

团体标准
《高速公路零碳服务区建设技术指南》

编 制 说 明

交科院环境科技（北京）有限公司
山东高速集团有限公司
交通运输部科学研究院

2023 年 08 月

目 录

一、工作简况	2
二、标准编制的必要性和意义	7
三、主要编制过程	8
四、标准编制原则和技术依据	8
五、标准适用的范围和主要条款说明	9
六、重大分歧的处理依据和结果	23
七、采用国际标准或国外先进标准情况	23
八、其他应说明的事项	23
九、征求意见汇总表	23

一、工作简况

1. 任务来源

为了应对全球气候变化，彰显大国担当和责任，2020年9月22日，习近平主席在第七十五届联合国大会提出我国2030年前二氧化碳排放达峰和2060年前碳中和愿景。实现碳达峰、碳中和，是以习近平同志为核心的党中央经过深思熟虑作出的重大战略决策，事关中华民族永续发展和构建人类命运共同体。

2021年9月22日，中共中央、国务院发布《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》，意见指出，实现碳达峰、碳中和，是党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策部署，是着力解决资源环境约束突出问题、实现中华民族永续发展的必然选择，是构建人类命运共同体的庄严承诺。同日，国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》的通知（国发〔2021〕23号），通知中提出将碳达峰贯穿于经济社会发展全过程和各方面，重点实施包括能源绿色低碳转型行动、节能降碳增效行动、交通运输绿色低碳行动、循环经济助力降碳行动等在内的“碳达峰十大行动”。



图1 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发布通知



图2 国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知

交通运输业作为国民经济发展和居民生活必需的基础产业之一，消耗大量的能源。在工业、建筑和交通运输三大重点行业中，交通运输行业是碳减排潜力最大、难度最高的行业，对中国能否实现2030年左右碳达峰以及碳达峰后走势有重要影响，因此交通运输行业的碳减排是支撑我国实现“碳中和”目标的关键领域，交通系统低碳化是实现交通领域“双碳”目标的关键抓手。

习近平主席在第二届联合国全球可持续交通大会开幕式主旨讲话中提出，要加快形成绿色低碳交通运输方式，加强绿色基础设施建设，推广新能源、智能化、数字化、轻量化交通装备，鼓励引导绿色出行，让交通更加环保、出行更加低碳。

2019年9月，中共中央、国务院印发《交通强国建设纲要》中指出要绿色发展节约集约、低碳环保，加强老旧设施更新利用，推广施工材料、废旧材料再生和综合利用，提高资源再利用和循环利用水平，推进交通资源循环利用产业发展。强化节能减排和污染防治，优化交通能源结构，推进新能源、清洁能源应用。

2022年1月16日，交通运输部发布关于《交通强国建设评价指标体系》的通知，提出“安全、便捷、高效、绿色、经济”的核心，推动形成绿色交通发展方式，提高资源集约节约化水平，促进交通与自然和谐共生。



图5 交通运输部关于印发《交通强国建设评价指标体系》的通知

2022年2月10日，交通运输部召开碳达峰碳中和工作领导小组第一次会议，学习习近平总书记关于碳达峰碳中和工作的重要论述，及《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》和《国务院关于印发〈2030年前碳达峰行动方案〉的通知》精神，对交通运输绿色低碳发展工作进行部署。并且强调，交通运输是碳排放的重点领域之一。做好交通运输碳达峰、碳中和工作，是贯彻落实党中央国务院决策部署的迫切要求，是服务人民群众、满足人民美好生活需要、建设人民满意交通的迫切要求。在碳达峰碳中和框架下，强化大局意识、履行行业职责，强化系统谋划、做好统筹部署，强化分类施策、注重因地制宜，强化改革创新、推动双轮驱动，全面推进交通运输

绿色低碳转型，加快形成绿色低碳交通运输方式。



图 6 交通运输部关于碳达峰碳中和工作领导小组第一次会议

2022 年 6 月交科院环境科技（北京）有限公司联合了山东高速集团，共同发起了《高速公路零碳服务区建设技术指南》的团体标准申报，于 2022 年 10 月 13 日进行大纲评审，并通过了立项申报。

2.提出与归口单位

本地方标准由中国交通运输协会新技术促进分会提出，由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

3.起草单位

本地方标准由交科院环境科技（北京）有限公司、山东高速集团有限公司、交通运输部科学研究院共同起草。

二、标准编制的必要性和意义

1. 必要性

随着温室气体浓度的不断增加，气候变化危机已成为 21 世纪全人类共同面对的严峻挑战之一。2020 年 9 月 22 日，习近平主席在第七十五届联合国大会提出我国 2030 年前二氧化碳排放达峰和 2060 年前碳中和愿景。同年 12 月召开的 2020 年中央经济工作会首次决定将“做好碳达峰、碳中和工作”列入 2021 年年度重点任务，“制定 2030 年前碳排放达峰行动方案”写入正在编制的国家经济和社会发展“十四五”规划。2021 年 11 月在英国格拉斯哥举行的 COP26 峰会上，有近 200 个国家达成《格拉斯哥气候公约》，旨在将全球变暖控制在 1.5 摄氏度以内，以避免世界遭受灾难性气候变化。中国作为世界上最大的发展中国家，强化自主贡献目标，加快构建碳达峰、碳中和“1+N”政策体系，积极探索低碳发展新模式，为推动全球气候治理、应对气候变化作出实实在在的贡献，展现大国担当。

