

DBXX

海南省地方标准

DB XX/ XXXXX—XXXX

高速公路零碳服务区设计及施工技术规范

Technical Specification for Design and Construction of Zero Carbon Service Area of
Expressway

(征求意见稿)

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

海南省市场监督管理局 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 基本规定	3
5 设计	3
5.1 一般规定	3
5.2 建筑节能	4
5.3 可再生能源利用	5
5.4 绿色供能	6
5.5 污废资源化利用	6
5.6 绿地碳汇	7
5.7 碳排放监测管理系统	7
6 施工	8
6.1 一般规定	8
6.2 低碳建造	8
6.3 建筑节能	9
6.4 可再生能源利用	10
6.5 绿色供能	10
6.6 污废资源化利用	10
6.7 绿地碳汇	10
参考文献	11

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分:标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由海南省交通投资控股有限公司提出。

本标准由海南省交通运输厅归口。

本标准起草单位:海南省交通投资控股有限公司、交通运输部科学研究院、交科院环境科技(北京)有限公司、交科院科技集团有限公司、中交光伏科技有限公司、宣城先进光伏技术有限公司。

本标准主要起草人:韩善剑、陆旭东、黄兴海、张晓峰、陈泰锋、徐铭、陈长征、薛铸、陈敬、巴前凯、胡晋茹、王翼、徐小勇、王成鸿、江湖、孙振和、刘钊、张毅、谷苗苗、刘庆阳、王禹钻、魏靖、李义停、张辉、邢福泉、李泽文、李崇、符恺、蔡爱玲、杨瑞。

引 言

本规范总结了我国高速公路零碳服务区设计及施工经验和技術成果，借鉴了国内相关技术标准。本规范按照科学性、可持续性、可操作性、地域适用性的原则进行编制，力求技术先进、指标合理、可操作性强，满足海南省高速公路零碳服务区设计及施工要求。

本规范内容涵盖了高速公路零碳服务区设计及施工技术规程，共分6章：1范围，2规范性引用文件，3术语和定义，4基本规定，5设计，6施工。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和修改建议，函告本规范日常管理组，联系人：韩善剑（地址：海南省海口市国兴大道5号海南大厦农信楼6层，海南省交通投资控股有限公司，邮政编码：570203，电话：0898-68686123，传真：0898-68653268，电子邮箱：hainanj@hainanj.com），以便修订时研用。

高速公路零碳服务区设计及施工技术规范

1 范围

本文件规定了高速公路零碳服务区建设的术语、基本规定、设计、施工等内容。

本文件适用于海南省范围内新建和改（扩）建的高速公路零碳服务区项目建设。

2 规范性引用文件

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

GB/T 17646 小型风力发电机组

GB/T 29772 电动汽车电池更换站通用技术要求

GB/T 29781 电动汽车充电站通用要求

GB/T 34131 电力储能用电池管理系统

GB/T 34584 加氢站安全技术规范

GB/T 36558 电力系统电化学储能系统通用技术条件

GB/T 38429.1 燃气加气站防爆安全技术 第1部分：液化石油气（LPG）加气机防爆要求

GB/T 38429.2 燃气加气站防爆安全技术 第2部分：与液化石油气（LPG）有关的防爆部件和安装要求

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB 50017 钢结构设计规范

GB 50034 建筑照明设计标准

GB 50156 汽车加油加气加氢站技术标准

GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准

GB 50411 建筑节能工程施工质量验收标准

GB/T 50801 可再生能源建筑应用工程评价标准

GB 50966 电动汽车充电站设计规范

GB/T 51233 装配式木结构建筑技术标准

GB/T 51350 近零能耗建筑技术标准

GB/T 51368 建筑光伏系统应用技术标准
GB 55012 生活垃圾处理处置工程项目规范
GB 55014 园林绿化工程项目规范
GB 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范
GB 55016 建筑环境通用规范
GB/T 25261 建筑用反射隔热涂料
CJJ 184 餐厨垃圾处理技术规范
JGJ/T 267 被动式太阳能建筑技术规范
JG/T 274 建筑遮阳通用要求
JT/T 645.1 公路服务区污水再生利用 第1部分：水质
NY/T 1137 小型风力发电系统安装规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

