

DB4403

深圳市地方标准

DB4403/T XXX—XXXX

近零碳中小校园建设技术指南

Technical guide for near-zero carbon primary and secondary school
construction

(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 III

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 评价指标 3

6 碳排放核算 5

7 前期策划 6

8 规划设计 7

 8.1 一般规定 7

 8.2 能源系统 7

 8.3 建筑本体 8

 8.4 交通系统 8

 8.5 水资源利用 9

 8.6 废弃物利用 9

 8.7 景观绿化 9

 8.8 智能化系统 9

9 施工验收 10

 9.1 施工管理 10

 9.2 工程验收与交付 10

10 运行管理 11

 10.1 机制建设 11

 10.2 物业管理 11

 10.3 文化普及 12

 10.4 行为引导 13

11 综合评价 13

附录 A（资料性） 碳排放因子 15

附录 B（规范性） 近零碳校园施工阶段用能和碳排放信息记录表 16

附录 C（资料性） 近零碳校园运行管理阶段碳排放核算方法 18

附录 D（资料性） 近零碳校园运行管理阶段碳排放核算案例 20

附录 E（规范性） 近零碳校园前期策划报告模板 24

附录 F（规范性） 近零碳校园规划设计阶段碳排放专篇模板 26

附录 G（资料性） 固碳植物推荐 29

附录 H（规范性） 近零碳校园专项验收报告碳排放审查表 30

附录 I（资料性） 低碳微行动 32

附录 J（规范性） 近零碳校园自评价报告模板 33

附录 K（规范性） 指标计算公式 36

参考文献 42

前 言

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

本文件由深圳市生态环境局提出并归口。

本文件起草单位：深圳市建筑科学研究院股份有限公司、深圳市环境科学研究院、深圳市标准技术研究院、深圳市建筑工务署、深圳市锦田小学、深圳市房地产和城市建设发展研究中心、深圳市建设科技促进中心、深圳德方建筑科技有限公司、中国建筑科学研究院、深圳市建筑设计研究总院有限公司、湾区（深圳）绿色技术有限公司。

本文件主要起草人：郑剑娇、毛洪伟、刘力铭、范钟琪、陈亮、王静、王璟睿、许立杰、吴薇群、唐振忠、林常青、王晓丽、唐云鹭、王莎莎、刘俊跃、邓翔、李鑫、李美霞、袁玉华、钟媛玲、章程、张艺玮、刘鹏、郭永聪、牛润卓、谢泽伟、余涵、靳猛、戴知友、蔡侠群、王庆、陈诗尧、陈泳铮、周筱然、赖玉珮、张瑞晴、苟军旗、高国恒。

近零碳中小学校园建设技术指南

1 范围

本文件给出了近零碳中小学校园建设的基本要求、评价指标、碳排放核算、前期策划、规划设计、施工验收、运行管理和综合评价。

本文件适用于深圳市的近零碳中小学校园创建，包括新建、扩建、改建的近零碳中小学校园以及既有中小学校园的近零碳改造。

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 19576 单元式空气调节机能效限定值及能效等级
- GB 19577 冷水机组能效限定值及能效等级
- GB 21454 多联式空调（热泵）机组能效限定值及能源效率等级
- GB 29541 热泵热水机（器）能效限定值及能效等级
- GB/T 38946 分布式光伏发电系统集中运维技术规范
- GB 50015 建筑给水排水设计标准
- GB 50336 建筑中水设计标准
- GB/T 50378 绿色建筑评价标准
- GB/T 50640 建筑工程绿色施工评价标准
- GB/T 50905 建筑工程绿色施工规范
- GB/T 51141 既有建筑绿色改造评价标准
- GB/T 51341 微电网工程设计标准
- GB/T 51366 建筑碳排放计算标准
- GB 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范
- DB4403/T 343 分布式光伏接入虚拟电厂管理云平台技术规范
- SJG 38 深圳市房屋建筑工程海绵设施设计规程
- SJG 46 建设工程安全文明施工标准
- SJG 67 绿色建筑工程施工质量验收标准
- SJG 120 中小学校项目规范
- SJG 141 建筑节能工程施工质量验收标准

3 术语和定义

3.1

近零碳校园 near-zero carbon school

通过集成应用能源、建筑、交通、废弃物处理、碳汇等多领域低碳技术以及管理机制的创新实践，引导师生绿色出行和低碳生活，将近零碳理念融入学校教育及技术创新体系，实现运行阶段碳排放总量持续降低并逐步趋近于零的校园。

3.2

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：一般包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）。

3.3

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。

3.4

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。

3.5

活动水平数据 activity data

在特定时期内（一年）以及在界定地区里，产生温室气体排放或清除的人为活动量，如燃料燃烧量、建材的消耗量等。

3.6

碳排放因子 carbon emission factor

与活动水平数据相对应的系数，用于量化单位活动水平的温室气体排放量或清除量，如单位燃料燃烧的二氧化碳排放当量、单位质量建材生产过程中的二氧化碳排放当量等。

注：本文件温室气体核算主要包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）。

3.7

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent (CO₂e)

