

DB4403

深圳市地方标准

DB4403/T XXX—XXXX

零碳公园建设规范

Specification for zero carbon park construction and operation

(送审稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

深圳市市场监督管理局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
5 零碳公园的新建和更新改造	2
5.1 地形设计	3
5.2 水资源布局	3
5.3 园路系统	3
5.4 停车场与车辆	4
5.5 植物	4
5.6 建（构）筑物	4
5.7 能源系统	4
5.8 碳排放综合管理系统	5
6 零碳公园运营和维护	5
6.1 废弃物管理	5
6.2 植物管养	5
6.3 建（构）筑物维护	6
6.4 碳排放监测与管理	6
6.5 碳补偿	6
6.6 游客低碳行为引导	6
7 零碳公园综合评价	7
7.1 评价机制	7
7.2 碳排放核算	7
7.3 评价指标体系	8
附录 A（资料性） 零碳公园碳排放核算方法	10
附录 B（资料性） 零碳公园碳排放核算方法相关缺省值	16
附录 C（资料性） 固碳植物推荐	19
附录 D（资料性） 公园碳排放核算案例	20
参考文献	21

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作指南 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由深圳市城市管理和综合执法局提出并归口。

本文件起草单位：深圳市公园管理中心、深圳市国际低碳发展研究院。

本文件主要起草人：余淑莲、李婕、李舒婷、王苏宁、陈庚、郑雨、何晓慧、庄立源、唐志蕴、庄梅梅、王东、黄永衡、曾元、梁宇、孙静宇、李珏、吴楷升、袁若瑶、孟浩伦、李岱蔚。

零碳公园建设规范

1 范围

本文件规定了零碳公园建设的基本要求、新建和更新改造、运营和维护、综合评价等内容。
本文件适用于深圳市的自然郊野公园、城市公园、社区公园等零碳公园的规划、建设和运营过程。

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 24040—2008 环境管理生命周期评价原则与框架
GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
GB 51192—2016 公园设计规范
GB/T 51366—2019 建筑碳排放计算标准
GB/T 51368—2019 建筑光伏系统应用技术标准
SZDB/Z 166 产品碳足迹评价通则
SJG 44—2018 公共建筑节能设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

零碳公园 zero carbon park

充分利用、协调自然资源与环境空间，通过建设、更新改造和运营和维护过程中人为新增的碳汇以及其他碳补偿活动抵消碳排放，使人类活动造成的碳排放净值为零甚至为负排放的公园。

3.2

可再生能源 renewable energy

风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源。

[来源：《中华人民共和国可再生能源法（修正本）》]

3.3

温室气体 greenhouse gas

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：如无特别说明，本标准中的温室气体包括：二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化合物(HFC_s)、全氟碳化合物(PFC_s)、六氟化硫(SF₆)和三氟化氮(NF₃)。

[来源：GB/T 32150—2015, 3.1]

3.4

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段，包括从自然界或自然资源中获取原材料，直至最终处置。

[来源：GB/T 24040—2008，3.1]

3.5

生命周期评价 life cycle assessment (LCA)

对一个产品系统的生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价。

[来源：GB/T 24040—2008，3.2]

3.6

碳足迹 carbon footprint

个人、组织、事件、产品或服务所造成的温室气体排放总量，通常所有温室气体排放用二氧化碳当量来表示。

3.7

产品碳足迹 carbon footprint of a product

基于产品生命周期评价，以二氧化碳当量表示的产品系统中温室气体排放和清除之和。

[来源：SZDB/Z 166，3.5.1]

3.8

碳源 carbon source

向大气中排放温室气体、气溶胶或温室气体前体的任何过程或活动，如化石燃料燃烧活动。

[来源：省级温室气体清单编制指南（试行）]

3.9

碳汇 carbon sink

从大气中清除温室气体、气溶胶或温室气体前体的任何过程、活动或机制，如森林的碳吸收活动。

[来源：省级温室气体清单编制指南（试行）]

3.10

碳普惠 carbon inclusion

为小微企业、社区家庭和个人的节能减碳行为进行具体量化和赋予一定价值，并建立起以商业激励、政策鼓励和核证减排量交易相结合的正向引导机制。

4 基本要求

4.1 零碳公园的新建、扩建、改建和修复的设计应符合 GB 51192—2016 的要求。

4.2 零碳公园应每年进行温室气体排放量核算，其温室气体排放量核算应至少包括其管理主体（例如公园管理机构）和公园区域内的温室气体排放量。

4.3 零碳公园应结合公园的面积、性质、功能等因素，适时评估公园实现零碳排放的可行性及具体路径，应在每年进行碳排放核算的基础上，详细列出在建（构）筑物、能源系统、废弃物处理、公园绿植的改造等方面达成的碳减排量。

4.4 零碳公园建设的设计主体、建设主体、运营及管理主体的资质在满足基本要求和成本控制的前提下，宜遵循全生命周期碳减排理念，使用低碳或负碳的原料、技术和设备，采用完善、科学的碳排放管理体系、制度和措施，持续降低公园碳排放。

5 零碳公园的新建和更新改造

5.1 地形设计

5.1.1 公园设计地形时应遵循轻微改造的设计理念，尽量减少对环境的干扰和破坏，不对原本地形做较大的改变。

- 5.1.2 绿化用地宜做微地形起伏，应有利于雨水收集，以增加雨水的滞蓄和渗透。
- 5.1.3 公园地形与竖向规划建设应充分保护和利用原有的地形地貌，营造符合当地生态环境的自然景观。
- 5.1.4 对原地表层适宜栽植的土壤，应加以保护并有效利用。
- 5.1.5 地形填充土不应含有对环境、人和动植物安全有害的污染物或放射性物质，适当填挖场地内部土方，减少外界土方运输造成的污染和资源浪费。
- 5.1.6 地形堆砌过程中，应对原有土层进行剥离保护，待地形完成后回填原有土壤，以恢复土地生态性。