交通运输行业是能源消耗和温室气体排放的重点领域之一，强化交通运输节能减排，倡导绿色出行，减少交通运输对能源资源的消耗和环境的影响，是推动环境可持续发展的重要内容。在工业、建筑和交通运输三大重点行业中，交通运输行业碳减排的压力首当其冲，而高速服务区不仅是公路交通最重要的服务节点，也是交通运输行业与建筑领域、工业领域的交汇点，碳减排的潜力更大、难度更高、责任更重，对中国能否实现 2030 年碳达峰和 2060 年碳中和有非常重要的影响，因此高速服务区的碳减排不仅是交通运输行业的碳减排关键点，更是支撑我国实现“碳中和”目标的关键领域。做好高速服务区“碳达峰”和“碳中和”研究，事关全球气候变化全局和国家气候战略全局，也事关交通强国建设大局与国家双碳目标大局。因此，为积极响应国家号召，应对全球气候变化，落实交通行业碳达峰碳中和目标，推进交通运输碳达峰相关研究工作，根据交通运输部节能减排 2021 年工作要点中“推动交通运输零碳排放工程”任务安排，加快推进高速公路服务区零碳发展，促进高速服务区在交通运输行业率先实现碳达峰碳中和，组织开展零碳服务区建设试点工作。

2. 主要意义

目前国内尚无针对高速公路零碳服务区的建设技术指南，难以有效指导我国高速公路零碳服务区项目建设。因此，为贯彻执行零碳服务区相关规范与现行法律法规、政策，亟待开展高速公路零碳服务区建设技术指南的研究与编制工作，推动高速公路服务区有效降低碳排放量，尽快实现高速服务区的零碳目标，为全球气候变化温度控制目标及国家气候战略做出应有的贡献。

三、主要编制过程

为积极响应国家号召，应对全球气候变化，落实交通行业碳达峰碳中和目标，推进交通运输碳达峰相关研究工作，根据交通运输部节能减排 2021 年工作要点中“推动交通运输零碳排放工程”任务安排，加快推进高速公路服务区零碳发展，促进高速服务区在交通运输行业率先实现碳达峰碳中和，组织开展零碳服务区建设试点工作。2022 年 1 月，交科院环境科技（北京）有限公司、山东高速集团有限公司、交通运输部科学研究院共同起草。共同组成了《高速公路零碳服务区建设技术指南》编制组；本编制组针对工业、交通、建筑碳排放问题及服务区节能降碳措施，进行了一系列研究与实践积累，并通过对多个高速服务区碳排放情况进行了量化分析与技术总结，开展多次项目针对性调研活动并编写了建设技术指南草案。

2023 年 4 月 13 日，中国交通运输协会标准化技术委员会在北京组织召开了《高速公路零碳服务区建设技术指南》团体标准征求意见稿草案审查会议。

四、标准编制原则和技术依据

本技术规程的编制重点与思路为：在界定高速公路零碳服务区相关概念的基础上，明确高速公路零碳服务区的建设技术措施，在满足控制指标的基础上对服务区保温隔热系统、采暖通风系统、采光照明系统、可再生能源利用、综合加能设施、碳汇、零碳智慧管控系统等方面的技术措施进行了详细的规定与限定。

本技术规程的编制原则为：

1、科学性原则

建立高速公路零碳服务区的建设技术指南，首先要客观真实地了解服务区的状况，在满足服务区功能性与舒适性需求的基础上，针对服务区建设阶段，科学地提出实现服务区零碳目标的技术措施。

2、可持续性原则

高速公路零碳服务区的建设应遵循绿色、环保、节能和可持续发展的理念，秉持人与自然和谐共生的方式发展。此外，可持续性还应体现发展的连续性、动态性，建立的技术规程要适度超前，以适应科技的快速发展与可持续发展需求。

3、可操作性原则

建设技术措施应简洁明了，抓住关键性因素，并尽可能量化和简化指标要求，既能够突出重点，又便于实际操作。

4、适用性原则

技术指南建立在参考国际经验及相关标准的基础上，还结合我国高速公路服务区发展现状，因地制宜地选择我国不同气候区适用的建设技术措施。

本文件的编制技术依据为：降低服务区能耗水平和能源替代是高速公路零碳服务区实现零碳的主要技术依据。通过可再生能源利用所减少的碳排放抵消服务区能耗所产生的碳排放，实现服务区的相对零碳排放。

五、标准适用的范围和主要条款说明

1.范围

本文件规定了高速公路零碳服务区建设的总体要求、规划、设计、施工、验收与评价等要求。本文件适用于新建、改扩建高速公路零碳服务区，实现服务区运营期零碳目标，在规划、设计、施工、验收与评价阶段对绿色低碳的相关技术要求。

2. 规范性引用文件

GB/T 17646 小型风力发电机组

GB/T 25127.1 低环境温度空气源热泵（冷水）机组第1部分：工业或商业用及类似用途的热泵（冷水）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 30721 水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级

GB/T 34131 电化学储能电站用锂离子电池管理系统技术规范

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 37480 低环境温度空气源热泵（冷水）机组能效限定值及能效等级

GB 50156 汽车加油加气加氢站技术标准

GB 50242 建筑给排水及采暖工程施工质量验收规范

GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范

GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准

GB 50366 地源热泵系统工程技术规范

GB 50411 建筑节能工程施工质量验收标准

GB 50617 建筑电气照明装置施工与验收规范

GB 50966 电动汽车充电站设计规范

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 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范