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

3.8

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。

3.9

被动式设计 passive design

通过建筑设计的本身，而非利用机械设备等，达到减少用于建筑照明、供暖通风及空调的能耗。

3.10

运行碳排放 operation carbon emission

校园使用过程中因消耗能源而产生的温室气体排放，简称“运行碳”。

3.11

隐含碳排放 embodied carbon emission

校园使用的建材生产与运输、建筑建造及拆除过程中产生的碳排放。简称“隐含碳”。

4 基本要求

4.1 近零碳校园建设宜按前期策划、规划设计、施工验收、运行管理和综合评价等依次进行（图1）。

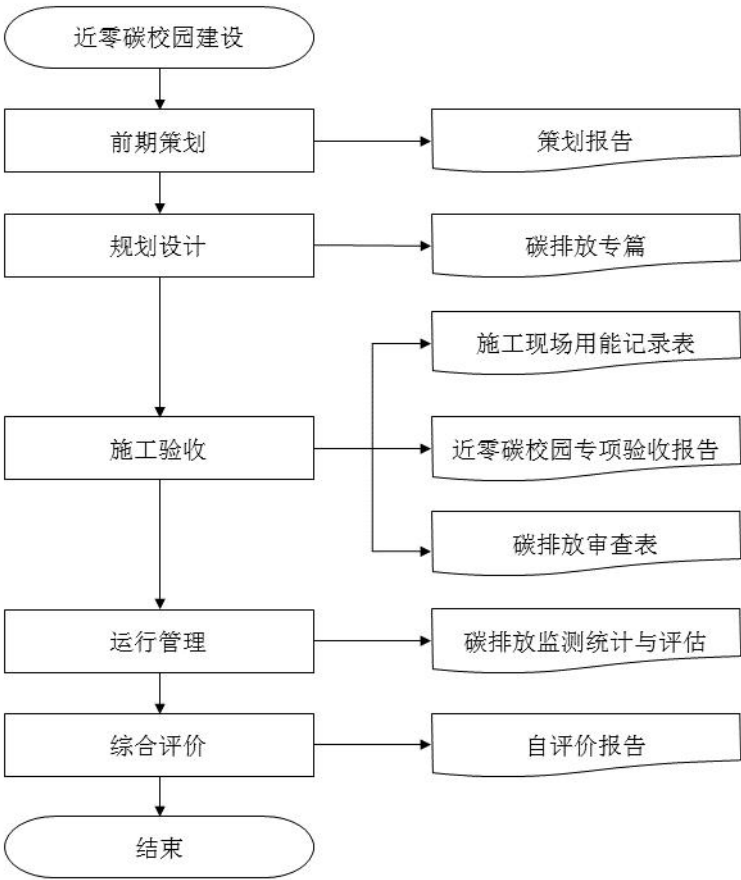


图 1 近零碳中小学校园建设流程

- 4.2 近零碳校园应在各个阶段合理利用、协调自然资源与环境空间，并应采取措施降低物耗、能耗和碳排放。
- 4.3 校园运行管理单位应参与近零碳校园建设的全过程，包括项目的前期策划、规划设计、施工验收与运行管理。
- 4.4 新建、改建、扩建近零碳校园应达到 GB/T 50378 二星级及以上水平。实施整体改造的校园宜达到 GB/T 51141 一星级及以上水平。
- 4.5 新建、改建与扩建的近零碳校园建设和运行管理应采用建筑信息模型（BIM）技术，并纳入城市信息模型（CIM）管理平台。
- 4.6 近零碳校园建设宜结合项目特征，进行新材料、新工艺、新技术、新模式及系统整合等方面的创新。
- 4.7 发生下列事故之一，不应评为近零碳校园：
- a) 意识形态领域出现严重错误倾向；
 - b) 发生校园质量安全责任事故、消防责任事故；
 - c) 发生传染病、食物中毒等重大校园环境安全事故；
 - d) 发生影响社会稳定的重大事故、重大不诚信事件。

5 评价指标

5.1 近零碳校园评价指标包括核心指标和一般指标，核心指标应为必选项指标，一般指标应为可选项指标。

5.2 近零碳校园评价指标的核心指标应符合表1的规定。

表 1 近零碳校园核心指标

项目阶段	指标	指标名称	单位	指标值
规划设计	低碳专篇	在立项阶段、施工图设计阶段编制近零碳校园低碳专篇	—	(1)在规划设计立项阶段明确园区运行管理阶段碳排放目标 (2)施工图设计文件明确建筑节能降碳技术系统运行管理的技术要求，在建筑节能计算、建筑能耗模拟基础上，进一步细化碳排放专篇，并编制低碳措施与增量成本，明确减碳预算
施工验收	用能	单位工程单位建筑面积的用电量	kWh/m ²	≤12
	用水	单位工程单位建筑面积的用水量	m ³ /m ²	≤0.65
运行管理	碳排放	校园人均碳排放量	吨 CO ₂ e/ (人·年)	小学≤0.20 九年制学校≤0.20 初级中学≤0.20 高级中学(包括寄宿制)≤0.30
	能源	可再生能源消费比重	%	≥10
	管理	碳排放管理体系	—	建立
		低碳教育	—	依托现有学科体系渗透低碳教育，开设低碳校园教育课程

5.3 近零碳校园评价指标的一般指标应符合表2的规定。

表 2 近零碳校园一般指标

项目阶段	指标	指标名称	单位	指标值
施工验收	建筑材料	绿色建材应用比例	%	≥40
		钢材、商品混凝土、木材及其他主要建筑材料损耗率较定额损耗率下降比例	%	≥30
	建筑垃圾	每万平方米建筑垃圾重量	吨/万平方米	≤300
		建筑垃圾回收利用率	%	≥30
	能源资源	施工现场办公和生活区域节能照明灯具数量占比	%	100
		施工现场办公和生活区	%	100

表 2 近零碳校园一般指标（续）

项目阶段	指标	指标名称	单位	指标值
运行管理		域节水器具配置率		
	能源	购买绿色电力比例	%	≤10
	建筑	单位建筑面积综合能耗	kWh/（m ² ·a）	小学≤25 九年制学校≤25 初级中学≤25 高级中学（包括寄宿制）≤45
	交通	校园内运行车辆的新能源汽车数量占比	%	100
		停车场的新能源汽车充电桩配置率	%	≥50
		校园内新能源路灯占比	%	≥60
	绿地	绿化覆盖率	%	≥30
	废弃物	人均生活垃圾末端清运处理量	kg/（人·日）	≤0.8
		生活垃圾分类收集率	%	100
		人均用水量	L/（人·日）	小学≤25 九年制学校≤25 初级中学≤25 高级中学（包括寄宿制）≤70
	碳抵消	购买中国核证自愿减排量（CCER）、深圳碳普惠核证减排量占碳排放量的比例	%	≤5
	碳管理	碳披露	—	编制校园可持续发展报告，每年定期向全校师生、家长公布能源、碳排放情况
		近零碳中长期规划	—	制定近零碳校园教育与推广中长期规划
		碳排放监测系统	—	建立系统且每年开展1次年度碳排放分析

- 5.4 近零碳校园应满足所有核心指标。
- 5.5 近零碳校园应结合自身实际情况，确定本校园一般指标，并应至少满足15项一般指标，其中施工阶段至少4项，运行阶段至少11项，可因地制宜增加特色创新性指标。
- 5.6 近零碳校园施工验收阶段和运行管理阶段评价指标应采用实测数据。

6 碳排放核算

- 6.1 校园碳排放核算应遵循科学性、相关性、一致性、准确性、透明性、保守性等原则。
- 6.2 校园建设的前期策划、规划设计、施工验收和运行管理等阶段均应进行碳排放核算。各阶段的碳排放核算应符合下列规定：
- a) 前期策划阶段估算运行碳；
 - b) 规划设计阶段估算建材生产及运输隐含碳、运行碳；