5.2 水资源布局

- 5.2.1 公园应合理布局公园水体，充分利用天然的河流、湖泊水系来构建良好的水体生态系统，采用自然、生态的水体建造模式，减少改造降低碳排放；降低人工水景对清洁水源的需求，串联公园水体、天然水系、绿地灌溉系统，最大限度地实现水资源重复利用。
- 5.2.2 应充分考虑水景的长期管理维护成本，确保水景在功能和景观上的经济性和持久性。
- 5.2.3 应结合海绵城市建设要求，加强水系廊道的衔接、保护与控制，增强雨水滞蓄净化功能，水体景观设计应与雨水系统控制目标相结合。
- 5.2.4 公园应配备节水设备或器具以及水回收系统，并对现有建筑物进行合理的节水改造，提高水资源利用效率，从源头降低总体用水需求并减少污水生成量。
- 5.2.5 再生水管网覆盖范围内的新、改、扩建公园，应当推广使用再生水和雨水等非传统水源用于景观水体补水、绿化浇洒、道路广场冲洗和公共厕所冲洗用水等。未在再生水管网覆盖范围内的新、改、扩建公园应推广雨水和公园内中水等非传统水源用于景观水体补水、绿化浇洒、道路广场冲洗和公共厕所冲洗用水等。
- 5.2.6 公园可设置专门的小型污水处理设备，对产生的甲烷进行回收利用，减少下水道传输过程中或化粪池现场处理中由于厌氧降解而产生的甲烷。对污水处理后的污泥宜进行低碳化处置，推行“生物堆肥+土地利用”和“厌氧消化+沼气发电”等处理工艺，对污泥进行处置并进行资源化利用。
- 5.2.7 公园宜采取屋顶花园和人造湿地等方式，通过滞蓄雨洪减少对排水设施的需求。公园的人造湿地可构建“三级湿地模式”或“活弹性湿地模式”，合理设置透水铺装、雨水花园、下凹式绿地、屋顶雨水断接和雨水调蓄、回用设施等绿色雨水基础设施，尽可能实现公园的低影响开发建设。

5.3 园路系统

- 5.3.1 公园园路系统应根据公园规划确定的性质、定位，充分尊重公园的自然地形、水体、植物等生态机理条件，满足游览、集散、管理等需求设置，形成完整的园路系统。
- 5.3.2 公园园路规划应有助于提高慢行交通的安全性、便利性和舒适性。
- 5.3.3 在有条件的情况下，园路倡导采取手作步道的形式建设，降低对生态环境的扰动，增进步道的永续性。
- 5.3.4 公园在进行园路改造提升项目时，宜优先利用原有道路基础，选择低碳路面材料，并以就近原则选取材料。

5.4 停车场与车辆

- 5.4.1 推广新能源汽车，加强配套基础设施建设，包括但不限于：

- a) 公园内新增或替换的管理用车应为纯电动汽车；
- b) 停车场应按不低于 50%的停车位数量设置充电桩，做 100%预留充电桩建设安装条件，并在可行的情况下设置光伏和储能系统。

5.4.2 公园应制定新能源汽车的停车优惠政策，包括但不限于：

- a) 制定差别化的停车管理政策，对于新能源汽车给予停车费的优惠措施；
- b) 制定差别化的停车场预约政策，使用新能源汽车的游客可以优先使用公园附属停车场的停车位。

5.4.3 宜在管理建设过程中与合作的运输单位（例如清运垃圾、公园新建或更新改造中的运输单位）签订环保协议，使用满足本地区尾气排放标准的运输车辆，不达标车辆不应进入园内。

5.4.4 公园地面停车场应采用林荫停车场的形式，在满足停车要求的条件下，种植乔木或采取立体绿化的方式，在遮荫的同时实现碳吸收。

5.5 植物

5.5.1 公园的植物组群类型及分布，应根据当地的气候状况、园外的环境特征、园内的自然资源禀赋，结合景观构想、功能要求、当地居民游赏习惯和植物固碳能力等确定。

5.5.2 公园宜优化林分结构，开展森林抚育，优先培育长寿命的大径级树木及高效固碳植物群落，增强碳汇能力与植物多样性。

5.5.3 公园应减少土壤扰动，适当提高植物土壤中的有机与无机碳含量、增强土壤微生物活性，以此增加土壤碳库中环境缓冲力。

5.5.4 公园在种植植物时应减少化肥使用量，增施有机肥。公园应优先乡土树种与场地原生植物的应用，以近自然的植物配置方式构建乔灌草复层结构，适当增加植物群落内阔叶树种与大胸径树种的比例，并提高一定的植物养护等级。

5.6 建（构）筑物

5.6.1 新建或改造的建筑本体应推广使用被动式设计，充分利用天然采光、自然通风以及维护结构保温隔热等，从源头上实现建筑能耗的降低。能耗应采用相对指标控制，以符合 SJG 44—2018 中的规定，设计建筑的全年累计耗冷热量、供暖空调照明生活热水电梯一次能源消耗量降低幅度应参照《深圳市超低能耗建筑技术导则》。

5.6.2 公园应减少围墙的设置，增加公园的开放性，方便周围游客从各个方向步行入园。

5.6.3 需要设置围墙的区域，公园可采用储能墙、花篱或其他储能设施相结合的方式替代传统围墙。

5.6.4 公园标识系统与座椅建议与光伏发电系统相结合，同时可设置手机充电接口等与游客互动的功能。

5.6.5 路灯与照明灯具应选用高效率节能型太阳能灯具，有条件的情况可采用智能灯具，将照明与环境监控系统或能源监控系统等相结合。

5.6.6 公园构筑物屋面宜多用光伏，立面遮阳系统可结合光伏，并符合 GB/T 51368—2019 的要求。建材应尽量选择产品碳足迹较低材料，并就近采购。

5.6.7 新建的园林绿化景观应充分实现公园新建或改造过程中产生的建筑废弃物的循环利用，宜采用回填利用、堆山造景等方式促进废弃物无害化、资源化处理。

5.7 能源系统

5.7.1 公园应因地制宜开发可再生能源系统，可再生能源系统的开发应根据园内的总体规划、风能、太阳能、地热、水资源等进行设计，应根据当地资源与实用条件统筹规划，宜采用新材料、新工艺、新设备与新技术，满足安全可靠、经济适用、低碳环保、美观、便于维护与安装的要求。