服务区碳排放 carbon emission in service area

服务区在与其有关的建造、运营、拆除阶段产生的直接和间接温室气体排放，不含过往车辆产生的直接和间接温室气体排放。

注：本文件中温室气体指《京都议定书》中规定的六种，即二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化合物（HFCs）、全氟碳化合物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）。

3.2

零碳服务区 zero carbon service area

服务区运营阶段全年温室气体净排放量等于或小于零的服务区。

3.3

绿地碳汇 green land carbon sink

在服务区用地范围内，自然和人工植被从空气中吸收并存储的二氧化碳量。

3.4

低碳材料 low carbon materials

在确保使用性能的前提下能够降低不可再生自然原材料的使用量，制造过程低能耗、低污染、低碳排放，使用寿命长，使用过程中不会产生有害物质、不会造成环境污染，并可以回收再利用，具有节能、减排、安全、健康、便利和可循环性特征、与自然和谐共生的材料。

3.5

绿色供能 green energy supply

利用可再生能源产生的电力供应服务区内部建造、运营、拆除阶段用能和外部车辆用能的方式。

3.6

低碳建造 low carbon construction

通过采用低碳材料、节能降碳技术、可再生能源利用、污废资源化处理、智慧能源管控等方式，使建造阶段的碳减排量达到碳排放量50%（含）以上的建造方式。

3.7

光储直柔 photovoltaic, energy storage, direct current and flexibility

配置光伏、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能源系统。

4 基本规定

4.1 零碳服务区选址应有利于热带海岛生态系统保护、节能降碳、可再生能源利用和污废资源化处理。

4.2 应根据海南省高温高湿、雷雨及台风多、盐雾侵蚀严重的热带海岛型气候特征，因地制宜进行服务区总体规划设计，宜通过建筑被动式设计降低服务区内总体能耗水平，同时提升主动式能源系统能效，并提升服务区防暴雨、防潮、防洪、防雷电、防台风、防盐雾侵蚀等防热带海岛灾害天气的能力。

4.3 应充分利用服务区建筑屋顶与墙面、绿地、停车位、边坡等空间资源，结合服务区遮阳、降温、通风需求，基于光储直柔技术建设交直流微电网，合理布设分布式光伏发电系统。

4.4 服务区应按照不低于停车位总数 30%的比例，配套建设充电桩或预留充电设施接口。宜根据相关发展规划需求设置可移动式充电桩、换电站、加氢站等新能源车辆配套服务设施。

4.5 宜 100%采用电气化或清洁能源运营，厨房宜采用全电气化厨房或清洁能源设备，日常运维车辆及养护装备宜选用电气化设备，且宜优先使用太阳能、风能、氢能等绿色能源供能。

4.6 宜采用智慧管控系统进行碳排放监测分析、能源精细化管理、设备智能化控制和数字孪生可视化。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 设计应结合海南夏热冬暖地区气候特征，采用被动节能优先、主动效率优化的设计原则，降低服务区能耗需求，提高服务区能源使用效率，并且有利于可再生能源充分利用。

5.1.2 规划设计应优化服务区空间布局，合理利用建构筑物及景观、生态绿化布局，优化自然通风、天然采光、建筑自遮阳效果，降低服务区供冷负荷。

5.1.3 建筑设计应采用简洁紧凑的造型、适宜的体型系数和窗墙比、屋顶较小透光面积比例，综合考虑室内室内采光通风、供冷负荷以及照明能耗之间的关系。

5.1.4 服务区建筑能耗相关指标应满足 GB/T 51350 相关要求，建筑声、光、热、空气质量环境应满足 GB 55016 相关要求。

5.2 建筑节能

5.2.1 建筑遮阳应与建筑主体统一设计，外观协调，安全耐久，并符合 JG/T 274 相关要求。

a) 建筑遮阳设计宜与太阳能光伏系统和热水系统结合，进行太阳能利用与建筑一体化设计。活动式遮阳构件和设施宜采用电动控制、群组控制或智能控制，实现遮阳可调。建筑遮阳构件宜呈百叶或网格状。