GB 55037 建筑防火通用规范

JT/T 645.1 公路服务区污水再生利用 第1部分：水质

T/CECS 704 建筑整体气密性检测及性能评价标准

JT/T 967 公路蓄能型自发光交通标识

NY/T 1137 小型风力发电系统安装规范

NB/T 10417 低环境温度空气源热泵热风机安装验收规范

NB/T 33004 电动汽车充换电设施工程施工和竣工验收规范

T/ CCTAS 36 高速公路零碳服务区评价技术规范

3. 术语和定义：

明确的术语和定义，是标准使用者理解和实施标准的前提条件。标准对低碳材料、光储直柔等概念进行了明确的界定。

3.1 条款：明确将“低碳材料”定义为“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，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。”为降低服务区在运营阶段的碳排放量，采用低碳绿色材料是实现零碳运营的必要措施之一。目前住房和城乡建设部科技与产业化发展中心每年发布《绿色建材产品目录框架》，零碳服务区涉及到的建材可从中选用。除绿色建材之外，服

务区还涉及到非建材类材料，亦应尽可能选择能够最大限度地节约资源、保护环境、减少污染、降低碳排放，具有节能、减排、安全、健康、便利和可循环特征，与自然和谐共生的材料。

3.2 条款：明确将“光储直柔”定义为“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。”光储直柔指的是太阳能光伏（Photovoltaic）、储能（Energy storage）、直流配电（Direct current）和柔性交互（Flexibility）四项技术，是发展可再生能源的重要支柱，有利于结合服务区能源需求直接消纳光电风电。其中，“柔”是最终目的，为的是解决零碳服务区电力负荷峰值突出问题以及未来与高比例可再生能源发电形态相匹配的问题，而“光”、“储”、“直”则是实现“柔”这一目的的必要条件。

4. 总则

4.1 条款：交通、工业、建筑是碳排放较高的三大行业，服务区作为三个行业的交叉点，碳减排潜力非常大，因此应全力贯彻国家碳达峰碳中和战略，为推动交通运输行业零碳发展做出贡献。

4.2 条款：结合规划、设计、施工、运营等阶段制定适宜的碳减排方案，并明确实施路径，推动零碳服务区建设，更有利于顺利实现高速公路服务区零碳发展目标。

4.3 条款：高速公路服务区一般停车面积较大，可充分利用建筑屋面、绿地、停车位、边坡等空间资源，建设分布式光伏系统，实现光储充一体化。高速公路服务区主要服务于过往车辆，完善新能源车服务设施，满足新能源车辆的加能需求，提高新能源使用比例，形成光储充一体化模式，不仅有利于促进交通与能源的融合发展，推动新能源产业，对降低整个高速公路碳排放也至关重要。近年来中国新能源车的发展迅猛，新能源车的充电需求量逐年增加，很多服务区充电桩已经由4个增加到8个，仍旧需要排队使用，因此考虑到未来新能源车市场的进一步扩大，新建服务区的充电桩数量应合理评估设定，并预留增加充电桩的余地和换电设施，满足过往外部车辆的基本充电需求，为零碳运输和零碳出行提供便利。

4.4 条款：化石能源的碳排放较高，应减少使用，各地区宜根据当地实际情况，逐步降低化石能源使用比例，提高可再生能源使用比例，实现的途径为优先采用电气化设备，并通过太阳能、风能等可再生能源发电系统供能，促进可再生能源的使用替代，进一步降低碳排放。

4.5 条款：建设阶段采用集成化设计、精细化施工工艺、提高建筑装配式比例等更加严格的质量标准，可以提高建设阶段碳减排量。

4.6 条款：采用智慧管控系统进行碳排放数据分析和能源的精细化管理、设备智能化控制、智能运维和数字孪生可视化展示，优化管理方式，提高动态的智慧化管理水平，有助于进一步节能降碳、开源减碳、碳汇抵消。

4.7 条款：加大服务区的零碳宣传，及时公开服务区碳排放量、碳减排量和碳清除量，提高过往客群的零碳意识，对于促进碳减排至关重要。

5. 规划

5.1 条款：由于我国不同的气候区气候差异较大，零碳技术的适用性也有所不同，因此应针对项目所在的气候区气候特点与自然环境特征，因地制宜，综合考虑气候适应性，在空间规划和能源规划方面秉持节能降碳理念，采取适宜的零碳技术措施，确保在满足零碳目标的前提下，尽可能减少对自然环境的干扰、破坏，也尽可能降低因采取零碳措施而产生的建设成本。

5.2 条款：各服务区可再生能源资源禀赋条件、可利用空间资源、绿地面积等条件不尽相同，应根据每个服务区实际情况，综合评估零碳技术实施的技术可行性与经济可行性，选择最适宜的碳减排、碳替代、碳增汇等方面零碳技术措施和投资方案。

5.3 条款：生态环境保护是实现碳中和目标的基础，良好的生态环境不仅可以提高固碳能力，也是碳减排的重要途径之一，因此应注重选址、规划、设计、建设、运营全过程的生态环境保护措施，并在规划过程中强化对服务区内部及周边生态环境保护工作，降低服务区建设对重要生态系统和保护物种的负面影响。

5.4 条款：总体空间布局对服务区碳排放影响较大，宜在规划阶段通过总体空间布局优化，使其有利于自然生态环境保护、节能降碳、可再生能源利用，为设计和施工阶段的碳减排、碳替代、碳增汇打下良好基础。

