建筑低碳绿色化改造中能耗及碳排放目标提出重点要求。

本部分设计方案应依据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015–2021、《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350–2019 及《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366–2019 等标准，提交详尽合理的运维阶段碳排放计算与分析清单，并对改造前后运维阶段碳排放进行对比。

4.1.3 建筑绿色化改造评估指标应符合下列规定：

1 要求通过建筑绿色低碳改造，建筑运行能耗比现状水平大幅下降，岛内全部改造建筑达到“低碳建筑水平”，其中包含东屿岛内光伏发电系统的发电贡献。低碳建筑技术指标应按照本标准第三章选取。

2 尽可能低的化石能源消耗是降低区域碳排放的主要途径，岛内建筑应优先进行能源转型，采用电炊事、电气化生活热水设备等，降低化石能源的直接使用，采用绿色电力，实现近零碳目标。建筑用能电气化率应按下式计算。

$$\text{建筑用能电气化率} = \frac{\text{建筑电力消耗}}{\text{建筑总能源消耗（以等效电量计算）}}$$

3 夏热冬暖地区公共建筑空调系统能耗可达到建筑总能耗的40%以上，建筑空调系统能效提升对于建筑节能有较大贡献。对建筑制冷机房能效等级进行约束，一方面可提升空调系统效率，达到

降低建筑能耗的目的；另一方面可推进建筑功能、用电等能耗的分项计量，提升建筑能、碳、费多维度监督管控。制冷机房能效等级及能源系统全年能效比（EERa）计算方法应参照《高效制冷机房技术规程》（T/CECS 1012–2022）。

4 提高改造设备能效等级对于降低建筑运行能耗和减少运行过程碳排放量具有重要作用。能效提升是实现低碳、零碳建筑的重要技术路径。采用 1 级能效的设备可有效降低建筑碳排放。

4.1.7 新型的绿色建筑材料是环境友好型以及生态节约型的材料制造技术，在材料制造的过程中主要采用清洁无污染的工艺，尽量减少对于自然资源的利用，这样可以大大减少自身制造过程中污染以及所面临的严重的固体废弃物的污染，实现建筑材料的无毒以及无污染，同时能够促进对于建筑材料的回收和利用，提高室内空气品质、声、光、热等方面的环境质量，有利于提升建筑使用体验，保护环境。

4.2 改造评估

4.2.2 既有建筑改造前的评估与策划对改造方案的制定具有重要的支撑作用。通过评估与策划可以对既有建筑各方面的性能现状进行全面了解，确定既有建筑绿色改造的潜力和可行性，为改造规划、技术设计及改造目标的确定提供主要依据。可行性研究阶段应进行既有建筑改造前的评估与策划，在进行评估与策划时，应充分考虑既有建筑所处示范区的整体规划要求、改造采用的投、融资模式、改造前后建筑功能变化等，保证改造方案的合理性和经济性。改造完成后，为保证改造效果，应根据《既有建筑绿色改造评价标准》GB/T 51141—2015 的相关内容，对改造部分进行改造后评估。

既有建筑绿色改造可根据改造资金、改造需求等选择分步实施单项改造或综合改造，在进行评估策划时，可以按绿色改造涉及的专业内容，对规划与建筑、结构与材料、暖通空调、给水排水、电

气等开展局部或全面评估策划，在评估与策划过程中应注意各方面的相互影响。

应对既有建筑用水、用电、用气等资源利用情况进行调查，对建筑物的整体能耗水耗量及其变化规律、能耗水耗构成和分项能耗水耗进行汇总与分析，评估其既有用能及碳排放水平。

4.2.3 建筑绿色化改造评估成果制定原则如下：

1 评估结论基于局部或全面评估工作得出，应明确既有建筑是否要进行绿色改造，并给出具体的绿色改造建议。评估内容主要包括：改造前的能耗、水耗等运行数据以及规划与建筑、结构与材料、暖通空调、给水排水、电气等专业相关内容。

2 既有建筑绿色改造策划阶段，可根据项目改造的繁简和难易程度，出具可行性研究报告或改造方案。当改造内容较多、牵涉范围较广时，宜出具可行性研究报告，对改造的必要性、技术方案、经济性及社会环境效益等进行全面研究分析。当项目进行单项改造时，宜根据评估结果、改造目标等，给出适宜的改造方案。

4.3 改造设计

Ⅰ 室内环境品质提升

4.3.1 土建装修一体化设计、施工，对节约能源资源有重要作用。实践中，可由建设单位统一组织建筑主体工程和装修施工，也可由建设单位提供菜单式的装修做法由业主选择，统一进行图纸设计、材料购买和施工。在选材和施工方面尽可能采取工业化制造，具备稳定性、耐久性、环保型和通用性的设备和装修装饰材料，从而在工程竣工验收时室内装修一步到位，避免二次装修造成大量垃圾及已完成建筑构件和设施的破坏。

新型的绿色建筑材料是环境友好型以及生态节约型的材料制造技术，在材料制造的过程中主要采用清洁无污染的工艺，尽量减

少对于自然资源的利用，这样可以大大减少自身制造过程中污染以及所面临的严重的固体废弃物的污染，实现建筑材料的无毒以及无污染，同时能够促进对于建筑材料的回收和利用，提高室内空气品质、声、光、热等方面的环境质量，有利于提升建筑使用体验，保护环境。

4.3.2《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 要求温度湿度独立控制空调系统设计应符合下列要求：

（1）温度控制系统，末端设备应负担空调区的全部显热负荷，并根据空调区的显热热源分布状况等，经技术经济比较确定；

（2）湿度控制系统，新风应负担空调区的全部散湿量，其处理方式应根据夏季空调室外计算湿球温度和露点温度、新风送风状态点要求等，经技术经济比较确定；

（3）当采用冷却除湿处理新风时，新风再热不应采用热水、电加热等；采用转轮或溶液除湿处理新风时，转轮或溶液再生不应采用电加热；

（4）应对室内空气的露点温度进行监测，并采取确保末端设备表面不结露的自动控制措施。

《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 要求室内温度、湿度的检测数量应符合下列规定：

（1）设有集中采暖空调系统的建筑物，温度、湿度检测数量应按照采暖空调系统分区进行选取；当系统形式不同时，每种系统形式均应检测；相同系统形式应按系统数量的 20%进行抽检；同一个系统检测数量不应少于总房间数量的 10%；

（2）未设置集中采暖空调系统的建筑物，温度、湿度检测数量不应少于总房间数量的 10%；

（3）检测数量在符合本条第 1、2 款规定的基础上也可按照委托方要求增加。

室内温度、湿度的检测方法应符合下列规定：

（1）温度、湿度测点布置应符合下列原则：

1)3 层及以下的建筑物应逐层选取区域布置温度、湿度测点;

2)3 层以上的建筑物应在首层、中间层和顶层分别选取区域布置温度、湿度测点;

3)气流组织方式不同的房间应分别布置温度、湿度测点。

(2)温度、湿度测点应设于室内活动区域,且应在距地面(700~1800)mm 范围内有代表性的位置,温度、湿度传感器不应受到太阳辐射或室内热源的直接影响。温度、湿度测点位置及数量还应符合下列规定:

1)当房间使用面积小于 16m^2 时,应设测点 1 个;

2)当房间使用面积大于或等于 16m^2,且小于 30m^2 时,应设测点 2 个;

3)当房间使用面积大于或等于 30m^2,且小于 60m^2 时,应设测点 3 个;

4)当房间使用面积大于或等于 60m^2,且小于 100m^2 时,应设测点 5 个;

5)当房间使用面积大于或等于 100m^2 时,每增加(20~30)m^2 应增加 1 个测点。

(3)室内平均温度、湿度检测应在最冷或最热月,且在供热或供冷系统正常运行后进行。室内平均温度、湿度应进行连续检测,检测时间不得少于 6h,且数据记录时间间隔最长不得超过 30min。

4.3.3 室内人工照明系统设计应满足下列要求:

1 《建筑照明设计标准》GB 50034 对照度、照度均匀度、显色指数、眩光等指标有如下规定:

照度标准值应按 0.5lx、1lx、2lx、3lx、5lx、10lx,15lx、20lx、30lx、50lx、75lx、100lx、150lx、200lx、300lx、500lx、750lx、1000lx、1500lx、2000lx、3000lx、5000lx 分级。

长期工作或停留的房间或场所,选用的直接型灯具的遮光角不应小于下表的规定。

表 2 直接型灯具的遮光角

光源平均亮度(kcd/m²)	遮光角(°)
1~20	10
20~50	15
50~500	20
≥500	30

2 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 中对酒店建筑主要功能房间的照明功率密度值有如下要求：

表 3 旅馆建筑照明功率密度限制

房间或场所		照度标准值(lx)	照明功率密度限值(W/m²)
客房	一般活动区	75	≤6.0
	床头	150	
	卫生间	150	
中餐厅		200	≤8.0
西餐厅		150	≤5.5
多功能厅		300	≤12.0
客房层走廊		50	≤3.5
大堂		200	≤8.0
会议室		300	≤8.0

Ⅱ 围护结构

4.3.4 外墙、屋面隔热性能提升对于降低建筑冷负荷有较大贡献，具体要求如下：

1 有可能影响到原有的防水层或防水设计的改造工程，需要考虑防水因素。材料选用不能降低建筑原有的防火性能指标。隔热构造与主体结构应连接牢固，避免松动脱落等安全风险，改造前应进行安全性能评估。

2 合理设置光伏发电系统能兼具遮阳和发电功能，海南省光热条件充足，应根据《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368–

海南省住房和城乡建设厅 信息公开 测试专用

2019 等标准并结合气候条件和改造需求选用设备材料，进行设计施工。

喷、涂反射涂料或隔热涂层相关技术措施应符合《建筑反射隔热涂料应用技术规程》JGJ/T 359–2015、《建筑涂料工程施工及验收规程》JGJ/T 29 等标准要求。建筑反射隔热涂料的技术指标应符合现行行业标准《建筑反射隔热涂料》JG/T 235 的有关规定，污染后太阳光反射比技术指标尚应符合下表的规定：

表 4　建筑反射隔热涂料污染后太阳光反射比技术指标

项目	技术指标		试验方法
污染后太阳光反射比	外墙	屋面	现行行业标准《建筑反射隔热涂料》JG/T 235
	≥0.50	≥0.60	

建筑反射隔热涂料涂饰施工环境温度不宜低于 5℃，且施工温度范围应符合产品说明书要求。施工时，空气相对湿度不宜大于 85%。当遇大雾、6 级以上风力、雨天时，应停止户外施工。涂料施工过程中应做好半成品、成品的保护。

3　《建设设计防火规范》GB 50016 规定建筑的内、外保温系统，宜采用燃烧性能为 A 级的保温材料，不宜采用 B2 级保温材料，严禁采用 B3 级保温材料。对于人员密集场所，用火、燃油、燃气等具有火灾危险性的场所以及各类建筑内的疏散楼梯间、避难走道、避难间、避难层等场所或部位，应采用燃烧性能为 A 级的保温材料。

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 要求外墙外保温系统经耐候性试验后，不得出现空鼓、剥落或脱落、开裂等破坏，不得产生裂缝出现渗水。外墙外保温系统拉伸粘结强度应符合下表的规定，并且破坏部位应位于保温层内。

表 5　外墙外保温系统拉伸粘结强度（MPa）

检验项目	粘贴保温板薄抹灰外保温系统、EPS 板现浇混凝土外保温系统、胶粉聚苯颗粒浆料贴砌 EPS 板外保温系统、现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统	胶粉聚苯颗粒保温浆料外保温系统
拉伸粘结强度	≥0.10	≥0.06

胶粘剂拉伸粘结强度应符合下表的规定，胶粘剂与保温板的粘结在原强度、浸水 48h 后干燥 7d 的耐水强度条件下发生破坏时，破坏部位应位于保温板内。

表 6 胶粘剂拉伸粘结强度（MPa）

检验项目		与水泥砂浆	与保温板
原强度		＞0.60	≥0.10
耐水强度	浸水 48h，干燥 2h	≥0.30	≥0.06
	浸水 48h，干燥 7d	≥0.60	≥0.10

抹面胶浆拉伸粘结强度应符合下表的规定，抹面胶浆与保温材料的粘结在原强度、浸水 48h 后干燥 7d 的耐水强度条件下发生破坏时，破坏部位应位于保温材料内。

表 7 抹面胶浆拉伸粘结强度（MPa）

检验项目		与保温板	与保温浆料
原强度		≥0.10	≥0.06
耐水强度	浸水 48h，干燥 2h	≥0.06	≥0.03
	浸水 48h，干燥 7d	≥0.10	≥0.06
耐冻融强度		≥0.10	≥0.06

《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144 要求外保温工程应能承受自重、风荷载和室外气候的长期反复作用且不产生有害的变形或破坏。在正确使用和正常维护的条件下，外保温工程的使用年限不应少于 25 年。

《公共建筑节能改造技术规范》JGJ 176 要求外围护结构进行节能改造所采用的保温材料和建筑构造的防火性能应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222、《建筑设计防火规范》GB 50016 和《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 的规定。外墙外保温系统与基层应有可靠的结合，保温系统与墙身的连接、粘结强度应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 的要求。对于室内散湿量大的场所，还应进行围护结构内部冷凝受

潮验算，并应按照现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176的规定采取防潮措施。

4 建筑墙面的绿化叶片面积可比地面增加50%以上的覆盖率，外墙绿化可采用地栽攀援植物、骨架花盆相结合的方式模块化绿化墙体，也可采用铺贴式墙面绿化进行墙面立体绿化。植物攀爬造价低廉，但是图案单一，造景受限制，铺绿用时长。骨架花盆方式通常先紧贴墙面或离开墙面5~10cm搭建平行于墙面的骨架，辅以滴灌或喷灌系统，再将事先绿化好的花盆嵌入骨架空格中，植物更换方便，适用于临时植物花卉布景，但应采取措施防止固定点处漏水，并对滴灌采取防堵措施；模块化方式相对骨架花盆改善之处是花盆变成了方块形、菱形等几何模块；铺贴式无需在墙面加设骨架，通过工厂工业化生产，将平面浇灌系统、墙体种植袋复合在一层高强度防水膜上，形成一个墙面种植平面系统，在现场直接将该系统固定在墙面上。

垂直绿化的形式很多，在选择植物材料时首先应当充分利用当地植物资源，这不仅因为从生态适应性而言，这些植物最适于本地生长，而且从园林艺术角度考虑，极易形成地方特色。其次要考虑攀援习性的不同即攀援能力的强弱、观赏特性的不同，以及被绿化物与植物材料的色彩、形态、质感的协调。考虑到单一种类观赏特性的缺陷，在垂直绿化中，应当尽可能利用不同种类之间的搭配以延长观赏期，创造出四季景观。在考虑种间搭配时，重点应利用植物本身的生态特性，提倡应用混种技术。

5 《公共建筑节能改造技术规范》JGJ 176要求外墙采用可粘结工艺的外保温改造方案时，应检查基墙墙面的性能，并应满足下表的要求。当基墙墙面性能指标不满足下表要求时，应对基墙墙面进行处理，并可采用下列处理措施：

（1）对裂缝、渗漏、冻害、析盐、侵蚀所产生的损坏进行修复；

（2）对墙面缺损、孔洞应填补密实，损坏的砖或砌块应进行更换；

（3）对表面油迹、疏松的砂浆进行清理；

(4)外墙饰面砖应根据实际情况全部或部分剔除,也可采用界面剂处理。

表 8 基墙墙面性能指标要求

基墙墙面性能指标	要求
外表面的风化程度	无风化、酥松、开裂、脱落等
外表面的平整度偏差	±4mm 以内
外表面的污染度	无积灰、泥土、油污、霉斑等附着物,钢筋无锈蚀
外表面的裂缝	无结构性和非结构性裂缝
饰面砖的空鼓率	≤10%
饰面砖的破损率	≤30%
饰面砖的粘结强度	≥0.1MPa

《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144 要求保温层施工前,应进行基层墙体检查或处理。基层墙体表面应洁净、坚实、平整,无油污和脱模剂等妨碍粘结的附着物,凸起、空鼓和疏松部位应剔除。基层墙体应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 及《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的要求。

4.3.5 在夏热冬暖地区,降低透明维护结构的太阳得热系数 SHGC(公共建筑)或遮阳系数 SC(住宅建筑)能显著优化围护结构热工性能。在主要功能空间透明门窗、玻璃幕墙表面增设隔热反射膜可兼顾采光和隔热需求。材料选用、设计施工及验收可参考《建筑玻璃膜应用技术规程》JGJ/T 351 等有关规范要求。

建筑玻璃涂膜用涂料应符合现行行业标准《建筑玻璃用隔热涂料》JG/T 338 的有关规定,且耐紫外老化性能不应低于 1000h。

玻璃贴膜、玻璃涂膜用平板玻璃应符合现行国家标准《平板玻璃》GB 11614 的有关规定,钢化玻璃应符合现行国家标准《建筑用安全玻璃第 2 部分:钢化玻璃》GB 15763.2 的有关规定,中空玻璃应符合现行国家标准《中空玻璃》GB/T 11944 的有关规定,真空玻璃应符合现行行业标准《真空玻璃》JC/T 1079 的有关规定。

建筑玻璃用于外围护结构时且采用隔热贴膜或隔热涂膜时,

光学及热工性能应按下列方法设计:

(1)传热系数、遮阳系数和可见光透射比应按现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的有关规定进行计算确定;

(2)光学性能应按现行国家标准《建筑玻璃可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》GB/T 2680 的有关规定进行测试。

4.3.6 《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 对门窗气密性、水密性、抗风压性能有如下规定:

表 9 抗风压性能分级

分级	1	2	3	4	5	6	7	8	9
分级指标值 P3/KPa	1.0≤P3<1.5	1.5≤P3<2.0	2.0≤P3<2.5	2.5≤P3<3.0	3.0≤P3<3.5	3.5≤P3<4.0	4.0≤P3<4.5	4.5≤P3<5.0	P3≥5.0

注:第 9 级应在分级后同时注明具体分级指标值。

表 10 门窗气密性能分级

分级	1	2	3	4	5	6	7	8
分级指标值 q1/【$m^3/(m\cdot h)$】	4.0≥q1>3.5	3.5≥q1>3.0	3.0≥q1>2.5	2.5≥q1>2.0	2.0≥q1>1.5	1.5≥q1>1.0	1.0≥q1>0.5	q1≤0.5
分级指标值 q2/【$m^3/(m^2\cdot h)$】	12≥q2>10.5	10.5≥q2>9.0	9.0≥q2>7.5	7.5≥q2>6.0	6.0≥q2>4.5	4.5≥q2>3.0	3.0≥q2>1.5	q2≤1.5

注:第 8 级应在分级后同时注明具体分级指标值。

表 11 幕墙气密性能分级

分级		1	2	3	4
分级指标值 qL【$m^3/(m\cdot h)$】	可开启部分	4.0≥qL>2.5	2.5≥qL>1.5	1.5≥qL>0.5	qL≤0.5
分级指标值 qA【$m^3/(m^2\cdot h)$】	幕墙整体	4.0≥qA>2.0	2.0≥qA>1.2	1.2≥qA>0.5	qA≤0.5

注:第 4 级应在分级后同时注明具体分级指标值。

表 12 门窗水密性能分级

分级	1	2	3	4	5	6
分级指标值 Δp	$100 \leqslant \Delta p < 150$	$150 \leqslant \Delta p < 250$	$250 \leqslant \Delta p < 350$	$350 \leqslant \Delta p < 500$	$500 \leqslant \Delta p < 700$	$\Delta p \geqslant 700$

表 13 幕墙水密性能分级

分级代号		1	2	3	4	5
分级指标值 Δp	固定部分	$500 \leqslant \Delta p < 700$	$700 \leqslant \Delta p < 1000$	$1000 \leqslant \Delta p < 1500$	$1500 \leqslant \Delta p < 2000$	$\Delta p \geqslant 2000$
	可开启部分	$250 \leqslant \Delta p < 350$	$350 \leqslant \Delta p < 500$	$500 \leqslant \Delta p < 700$	$700 \leqslant \Delta p < 1000$	$\Delta p \geqslant 1000$

《建筑门窗空气声隔声性能分级及检测方法》GB/T 8485 对建筑门窗空气声隔声性能有如下分级：

表 14 建筑门窗空气声隔声性能分级

分级	外门、外窗的分级指标值	内门、内窗的分级指标值
1	$20 \leqslant Rw+C1r < 25$	$20 \leqslant Rw+C < 25$
2	$25 \leqslant Rw+C1r < 30$	$25 \leqslant Rw+C < 30$
3	$30 \leqslant Rw+C1r < 35$	$30 \leqslant Rw+C < 35$
4	$35 \leqslant Rw+C1r < 40$	$35 \leqslant Rw+C < 40$
5	$40 \leqslant Rw+C1r < 45$	$40 \leqslant Rw+C < 45$
6	$Rw+C1r \geqslant 45$	$Rw+C \geqslant 25$

注：用于对建筑内机器、设备噪声源隔声的建筑内门窗，对中低频噪声宜用外门窗的指标值进行分级；对中高频噪声仍可采用内门窗的指标值进行分级。

《建筑外窗采光性能分级及检测方法》GB/T 11976 对建筑外窗透光折减系数有如下要求：

表 15 建筑外窗透光折减系数分级

分级	1	2	3	4	5
Tr	$0.20 \leqslant Tr < 0.30$	$0.30 \leqslant Tr < 0.40$	$0.40 \leqslant Tr < 0.50$	$0.50 \leqslant Tr < 0.60$	$Tr \geqslant 0.60$

注：Tr 值应给出具体数值。

海南省住房和城乡建设厅信息公开 浏览专用

表 16 不同采光等级下建筑外窗的透光折减系数要求

采光等级	透光折减系数 Tr	
	侧面采光	顶部采光
Ⅰ	≥0.60	≥0.60
Ⅱ	≥0.55	≥0.50
Ⅲ	≥0.50	≥0.40
Ⅳ	≥0.40	≥0.30
Ⅴ	≥0.30	≥0.25

注:采光等级引自 GB 50033《建筑采光设计标准》。

4.3.7 增设遮阳系统设计应满足下列要求:

1 由于太阳的高度角和方位角不同,投射到建筑物水平面、西向、东向、南向和北向立面的太阳辐射强度各不同。夏季,太阳辐射强度随朝向不同有较大的差别,一般以水平面最高,东、西向次之,南向较低,北向最低。建筑遮阳设计的优先顺序应根据投射到的太阳辐射强度确定。

《建筑遮阳工程技术规范》JGJ 237–2011 要求建筑遮阳设计,应根据当地的地理位置、气候特征、建筑类型、建筑功能、建筑造型、透明围护结构朝向等因素,选择适宜的遮阳形式,并宜选择外遮阳。建筑不同部位、不同朝向遮阳设计的优先次序可根据其所受太阳辐射照度,依次选择屋顶水平天窗(采光顶),西向、东向、南向窗。北回归线以南地区必要时还宜对北向窗进行遮阳。

2《建筑遮阳工程技术规范》JGJ 237 规定遮阳装置的抗震计算与构造应符合下列要求:

(1)对长度尺寸超过 3m 的大型外遮阳装置,设计寿命与主体结构一致或接近时,应进行抗震计算。抗震构造应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定;

(2)当遮阳装置设计寿命不大于主体结构设计寿命的 50%时,无论尺寸长度如何,可不进行抗震计算,但应有防止发生地震次生灾害的构造设防措施。

遮阳装置与主体结构的连接方式应按锚固力设计取值和实际情况确定,并应符合下表的要求。当遮阳装置长度尺寸大于或等于3m时,所有锚固件均应采用预埋方式。

表17 各类遮阳装置与主体结构连接的锚固要求

种类		锚固件			
		锚固件个数	锚固位置	锚固方式	锚固件材质
外遮阳百叶窗		通过计算确定,且每边不少于3个	基层墙体	预埋或后置	膨胀螺栓或钢筋,防腐处理
遮阳硬卷帘					
外遮阳软卷帘		通过计算确定,且每边不少于2个	基层墙体	预埋或后置	膨胀螺栓或钢筋,防腐处理
曲臂遮阳篷					
后置式遮阳板(翼)	设计寿命15年	通过计算确定,且每边不少于2个	基层墙体	预埋或后置	膨胀螺栓或钢筋,防腐处理
	与建筑主体同寿命	通过计算确定,且每边不少于4个	基层混凝土(钢结构)	预埋(焊接、螺栓接)	钢筋,防腐处理;不锈钢

《建筑室外用格栅通用技术要求》GB/T 37256对格栅材料、尺寸偏差、承载性能、耐撞击性能、遮阳性能等均提出要求,可参照执行。

4.3.8 国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T5 1350–2019对建筑非透光围护结构传热系数相关要求详见下表。

表18 公共建筑非透光围护结构传热系数

围护结构部位	传热系数K[W/(m²·K)]				
	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
屋面	0.10~0.20	0.10~0.30	0.15~0.35	0.30~0.60	0.20~0.60
外墙	0.10~0.25	0.10~0.30	0.15~0.40	0.30~0.80	0.20~0.80
地面及外挑楼板	0.20~0.30	0.25~0.40	——	——	——

4.3.9 气密性提升改造设计应满足下列要求:

1 《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350综合考虑我国外门窗产品的性能水平,并分别测算了外窗、外门对建筑气密性的影响,确定了外窗、外门和分隔供暖空间与非供暖共建的门的气密性指标。抗风压性能指标和水密性能指标与建筑外门窗适用地区,建筑高度等密切相关,与节能性能无直接相关性,故符合相应标准规定