- c) 施工验收阶段核算施工碳排放;
- d) 运行管理阶段核算运行碳。

6.3 温室气体核算种类应包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O),碳排放因子见附录A。

6.4 校园前期策划的运行碳、规划设计阶段的建材生产及运输隐含碳、运行碳采用的碳排放计算方法应符合GB/T 51366的相关规定。

6.5 校园施工验收阶段应根据施工现场用能记录核算施工碳排放,施工阶段用能和碳排放信息记录表见附录B。

6.6 校园运行管理阶段的碳排放应核算范围1、范围2,可计算范围3,碳排放核算方法见附录C。深圳近零碳校园的运行边界分为下列3个类别:

- a) 范围1——直接碳排放。校园拥有的设备设施(如食堂燃气灶、各种锅炉、发电机、直燃式吸收式制冷机等)消耗燃料所产生的直接碳排放;
- b) 范围2——间接碳排放。校园运行阶段消耗的外部电力、冷(热)量等引起的碳排放;
- c) 范围3——其他间接碳排放。除“范围2”以外的其他间接碳排放,即由校园内活动引起的但发生在校园外的其他间接排放,例如物资采购所造成的排放、不属于学校所有的交通工具产生的排放(如职工因公差旅)、生活废水、餐厨垃圾、生活垃圾等。

6.7 校园进行近零碳评价验收时,应委托第三方核查机构对运行管理阶段碳排放进行核查。

6.8 校园碳排放的核算案例见附录D。

7 前期策划

7.1 近零碳校园建设单位应组织相关参与方,成立近零碳校园建设专项工作小组,明确工作小组组织架构与责任分工,统筹近零碳校园的策划与实施工作。

7.2 新建校园近零碳项目的前期策划工作流程应符合下列规定:

- a) 分析校园的场地现状、能源资源利用等基础条件和潜力;
- b) 确定近零碳项目建设目标与适宜的技术路线;
- c) 将策划方案向校园利益相关方进行公示并收集相关方意见建议;
- d) 结合相关方意见,完善策划方案,形成策划报告或工作建议书。

7.3 既有校园实施近零碳改建、扩建或改造时,前期策划工作流程应符合下列规定:

- a) 结合校园运行管理现状开展碳排放核查,分析校园的能源与资源利用等基础条件和潜力,明确校园低碳工作基础、碳排放基准与特征;
- b) 根据诊断结果及相关资料进行策划,确定近零碳的目标与适宜的技术路线;
- c) 将策划方案向校园利益相关方进行公示并收集相关方意见建议;
- d) 结合相关方意见,对近零碳措施进行集成优化,完善策划方案,形成策划报告或工作建议书。

7.4 近零碳校园建设应编制策划报告(见附录E),内容包括但不限于:

- a) 校园概况,包括基本情况简介、低碳工作基础、碳排放特征、项目可行性论证结论;
- b) 思路目标,包括总体思路、项目目标;
- c) 主要任务,包括能源、建筑、交通、水资源利用、废弃物利用、环境保护、碳汇、教育与科技、运行管理、治理模式创新等;
- d) 重点项目,包括名称、建设内容、实施计划、建设主体、建设周期、预期温室气体减排效益、投资规模、投资估算等内容;
- e) 进度安排,分年度的实施计划和工作内容;
- f) 保障措施;
- g) 有关证明材料。

8 规划设计

8.1 一般规定

8.1.1 校园规划设计应以定量分析与评估为前提，在规划设计阶段进行场地自然生态系统、自然通风、日照与天然采光、围护结构节能等多种技术策略的定量分析与评估。

8.1.2 校园场地规划应涵盖下列部分：

- a) 能源系统。统筹场地布局，采用可再生能源技术，构建基于可再生能源的综合能源利用系统；
- b) 建筑布局。优化建筑空间布局，营造适宜的场地微气候环境，且建筑各功能空间宜高效联通；
- c) 交通系统。使步行网络、自行车绿道与绿化景观系统相互结合，保证步行网络与自行车绿道连续、安全，满足无障碍通行要求；
- d) 水资源利用。充分利用场地空间合理设置绿色雨水基础设施，合理规划地表与屋面雨水径流途径，保障竖向设计有利于雨水的收集或排放，有效组织雨水的下渗、滞蓄或再利用；
- e) 废弃物利用。根据校园的规模和需求，合理规划垃圾处理设施；
- f) 景观绿化。合理规划绿地空间布局，注重植物搭配，充分发挥固碳功能。

8.1.3 校园规划设计阶段应编制碳排放专篇（见附录F），内容包括但不限于：

- a) 校园碳排放目标。确定校园人均碳排放量、单位建筑面积综合能耗、可再生能源消费比重、单位工程单位建筑面积的用电量、单位工程单位建筑面积的用水量等目标；
- b) 校园减碳设计说明。概述规划设计、能源系统设计、建筑设计、交通设计、水资源利用设计、废弃物利用设计、景观设计等各专业所采取的校园减碳措施；
- c) 低碳建造技术要求。说明施工过程中拟在环境保护、节材与材料资源利用、节水与水资源利用、节能与能源利用、节地与土地资源保护等领域采取的减碳措施和技术要求；
- d) 低碳运行管理技术要求。包括设备调试与运维、监测与控制等；
- e) 校园碳排放指标估算。估算项目建材生产及运输阶段及校园运行阶段碳排放量；
- f) 效益及风险分析。效益分析包括社会效益、经济效益以及降碳效益分析，通过效益分析明确低碳措施的可行性及必要性，风险分析包括低碳技术风险识别和风险管控；
- g) 管理保障。包括低碳专项管理机制，明确项目各阶段责任单位和岗位职责，保障项目顺利推进。

8.2 能源系统

8.2.1 校园的可再生能源系统应根据校园内的总体规划、太阳能资源等进行设计，满足安全可靠、经济适用、环保、美观、便于维护与安装的要求。

8.2.2 校园建设太阳能光伏系统应满足下列条件：

- a) 在条件适宜的场地或建筑设置光伏发电系统；
- b) 建立并网型可再生能源电力系统，实现“自发自用、余电上网”；
- c) 技术经济分析适宜时，可再生能源建筑应用系统与建筑柔性用电负荷进行一体化集成设计；
- d) 条件适宜时根据 GB/T 51341 的相关规定建设智能微电网系统，提升可再生能源就地消纳比例；
- e) 在有需要且经方案比选后，采用太阳能热电联供系统；
- f) 光伏系统的设备及其组件的性能满足国家现行有关标准的要求。