b) 采用内遮阳和中间遮阳时，遮阳装置面向室外侧宜采用能反射太阳辐射的材料，并可根据太阳辐射情况调节其角度和位置。建筑设置外遮阳时，应考虑海南省高盐高湿防腐要求与防台风荷载要求。

c) 外围护结构隔热材料应选择体积吸水率低、抗压强度高、尺寸稳定性好、全生命期碳排放更低的隔热材料。可结合浅色屋面、通风屋面和种植屋面、隔热涂料、垂直绿化等措施进行外围护结构隔热。

d) 可围绕海南热带海岛型气候高温高湿特点，开展围护结构热湿耦合降碳设计。

5.2.2 通风除湿设计应优先采用自然通风，辅以机械通风。

a) 建筑平面空间组织布局、剖面设计和门窗的设置应有利于组织室内自然通风。建筑主要功能房间外窗有效通风面积不应小于该房间外窗面积的 30%。宜对建筑室内风环境进行计算机模拟，优化自然通风设计。

b) 建筑主朝向宜面向夏季主导风向，建筑房间平面宜采取有利于形成穿堂风的布局，以促进空气流动，提高有效通风量，可采用导风墙、太阳能拔风道等诱导气流或利用中庭引导热压通风加强建筑内部的自然通风。

c) 应合理调节气流，室内送风口应设置在休息大厅、餐厅等主要空间，室内回风口应设置在卫生间等辅助空间。进风口应避免污染源并远离地面，防止雨水影响和人为破坏。进、排风口宜选用防雨型风口，应耐久性好，且能够防异物、蚊虫进入。

d) 供冷系统应优先利用可再生能源和自然冷源，并考虑多能互补集成优化。冷源机组能效系数不低于 GB/T 51350 推荐值。采用的多联机空调机组的选型及性能指标应满足 GB 55015 的相关要求。

5.2.3 建筑的外门窗应有良好的气密性能。

a) 气密层设计应依托密闭的围护结构层，并应选择适用的气密性材料。

- b) 围护结构洞口、电线盒、管线贯穿处等易发生气密性问题的部位应进行节点设计，并应对气密性措施进行详细说明；穿透气密层的电力管线等宜采用预埋穿线管等方式，不应采用桥架敷设方式。
- c) 不同围护结构的交界处、以及排风等设备与围护结构交界处应进行密封节点设计，并应对气密性措施进行详细说明。

5.2.4 服务区应采用自然采光和人工照明相结合，人员活动场所的光环境应满足 GB 55016 和 GB 50034 相关要求。

- a) 室内外宜优先采用通过节能认证的高效节能光源和灯具，所采用的采光设施及人工照明设施应根据照明需求进行智能化节能控制，照明灯具的节能分级应符合设计要求。
- b) 宜根据服务区室内外采光状况、使用要求、人流量等条件，采取分区、分级、分组及按照照度或时段调节的节能控制措施。在人流密集的公共区宜优先采用自然采光，在人流稀少区宜采用感应式光源与延时照明技术。
- c) 室外景观照明应设置日常、一般节日及重大节日多种控制模式。
- d) 室外宜采用储能装置与负荷装置互联互通的直流微光照明系统。
- e) 宜采用长余辉蓄能自发光照明系统，降低照明能耗。蓄能自发光标识的余辉亮度、余辉时间等各项技术指标与技术性能应满足 JT/T 967 的相关要求。

5.3 可再生能源利用

5.3.1 服务区应至少采用太阳能、风能、地热能、空气能、氢能、生物质能等其中一种可再生能源，并实现 100% 使用可再生能源，可尽量提高余热和废热利用比例。可再生能源年发电量应高于服务区年总用电量。

5.3.2 太阳能系统应与服务区的设计同步完成，外观应与建筑风格相协调，并符合 GB/T 51368、JGJ/T 267 有关规定。太阳能系统设计应采取建筑光电光热一体化设计，设计阶段应逐时计算光伏系统发电量、太阳能集热系统集热量。太阳能光伏发电应优先自发自用。