即可。

2 为保证建筑节能，要求外窗具有良好的气密性能，以避免冬季室外空气过多地向室内渗漏。《公共建筑节能改造技术规范》JGJ 176 提出“外窗改造时所选用外窗的气密性等级应不低于现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 中规定的 6 级”。现《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 已废止，参考现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433–2015 中规定，气密性 6 级对应的性能为：每小时每米缝隙的空气渗透量不大于 1.5m^3，且每小时每平方米面积的空气渗透量不大于 4.5m^3。

3 《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 要求建筑围护结构气密层应连续并包围整个外围护结构，建筑设计施工图中应明确标注气密层的位置。

抹灰砂浆在达到一定厚度时可作为气密性材料使用。《建筑用气密性材料应用技术规程》T/CECS 826 规定外围护结构墙体气密性抹灰应采用 M10 及以上等级的湿拌抹灰砂浆或干混抹灰砂浆，其性能应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 的有关规定。外门窗与墙体间的衔接部位，应在室内侧采用防水隔汽膜密封，并应在室外侧采用防水透气膜密封。防水隔汽膜、防水透气膜与窗框的有效粘贴宽度不应小于 15mm，防水隔汽膜、防水透气膜与墙体的粘贴宽度不应小于 50mm。

4.3.10 研究表明，在自然通风条件下，人们感觉热舒适和可接受的环境温度要远比空调采暖室内环境设计标准限定的热舒适温度范围来得宽泛。当室外温湿度适宜时，良好的通风效果还能够减少空调的使用。

东屿岛上潮湿多虫，自然通风改造中要重点考虑防虫措施。增加外窗可开启扇，减少改造开洞对结构影响，增设防蚊虫纱窗，保证室内舒适，有效提高室内自然通风条件。

东屿岛环境优美，室外空气质量优良。在建筑公共区域和客房

内均可采取智能遥控吊扇等辅助通风装置，加速室内外空气流通，加强建筑自然通风性能，提升环境舒适度。

4.3.11 设置门磁空调智能开关后，当人员在夜间睡眠或因其他需求打开阳台门忘关空调时，可通过智能控制系统，阳台门开启一定时间后自动关闭空调，节约能源。

Ⅲ 设备和系统

4.3.12 采用高效机房能让空调系统更加舒适稳定，安全可靠。其价值更多地体现在设备优化、设计优化、暖通空调设备与机房控制系统整合、设备安装与工程管理、全系统整体调试等方面。因此，高效机房系统不仅需要方案设计与选型产品相互匹配，还与规范化、合理化的安装与运维密切相关。建设高效机房不止停留在提供机房建设所需的软硬件设施上，更要站在酒店综合管理的角度和高度，打造高效、优质的能效管理和执行平台。

系统设计应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 中有关民用建筑供暖、通风和空气调节设计的室内空气设计参数、室外设计计算参数、供暖、通风、空气调节、冷源与热源、检测与监控、消声与隔振、绝热与防腐等方面的规定。

冷水机组为高效机房中耗电量最大的设备，使高性能冷水机组始终在高效率点附近运行是实现高效机房最核心的保证。通常冷水机组大部分时间运行在 30%~70%区间范围内，定频冷水机组在部分负荷下的性能较变频冷水机组低，因此在高效机房设计中通常采用部分负荷下性能更好的变频冷水机组。

磁悬浮变频冷水机组，采用永磁同步电动机驱动，可采用多机头、无须润滑油，因此具有控制精度高、机械效率高、传热效率高、低负荷工况下整机的能效比高等优点，使得机组的能效比特别是部分负荷工况下的能效比高于普通离心式冷水机组，机组节能可达到 50%。

4.3.15 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 要求照明系统节能改造设计应在满足用电安全和功能要求的前提下进行。照明系统改造后，走廊、楼梯间、门厅、电梯厅及停车库等场所应能根据照明需求进行节能控制。

4.3.17 集中热水供应系统的热源，应首先利用工业余热、废热、地热和太阳能。

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 要求锅炉房、换热机房及制冷机房节能改造设计，应设置能量计量系统，并符合规范第 3.2.26 条规定：

锅炉房、换热机房和制冷机房应对下列内容进行计量：

（1）燃料的消耗量；

（2）供热系统的总供热量；

（3）制冷机（热泵）耗电量及制冷热泵）系统总耗电量；

（4）制冷系统的总供冷量；

（5）补水量。

4.3.18 厨房电气化改造应满足《民用建筑电气设计标准》GB 51348、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 等标准要求。应对厨房的供配电系统进行负荷计算。电磁灶具有节能高效、无明火、无污染的优势，替代燃气炊事灶可有效降低能耗，保障人员安全。

Ⅳ 可再生能源利用

4.3.20 空气源热泵室外机的安装位置、周围环境、室外机维护及气流组织对空气源热泵机组的工作效率影响很大，还会影响用户使用的便捷度和安全性。

（1）空气源热泵机组的运行效率，与室外机与大气的换热条件有关。考虑主导风向、风压对室外机的影响，布置时应避免产生热岛效应，保证室外机进、排风的通畅，防止进、排风短路是布置室外机的基本要求。当受位置条件等限制时，应采用设置排风帽、改变

海南省住房和城乡建设厅 信息公开 浏览专用

排风方向等方法，必要时可以借助数值模拟方法辅助气流组织设计，避免发生气流短路。此外，控制进、排风的气流速度也是有效地避免短路的一种方法，通常机组进风气流速度应控制在 1.5m/s~2.0m/s 范围，排风口的气流速度不应小于 7m/s；

（2）室外机还应避免其他外部含有热量、腐蚀性物质及油污微粒等排放气体的影响，如厨房油烟排气和其他室外机的排风等；

（3）室外机运行会对周用环境产生热污染和噪声影响，因此室外机应与周围建筑物保持一定的距离，以保证热量有效扩散和噪声自然衰减。对周围建筑物产生的噪声干扰，应符合国家现行标准《声环境质量标准》GB 3096 的要求；

（4）保持室外机换热器清洁可以保证其高效运行，因此为清扫室外机创造条件十分必要。

V 监控、计量与智慧化

4.3.22 为有效保障且体现建筑绿色化改造后达到预期的运营效果，建筑至少应对建筑最基本的能源资源消耗量设置管理系统。但不同规模、不同功能的建筑项目需设置的系统大小及是否需要设置应根据实际情况合理确定。

通过智能化技术与绿色建筑其他方面技术的有机结合，可有效提升建筑综合性能。现行国家标准《智能建筑设计标准》GB 50314 对常用的公共建筑规定了智能化系统配置要求，同时提出了各类建筑智能化系统应配置项目和宜、可配置项目。

4.3.23 建筑设备监控系统将与建筑物有关的暖通空调、给排水、电力、照明、运输等设备集中监视、控制和管理。可根据《建筑设备监控系统工程技术规范》JGJ/T 334 等相关标准进行设计改造。

4.3.24 客房智能控制可采用的功能包括：

1 智能身份识别用于取电控制，取电卡拔出后延时自动断电（也可采用感应方式自动识别）；

2 网络型温控器，根据房态自动调节运行状态和房间温度；

3 客房窗磁、阳台门磁应自动连锁客房空调，当窗户或阳台门打开后，连锁关闭房间空调；

4 温湿度分控措施（可在房间内设置独立的除湿机），避免在保房时利用空调除湿造成电能浪费。

4.3.25《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 要求建筑的走廊、楼梯间、门厅、电梯厅及停车库照明应能够根据照明需求进行节能控制。大型公共建筑的公用照明区域应采取分区、分组及调节照度的节能控制措施。有天然采光的场所，其照明应根据采光状况和建筑使用条件采取分区、分组、按照度或按时段调节的节能控制措施。旅馆的每间（套）客房应设置总电源节能控制措施。建筑景观照明应设置平时、一般节日及重大节日多种控制模式。

可利用先进电磁调压及电子感应技术，对供电进行实时监控和跟踪，自动平滑地调节电路的电压和电流幅度，改善照明电路中不平衡负荷所带来的额外功率，提高功率因数，降低灯具和线路的工作温度，优化供电照明。有效提高管理人员的管控、维护、检修能力和效率。

4.3.26《建筑环境通用规范》GB 55016 对室内空气污染物浓度限量有如下规定：

表 19 室内空气污染物浓度限量

污染物	Ⅰ类民用建筑工程	Ⅱ类民用建筑工程
氡（Bq/m^3）	≤150	≤150
甲醛（mg/m^3）	0.07	0.08
氨（mg/m^3）	≤0.15	≤0.20
苯（mg/m^3）	≤0.06	≤0.09
甲苯（mg/m^3）	≤0.15	0.20
二甲苯（mg/m^3）	≤0.20	0.20
TVOC（mg/m^3）	≤0.45	≤0.50

注：Ⅰ类民用建筑：住宅、医院、老年人照料房屋设施、幼儿园、学校教室、学生宿舍、军人宿舍等民用建筑；Ⅱ类民用建筑：办公楼、商店、旅馆、文化娱乐场所、书店、图书馆、展览馆、体育馆、公共交通等候室、餐厅、理发店等民用建筑。

海南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

4.4 施工与验收

4.4.1 既有建筑结构安全性检测和节能检测，是开展建筑绿色化改造施工的基础，与改造设计文件同等重要。建筑绿色化改造工程开工前，施工单位应全面收集并核对与改造工程相关的各类技术资料，包括但不限于完整的设计文件、建筑结构安全性检测和鉴定报告、建筑节能检测报告、地勘报告、各类继续使用的既有机电设备的安全和节能检测和鉴定报告等。

技术资料包括的内容可参照《中华人民共和国建筑法》《既有建筑维护与改造通用规范》GB 55022 及本标准相关条文执行。在和业主单位和其他参加单位协同确认资料齐全、技术可靠后，办理施工许可证、合同备案等各类开工手续。

既有建筑结构安全性检测和节能检测应执行《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344、《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784、《既有建筑地基基础检测技术标准》JGJ/T 422、《既有建筑地基可靠性鉴定标准》JGJ/T 404、《建筑地基检测技术规范》JGJ 340、《公共建筑节能检测标准》JG/T 177(局部修订版)、《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132、《建筑节能与可再生能源利用通用规范 》GB 55015 等相关标准的规定执行。

改造工程开工前应办理施工许可和合同备案是国家现行法规要求。《中华人民共和国建筑法》第七条建筑工程开工前，建设单位应当按照国家有关规定向工程所在地县级以上人民政府建设行政主管部门申请领取施工许可证，或按国务院规定的权限和程序批准的开工报告。

建筑施工过程不仅会改变场地的原始状态，而且对周边环境和地下管线易造成影响，包括水土流失、土壤污染、扬尘、噪声、污水排放、光污染和地下管线破坏等。绿色化改造工程施工前，施工

单位应基于收集的技术资料，充分了解既有建筑本身、周围场地环境、安全、环保、节能现状，并对地下管线分布情况进行调研，及时发现问题，编制有针对性的施工方案，明确既有设施的处置方式，对既有建筑中不能拆卸的大型设备要制订严格的防护措施，避免施工中损坏。建筑周边的古树名木、通信光缆等重要设施的分布情况要详细掌握，并加以重点保护；宜对既有建筑及设施再利用的可能性和经济性进行分析，合理安排工期，提高时间效率和资源再利用率。

绿色施工中的资源节约要求的具体可参考《绿色施工导则》（建质〔2007〕223号）、国家标准《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905–2014、《建筑工程绿色施工评价标准》GB/T 50640–2010等规定。施工安全技术和管理应符合《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870、《施工企业安全生产管理规范》GB 50656和《建设工程安全生产管理条例》（国务院令第393号）等标准或条例的规定。

施工单位应编制建筑绿色化改造施工专项方案，主要包括“四节一环保”的目标、管理措施、技术措施，以及针对性的职业健康安全和文明施工等内容。绿色施工内容遇有重大变更(诸如设计选择的主要节能材料发生实质性变更、关键工序施工工艺改变、施工条件改变等直接影响到绿色施工效果)，应及时调整施工专项方案，并经审批后实施。《建设工程质量管理条例》第二十六条规定：“施工单位应当建立质量责任制，确定工程项目的项目经理、技术负责人和施工管理负责人”；第二十三条规定：“施工单位应当设立安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员”。《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》也对超过一定规模的危险性较大的分部分项工程做出了相应规定。因此绿色化改造施工过程中，应严格明确各岗位安全生产责任，在施工组织设计中编制安全技术措施，确保施工安全。

建筑绿色化改造中结构分部工程的加固改造应按现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550的相关规定进

行验收；地基基础分部工程加固改造应按现行行业标准《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 的相关规定进行验收；节能改造分部工程应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的相关规定进行验收。其他分部工程质量验收均应按国家现行标准的有关规定严格执行。

既有建筑绿色化改造过程中应严格执行《既有建筑维护与改造通用规范》GB 55022，严禁在改造过程中对原结构构件造成损伤，并应利用改造工程，对发现的损伤进行有效处理，确保结构安全。

4.4.2 建造过程中会采用设计文件中未明确的设备设施、施工机具和材料，比如临电临水设施、生活设施、空调采暖设施、食堂炊具设施等设施，升降机、起重机、运输车、焊机、切割机、降尘设备、通风设备等施工机具设备，模板、脚手架等周转性材料，焊条、切割片、劳保用品等零星材料。施工单位应综合权衡，在经济合理的情况下采用全生命周期碳排放低的设备设施、施工机具和材料，并采用永临结合、提升周转性材料周转效率等措施，降低建筑绿色化改造工程建造阶段碳排放量。

在施工现场设置建造阶段碳排放监测系统，有利于对建造阶段的碳排放情况进行实时统计分析，并为全生命周期碳排放统计和地区碳排放强度的核算提供基础数据。

除以上条文外，绿色施工还应参照《既有建筑绿色改造技术规程》T/CECS 465 执行。既有建筑施工一般具有施工环境复杂、现场空间受限、工期相对紧张等特点。根据预先设定的绿色施工总目标进行分解、实施和考核活动，实行过程控制，确保绿色施工目标实现。

对民众不撤离施工现场的既有建筑进行改造，往往存在安全防护及施工扰民等典型问题，且易产生矛盾甚至发生纠纷。因此，在施工前应与既有建筑物业运行单位、业主代表充分沟通和协商，对具体施工部位、施工内容、施工时间、安全隐患、安全防护措施和需要配合事项提前发告示安民，以取得民众理解和支持，同时做好施工交通与民众日常出行分流措施等。

采用低噪声、低振动设备和设施是实现绿色施工的关键因素之一。如静力拆除混凝土结构、路面等;采用水钻静力切割方式进行混凝土开洞;混凝土输送泵房、电锯房等设吸音降噪屏或其他降噪措施,选用低噪声振捣设备进行混凝土浇筑振捣等;噪声及振动较大的作业时间应避开居民休息时间,一般不在夜间施工;在现场设置噪声监测点,实时监测并记录施工现场噪声。

现场易扬尘散料应采取覆盖、装袋等措施;避免扬尘外溢;小区道路应及时清扫、洒水抑尘;对于易飞扬细颗粒散体材料,应密闭存放;对易产生扬尘的砂、石等散体堆放材料,应当设置高度不低于0.5m的堆放池,并对物料裸露部分实施遮盖;作业面宜采用全封闭方式,如外墙脚手架外满挂密目网、无纺布等隔尘材料,道路施工周边增设隔离围挡,混凝土打孔采用带防尘罩电锤等;使用密封性较好的运输车辆,运输粉状物质时必须使用篷布等覆盖;车辆进出口宜设沉淀池,严格控制出入施工场地及物料运输的车辆速度,配备冲洗设备对车辆车轮进行冲洗,冲洗废水收集于沉淀池内,沉淀池上层清水用于场地内及附近路面洒水;施工现场不宜存放土方,施工垃圾应当天清运出场,大风(5级以上)情况下,应停止土方开挖及拆除工程施工;装饰装修、防水等工程作业时,对可能散发的有害气体采取有组织排放等措施。

夜间施工需增加照明,且会影响施工效率,并且容易产生光污染、噪声,影响居民生活,所以尽量避免夜间施工。当必须进行夜间施工时,应在工作照明灯上加设灯罩或合理调整灯光照射方向,透光方向集中在施工范围,严禁灯光直接照射居民窗户。若不能避免,应采取遮挡光措施;电焊作业应采取遮挡措施,避免电焊弧光外泄。

施工现场办公区、生活区的生活用水应采用节水器具;施工现场应针对不同的污水设置相应的处理设施,如沉淀池、隔油池、化粪池等,污水排放应达到国家标准《污水综合排放标准》GB 8978的要求;施工现场应建立可再利用水的收集处理系统,使水资源得到

梯级循环利用，如切割冷却工艺用水，应有水收集装置；现场机具、设备、车辆冲洗用水宜设置循环用水装置，并宜优先采用非传统水源；对于胶粘剂、阻锈剂等化学有毒材料，应专门保管，库房应有严格的隔水层设计，做好渗漏液收集和处理。

应对施工现场固体废弃物进行分类，建筑余料应合理使用，提高施工固体废弃物及建筑物拆除产生的废弃物的再利用和回收率，如对产生的碎石类、土石方类可采用地基填埋、铺路等方式提高再利用率，改造拆除的金属、管线、材料包装物回收率应达到100%，主要材料损耗率不应高于定额损耗率；施工现场临建设施应充分利用既有建筑物、市政设施和周边道路，且应采用可拆卸、可循环利用、可回收材料。诸如：现场办公和生活用房采用周转式活动房，或采用装配式可重复使用围挡封闭；宜采用工具式、可周转模板、脚手架、临时支撑等。

建筑绿色化改造相对新建工程而言，施工现场易燃物多而复杂，消防安全形势更为严峻。因此，要有针对性地制订防火措施和消防安全应急预案，落实各岗位、各级人员消防安全责任，杜绝火灾事故发生。防火措施包括：改造工程所用材料和构配件的燃烧性能应符合设计要求；各工序严格按照相关安全操作规程和作业指导书的要求进行施工，对违规作业人员进行处罚；动火前必须办理动火证，并履行审批手续，落实防火措施；电焊工等特种作业人员必须持证上岗，作业时应随身携带移动灭火器材；现场易燃、易爆品应单独存放；动火作业区域周围以及下方有易燃物时，应先清理干净后，才能进行电焊等明火作业；施工现场临时材料仓库、办公室、宿舍等区域应按有关规定配备消防器材；施工现场燃气管线改造，应由具有相应资质的专业单位承担施工等。

4.4.3 根据住房和城乡建设部等13部门联合印发了《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》以及住建部印发的《“十四五”建筑业发展规划》，建筑绿色化改造工程应积极采用建筑信息模型（BIM）、装配式建筑和构件智能制造生产线等各种类型

的智能建造技术、建筑工业化技术，提升工程质量安全、效益和品质。

在建筑绿色化改造工程中应用建筑信息模型（BIM），应执行《建筑信息模型应用统一标准》GB/T 51212、《建筑信息模型施工应用标准》GB/T 51235、《建筑信息模型分类和编码标准》GB/T 51269、《建筑信息模型设计交付标准》GB/T 51301、《建筑信息模型存储标准》GB/T 51447 等国家标准。

为了避免 BIM 技术的应用与工程设计脱节，宜在有条件的建筑绿色化改造工程中，采用 BIM 正向设计技术进行建模和工程设计，并建立全生命周期建筑信息模型（BIM）指导施工和运维。在 BIM 技术的应用中，为避免 BIM 模型和工程现场脱节影响 BIM 模型的应用效果，应通过现场巡查核对模型以及收集施工、调试和运维反馈信息等方式，持续丰富、完善和校准 BIM 模型，不断提升模型精度。

全生命周期建筑信息模型（BIM）支持在建筑工程建设的各阶段的数据交换和共享，可以极大地提升建筑工程信息化整体水平。同时，工程建设各阶段、各专业之间的协作配合可以在更高层次上充分利用各自资源，有效地避免由于数据不通畅带来的重复性劳动，大大提高整个工程的质量和效率，并显著降低成本。

《住房城乡建设部关于印发推进建筑信息模型应用指导意见的通知》（建质函〔2015〕159 号）中明确了建筑的设计、施工、运行维护等阶段应用 BIM 的工作重点内容。其中，规划设计阶段主要包括：①投资策划与规划；②设计模型建立；③分析与优化；④设计成果审核；施工阶段主要包括：①BIM 施工模型建立；②细化设计；③专业协调；④成本管理与控制；⑤施工过程管理；⑥质量安全监控；⑦地下工程风险管控；⑧交付竣工模型；运营维护阶段主要包括：①运营维护模型建立；②运营维护管理；③设备设施运行监控；④应急管理。

4.4.4 建筑绿色化改造工程竣工验收应执行《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411、《建筑工程资料管理规程》JGJ/T 185、《建筑

节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368、《建筑工程施工质量验收统一标准 》GB 50300、《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 等现行国家建筑工程领域标准或规范。

在建筑绿色化改造工程中，由于大量采用新技术，部分单项工程在现行国家建筑工程施工质量标准中未明确验收标准。对于此类单项工程，有行业标准可参照的，应依据相关行业标准制定相关验收标准，并进行验收。比如，博鳌近零碳示范区大量采用了光伏技术，并要求光伏支架具有抗台风能力。对于光伏支架可参照能源行业标准《光伏支架结构设计规程 》NB/T 10115 进行风荷载计算，并制定相关验收标准对光伏支架进行验收。

建筑绿色低碳技术、智能化技术更新迭代较快。先进适用的建筑绿色化改造新技术，经专家论证在工程应用后，可能会出现由于缺乏检测标准和检测单位，难以进行竣工验收的情况。为鼓励先进适用的新技术的推广应用，本条文给出了建筑绿色化改造新技术进行竣工验收的方式。

根据《建筑信息模型施工应用标准》GB/T 51235，对于在建筑工程全生命周期应用 BIM 的建筑绿色化改造工程，竣工验收阶段的竣工预验收和竣工验收宜应用 BIM，并宜将竣工预验收与竣工验收合格后形成的验收信息和资料附加或关联到模型中，形成竣工验收 BIM 模型。基于竣工验收 BIM 模型查询、提取竣工验收所需的资料，并在竣工验收阶段与工程实测数据抽样对比。

4.5 调适、运行与维护

4.5.1 建筑投入使用初期一般存在入住率、设备系统运行工况未达到设计参数的情况，因此要求综合调适时间覆盖建筑运行初期至稳定期，一般需要覆盖三个完整年度；对于小型且使用状态稳定的建筑，一个完整的年度周期也可能完成季节性综合调适；对于功能

复杂的大型公建或区域的设备系统，通常需要更多的年度周期完成季节性综合调适。

调适的重点工作是建筑投入正常使用后在各季节工况和部分负荷工况下，通过验证和调整，确保各用能系统实现按设计实现相应的控制动作，从而达到确保各用能系统运行状态满足设计能效的调适目标，进而保证实现建筑或区域的整体降碳目标。

当建筑或区域的功能发生重大改变时，意味着建筑冷热负荷和使用时间表都发生了改变，因此有必要对碳排放目标进行重新确定，并在系统恢复正常使用后对用能系统重新进行调适。如果必要还需要进行系统局部功能的增减，否则无法达到整体运行能效要求。

4.5.2 调适流程通常包括：计划、调研、实施、交付与质保、制定持续调适计划。在计划阶段，应明确调适的需求，完成技术团队现场的初步勘察，并制定初步调适方案。在调研阶段，应进行深入的调查、测试、分析等工作，落实细化深度调适方案，并与项目业主方及各方达成确认共识。实施阶段，应按组建团队分工逐项落实各系统的单机、系统、系统间联合调适。根据调适报告进一步形成运行和维护手册或对运维人员进行相应培训，是保证调适结果和系统运行效果的有效手段。

4.5.3 建筑的低碳设计在运行阶段方得以落实，低碳运行应以能源消耗和碳排放作为主要监测参数，以节能量和降碳量作为运行评价的核心内容。需要强调的是，建筑低碳运行不能以牺牲室内环境舒适度为节能降碳的手段，因此，本标准要求充分利用智慧化、数字化低碳管理手段，监测建筑运行阶段的能源消耗和碳排放的同时，也需对建筑室内环境舒适度进行监测或定期数据反馈。

4.5.4 建筑单体和示范区运行管理团队根据运行能耗和碳排放数据，结合气候条件和建筑与示范区的使用强度、人员密度、行为模式等情况，对可变围护结构（遮阳构件等）、用能系统运行策略等进行日度、周度、月度、季节性或年度周期调整，在确保用能系统高能

效运行的前提下，根据可再生能源系统的运行数据，对低碳运行目标应实行动态调整。

4.5.5 智能化是建筑和示范区低碳运行管理的重要特征，也是系统各项智能化设计的落实环节。智能化低碳运行维护工作体系一般包括但不限于综合能源管理系统、围护结构、供暖通风与空调系统、给排水及生活热水系统、供配电、照明及电梯系统、可再生能源系统、通用设施和软件系统、系统质量评估。相应的服务管理人员应掌握建筑碳排放数据监测、管理及运维基本技能，如需要，每年可组织调试、运维和管理人员参加建筑节能减排咨询师及碳排放管理员相关培训课程进修。

4.5.7 此条是对系统设备维护的降碳规定。设备系统维护、调适、更改运行策略逻辑、进行部分更换等工作，都需要以降碳为出发点，并将全寿命期技术经济比较和碳排放计算比较作为重要的决策因素。

1 设备运行的高能效，需要根据实际运行的负荷变化规律进行调整，优化目标一般为全年能效最优及碳排放最低；

2 设备和建筑构件的维修或更换进行决策时，通常进行全寿命期技术经济比较和碳排放计算，作为是否更换以及更换方案的决策基础。例如以提升热工性能为目的进行围护结构的改造时，需要按建筑寿命和围护结构寿命评估材料和施工的碳排放增加和服务周期内降低建筑供冷供热碳排放的综合效益。