8.2.3 当校园内建筑有稳定热水需求时，宜采用太阳能热水系统：

- a) 采用全集中式太阳能热水系统时，符合 GB 50015、GB 55015 的相关规定；
- b) 太阳能热水系统具有良好的耐久性能，保证系统中集热器、储热水箱、支架等主要部件的使用寿命满足设计要求和抗风要求。

8.2.4 对于有稳定热水需求且采用太阳能热水系统的校园，当受现场条件限制不能满足太阳能热水系统设置时，宜采用空气源热泵热水系统：

- a) 空气源热泵机组的有效制热量根据室外温湿度对制热性能进行修正；
- b) 当采用空气源热泵热水机组制备生活热水时，热泵热水机在名义制热工况和规定条件下，性能系数达到 GB 29541 规定的 1 级能效等级，并有保证水质的有效措施。

8.2.5 可再生能源应用系统应配置具有通信功能的电量采集与计量装置，应满足 DB4403/T 343 的有关规定。

8.2.6 新建校园应进行全电气化设计，改建、扩建或改造的校园宜建立基于可再生能源的全电力能源供给系统，并应根据食堂规模和需求选择合适的厨房节能设备，逐步实现对化石燃料的替代。

8.3 建筑本体

8.3.1 校园建筑节能设计宜遵循被动式设计优先的原则，充分利用天然采光、自然通风，改善围护结构保温隔热性能，在保证教学和办公所必需的室内环境参数和使用功能的前提下，提高建筑设备及系统的能源利用效率，充分利用可再生能源，有效地降低空调、通风、给水排水、照明及电梯系统的总能耗，降低建筑的用能需求及化石能源消耗量。

8.3.2 校园的建筑围护结构热工性能应符合 GB 55015 等相关规定。

8.3.3 建筑主体结构宜采用装配式混凝土结构、钢结构、混合结构等适宜工业化建筑技术的结构体系。在功能需求、资源条件适宜时，近零碳校园宜选用含木结构等复合结构体系。

8.3.4 校园选用的建筑材料和建筑部品应符合下列规定：

- a) 选用可再循环材料、可再利用材料和利废建材；
- b) 选用绿色建材和本地材料，优先购买当地获得绿色建材认证标识的建材；
- c) 采用耐久性能良好、易清洁的外饰面材料、防水和密封材料、室内装饰装修材料等。采用耐腐蚀、抗老化、耐久性能良好的管材、管线和管件；
- d) 活动配件选用长寿命产品；
- e) 使用不同使用寿命的部品组合时，其构造便于分别拆换、更新和升级。

8.3.5 对于图书馆、体育馆等采用中央空调的建筑，应符合 GB 19577 等相关规定；对于教学楼、行政楼等采用多联机、单元式空气调节机等建筑，应符合 GB 21454、GB 19576 等的相关规定。所有建筑安装的空调设备应符合 GB 55015 的相关规定。

8.4 交通系统

8.4.1 应合理规划校园交通系统，校园内部和周边增建停车换乘站点，鼓励乘坐公共交通工具，建筑、室外场地、公共绿地、城市道路相互之间应设置连贯的无障碍步行系统。新建近零碳校园场地出入口到达公共交通站点的步行距离不宜超过 300 m，或到达轨道交通站的步行距离不宜大于 500 m。若场地出入口步行距离 300 m 范围内未设有公共交通站点，应配备联系公共交通站点的专用接驳车。

8.4.2 校园应采取人车分流措施，且步行和自行车交通系统有充足照明。

8.4.3 道路照明设施应设置新能源路灯，包括太阳能路灯、风力路灯、风光互补灯等。

8.4.4 自行车停车场所应位置合理、方便出入，中学校园内的自行车停车位不应低于 25 车位/100 师生，小学校园内的自行车停车位不应低于 10 车位/100 师生。

8.4.5 校内、校际公交应使用新能源汽车，当配备公务用车时，应配备新能源汽车。

8.4.6 机动车停车场应满足下列条件：

- a) 停车场具有电动汽车充电设施或具备充电设施的安装条件，并合理设置电动汽车和无障碍汽车停车位，无障碍汽车停车位数量不低于停车位总数 2%；新（改、扩）建校园配建的停车场（库），快充车位占比不少于总充电车位的 30%；

- b) 加强 60 kW 及以上快充桩建设;
- c) 条件适宜时, 设置车网互动充电桩。

8.4.7 校园内的道路宜采用橡胶沥青路面技术、温拌沥青技术、工业固废胶凝材料技术、建筑垃圾再生材料技术等。

8.5 水资源利用

8.5.1 校园应制定水资源利用方案, 并应优化多区域供水运行方式, 采用分质供水系统和节能供水技术, 统筹利用各种水资源。

8.5.2 校园应普及节水器具和设施的使用, 设置带节水装置厕所、节水淋浴头等, 80%以上卫生器具的用水效率等级应达到1级且其他卫生器具应达到2级, 用水点压力应小于0.2 MPa。

8.5.3 宜根据原水类型、中水用途、供水与用水条件、环境与卫生等因素充分利用中水, 合理采用中水处理工艺及规模, 并应符合GB 50336的有关规定。

8.5.4 排水系统应秉持资源化利用原则, 收集、储存、处理中水和雨水后用于绿化灌溉、车库及道路冲洗、洗车用水、冲厕、空调冷却水补水等。

8.5.5 绿化灌溉应采用喷灌、微喷灌、滴灌等节水灌溉系统, 宜设置土壤湿度感应器、雨天自动关闭装置等节水控制措施, 或种植无须永久灌溉植物。

8.5.6 采用带水冷的集中空调系统时, 空调循环冷却水系统应采取加大集水盘、设置平衡管或平衡水箱等方式, 避免冷却水泵停泵时冷却水溢出。宜采用无蒸发耗水量的冷却技术。

8.5.7 校园海绵设计应符合SJG 38的有关规定。

8.6 废弃物利用

8.6.1 校园应实现垃圾分类, 宜按可回收物、厨余垃圾、有害垃圾和其他垃圾等进行分类与收运, 可设置智能垃圾管理系统。

8.6.2 校园应合理设置生活垃圾分类收集设施或容器, 保持容器完好、整洁, 并应符合下列规定:

- a) 生活垃圾分类收集设施或容器放置在开阔地带, 远离游戏区域和通道, 减少碰撞的可能性;
- b) 喷涂统一、规范、清晰、项目的安全提示标志;
- c) 若垃圾放置于封闭环境, 设立结构密闭的临时集中存放设施, 做好排气处理。

8.6.3 校园宜采用厨余垃圾处理设备, 对厨余垃圾进行就地资源化处理, 可设置有机堆肥点, 提高校园内有机废物堆肥处理水平。

8.7 景观绿化

8.7.1 校园应采用乔、灌、草结合的复层绿化, 提升绿化的叶面积指数, 宜采用屋顶绿化、立体绿化等方式丰富景观层次、增加环境绿量。

8.7.2 校园应优先选择适宜当地气候和土壤条件的低养护要求、安全无害的本土植物; 不应选用带刺、有毒、落果、飘絮、异味和易虫害的植物。

8.7.3 校园内的植物宜选择高碳汇品种(见附录G), 提高灌木、乔木等有利于土壤固碳、植物碳汇的植物比例。

8.7.4 校园应选择低碳环保的景观小品, 宜选择光伏一体化设施、低碳固碳建材、可循环可再利用材料、废弃物再生利用材料等。

8.8 智能化系统

8.8.1 校园宜以互联网为基础, 以“大数据+云服务”为核心, 搭建融合校园教学、管理、生活软硬件的智慧校园管理平台, 为管理者、教师、学生、家长提供一站式智慧校园解决方案, 通过WEB及APP

形式面向于使用人员，实现校园管理智能化、校园生活一体化、校园设施数字化、课堂教学生动化、家校沟通无缝化。

8.8.2 校园智能化服务系统应具有教学管理、学生管理、校园安全、校园生活、后勤管理、科研支持、行政管理、校园文化等服务功能。

8.8.3 后勤管理服务应具有能源管理、碳排放监测、环境监测、设施维护管理、校园绿化管理、垃圾分类指导等子功能系统。

8.8.4 碳排放监测系统应实现对校园碳排放的监测、数据分析和管理，并应符合下列规定：

- a) 设置分类、分级、分空间的用电、用气、用水自动远传计量系统；
- b) 设置校园车辆用能的记录系统；
- c) 核算出分类、分级、分空间的碳排放量；
- d) 利用用水数据进行管网漏损自动检测、分析与整改；
- e) 对校园内可再生能源利用进行计量并核算出减碳量；
- f) 预留接口接入市级近零碳排放项目监测平台。

8.8.5 校园应设置碳排放监测数据的可视化设备，引导学生及教职工减碳，以实现校园减碳的智慧管控。

9 施工验收

9.1 施工管理

9.1.1 校园建设应按经过审查合格的施工图进行施工，并应符合GB/T 50905、GB/T 50640、SJG 46、SJG 67、SJG 141等标准的有关规定。

9.1.2 校园建设项目部应制定绿色施工方案和管理制度，明确施工过程中的节地、节水、节材、节能与环境保护措施，加强施工过程动态管理。

9.1.3 施工单位应开展施工过程能耗和碳排放监测计量，建立施工过程能耗与碳排放监测计量制度，对施工现场各能源种类消耗量进行分项、分区、分阶段计量及统计，并进行数据分析，挖掘节能降碳空间。

9.1.4 施工单位应开展各种类建材用量计量，对建材进行用量过程跟踪，记录进场材料数量、重量、实际用量以及损耗率，并开展建筑废弃物统计、分类收集与再利用。

9.1.5 校园在施工过程中应有应对空气质量管理、噪声及振动控制、扬尘以及光照管理的相关措施，并满足“施工围挡及外架100%全密闭，易起尘作业面100%湿法施工，裸露土及易起尘物料100%覆盖，出入口及车行道100%硬底化，出入口100%安装冲洗设施，出入口100%安装TSP在线监测设备”的要求。

9.1.6 建设单位应负责校园施工全过程，对施工现场进行定期检查与评估，及时整改发现的问题，确保项目绿色低碳施工目标的实现。

9.2 工程验收与交付

9.2.1 近零碳校园在交付前应当对建筑碳排放目标落实情况进行核查，对重点近零碳建设的专项工程及设施设备进行重点验收，确保相关指标达到设计要求；近零碳校园专项验收报告碳排放审查表见附录H。

9.2.2 校园施工验收应执行国家、深圳市绿色建筑、建筑节能工程施工质量验收标准，对施工过程技术指标进行绿色低碳施工评价；施工单位自评后，再由建设单位或建设单位委托的第三方咨询评估机构进行评价；各评价主体应提前介入参与项目建设实施，及时发现问题和提出整改意见，以利于竣工验收后的运维管理。

9.2.3 新建校园的交付应符合下列规定：

- a) 全装修交付；
- b) 建设方向运行方交付文件材料，包括房屋使用说明书、各项验收检测报告和调试报告等，并向运行方进行房屋及设备设施使用交底或培训；
- c) 交付时由设计方、施工方、建设方及运行方对交付材料进行签字确认。

9.2.4 既有校园实施零碳校园扩建、改建或改造的交付应符合下列规定：

- a) 建设方向运行方交付文件材料，包括房屋使用说明书、各项验收检测报告和调试报告等，并向运行方进行房屋及设备设施使用交底或培训；
- b) 交付时由设计方、施工方、建设方及运行方对交付材料进行签字确认。

10 运行管理

10.1 机制建设

10.1.1 近零碳校园验收交付后，校方应成立责权利明确的运行管理组织机构，由校长负责，全盘统筹近零碳校园运行管理工作；并将后勤、采购、财务、教学管理等各行政部门纳入运行管理机构，以确保各部门能相互配合。

10.1.2 校园运行管理组织机构应负责日常运行维护及近零碳技术效果后评估工作，包括且不限于以下工作内容：

- a) 健全校园近零碳监管体系，明确主体职责，推行科学考评管控制度；
- b) 制定校园近零碳运行管理目标，如碳排放总量、碳强度、能耗、水耗、物业管理、意识提升等；
- c) 编制校园近零碳运行管理方案，对校园近零碳管理进行总体设计，提出切实可行的管理内容，如公共基础设施近零碳化管理、环境保护、空间布局优化、组织管理创新、宣传教育等；
- d) 设立校园近零碳管理的监督检查机制，包括定期的内部审核、外部评估以及第三方审计，确保管理工作的有效性和合规性。组织相关方参与监督工作，如市（区）教育主管部门、市（区）生态环境主管部门、家长委员会等，形成共建共管机制；
- e) 针对可能出现的校园断电、环境突发事件等情况，制定相应的应急预案和处置措施，保障校园的稳定进行；
- f) 申请并落实校园近零碳运行管理专项经费；
- g) 每年组织开展至少一次近零碳校园建设适宜性、充分性和有效性的自我评价。