- a) 太阳能光伏组件的安装方位角宜采用正南方向。安装角度应综合考虑当地太阳辐射照度、纬度、建筑朝向等条件计算确定，
- b) 太阳能系统应满足结构、电气及防火安全的要求。服务区内安装太阳能系统的建（构）筑物，应采取防止光伏电池板损坏后部件坠落伤人的安全防护措施。
- c) 太阳能系统应根据当地气候条件、使用环境和系统类型，采取适宜的防过热、防腐蚀、防雷电、防台风、防暴雨和保证电气安全等技术措施。
- d) 光伏发电系统应优先自发自用，系统设计效率不应低于现行《光伏制造行业规范条件》要求。
- e) 太阳能热利用系统设计效率不应低于 GB/T 50801 规定的 2 级以上。

5.3.3 风力发电系统设计应符合 GB/T 17646 以及 NY/T 1137 的有关规定，确保发电机组的安全和可靠性水平。

- a) 除了风况等气候条件之外，小型风力发电系统设计应考虑系统正常环境温度范围、相对湿度、

太阳辐射强度、空气密度等；应考虑温度、雷电、台风和地震等极端环境条件。

b) 小型风力发电机组电气系统的每个电气部件都应能经受住全部设计环境条件，也应能承受部件在运行期间可能经受的机械的、化学的和热应力条件。

5.3.4 宜根据可再生能源发电系统设计情况，配置适宜容量的储能系统。

a) 储能电池类型宜根据储能效率、循环寿命、能量密度、功率密度、响应时间、环境适应能力、充放电效率、自放电率、深放电能力等技术条件进行选择。

b) 储能系统宜选用大容量单体储能电池，减少并联数，并采用储能电池组分组控制充放电。

c) 电化学储能系统性能应符合现行国家标准 GB/T 36558 的有关规定。锂离子电化学储能电池管理系统应符合现行国家标准 GB/T 34131 的有关规定。

d) 储能系统应设置无高温、无潮湿、无振动、少灰尘、避免阳光直射且有良好通风的专用储能电池室，储能电池室应安装防爆型照明灯。

e) 充电控制器宜依据技术条件选择低能耗节能型产品，并按使用环境条件进行校验。

5.4 绿色供能

5.4.1 充（换）电站设计应符合 GB 50966、GB/T 29781、GB/T 29772 的有关规定，并与加油站、加气站保持安全距离；宜远离多尘或有腐蚀性气体的位置、污染源盛行风的下风侧、有剧烈震动或高温的位置、地势低洼或可能积水的位置等。宜接入光储直柔系统中，实现光伏直流发电、直流用电，减少电能转换环节，提高电能使用效率。

5.4.2 加气站设计应符合 GB 50156、GB 50183 有关规定，并宜设置在靠近服务区出口侧，且应保证车辆进出顺畅及加气后可驶入主线高速。加气站宜与加油站合建，并与周围建筑保持安全距离。加气机不得设置在室内，附近应设置防撞设施。

5.4.3 加氢站设计应符合 GB 50156、GB/T 34584 的有关规定。应设置在服务区出口侧，不应设在多尘或有腐蚀性气体及地势低洼和可能积水的场所，可与加气站、加油站联合建站。加氢站内可设置电动汽车充电设施，设置电动汽车充电设施的应同时符合 GB 50966 相关要求。

5.5 污废资源化利用

5.5.1 雨水资源化利用

a) 宜利用服务区建筑屋面、墙面、室外地面、道路与停车位等雨水收集界面最大限度收集雨水，并进行生物净化、物理净化、化学净化及蓄水与水资源循环利用。

b) 雨水的收集与利用应以服务区削减径流排水、雨水资源化利用为目的，并充分利用服务区范围内或周边区域的天然湖塘洼地、沼泽地、湿地等自然水体进行雨水调蓄。

c) 雨水收集、调蓄、处理和利用设施不应影响周边土壤环境、植物生长、地下含水层的水质和环境景观造成危害和隐患。

5.5.2 污水资源化利用

a) 污水宜采用一体化处理设施进行处理与资源再利用。

- b) 污水一体化处理设施处理量应与服务区日产生污水量相匹配,并考虑节假日高峰期污水处理需求。
- c) 车辆冲洗废水、含油污废水、餐饮废水经过隔油处理、生活废水经化粪池处理后水质标准应能达到 JT/T 645.1 的有关要求。