5.5 条款：减少污染物、节能均有利于降低运营期碳排放，因此宜在规划阶段加强服务区污水、垃圾等污染治理，并通过针对老旧服务区和新建服务区采取不同的节能措施，实现节能减排。

5.6 条款：通过规划尽量提高服务区绿地面积，可有效提高服务区固碳能力，增加碳汇量。

6 设计

6.1 一般原则

6.1.1 条款：因地制宜、被动优先、主动优化等原则是实现服务区零碳目标的核心措施，有利于降低服务区能耗，提高能源使用效率，从而降低服务区运营碳排放。

6.1.2 条款：节能是实现零碳运营的核心点之一，国内外在零碳目标上，基本上技术路径一致，即通过被动式设计降低能耗，通过主动式能源系统提高能源效率，最大限度地降低服务区的整体能耗水平，是大大降低碳排放的关键。零碳服务区设计应遵循被动优先的设计原则，在很多情况下，被动式设计降低能耗具有一次性投入、长期受益的特点，与采用主动节能技术相比，不需要考虑设备效率下降、调试使用不当和设备折旧、设计工况与实际工况偏离等问题。

6.1.3 条款：充分利用服务区所在区域适宜的自然资源，最大化地转化为可再生能源，替代化石能源，可大大减少因化石能源消耗产生的碳排放。

6.1.4 条款：不同材料的碳排放差别较大，选用已获得绿色材料标识或绿色产品认证的绿色低碳材料，能够为服务区降低运营期碳排放打下良好基础。

6.2 保温隔热系统

6.2.1 条款：考虑到建筑采暖与降温能耗占服务区能耗比重较大，节能降耗的关键核心是提高冬季保温与夏季隔热性能，但各个气候分区保温隔热诉求不同，因此针对每个气候分区进行了要求的明确。

6.2.2 条款：重点强调北方以冬季保温、防寒、防冻为主的严寒地区和寒冷地区的保温要求。

6.2.3 条款：重点强调南方以夏季防热、遮阳、通风降温为主的夏热冬冷及夏热冬暖地区的夏季隔热要求。适宜的遮阳措施、屋面隔热措施、自然通风措施等可大大降低夏季降温的能耗需求。

6.2.4 条款：严寒地区和寒冷地区服务区建筑可结合外立面设计，采取措施降低北向散热、增加南向太阳能直接得热，以提高主要功能空间的冬季保温性能；夏热冬冷及夏热冬暖地区服务区建筑可结合外立面设计，采取措施加大南、东、西向遮阳及自然通风，以提高夏季隔热性能。

6.2.5 条款：建筑体形系数是指建筑外表面积和外表面所包围的体积之比。体形系数越小，单位面积对应的外表面积越小，外围护结构的传热损失越少，从降低服务区能耗角度出发，应根据服务区建筑特点，尽量采用简洁紧凑的造型，将体形系数控制在适宜的水平

上。建筑窗墙面积比既是影响建筑能耗的重要因素，也是提高建筑日照和自然采光的制约条件，玻璃幕墙、外窗和屋顶透光部分传热系数远大于非透明外墙，因此窗墙面积比越大，外窗在外墙面上所占的比例越大，冬季热损失也就越大，夏季得热也越多，不利于冬季保温、夏季隔热和节能降碳，但南向日照较为充足，有利于加大冬季太阳直接得热量，南向外窗不宜过小，因此在做服务区的零碳设计时，需要根据不同的朝向，采用不同的窗墙面积比，综合考虑保温隔热性能、太阳直接得热及遮阳，更有利于提高服务区整体节能效果。

6.2.6 条款：外围护结构是冬季散热与夏季得热的主要部位，因此选用适宜的材料和构造做法，采取措施使其达到最佳传热系数和外窗及透光幕墙太阳得热系数，确保外围护结构的保温隔热性能及气密性能，是降低能耗的关键。

6.3 采暖通风系统

6.3.1 条款：通过提高南向窗墙比、采取南向玻璃温室等措施，可提高建筑太阳能直接得热，改善建筑内部热舒适性的同时可降低冬季供暖能耗

6.3.2 条款：加大可开启窗扇或自然通风换气装置，目的是在确保室内空气质量和热环境舒适性的同时，采取措施降低通风能耗。

6.3.3 条款：室内送风口是新风的入口，设置在服务区建筑主要空间里，可确保主要空间的新风质量；回风是室内污浊空气的出口，设置在辅助空间，可有效避免污浊空气扩散到主要空间。

6.3.4 条款：通过碳中和认证的高能效等级的空调系统可降低供暖、供冷能耗；充分利用废热余热、自然冷热源可降低加热、降温能耗；高效新风热回收系统可通过新风和排风的热交换，回收排风中的能量，在降低能耗的同时保证新风的温度适宜。

6.3.5 条款：供暖、供冷系统分区独立设置，有利于运营期根据客流、空间使用等情况及时调整供暖、供冷方式、时间、区域等，可节约能源、降低能耗。

6.4 采光照明

6.4.1 条款：充分利用天然采光，可以在提高室内光环境舒适度的基础上降低人工照明能耗。利用措施除了合理加大采光天窗、侧窗面积之外，也可以采用反光板、导光管、下沉庭院等措施将太阳能光引入到地下室等阳光难以通过天窗、侧窗照射进来的空间，提高自然光的照明舒适度，减少人工照明，从而降低照明能耗。