10.1.3 学校应制定近零碳校园可持续发展的中长期规划及年度目标、指标和实施方案。

10.2 物业管理

10.2.1 物业管理单位应重点强化空调、照明设备等用能设备、智能控制系统和碳排放监测系统的运行维护，并应符合SJG 120中运行与维护相关规定。对于有直流电终端设备的学校，应确保用电安全措施，在交流电（AC）和直流电（DC）等终端设备上设置明显的安全警示标识。

10.2.2 校园建筑使用过程中，应对建筑围护结构隔热系统等关键部位进行维护和检验，宜定期对围护结构热工性能进行检验，对于热工性能减退明显的部位应及时进行整改。

10.2.3 校园建筑正式投入使用的第一个年度，应进行建筑能源系统调适；当建筑使用功能发生重大改变或对用能系统进行改造后，应在建筑恢复使用的第一个年度重新进行系统调适。能源系统调适应符合下列规定：

- a) 覆盖主要的季节性工况和部分负荷工况；

- b) 覆盖中控系统及所有联动工作的用能系统和建筑构件；
- c) 系统调适从正式投入使用开始延续至第三个完整年度结束。

10.2.4 校园建筑的运行与管理应在保证设备安全和满足室内环境设计参数的前提下,选择最利于建筑节能的运行方案并编制相应运行管理手册,并应符合下列规定:

- a) 尽可能采用自然通风方式;
- b) 立足建筑设计,充分利用建筑构件和设备的功能实施控制调节;
- c) 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。

10.2.5 应加强职业技能培训,要求操作运行和售后服务人员执行操作规程,包括且不限于以下工作内容:

- a) 保障制冷设备的高效经济运行,有效防止安装、使用、维修、移机过程中制冷剂泄漏;
- b) 对智能控制系统及碳排放监测系统的各传感器、探头等定期进行保养及调校,确保系统可靠运行。

10.2.6 校园设有分布式光伏发电系统时,运维技术措施应符合GB/T 38946的相关规定。

10.2.7 校园设有集中太阳能热水系统时,应采取措施避免寒暑假期间集热系统空晒。

10.2.8 应完善可回收物再利用体系的建设,鼓励闲置书籍、教材循环利用、旧货交易和快递包装回收再利用。

10.2.9 应建立生活垃圾分类管理台账,详细登记可回收物、厨余垃圾、有害垃圾和其他垃圾等垃圾回收量、收运记录等。

10.2.10 应完善餐厨垃圾专业化收集管理,含油废水应进行隔油处理,有机废物可用于堆肥处理,餐厨垃圾应运往有资质的餐厨垃圾处理厂。宜推进厨余垃圾源头减量,选择合适的无害化和资源化、能源化处理方式,因地制宜地采用厨余垃圾处理设备,对厨余垃圾进行就地资源化处理。

10.2.11 医疗废弃物应独立收集和转运。

10.2.12 校园植物自然生长代谢或养护产生的干、枝、叶、皮等废弃物,应进行单独或区域性集中处理,转化成为种植肥料、绿化景观覆盖物或作为生物质材料再利用。

10.2.13 应充分利用碳排放监测系统监测数据,对校园运行参数进行记录 and 数据分析,并符合下列规定:

- a) 记录校园同期的人员使用情况、室外环境参数等信息;
- b) 每年对碳排放数据进行分析,并与上一年度相应数据进行纵向比对分析,或与深圳市其他近零碳校园运行数据进行横向比对分析;
- c) 完善碳排放信息公开制度,每年一次向社会公布碳排放数据。

10.2.14 景观小品和绿化设备设施应定期检查、维护,应对主要植物进行标识科普,且标识内容准确、清晰。

10.2.15 可采用合同能源管理、专业托管服务等模式进行校园低碳运行管理,由合同能源管理方、专业托管服务方通过节能降碳、购买碳抵消量等措施落实校园近零碳工作。

10.3 文化普及

10.3.1 学校应对校园采用的各类近零碳设计方案和技术、设施设备,设置展示窗口与说明文字;公共场所应设置近零碳宣传标语,校园网应设置近零碳宣传栏。

10.3.2 学校应设置并规范近零碳教育教具,类型包括但不限于:可再生能源设施设备类教具、节能节水设施设备类教具、生态环境或植物类教具、废旧物品再利用类教具等。

10.3.3 学校应配备双碳教育团队,定期招募、培训志愿教师,应满足下列规定:

- a) 根据自身特色、规模、人员素质,制定教职工低碳知识学习进修规划和成长管理规范文件;

- b) 通过会议、培训、校内外进修等方式，按不同岗位需求分层次进行培训，保证教职工在低碳能力方面的提升；
 - c) 建立教职工低碳知识考评制度。
- 10.3.4 学校应将近零碳教育内容融入教学课程中，包括课程管理与开发、备课、课堂教学、教学反思、作业布置、实验教学、课内外辅导、考试与评价、教研与培训、督查和评价等。
- 10.3.5 学校应定期组织近零碳建设模块安全教育，通过开设公开课、举办大讲堂、实践演练等多种活动形式，增强中小学生的安全意识、自我保护能力和应对突发事件的能力。
- 10.3.6 学校应通过主题班（团、队）会、征文、绘画、讲座、宣传栏、黑板报等多种形式普及低碳知识等。
- 10.3.7 学校应结合自身条件，每年在国际湿地日、国际生物多样性日、世界环境日、世界海洋日、全国低碳日、全国生态日等主要的生态环境节日中，开展不少于4场绿色低碳主题教育活动。
- 10.3.8 学校应通过实地参观、社会调研、志愿服务、撰写调研报告等形式，让学生走进绿色低碳科普基地、自然教育（学校）基地、企业、社区、园区等，进行参观学习与宣传活动。
- 10.3.9 学校宜建立近零碳相关的学生社团及教育基地，搭建绿色生活展示、体验平台。