5.7.2 公园采用可再生能源时，应根据适用条件和投资规模确定该类能源可提供的用能比例或保证率，以及系统费效比。

5.7.3 公园能源系统应实现内部的清洁电气化，使用高效节能的用电设备，建立全电力供能建筑和基础设施，逐渐减少化石燃料基础设施（包括通过燃气供热、烹饪、加热热水等）。

5.8 碳排放综合管理系统

5.8.1 公园应建立碳排放综合管理系统，对园区内的碳排放进行监测、分析和控制。管理系统应包括碳排放数据采集、分析、报告和审计，确保实现碳排放减少和碳中和目标。碳排放管理系统需与可再生能源系统协同工作，以实现更高效的碳排放减少。

5.8.2 结合 5.7.3 节的清洁电气化实现，采用高效节能用电设备，降低碳排放。

5.8.3 公园宜对园内新建或改造采用的各类产品的全生命周期碳足迹进行梳理和数据统计，优先采用碳足迹较低的产品。

6 零碳公园运营和维护

6.1 废弃物管理

6.1.1 公园运营应符合零废公园建设环保要求，对废弃物实施零排放策略，确保园内废弃物处理不产生二次污染。

6.1.2 公园应定期对园内固体废物产生量进行统计分析，制定相应的减量化措施。

6.1.3 公园应建立垃圾分类回收网络，并应符合下列要求：

- a) 园容卫生管理过程中产生的垃圾应严格按照《深圳市生活垃圾分类管理条例》进行分类回收；
- b) 在人流活动频繁处设置垃圾分类标识和设施。

6.1.4 公园应建立再生资源回收利用体系，并应符合下列要求：

- a) 在公园人流频繁处设置再生资源分类收集设施，使尽可能多的废弃物能就地进行处理、回收利用，减少废弃物运输过程中的碳排放；
- b) 设置有机堆肥点，促进提高园内有机废物堆肥处理水平，使其能就地处理并利用。

6.2 植物管养

6.2.1 公园植物管养除了考虑景观效果、功能要求外，应考虑园内绿地植被的固碳能力，并应符合下列要求：

- a) 及时伐除过熟木、枯立木、病腐木，避免碳汇变碳源；
- b) 经科学评估后对过密林分适时疏伐，减少树木的自然枯死，从而减少森林自身的碳排放。

6.2.2 公园宜设置观测样地，并应符合下列要求：

- a) 做好样地的档案管理，记录样地数据，如经营类型、森林类型、林分结构、蓄积量和生长率、灌木、草本植物、土壤变化情况；
- b) 确定样地总体实验目标、每块特定样地实验目的和经营方式，并对测量数据进行比较分析，总结提高碳汇能力的最佳措施。

6.3 建（构）筑物维护

6.3.1 公园建筑应采取全生命期周期的管理理念进行运营管理，包括建筑的规划与设计、建造与运输、运行与维护直到拆除与处理（废弃、再循环和再利用等）的全过程。

6.3.2 公园建筑的运行与管理应在保证运行安全和满足室内环境设计参数要求的前提下，选择最利于建筑节能的运行方案，并应符合下列要求：

- a) 立足建筑设计，针对建筑在性能化设计、围护结构、空调与通风、电气系统、可再生能源等方面的特点进行运营、维护和管理；
- b) 根据室外气象参数和建筑实际使用情况做出动态运行策略调整。

6.3.3 公园建筑及设施应在正式投入使用的第一个年度开始进行建筑能源系统及设施的调试。调试应满足下列要求：

- a) 应覆盖主要的季节性工况和部分负荷工况；
- b) 应覆盖建筑设备监控系统及所有联动工作的用能系统和建筑构件；
- c) 调试工作应以运行效果达到或接近设计预期为目标；
- d) 建筑使用过程中，建筑使用功能发生重大改变或对用能系统进行改造后，应在建筑正式恢复使用的第一个年度再次进行完整的系统调试。

6.3.4 公园建筑及设施运行时充分利用建筑的气候响应设计措施，在运行中利用自然条件改善室内环境，降低能源消耗，应满足下列要求：

- a) 当室外温度小于舒适区域，且空气质量较好时，应开窗通风，充分利用自然通风；
- b) 对于室内自然采光良好的区域，应加强照明控制系统的管理，充分利用自然光，减少照明的使用。

6.3.5 公园建筑及设施的维护和保养应注意以下事项：

- a) 应对建筑围护结构隔热系统等关键部位进行维护和保养，如发现故障，应及时进行维修；
- b) 应定期对太阳能光热、光伏组件表面进行清洁，保障使用效果。

6.4 碳排放监测与管理

6.4.1 公园应建立碳管理制度，设置碳监测岗位，对公园的碳排放、碳交易和碳资产等进行科学管理。

6.4.2 公园应每年对碳排放量进行核算和评估，并根据结果持续优化公园的减排增汇方案。

6.5 碳补偿

6.5.1 公园管理机构可通过实施边界内自主开发项目，以抵消自身的碳排放。宜结合自身实际情况，建设可再生能源项目等。

6.5.2 公园管理机构可通过实施边界外购买碳减排量来抵消短期内难以避免的碳排放，公园建成前3年抵消的碳排放比例不超过公园总碳排放的10%，3年后抵消的碳排放比例不超过公园总碳排放的3%。公园可自主购买绿电，国家核证自愿减排量（CCER），政府备案或者认可的碳普惠项目减排量等。

6.6 游客低碳行为引导

6.6.1 公园宜利用智能化技术，识别、记录游客的碳足迹。

6.6.2 公园内应鼓励游客采用步行、自行车等慢行交通方式。

6.6.3 公园可开发零碳公园游客碳普惠应用程序，实现与深圳碳普惠平台的联通，探索以积分奖励等激励机制，引导游客减少或中和自身在公园活动期间的碳排放。

6.6.4 公园可设立以绿色科技、零碳技术等为主要体验目标的绿色生活体验馆，为游客提供亲身感受低碳、零碳、负碳的场馆。

6.6.5 公园应设立“双碳”相关知识的宣传场所，并定期举办相关科普活动，通过公众教育、激励机制等手段，鼓励引导游客践行低碳、绿色的行为习惯和消费模式，培育绿色低碳和可持续发展的社会文化。