6.4.2 条款：采用通过碳中和认证或节能认证的高效节能光源和灯具，并通过智能化节能控制，可以进一步降低人工照明能耗。

6.4.3 条款：考虑到人流量较大的区域照度要求更高，人流量小的区域照度要求相对较低，因此应根据人流量进行分区设计，在满足不同人流量照度要求的基础上进行优化，提高照明节能率，降低照明能耗。

6.4.4 条款：长余辉蓄能自发光照明系统不消耗电能，在满足室外微光照明需求的基础上，可大大降低人工照明能耗。

6.4.5 条款：室外景观照明能耗也比较大，可通过多种控制模式根据需求将能耗优化，以达到照明节能目的。

6.5 可再生能源利用

6.5.1 条款：国家能源局数据显示，2022 年我国可再生能源新增装机 1.52 亿千瓦，占全国新增发电装机的 76.2%，已成为我国电力新增装机的主体。其中风电新增 3763 万千瓦、太阳能发电新增 8741 万千瓦、生物质发电新增 334 万千瓦、常规水电新增 1507 万千瓦、抽水蓄能新增 880 万千瓦。截至 2022 年底，可再生能源装机突破 12 亿千瓦，达到 12.13 亿千瓦，占全国发电总装机的 47.3%。2023 年 4 月 4 日中国气象局发布的《2022 年中国风能太阳能资源年景公报》数据显示，2022 年全国太阳能资源年平均水平面总辐照量约 1563.4kWh/m²，为近 30 年（1992—2021 年）最高；光伏发电年最佳斜面总辐照量约 1815.8kWh/m²。公报同时也显示，东北地区东部、内蒙古中东部、新疆北部和东部、甘肃西部和北部、青藏高原大部等地高空 70 米风力发电机常用安装高度的风能资源较好，有利于风力发电。由此可见，中国可再生能源资源丰富，可再生能源装机容量也在快速增加，因此根据区域特色资源及技术能力，至少选择一种可再生能源并加以利用非常有必要，也可以根据资源情况选择多能互补，并尽量提高可再生能源利用比例和余热、废热利用比例。

6.5.2 条款：由于各地区可再生能源资源丰富程度不同，在可再生能源选择上可因地制宜确定，尽量以服务区本体范围内的可再生能源系统为主，以相邻可直接连接利用的地块或相近高速公路边坡可再生能源系统为辅，目的是鼓励各服务区依靠自身资源与技术通过降低碳源、提高碳汇而不是单纯依靠购买绿电实现近零碳目标。

6.5.3 条款：太阳能系统设计与零碳服务区设计同步完成，可推动 BIPV 设计，在确保服务区的可再生能源供应的同时，兼顾服务区建筑使用功能和外观形象。太阳能光伏组件采取最佳安装方位角与倾角，可确保最大限度地获得太阳能能源转化效率。由于太阳能系统会增加部分荷载，并且有引起火灾的风险及组件坠落伤人的风险，太阳能系统设计中应重视并满足结构、电气、防火、防坠落等安全要求。过高或过低温度会影响太阳能系统

的发电效率，因此应采取适宜的技术措施，确保太阳能系统的正常高效运行。严寒及寒冷地区屋面积雪的情况较多，需设置融雪、清雪通道，及时为光伏组件清雪，确保极端天气条件下的太阳能能源转化效率。

6.5.4 条款：根据中国气象局 2022 年统计数据，全国 70 米高度年平均风速为 5.4m/s，年平均风功率密度 193.1w/m²，尤其是东北地区东部、内蒙古中东部、新疆北部和东部、甘肃西部和北部、青藏高原大部等地高空 70 米风力发电机常用安装高度的风能资源较好，有利于风力发电。因此在我国风力资源丰富区域的服务区设置小型风力发电系统不仅能够更有效地利用可再生风能能源，而且可与太阳能光伏发电系统形成互补。

6.5.5 条款：我国属于农业大国，2022 年我国生物质发电新增 334 万千瓦，因此在周边农林生物质资源丰富且产量稳定可靠的区域，经过可行性评估后，可充分利用农林生物质设置生物质热电联产系统，把大量的农林废弃物及生活垃圾转化为热能与电能，满足所在服务区的能源需求，可在农林废弃物及生活垃圾减量的同时可持续获得可再生能源，既节能又开源，一举两得，双重减碳。化石燃料的碳排放量高、环境破坏大，而设置生物质热电联产系统的目的也是在保护环境的基础上可持续获得可再生能源，因此不应使用化石燃料，违背设置生物质热电联产系统的初衷。

6.5.6 条款：储能是推动化石能源向光伏等可再生能源发展的关键技术支撑点，也是解决能源危机的重点，为满足向服务区负载提供持续、稳定电力的需求，零碳服务区宜根据可再生能源发电系统装机容量，配置适宜容量的储能装置。截至目前，全国已有 46 个地区发布新能源配套建设储能的相关文件，新能源配储比例要求大多集中在 10%~25%之间，其中，山东、河南、湖南等地新能源配储比例已经高达 40%以上，尤其是湖南，配储要求已经高达 67%~77%，此外，内蒙古、上海、新疆、西藏等多地区提出鼓励 4 小时以上长时储能。储能方式主要包括电化学储能、热储能、机械储能等方式，其中电池储能相对成熟，已有相关技术标准可参考执行，具体形式包括锂离子电池、钠离子电池、固态电池等，电化学储能技术具有高能量密度、长循环寿命、低自放电等优点，而且可以进行大规模的储能和输出。热储能技术包括盐蓄热技术、热泵技术等，主要是利用热量的传递和转化来进行能量的储存和释放，具有高效、稳定、安全等特点。机械储能技术包括抽水蓄能、压缩空气储能、飞轮储能、重力储能等，主要是利用机械能的转化和储存来实现能量的储存和输出，具有高效、安全、长寿命等优点。储能系统在采用成熟技术的基础上，根据各服务区的实际情况，可选择适宜的新型储能技术应用。