10.4 行为引导

- 10.4.1 学校应建立教职工和学生低碳日常行为规范，明确禁止或限制高碳排放的行为，并在校园内推广实施。
- 10.4.2 学校应鼓励教职工和学生积极践行低碳生活，低碳微行动见附录I，包括但不限于：
- a) 节约用电。鼓励教职工在离开办公室或宿舍时关闭灯光、电脑、打印机等电子设备，避免不必要的能源消耗；
 - b) 减少纸张使用。倡导教职工尽量使用电子文档和在线平台进行文件传递和共享；
 - c) 使用公共交通工具。鼓励乘坐公共交通工具上下班，减少个人汽车使用的频率，从而减少碳排放；
 - d) 垃圾分类。规范教职工及学生对废弃物的管理，包括正确分类回收可回收物品、压缩垃圾容积，最大程度减少废弃物对环境造成的影响；
 - e) 环保饮食。提倡教职工和学生选择环保饮食方式，如节约粮食、光盘行动、选择本地和有机食材等，以降低碳足迹。
- 10.4.3 学校宜设立低碳奖励制度，激励教职工和学生积极参与低碳行动。包括但不限于：
- a) 设置低碳行为评比活动，奖励表现出色的个人或团体；
 - b) 设立低碳项目基金，资助教职工和学生开展相关研究和实践项目等。
- 10.4.4 学校宜建立碳普惠制，搭建校园碳积分与碳奖品系统，并鼓励不同近零碳校园之间碳积分和奖品系统互通互认。

11 综合评价

- 11.1 近零碳校园建设应开展建设全过程评价，学校应提交相关过程文件，评价机构应对相关文件进行审查，出具建设过程评价结论。
- 11.2 近零碳校园评价应该满足下列条件：
- a) 满足能源系统完成调适，并正常运行满一年或满足一个完成供冷季；
 - b) 与申报时班级额定数量相符；
 - c) 在校园验收交付后投入正式运行使用满一年后进行；
 - d) 碳排放相关指标数据以实际运行一年的数据进行核算。

11.3 学校应自行或委托有技术实力的专业机构对项目进行自评价，应依据附录J编制自评价报告，自评价报告的内容应对项目总体建设情况、取得的重要成果及减排效益、主要创新措施进行论述，并总结经验和建议，给出项目自评价结论。

11.4 学校应对所提交资料的真实性和完整性负责。

11.5 评价机构应对学校提交的自评价报告和相关文件进行审查，出具考核评价结论。

11.6 学校在考核评价通过后，每年应参考附录C开展校园运行碳排放核算，碳排放指标应符合5.4、5.5相关规定，保证碳排放总量持续降低并逐步趋近于零。

附 录 A
(资料性)
碳排放因子

表 A.1 给出了近零碳校园碳排放核算碳排放因子。

表 A.1 近零碳校园碳排放核算碳排放因子

品种	折标煤系数	折二氧化碳系数/固碳系数
天然气	1.3300 kgce/m ³	2.1650 kgCO ₂ e/m ³
汽油	1.4714 kgce/kg	3.1004 kgCO ₂ e/kg
柴油	1.4571 kgce/kg	3.2011 kgCO ₂ e/kg
液化石油气	1.7143 kgce/kg	2.9240 kgCO ₂ e/kg
电力	0.1229 kgce/kWh	0.4512 kgCO ₂ e/kWh
碳汇	/	1.95 tCO ₂ e/公顷
教工差旅（航空）	/	0.095 kgCO ₂ e/km
教工差旅（高铁）	/	0.048 kgCO ₂ e/km
教工差旅（自驾车）	/	0.231 kgCO ₂ e/km
办公用纸	/	4.64 kgCO ₂ e/kg
生活废水	/	1.17 kgCO ₂ e/t
垃圾焚烧	/	0.2916 kgCO ₂ e/kg
注：教工差旅（航空）、教工差旅（高铁）、办公用纸因子来自 T/CABEE 053；其余因子为深圳本地因子。		

附 录 B
(规范性)

近零碳校园施工阶段用能和碳排放信息记录表

B.1 近零碳校园施工阶段用能情况及基本信息

表 B.1 给出了施工阶段能源使用情况及基本信息表模板。

表 B.1 施工阶段能源使用情况及基本信息表模板

工程名称			工程地点				
校园类型	<input type="checkbox"/> 小学 <input type="checkbox"/> 九年制学校 <input type="checkbox"/> 初级中学 <input type="checkbox"/> 高级中学 <input type="checkbox"/> 寄宿制高级中学 <input type="checkbox"/> 其他_____		结构类型				
建设单位			施工单位				
时间区间	施工区						
	生产用电 (kWh)	办公区用电 (kWh)	施工设备用油 (t)	其他用能 ()			
开工时间							
.....							
竣工验收时间							
总计							
时间区间	生活区						
	用电 (kWh)	用油 (t)	用气 (m³)	其他用能 ()			
开工时间							
.....							
竣工验收时间							
总计							

B.2 近零碳校园施工阶段用能和碳排放核算

表 B.2 给出了近零碳校园施工阶段用能和碳排放核算表模板。

表 B.2 施工阶段用能和碳排放核算表模板

阶段	能源类型	数值	单位	能源碳排放因子	碳排放量 kgCO ₂ e
校园建造阶段	电力		kWh		
	柴油		kg		
	汽油		kg		
	液化石油气		kg		
	天然气		m ³		
				
汇总	/	/	/	/	

附录 C

(资料性)