4.5.8 示范区日常管理充分利用综合服务信息系统。结合当地电子政务、智慧城市建设，可同步完善示范区信息服务平台，实现多功能综合性示范区政务服务系统和示范区生活、商业、娱乐信息在线服务系统。

示范区碳排放统计核算和评估工作一般包括以下内容：

1 公示碳排放统计核算对象和范围；

2 建立示范区碳排放统计调查制度和碳排放信息管理台账，台账数据应真实且可溯源；

3 按照示范区碳排放核算相关方法学，综合采用统计数据、动

态监测、数据溯源、抽样调查等手段，组织开展统计核算工作；

4 明确统一的碳排放数据收集和报告范式，提高数据的规范性和可比性；

5 定期开展碳排放评估工作，并向示范区居民和有关单位公示反映示范区低碳发展水平的指标信息；

6 针对碳排放重点领域、重点区域、重点单位、重点建筑、重点设施，应推行碳排放报告、第三方盘查制度和目标预警机制，制定有针对性的碳排放管控措施。

4.5.9 从供电稳定性和实现本建筑或本示范区碳减排的角度，并网光伏系统可以确保建筑供电的稳定性并减少对公共电网冲击。因此建筑和示范区的能源系统运行策略应落实设计方案，优先充分利用本地可再生能源系统产能，并根据实际运行情况进行运行策略的动态调整，本着“自发自用、余电上网”的原则，兼顾稳定性和经济性。

能源系统源荷双侧多重不确定特点突出、系统内各类设备响应时间差异明显。为克服上述因素导致的可再生能源利用难题，运行时宜采用“日前–日内–实时”多时间尺度优化运行方法。“日前”阶段采用鲁棒优化方法得到以日运行成本最低为目标的逐时调度方案，“日内”阶段通过滚动优化方法得到以 15min 为时间间隔的设备出力方案，实时阶段优化得到以 5min 为时间间隔的电相关设备运行方案。相对于传统的日前运行调度计划，多时间尺度运行计划能有效应对可再生能源出力的波动和用户负荷的不确定，并且区域能源系统日运行成本降低 5%以上，可再生能源利用率提高 3%以上。

5 可再生能源利用与新型电力系统建设

5.1 一般规定

5.1.4 本条对建筑光伏发电系统和太阳能热利用系统计算进行了规定。电力行业通常采用峰值小时数作为计算光伏发电系统发电量的依据，然而建筑太阳能系统实际运行中，影响可再生能源利用率的因素更多，如建筑间遮挡，为满足建筑效果而特殊设置的光伏组件、太阳能集热器安装角度等。因此，为准确测算光伏系统发电量和太阳能集热系统集热量，应进行逐时模拟计算，计算过程中除倾角、方位角、逆变效率、温度修正、寿命衰减等因素外，还应分析入射角变化、阴影遮挡对发电量或集热量的影响。

由于太阳能光伏发电技术的快速发展，目前单位平米的建设成本低于太阳能热水系统，并且太阳能光伏系统的产能应用更为广泛，所以在示范区域内优先考虑太阳能光伏系统的建设。

5.1.5 可再生能源利用与新型电力系统建设评估指标应符合下列规定：

1 示范区可再生能源替代率达到 80%，是示范区零碳建设的重要前提条件。博鳌近零碳示范区可再生能源替代率已达到 100%。

可再生能源替代率=可再生能源抵销量(t/a)/能耗总量(t/a)*100%

2 示范区尽可能地利用建筑表面等资源发展光伏，充分利用光伏可再生能源，光伏组件铺设面积占改造建筑屋顶总面积的比例不小于 50%，充分利用建筑屋顶的光伏组件安装条件。博鳌近零碳示范的屋顶光伏覆盖率达到 60%。

屋顶光伏组件覆盖率=光伏组件铺设面积(万 m^2)/建筑屋顶总面积(万 m^2)×100%

3 示范区建、构筑物光伏发电量中 80%直接用于区域内设施设

备用电。博鳌近零碳示范区建、构筑物的光伏自消纳率达到95%。

建、构筑物光伏发电自消纳率=建、构筑物光伏发电提供的设施设备用电量/建、构筑物光伏发电量 *100%

5.2 规划设计

I 光伏系统规划设计要求

5.2.1 光伏系统规划设计应符合下列要求：

1 光伏系统是利用太阳电池的光伏效应将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统，其应用应综合分析建筑的地理位置、可敷设光伏系统的面积、建筑负荷大小和季节性波动、与市政电力关系等影响因素。光伏系统应用应在考虑电价峰谷差价、成本控制的基础上确定光伏容量及敷设位置，与建筑立面协调，宜采用光伏一体化的形式融入整个工程中。

光伏系统设计时应分析逐时负荷，建立逐时负荷和供电的特性关系模型，求解储能系统形式和容量最优化配置方法，形成经济合理的利用方案，实现光伏系统电力输出利用率最大化的目标。

3 建筑光伏作为示范区近零碳的最重要的措施，应对安全、效率、智慧、与建筑电力系统的结合、供电可靠性等内容进行综合分析，中国工程建设标准化协会颁布的《建筑一体化智慧光伏系统技术规程》及住房和城乡建设部标准定额研究所发布的《建筑光伏系统技术导则》对建筑光伏系统有详细的技术规定，应根据规程和导则进行设计。

“自发自用”是指光伏发的电优先供自己的负载使用，本示范区建筑用电与光伏发电具有较好的匹配性，应当充分实现光伏发电自消纳、实现光伏在整个示范区内较高的自消纳率；单个建筑内实时光伏发电多于其自身用电时，可通过示范区内微电网实现多余电量在示范区内的就近消纳；当光伏发电不够负载使用时，由示

范区外电网进行补充。只有充分实现示范区内光伏自我消纳，才能实现充分利用示范区自身可再生能源的重要目标。

4 项目建设地区处热带，且沿海，常年处于高温高湿高盐环境。该地区环境中含有大量的钠离子，当组件表面玻璃上有盐雾沉积时，很容易在玻璃表面形成导电通道，影响光伏组件的抗 PID 性能。高湿环境也容易在组件表面形成水渍，降低玻璃的表面电阻。同时，组件表面有很多金属部件，如接线盒、铝边框、夹具、插拔头等，组件阵列安装在金属支架上，盐雾对这些金属部件都可能产生腐蚀，引起接触电阻增加，降低机械性能等。因此，在该地区建设光伏系统必须充分对系统的防腐蚀能力进行要求，尽可能选用具有高防腐水平的设备，并加强运维管理，尽可能保证系统的通风干燥。

5.2.2 光伏组件设计和选型应符合下列要求：

1 安装在建筑屋面、阳台、墙面、窗面或其他部位的光伏组件，应满足该部位的承载、保温、隔热、防水及防护要求，并应成为建筑的有机组成部分，保持与建筑和谐统一的外观。

2 在建筑上敷设光伏系统，应对系统整体荷载对建筑物的影响进行充分分析，光伏方阵与主体结构的连接和锚固必须牢固可靠，主体结构的承载力应经过计算或实物试验予以确认，并要留有余地，防止偶然因素产生破坏。另外敷设光伏也会对建筑功能有影响，应进行建筑结构安全、建筑电气安全、防火、防雷、防静电等相关功能进行复核和检验。

3 从建筑全生命周期分析，光伏系统光伏组件及系统其他部件在建筑围护结构上安装、修理、维护的频率较高，因此建筑应为光伏系统的安装、维护、日常保养、更换提供必要的承重和空间便利条件。

4 光伏系统采用具有节能、减排、安全、健康、便利和可循环的材料和设备，可减少对资源的消耗、减轻对生态环境的影响。节能高效指节约能源、运行效率高的光伏系统，运行周期内保证高效率，即使在低负载情况下仍然能够高效运行，从而降低系统能耗。

5 光伏组件产生的光污染指组件的反射光(眩光)。光污染产生的眩光会让人感到不舒服，还会使人降低对灯光信号等重要信息的辨识力,甚至带来道路安全隐患。光污染控制对策包括降低组件表面材料、涂料的可见光反射比、采取防止溢光措施等。

我国对住宅建筑以及幼儿园、医院、疗养院等公共建筑都有日照的要求,光伏组件的布局与设计时需要充分考虑这一要求,不应对相邻建筑物产生不利的日照遮挡。

6 安装光伏组件时,应分析风压变化对系统部件的影响,根据现场安装条件采取合理的抗风措施。墙角、凹口、山墙、屋檐、屋面坡度大于10°的屋脊等部位的风压大,变化复杂。在这些部位安装光伏系统,对抗风压性能要求较高,可将光伏组件或方阵安装在风压较小的部位,如屋顶中央。在坡屋面上安装光伏组件或方阵时,宜采用与屋面平行的方式,减小风荷载的作用。

7 屋面光伏系统作为建筑的一部分,应视为特殊的“屋顶”,符合建筑工程对屋面的技术规范要求,如《屋面工程技术规范》GB 50345、《屋面工程质量验收规范》GB 50207 等。

8 光伏组件安装倾角指太阳电池方阵平面与水平地面的夹角。倾斜角选定是太阳能光伏系统设计时最重要的因素之一。按照当地最佳倾角进行设计则可使一年中发电量尽可能大，冬季和夏季发电量差异尽可能小。在光伏组件安装倾角小于10°时,光伏组件垂直空间排列紧密,表面积尘及油污等需合理设置维修、人工清洗的设施与通道,以便进行定期维护保养。

9 冬至日太阳高度角最低,照射范围最小,为保证冬至日时屋顶光伏的正常运行,光伏组件安装不应过密,不造成彼此遮挡,前排组件阵列的阴影不应影响后排组件正常工作。采用可调节支架,可根据光伏实际运行需求,对光伏组件的位置、间距、坡度、防遮挡等进行调整,以实现光伏系统高效、经济运行。

10 如选择点式的基座等在建筑屋面上安装光伏以利于屋面排水。要注意避免与屋面排水方向垂直的条形基座。

11 光伏组件支座与结构层相连时，防水层应包到支座和金属埋件的上部，形成较高的泛水。地脚螺栓周围缝隙容易渗水，应做密封处理。

安装基层具有一定的刚度可以避免光伏组件变形引起表面局部积灰现象。

13 应结合建筑的功能、外观、安装场地以及周围环境条件，合理选择光伏组件的类型、色泽与安装位置，不得影响安装部位的建筑功能，外观应与建筑统一协调，使之成为建筑的有机组成部分。

14 光伏组件的安装部位应避免受环境要素或建筑自身的遮挡，并宜满足光伏组件在冬至日全天有 3h 以上日照时数的要求。光伏组件的安装高度应能躲避周边建筑物、行人、树木植物以及未来生长的植物对光伏构件的遮挡。

15 墙面光伏组件应满足国家现行相关设计标准要求并安装牢固，防止跌落事故发生；且应根据腐蚀环境选用材料或进行耐腐蚀处理。除应符合国家现行相关标准的规定外，还需对承重材料的力学性能进行检测验证。构件之间以及构件与建筑墙体、楼板等构件之间的连接力学性能应满足设计要求，连接可靠并能适合主体结构在地震作用之外各种荷载作用下的变形。墙面光伏组件与墙体的连接不应影响墙体的保温构造和节能效果。

16 预埋防水套管可防止水渗入墙体构造层。管线穿越结构柱会对结构性能产生影响，因此穿墙管线不宜设在结构柱内。

17 符合幕墙设计模数的光伏组件既有利于安装，又与建筑幕墙在视觉上融为一体。

18 玻璃光伏幕墙应尽量避免遮挡建筑室内视线，并应与建筑遮阳、采光统筹设计。光伏幕墙的性能应与所安装普通幕墙具备同等的强度，以及具有同等保温、隔热、防水等性能，保证幕墙的整体性能。

19 为防止光伏组件损坏而掉下伤人，应安装牢固并采取必要的防护措施。建筑部品、非结构构件及附属设备等应采用机械固

定、焊接、预埋等牢固性构件连接方式或一体化建造方式与建筑主体结构可靠连接，防止由于个别构件破坏引起连续性破坏或倒塌。

20 随着光伏技术的不断提升，人们日常生活中的“光伏+景观”应用方式也越来越常见。这种新的光伏应用模式将光伏发电与景观场景结合在一起，一物多用，不仅呈现了绿色建筑之美，还提升了城市绿色低碳生活面貌。

21 雨篷及装饰构件等应通过预埋件牢固连接，并通过计算确定预埋件的尺寸与预埋深度，防止坠落事件的发生。作为阳台或走廊栏板的光伏构件，应满足建筑阳台栏板强度及高度的要求。阳台栏板高度应根据相关规范要求按建筑高度确定。

5.2.3 光伏电气系统应符合下列要求：

1 应先对建筑结构及使用功能、建筑电气安全进行复核，满足《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 等国家现行规范要求，必要时须增加支撑结构，且光伏组件的防火、防雷、防静电等相关功能应满足建筑本体要求。

2 建筑设计时需确保光伏组件安装位置、连接管线走向及辅助设施有合理的位置与空间，防止结构变形造成安全隐患或部件损坏。光伏组件在区域自然灾害、高温高湿环境下的表面电阻减小以及腐蚀的危害，导致发电效率和发电量会降低。在系统设计时应分析更高的抗电势诱导衰减（PID）能力等级，或发生问题时提供相应的 PID 修复及抑制解决方案，以保证设备安全稳定运行。

3 并入示范区内微电网的电能对示范区公共电网的谐波、频率、电压变化产生影响，可采用安装电能质量调节装置等措施改善电能质量，符合《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939 及相关的安全与保护要求。

4 建筑光伏发电系统直流侧应具备组件级快速关断功能，以确保组件系统的安全性。快速关断设备应能够将关断状态实时上传到指定的可视化管理系统，通过管理系统查看每块组件的状态。

5 当光伏阵列中开路电压大于 120V 时，应具备直流电弧故障检测和保护清除功能。电弧检测应满足 GB/T 39750《光伏发电系统直流电弧保护技术要求》或 CGC/GF 1752020《电弧检测及快速关断性能等级评价技术规范》要求。

6 与集中式光伏电站不同，建筑光伏系统一旦发生火灾，火灾可能通过屋顶的通风口、中央空调外机、防雷设施等构筑物对建筑物内部的人、设备造成损害。因此对于建筑光伏，在最初的设计阶段必须根据情况进行实际分析，将建设区域进行合理划分，必要时设置防火墙（或防火分隔）阻止火势蔓延，保证发生火灾时对建筑物原有设施造成的影响最小；光伏系统火灾危险源主要是电缆及电气设备，建筑光伏作为一种无人值守光伏发电站，在综合楼（室）、配电装置楼、继电器室、可燃介质电容器室、电缆夹层及电缆竖井等处应设置火灾自动报警系统；逆变器室一般无人值守，发生火灾不能及时发现，因此须设置自动灭火装置。

Ⅱ 储能系统规划设计要求

5.2.4 光储直柔系统应符合下列要求：

1 光储直柔技术是指配置建筑光伏和建筑储能，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供配电系统。由于直流供配电系统便于通过直流母线实现建筑光伏、蓄能和不同类型负载的接入，为光伏和蓄能的接入以及建筑柔性用电提供有力保障。光储直柔技术可根据电网调度要求，以直流母线电压调节为手段，以满足用户需求为前提，通过调节光伏、蓄能和负载，实现电力供需匹配及与电网友好交互。

2 “光储直柔”是一种将光伏发电、分布式储能、直流电建筑及柔性控制系统四种技术结合，相互叠加、整合利用的技术。具体而言，“光”是在建筑区域内建设分布式太阳能光伏发电系统；“储”是在建筑配电系统中配置适宜的储能装置，可实现根据用户用电指

令或外部电网指令的电力蓄放；“直”是形式简单、易于控制、传输效率高的直流供电系统；“柔”是建筑根据清洁能源的发电情况，柔性调节建筑用电需求，使建筑用电与清洁能源发电实现实时匹配。

国务院印发的《2030 年前碳达峰行动方案》明确提出：“提高建筑终端电气化水平，建设集光伏发电、储能、直流配电、柔性用电于一体的‘光储直柔’建筑。”运用柔性用电管理系统实现建筑用电的自我调节和自主优化，可为缓解电力的供需矛盾提供有效解决途径。

3 光储直柔建筑可成为具有柔性用电能力的终端用户，成为辅助电网调节的重要灵活性资源，可以根据电网的供需平衡状况进行削峰填谷、需求响应等调节，配电网由传统的单向接受电力并向用户分配，逐步向供需互动的有源网络过渡，有利于缓解电力的供需矛盾。

5.2.5 建筑直流末端应符合下列规定：

1 直流配电网电压控制策略的确定在很大程度上受到配电网的拓扑结构影响，中压直流电压的标准化对系统设计、设备研发，以及工程化应用至关重要。

直流配电网直流电压的控制一般划分为 3 个层级。上层为能量优化层，主要实现能量管理功能；中间层为协调控制层，实现系统级协调控制功能；最底层是电力电子设备层，主要包括装置自身的控制和设备级的协调控制。其中电力电子变换器和协调控制技术是抑制直流电压波动和保证系统功率平衡的关键。

直流电压等级的选择应重点分析的 3 个因素：1）直流配电网的供电半径，保证配电线路的带载能力；2）电气绝缘和保护，与目前商业化的直流开断技术良好匹配；3）系统成本和设计难度，即损耗能够控制且能够兼容现有的分布式电源与负载设备。

2 建筑供电的入口通过交流—直流整流装置把外电网的交流电转为高压直流电，接入建筑内直流高压母线。直流高压母线分别通过 DC/DC（直流到直流的电压变换）与分布在建筑外表面的光伏电池和分布在建筑内不同区域的蓄电池连接。同时，直流高压母线

还通过 DC/DC 向建筑内的大功率设备(如电梯、空调、风机等)及建筑周边停车位的充电桩供电。由直流高压母线通过 DC/DC 引出若干路直流低压分路,分别进入各个建筑区域为小功率设备供电。

楼宇直流配电系统通常处于低压配电网的末端，紧靠小型分布式能源和负载。直流母线构成形式一般分为 4 种,其种类以及对应的特点如下表所示：

表 20 直流母线结构特点

结构类型	优点	缺点
单母线结构	结构简单,易与现有系统兼容	灵活性差
双极性结构	可靠性高,双电压等级供电	拓扑结构复杂,投资差
冗余式结构	电能质量高,可靠性高	电压等级单一
分层母线结构	超低直流电压,安全性好	需增设直流变压器

直流配电系统的电压可以在很大范围内变化(例如民用建筑直流配电设计标准中推荐的电压变化范围可在 80%~107%)。对电压敏感的用电器具是通过 DC/DC 接入直流母线,DC/DC 可以根据用电器具的特点自行调节其用电电压，而带有智能调节功能的用电设备还可以根据母线电压的变化自行对其用电功率进行调节。但需要避免同一用电设备同时接入不同直流母线的情况，可能会导致用电设备电压不匹配。

3 电网柔性负载的实现主要通过各用电设备的“需求侧响应”实现，各设备可以根据电网的供需关系自动改变其瞬时用电功率——包括各蓄电池的“需求侧响应”,系统内所连接的蓄电池和电动汽车蓄电池可以根据电网的供需状况调节充电/放电功率——从而改变 AC/DC 处从外电网进入系统的电功率。所以光储直柔配电系统的最终目标是使建筑用电系统由目前的刚性负载变为柔性负载,可以根据电力系统的供需关系随时调整用电功率,而不取决于当时系统内各用电设备的用电功率。

在光储直柔调控模式下可将建筑内用电电器按照调节性能和

调节方式分为三类:平移延时型、变功率型、可切断型。平移延时型设备既包括蓄热水箱、空调冰/水蓄冷系统、冰箱、冷柜、洗衣机、排污泵等,又自身带有蓄电池的可充电电子电器设备,使用 AI 技术通过学习直流母线一天内的电压变化规律,识别出一天内需要多用电和尽可能避免用电的时间段;通过学习设备自身的运行规律,得到其需要的连续运行时长及开停时间比。根据这些信息即可制定一天内的优化运行规划,避开在电力紧缺时段运行,尽可能将设备自行调整到在电力过剩时段用电;变功率型设备包括可通过变频或其他方式进行功率调节的用电设备,如分体空调机、多联机式空调机、风机、水泵、变频扶梯、电梯等。这些设备自身都带有控制调节装置,可通过变频或其他方式改变用电功率。在光储直柔配电系统中,可测量直流母线电压,根据电压高低决定运行功率的修正系数。直流母线电压高,则修正系数就高,可以增大用电功率 10%;当直流母线电压低时,修正系数降低,也就是降低转速或通过其他手段降低实际的用电功率;可切断型负载则在母线电压降低到预设值后切断,以降低系统用电功率。

4 直流照明系统是指进行直流供配电的照明系统。直流照明系统从配电到末端灯具均为直流。因此系统各组件均需满足直流配电要求。根据《直流照明系统技术规程》T/CECS 705 给出直流电压的优选值,同时减少线损,建议选用 375V 电压(与系统电压保持一致)。

为了满足多种照明场景实现照明系统的柔性负载,灯具宜选用具备照度调节功能的产品。

我国所采用的插头和插座额定电流一般 10A 和 16A,为了避免直流设备接入到交流电源或者交流设备接入直流电源,直插头和插座需要明显区别于交流插头和插座。

5.2.6 建筑用能柔性调节应符合下列要求:

1 本条对建筑及周边的蓄能系统、蓄能设施提出了建议,也是为了进一步促进提高建筑可再生能源应用比例。以电动车为例,通

过建设充放一体的电动车充电桩，不但有利于降低交通过程中产生的大气污染物排放，同时也有利于将电动车作为分布式蓄能设施，对可再生能源电力进行更好的消纳和利用，进而提高建筑整体可再生能源应用比例。

2 用电柔性调节指的是主动改变建筑从市政电网取电功率的能力。一般手段包括调节用电设备的功率，利用电化学储能、储热（冷）装置、建筑围护结构热惰性直接或者间接储存电能，以及调整用能行为等。结合建筑的用能需求和负荷特性优化的运行调度策略，可降低建筑的负荷峰值，缓解负荷增长压力，减少建筑对外部能源的使用量。

3 对于区域内的蓄能手段，宜采用空调蓄冷、电动汽车、蓄电池来配合电力的柔性调节，其中：空调蓄冷较储能电池成本仅为三分之一左右，且没有安全隐患，在空间允许的情况下应优先选择；电动汽车对项目建设来说没有额外投资，但受当地政策限制，在示范区建设中配合相关政策的制定宜配置双向充电桩采用电动车蓄能；蓄电池应符合当地政策、充分考虑安装区域的安全因素前提下根据柔性调节需求配置。

5.2.7 储能设备的设计应符合下列要求：

1 蓄能系统形式包括蓄冷、蓄热、储电。蓄能系统能够对电网起到“削峰填谷”的作用，具有较好的节能降碳效果，在设计中可以适当地推荐采用。研究显示，耦合多元蓄能技术的能源系统较不包含蓄能技术的能源系统一次能源节约率与碳减排率分别提高了18.6%和14.5%。储冷、储热系统能够对电网起到“削峰填谷”的作用，具有较好的节能效果，在适宜项目设计中推荐采用。储冷空调系统的具体要求应符合现行行业标准《蓄能空调工程技术标准》JGJ 158–2018 的规定。在空调负荷峰谷差悬殊的情况下，如果按照峰值设置冷、热源的容量并直接供应空调冷、热水，可能造成在一天甚至全年绝大部分时间段冷水机组都处于较低负荷运行的情况，既不利于节能，也使得设备的投入没有得到充分利用。因此经

济分析合理时，宜采用储冷、储热系统。相对于常规系统的增量投资，静态回收期宜小于 5 年。场地紧张或土地价格较为昂贵的区域宜采用相变蓄能等方式，场地宽松的区域宜采用水蓄能，热媒品质要求高的区域宜采用导热油蓄能。区域中多以应用储电技术为主。储电技术主要包含各类型的电化学储能电池、超级电容器、热电相变蓄热储能等。能量型储电技术以高能量密度为特点，主要用于高能量输入、输出；功率型储电技术以高功率密度为特点，主要用于瞬间高功率输入、输出。区域应根据系统所需存储容量、额定功率、储存持续时间选择适宜的储电技术。储电设备容量配置较低，将导致可再生能源消纳不足，储电设备容量配置较高，将导致投资浪费。因此在区域储电系统规划建设时，应以环保、经济、能效等为目标配置合理容量的储电设备并制定运行方案。

2 储能技术主要是指电能的储存。随着科技的进步，通过构建储能系统，可成功实现传统能源系统在供给侧和消费侧的清洁低碳替代，化解可再生能源大规模发展带来的调峰、输送和消纳问题。根据电能的转换形式，储能可以分为物理、电化学和电磁 3 类储能。

表 21 储能技术类型

储能类型	技术名称
物理储能	太阳能储热、抽水蓄能、压缩空气储能等
电化学储能	铅蓄电池、锂离子电池、液流电池等（包括电动汽车蓄电池）
电磁储能	超级电容器、超导储能等

目前实用的储能技术有电池储能、飞轮储能和燃料电池储能等，其中电池储能技术历史悠久、应用广泛，技术成熟。

3 储能的形式应根据建筑功能、具有的用电负载类型等综合选取，宜选取电动汽车、空调蓄冷、蓄电池等储能方式。应优先根据示范区特点、建筑功能等充分发挥电动汽车可发挥的储能能力，充分挖掘电动汽车可发挥的储能能力；在此基础上，示范区年空调需