6.5.7 条款：水（地）源热泵系统大部分能量来源于土壤或水源，小部分能量来自电力，用于将土壤中的热量“搬运”至室内。与锅炉(电、燃料)供热系统相比，更为节能、环保、高效。作为地热能的有效利用途径，地源热泵目前在建筑供暖和生活热水供应上已经获得了广泛应用。

6.5.8 条款：空气源热泵系统是通过少量的电能驱动，将空气中的能量转化为热能，为室内的地暖、风幕、暖气片等提供热源，节能高效，且应用范围宽广，在提供高效供暖的同时，实现碳减排。

6.6 综合加能设施

6.6.1 条款：发展新能源汽车是大势所趋，而高速公路零碳服务区，将会是新能源车辆大量聚集的地方，因此合理规划设置充（换）电站及加氢站等设施，建设光储充一体化系统，为新能源车辆提供充（换）电服务，并考虑加油站、加气站未来更新的可能性，可以推动更多的车辆使用可再生能源，降低交通碳排放。

6.6.2 条款：充（换）电站的设计除考虑选址的安全性及便捷性之外，还需要兼顾新能源车未来充（换）电技术的快速发展，考虑长远规划，做到远近结合、适度超前、分期落实或预留部分建设安装条件，并接入光储直柔系统，就地消纳近零碳服务区利用可再生能源发电所产生的绿色电力，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。

6.6.3 条款：氢能能量密度高、零污染、储量丰富，我国“十四五”规划中也将氢能列入前瞻谋划的未来产业，将重点发展布局。氢能当前阶段的主要应用场景是氢能源汽车。氢能源汽车是引领氢能产业化发展的重要细分行业，也会成为未来新能源汽车终极解决方案之首，因此在高速公路零碳服务区范围内合理设置加氢站，为过往外部车辆提供氢能源动力，是交通系统降低碳排放有效的措施之一，也是未来交通发展的需求。

6.6.4 条款：天然气是一种优质的清洁能源，具有热值高、安全性能好、污染少、体积小，技术相对成熟、价格低廉等优势。天然气的使用有利于优化能源结构，减少污染和能源碳排放

6.7 污废资源化再利用

6.7.1 条款：我国水资源严重短缺且分布不均，雨水收集与资源化再利用是缓解我国部分地区水资源短缺问题的重要措施之一，也是减少常规水处理碳排放的一个重要措施。服务区用地范围内可用于收集雨水的空间资源较多，如建筑屋面、建筑墙面、室外地面、道

路与停车位等均可作为雨水收集界面，最大限度地收集、储存、处理、再利用雨水。雨水污染较少，通常经过沉淀、过滤、储藏等简单处理即可作为景观绿化用水、洗车用水再次利用。雨水资源化再利用可以也改善服务区微气候，补充地下水，且雨水处理成本低，生态效益与经济效益效果显著。

6.7.2 条款：污水处理本身就是个碳减排过程，再加上污水收集率的提升和集中处理过程中的节能措施采用以及处理之后的资源化再利用，可以更进一步地挖掘污水处理的碳减排潜力。我国污水处理行业的碳排放量约占全社会总排放量的 1%，在环保产业中占比最大，1%占比虽然不算大，但是主要是依靠技术提升、改变运行模式，辅以适当的低碳改造，即可减少碳排放，相比之下减碳效益更大一些，且可以部分解决各地区水资源短缺问题。

6.7.3 条款：固废综合利用是提高资源利用效率的重要领域，有助于通过减少产品生产碳排放推动交通领域双碳目标的实现。固体废弃物主要包括厨余垃圾、生活垃圾、有害垃圾、可回收垃圾等，源头减量、分类就地处理是减少固废处理碳排放的重要措施。

6.8 绿地碳汇

6.8.1 在零碳服务区范围内提升绿地面积，充分利用绿植提高二氧化碳吸收量，提升生态系统碳汇能力，是抵消服务区碳排放、实现服务区零碳运营目标的一条重要途径。

碳汇植物选择原则

6.8.2 选用抗性及碳汇能力强、生态效益高、维护需求低的乡土树种及多年生草本植物，可提高服务区的碳汇能力、降低维护成本。严寒及寒冷地区选择耐寒能力强的植物，干旱地区选择耐旱节水的植物，湿热地区选择耐热、耐湿能力强的植物，可提高绿植的成活率，降低运营期维护成本，确保运营期绿地碳汇的可持续性。

6.8.3 绿植在幼龄期由于成长较快，碳吸收能力更强。多树种混交、乔灌木相结合的植物群落更有利于构建有效的生态系统，在保护环境的同时，提高综合碳汇能力。

6.9 零碳智慧管控系统

6.9.1 条款：零碳智慧管控系统可优化能源管理效率，全面提升管理能效，综合控制碳排放量，提升碳减排能力。

6.9.2 条款：2021 年 2 月 25 日，国家发改委和国家能源局联合发布的《关于推进电力源网荷储一体化和多能互补发展的指导意见》发改能源规〔2021〕280 号和 10 月 26 日国务院发布的《2030 年前碳达峰行动方案》国发〔2021〕23 号文，逐步明确了源网荷储一体化的实施路径，强调源网荷储一体化是实现碳达峰的重要支撑。源网荷储一体化是源源