6.6.6 公园宜成为推广低碳环保产品的宣传窗口。在公园内售卖的物品宜具有产品碳标签，公园应优先售卖环保及由可再生材料包装的产品。

7 零碳公园综合评价

7.1 评价机制

7.1.1 零碳公园评价应以园区场地环境、交通设施、建（构）筑物本体、能源系统、园容卫生、植物管养、资源回收利用、信息管理、科普宣传为评价对象。评价对象应落实并深化相关标准的要求；涉及系统性、整体性的指标，应基于公园总体碳排放进行评价。

7.1.2 新建或改造零碳公园评价应在建造竣工后进行。在施工图设计完成后，可进行预评价。

7.1.3 申请评价方应对参评园区进行全寿命技术和经济分析，选用适宜技术、设备和材料，对规划、设计、施工、运行阶段进行全过程控制，并应在评价时提交相应分析、测试报告和相关文件。申请评价方应对所提交资料的真实性和完整性负责。

7.1.4 评价机构应对申请评价方提交的分析、测试报告和相关文件进行审查，出具评价报告。

7.1.5 若有必要，可针对部分项目形成专项报告。

7.2 碳排放核算

7.2.1 公园碳排放核算遵循科学性、相关性、一致性、准确性、透明性、保守性等原则，具体原则详见附录 A。

7.2.2 公园建造及拆除阶段碳排放计算标准及碳排放因子等参数参照 GB/T 51366—2019 执行。建造阶段碳排放是指公园完成各部分项工程施工产生的碳排放和各项措施项目实施过程产生的碳排放；拆除阶段碳排放是指人工拆除和使用小型机具机械拆除使用的机械设备消耗的各种能源动力产生的碳排放；建材生产及运输阶段碳排放包括建筑主体结构材料、建筑围护结构材料、建筑构件和部品等。应按现行国家标准 GB/T 24040—2008 计算。

7.2.3 公园运维阶段碳排放应核算直接碳排放和间接碳排放。具体包含内容如下，具体碳排放核算流程和方法详见附录 A：

公园的直接碳排放：

- a) 固定源排放：发生在公园地理边界内的固体、液体与气体燃料燃烧，如公园办公、运行和维护等活动需要使用液化石油气或天然气，固体废弃物、废水处理过程中产生的碳排放；
- b) 移动源排放：公园办公、运行和维护等活动需要的车辆等交通运输工具进行交通活动消耗燃料的燃烧，如公园接驳车、巡逻车使用汽油、柴油等燃烧，不包括公园员工私家车燃料的使用；
- c) 逸散排放：逸散型排放源，如冰箱、空调和化粪池等产生的排放，在公园中主要为暖通空调系统中由于制冷剂使用而产生的温室气体排放。

公园的间接碳排放，是指外购电力的碳排放，即公园运营维护中使用的外购电力的生产过程产生的碳排放，这些碳排放是由公园办公、运行和维护等活动需求所带来的，但实际排放源属于电力的生产企业，是公园办公、运行和维护活动给其他单位（企业）带来的间接碳排放。

7.2.4 公园统计期内的人为新增碳汇计算。具体方法详见附录 A。

7.3 评价指标体系

7.3.1 零碳公园综合评价指标用来评价公园是否零碳以及零碳公园的建设水平，零碳公园规划与建设评价指标和零碳公园管理与运行评价指标是对零碳公园综合评价指标的补充和参考。

7.3.2 由于各公园自然条件存在较大差异，除零碳公园综合评价指标中的必选项指标外其他指标目标均为参考值，评价机构宜结合公园实际情况，确定各指标的目标值，并适当增减评价指标。

7.3.3 零碳公园综合评价方法包含综合指标和可持续发展指标两个分项，5 个指标内容。其中综合指标为必选项指标，为一票否决制，公园必须满足该指标目标才可成为零碳公园；可持续发展指标为可选项指标，实行打分制，以辅助评价零碳公园建设水平。详见表 1：

表 1 零碳公园综合评价指标

分项	目标	指标名称	指标单位	指标目标
综合指标	降低公园总体碳排放，增加公园碳汇	园区净碳排放总量	吨/年	≤0
可持续发展	自然环境	土壤环境质量达标率	%	100
		地表水环境质量达标率	%	100
		地下水环境质量达标率	%	100
	物理环境	热岛强度	℃	≤1

7.3.4 零碳公园规划与建设评价指标包含场地环境、建筑本体、交通设施、能源系统 4 个分项，12 个指标内容。详见表 2：

表 2 零碳公园规划与建设评价方法

分项	目标	指标名称	指标单位	指标目标
场地环境	充分利用场地环境中的风光热	N/A	N/A	N/A
	减少对原有环境的破坏	N/A	N/A	N/A
	对雨洪进行管理	年径流总量控制率（适用于城市公园和自然郊野公园）	%	≥80
		年径流总量控制率（适用于除城市公园和自然郊野公园之外的其他公园）	%	≥70
交通设施	引导游客使用新能源汽车	配备充电桩停车场数量占停车位总数比例	%	≥50
	减少公园管理运行中的交通碳排放	园内及其管理用新能源汽车占机动车比例	%	≥90
建筑本体	降低公园建设阶段产生的碳排放	建筑建造阶段的单位建筑面积的碳排放	kg/m ²	无
		建筑拆除阶段的单位建筑面积的碳排放	kg/m ²	无
		单位建筑面积的建材生产及运输阶段碳排放	kg/m ²	无
	降低建筑能耗	单位建筑面积综合能耗	kgce/m ²	≤35

表2 零碳公园规划与建设评价方法（续）

分项	目标	指标名称	指标单位	指标目标
	提高绿色建筑比例	建筑绿色比例	%	100
能源系统	增加可再生能源	可再生能源占比	%	≥50

7.3.5 零碳公园管理与运行评价指标包含园容卫生植物管养、资源回收利用、信息管理、科普宣传 5 个分项，14 个指标内容。详见表 3：

表 3 零碳公园管理与运行评价方法

分项	目标	指标名称	指标单位	指标目标
园容卫生	管理中减少自来水的的使用	非传统水源利用率	%	≥50
	垃圾收集后需分类以便之后回收利用	垃圾分类收集率	%	100
植物管养	提升生物多样性	N/A	N/A	N/A
	碳汇提升	绿容率	无	≥1.1
资源回收利用	增加水资源回收利用	污水处理率	%	100
		年径流总量控制率（适用于城市公园和自然公园）	%	≥80
		年径流总量控制率（适用于除城市公园和自然公园之外的其他公园）	%	≥70
	增加固体废弃物回收利用	绿色垃圾处理站数量	个	≥1
		固体废弃物资源化率	%	≥90
信息管理	建立碳评估制度	园区接受碳评估频率	次/年	1
	建立碳监测制度	碳排放监测系统覆盖率	%	100
	建立碳足迹管理制度	建材产品碳足迹管理系统覆盖率	%	100
		游客碳足迹管理系统覆盖率	%	100
科普宣传	引导游客低碳生活	双碳科普活动建设	定性	定期举办双碳科普活动，在园内设置知识角、知识长廊等。