求大，结合建筑使用特点应论证空调蓄冷方式的利用可行性，经济技术分析可行的情况下可设置相应的蓄冷措施，作为等效储能资源。当电动汽车、空调蓄冷等等效储能利用方式不足以满足系统储能需求时，再选择设置独立的储能电池等方式。

4 适用于供用电领域的电力储能装置主要有电化学储能、飞轮储能等形式。电化学储能和超导储能以直流形式储存电能，可以通过 DC–DC 变换器接入直流微网作为备用电源，从而保证用户供电不中断。飞轮储能经过 AC–DC 和 DC–AC 两个变换器接入交流电网，分别用于控制飞轮电机的运行和飞轮储能系统的输出功率，而飞轮储能接入直流微网，可以省略 DC–AC 逆变环节。

5 储能电池有多种类型，包括三元锂电池、磷酸铁锂电池、液流电池、钒电池等，其中三元锂电池和磷酸铁锂电池目前在新能源汽车中应用最为广泛。但部分类型的电池用于储能系统较易引发安全隐患。根据 2022 年 6 月国家能源局发布的《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2022 年版）（征求意见稿）》，中大型电化学储能电站不得选用三元锂电池、钠硫电池，不宜选用梯次利用动力电池；选用梯次利用动力电池时，应进行一致性筛选并结合溯源数据进行安全评估。

6 储能变流器，又称双向储能逆变器，英文名 PCS（Power Conversion System），应用于并网储能和微网储能等交流耦合储能系统中，连接蓄电池组和电网（或负荷）之间，是实现电能双向转换的装置。既可把蓄电池的直流电逆变成交流电，输送给电网或者给交流负荷使用；也可把电网的交流电整流为直流电，给蓄电池充电。

由于应用场合不同，储能变流器的功能和技术参数差异较大，在选择时应注意系统电压、功率因数、峰值功率、转换效率、切换时间等，这些参数的选择对储能系统功能影响较大。储能逆变器正常运行时，功率因数应大于 0.99。当系统参与功率因数调节时，功率因数范围应该尽可能宽。

7 BMS 电池管理系统（Battery Management System）是储能系

统中最重要的控制环节，主要是为了智能化管理及维护各个电池单元，防止电池出现过充电和过放电，延长电池的使用寿命，监控电池的状态。BMS 系统对下保护、监控、测量、维护电池本体电芯；BMS 系统对上进行数据传递、接收指令、日志存储、电能交互控制。这些功能是微网、监控、PCS 等方面同电池交互的桥梁和接口。因此，BMS 系统是整个储能控制系统与电池本体之间最为关键的纽带。

在线监测系统不仅能够实现储能系统的自我运行，均衡负载，也可以及时为运营管理人员提供储能系统的实时状态、数据，为运营管理人员及时作出决策提供帮助。

8 蓄电池对于存放环境较为敏感，一般最佳存储温度为 15 摄氏度，过高或过低的温度均会导致电池效率折损；空气湿度也会对蓄电池的存储造成影响，湿度越高，蓄电池的自放电速度越快。

9 蓄电池存在起火的隐患，主要原因是电池热失控。当电池发生热失控时可使电池温度迅速升高到 400 摄氏度至 1000 摄氏度，进而发生着火、爆炸等事故。电池发生热失控的主要原因大致可分为机械滥用、电气滥用、自身缺陷和高温环境。其中，机械滥用包括碰撞、挤压和穿刺等类型。由于外力影响，电池单体或者电池组可能发生变形，导致电池隔膜破损，进而发生内部短路，最终引发起火。

此外，高温环境会加速锂离子电池老化，电池性能衰减，导致使用过程中电池发热量增加，出现恶性循环，最终触发热失控。因此，蓄电池应设置保证其安全的存放箱，存放箱可以保证电池不受外力碰撞、挤压、刺穿，且保持蓄电池处于凉爽干燥的环境。

10 储能系统视频安防监控系统主要针对储能设施正常运行进行实时监测。分级报警功能需要针对运行状态，在灾害发生前实现预警作用，以阻止灾害的进一步扩大。

例如蓄电池在各种滥用下容易发生热失控，因此蓄电池储能系统的安防系统应具备热失控探测功能，借助传感器将探测到的物理信号转变为电信号进行传输，并触发火灾预警系统。相较于火灾报警系统，热失控预警针对的是火灾发生前，对锂电池内部化学

物理参数进行探测，判断热失控是否发生，一旦发生就可以立即采取措施。相较于火灾报警，火灾预警系统是阻止火灾进一步蔓延的重要措施。

11 室外消防系统需要根据储能介质、规模、系统形式进行合理设计，针对电池簇、电池仓、电池模组选择合理的灭火系统形式、灭火介质，能够在短时间内扑灭火灾并防止复燃。

Ⅲ 柔性充电桩规划设计要求

5.2.8 柔性充电桩设计应符合下列要求：

1 充电桩选址需保证电气系统的使用安全，避免相应的危险因素。其设置也应该结合车辆使用的方便易用性可达性，靠近集中停车区域能最大限度保证使用要求。

2 充电桩系统应满足国家标准《电动汽车充电桩》GB/T 18487和《电动汽车充电连接器》GB/T 20234 各分项标准等的要求，保证柔性充电桩系统的使用质量。

柔性充电桩能够合理缩短充电时间，自动调整充电功耗对电动汽车进行充电，根据供电系统的峰谷情况进行负荷调整，尤其适合光伏系统供电使用。

3 《电动车辆传导充电系统一般规定》GB/T 18487.1 中对常见的输出电压和电流进行了分类。标准中同时界定了四种充电模式，并分别规定了各充电模式的电压和电流限制。在执行中，应按标准实施，保证充电桩系统的安全、高效使用。

4 通信接口协议应符合《电动车充电标准协议》GB/T 27930 的要求，也可参考《电动汽车非车载充电机，通信协议》Q/GDW 1235进一步提升性能。

5 充电桩规划布局设计中应当充分对交通工具电动化发展需求进行分析，并充分利用电动汽车作为示范区电力调蓄的重要资源，为此，建议在示范区停车位按照“一位一桩”模式布局充电桩。

6 充电桩功率宜可根据车辆充电需求、示范区可再生电力供需关系进行灵活调节，及时消纳多余可再生电力、在电力不足时可释放电力。

Ⅳ 农光互补有机果蔬基地规划设计要求

5.2.9 农光互补有机果蔬供应基地设计应符合下列要求：

1 农光互补光伏电站应在不改变原有土地性质和地形地貌的基础上，因地制宜，将光伏发电与农业种植、畜牧有机结合，实现“板上光伏发电，板下现代农业”共同发展。

在空间布局上，农光互补发电系统适合选择种植低矮的农作物，或者提高光伏组件高度，保证种植的农作物的高度低于光伏阵列，避免影响光伏发电。

在安装方式上，宜采用光伏和农业大棚的附加式结合模式。在常规光伏电站中，光伏阵列之间建设光伏大棚，两者的独立的，在空间布局上相互结合，互不影响。也可以将光伏阵列作为农业大棚、阳光房的一部分。组件安装在向阳坡面，结构上结合为一体，可做联栋或单栋。

2 光伏场站建设需要依照农田地形进行布置，避免对原有的地形地貌、农田布局产生不利影响。在安装光伏支架基础时，应根据《光伏发电站设计规范》GB 50797 进行地质勘测，以保证基础结构所需要的物理力学要求能够得到满足。

3 由于太阳能电池组件会造成一定的遮光，每个大棚可根据不同农作物对光的需求，采用不同的装机容量设计，满足植物光合作用对光的需求。由于光伏组件的遮光性不同，如晶硅太阳能电池组件，应选用生长过程中对透光度要求不高的农作物；如覆盖透光性好的薄膜太阳能电池组件，则可以选用对于光照要求高的农作物。

4 光伏和农业项目优势互补层面，光伏组件夏天能避免太阳直射，起到降温效果，还能防止暴雨、凝冻等自然灾害，对农业种植

起到很好的保护作用。棚顶光伏电站的建设运营，可以摊薄农业大棚建设成本投入，同时提升大棚质量、功能和使用年限，缩短投资回报周期。

5 在远期规划中，需要充分分析光伏系统建设、维护和农作物培植之间的矛盾，光伏系统和农业作物在空间布局需求的差异，提前规划好作物品种，光伏组件种类、安装形式等。应严格守住农业耕地底线和红线，明确土地使用性质，杜绝占用基本农田。

6 在建设光伏场站前，应确定多余电量消纳途径，设置专线优先保证光伏发电的多余电量能够输配到岛内其他用能设施，提高在地利用率，避免“弃光”现象。

V 新型电力系统规划设计要求

5.2.10 新型电力系统规划设计符合下列要求：

1 零碳建筑的可再生能源发电比例较高，需要采取措施提升可再生能源的就地消纳比例，提升自给率与自耗率，减少对外部电网的冲击。因此，建议光伏发电系统装机容量与总用电功率的比值超过 50%的单体建筑或单独供电区域，采用可再生能源微网系统，灵活利用蓄能、用能设备的柔性调节潜力，以特定目标协同控制供配电网中蓄能、用能设备，提升可再生能 源就地消纳比例。光伏发电的建筑自消纳比例是指一定时间内（通常是一年）建筑光伏系统总发电量中，由建筑本体实际使用的电量所占比例。

对于部分零碳建筑，单纯加大光伏系统装机容量而不设计储能与调控，虽然更容易实现全年零碳运行，但是对于外部电网可能会带来冲击，同时光伏系统的经济性也会变差，因此，对零碳建筑光伏系统的建筑自消纳比例提出要求。要实现光伏电力自消纳目标，需要在逐时 计算光伏发电与建筑用电的基础上，综合设置蓄电、储能、电动车充电桩、柔性负载等硬件 设施，并通过智能化运维调控系统，促进建筑用电与光伏发电间的逐时耦合，提升自消纳比例。

2 新型零碳电力系统是面向碳中和的电力系统。根据碳中和的定义(指国家、企业、产品、活动或个人在一定时间内直接或间接产生的二氧化碳或温室气体排放总量,通过植树造林、节能减排等形式,以抵销自身产生的二氧化碳或温室气体排放量,实现正负抵销,达到相对“零排放”),要实现零碳电力系统,必须实现电力系统的“产碳”与“减碳”相抵销。电力系统的碳排放主要来源于发电侧,通过化石能源发电会产生大量的碳排放,而电力系统本身无法减碳,因此只能通过改变发电侧实现零碳。通过太阳能发电、风力发电、水力发电等多种可再生能源发电形式,实现电力源头的零碳化。对于本示范区可利用光伏作为重要的零碳电力来源,助力实现示范区近零碳目标。示范区光伏应按自发自用,余电上网原则并网运行。在此基础上,示范区还应当能够实现对外部电力输入的柔性响应,调动自身具有的柔性用电资源,实现充分消纳自身光伏可再生电力、响应外部电力供给侧变化特征等目标。

3 碳中和情景下,极高比例新能源发电装机接入电网,对电网的运行提出了巨大挑战。新能源发电出力波动性大,且发电出力与用电负荷曲线难以实现完全匹配,这就需要示范区用电侧能够更好地柔性响应,能够通过调度自身柔性用电资源来实现高比例消纳自身可再生电力,并能够柔性响应外部输入电力变化特征,由此方能实现在全面电气化基础上的整个示范区内近零碳能源系统构建目标。

面向碳中和情景的新型零碳电力系统,需要实现源网荷储融合互动,灵活调节。电源侧,多种形式储能灵活调节电源提供调节服务;新能源发电通过配置储能、提升功率预测水平、智慧化调度运行等手段,成为新型“系统友好型”新能源电站,提升电力支撑水平,平抑新能源间歇性、波动性对电力系统带来的冲击。示范区内构建以多座建筑为基础的可再生电力微电网,充分考虑资源互济,共享系统调节资源,发挥示范区内微电网的互联互通效益。负荷侧,储能/蓄能资源、电动汽车充电设施等新型灵活负荷成为示范区

内新型电力系统的重要组成部分。通过适宜的调度运行方法可改变传统“源随荷动”的模式，实现示范区内源网荷储深度融合，灵活互动，在充分消纳自身可再生电力的基础上，更好地适应外部电力供给特征，实现零碳电力运行目标。

4 传统电力系统采取的工作模式是“源随荷动”，即根据用电侧的负荷来调整电源的发电量，用可控的发电系统去匹配波动幅度不大可测的用电系统，在运行过程中滚动调节，从而实现电力系统安全可靠运行。示范区具有高比例的光伏等可再生电力，同时又需要与外部电网间友好互动，方能实现整体的近零碳运行目标。

无论是适应示范区新能源大规模建设需求或充分消纳自身可再生电力要求，还是支撑与外部电网供给间的友好互动，都需要以数字技术为电网赋能，以促进源网荷储协调互动，推动新型电网向更加智慧、更加泛在的能源互联网升级。

示范区新型零碳电力系统的建设，需要数字化技术的支撑，通过运用云计算、大数据、物联网、人工智能等新一代数字技术对传统电网进行数字化改造，实现电力系统的绿色经济转型。

5 新型电力系统的显著特征是分布式能源的大量接入，传统的集中控制方法已不再适用。考虑到分布式能源多数附着于建筑系统，而建筑也是最大的用电单元，因此在新型零碳电力系统中，宜以建筑为核心建设微电网，鼓励微电网自发自用，多个微电网相互连接，共同构成新型零碳电力系统。

6 示范区近零碳能源系统的建设以全面电气化为基础，在此基础上以新型零碳电力系统的建设为重要抓手。示范区主要用电终端为建筑、交通，终端侧具有一定的柔性可调能力，应充分发挥用电终端具有的储能资源、灵活调度潜力，在示范区电力系统中发挥其能力，实现示范区充分消纳自身可再生电力、响应外部电力供给的目标。示范区部分电力需求由外部电网供给，示范区内建筑、交通等用电终端，可根据外部电网发布的指示信号（如动态碳排放责任因子）来进行灵活调节，使得示范区与外部电网间的交互同样

成为可调节型，实现示范区与外部电网间友好交互。

7 依据《电力工程电缆设计规范》GB 50217–2016，电力敷设一般规定，除架空绝缘型电缆外的非户外型电缆，户外使用时，宜采取罩、盖等遮阳措施。

Ⅵ 零碳能源综合管理平台设计规划要求

5.2.12 零碳能源综合管理平台设计应符合下列要求：

1 建筑智能化系统是楼宇自控系统的升级与延伸，其可对建筑内的主要用能设备进行监测 与自动控制，是建筑节能实现零碳的手段。发电、储电、用电设备作为建筑关键设备，监测 其能耗和效率，可及时发现问题并采取柔性控制或其他调节措施，此时则要求建筑供配电系 统可以根据实时监测结果，通过数据分析、智能调度对关键设备工况进行调节，实现可再生能源的充分消纳。

2 本条的主要目的是支撑建筑智能化系统对发电、储电、用电系统柔性调节与不同区域或用户的用冷、用热、用电量计量功能的实现。对于不同类型的建筑，核算单元不尽相同，对于公共建筑可以是整栋建筑，也可以是不同功能划分的区域，也可以根据使用主体进行划分。

3 零碳能源管理综合平台的建设除了应符合示范区近零碳建设目标的需求，同时需要兼顾系统供应的行业和建筑类型，明确近零碳运行的示范区能源结构性质属性和设备边界。示范区的能源结构主要包含示范区内自设光伏电力、示范区外农光互补输入的光伏可再生电力及由外部电网输入的电力，综合平台应基于上述能源基本供给结构开展设计建设，更好地服务于消纳自身光伏、适应外部电力供给等目标。对于示范区内主要建筑，各用能系统和各部分能源应进行独立分项计量，并根据具体工作需要灵活设置计量数据采集频率，根据场地、建筑内实际的用能单位、措施和预估未来可能产生的用能点来决定平台的建设规模和功能，保证所有

的用能点包含在平台管理之下，同时不制作冗余功能，避免浪费。

4 示范区以全面电气化为重要基础，零碳能源综合管理平台应能展示示范区用电基本结构、电力来源（包括自设光伏、农光互补输入光伏及外部电网供给）、区域电力的协调匹配如各类储能资源、充电桩等能源相关数据，进行折标计算、能源成本分析、碳排放趋势、分项能耗占比、区域能源消耗对比等统计，以实现对区域整体用能情况的掌握，辅助对区域内外光伏电力、外部输入电力的合理调配，实现区域内光伏高比例消纳、柔性响应区域外电力供给等功能，真正实现示范区的近零碳可持续目标。同时，平台应具有监视光伏系统正常运维的功能，包括监视系统的遥感信号、遥控信号、遥测量、发电单元交直流侧电压、交直流侧电流、有功功率、无功功率、异常告警及故障等运行状态信息、安装有组件级智能优化装置的系统应监视优化装置的输入/输出电压、输入/输出电流、故障告警等信息以及终端设备用能信息，支持低效发电单元分析、功率离散率对比分析、设备故障分析等功能。

示范区光伏电力、示范区外农光互补的光伏电力均应在示范区内部最大程度地使用消纳，降低对外部电网的电力能源输配难度。零碳能源综合管理平台应能够协助场地内光伏发电的调配与自消纳能力，支持系统发电量预测功能，宜具备终端用能预测功能，并可根据系统发电和终端用能进行储能调度，实现系统发电最大化消纳。

在此基础上，示范区用能系统还应当可依照外部电力供给特点进行自身用能调节。零碳能源综合管理平台应统筹考虑示范区内外自身光伏与外部电力输入的关系，充分调动示范区内各建筑内柔性用电资源、示范区内充电桩等，协同参与示范区能源系统的运行。根据外部供给电力提供的供给侧信号参数（如动态碳排放责任因子），可对示范区内用电进行柔性调度，响应外部电力供给动态变化特点，更好地促进示范区能源系统近零碳运行目标实现。

5 为分析建筑运行阶段的碳排放水平，分类分项监测碳排放量，

分析各系统和设备运行碳 排放是否合理，及时发现运行问题并提出改进措施，以实现建筑零碳目标，设计阶段做好碳 排放管理系统的规划，对碳排放管理系统的各项功能提出要求，为建筑运行碳排放的跟踪、信息的披露提供基础。

5.3 绿色施工与验收

I 建构筑物光伏系统绿色施工与验收要求

5.3.2 示范区内构筑物光伏系统的验收应符合下列要求：

1 规定了新建建筑光伏系统工程和既有建筑安装的建筑光伏系统工程的验收原则。新建建筑光伏系统工程作为节能分部的分项工程进行验收，与现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的规定基本一致。

2 建筑光伏系统工程施工质量验收的程序和组织应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的要求。新建建筑光伏系统的分项工程验收的程序和组织参照《光伏与建筑一体化发电系统验收规范》GB/T 37655 第 4.2 条的规定，分项工程验收由总监理工程师主持，施工单位项目经理、项目技术负责人和相关专业的质量检查员、施工员参加，设 计单位主要设计人员也应参加。既有建筑的建筑光伏系统作为单位工程进行验收，由建设单位项目负责人主持。

V 新型电力系统绿色施工与验收要求

5.3.7 新型电力系统在施工及验收阶段应制定相关要求：

1 施工项目部应负责制定涵盖施工全过程的环境保护计划，确保在施工过程中有效实施各项环境保护措施，以减少对环境的负面影响。

2 为推进低碳绿色电网建设，施工项目部应建立相应的施工管理体系和组织机构，明确各级责任人的职责，确保绿色施工理念得以贯彻实施。

3 施工项目部应关注施工人员的职业健康与安全，制定全面的职业健康安全管理计划，并组织实施，以预防和控制施工过程中的职业健康安全风险。

4 在施工前，应对设计文件中关于绿色电网的重点内容进行专项会审，确保施工过程中的各项措施符合绿色电网建设的要求和标准。

5 在施工过程中，严禁使用国家和地方明确禁止或限制使用的建筑材料及制品，以确保工程质量和符合环保要求。

6 在工程竣工验收前，建设单位应组织相关责任单位进行机电系统的综合调试和联合试运行，确保系统运行结果符合设计要求，为工程的顺利投运提供保障。

Ⅵ 零碳能源综合管理平台绿色施工与验收

5.3.8 在施工过程中，零碳管理平台的确需要对编码体系和数据正确性进行严谨的过程把控。这是因为编码体系是零碳管理平台的基础，它如同一套精密的语言，确保各个环节的信息能够被准确无误地传递和处理。如果编码体系出现混乱或错误，那么整个管理平台的数据完整性和可靠性将受到严重威胁。

同时，数据的正确性更是零碳管理平台的生命线。各种能源消耗、碳排放等数据不断产生，这些数据是评估施工环保性能、制定节能减排措施的重要依据。如果数据存在错误或偏差，那么企业的决策将可能偏离正确的方向，甚至可能导致严重的资源浪费和环境污染。

因此，零碳管理平台在施工过程中必须建立起完善的编码体系和数据验证机制，确保每一个环节的数据都能够被及时、准确地采集和处理。只有这样，零碳管理平台才能真正发挥其应有的作

用，实现节能减排、绿色施工的目标，同时为企业带来经济效益和社会效益的双重提升。这也体现了现代施工企业对精细化管理、智能化决策的追求，以及对环境保护和社会责任的深刻认识。

施工计划包括开发时间表、人员分工、资源需求等。确保计划具有可操作性，并能够为施工提供明确的指导。

5.4 调适与运行

I 建构筑物光伏系统调适与运行要求

5.4.1 构筑物光伏系统应对调适及运行制定相关要求：

1 手册应包括系统的构成、系统的日常操作、系统的日常维护、常见故障排除方法、应急处理措施等；

2 巡视检查分为日常巡视检查和定期巡视检查和特殊巡视检查；通过远程监视及时进行，并将检查结果记入工作日志；定期巡视检查需现场进行；特殊天气（如雷雨过后、极寒、极热）或发生严重缺陷情况下应进行特殊巡视检查；

3 监控系统客户端应至少能显示光伏组串的电压和电流、交流输出的电压和电流、日发电量、累计发电量、日期时间、实时功率等参数；监控系统应具备运行数据的监测功能，包括但不限于各直流组串电压、直流组串电流、交流电压、交流电流、日发电量、月发电量、年发电量、发电量、实时发电功率、系统日期时间、系统运行状态、系统故障信息等。并应具备下载发电量数据报表和系统故障的功能；

4 运维人员可分析对比同地区多个建筑光伏系统长期运行数据，评估光伏组件清洗方法、时间节点和次数，提升系统发电效率；

5 监控系统可分析发电单元低效发电潜在原因（如遮挡、污染、组串断路、组件隐裂、线损等），便于运维人员及时前往现场运维；运维人员可根据系统实时异常告警及故障等信息（含故障点、故障类型等），快速下达运维工单，及时处理故障，降低运维成本；

6 对光伏和储能设备及各数据采集点的通讯应保持畅通，通讯线路或相关设备故障时，可离线手动进行测试，并及时维修与更换；设备正常运行时，应保持设备可进行远程控制、查询，以方便故障排查和运行维护。

Ⅱ 储能系统调适与运行要求

5.4.2 对储能系统的调适与运行应符合下列要求：

6 本款要求主要依据《国家能源局综合司关于加强电化学储能电站安全管理的通知》；

7 储能电站起火过程中，电池内部仍在发生化学反应，可能导致多米诺骨牌效应，传统消防扑灭难度大，储能消防可有效对锂电池热失控进行预警，并扑灭火灾防止复燃。

Ⅲ 柔性充电桩调适与运行要求

5.4.3 示范区内柔性充电桩的调适与运行应符合下列要求：

5 全面测试包括验证充电桩是否能够根据电动汽车的需求和电网的实际情况，动态调整充电功率和电流。同时，还要测试充电桩在不同负载条件下的响应速度和稳定性；

6 以评估其柔性调节功能的性能和效率。这可以帮助发现潜在的问题并进行优化改进，例如调整充电策略、优化功率分配等；

7 充电桩的软件升级是保持其运行效率和安全性的重要手段。遇到故障时，应使用错误代码、故障日志和调适工具等检查和定位问题，然后采取适当的措施修复问题。

Ⅴ 新型电力系统调适与运行要求

5.4.5 示范区域内的新型电力系统调适与运行应符合下列要求：

2 安排处理全部消防缺陷，对所有消防设备安排进行检查，补充消防标识及操作指南，确保消防设备能够正常投入；

3 发现问题及时处理，完成微机五防系统杀毒和使用培训。仔细检查，维护五防机，操作票电脑杀毒及对五防电脑钥匙充电。完善接地系统五防逻辑、事故预想典型票库的建立等具体工作；

4 对开关机构、电缆竖井、电缆层防小动物设施进行全面检查；对设备区间防小动物挡板及配电房房门窗进行维护和检查。

Ⅵ 零碳能源综合管理平台调适与运行

5.4.6 零碳管理平台调适应符合下列要求：

1 数据监控与采集：确保平台的能源数据监控和采集系统正常运行。这涉及对“冷、热、电、气”等多种能源数据的实时监测和采集，以及数据的准确性和完整性验证。

2 数据存储与处理：建立稳定可靠的数据存储系统，确保能源数据的安全存储和高效处理。同时，对异常数据和历史数据进行合理的管理和分析，为平台的运行优化和故障预测提供数据支持。

3 系统运行优化：通过对能源数据的分析，实现系统的运行优化。这包括负荷预测、能源调度、设备控制等方面的优化措施，以提高能源利用的经济性和有效性。

4 故障诊断与预测：利用平台的数据分析功能，对能源系统的故障进行诊断和预测。及时发现并处理故障，避免对能源供应造成影响。同时，通过对历史故障数据的分析，提高故障预测的准确性。