5.5.3 固废资源化利用

- a) 服务区宜采用适宜的固体垃圾处理设备或措施,将厨余垃圾、生活垃圾、有害垃圾、可回收垃圾等废弃物分类收集、及时处理。
- b) 厨余垃圾处理设备可结合服务区厨房设施设置就地处理设备,相关设备的设计与安装应满足 CJJ 184 的相关要求。
- c) 生活垃圾处理可结合服务区供热及热水系统设置小型垃圾焚烧设备,综合利用垃圾焚烧产生的热能,设备的设计与安装应符合 GB 55012 相关要求。
- d) 工程渣土等服务区建设废弃物宜结合服务区景观堆坡造景工程、路基回填工程等进行资源化利用。
- e) 车辆维修产生的废旧轮胎、废弃金属等可回收利用的废弃物,应有专业机构回收处理并循环利用。

5.6 绿地碳汇

5.6.1 景观设计应注重保护场地内原有的自然水域、湿地、植被等生态资源,最大程度维护热带生态系统和生物多样性。

5.6.2 服务区应注重提升绿地碳汇能力,通过优化场地布局与垂直绿化增加绿地面积。

5.6.3 绿化种植应与建筑相融合,并注重当地生物多样性保护、生态保护及观赏性,满足 GB 55014 的相关要求。

5.6.4 植物设计在符合服务区使用功能及景观需求的基础上,应遵循以下原则:

- a) 优先选用固碳能力强、抗灾能力强、环境净化能力强、维护需求低的热带植物及多年生植物。
- b) 坚持因地制宜、适地适树原则,多树种结合,合理确定乔木与灌木比例,构建多树种混交、乔灌草相结合的热带植物群落。
- c) 植物应首选再生能力强、抗性强的种类和品种,种植应遵循植物生长的自然规律和生物特性。

5.7 碳排放监测管理系统

5.7.1 服务区宜设置碳排放监测管理,对交直流微网、空调系统、照明系统、可再生能源电站系统、污水处理系统进行综合智慧管控,全面提升管理能效。服务区碳排放管理系统应具备以下基本功能:

- a) 服务区运行阶段各部分能耗与碳排放量、可再生能源降碳量、碳汇抵消量的分类分项动态统计、计算、分析和展示。
- b) 服务区碳排放数据的查询、预警、记录和下载。

- c) 服务区碳排放报表的生成。
 - d) 与其他系统集成的权限。
- 5.7.2 宜设置交直流微网设施，形成源-网-荷-储一体化智慧管控系统，实现全流程能量流动的动态监控。服务区碳排放管理系统应对下列内容进行实时计量和监测：
- a) 服务区消耗的冷量、电量、气量和其他能源消耗量。
 - b) 服务区用地范围内可再生能源发电量、储能系统蓄放的能量。
 - c) 电动车充电桩充电量、换电站换电量及加气量、加氢量。
 - d) 室内温湿度、二氧化碳浓度、各种污染物浓度等主要室内环境指标。
 - e) 室外温湿度、太阳辐照度、风速等主要室外环境指标。
- 5.7.3 能源精细化管理应实现全天候、多层次、多源智能监测、分析和诊断，并根据监测情况及时进行碳排放量的优化调整。
- 5.7.4 宜搭建基于数字孪生技术的可视化展示模块，形成决策者、管理者、运维者三个维度的数字化管理体系，打造具备运、维、调、控、视、仿等能力的综合能源数字化运行管理载体。
- 5.7.5 碳排放管理系统硬件设施应选用功耗低、寿命长、易维护的设备和产品。