附 录 A
(资料性)
零碳公园碳排放核算方法

A.1 碳核算原则

A.1.1 科学性

公园排放核算应按照以下顺序优先选择科学方法：

- a) 优先以自然科学规则、规律作为基础；
- b) 应用其他的科学方法，例如社会和经济科学，或参考国际惯例；
- c) 若 a) 和 b) 均不存在，则所做决策应建立在价值选择的基础之上。

A.1.2 相关性

选择可适应公园计算碳排放的方法和数据，应适当反映公园内相关活动引起的碳排放。

A.1.3 一致性

使用统一方法，对公园碳排放报告范围的确定、数据搜集、数据计算或相关因子的变化，使有关碳排放信息在时间跨度上便于比较。

A.1.4 准确性

对公园相关活动产生的碳排放进行可靠和准确计算，减少核算结果与实际情况的偏差。

A.1.5 透明性

有明确、可核查的数据收集方法和计算过程，明确排放源、活动水平数据和排放因子的来源和依据。

A.1.6 保守性

在不确定的情况下，选取相关数据的取值趋向于使公园的碳排放更大。

A.2 碳核算流程

A.2.1 建设前摸清家底

在公园规划设计阶段先摸清建设前公园现状，主要了解建设前公园的碳汇情况，例如森林构成树种的种类和蓄积量等，并对公园建成前所在地已有的碳储量进行测定，并估算预计在未经任何改变的情况下未来公园每年的碳吸收量，并将此碳吸收量记为 $E_{原始吸收}$ （社区公园及口袋公园，可将此数值设为零）。

A.2.2 建设改建期间制定后续中和方案

在公园建设期间需进行碳核算，并制定未来的碳中和规划，使运营后的公园所产生的多余的碳吸收量能逐步抵消公园建设改建期间的碳排放，此抵消期间不应超过十年，计算的每年的碳抵消量为 $E_{建设}$ 。

A.2.3 运营阶段

公园开始运营后应每年进行碳排放核算，其每年核算的公园的碳排放总量 $E_{总}$ 应小于或等于“0”且

$$E_{总} + E_{建设} \leq E_{原始吸收} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$E_{总}$ ——公园运维阶段每年的温室气体排放净值，单位为 tCO_2e ；