5 安全性与稳定性保障：确保平台的安全性和稳定性是至关重要的。这涉及网络安全、数据安全、系统稳定性等多个方面。需要采取一系列的安全措施，如加密传输、访问控制、数据备份等，确保平台的安全运行。

6 用户培训与技术支持：为用户提供必要的培训和技术支持，确保他们能够熟练操作系统并处理常见问题。同时，建立完善的用

户反馈机制，及时收集并处理用户在使用过程中遇到的问题和建议。

5.4.7 零碳管理平台运行应符合下列要求：

1 系统升级与维护：定期对平台进行升级和维护，修复已知的故障和改进功能。在升级和维护过程中，需要确保数据的完整性和系统的稳定性，避免对用户造成不便。

2 文档与资料更新：随着平台的升级和改进，需要及时更新相关的文档和资料。确保用户和技术人员能够获取最新的操作指南和技术支持信息。

3 与其他系统的集成：能源管理平台往往需要与其他系统进行集成，如楼宇自动化系统、智能电网系统等。在调适和运维过程中，需要确保平台与这些系统的接口正常运行，实现数据的互通和共享。

4 性能评估与改进：定期对平台的性能进行评估，包括数据处理速度、系统响应时间、能源利用效率等方面。根据评估结果，制定相应的改进措施，提高平台的性能和使用体验。

5 运维手册应包含并不限于充电车位周围环境情况检查内容、充电桩日常运行情况检查内容、充电桩定期功能测试内容，以及可能出现的问题的解决预案与流程，以保证柔性充电桩能够长久稳定运行。

海南省住房和城乡建设厅信息公开浏览专用

6 交通绿色化改造

6.1 一般规定

6.1.1 博鳌近零碳示范区以“零碳优先、绿色出行”作为重点任务积极响应国家可持续发展战略。博鳌近零碳示范区通过交通绿色化改造，引导公众选择绿色低碳的交通出行方式、开展交通基础设施绿色化改造，建设安全舒适、绿色节能、智慧高效的交通运输服务体系。

6.1.2 博鳌近零碳示范区的交通绿色化改造应充分考虑当地生态文化特色，保护和利用现有自然资源，注重新建交通基础设施与当地建筑、自然景观的协调共存。

博鳌近零碳示范区的主要交通碳排放来源于燃油车尾气。为了减少燃油车尾气排放，应通过换乘新能源车辆上岛降低燃油车使用强度，从源头消除燃油车上岛造成的碳排放影响。针对该问题，博鳌近零碳示范区存在换乘枢纽停车场建设不足、智慧充电桩配比不足、公共交通停靠站点与主要功能场所接驳点的智慧化比例不足等现状问题，需要在绿色低碳、智能便捷、安全高效等方面进行系统性地优化提升。此外，东屿岛既有路灯、停车场等传统交通设施产生了大量能耗和交通碳排放。为降低交通基础设施产生的能耗与交通碳排放，还应重点建设智慧路灯、智慧充电桩等新型基础设施，并与新能源、节能、环保等产业相融合。为实现博鳌近零碳示范区内交通碳排放全过程数字化管理，应构建统一的碳足迹平台，规范数据接口，实现交通、建筑、能源等信息的互联互通。

6.1.3 交通绿色化改造评估指标应符合下列规定：

1 为了从源头消除燃油车上岛造成的碳排放影响，岛内新能源交通工具占比应达到 90%，大幅降低交通工具运行能耗。考虑到目前如消防车、救护车、警车等特种车辆仍以燃油车型为主，暂不

限制特种车辆的进岛需求。随着新能源车型在特种车辆中的普及，应逐步提高对燃油车型特种车辆进岛的限制。

2 为了满足岛内零碳、绿色出行需求，岛内公共交通停靠站点智慧化比例应达到80%及以上。通过提升岛内公共交通停靠站点、主要功能场所接驳点的智慧化比例，增大岛内接驳点电子站牌覆盖率，引导公众换乘公共交通出行。

3 为了保障岛内新能源车辆用电需求，岛内停车场充电桩配建比例应达到50%。通过加快换乘枢纽停车场建设，提高智慧充电桩配比，利用高效便捷的服务保障岛内新能源车辆用电需求。

6.2 规划设计

6.2.1 交通流量数据是评估交通运输需求、设计道路和交通设施、制定交通管理政策的重要依据。在交通绿色化改造的规划设计中，应对交通流量进行准确、全面的评估和预测，以满足近期需求为前提，并为远期发展预留条件。其中：

1 新建工程应以客流预测为基础，在此基础上确定各类交通方式分担率，进而确定各类交通设施规模。对于无法进行实地调查的新建设施，可参照现有所属地域和周边开发功能较为相似设施的近期调查特征。

2 改、扩建工程应对交通现状进行分析，识别现状交通系统存在的问题，并以实际的需求分析为基础指导交通设施的布局规划和交通的组织设计规划，为下阶段提供技术依据。

6.2.2 接驳换乘场站的规划设计应结合实际交通出行特征，并符合下列要求：

1 接驳换乘场站宜与游客中心、周边道路交通系统同步规划、同步设计和同步实施。不能同步实施时，应预留实施条件。

2 接驳换乘场站的规划设计范围，距进岛通道不宜大于3000米。接驳换乘场站出入口周边一定范围内应设置人流集散空间，且

该集散空间不宜小于50平方米。接驳换乘场站应衔接非机动车、出租车等交通方式，同时还应满足行人、儿童、残疾人的基本需求，保障其安全出行。

3 考虑到接驳换乘场站会造成较大的能源消耗，在规划设计阶段应考虑生态环保要求，采用太阳能、风能等可再生能源供电。

4 接驳换乘场站应引入先进的自动化设备，如自动售票系统、智能安检设备等，提高换乘接驳场站的智能化水平。智慧化换乘信息应以电子信息屏的形式，按照分级信息指引的原则，对出租车、公交车的接驳区域、步行距离、发车时间、预计排队时间、现场排队情况信息进行分层级、动态展示。此外，建议为用户提供一体化导航服务，包括但不限于线路引导、信息检索查询、枢纽运营公共信息查询等，并能够配合手机APP实现联动，提高服务效率，优化用户体验。

6.2.3 公交停靠站的规划设计应符合下列要求：

1 在道路交通条件允许的情况下，宜设置为港湾式公交停靠站。因为港湾式停靠站不影响机动车道（或机非混行车道）的通行能力服务水平，可降低公共汽车停靠时对交通流影响。道路交通条件不满足设置公交停靠站或客流较小的站点可设置简易接驳站，简易接驳站可不设置站台，但应设置智慧站牌、安全设施及地面标识等附属设施。且与公交停靠站样式保持统一。

2 公交停靠站宜设置休息场所、遮挡设施，应急照明系统以及安全疏导设施等，应利用智能照明体统实现对公交停靠站点照明的自动控制，根据光线强度和环境需求进行智能调整，提高能源利用效率。

3 考虑到公交停靠站会造成较大的能源消耗，在规划设计阶段应考虑生态环保要求，采用太阳能、风能等可再生能源供电。

4 公交停靠站应引入数字化服务设施，如智慧站牌、电子导览屏、智能公交时刻查询系统等，提升乘客的出行体验；设计安全护栏、地面标线等交通设施，保障通行安全；同时建议放置景观绿植，

提高站点的美观度，净化空气、改善微气候，营造宜人的环境。

6.2.4 停车场的规划设计应符合下列要求：

1 应考虑海绵城市设计理念，采用透水路面材料。透水路面与一般沥青混合料相比，特点是空隙率较大、大粒径骨料含量较多，透水性沥青混凝土具有一些优良的路用性能，因此停车场路面铺装宜采用透水路面材料。

2 为满足新能源汽车的充电需求，停车场改造后应100%预留充电桩建设安装条件。快速充电桩比例不宜低于充电桩总数的30%。停车场充电堆应具备对各直流输出回路分别进行绝缘检测的功能，并且充电堆的绝缘检测功能应与车辆绝缘监测功能相配合。

3 停车场应建立规范化、标准化的智慧停车设施与管理平台，向公众发布目的地及其周边停车库（场）信息，以及实时空余泊位、空余充电桩等停车诱导信息，实现停车资源合理配置，降低能源消耗。

4 停车场内部交通组织方式主要有回环式、直通式、迂回式等形式，设计时宜采用单向交通组织。停车场应具备设施、通道、建筑物等信息的诱导标志与标线，具体包含停车区域指示、各楼层停车位（含充电车位）信息、充电桩（直流、交流）信息、出入口信息等。

6.2.5 智慧灯杆的规划设计应符合下列要求：

1 智慧灯杆应采用杆体与箱体底座（设备舱）的组合设计，特殊情况下可采用杆体和设备舱分离的设计，各部分组件的具体要求如下：

1）杆体：应采用构件化设计，根据规划设计需要应预留各种接口。考虑不同设备的维护的独立性，杆体内部应满足强弱电线线缆分离的要求；

2）设备舱：可分舱集成配电、通信、防雷和接地等功能模块，包括多路输出的工业级开关电源、智慧灯杆网关、光纤收发器等；

3）智能灯具：包括LED灯具和单灯控制器；

4）挂载设备：包括视频摄像机、交通指示设备、交通监控设备、环境/气象传感器、5G基站、LED显示屏、车联网路侧设备、网络音

柱、无线 WiFi、一键呼叫设备、信息触摸屏、充电桩等功能设备。挂载设备的选配应符合应用场景和功能的需求，满足海南地区长年户外使用的气象条件要求。

5)配套设施：包括照明配电柜(房)、通信机柜(房)、电力管线、通信管线及土建基础等设施。

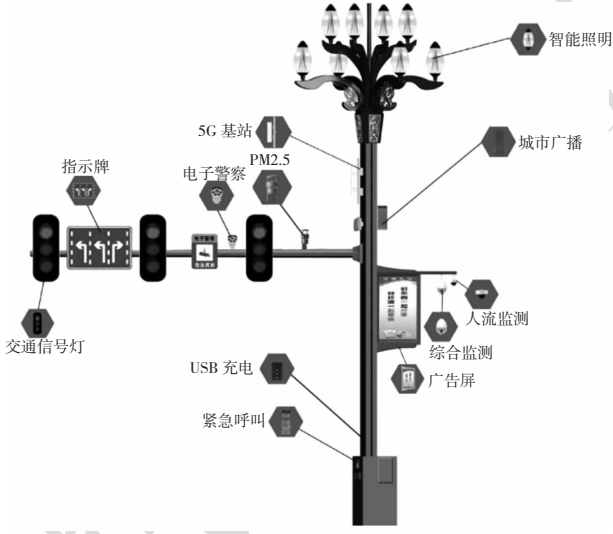

图 1 智慧灯杆示意图

2 智慧灯杆的主要功能应包括但不限于：

1)智能照明；

2)视频监控；

3)交通指示；

4)环境/气象监测；

5)5G 通信；

6)公共广播；

7)紧急求助；

8)便民充电；

海南省公路建设专用

9)全彩 LED 显示屏播放功能。

3 考虑到智慧灯杆的兼容性及可扩展性，在满足计划搭载设备功能与布设需要的基础上,需在杆体的相应位置预留线孔,方便供电和通信走线以及后续挂载设备的新增。暂未使用的出线孔应采用塞子封堵。

6.2.6 为提高居民生活服务品质,建议设计具有绿色生态与智能化特色的慢行交通设施,保障多种交通方式的协调运行。慢行交通设施应与公路、城市道路等硬质交通设施分离,避免路面重叠和人车混行。慢行交通设施需要考虑其与生态廊道的接驳设计,避免对既有景观造成影响。

6.3 施工与验收

6.3.1 应符合下列要求:

1 施工人员应了解工程项目对设备、功能和进度的要求,熟知产品的技术性能和安装方案,掌握安全操作知识。施工单位应在施工前核实相关管线、特殊构筑物等内容,与本设计中有差异的地方应及时向业主、监理、设计等单位反映,以便于施工项目更顺利的实施。

2 工程实施的各个阶段,应采取必要的措施,将路面路基、停车场、智慧灯杆等施工主体周边的环境影响破坏降低到最小程度。

3 验收时应对设备的电源、接地、通信线路等进行检查,确保各项基础设施完好无损,逐一检查系统的各项功能。其中智慧灯杆验收时,应确保其焊缝光滑平整,不得有横向焊缝,不得有凹凸状。灯杆、灯臂应当表面光滑,不得有开裂、漏焊、连续气孔、咬边、不平等现象。

6.3.2 应符合下列要求:

1 施工过程应采用节能降耗、环境保护、资源合理利用等方面的创新技术。确保绿色建材供应链满足稳定满足施工的需要。在建

海南省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

材运输时，施工单位应对建筑材料和安装材料进行到货检验。

2 在选择建筑材料、部品部件时，应优先选择具有低碳排放、可回收利用、环保认证等特点的材料。例如，智慧灯杆宜采用高效能、低能耗的 LED 照明灯具，并配置节能控制系统。

3 施工过程应积极采用工业化、智能化建造方式，实现工程建设低消耗、低排放、高质量和高效益。

6.3.3 应符合下列要求：

1 使用湿化施工的作业方法，对施工现场进行湿化处理，并在施工现场的重点区域加装扬尘控制设备。

2 设置围挡、隔音墙等隔音设备降低施工噪音传播。应使用低噪音施工机械设备，合理安排施工计划，以减少施工噪音对周边环境和附近居民的干扰。

3 实施垃圾分类和回收，减少包装材料的使用，定期清理施工现场，防止垃圾和杂物堆积，及时清理泥浆，保持施工现场的清洁卫生。

4 设置专用污水收集和临时存储池，严禁任何工地污水直接外排，做好污水的化学生物无害化处理。

6.3.4 验收时应评估绿色化改造工程的实施质量，检查是否满足设计要求，评价相关配套设施的衔接情况。应针对机电设备、信息采集、数据传输、智能管控等方面进行全面测试，确保系统在实际场景下可以良好运转。还应多方位考虑实际使用需求，评估设备及系统在真实环境下的可用性、操作简便度等。

6.3.5 应符合下列要求：

1 验收报告应包含设备及系统的性能指标、运行状况、测试结果、图纸说明、调试记录、解决方案等内容，并经过评审验证后方可正式投入使用。

2 验收报告应体现施工（包括隐蔽工程）、检验、试运行、变更设计等相关记录内容，记录试运行过程中发现的问题、解决方案以及调整过程。

3 验收报告应全面记录系统的功能性、可靠性、安全性等方面

指标的测试结果，对于发现的问题和不足要明确说明解决思路和改进方案。

6.4 运行与维护

6.4.1 应符合下列要求：

1 应支持智能网联车辆、智慧灯杆、智能充电桩等各类交通设备和系统数据接入。目前，东屿岛内的智慧灯杆将各挂载设备的数据接入统一的碳足迹管理平台，实现对各挂载设备的业务汇聚和分配、远程集中管理、控制、运行监测、数据分析、查询、定位等。

2 应建立完善的数据安全和隐私保护机制，确保数据传输和存储的安全性，避免数据泄露和滥用。

3 应综合考虑预留交通运行数据与各应用业务系统、政府系统的对接接口。

6.4.2 既有接驳换乘场地、停车场、智慧灯杆等交通场地或交通配套设施改造完成后，应制定完善的绿色交通场地与配套设施运行管理方法，使用信息化手段进行物业管理。考虑到东屿岛易受台风影响，在台风季节前应进行系统设备的防护措施，确保设备能够在极端天气条件下正常运行。

6.4.3 应符合下列要求：

1 应制定运行维护管理制度，配备经过专业培训的人员负责场地、设备及系统的管理、操作和维护，并如实填写运维记录。

2 应定期检查设备及系统设备的完好性和运行状态。每年台风季节，应做好检查和检修工作。

3 应定期对系统的软硬件进行性能优化，通过技术手段提高系统运行效率和响应速度，确保设备及系统能够适应科技发展和业务需求的变化。

4 应建立完善的文件管理系统，妥善保存运维记录、检修报告和系统文档，以便日后查询分析。

海南省住房和城乡建设厅 信息公开 浏览专用

7 园林景观生态化改造

7.1 一般规定

7.1.1 加强生态保护和修复对于推进生态文明建设、保障国家生态安全具有重要意义。树立尊重自然、顺应自然、保护自然的意识，坚持走绿色、低碳、循环、可持续发展之路，建立健全绿色低碳循环发展的经济体系是党中央、国务院作出的重大战略决策。众多城市（园林城市、生态园林城市）的建成区绿地率高达40%以上，也是城市生态系统重要的组成部分，因此城市绿地湿地的增汇、减排发展是城乡建设领域实现双碳目标的重要突破口，其中植被吸收、土壤固定是实现碳汇的重要方面。可持续的设计方法包含尊重场地条件减少过度设计，采取节水、节能、节材，应用低碳材料、可循环材料等手段，是实现绿地湿地的低碳建设和可持续运行的基础。

7.1.2 近自然植被是指后期自然生长为主，应用“模拟自然”的手法所营造的在种类组成和群落结构上与区域顶级群落接近的人工植被。公园绿地近自然植被面积占比指标中余下的10%是为了游憩活动保留的草坪及道路分车带绿化。博鳌示范区因高尔夫球场近期改造可能性较小，且高尔夫球场是较大的碳源，本次提升改造暂不纳入，后期若有条件进行生态化改造，可采取以下措施：缩减高强度养护的草坪面积；选择抗逆性强的草种；减少养护过程中燃料使用；生态化改造现有水体；建设与自然水体间的植被缓冲带；使用园林固废再生的有机肥；避免在非必须草坪区域使用农药化肥；增加野生动物栖息的林地斑块面积和连通性。

本地木本植物物种指数即建成区内本地木本植物物种数与区域木本植物物种数的比例。由于动物多样性受空间和时间变化、物种多样、监测困难等因素影响，不容易直接量化，本项目未纳入。本

指标着重强调在生态化改造的过程中，应该着重应用乡土植物，提升洲岛的生物多样性，提高其生态价值。

7.2 规划设计

7.2.1 长期的海浪、河流和潮汐等力量将沉积物带到海岸，堆积形成了陆地，逐渐形成了洲岛。随着社会发展，自然洲岛逐渐被开发利用，堤岸上人工修筑了保证岛屿安全的硬质护坡、抛石以及供游憩的步道、平台、座凳等，这都导致洲岛岸线形态及植被发生改变，并直接影响了生存在岸线区域的动物栖息环境，因此岸线改造及生态修复过程中岸线植被恢复是保证岸线栖息地质量及蓝碳水平的关键。

博鳌示范区是三江汇流处典型的洲岛，因多年开发，已经成为岛内园林的人工化程度高的岛屿，岸线原有的红树林也退化严重，生境受损，局部区域（主要集中在东侧）已建成滨水绿道，但存在与周边交通的连通性差，观景平台和配套设施损毁失修、功能不完善等问题。采取的差异化改造措施如下：（1）东侧和南侧属于非侵蚀岸线，受水文影响已经在外侧形成具有一定宽度的泥沙质淤积区域和红树植物群落，但是群落物种少、结构简单、生物多样性低，在进行现状步道改造和设施提升时采取少开挖、联通水系、恢复多种红树林代表性群落等工程措施，确保现状红树林不受破坏并合理修复。（2）西侧为高尔夫球场、北侧为荒草地，选择低扰动的方式，贯通环岛栈道并增加游憩空间，也清除现有护岸入侵物种蟛蜞菊，模拟岛屿植被的梯度变化规律恢复滨海砂生草本植物群落。

7.2.2 自然恢复是指红树林内有足够繁殖体，在去除外界压力或干扰后红树林植被可通过自然再生实现自我修复。人工促进自然修复是指通过消除威胁因素并修复生境条件后，在原地利用生态系统再生能力，或者进行少量干预促进生态系统自然恢复。《海洋生态修复技术指南》规定红树林生态修复应考虑生物群落、自然环

境、生态系统结构、重要生态过程和功能的修复等内容，《红树林生态修复手册》指出：红树植物对盐度有一定的适应范围，在盐度约2–35‰的河口海岸线生长较好，但在淡水和盐度较高的海水中生长不良。红树林可以生长在砂质、基岩和珊瑚海岸，但它们主要是分布在软泥型的环境中。砂质地、排水不畅的烂淤地、干涸地均不利于红树林生长。红树林适宜生长在受良好屏蔽的港湾、河口、潟湖、海岸沙坝或岛屿的背风侧、珊瑚礁坪后缘，以及与优势风向平行的岸线等，而不能分布于受波浪作用较强的开阔岸段。

通过生境调查能掌握现有红树林分布区域的生境条件，了解本地区红树林对生境条件的需求，为选划适宜的修复地块提供基础数据，并重点关注海水盐度、底质类型、水环境质量、底质环境质量、水动力条件、滩涂高程和冲淤环境等。通常营造有利于淤泥沉积和有利于滩面潮沟形成的潮间带滩坡，坡度 4‰–6‰、海水盐度小于 2%时，土壤中 N、P、K 含量丰富，较利于红树林的生长；改善不良的水体交换条件和水质也是提升红树林健康的重要措施。

胎生现象是红树植物重要特点之一，红树的自然繁殖体或者幼苗是红树林群落扩繁的自然恢复的基础。过多的人工干扰不仅对植物幼苗造成直接的物理伤害，对种子萌发和植物的自然更新造成影响，对底栖动物群落也可能造成影响。

博鳌示范区的乐美湖红树林生境退化严重，设置管涵联通内外水体，利用潮汐能实现水体交换，也在水面布置太阳能充氧曝气设备来实现水循环，从而改善乐美湖红树林的水文、水质条件。也根据不同的岸线及植被条件，恢复红树植物群落：

第一类，近护坡处为稳定沙石，入海处驳岸坡度较陡的区域，在稳定沙石处宽度 10–20m 范围内，进行沙生草灌的群落修复，入水驳岸处 5–8m 宽度内进行抛石处理，减缓驳岸坡度，进行植被自然恢复，植物种植根系分布较浅的灌木及草本种类。

第二类，近护坡处以石块为主的区域，在现状石块之间实施填土，通过滩涂地形地貌的修复和沉积物环境修复，使修复区域的生

境改善到满足红树林生长的要求。通过人工种植红树林的方式，对退化的红树林植被进行重建性修复。

第三类，岛头区域驳岸现状原为自然沙滩，建设后变为硬质挡墙。于沙石稳定区域通进行沙生草灌群落修复，种植根系分布较浅的灌木种类；于滩涂区域通过填土及沉积物环境修复，重建性修复红树林群落；驳岸较陡的位置，进行抛石生态驳岸改造，使植被自然恢复。

第四类，在浅滩区域恢复红树林、砂生灌丛等适生植物群落，采用条带状填挖方式改良滩面条件，促进红树林为主体的生态系统修复；以现堤顶路为基础，通过生态工法固岸并恢复近水植物群落，改造硬质岸线。过程中重点乐美湖的水动力条件，通过堤顶路下通过桥涵将外水与内湖湿地水系连通，增加内湖水体盐度，恢复潮汐通道，修复红树林生长所需生境因素。

7.2.3 由于不同植物的碳减排能力和应对气候变化的能力不同，通过恰当选择物种及其组合，能形成适应性强、物种丰富、碳汇效益高、结构稳定的近自然森林。培育具有高碳汇能力的近自然植被可采取的措施有：优化苗木选择，提高碳汇效益高木本植物占比，草本优先使用 C4 植物；选择处于碳汇能力较强生长阶段的植物，适当增加幼龄树木的配比；优化植物规格选择，不种植大规格苗木，控制合理的种植密度和养护频度。

遵循自然生长规律和演替历程是森林生态系统稳定的基础，也是植物碳汇的稳定性的基础。森林林窗具有增加林下光照、生物多样性、促进种子扩散和物质循环等功能，应该结合植物群落进行适当管理。博鳌示范区的现状木麻黄和海南相思树纯林可采取的“保护抚育为主，兼顾生态重建”的措施实现人工纯林向近自然林转化，能确保林地生态系统的稳定性，也能提升林地久期的碳汇能力。

乔木比草灌植物不仅自身储存更多的碳，也让土壤存贮更多的碳。随着林分逐渐郁闭，导致到达地面的光照减少，降低了土壤温度，减少了土壤碳的释放。应用低维护的乡土植物增加层间植物

和乔木覆盖度，能提升单位面积绿地的汇碳量和物种数量。地带性植物被是指能充分反映一个地区气候特点的植被类型。博鳌在进行高碳汇能力植被营建时，模拟当地低地热带季雨林植物群落构成。

表 22 主要植物群落一览表

	空间位置	树种
群落1	上层	鸭脚木＋假苹婆＋山楝＋岭南山竹子＋乌墨＋重阳木＋橄榄
	第二层	肖蒲桃＋阴香＋银柴＋五月茶＋垂叶榕＋海南暗罗
	第三层	罗伞树＋刺轴榈＋海南壳砂仁＋矮紫金牛＋凤尾草＋毛蕨
	层间植物	麒麟尾
群落2	上层	椰子树＋槟榔＋短穗鱼尾葵
	第二层	鸡蛋花＋紫薇＋土坛树
	第三层	罗伞树＋海南栀子＋海南龙船花＋桄榔＋玉叶金花＋天堂鸟＋文殊兰
	层间植物	使君子＋绿萝＋鹰爪花
群落3	上层	黄槿＋白莲叶桐＋潺槁木姜子＋鹊肾树
	第二层	暗罗＋露英树
	第三层	卤蕨＋半边旗
	层间植物	无

4 改善生物栖息地环境品质的重要手段之一就是提升该生境植被多样性。博鳌示范区所处的万泉河流域是海南省 4 个生物多样性保护优先区域之一。林缘种植羊蹄甲、黄槿等蜜粉源植物，为大白斑蝶、大黄蜂等常见的传粉昆虫提供食物；林中空地种植禾本科结籽植物为草地鸟类如海南八哥、绿皇鸠提供食物来源；恢复重建的近自然热带季雨林群落为常见林鸟如领角鸮、山皇鸠提供高大的营巢树，也为林间两栖类如绿蛙、褐家蛇提供栖息遮蔽场所。