互补、源网协调、网荷互动、网储互动和源荷互动等多种交互形式的简称，可充分发挥发电侧、负荷侧的调节能力，促进供需两侧精准匹配，保障电力可靠供应，确保服务区能源资源最大化利用。

6.9.3 条款：建设能源互联网，以数字化手段增强能源生产、传输、消费全天候、多层次、多源智能监测、分析和诊断，是实现能源精细化的有效途径。

6.9.4 条款：数字孪生的可视化展示模块是实现碳智慧管控系统可观可测、可控可用能力的基础条件。

7 施工

7.1 一般原则

7.1.1 条款：健全的零碳施工质量管理体系、专业的施工技术标准、施工质量检验制度和综合施工质量水平评定考核制度的建立，有助于降低施工阶段的碳排放，同时也能更好地落实规划、设计阶段的碳减排措施，为运营阶段的碳减排、碳替代、碳增汇、碳管控打下良好的基础。

7.1.2 条款：组织设计单位对施工单位、监理单位进行技术交底，并进行零碳服务区标准宣贯与技术培训的目的是确保施工单位和监理单位更清楚规划、设计阶段的碳减排措施及其原理、目的、要求，并在施工阶段严格按照规划、设计贯彻实施。

7.1.3 条款：使用可再生能源发电产生的绿色电力，是施工阶段减少化石能源使用的有效途径之一。

7.1.4 条款：采用通过碳中和认证的施工技术、施工工艺以及材料和设备，可降低施工阶段的间接碳排放。采用电气化施工装备及其它清洁能源装备和源车辆，可降低施工阶段的直接碳排放。

7.1.5 条款：装配式技术可以提高生产效率、降低人力成本和安全隐患，循环经济特征显著，减少物料浪费，降低建筑废弃物量，使得建筑全生命周期节能减排优势明显。

7.2 保温隔热系统

7.2.1 条款：制定专项施工方案可确保保温隔热、遮阳、断热桥和气密性保障等节能关键环节的落地实施，提升服务区建筑的热工性能和节能效率。

7.2.2 条款：保温材料吸湿、淋雨、暴晒后容易导致保温性能下降，应妥善保管保温材料，以避免其上墙后导致外围护结构整体热工性能降低。

7.2.3 条款：遮阳设施的遮阳效果受太阳方位及高度角影响较大，安装前需核实安装角

度及方向，确保运营期遮阳效果达到最佳。

7.2.4 条款：断热桥施工是确保建筑节能性的关键环节，尤其是外墙及屋面保温、外门窗安装及其与墙体连接部位处理、梁柱交接部位等位置，通常热损失较大，是建筑外围护结构中做好保温隔热的薄弱环节。

7.2.5 条款：气密性也是外围护结构保障保温隔热性能的关键环节，气密性保障应贯穿整个施工过程，并在主体施工结束后、精装施工前，应进行建筑气密性检测，以确保外围护结构的气密性良好。

7.3 采暖通风系统

7.3.1 条款：制定采暖通风专项施工方案并严格依据设计施工，有利于确保被动式采暖和自然通风的使用效果。

7.3.2 条款：平衡调试的目的是确保采暖通风系统在运营期运营效率达到最佳状态。

7.3.3 条款：断热桥施工和管道保温的目的是提高节能效率和供热、供冷运行效率，降低因采暖、降温产生的直接碳排放。

7.3.4 条款：设备防尘保护和管道保温可保持设施设备运行效率，延长设备使用寿命，减少因设备更换导致的间接碳排放。

7.4 采光照明系统

7.4.1 条款：制定采光照明专项施工方案可提高采光照明设施设备施工质量，确保运营期的天然采光效果与人工照明节能效果。

7.4.2 条款：符合碳中和或节能要求的照明设备可降低运营阶段人工照明设备的能耗及碳排放。

7.4.3 条款：及时进行通电试运行，可确保人工照明设备在运营期的正常照明效果，如试运行阶段发现照度不够，可及时调整优化。

7.5 可再生能源利用

7.5.1 条款：施工进场前对可再生能源所采用的材料、构件和设备进行核查，目的是降低安装误差和减少施工失误，提高安装效率。

7.5.2 条款：不同类型的可再生能源系统安装要求不同，做好不同类型之间的相互衔接，可减少安装失误。

7.5.3 条款：及时进行性能检测，可及时发现施工问题并调试优化，确保运营阶段可再生能源系统的正常运行和最佳运行效率。

7.5.4 条款：光伏组件安装方位角与倾角对太阳能转化效率影响较大，安装过程中应重视安装的正确性和准确性。

7.5.5 条款：风力发电系统安装过程中，应注意安装细节，确保安装的准确性和安全性。

7.5.6 条款：储能系统安装时应确保线缆的绝缘性能，避免电流短路发生安全事故。

7.5.7 条款：地埋管系统是水（地）源热泵施工中最为重要的一环，技术难点较多，处理不当很容易造成后期地源热泵运行达不到效果，因此宜在确定埋管形式和技术设计的基础上，合理确定埋管深度。