6 施工

6.1 一般规定

- 6.1.1 实施碳减排目标管理与责任管理，确保建造全过程的低碳排放水平。施工前应进行低碳建造专项方案，明确建造阶段碳排放控制目标。
- 6.1.2 节能施工质量控制应满足 GB 50300、GB 50411、GB/T 25261 等相关要求，并重点针对外围护结构隔热、气密性保障、设备及管道、能源、污废资源化处理等关键环节，制定专项施工方案，加强日常现场巡检、关键节点施工质量控制以及及时整改。
- 6.1.3 应进行施工现场场地布置规划，减少场地内运输能耗及碳排放。
- 6.1.4 施工时应进行实时用能及碳排放统计与监测，并根据监测情况及时优化调整。
- 6.1.5 施工过程中应采用低碳材料和装配式、智能化建造方式，提高效率、减少损耗。
- 6.1.6 施工现场宜优先采用纯电动施工机械，并在施工场地内部或附近匹配可再生能源充电设施为纯电动施工机械充电。
- 6.1.7 室外道路、消防管道、现场围挡及雨水收集利用设施等宜实现永临结合。
- 6.1.8 宜提高模板及模块化集成房屋周转次数，宜优先采用轻质高强、耐久性好的新型模架体系。

6.2 低碳建造

6.2.1 低碳建材

- a) 宜优先选择已获得低碳产品认证或绿色建材认证的材料。
- b) 宜优先选用利用可再生能源进行加工、已实现净零碳生产的材料。
- c) 宜优先选用节能、节水、无污染的低碳材料，减少材料生产环节直接产生的碳排放。
- d) 在满足安全、健康和性能的前提下，宜优先选用使用废弃物作为原材料生产的材料，减少材料生产环节间接产生的碳排放。
- e) 宜优先选用本地低碳材料，或者利用项目原址及项目周边建筑拆除下来的可回收再利用材料，降低材料运输环节产生的碳排放。
- f) 宜优先选用高强、高性能以及耐久性强、耐腐蚀性强、耐高温性强、耐水性强、耐火性强、易维护、力学性能好、热工性能好的材料，延长材料使用寿命，降低运行产生的碳排放。
- g) 宜考虑不同材料之间合理的寿命匹配性，便于分别拆换、更新和升级。

6.2.2 装配式建造方式

- a) 服务区宜采用装配式建造方式并通过 BIM 技术进行整体设计，有效发挥其资源节约、环境保护、品质控制、节能减碳、工期缩短、成本控制等方面的优势，并符合 GB 50010、GB 50017、GB/T 51233 相关要求。建筑装配式比例不宜低于 50%。
- b) 应根据项目综合情况合理选择适宜的构件以及装配式结构形式，并科学合理地确定技术方案与实施方案。所选结构形式应同时满足节能减碳、抗震、抗台风、抗暴雨、防火等相关规范要求。
- c) 预制构件的设计应充分考虑拆分的便利性、制作的重复性以及运输和吊装的可行性，以便于工厂化生产和现场安装。连接部位的强度不应低于预制构件本身的强度并宜设置在受力较小的位置。预制构件及连接件的设计宜遵循少规格、多组合的原则。节点和连接件应受力明确、构造可靠，并满足承载力、延性和耐久性的要求。
- d) 预制外墙板应满足相关防火、防水性能要求，其接缝应与建筑立面外墙分格相对应，竖缝宜采用平口或槽口构造，横缝宜采用企口构造，板缝内侧应具有密封构造措施，密封胶应具备防霉、防水、防火、耐高温等性能。
- e) 建筑外侧应减少无功能、装饰性构件的使用；建筑内部宜采用易维护、易更换、耐久性好、与装配式结构形式易结合的装饰构件。

6.3 建筑节能

6.3.1 进场的外遮阳装置及其附件的品种、规格、性能和色彩，应符合建筑设计的专向要求，并在进场后的对方过程中采取防雨、防火、防雷等必要的防护措施。施工前应确认外遮阳施工条件后方可施工。