5 具有高遮荫度的林冠层，能改善局部小气候，间接降低环境的能源消耗，也能增强户外环境吸引力。

7.2.4 无林地是指区域地表树木稀少，无植物或仅草本、灌丛。

原生植被具有更高的生态适应性。植物固碳释氧能力是指植物通过光合作用将二氧化碳转化为有机物，并释放出氧气的能力，

这种能力对于地球生态系统的健康、碳循环和大气环境具有重要影响。博鳌示范区，以热带、亚热带的植物固碳释氧能力研究为依据，提高林地的生态适应性和碳汇能力，选用乔木如大叶榄仁、厚皮树、非洲楝、长叶马府油、秋枫、火焰木、凤凰木、雨树、盆架子、吊瓜、海南红豆、高山榕、小叶榕、鸡冠刺桐、粉花风铃木、黄花风铃木、芒果、黄槐、大叶紫薇、红花羊蹄甲、黄槿、海杧果、水黄皮、杨叶肖槿、银叶树等；灌木如串钱柳、三角梅、扶桑、软枝黄蝉、金凤花、多花野牡丹、旅人蕉、龙血树、散尾葵、琴叶珊瑚等；地被如大叶油草、大叶红草、蜘蛛兰、春羽、鸭跖草、蒲苇、大叶仙茅、蔓花生、红花葱兰、翠芦莉、海芋、亮叶朱蕉、小鸟蕉、卤蕨、草海桐等；藤本如炮仗花、绿萝、使君子、油麻藤、马鞍藤、蒜香藤、西番莲、大花老鸦嘴、薜荔、龟背竹等。

由于幼龄树木对于碳的累积能力要远胜于壮年树木，其碳汇能力与效率也更高，因此在植物配置时可适当增加幼龄树木占比，不仅有助于绿地碳汇能力的提升，对于提高苗木成活率也有正面作用。

自生植物是能够在绿地中自然生长繁殖的植物。自生植物生境广泛、种类多样、具有地域特色且低维护，容易形成稳定的植物群落，对生态环境建设、低碳园林营造作用巨大。

植被恢复时以场地现状的高程、植被情况为基础，能减少土方开挖量和对现状动植物栖息地的干扰、减少对土壤碳库的影响、减少施工碳排。

7.2.5 绿道按照国家标准《园林绿化工程项目规定》GB 55014 的要求严格执行。绿道可依据立地条件、通行需求，采用景观木栈道和透水混凝土路等形式，增加绿道与周边道路、场地的连通性。合理利用现状道路并减少对周边地形开挖、植被移伐、土壤干扰，能有效减少道路建造过程的排碳量。绿道驿站的合理位置及分布密度，能确保使用时的可达性、便捷性。

耐候性强、寿命长、方便运输及安装的防腐木和竹木，透水混

凝土都低碳材料。常见的低碳环保材料有竹木、竹钢，常见的节能措施主要利用风、光、电等。博鳌示范的建筑椰林聚落，设计灵感来源于热带椰林古村建筑与自然植物的和谐交融，驿站以竹席连廊连接一组圆形低碳房屋，与热带植物形成相互交融的空间形态，体现了应对当地气候的最佳建筑方式的同时，更彰显了人与自然关系的密不可分；驿站建筑各单体的形态设计受海南斗笠编织结构及高拔风形态的启发，采用再生材料竹钢预制钢木结构框架，通过抬升建筑底盘，最大限度地减少对既有地形的破坏；通过建筑顶部中心高起的天窗增强室内空气流通性，进而改善室内环境，在体现地域文化的同时，使建筑被动节能；建筑表面悬挂太阳能光伏板，收集的太阳能供小范围的照明使用。

7.2.6 景观标识系统通过传递历史、强调地域特色、提供导览和教育功能、增强游客体验以及促进文化交流等方面，成为文化展示的重要载体。

标识系统一般由公共信息导向、信息说明、安全标志、形象识别 4 大子系统构成，宜根据场地特色、游览者行为模式等优化布置。科普标识是通过文字、图片、互动设施或新媒体对自然、人文资源实体或信息进行解说，使公众了解解说对象并获得与之交流互动的载体。可结合目前低碳领域的国际趋势，适当加入文化要素，丰富声景、光景。博鳌示范区视觉形象以东屿岛创建国家级 5A 景区申报的标识系统为基础，形成统一风格。

7.2.7 通常破拆的建材如混凝块和砖块、废弃石料渣土、设备的大型构件、枯倒树木及植物落叶等均可以不同的形式再利用。

博鳌示范区将停车场及现状道路破拆产生的废弃混凝土碎块及火山岩进行收集，筛选大块混凝土及火山岩通过处理作为场地园路铺地材料，选取小块混凝土作为石笼坐凳填充物，实用美观的同时传递场地文化记忆；回收枯木用作生态铺地材料，丰富场地铺装变化；现状渣土在循环花园被用作地形塑造，减少外运成本和运输碳排；收集本地废弃石块，部分通过表面处理部分作为游人休憩

的坐凳，部分嵌字成为天然的科普标识牌。

7.2.8 按照现行行业标准《城市道路绿化设计标准》CJJ/T 75 的要求严格执行。渐进性式更新是指道路绿带内的树木采取分段落、小规模、分阶段更换，以及道路绿带内日常养护中的零星补植和更换。博鳌示范区考虑当地的台风气候及海岛的土壤条件，在保证植物成活的基础上适当选用高碳汇能力、高观赏价值的植物如火焰木、黄花风铃木、蒲葵等。

水资源利用是低碳建设的组成之一。博鳌示范区遵循低扰动的原则，依靠绿带局部下沉 10–20cm 实现收水、蓄水功能，绿带内绿篱局部更换为选根系发达、旱湿两生草本植物，路侧绿带重点结合高尔夫球场地形及排水一体设计，把景观建设和水资源利用有机结合。

透水铺装材料（如透水砖、透水混凝土等）具有良好的渗水性能，可以让雨水直接渗入地下水层，从而减轻雨水径流对城市排水系统的压力，是一种优良的低碳环保材料。

7.3 绿色施工与验收

7.3.1 多数绿地有一定的植被基础，改造提升尤其应该注意采用低干扰的方式，避免建设式破坏。

低碳排方式包括利用绿色材料、就近材料、再生材料，以及低碳排的施工工艺，比如减少土壤的挖填工作，减少对现状地形的干扰。另外，绿化工程施工应减少对现状栖息地的影响，减轻野生动物活跃期的施工强度，比如控制夜间施工内容、施工噪音控制、施工污水排放等。

7.3.2 土壤是一个重要的碳库和固碳场所，不同类型和气候带的土壤固碳能力有所区别。减少土壤的挖补填埋工作，采取土壤保护技术，最大程度降低对土壤的污染、破坏，能有效避免土壤已固定碳素的再释放。

7.3.3 参照行业标准《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ 82 的有关规定。

7.3.4 园林施工中常见的辅助材料有防水毯、护树套、围栏、施工支撑等，有助于确保植物健康生长、提高施工效率和保护环境。

7.3.6 施工过程不仅会改变场地的原始状态，而且对周边环境易造成影响，包括水土流失、土壤污染、扬尘、噪声、污水排放、光污染等，因此施工过程中应控制施工造成的污染，减少碳排放。

7.4 运维与养护

7.4.1 建立智慧园林绿化综合管理平台可借鉴农业、林业相关管理技术和物联网技术，通过监测天气、土壤等条件，从而减少灌溉用水、农药或化肥，促进高效利用，减少浪费。

7.4.2 采用低维护植物管养方式常见的有：降低灌溉强度或依靠天然降水，减少或不施化学肥料，减少或不进行植物修剪补植及更换，不清理落叶和落果等。不仅能够降低养护过程中的碳排，还能够提升植物群落的生物多样性，促进其自然演替、稳定发展，提高植物碳汇能力。

7.4.3 水资源利用与能源消耗间存在一定的关联，水的生产、输配，以及污水处理和再生利用都需要消耗大量的能源，因此建设节水型绿地是实现低碳的重要途径。

博鳌示范区所处区域雨水充沛，可在不影响植被生长的前提下，培育“雨养森林”，适度利用自然降水进行日常养护。

7.4.4 园林绿化废弃物（简称“绿废”）是指园林绿地养护修剪、森林抚育采伐、林产品加工剩余物以及自然脱落的枯枝落叶等，富含氮磷钾等矿质元素，是生产有机肥料、有机基质、土壤有机覆盖物、土壤改良剂的优质有机质资源。

博鳌示范区的绿废经固废项目处理后作为岛内绿地的绿肥使用，是园林绿化中重要的资源循环利用方式。

7.4.5 选择健康无病虫害、抗病虫强的苗木是基础，并通过合理施肥、浇水和修剪等管理措施，增强植物的自然抵抗力，定期检查植物是否出现病害症状，及时发现并采取控制措施。建立监测系统，识别病虫害种类和程度，并采取相应的防治手段，如喷洒生物农药或低毒农药等。

7.4.6 火灾对土壤碳库的破坏可能导致大量的碳释放，这主要是由以下原因造成的：

1 燃烧腐殖质。火灾会引发植被和有机物的燃烧，包括落叶、树木、枯草等，这些植物和有机物中富含的腐殖质在火灾中燃烧，释放出二氧化碳和其他碳气体。

2 土壤物理结构破坏。火灾的高温和火焰可以破坏土壤的物理结构，使土壤变得松散，容易受到风蚀和水蚀的影响。这可能导致土壤碳库的物理丢失，即碳质颗粒被侵蚀带走。

7.4.7 高强度整形修剪的过程中，会耗费大量人力和燃油机械，从而带来大量碳排放，同时高强度整形修剪通常会大量剪除植物本来可以进行固碳的叶片、枝条，干扰植物的碳循环过程，也会让储存在植物体内的碳因修剪而被移除。

海南省住房和城乡建设厅信息公开测试专用

8 物资循环利用

8.1 一般规定

8.1.1 示范区垃圾收集设施清洁化程度低，有机废弃物资源化利用率不高。本标准针对固体废物资源化利用中户外垃圾分类投放设施、酒店垃圾收集房、有机废弃物处理设施的设计、施工和运维管理进行引导，聚焦近零碳示范区，打造现代、高效的固废收集系统，形成宜游易宣传的现代新型城市保洁，构建“农（林）业–能源–肥料–农（林）业”资源利用系统，实现有机废弃物就地资源化利用。

8.1.2 应符合下列要求：

1 要求示范区生活垃圾无害化处理率应达到 100%，确保岛上各类垃圾全部分类清运，运至相应的处理设施。

生活垃圾无害化处理率：生活垃圾无害化处理量÷生活垃圾产生量×100%。在统计上，由于生活垃圾产生量不易取得，可用清运量代替。

2 要求岛上产生的有机废弃物资源化利用率达到 100%，尽可能最大程度实现有机废弃物全部回收利用。

有机废弃物资源化利用率=资源化利用的有机废弃物量（t/d）/岛上有机废弃物产生量 *100%。

8.2 规划设计

I 户外垃圾分类投放设施改造

8.2.1 应符合下列要求：

1 通过对国内上海、深圳及国外废物箱设置经验研究，应逐步

取消人流稀少处不必要的户外投放设施设置，减少岛上不必要的分散污染源数量，方便管理，美化环境。

2 户外垃圾分类投放设施改造参考现行行业标准《环境卫生设施设置标准》CJJ–27。

8.2.2 应符合下列要求：

1 本条参考现行行业标准《环境卫生设施设置标准》CJJ–27，并结合岛上可能产生垃圾的特点，规定了户外垃圾投放设施设置的位置；

2 本条参考现行行业标准《环境卫生设施设置标准》CJJ–27，并结合户外产生垃圾的类别，规定了户外垃圾投放设施的种类。特殊区域考虑可能会产生厨余垃圾和有害垃圾的情况，增设厨余垃圾、有害垃圾密闭式收集容器。如景区游人休息处增设厨余垃圾收集容器。可细化可回收物为废纸张、废塑料、废玻璃、废金属，成组设置相应废物箱，分别收集报纸传单、塑料瓶、玻璃瓶、易拉罐等；

3 户外垃圾投放设施配备智慧化功能，是为提高智能化管理水平，促进有效分类，提高分类效率，同时纳入岛上数字化平台，便于实现管理“一张图”的目标。

8.2.4 应符合下列要求：

1 户外垃圾投放设施设置光伏系统为自身用电提供保障，可采用立体绿化增强与环境的融合性，结合垃圾分类智慧交互屏幕，普及垃圾分类相关知识，增强使用者参与感与趣味性，另外配备智能电表，对垃圾投放点进行实时用能监测，将能耗数据汇集上传至岛内综合碳管平台实现能耗碳排监管；

2 考虑到户外垃圾投放设施的智能化需求，需提供通信设施。

Ⅱ 酒店垃圾收集房密闭清洁化改造

8.2.5 应符合下列要求：

1 符合国家现行标准《市容环境卫生工程项目规范》GB 55013、

行业现行标准《环境卫生设施设置标准》CJJ–27、《生活垃圾收集站技术规程》CJJ–179 要求；

2 臭气处理工艺应根据收集房建设条件比较后确定，可选用机械换风、等离子除臭、植物液除臭等方式；

3 根据岛上产生的垃圾类别及收集运输需要确定收集房的分区。不同区域应隔离开，且各自区域有明显标志。生活垃圾暂存区宜设置其他垃圾、可回收物和有害垃圾收集容器，并设置备用桶满足高峰投放时间的存储需求。有害垃圾宜设置细分箱，可回收物宜使用投放桶或者筐式容器。大件垃圾暂存区应保持干燥、卫生，整洁。操作区应配备洗桶设施，及时冲洗垃圾收集容器、被垃圾和污水污染的地面。冲洗水应收集后排入污水管网，不得直接排至雨水沟或路面。操作间应配备消毒、灭蚊虫等设施。

8.2.6 收集房环境保护要求需符合国家现行标准《市容环境卫生工程项目规范》GB 55013、行业现行标准《环境卫生设施设置标准》CJJ–27、《生活垃圾收集站技术规程》CJJ 要求。

8.2.7 本条规定了垃圾收集房节能减碳的要求，同时参考国家及相关专业节能设计规范标准。如光源可采用高效节能灯，收集房的门窗应按规定选择国家或行业推荐的密封性能好的节能产品，空调按规定选择国家或行业推荐的节能产品等。

8.2.8 有机废弃物含水率高、易腐烂发臭，不及时处理会给环境造成很大危害。本标准的制定旨在规范岛上有机废弃物的处理，使有机废弃物真正达到无害化、资源化。为保证有机废弃物处理工程设施发挥应有的社会、经济和环保效益，技术和设备应成熟可靠，同时鼓励采用先进的工艺技术和设备。

8.2.9 示范区有机废弃物主要指厨余垃圾、园林绿化废弃物，为岛上产生并进行处理的全部类别。

1 各类有机废弃物组成和特性不同，如果混合收集或者混入其他垃圾，将会为后续处理带来比较大的麻烦。因此，要求实施分类收集和分类运输。由于有机废弃物中的厨余垃圾含水率高、有异

味，如进行中间倒运，易对环境造成污染，因此尽量一次性运输；

2 由于有机废弃物中的厨余垃圾含水量大、有异味，因此其收集容器和收运车辆应密闭，并互相匹配，以防装车时洒漏和异味散发。

8.2.10 应符合下列要求：

1 本条为有机废弃物处理设施选址的基本要求；

2 有机废弃物收集运输能力、运输距离、预留发展等因素是厂址选择时重点考虑的因素；

3 有机废弃物处理过程中会产生一些污水和残渣，如与其他固体废物处理设施或污水处理设施同址建设，则其污水和残渣处理可以节省投资和运输费用。同址建设也有利于污染物的集中处理，减少环境影响；

4 本条从工程地质、水文地质、交通、电力、给水排水及环境敏感区、洪泛区、重点文物保护区等方面提出了选址要求，这些因素直接影响工程的可行性。

8.2.11 应符合下列要求：

1 根据岛上有机废弃物产生量和特性，结合有机废弃物的资源化利用去向确定处理工艺；

2 生产线工艺流程需使各设备、各环节连接成有机的整体，如果有任何一个中间环节或设备发生故障，则整个生产线就要受到影响。

8.2.12 车间布置是有机废弃物处理工程设计的重要内容，本条从几个重点方面对有机废弃物处理车间布置进行了要求。

1 由于有机废弃物含水率大、异味大，污染性强，因此物质流的组织应做到尽量减少交叉，以防各工段相互干扰，物质流组织应作为有机废弃物处理车间布置的重点；

2 设备检修对于有机废弃物处理是经常的，因此设备间距应满足检修的需要；

3 进料和预处理段环境比较差，如不与主处理和出料工段分开则易影响主处理设备的正常运行和主处理及出料工段的清洁卫生，影响产品质量；

4 车间内清洁程度由高到低为成品加工存储工段——主处理工段——预处理工段——卸料工段。车间内全面通风的气流组织应避免由清洁程度低的工段流向清洁程度高的工段，或由清洁程度低的区域流向清洁程度高的区域。

8.2.13 应符合下列要求：

1 有机废弃物卸料时会散发一些臭味，垃圾卸料间是臭味主要产生源，因此本条规定卸料间应封闭，以防臭味散发至室外。另外垃圾车卸料需要一定的空间，在卸料间设计时需要考虑卸料间的大小，应满足最大车的卸料需要；

2 有机废弃物卸料时，不可避免会发生一些撒漏，如不及时冲洗，就容易使污物粘沾在地面上，因此需要有冲洗设施对卸料间地面进行及时冲洗，接受设备作业完毕也同样要及时清洗；

3 厨余垃圾含水率高，易污染环境，因此在输送和卸料过程中需重点防止飞溅和溢洒。

8.2.14 应符合下列要求：

1 以“看不见垃圾，见不到场所，闻不到异味”为目标，宜采用半地下或全地下式建筑结构，突出绿色生态环保理念；

2 本条规定了有机垃圾处理设施设计节能要求，参考国家及相关专业节能设计规范标准；

3 本条规定了有机废弃物处理设备选型节能的基本要求。

8.2.15 考虑到有机垃圾处理设施的工艺配套需求以及智能化需求，需提供市政给排水设施，且市政供水管径不应小于 100mm。需具备供电和通信设施，外部配套电源电压供电为 380V，接地形式采用 TN–S。电话网络系统也应采用市政光缆引入。同时为方便车辆进场和出场，周边交通应便利。

8.3 绿色施工与验收

8.3.3 施工中应制定相应的减振、降噪制度和措施，采取抑制扬尘

及防止有害气体扩散等措施，应采用节水施工工艺，制定施工废弃物减量化、资源化计划及措施，优化施工方案，减少拆除工作量及固体废弃物的产生。

8.3.5 本节是对建筑、安装工程施工的基本要求，是对设备选型和编制施工方案的基本要求，是对使用材料以及验收的基本要求。

8.4 调适与运行

8.4.1 规定了户外垃圾投放设施环境卫生作业和保洁质量要求。

8.4.3 本条为收集房暂存垃圾运维的基本要求，并规定了收集房垃圾收运的要求和设施环境卫生要求。

8.4.4 规定了垃圾收集管理要求。

8.4.5 规定了收集房垃圾收运作业要求。

8.4.7 废气处理应遵循国家现行标准《恶臭污染物排放标准》GB 14554。车间产生的臭气经引风机引至除臭系统，经处理后达标排放。

8.4.8 本条规定了有机废弃物处理设施噪声预防及治理要求。厂区中心区域的噪声峰值应控制在 65dB 以下，使厂区周边噪声昼间低于 55dB，夜间低于 45dB。作业车间应为封闭型设计，减少噪声对周围环境的影响。对于车辆产生的噪声应通过限速、禁止鸣喇叭等措施控制。其他设备产生的噪声应通过减震、隔声、吸声等措施控制。

8.4.9 规定了有机废弃物处理设施运营过程中产生的固体废物处理要求。

海南省住房和城乡建设厅 信息发布测试专用

9 水资源与循环利用

9.1 一般规定

9.1.1 水资源与循环利用应符合下列基本要求：

1 目前，亚洲论坛酒店二次供水泵房缺少深度净化设施，全岛无直饮水供水系统。海绵城市理念融入不足，酒店区域缺少建筑雨水收集回用设施。通过本次改造，基本建成循环利用的供排水系统。

本标准针对高品质供水改造、雨水资源收集利用、道路停车场海绵化改造的设计、施工和运维管理进行引导。提高饮水品质，强化雨水资源收集利用，有效削减径流污染，基本建成水资源循环利用体系。

3 水资源与循环利用不分碳排放计算应采用由世界资源研究所[WRI]组织开发的“城市温室气体核算工具”进行核算，提交详尽合理的运维阶段碳排放计算与分析清单，并对改造前后运维阶段碳排放进行对比。

其中，市政自来水耗电量 0.15kw·h/m^3，电力的二氧化碳排放因子采用：0.5147tCO_2/MWh。以自来水替代量对污水再生利用和雨水资源化利用的碳减排效果进行核算。

9.1.2 从水资源与循环利用系统出发，考虑供水、污水、雨水三项指标。由于示范区本次改造范围仅为酒店建筑区域，因此要求改造后其年径流总量控制率不小于 75%。此外，示范区现状污水经污水处理站处理排入岛内湖泊，已回用于绿地浇洒，因此污水再生利用率现状已达到 100%。

9.1.3 给排水系统的规划设计应符合下列要求：

结合场地的地形地貌汇集雨水，用于景观水体的补水。景观水体的补水应充分利用场地的雨水资源，不足时再考虑其它非传统水源的使用。应结合区域水环境规划、周边环境、地形地貌及气候

特点,提出合理的建筑水景面积比例与规划方案,优先考虑采用雨水、再生水。其它非饮用用水如消防用水、浇洒道路用水等均可考虑采用雨水等非传统水源。由于降雨初期的雨水污染程度高,处理难度大,因此应弃流。当弃流雨水污染物浓度不高,绿地土壤的渗透能力和植物品种在耐淹方面条件允许时,弃流雨水也可排入绿地。

9.1.4 区域用水是碳排放的重要组成部分,通过区域水资源管理系统对区域用水管网状态、不同用水终端的逐时用水量进行实时监测,基于监测大数据区域用水特点及水资源利用分布,利用大数据技术获取用水终端状态和需求(如区域绿植生长状态),分析实际用水需求,对水资源进行智慧调控,实现用水降碳。

9.2 规划设计

I 高品质供水改造

9.2.1 依托多年来“水专项—饮用水安全保障主题”的技术积累,国内建立了“从水源地到水龙头”全流程的饮用水安全技术保障体系,高品质供水技术十分成熟,具有较强的可行性。

以东屿岛为核心的近零碳示范区建设,具有示范引领作用,现状游客饮水以瓶装水为主,碳排放较大,与示范区的国际定位不符,本次在公共区域新增高品质供水设备,减少瓶装水供应,降低碳排放。包括游客服务中心、乐美湖、东屿茶吧、亚论免税店、亚论公园等公共区域增设高品质供水设备 5 处,提高游客和居民饮水水质,总供水规模约 1m^3/h。

由于示范区高品质供水点位均位于户外,且布置分散,故系统采用末端净水设备以点状方式独立供水,非传统管道直饮水供水方式,无需敷设长距离直饮水管道及定时循环水管。其他区域可依据自身情况选择直饮水供水方式。

9.2.2 改造技术要求应符合下列要求:

1 水处理工艺流程应合理，并应满足处理设备节能、自动化程度高、布置紧凑管理操作简便、运行安全可靠等要求。

深度净化处理应根据处理后的水质标准和原水水质进行选择，宜采用膜处理技术，并应相应配套预处理、后处理和膜的清洗设施。

预处理可采用多介质过滤器、活性炭过滤器、精密过滤器、钠离子交换器、微滤、KDF 处理、化学处理或膜过滤等。

后处理可采用消毒灭菌或水质调整处理。

膜的清洗可采用物理清洗或化学清洗，可根据不同的膜组件及膜污染类型进行系统配套设计。

2 管材应选用不锈钢、铜等符合食品级要求的优质管材;应采用直饮水专用水嘴;系统中宜采用与管道同种材质的管件及附配件。

目前市场上对水的二次污染较小、能够满足净水输送要求、可供选择的材料一般有不锈钢、PPR、PE、复合管等几种材料。复合管一般采用卡压式连接，卡箍由于热胀冷缩的原因较易松动，连接处的橡胶垫圈也很容易老化，因此很容易发生渗漏，因连接方便，价格便宜，一般只在家庭较易维修的连接部分采用;PPR 和 PE 管连接和安装较方便，且接头处也较易老化，加上这两种管材比较脆，不适合建筑区域采用，但因其价格较低，很多公司为降低造价而选用这种材料作为净水输送管道，结果往往出现维护麻烦，维护费用较高等情况;不锈钢管一般选用卫生级薄壁管作为净水输送管道，最新的连接方式均采用自动焊接作为连接方式，两端管道自动融合，不需焊条，此连接方式不但不会造成二次污染，而且能确保耐腐、耐压、抗渗、机械强度、美观等方面的要求，虽投资比以上几种材料稍高，但可省去以后维护的麻烦。