$E_{建设}$ ——公园运维阶段每年需抵消的建设阶段碳排放，单位为 tCO_2e ；

$E_{原始吸收}$ ——公园建设前其用地上原有植被的碳排放净值估计值（此值应该为负数），单位为 tCO_2e 。

A.2.4 核算流程

公园碳排放核算的工作程序可分为目的和范围的确定、清单分析和报告三个阶段，如图1表示。

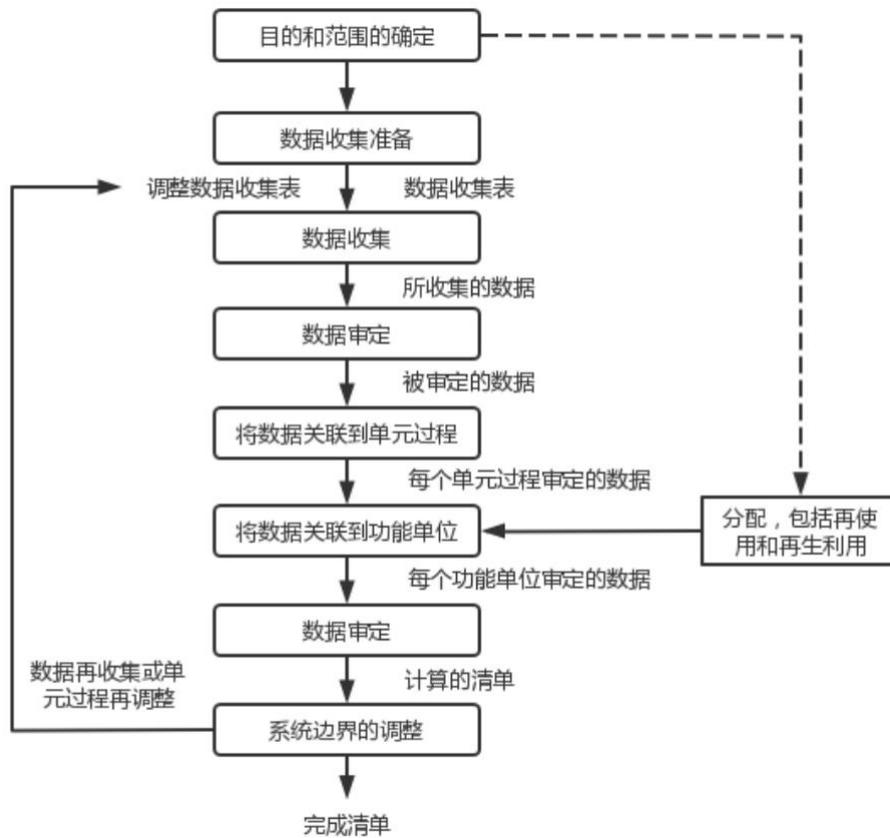


图 A.1 公园碳核算工作程序

A.3 核算要素

A.3.1 报告年份

公园碳排放量报告年份应以自然年为统计周期，在进行碳排放报告时应先确定报告年份。

A.3.2 核算边界

公园及其管理部门的勘界定标立桩确定的地理边界为公园碳排放的核算边界。

A.3.3 核算主体

管理主体（业主、公园管理机构或物业公司配合执行）。

A.4 碳排放总量计算

公园的碳排放总量等于公园边界内所有的温室气体排放量之和并扣除碳汇，按公式（2）计算。

$$E_{\text{总}} = E_{\text{燃料}} + E_{\text{电力}} + E_{\text{空调}} + E_{\text{废}} + E_{\text{砍}} - E_{\text{林}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $E_{\text{总}}$ ——统计期内，公园的碳排放总量，即温室气体排放净值；
- $E_{\text{燃料}}$ ——统计期内，公园新建或更新改造及运行和维护时消耗的化石燃料燃烧产生的温室气体排放，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；
- $E_{\text{电力}}$ ——统计期内，公园购入电力所对应的温室气体排放，单位为 tCO₂e；
- $E_{\text{空调}}$ ——统计期内，公园内部暖通空调系统所对应的温室气体逸散排放，单位为 tCO₂e；
- $E_{\text{废}}$ ——统计期内，公园内部固体废弃物及废水处理过程产生的温室气体排放，单位为 tCO₂e；
- $E_{\text{砍}}$ ——统计期内，公园内部林木砍伐、熟林改造或树种更换过程产生的温室气体排放，单位为 tCO₂e；
- $E_{\text{林}}$ ——公园内树林统计期内的人为新增碳汇，单位为 tCO₂e。

A.5 化石燃料燃烧排放

A.5.1 二氧化碳排放计算方法

统计期内，公园新建或更新改造及运行和维护过程中，使用的化石燃料主要有实物煤、燃油、天然气、液化石油气等。化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放，按照公式（3）计算。

$$E_{\text{燃料}} = \sum_i \sum_j AD_i \times EF_{ij} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $E_{\text{燃料}}$ ——公园消耗的化石燃料燃烧产生的温室气体排放，单位为 tCO₂e；
- AD_i ——消耗的第 i 种化石燃料的活动水平数据，是化石燃料燃烧的数量，单位为 GJ。化石燃料燃烧排放的活动水平数据为年度分品种化石能源消耗量和燃料平均低位发热量之积；
- EF_{ij} ——第 i 种燃料的温室气体 j 的排放因子，单位为 tCO₂/GJ，推荐采用公园管理运营单位的检测数据，缺省值可采用地方或国家相关参数缺省值；
- i ——化石燃料的类型；
- j ——温室气体的类型。

A.5.2 活动水平数据与确定方法

其中，消耗的化石燃料的活动水平数据AD_i参照公式（4）计算：

$$AD_i = RL_i \times RZ_i \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- RL_i ——核算和报告期第i种化石燃料的消耗量，单位为tce或m³；

RZ_i——核算和报告期第*i*种化石燃料的平均低位发热量，推荐采用公园管理运营单位的检测数据。

A.6 购入电力所对应的温室气体排放

在公园办公、运行和维护过程中，购入的电力在生产过程中产生温室气体排放。所需的活动水平是统计期内所有使用公园管理运营单位计量的购入电量。电力消费的温室气体排放因子数值由国家统一规定。购入电力所对应的二氧化碳排放量，按公式（5）计算。

$$E_{\text{电力}} = AC_e \times EF_e \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$E_{\text{电力}}$ ——统计期内，公园管理运营单位购入电力所对应的温室气体排放量，单位为 tCO₂e；

AC_e ——统计期内，公园管理运营单位购入的电量，单位为兆瓦时（MWh）；

EF_e ——统计期内，公园管理运营单位所在区域电力消费的温室气体排放因子，单位为吨二氧化碳当量/兆瓦时（tCO₂e/MWh）。

A.7 暖通空调系统所对应的温室气体逸散排放

在公园新建或更新改造、运行和维护过程中，暖通空调系统中由于制冷剂使用而产生的温室气体排放，按公式（6）、（7）计算。

$$E_{\text{空调}} = \sum_{r=1}^n M_r \text{GWP}_r \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$M_r = \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{y_i} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$E_{\text{空调}}$ ——统计期内，零碳公园内部暖通空调系统所对应的温室气体逸散排放，单位为 tCO₂e；

r ——制冷剂种类；

M_r ——第 r 种的制冷剂年使用量；

m_i ——使用 r 种制冷剂的第 i 个设备的制冷剂充注量；

y_i ——设备使用寿命；

GWP_r —— r 种制冷剂对应的全球变暖潜能值。

所需的活动水平是制冷剂充注量和设备使用寿命，应与公园设计文件中的设备性能参数一致。

A.8 公园中树林对应的人为新增碳汇

A.8.1 二氧化碳吸收的计算方法

公园中树林对应的人为新增碳汇实际为统计期内人为新增森林和其他木质生物质生物量碳储量的增加值对应的二氧化碳吸收量，按公式（8）计算。

$$E_{\text{森林}} = \Delta C_{\text{生物量}} * \rho \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$\Delta C_{\text{生物量}}$ ——森林和其他木质生物质生物量碳储量变化（吨碳），按公式（9）计算；

ρ ——二氧化碳与碳的分子量之比 (44/12)。

森林和其它木质生物质生物量碳储量的变化, 包括乔木林 (林分) 生长生物量碳吸收, 散生木、四旁树、疏林生长生物量碳吸收; 竹林、经济林、灌木林生物量碳储量变化; 以及活立木消耗碳储量。

$$\Delta C_{\text{生物量}} = \Delta C_{\text{乔}} + \Delta C_{\text{散四疏}} + \Delta C_{\text{竹/经/灌}} - \Delta C_{\text{消耗}} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- $\Delta C_{\text{乔}}$ ——乔木林 (林分) 生物量生长碳吸收 (吨碳);
- $\Delta C_{\text{散四疏}}$ ——散生木、四旁树、疏林生物量生长碳吸收 (吨碳);
- $\Delta C_{\text{竹/经/灌}}$ ——竹林 (或经济林、灌木林) 生物量碳储量变化 (吨碳);
- $\Delta C_{\text{消耗}}$ ——活立木消耗生物量碳排放 (吨碳)。