7.5.8 条款：空气源热泵是通过转移空气中的热能来实现制热的，因此热泵主机一定要安装在通风位置较好的地方，避免因通风受阻导致空气源热泵制热效率降低。室外机组暴露在室外环境中，很容易因沙尘、雨雪而导致机组故障，因此室外机组安装位置应根据室外环境条件慎重选择。施工过程中管道要做好保温，不仅可以保证热水温度在输送时不至于快速下降，而且有利于延长管道寿命。

7.6 综合加能设施

7.6.1 条款：充（换）电站具有能量密度大、火灾风险大、火灾难扑灭等风险特点，因此施工安装过程中应重视安全性，确保施工质量，避免火灾等风险发生。

7.6.2 条款：虽然氢具有显著的环境优势，但其高度易燃的性质需要在施工过程中小心处理，以降低潜在的危险。为保障施工人员的安全，必须建立严格的施工安全措施，有效解决与氢相关的潜在安全风险，比如适当的培训和知识普及、足够的通风和检漏、完善的消防措施等。

7.6.3 条款：加气站主要是 LNG（液化天然气）、CNG（压缩天然气）的补充站，不管是液化还是压缩处理，天然气都会易燃易爆，因此加气站的储罐、储气瓶组、压缩机与泵、加气机、天然气管道等设施设备的安装均应注意防火、防爆，确保施工安全与运营期正常运营的安全性。安装完成后应及时进行压力试验和严密性试验，确保交付使用后的正常运营。

7.7 污废资源化处理系统

7.7.1 条款：节能、高效的处理设备可降低污废一体化处理的能耗。

7.7.2 条款：污废资源化处理设备一次性安放到位，减少移动，可以缩短施工周期，减少大型吊装机械能耗，降低碳排放。

7.7.3 条款：强调各工种之间密切配合的原因是因为污废资源化处理系统涉及工艺、土

建、电气、给排水、设施设备等多个专业，各专业之间如配合不好，很容易出现安装问题，导致运营期无法正常运行。

7.7.4 条款：土壤的紧实度、孔隙度与土温对雨水下渗能力和速度都会有影响，土壤的颗粒越粗，透水性越好，下渗能力越强；土壤结冰或有冻土层，下渗能力降低，因此雨水入渗工程施工之前宜评估确定土壤渗透能，并根据评估结果制定专项施工方案。雨水蓄水池(罐)需要较强的防渗能力，避免储存的雨水因渗透而减少，因此宜施工完成后做满水试验，以检验其防渗漏性能。

7.7.5 条款：雨水倒灌夹带的垃圾容易堵塞管道、阀门、水泵等，导致设备无法正常运行，因此安装之前需要确定安装基面排水是否通常。

7.7.6 条款：厨余垃圾的堆积和发酵过程会释放出大量的甲烷等温室气体，生活垃圾焚烧则会产生酸性气体、有毒重金属和二恶英等卤代化合物等，如设备安装时密闭性不好，导致有害气体泄露，则会对环境造成巨大的污染。

7.8 绿地碳汇

7.8.1 条款：施工人员再施工前熟悉场地现状、了解原有地形地貌、水体植被，再施工过程中更容易做好生态环境保护，减少施工对土壤、水质、自然生境和生物多样性的扰动。

7.8.2 条款：结合土方工程进行营造，做好场地内土方平衡，可减少土方运输的碳排放。雨水收集和污水处理后应用可与原有地形地貌中的洼地结合，形成湿地景观，既减少了土方量，又能保护和修复生态环境。

7.8.3 条款：原土改良优化不仅可以保持原有的生态系统，还可以减少客土运输产生的碳排放。

7.8.4 条款：提前进行苗木种植培育，可缩短绿化工期，做到快速绿化覆盖裸露场地，降低扬尘，做好施工期生态环境保护。

7.8.5 条款：绿植进场前的多方核对与检疫手续办理可有效避免绿植病虫害及外来物种侵袭生态系统，确保绿植的存活率。

7.8.6 条款：智能节水灌溉系统可有效节水，减少碳排放，与零碳智慧管控系统融合，则可以及时监控与优化灌溉水量和灌溉方式，使有限的用水最大化发挥价值。

7.9 零碳智慧管控系统

7.9.1 条款：互联协同、科学管理的智慧化施工管理系统可在施工期监控、优化、降低各方面碳排放，实现低碳建设目标。

7.9.2 条款：对施工现场碳排放情况进行定期跟踪、监测，并定期检测施工设施设备，不仅可以确保施工机械的正常运行、提高施工效率，也可以优化调整施工碳排放。

8 验收与评价

8.1 条款：施工完成后宜进行规划、设计阶段针对零碳目标采取的技术措施进行专项验收，确保零碳技术措施的正确实施。

8.2 条款：验收时可根据 T/CCTAS 36 高速公路零碳服务区评价技术规范进行（近）零碳评价，确定服务区的等级，并进行零碳服务区认定。

8.3 条款：评价由第三方机构审查，并提供真实的技术资料，可确保评价结论的准确性与可靠性。

8.4 条款：每个高速公路服务区如能采取零碳措施，实现近零碳服务区（二星）相对容易，便于提高各个服务区推动零碳建设的积极性。

六、重大分歧的处理依据和结果

无重大意见分歧。

七、采用国际标准或国外先进标准情况

参考的国际标准如下：

《温室气体 ISO14064（Greenhouse gases）》，国际标准化组织

八、其他应说明的事项

无。

九、征求意见汇总表