鉴于以上原因，示范区净水输送管道全部采用卫生级薄壁不锈钢管。

3 公共饮水点不得设置在露天场所。应设置在地面平整、干燥的区域，环境整洁，且不受粉尘、有毒有害气体、放射性物质和其他

扩散性污染源污染的区域，并设置明显的使用指引。

4 工艺采用超滤为主体的净化工艺，生产废水较少，基本不存在水质污染，净水设备尾水可就近接入雨水排水系统。

9.2.3 水在80℃以上时是安全的，这个温度足以杀死微生物。然而水温降至60℃以下时，水环境就非常适合细菌生长繁殖。除了温度，细菌的生长还与周围的环境有关系。东屿岛特殊的地理位置，常年天气潮湿，环境温度较高，特别有利于细菌繁殖。对于公共场所而言，对水质要求更为严格，因此要求设备具有隔夜水自动排空技术，保证饮用水安全。

直饮机的滤芯质量是决定其水质的关键。示范区采用超滤处理工艺：碳罐+20寸PP棉+2* 超滤膜+紫外线。滤芯为20寸PP棉，具有高效过滤功能，能有效过滤水中的泥沙、铁锈等杂质。为保证水质，滤芯需根据不同水质，应3~5个月更换一次。

Ⅱ 雨水资源收集利用

9.2.4 改造技术要求应符合下列要求：

1 对亚洲论坛酒店及周围广场的线性排水沟进行改造，配套建设雨水调蓄池及回用设施。雨水调蓄池设计应符合现行国家标准《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB 51174、《建筑与小区雨水控制与利用技术规范》GB 50400的要求。蓄水池可采用室外埋地式塑料模块拼装蓄水池、硅砂砌块蓄水池、砖石砌筑蓄水池、钢筋混凝土蓄水池等。

蓄水池指具有雨水储存功能的集蓄利用设施，同时也具有削减峰值流量的作用，包括钢筋混凝土蓄水池，砖、石砌筑蓄水池及硅砂蜂巢蓄水自净化等。钢筋混凝土蓄水池和砖、石砌筑蓄水池只有储水功能，而硅砂蓄水自净化池仿生人体高效过滤器官“肾单元显微结构”，以风积砂、骨料以及粘结剂等研制而成，既有储水功能，并在蓄水同时，可以净化水体，“储净一体”；它主要由蜂巢池体

和透气底板两个部分构成，其中透气底板采用透水防渗技术，构建水体和地层的垂向气流通道，通过地层、水体与大气之间的温差、压差与扩散效应，进行气体（CO_2、O_2等）双向交换，实现无动力自然换气，增加水体溶解氧，为池体的生物净化功能提供了必要条件；蜂巢池体采用了微孔隙透水滤水技术和特殊的净水功能骨料技术，既有物理过滤和化学净化的功能，较大池体比表面积，又是微生物挂膜的优良载体，污水经过多级物理净化、化学净化和生物净化，可实现良好的水质自然净化。蜂巢储水净化池结构非常稳定，处于地下，几乎不占地表空间，不用曝气，后期的运维成本很低，操作简单，净水效果好，具有“低能耗、减碳排、自净化、长保鲜”的功能。

2 调蓄池当不具备设置排泥设施或排泥确有困难时，应设搅拌冲洗管道，搅拌冲洗水源应采用储存的雨水。

3 调蓄池应设溢流管和通气管并采取防虫措施，保障调蓄池水质安全。

4 塑料模块拼装蓄水池作为雨水储存设施时，应考虑周边荷载的影响，其竖向承载能力及侧向承载能力应大于上层铺装和道路荷载及施工要求，考虑模块使用期限的安全系数应大于2.0。

塑料模块水池内应具有良好的水流流动性，水池内的流通直径应不小于50mm，塑料模块外围应包土工布层，土工布可根据需要采用防渗性或透水性。

5 调蓄池雨水经净化后，主要回用于绿化浇洒和市政杂用，能有效减少自来水浇洒的用水量。

Ⅲ 道路广场海绵化改造

9.2.5 酒店区域海绵化改造应按照海南省住房和城乡建设厅发布的《海南省海绵城市规划设计导则》规定的设计流程进行。

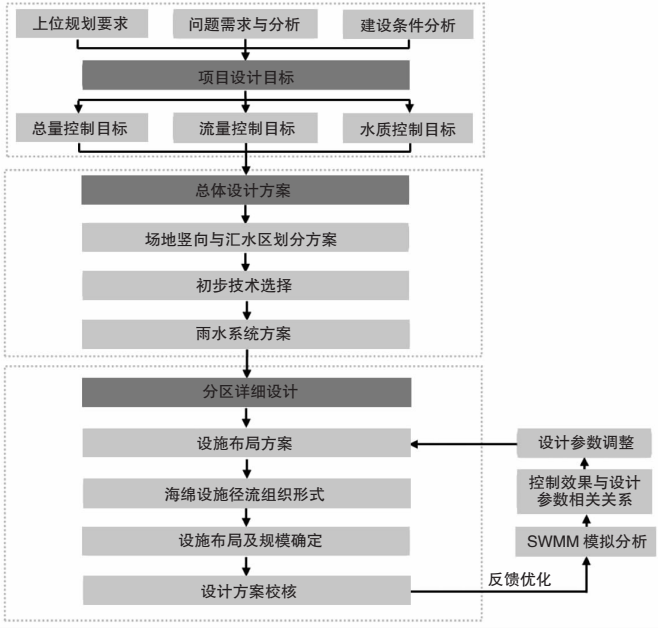

图 2 海绵化改造设计流程图

9.2.6 人工设施改造应符合下列要求：

1 人行道、游步道可选用透水砖、碎石路面、汀步等；露天停车场宜选用草格、透水砖等；非机动车道可选用透水沥青路面、透水性混凝土、透水砖等；广场可选用透水砖等。

2 透水铺装结构应符合现行行业标准《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188、《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190 和《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135 的相关规定，设计时可参考国家建筑标准设计图集 10MR204《城市道路——透水人行道铺设》并满足以下要求：

（1）路牙宜采用孔口路牙、格栅路牙或其他形式，确保道路雨水径流能够顺利流入绿化带；

人行道与下沉式绿地交界处采用平道牙的敷设方式将路面雨水引入下沉式绿地等调蓄设施，停车场、车行道与下沉式绿地交界

处采用立道牙的敷设方式，通过路沿石开口将路面雨水引入下沉式绿地等调蓄设施，开口间隔根据平面布局可以选择 10–20 米；

（2）透水面层渗透系数应大于 1×10^{-4}m/s，可采用透水面砖、透水混凝土、草坪砖等，当采用可种植植物的面层时，宜在基层、垫层中混合一定比例的营养土；

（3）透水面砖的有效孔隙率应不小于 8%，透水混凝土的有效孔隙率应不小于 10%；

（4）当面层采用透水面砖或面板时，其抗压强度、抗折强度、抗磨长度等应符合现行国家标准《透水路面砖和透水路面板》GB/T 25993 中的相关规定；

（5）透水找平层应满足下列要求：渗透系数不小于面层，宜采用细石透水混凝土、干砂、碎石或石屑等；有效孔隙率应不小于面层；厚度宜为 20mm~50mm；

（6）透水基层和透水垫层应满足下列要求：渗透系数应大于面层，基层宜采用级配碎石或者透水混凝土，垫层宜采用级配碎石、中/粗砂或天然级配砂砾料等；透水混凝土的有效孔隙率应大于 10%，砂砾料和砾石的有效孔隙率应大于 20%；基层的厚度不宜小于 150mm。

9.3 绿色施工与验收

9.3.1 管道敷设和施工安装应符合图纸要求，并应符合国家现行标准《薄壁不锈钢管道技术规程》GB/T 29038 和《建筑给水金属管道工程技术规程》CJJ/T 154 的相关规定，不得擅自修改设计。

9.3.2 净水设备的安装应按工艺要求进行。筒体、水箱、滤器及膜的安装方向应正确，位置应合理，并应满足正常运行、换料、清洗和维修要求。设备与管道的连接及可能需要拆换的部分应采用活接头连接方式。设备排水应采取间接排水方式，不应与排水管道直接连接，出口处应设防护网罩。设备、水泵等应采取可靠的减振装置，其

噪声应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的规定。设备中的阀门、取样口等应排列整齐，间隔均匀，不得渗漏。

9.3.3 调蓄池施工应制定专项施工方案，内容应包括基坑开挖与支护、模板支架、混凝土等施工方法及地层变形、周围环境的监测。调蓄池施工应考虑施工期间的稳定性，进行抗浮验算，临河或建于坡地时应进行抗滑、抗倾覆稳定验算。

9.3.4 规定雨水调蓄池使用前应进行满水试验，满水试验静置24h，观察不渗不漏方可通过验收。同时规定保证雨水安全使用的措施。

9.3.5 本条规定了施工中环境保护及节能措施。

9.3.6 管道安装完成后，应分别对室内及室外管段进行水压试验。水压试验必须符合设计要求。不得用气压试验代替水压试验。当设计未注明时，各种材质的管道系统试验压力应为管道工作压力的1.5倍，且不得小于 0.60MPa。暗装管道应在隐蔽前进行试压及验收。

9.3.8 本条对路基、基层及其它附属工程质量检验和验收标准做出明确规定。

9.4 调适与运行

9.4.1 直饮水系统试压合格后应对整个系统进行清洗和消毒。直饮水系统冲洗前，应对系统内的仪表、水嘴等加以保护，并应将有碍冲洗工作的减压阀等部件拆除，用临时短管代替，待冲洗后复位。直饮水系统应采用自来水进行冲洗。冲洗水流速宜大于 2m/s，冲洗时应保证系统中每个环节均能被冲洗到。入户支管部分的管道使用前应再进行冲洗。直饮水系统经冲洗后，应采用消毒液对管网灌洗消毒。管网消毒后，应使用直饮水进行冲洗，直至各用水点出水水质与进水口相同为止。

9.4.2 应定期巡视室外埋地管网，管网沿线应无异常情况，应及时消除影响输水安全的因素。应定期检查阀门井，井盖不得缺失，阀门不得漏水，并应及时补充、更换。应定期检测平衡阀工况，出现变

化应及时调整。当发生埋地管网爆管情况时，应迅速停止供水并关闭所有楼栋供回水阀门，从室外管网泄水口将水排空，然后进行维修。维修完毕后，应对室外管道进行试压、冲洗和消毒。

9.4.3 操作人员应严格按操作规程要求进行操作。运行人员应对设备的运行情况及相关仪表、阀门进行经常性检查，并应做好设备运行记录和设备维修记录。应按照设备维护保养规程定期对设备进行维护保养。应根据原水水质、环境温度、湿度等实际情况，经常调整消毒设备参数。在保证细菌学指标的前提下，宜降低消毒剂投加量。每半年应对系统的管路和水箱进行一次清洗和浸泡。

9.4.4 为保障饮用水水质安全，应委托有资质的专业机构定期对饮用水水质进行检测，保证出水水质符合现行行业标准《饮用净水水质标准》CJ 94 及《建筑与小区管道直饮水工程技术规程》CJJ/T 110 的要求，发现问题应及时排查处理，保证高品质供水的供应。

9.4.5 清淤冲洗宜在调蓄池放空后的降雨间歇日进行，并应做好记录。调蓄池可选择水力设备、机械清淤。水力清淤采用自冲洗设备，每次使用后应及时进行清淤冲洗。机械清淤冲洗，应采用操作便捷、故障率低、冲洗效果好、抗腐蚀的设备。

9.4.6 调蓄池长时间未使用或未彻底放空，清淤冲洗前，应进行有毒、有害、爆炸性气体监测。作业人员下井前，应开启通风除臭设备，达到国家现行安全标准方可下井作业。

9.4.7 透水铺装根据铺设的不同位置，日常除应按常规维护要求清扫、保洁外，还应及时清理垃圾杂物，保持透水铺装面层洁净；对于采用缝隙式透水砖铺装的区域应及时清理缝隙内的沉积物、垃圾及杂物等。

应定期维护透水铺装区域周围的绿化带、生态树池，并采取碎石缓冲或者其他防冲刷设施，防止雨天土壤冲刷至透水铺装表面，如果土壤已冲刷至表面，应立即清扫干净防止进一步堵塞。

9.4.8 雨季前应使用高压水或压缩空气冲洗、真空泵抽吸等方法清除堵塞物一次；在雨季中后期，应根据实际情况，定期对地面进行

高压冲水清洗，将阻塞其孔隙的颗粒冲走，恢复透水率。

不在透水铺装上部及其汇水区内堆放粘性物、砂土或其他可能造成堵塞的物质。由于透水铺装孔隙堵塞造成透水能力下降时，可使用高压水或压缩空气冲洗、真空泵抽吸等方法清除堵塞物。透水铺装堵塞严重，通过常规冲洗、出口清掏等手段仍然无法确保排空时间不大于 24h 时，需更换面层或透水基层。

9.4.9 当装有农药、汽油等危险物质运输车辆经过透水铺装区域时，应采用密闭容器包装，避免洒落，以防污染地下水。

9.4.10 当装有渣土、砂子、建筑垃圾等易造成堵塞的物质运输车辆经过透水铺装区域时，应及时清理掉落物质，防止孔隙堵塞。对于无车辆荷载要求的铺装区域，严禁车辆行驶或驻停。

海南省住房和城乡建设厅
信息公开浏览专用

10 运营智慧化改造

10.2 规划设计

I 数字底座

10.2.1 示范区数字底座以遥感卫星数据为支撑，以测绘手段为辅助，综合运用 GIS、BIM、CIM 等技术，构建示范区三维实景。同时结合物联网、移动互联网等信息化手段，建设与现实世界相对应的虚拟世界。

10.2.2 数据资源采集的规划设计应符合下列规定：

1 OGC 服务标准是开放地理信息联盟制定的一种空间数据互操作的接口规范，地理信息应用软件系统的开发遵循这一接口规范，可以实现异构空间数据的互操作。基于 Web 服务的空间数据互操作实现规范，主要包括 Web 地图服务（WMS）、Web 要素服务（WFS）、Web 覆盖服务（WCS）、地图切片服务（WMTS）等。

2 按照国务院关于推广使用 2000 国家大地坐标系的有关要求，国土资源部（现自然资源部）确定，2018 年 6 月底前完成全系统各类国土资源空间数据向 2000 国家大地坐标系转换，2018 年 7 月 1 日起全面使用 2000 国家大地坐标系。

3 为了运营智慧化的系统建设和可视化需要倾斜影像纹理平均分辨率应不低于 1cm。航线按常规方法敷设，平行于测区边界线的首末航线一般敷设在测区边界线上或边界线外，确保测区边界实际覆盖不少于像幅的 30%。在便于施测像片控制点及不影响内业正常加密时，旁向超出测区边界线不少于像幅的 15%；纹理影像色彩自然，与实际基本一致，较为真实反映建模物体的颜色、质地和图案等。纹理中不得包含建筑以外的物体，物体外立面及屋顶主

要的变化细节应清晰可辨。

4 影像重叠度的参考指标：不少于航向75%和旁向75%；城市地区航摄飞行应考虑投影差带来的数字影像自动匹配困难的因素，适当加大航向重叠度；旋偏角一般不大于15°，在像片航向和旁向重叠度符合规范要求的前提下，最大不超过25°。

10.2.3 数据资源存储的规划设计应符合下列规定：

1 存储于独立逻辑空间的数据资源具有更高的安全性。为了满足数据资源可弹性伸缩、高可用的要求，存储系统需具备分布式对象存储服务能力。

2 系统建设和运行过程中会存在各种异构数据，且不同数据存在不同的安全级别。结构化数据统一存入数据库中；半结构化数据应转换成结构化数据统一存入数据库中；非结构化数据采用文件形式存储至对象存储服务中，并将文件基本属性、存储路径等描述信息以结构化数据存入数据库中。

10.2.4 数据资源交互的规划设计应符合下列规定：

1 传输管理功能用来构建前置交互子系统之间安全、可靠、稳定、高效的信息交换通道，实现信息的打包、转换、传递、路由、解包等。共享管理功能实现对整个共享域的综合管理监控。调度监控功能支持Web Service，实现在异构环境下对Web服务进行访问控制、策略定制等功能。日志审计管理功能可以记录共享交互过程中发生的所有操作，确保任何一个操作都是可审计的、可跟踪的、可统计的、可鉴证。条件检索功能支持根据特定条件查询和检索数据，增强数据的可访问性和可用性。权限管理功能通过设定不同的访问权限，确保只有授权用户才能访问、修改或删除特定数据，从而增强数据安全。数据修改功能支持用户对数据的编辑和更新，以保证数据的准确性和时效性。数据填报功能允许用户输入或上传新的数据信息到系统中，以便于数据的收集和整理。

2 数据接口提供数据类服务。该项目应包含地理信息接口、建筑信息接口、工程定额数据接口、碳排放指标接口。可视化接口负

责将数据以图形或图表的形式展示给用户，提高数据的可读性和易理解性。通过可视化接口，用户可以直观地看到数据分析的结果，做出更加准确和迅速的决策。这包括地图可视化、数据图表、实时数据监控面板等。

Ⅱ 零碳管理系统

10.2.5 零碳管理系统的总体规划设计应符合下列规定：

1 本条对零碳管理系统的多元化动态数据进行要求，需集中汇总完整的示范区全场景、全生命周期多元化动态数据；通过数字化手段展现区位、环境、概况、施工、管理进程、建设全生命周期等方面的优势。方便对示范区情况动态掌握，对示范区管理的实时跟进；对施工进度的密切追踪；利用多维度数据资源达到示范区智慧监管和实时动态追踪；实现示范区情况的图形图像化展现，操作过程流程化，规范化，自动化。

2 本条对零碳管理系统部署方式作为要求，零碳管理系统能采用本地服务器方式部署，根据用户运维实际需要进行灵活选择。并充分考虑在运营智慧化中零碳管理系统需与多个外部系统进行交互联动，使用或依赖外部系统接口可使系统从对数据的依赖变成对外部接口的依赖，方便系统功能变更和运行维护。

3 本条对计量监测体系的准确一致性作为要求，应注重上下一体、相互兼容原则；模型与参数相互兼容，确保监测数据的精确、真实、有效。在系统中，计量点包括能自动上送数据的能源计量设备（如电能表）和人工录入的计量点。

10.2.6 零碳管理系统的功能规划设计应符合下列规定：

1 本款体现系统功能的完整性，对系统基础功能提出要求，功能可进行扩展。基本功能说明如下：

数据采集是指多元化动态数据的上传、处理及录入系统数据库的功能；过程监控是指零碳管理系统事务、流程处理过程可全程监

控，即可实时在线查看与修改系统功能的事务与流程；统计分析是指零碳管理系统的多元化数据可按空间、时间、属性、同比、环比等进行统计分析，通过统计分析可辅助运营决策；通过碳排放状况分析，可制定不同区域、不同时间的碳排放管理策略，科学绿色地管理碳排放；可定制不同的能耗公示策略，科学规范地发布能耗信息；可对示范区内的节能信息进行监察，监察结果系统可视化管理，便于直观节能效果；可在零碳管理系统中对示范区内的智慧化设备进行管理；零碳管理系统需包含地理信息处理功能，对示范区内的地理信息进行可视化管理；零碳管理系统可与示范区内能源管理、视频监控系统、环境监测等系统进行对接，实现数据交互。

2 本款对零碳管理系统的安防、能耗监测、可再生能源监测及运维管理功能作出要求，需要将示范区内庞大的环境、设备、数据的结合、分布及设计，基于数字底座和物联网技术，做到场景虚拟结合、模块化分布及响应式设计，形成一张图进行管理，以支持直观理解信息数据，快速查找对应的信息描点。

3 本款对零碳管理系统中综合发电分析作出要求，应按照不同类型对象、不同时间维度进行组合分析。其中功能说明如下：

零碳管理系统的综合发电分析应有区域、光伏发电项目等内置类别对象进行分析，也可自定义群组类别对象进行分析；零碳管理系统应有日、月、季、年等内置常见时间维度，也可自定义时间段对系统所采集的电能量进行组合分析；发电和电能量统计分析，应包括查询、同比环比、峰谷、趋势、排名等功能，进行多维度分析，充分可视发电和电能量运营情况，辅助运营决策。

10.2.7 零碳管理系统的交互规划设计应符合下列规定：

本条对零碳管理系统监控设备对接方案提出要求，要求监控设备系统需提供标准化的接口文档支持对接，包括接口开发原则、后台使用、通用数据交换格式、同步异步操作数据接口、订阅发布数据等方面进行了完整的说明，同时支持包含所有接口的访问、第二套异步操作的通知处理，以及订阅推送的数据处理 DEMO 下载。

零碳管理系统需要依据接口文档的 API 开发提供数据获取程序，支撑与示范区内监控设备及系统的对接。

Ⅲ 碳管理监测设备及技术

10.2.8 远传功能指具备通过无线或有线通信技术传输数据能力的功能。自动采集指设备可以按固定周期进行数据收集工作。

10.2.10 分布式光伏的通讯监测规划设计应符合下列规定：

1 分布式光伏各节点及设备包括分布式光伏发电公共连接点、并网点、光伏逆变器、汇流箱等。

2 监控主站应能接收区域内的实时辐照度、环境温度等气象信息，且数据接收模块应支持 DL/T 860、DL/T 634.5104 和 DL/T 634.5101 等多种通信规约，多数据类型的接收，支持有线和无线等多种通信方式的信息接入和转发功能。

3 本款要求可满足监控主站管理系统与电网调度机构数据交互的准确性、实时性、安全性。

10.2.11 分布式光伏监控调度系统规划设计应符合下列规定：

1 “无人值守”原则指在非紧急情况或需要人为处置的特殊事项时，电站内所有运行、信息交互动作均可自动化完成。

2 系统保证在任何情况下（如病毒侵入、网络堵塞、系统崩溃等）不影响控制系统和其他二次仪表运行。微机监控系统必须满足中国国家标准《计算机信息系统安全等级划分准则》及 14 号令《电力监控系统安全防护规定》和 36 号文《国家能源局关于印发电力监控系统安全防护总体方案等安全防护方案和评估规范的通知》的要求。并按照国家电力监管委员会关于印发《电力行业信息系统等级保护定级工作指导意见》的通知确定电站信息安全保护等级。

10.2.12 碳汇监测技术规划设计符合下列要求与规定：

1 卫星遥感设备需具备可见光和近红外波段，空间分辨率不低于 10m，重访周期小于 15d。激光雷达探测精度不少于 300m，支

持多回波。

无人机设备应具备航线管理、飞行控制、实时图传、数据处理、成果发布等功能，需要具备碳汇专业数据资源，结合碳汇业务应用，实现数据采集、传输、处理、管理、成果应用的一体化功能。

2 碳汇监测技术应采用适宜的方法学，包括且不限于森林经营碳汇项目方法学、可持续草地管理温室气体减排计量与监测方法学等，并根据不同设备的数据交叉验证。

3 通过对卫星遥感数据依次进行辐射定标、大气校正、几何精校正、波段融合、ROI 提取等处理，获取全岛高分遥感影像，据此进行 LULC 分类分析和波段敏感性试验，并计算植被指数 NDVI、水体指数 NDWI、红树林指数等 NIMI，反演乔木、灌丛、草地、红树林的空间分布、长势信息及变化特征等。从宏观尺度上监测东屿岛的地表覆被信息，并作为其他监测系统的背景底图、先验知识和校准框架。

4 可以使用激光雷达传感器进行单株植被级别测量，包括点云输入与输出、数据显示、点云和栅格数据预处理、航带拼接、点云分类、地形产品生产与分析、矢量编辑、点云与影像融合处理、森林结构参数提取等。从森林冠层三维结构分析出具有明确生物物理和林学解析意义的激光雷达变量组合。基于无人机激光雷达点云和样地实测数据估测森林碳储量，在以激光雷达高度变量、密度变量的同时，可以加入垂直结构变量进行建模，加入垂直结构变量对模型精度的影响。比较分析多元线性模型与多元乘幂模型估算碳储量，并对精度进行评价。

5 小样地调查按照 2014 年国家林业局新颁发的《国家森林资源连续清查技术规定》，针对孤立木实现每木定位并测量树高、胸径、冠幅等指标，同时增加补充调查活枝下高等数据，增加树木地上部分生物量的计量。小样地调查数据作为真值，验证天基、空基、地基数据精度并实现岛内碳汇监测的自动化、实时化、智能化和精准化。

10.3 实施与验收

Ⅰ 数字底座

10.3.1 建筑信息模型(BIM)是现实客观世界建筑物的数字孪生体，应最大限度保持与客观建筑物的一致性。因此建筑信息模型的制作依据应采用有法律效力的图纸或现场测绘为依据。参照国标：《建筑工程信息模型应用统一标准》GB/T 51212–2016、《建筑信息模型分类和编码标准》GB/T 51269–2017、《建筑信息模型设计交付标准》GB/T 51301–2018、《建筑工程信息模型存储标准》GB/T 51447–2021、《建筑信息模型施工应用标准》GB/T 51235–2017、《建筑工程设计信息模型制图标准》JGJT 448–2018。

10.3.3 项目数据资源应具备独立逻辑存储空间，以保证数据的安全性。为了满足项目，分期建设、绿色运营，数据资源存储建设应具备分布式、可伸缩的对象存储能力。项目建设和运行过程中会存在各种异构数据，数据资源存储应能满足结构化、半结构化和非结构化的多元数据存储。同时应针对不同类型数据提供不同级别的存放策略与安全策略。

10.3.4 BIM 数据轻量化，不得随意合并删减模型可以采用调整数据的实例化程度、控制分类型加载等方式，在保证数据完整性的前提下，实现数据的轻量化传输与显示。

Ⅱ 零碳管理系统

10.3.5 零碳管理系统项目执行与进度管控要求如下：

1 关注项目建设单位在项目实施过程中是否有管理流程，是否按照流程规定实施各项作业，项目建设单位内部是否对设计成果物实施了评审。根据现场作业的实际情况，要对可能发生的风险