A. 8. 2 乔木林生长碳吸收

通过对零碳公园的调查, 获得乔木林总蓄积量 ($V_{\text{乔木林}}$)、活立木蓄量年生长率 (GR); 通过文献资料分析, 获得各优势树种的基本木材密度 (SVD)、生物量转换系数 (BEF), 并计算平均基本木材密度 ($\overline{\text{SVD}}$) 和生物量转换系数 ($\overline{\text{BEF}}$), 从而计算乔木林生物量生长碳吸收 (公式 (10))。

$$\Delta C_{\text{乔}} = V_{\text{乔}} \times \text{GR} \times \overline{\text{SVD}} \times \overline{\text{BEF}} \times 0.5 \dots\dots\dots (10)$$

$$\overline{\text{BEF}} = \sum_{i=1}^n \left\{ \text{BEF}_i \cdot \frac{V_i}{V_{\text{乔}}} \right\} \dots\dots\dots (11)$$

$$\overline{\text{SVD}} = \sum_{i=1}^n \left\{ \text{SVD}_i \cdot \frac{V_i}{V_{\text{乔}}} \right\} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

- $V_{\text{乔}}$ ——某清单编制年份公园的乔木林总蓄积量 (立方米);
- V_i ——公园乔木林第 i 树种 (组) 蓄积量 (立方米);
- GR ——公园活立木蓄积量年生长率 (%);
- $\overline{\text{BEF}}$ ——公园乔木林 BEF 加权平均值, 按公式 (11) 计算;
- $\overline{\text{SVD}}$ ——公园乔木林 SVD 加权平均值, 按公式 (12) 计算;
- BEF_i ——公园乔木林第 i 树种 (组) 的生物量转换系数, 即全林生物量与树干生物量的比值 (无量纲);
- SVD_i ——公园乔木林第 i 树种 (组) 的基本木材密度 (吨/立方米);
- I ——公园乔木林优势树种 (组) $i=1, 2, 3, \dots, n$;
- 0.5 ——生物量含碳率。

A. 8. 3 散生木、四旁树、疏林生长碳吸收

散生木、四旁树、疏林生物量生长碳吸收估算方法与乔木林类似 (公式 (13))。

首先根据公园森林资源调查数据或对林业部门相关的调研, 获得清单编制年份的散生木、四旁树、疏林总蓄积量 ($V_{\text{散四疏}}$)、活立木蓄积量年生长率 (GR)。由于森林资源清查资料往往很难确定散生木、四旁树、疏林的树木种类, 因此在实际计算中, 其基本木材密度 (SVD) 和生物量转换因子 (BEF) 用全省的加权平均值代替。

$$\Delta C_{\text{散四疏}} = V_{\text{散四疏}} \times GR \times \overline{SVD} \times \overline{BEF} \times 0.5 \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$V_{\text{散四疏}}$ ——清单编制年份的散生木、四旁树、疏林总蓄积量。

A.8.4 竹林、经济林、灌木林生物量碳储量变化

根据竹林、经济林、灌木林面积变化和单位面积生物量来计算生物量碳储量变化（公式（14））。

$$\Delta C_{\text{竹/经/灌}} = \Delta A_{\text{竹/经/灌}} \times B_{\text{竹/经/灌}} \times 0.5 \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中：

$\Delta C_{\text{竹/经/灌}}$ ——竹林（或经济林、灌木林）生物量碳储量变化（吨碳）；

$\Delta A_{\text{竹/经/灌}}$ ——竹林（或经济林、灌木林）面积年变化（公顷）；

$B_{\text{竹/经/灌}}$ ——竹林（或经济林、灌木林）平均单位面积生物量(吨干物质)。

A.8.5 活立木消耗碳排放

由于活立木吸收中考虑的是净生长率(净生长率=总生长率-枯损消耗率)，因此活立木消耗碳排放（ $\Delta C_{\text{消耗}}$ ）只考虑活立木的采伐消耗。根据森林资源调查数据或对林业相关部门进行调研，获得活立木总蓄积量（ $V_{\text{活立木}}$ ），即乔木林、散生木、四旁树、疏林的蓄积量总和。根据活立木蓄积消耗率（CR）、全省平均基本木材密度（ \overline{SVD} ）和生物量转换系数（ \overline{BEF} ）计算活立木消耗造成的碳排放（公式（15））。

$$\Delta C_{\text{消耗}} = V_{\text{活立木}} \times CR \times \overline{SVD} \times \overline{BEF} \times 0.5 \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中：

CR——活立木年均净消耗率（%）。

附录 B

(资料性)

零碳公园碳排放核算方法相关缺省值

B.1 中国化石燃料相关参数缺省值见表B.1。

表 B.1 中国化石燃料相关参数缺省值

燃料品种	单位热值含碳量 (tC/TJ)	低位热值 (GJ/t, 或者 GJ/万 Nm ³)	氧化率 (%)
天然气	15.32	389.3	99
焦炉煤气	13.58	173.5	99
管道煤气	12.2	158	99
柴油	20.2	43.3	98
汽油	18.9	44.8	98
一般煤油	19.6	44.8	98
无烟煤	26.97	23.2	89.5
烟煤	25.77	22.4	83.6
褐煤	28.07	14.1	83.6
液化石油气	17.2	47.3	98

^a 数据来源：《广东省市县（区）级温室气体清单编制指南(试行)》（广东省生态环境厅，2020）。

B.2 燃油密度缺省值见表B.2。

表 B.2 燃油密度缺省值

燃料品种	密度 (t/Nm ³)
柴油	0.86
汽油	0.73
一般煤油	0.82

^a 数据来源：《能源统计工作手册》（国家统计局能源司，2010）。

B.3 外购电力、热力排放因子缺省值见表B.3。

表 B.3 外购电力、热力排放因子缺省值

名称	单位	缺省值
电力排放因子	tCO ₂ /MWh	采用地方或国家最新发布值

B.4 政府间气候变化专门委员会评估报告给出的全球变暖潜势值见表B.4。

表 B.4 政府间气候变化专门委员会评估报告给出的全球变暖潜势值

温室气体		IPCC 第二次评估报告值	IPCC 第四次评估报告值
二氧化碳 (CO ₂)		1	1
甲烷 (CH ₄)		21	25
氧化亚氮 (N ₂ O)		310	298
氢氟碳化物 (HFCs)	HFC-23	11700	14800
	HFC-32	650	675
	HFC-125	2800	3500
	HFC-134a	1300	1430
	HFC-143a	3800	4470
	HFC-152a	140	124
	HFC-227ea	2900	3220
	HFC-236fa	6300	9810
全氟化碳 (PFCs)	CF ₄	6500	7390
	C ₂ F ₆	9200	9200
六氟化硫 (SF ₆)		23900	22800