6.3.2 外围护结构隔热施工应妥善保管施工场地上的隔热材料，隔热材料的存放应采取防潮、防水、防爆晒等保护措施。

6.3.3 通风除湿系统施工期间应加强防尘保护、气密性、平衡调试等方面细节的处理和控制；新风系统所有敞口部位均应做防尘保护，包括风道、新风机组和过滤器，新风系统安装完成后应进行风量平衡调节，确保总送风量与排风量平衡满足设计要求。

6.3.4 建筑应有气密性保障专项施工方案，气密性保障应贯穿整个施工过程，主体施工结束后、精装施工前，应进行建筑气密性检测，检测可采用鼓风门法和示踪气体法。

6.3.5 照明灯具宜优先采用节能型灯具或具有集光、储光功能的不耗能照明设施，照明灯具的节能分级应符合设计要求。照明系统安装完成后应及时进行通电试运行，检查系统各项，确保正常照明效果。

6.4 可再生能源利用

6.4.1 可再生能源系统安装完成之后应及时进行性能检测，并根据检测结果对照设计进行核查。核查调整之后进行整体调试和验收，确保系统的正常运行和最佳运行效率。

6.4.2 太阳能发电系统施工进场前应对采用的材料、构件和设备进行复验，确保光伏组件的安全性能、热电转换性能、发电功率与效率。

6.4.3 风电系统组件应严格按照设计要求施工；施工期间应及时掌握气象情况，避免雨天施工或加强设施设备的防雨措施；安装工作应在 4m/s 的风速以下进行，确保操作的安全性。

6.4.4 储能设备安装前应确认安装环境符合设计要求且不会对周边生态环境造成破坏，储能系统安装过程中应有完善的安全维护措施，安装后应及时进行安全检测，确保系统正常运行。

6.5 绿色供能

6.5.1 电动汽车充（换）电站施工质量控制与验收标准应满足 NB/T 33004 相关要求。

6.5.2 加气站施工质量控制与验收标准应满足 GB/T 38429.1、GB/T 38429.2、GB 50156 相关要求。

6.5.3 加氢站施工质量控制与验收标准应满足 GB/T 34584、GB 50156 相关要求。

6.6 污废资源化利用

6.6.1 雨水资源化再利用宜选用节能、高效的雨水净化处理设备。雨水入渗工程施工前应对入渗区域的土壤渗透能力进行评价，采用的砂料应质地坚硬清洁，级配良好。收集回用系统的雨水蓄水池（罐）应做满水防渗漏试验，防渗漏等级不低于 P6。

6.6.2 污水处理及再利用应选用节能高效的设备，污水应实现 100%处理。

6.6.3 固废资源化利用宜选用节能、高效的垃圾处理设备，包括厨余垃圾、生活垃圾、有害垃圾、可回收垃圾等分类处理设备，回收率应达到 90%以上，资源化综合利用率应达到 60%以上。

6.7 绿地碳汇

6.7.1 绿化施工前应组织施工人员熟悉现场情况，在施工过程中对原有地形地貌做好保护与修复，减少施工对土壤、水质、自然生境和生物多样性的扰动。

6.7.2 绿化栽植、播种前应对场地土壤进行检测，优先采用原土改良优化，减少客土替换，降低土方及运输碳排放。

6.7.3 植物进场前应进行种类、品种、规格、数量、产地、拟栽植位置的核对与检疫手续办理，确保符合设计要求。

6.7.4 植物的病虫害防治应采用生物和物理防治方法，避免药物污染土壤与水源。

参 考 文 献

- [1] GB 50189 公共建筑节能设计标准
 - [2] GB/T 51129 装配式建筑评价标准
 - [3] CECS 418 太阳能光伏发电系统与建筑一体化技术规程
 - [4] T/ CCTAS 36-2022 高速公路零碳服务区评价技术规范
 - [5] 中国建筑节能协会建筑能耗与碳排放数据专委会 中国建筑能耗与碳排放研究报告
 - [6] 海南省统计局 2022 年海南统计年鉴
 - [7] 海南省气候中心 2022 年海南省气候影响评价
-