做出预判，并通告给项目建设单位，要求项目建设单位拿出相应的对策。如某项工作进度发生延误，对项目整体进度是否会有影响，做出判断。

2 每月底业主根据月度项目计划执行情况，编制分析报告，比照合同、可研报告、《技术规范书》、《需求说明书》对项目成果物的规范性、完整性等实施评审。分析报告的主要内容包括：项目计划实施进度情况，项目进展情况，存在问题及相应对策等。

10.3.6 零碳管理系统项目风险管控要求如下：

1 按照业务、人员、组织、技术、资源、安全等方面将风险进行分类，并对已识别的风险按照高（可能导致整体工作无法完成）、中（可能导致部分工作无法完成或整体工作延期）、低（可能导致部分工作延期）三个级别进行记录。

2 在项目执行过程中，对已识别出的风险状态进行跟踪，监控风险发生，更深入地分析已识别出的风险，继续识别项目中新出现的风险。采用周例会或专题会议的形式，定期或不定期地进行项目风险讨论，复审风险应对策略的执行情况和效果，根据当前风险监控的结果修改风险应对策略，根据新识别的风险进行分析并制定新的风险应对措施。

10.3.7 零碳管理系统项目质量保障体系及措施管控要求如下：

1 在实施过程中，通过进行组织质量评审并合理设置组织，从项目层面对项目质量进行管控，实现责任细化与量化，在文档质量、项目进度、质量流程、项目验收等方面通过多项措施，全面保障和提升本项目质量。

2 项目关键阶段包括：现场调研、差异需求分析、项目设计、构建阶段、子系统测试、系统测试、上线前标准化符合验证等。

10.3.8 零碳管理系统项目安全管控要求如下：

1 在系统边界部署防火墙、IPS 等安全检测和防护装置，避免系统间的安全事件扩散，隔离来自接入系统的安全攻击和高风险行为。系统要避免未经安全评估、未被正式许可任何单位、人员、系

统的访问和链接，尤其要重点监护突发的、临时的访问，避免高风险的访问方式导致系统的安全事故。

2 关键敏感数据登录认证、严格授权、传输加密、数据应实时备份；认证必须采用强认证方式；采用严格授权管理，使数据和程序免受无权用户的恣意篡改；数据不在需要时要安全的删除，销毁或处置，不能因为数据为过时数据就随意放置。采用数据库服务器资源使用管理策略，防止某些用户的特定业务操作对服务器资源过度使用，系统的多个业务模块应分别对应多个数据库用户。

3 Web 应用服务器中间件提供全面的安全体系结构，包括访问控制、基于密码的隐私权和用户验证。

10.3.9 系统信息化项目应开展必要的测试、核查工作，对项目的完成情况、实现功能和性能、文档合规性、项目取得的成果及主要技术经济指标进行全面总结和评价，形成验收意见。对项目过程、工作量、文档合规性、项目取得的成果及主要技术经济指标等进行全面总结和评价，形成验收意见。

Ⅲ 碳管理监测设备及技术

10.3.10 施工完成的设备系统需进行联合试运转和调试，以验证其性能符合设计要求。这一步骤确保系统整体及各部件的有效协同工作，及时发现并纠正问题，是确保设备系统可靠、安全运行的关键环节。

10.3.11 为了确保示范区的设备系统在各种工况下达到设计性能并实现高效运行，综合调试过程至关重要。调试期通常覆盖从建筑运行初期至稳定期的三年时间，以适应各种运行条件。小型建筑可能在一年内完成调试，而大型或复杂的设备系统可能需多年。

综合调试涵盖设计、施工、验收至运维全阶段，目的是确保建筑物舒适、安全且高效运行。这一过程关键于优化暖通空调、照明、

给排水、围护结构及智能化系统等用能子系统的综合性能，应对建筑负荷变化和实际使用需求。

调试工作重点在于验证和调整建筑在典型季节和部分负荷条件下的性能，确保满足设计能效目标，从而实现整体降碳。调试流程包括计划制定、深入调研、实施及交付，并涉及与业主及相关方的协调，最终形成运行维护手册和培训材料。示范区功能变更或系统改造后，需重新评估并调整系统，确保其运行能效满足更新的设计标准，以维持或提升建筑的环境表现。

10.3.12 碳管理设备安装应满足以下要求：

1 碳管理设备变送器的电源电压不应超过 24VDC，旨在保证设备的电气安全与稳定性。

2 变送器应安置于监测位置，同时避免热源、蒸汽和阳光直射的影响，以确保数据测量的准确性。

3 确保电线与接线端子的连接正确且牢固，避免接触不良或脱落，保障设备的稳定运行。

4 避免在可能导致温湿度测量误差的环境中安装设备，如易传热或直接造成温差的地带，以提高测量准确度。

5 避免将设备存放在酒精、香水、油漆等挥发性物质附近，防止这些物质的挥发对基于电化学原理的传感器性能产生负面影响。

10.3.13 组件及构件的安装需符合专业设计标准，确保其通过可靠方法固定于支撑结构之上，从而防止因安装不当导致的部件脱落或形变，进而影响系统的光电转换效率。

10.3.14 示范区内柔性充电桩实施及验收应符合下列规定：

1 应对充电桩的充电效率、安全性、稳定性等进行测试。

2 可以检查充电桩的环保材料使用情况、施工过程中是否采取了有效的环保措施等。

3 具备对充电设备进行监测、控制、保护以及数据处理与存储事故状态下的紧急处理等功能。

10.4 运行与维护

Ⅰ 数字底座

10.4.1 数字底座运行维护宜符合《信息安全技术信息系统安全运维管理指南》GB/T 36626 以及相关国家标准的规定，保障系统连续无故障运行。系统安全保障内容应包括物理安全、网络安全、数据安全及应用安全。

10.4.2 要求在数据共享过程中，保证数据传输的可靠性。为了达到这个目标，应通过安全接口集成第三方安全认证平台，以实现数据传输过程中的加密。任何数据交换都必须通过一个安全的通道进行，确保信息在传输过程中不被未授权的第三方截取或篡改。这项措施的核心目的是保障信息交换的安全性，确保敏感信息的保密性和完整性得到有效维护。

Ⅱ 零碳管理系统

10.4.3 示范区近零碳运维团队根据运行能耗和碳排放数据，结合气候条件和建筑与区域的使用强度、人员密度、行为模式等情况，对可变围护结构（遮阳构件等）用能系统运行策略等进行日度、周度、月度、季节性或年度周期调整，在确保用能系统高能效运行的前提下，根据可再生能源系统的运行数据，对近零碳运行目标应实行动态调整。

10.4.4 零碳管理系统的维护管理应符合下列规定：

1 本条要求设备管理在维护管理功能中，服务器、工作站的零碳管理系统上应显示示范区数据采集器的实时运行状态，并进行配置和管理。为监测设备及系统数据综合可靠性和系统稳定性，保证各区域设施数据流的稳定性和统一性，系统设计必须采用成套

化的通讯设备，以便于后期的维护。

2 本条要求数据维护管理应在示范区采集器工作正常的条件下进行，若出现采集器与服务器之间网络故障或异常时，采集器应具备断点续传功能，待网络恢复后自动上传此期间丢失的数据，确保数据的完整性。

3 本条要求系统维护人员在远程维护管理时，应在采集器和网络工作正常的条件下进行，服务器应具有远程配置数据采集器、远程更新采集器版本等功能。通过终端硬件远程控制、采集器版本更新、信息系统功能优化修正等操作，反向作用于监测设备，实现动态决策、快速响应和智能操控。

Ⅲ 碳管理监测设备及技术

10.4.5 智能化是示范区近零碳运行管理的重要特征，也是系统各项智能化设计的落实环节。智能化零碳运行维护工作体系一般包括但不限于综合能源管理系统、围护结构、供暖通风与空调系统、给排水及生活热水系统、供配电、照明及电梯系统、可再生能源系统、通用设施和软件系统、系统质量评估。相应的服务管理人员需要掌握建筑碳排放数据监测、管理及运维基本技能，如需要，每年可组织调试、运维和管理人员参加建筑节能减排咨询师及碳排放管理员相关培训课程进修。

10.4.7 系统设备维护应有利于控制和降低碳排放，并符合下列规定：

此条是对系统设备维护的降碳规定。设备系统维护、调试、更改运行策略逻辑、进行部分更换等工作，都需要以降碳为出发点，并将全寿命期技术经济比较和碳排放计算比较作为重要的决策因素。

1 设备运行的高能效，需要根据实际运行的负荷变化规律进行调整，优化目标一般为全年能效最优及碳排放最低；

2 示范区设备和构件的维修或更换进行决策时，通常进行全寿命期技术经济比较和碳排放计算，作为是否更换以及更换方案

的决策基础。例如以提高热工性能为目的进行围护结构的改造时，需要按建筑寿命和围护结构寿命评估材料和施工的碳排放增加和服务周期内降低建筑供冷供热碳排放的综合效益。

10.4.8 示范区的能源系统近零碳运行，应以保障建筑室内环境舒适度和其他基本用能需求为前提，减少系统化石能源消耗为目标，并符合下列规定：

从供电稳定性和实现本建筑或本区域碳减排的角度，并网光伏系统可以确保建筑供电的稳定性并减少对公共电网冲击。因此建筑和区域的能源系统运行策略应落实设计方案，优先充分利用本地可再生能源系统产能，并根据实际运行情况进行运行策略的动态调整，本着“自发自用、余电上网”的原则，兼顾稳定性和经济性。

区域能源系统源荷双侧多重不确定特点突出、系统内各类设备响应时间差异明显。为克服上述因素导致的可再生能源利用难题，运行时宜采用“日前–日内–实时”多时间尺度优化运行方法。

区域能源站应发挥系统优势，立足服务区域的建筑及各项用能时间周期和同时使用情况，充分发挥可再生能源系统的作用，多能互补，并与蓄热、蓄电等蓄能装置结合，优化能源系统整体运行效率。

海南省住房和城乡建设厅 信息公开浏览专用

11 区域与建筑碳排放评估

11.1 一般规定

11.1.1 具体指标参照国家标准《零碳建筑技术标准》。

为了保证评价工作的有序开展，区域应编制满足控制性详细规划的修建性详细规划，并通过城乡规划主管部门批准，同时区域内获得批复的建筑面积超过60%后，可开展设计评价工作。当区域包含居住用地（R类）、公共管理与公共服务设施用地（A类）及商业服务业设施用地（B类）中两类或三类混合用地规划设计时，往往分批次建设运营。因此，制定三年实施方案主要以碳排放强度和碳排放总量为约束，控制和引导区域后续开发。

11.1.2 具体指标参照国家标准《零碳建筑技术标准》。

考虑到区域使用功能的需求，本标准规定区域运行评估前，主要基础设施和公共服务设施应建成并投入使用。

为健康快速推广近零碳区域，区域投入使用建筑面积不应低于评估区域总建筑面积的60%，且正常运行满一年后进行，且提供运行数据为正常运行条件下一整年的数据，应有区域水、废弃物、电、气、热和可再生能源等全年数据情况。

考虑到运行阶段评估的准确性，当区域投入使用的建筑面积为评估区域总建筑面积的60%~80%时，应根据运行数据与建筑使用面积比例进行折算后确定碳排放；当区域投入使用的建筑面积高于评估区域总建筑面积的80%时，可认为区域已达到设定要求，采用运行数据直接评估。本章节中区域碳排放（温室气体排放）均指区域运行碳排放（温室气体排放）。

11.1.3 建筑设计评估应具备下列条件：

新建、扩建、改建房屋建筑通常情况下开展施工图事前审查制

度，审查合格后由审图机构提供施工图审查合格文件。海南省自2023年7月起，启用勘察设计成果数字化交付与审查系统（以下简称“交付与审查系统”），全面推行施工图数字化审查。各建设单位、勘察设计单位、审图机构、监管部门应当登录交付与审查系统开展审图相关工作。全省范围内所有新建、改建、扩建的房屋建筑和市政基础设施工程施工图设计文件审查均应在交付与审查系统完成。项目应提供施工图告知承诺等相关有效证明文件，可作为项目设计评估的前提条件。

相关证明文件包括保温隔热构造、遮阳措施、可再生能源专项设计文件、厨房专项设计、可再生能源信用与碳信用等与建筑碳排放计算相关材料，在设计评估时应一并提供。

11.1.4 建筑运行评估应符合下列规定：

为保证建筑运行阶段降碳性能，建筑运行评估应在建筑竣工验收后且建筑使用面积不低于评估面积60%的情况下正常运行一年后进行。考虑到运行阶段评估的准确性，当建筑使用面积为评估面积的60%~80%时，应根据运行数据与建筑使用面积比例进行折算后确定碳排放；当建筑使用面积比例高于80%时，可认为建筑已达到人员设定要求，采用运行数据直接评估。

11.2 区域碳排放核算与监测

11.2.1 区域运行碳排放除考虑建筑等能源活动产生的碳排放外，还要考虑区域内市政、交通、其他能源的碳排放和区域内可再生能源使用量。若区域内的数据中心完全为本区域服务，则其能耗应纳入碳排放核算。

11.2.2 相关性原则是指应选择区域边界范围内相关温室气体排放源、相关数据和核算方法。完整性原则指应按照温室气体排放核算方法学中的核算边界和排放源活动水平，全口径核算区域的所有相关温室气体排放量。一致性原则是指对不同年份、气体和类别，

区域温室气体排放量核算应采用同一核算方法和同样的数据来源计算。准确性原则是指温室气体基准线排放、实际排放量核算中的活动水平应优先采用实际监测数据，采用合理假设时应使不确定性最小化。透明度原则是指应有充足且清晰的支撑材料，使相关利益方能够了解温室气体核算的相关活动水平、排放因子及计算结果等。避免重复计算原则是指温室气体排放量核算方法设定的边界清晰，应确保温室气体排放源不重叠或重复核算。

11.2.5 二氧化碳排放量核算采用各类排放源活动水平数据与对应的排放因子相乘后加和的方法。

活动水平应优先采用实际监测数据，采用合理假设时应使不确定性最小化，其中建筑碳排放应包括建筑中燃烧化石燃料的固定设施导致的碳排放及净外购电力、热力导致的碳排放，如锅炉、直燃机、燃气灶具及电器等；交通碳排放应包括区域内燃烧消耗化石燃料的移动设施导致的碳排放，及电动车等移动设施净外购电力导致的碳排放。

排放因子应按照以下优先顺序选取，区域所在地、国家及国际标准相关因子，且应选用权威机构最新发布的排放因子。其中区域内通过绿色电力交易获取消纳的电力排放因子取值为零。

11.2.6 废弃物处理、废水处理、化肥施用导致的温室气体排放核算应参照国家发展改革委办公厅关于印发省级温室气体清单编制指南（试行）的通知（发改办气候〔2011〕1041 号）。制冷剂使用导致的温室气体排放核算应参照《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》方法。

11.2.7 区域的运行碳排放应基于监测数据进行核算。核算对象应为区域运营过程中所产生的温室气体排放。运行碳排放核算应符合下列规定：

公共建筑的暖通空调、照明、动力、新能源应用系统等各部分能耗应进行独立分项计量。公共建筑的能源分项计量一般包括冷热源耗电量，输配系统耗电量及末端耗电量，集中供热系统的供热

量，燃料以及其他能源消耗量，照明耗电量以及电梯耗电量等。区域公共用能的各部分能耗应进行独立分项计量。

区域的运行碳排放，包括边界范围内部的直接碳排放和间接碳排放。直接碳排放包括建筑炊事等固定化石能源燃烧排放，也包括区域内交通运输等设备的移动源排放；间接碳排放包括外购电力对应的碳排放量，也包括外购热力对应的碳排放量，包含但不限于热水和蒸汽等。区域应进行年度碳排放核算，并形成报告。碳核算和报告的完整工作流程应包括以下步骤：确定核算边界、识别排放源、收集活动水平数据、选择和获取排放因子数据、分别计算直接碳排放、外购电力排放和外购热力排放的数值。

11.2.8 参与运行评估的区域应对建筑室内环境、区域能耗、可再生能源进行监测。健康、舒适的室内环境是零碳建筑与区域的基本前提，室内环境参数也是建筑与区域碳排放水平的影响因素之一；现阶段难以直接监测碳排放，需根据区域内的能耗监测数据，结合各类能源碳排放因子，确定碳排放量；可再生能源应用会影响碳排放，因此也需要对可再生能源产能量进行监测。

11.3 建筑碳排放核算、监测与检测

11.3.2 低碳、近零碳、零碳建筑时，应将提高建筑自身能效水平和充分利用场地内或场外等效可再生能源等建筑降碳技术手段作为首选路径。考虑到绿色电力输配等过程中产生的损耗，在计算绿色证书电力总量时，应进行相应的折减。

11.3.4 建筑的运行碳排放应基于监测数据进行核算。核算对象应为建筑运营过程中的碳排放。运行碳排放核算应符合下列规定：

公共建筑的暖通空调、照明、动力、新能源应用系统等各部分能耗应进行独立分项计量。公共建筑的能源分项计量一般包括冷热源耗电量，输配系统耗电量及末端耗电量，集中供热系统的供热量，燃料以及其他能源消耗量，照明耗电量以及电梯耗电量等。区

域公共用能的各部分能耗应进行独立分项计量。

建筑的运行碳排放，包括边界范围内部的直接碳排放和间接碳排放。直接碳排放包括建筑炊事等固定化石能源燃烧排放，也包括区域内交通运输等设备的移动源排放；间接碳排放包括外购电力对应的碳排放量，也包括外购热力对应的碳排放量，包含但不限于热水和蒸汽等。建筑应进行年度碳排放核算，并形成报告。碳核算和报告的完整工作流程应包括以下步骤：确定核算边界、识别排放源、收集活动水平数据、选择和获取排放因子数据、分别计算直接碳排放、外购电力排放和外购热力排放的数值。

11.3.5 参与运行评估的建筑应对室内环境、建筑能耗、可再生能源进行检测与监测。健康、舒适的室内环境是零碳建筑与区域的基本前提，室内环境参数也是建筑与区域碳排放水平的影响因素之一；现阶段难以直接监测碳排放，需根据建筑与区域内的能耗监测数据，结合各类能源碳排放因子，确定碳排放量；可再生能源应用会影响碳排放，因此也需要对可再生能源产能量进行监测。

11.3.6 建筑室内环境应符合现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》GB 55016 的规定。检测应符合国家现行标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177、《民用建筑隔声设计规范》GB 50118、《照明测量方法》GB/T 5700 等的要求。

11.4 绿色电力交易与碳抵销等非技术措施

11.4.1 “绿色电力交易”是以风电（包括分散式风电和海上风电）、光伏（含分布式）等绿色电力上网电量为标的物的电力中长期交易，用以满足发电企业、售电公司、电力用户等市场主体出售、购买绿色电力的需求，达到实现可再生能源电力溯源、促进可再生能源电力消纳目的。绿色电力交易可同时为消费绿电的用户提供相应的绿色电力证书，其交易在北京和广州电力交易中心完成（交易流程见下图）。

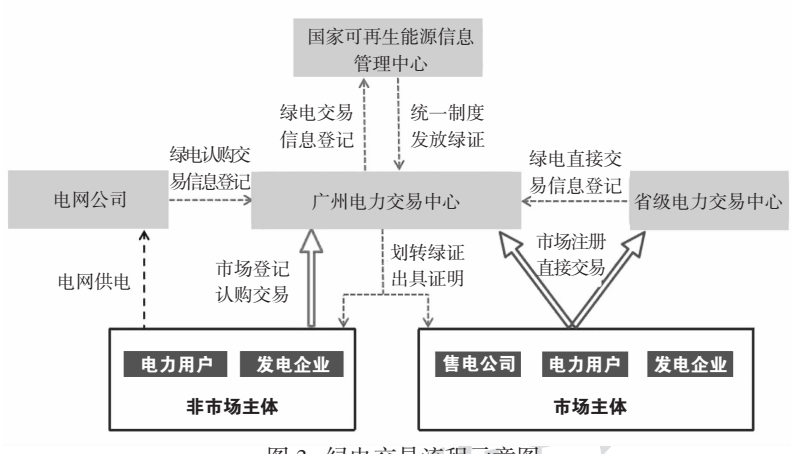

图 3　绿电交易流程示意图

11.4.2　“绿证”是我国可再生能源电量环境属性的唯一证明，是认定可再生能源电力生产、消费的唯一凭证。目前，我国对风电、太阳能发电、常规水电、生物质发电、地热能发电、海洋能发电等已建档立卡的可再生能源发电项目所生产的全部电量核发绿证，实现了绿证核发全覆盖。

绿证交易制度通常是可再生能源配额制的配套政策，承担可再生能源电力消纳责任的企业可通过购买绿证的方式完成国家制定的相关可再生能源消纳责任目标。随着国内绿证逐步得到RE100的认可，加入RE100等承诺或自愿完成碳中和的企业可通过购买绿证的方式完成履约。

11.4.3　我国碳排放权交易的主要产品包括盈余碳配额与国家核证自愿减排量(CCER)。国家核证自愿减排量(CCER)是我国当前最主要的用于碳抵销的碳信用产品，以减排项目的形式进行注册和减排量的签发。以零碳排放为目标的建筑与区域可作为非履约机构在北京绿色交易所开设账户，通过购买当量的国家核证自愿减排量(CCER)等碳排放权交易产品进行碳抵销，购入碳排放权交易产品后需在相应的碳交易产品注册登记机构注销。

近零碳、零碳区域建设应鼓励使用节能降碳技术实现降碳目

标，不应鼓励大规模使用市场化机制实现净零温室气体排放。对于难以通过本体和周边区域的可再生能源应用达到零温室气体排放的项目，可在满足第三章技术指标的前提下，采取购买碳配额、碳信用或通过新建林业项目产生碳汇量等市场化机制实现净零温室气体排放，即碳中和目标。

11.4.4 明确碳管理责任指区域主体应选择具有资质的第三方核查机构对碳排放量、减排量核算过程进行核查，对无法避免和无法减排的排放量采取抵销措施。符合国际标准原则指为实现透明、具有公信力，区域评估应选取符合国际标准的、高质量的碳抵销产品，并经过具有资质的第三方核查机构进行核查。抵销产品透明原则指区域碳排放量、碳减排量、碳抵销量核算公开、透明，公开具体抵销产品的类别及其数量。额外性原则指项目产生的增加碳汇量或者减排量相对于常态情景是额外的，与常态情景相比，项目增加碳汇量或者减少的温室气体排放量就是该项目的效益。鼓励多方参与原则指区域应鼓励使用符合要求的林业碳汇、高质量的碳抵销产品，倡导低碳出行、低碳生活等自主减排行动，通过多元化方式实现示范区近零碳目标。

11.4.6 在近年来中国可再生电力快速发展、全国碳排放权交易市场开启的背景下，目前国内已形成绿色电力交易机制、绿色电力证书交易机制和包含碳配额与国家核证自愿减排量（CCER）在内的碳排放权交易机制，这些制度在促进可再生能源电力发展的过程中发挥着不同的作用，成为越来越多企业承担减排责任的重要方式，这为建筑与区域业主承担剩余减排责任提供了途径。

绿色电力证书交易与绿色电力交易均可作为建筑业主获取绿色电力证书的方式。

我国碳排放权交易的主要产品包括盈余碳配额与国家核证自愿减排量（CCER）。国家核证自愿减排量（CCER）是我国当前最主要的用于碳抵销的碳信用产品，以减排项目的形式进行注册和减排量的签发。以零碳排放为目标的建筑与区域可作为非履约机构

在碳排放权交易试点开设账户，通过购买当量的国家核证自愿减排量（CCER）等碳排放权交易产品进行碳抵销，购入碳排放权交易产品后需在相应的碳交易产品注册登记机构注销。

零碳建筑建设应鼓励使用节能降碳技术实现降碳目标，不应鼓励大规模使用市场化机制实现净零碳排放。对于难以通过本体和周边区域的可再生能源应用达到零碳排放的项目，可在满足第三章技术指标的前提下，采取绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易等市场化机制实现净零碳排放，即碳中和目标。

11.4.7 2021 年 9 月，国家发改委、国家能源局组织国家电网公司、南方电网公司制定发布《绿色电力交易试点工作方案》，鼓励市场主体之间签订 5–10 年的长期购电协议，推动市场主体通过长周期协议获得较为稳定的价格，预判市场对绿色能源的诉求，长期购电协议的执行周期可作为绿色能源规划及建筑与区域设定碳中和目标的重要依据，是鼓励和引导的方向。

考虑到受当前电力交易机制限制，现阶段的绿电交易主要为月度至一年期，多年合约难度较大，且实践十分有限。本标准规定零碳建筑与区域进行运行评估时，允许仅购买 1 年期的绿色电力与碳排放交易产品。而设计阶段应鼓励建筑尽可能采用降碳设计，为保证零碳建筑的中长期降碳效果，避免设计阶段仅以极低的成本购买 1 年交易产品，取得认证后不再承担降碳责任的情况，以及保证对通过自身降碳实现零碳排放建筑的公平性，设计阶段应购买长期交易产品，若存在购买困难情况，可在进行设计评估时仅评估为近零碳建筑，在运行评估时通过购买 1 年运行期的交易产品，评估为 1 年期的零碳建筑。

提前购买 5~10 年以上运行期的交易产品，可实现以下积极影响：一是提升购买量，可提高碳排放权交易市场的活跃性，或支撑绿色能源规划，有助于促进全社会的减排目标；二是锁定长期降碳效果，避免业主通过短期交易获得零碳建筑与区域认证后不再承担相应减排责任。