^a 数据来源：《广东省市县（区）级温室气体清单编制指南（试行）》（广东省生态环境厅，2020）

B.5 广东活立木年均蓄积量生长率与消耗率见表B.5。

表 B.5 广东活立木年均蓄积量生长率与消耗率

省区市	生长率 (%)	消耗率 (%)
广东	8.24	7.18

^a 数据来源：《省级温室气体清单编制指南（试行）》（国家发展改革委，2011）。

B.6 广东基本木材密度加权平均值见表B.6。

表 B.6 广东基本木材密度加权平均值

省区市	\overline{SVD} (吨/立方米)
广东	0.474

^a 数据来源：《广东省市县（区）级温室气体清单编制指南（试行）》（广东省生态环境厅，2020）。

B.7 广东BEF加权平均值见表B.7。

表 B.7 广东 BEF 加权平均值

省区市	全林	地上
广东	1.915	1.513

^a 数据来源：《广东省市县（区）级温室气体清单编制指南（试行）》（广东省生态环境厅，2020）。

B.8 竹林、经济林、灌木林平均生物量参数见表B.8。

表 B.8 竹林、经济林、灌木林平均生物量参数

林种	部位	平均单位面积生物量 (tC/hm ²)
竹林	地上部	45.29
	地下部	24.64
	全林	68.48
经济林	地上部	29.35
	地下部	7.55
	全林	35.21
灌木林	地上部	12.51
	地下部	6.72
	全林	17.99
^a 数据来源：《广东省市县（区）级温室气体清单编制指南（试行）》（广东省生态环境厅，2020）。		

附 录 C
(资料性)
固碳植物推荐

C.1 固碳造林树种推荐见表C.1。

表 C.1 固碳造林树种推荐

排名	树种	排名	树种
1	灰木莲	11	红锥
2	厚荚相思	12	石梓
3	马尾松	13	阴香
4	大叶相思	14	西南桦
5	乐昌含笑	15	山杜英
6	红荷	16	木荷
7	南酸枣	17	黄樟
8	山桂花	18	火力楠
9	米老排	19	楝叶吴茱萸
10	黎蒴	20	尖叶杜英

C.2 固碳灌木推荐见表C.2。

表 C.2 固碳灌木推荐

排名	树种	排名	树种
1	假连翘	5	朱槿
2	黄叶榕	6	九里香
3	红桑	7	米仔兰
4	叶子花	8	鹅掌藤

C.3 固碳大型水生植物推荐见表C.3。

表 C.3 固碳大型水生植物推荐

排名	树种	排名	树种
1	睡莲	3	狐尾藻
2	大蓼	4	美人蕉

C.4 根据研究表明，竹子、红树植物、巨菌草等植物同样在固碳上有着自身的优势，零碳公园应在建设管理中紧跟最新研究进程，不断优化固碳树种名单。

附 录 D
(资料性)
公园碳排放核算案例

D.1 深圳市某公园 2021 年碳排放

根据附录A, 计算深圳市某森林公园2021年碳排放见表D.1。其中, 公园消耗的化石燃料燃烧产生的温室气体排放共19.60tCO₂e, 主要来自公园日常管理中使用的机动车的燃油消耗; 公园购入电力所对应的温室气体排放5.90tCO₂e, 2021年该公园总温室气体排放为25.50tCO₂e。

表 D.1 深圳市某公园 2021 年碳排放

项目	能源消耗	排放因子	温室气体排放
公园消耗的化石燃料燃烧产生的温室气体排放	汽油 2.19t 柴油 3.23t	1.73 kgCO ₂ e/kgce (来自《广东省碳达峰碳排放核算指南(暂行)》附表1 油品排放因子)	19.60tCO ₂ e
公园购入电力所对应的温室气体排放	电力 24MWh	0.2457kgCO ₂ e/kWh (来自《广东省市县(区)级温室气体清单编制指南(试行)》表1.8, 2018年数值)	5.90tCO ₂ e

D.2 深圳市某公园 2020-2021 年新增碳汇

根据附录A, 计算案例森林公园2021年新增碳汇见表D.2。案例公园种植速生相思共341公顷, 桉树135公顷, 马尾松2公顷, 荔枝92公顷, 阔叶混交林335公顷, 再加上其他乔木林共1145公顷。2020年乔木林单位面积蓄积量按71.9立方米/公顷计算, 2021年由于新增树木等原因, 乔木林单位面积蓄积量按72.3立方米/公顷计算, 2020-2021年净新增乔木林蓄积量为239.4立方米, 净新增碳汇共11tCO₂e。

表 D.2 深圳市某公园 2020-2021 年新增碳汇

项目	温室气体排放	项目	温室气体排放
2020年乔木林碳储量新增	-11290tCO ₂ e	2021年乔木林碳储量新增	-11356tCO ₂ e
2020年活立木消耗	9790tCO ₂ e	2021年活立木消耗	9845tCO ₂ e
2020年碳储量净变化	1500tCO ₂ e	2021年碳储量净变化	1511tCO ₂ e
温室气体排放			-11tCO ₂ e

D.3 深圳市某公园 2021 年净碳排放总量

根据以上表D.1和表D.2的计算结果, 得到深圳市某公园2021年净碳排放总量为14.5tCO₂e, 尚未达到零碳公园水平。

参 考 文 献

- [1] GB/T 50378-2019 绿色建筑评价标准
- [2] 国家发展改革委. 省级温室气体清单编制指南（试行）：发改办气候[2011]1041号. 2011年
- [3] 政府间气候变化专门委员会. 2006年IPCC国家温室气体清单指南. 2006年
- [4] 广东省生态环境厅. 关于印发《广东省市县（区）温室气体清单编制指南（试行）》的通知. 2020年
- [5] 深圳市住房和建设局. 关于印发《深圳市超低能耗建筑技术导则》的通知. 2021年
- [6] 住房和城乡建设部. 关于印发《被动式超低能耗绿色建筑技术导则（试行）（居住建筑）》的通知：建科[2015]179号. 2015年
-