近零碳校园运行管理阶段碳排放核算方法

C.1 报告年份

校园运行碳排放核算将报告期为一个自然年，指连续12个月。

C.2 运行碳排放核算公式

C.2.1 各种碳源产生的碳排放量、碳汇量、碳抵消量的核算

运行碳排放核算应包括各种碳源产生的碳排放量、碳汇量、碳抵消量的核算，见公式(C.1)：

$$C_{AC} = \sum_i^n C_i - \sum C_f - \sum C_{dx} \cdots \cdots \cdots (C.1)$$

式中：

C_{AC} ——碳排放总量，单位为吨二氧化碳每年（tCO₂e/年）；

$\sum_i^n C_i$ ——各种碳源产生的碳排放量合计，单位为吨二氧化碳每年（tCO₂e/年）；

$\sum C_f$ ——校园碳汇量合计，单位为吨二氧化碳每年（tCO₂e/年）；

$\sum C_{dx}$ ——购买中国核证自愿减排量（CCER）、深圳碳普惠核证减排量合计，单位为吨二氧化碳每年（tCO₂/年）。

C.2.2 各种碳源产生的碳排放量的核算

校园碳排放核算分项内容见公式(C.2)：

$$C = \sum_{i=1}^n (D_i \times F_i) \cdots \cdots \cdots (C.2)$$

式中：

C ——校园的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳每年（tCO₂e/年）；

D_i ——第*i*类排放源的活动数据，即第*i*类能源消耗实物量，单位为国际单位；

F_i ——第*i*类能源的二氧化碳排放因子，排放因子参考附录A。

C.2.3 校园碳汇量核算

校园碳汇量核算见公式(C.3)：

$$C_f = M \times G \cdots \cdots \cdots (C.3)$$

式中：

C_f ——碳汇总量，单位为吨二氧化碳每年（tCO₂e/年）；

M ——植物面积，单位为平方米（m²）；

G ——固碳系数，取1.95吨CO₂/公顷，为深圳市实际情况取单位林地（含绿地）面积平均二氧化碳固定量。

C.3 数据处理原则

C.3.1 基本原则

由于连续测量的数据为仪器不间断测量的活动数据，若相关凭证出现跨年/月情况，单据处理保证前后报告期年度的数据统计时间无重复、无遗漏，报告期年度的用能统计天数不能少于350天或多于380天，并按如下方式处理：a) 若单据仅差5天（含5天）以内的，

则忽略误差，认为是当月单据，超过 5 天的，根据实际天数按当月活动数据折算；b) 若多个月的用量合在一张单据上，且起止日基本一致，在确认相关排放源稳定运行的前提下，则除以月份数，得出单月用量。

C.3.2 案例

某电费单为 2018 年 12 月 26 日至 2019 年 2 月 26 日，则认为此电费记录为 2019 年 1 月-2 月的电费，其电量除以 2，得到 2019 年 1 月份、2 月份的电量。

C.3.3 其他

校园可再生能源发电量中除自用以外、上网进入电网的发电量若未进行 CCER 核证，计入校园自身减排量。

C.4 常见排放活动及排放源

将校园排放活动分为直接碳排放、间接碳排放和其他间接碳排放三类，校园中排放源涉及有建筑、车辆交通、道路设施、水资源利用和废弃物处理等。表 C.1 为校园碳核算中常见排放活动及排放源。

表 C.1 校园常见排放活动及排放源

范围	相关活动	相关排放源
范围 1: 直接碳排放	固定源燃烧: 固定的设备通过燃料燃烧生产电力、蒸汽、热或能量而产生的碳排放	锅炉、餐厅炉灶、发电机
	移动源燃烧: 交通工具和移动设备的燃料燃烧而产生的碳排放	汽车
范围 2: 间接碳排放	外购电力等	照明、动力设施等
范围 3: 其他间接碳排放	教职工的因公差旅	校内外汽车、航空、高铁等
	办公用纸	宿舍、教学楼
	生活污水	宿舍、教学楼、体育馆、餐厅
	垃圾焚烧	宿舍、教学楼、体育馆、餐厅
注: “移动源燃烧: 交通工具和移动设备的燃料燃烧而产生的碳排放”仅核算校园内部自有车辆所产生的碳排放, 暂不核算外来车辆碳排放。		

附 录 D
(资料性)

近零碳校园运行管理阶段碳排放核算案例

D.1 基本信息

以深圳某高中校园为例，校园面积为 8.73 万 m²，2021 年共有 3933 人，其中学生人数为 3679 人，老师人数为 254 人，校园基本信息表见表 D.1。

表 D.1 深圳市某近零碳校园基本信息表

校园名称	**高中		
详细地址	**		
校园类型	<input type="checkbox"/> 小学 <input type="checkbox"/> 九年制学校 <input type="checkbox"/> 初级中学 <input checked="" type="checkbox"/> 高级中学 <input type="checkbox"/> 寄宿制高级中学 <input type="checkbox"/> 其他		
工程类型	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 改造		
基准年份	2021 年	正式投入运行一个自然年年份（以下简称“运行年份”）	/
基准年份教职工和学生人数（人）	3933	运行年份教职工和学生人数（人）	/
基准年碳排放（tCO ₂ e）	2462.37	运行年碳排放（tCO ₂ e）	/
基准年范围 1、范围 2 人均碳排放（tCO ₂ e/人）	0.51	运行年范围 1、范围 2 人均碳排放（tCO ₂ e/人）	/

D.2 能源资源消耗情况

车辆总数为 4 辆，校园能源消耗类型包括电力、天然气、汽油、柴油等，各能源类型消耗数据如下表 D.2。

表 D.2 深圳市某校园 2021 年能源资源消耗情况

能源类型	消耗量		人均消耗量
电力	日常消耗量	387.42 万 kWh	985.05kWh/人
	充电桩消耗量	20.00 万 kWh，其中太阳能光伏供电 10.0488 万 kWh（自发自用 2.00 万 kWh，上网进入电网但未进行 CCER 核证的发电量 8.0488 万 kWh），外购电力 9.9512 万 kWh	50.85kWh/人
水	10.05 万 m ³		131L/（人·天）
天然气	11.54 万 m ³		29.42 立方米/人
汽油	5158L		/

表 D.2 深圳市某校园 2021 年能源资源消耗情况（续）

能源类型	消耗量	人均消耗量
柴油	242L	/
教工差旅（航空）	10000km	/
教工差旅（高铁）	5000km	/
教工差旅（自驾车）	300km	/
办公用纸	1.016t	/
生活废水	100488.15t	70L/人
垃圾焚烧	1148.44t	0.8kg/（人·日）

D.3 碳排放量计算

D.3.1 范围 1

范围 1 校园消耗的化石燃料燃烧产生的直接碳排放总量为 262.91 tCO₂e，其中以天然气消耗导致的碳排放量最多，达 250.49 tCO₂e，汽油和柴油燃烧产生的碳排放量分别为 11.67 tCO₂e 和 0.65 tCO₂e。

D.3.2 范围 2

本校园碳排放主要来自范围 2 校园购入电力造成的对应间接碳排放，共 1792.94 tCO₂e，其中，日常管理的校园购入电力所对应的碳排放 1748.04 tCO₂e，校园充电桩用电量造成的碳排放量为 44.90 tCO₂e

D.3.3 范围 3

范围 3 产生的其他碳排放共 458.42 tCO₂e，主要包括教工差旅（航空）0.95 tCO₂e、教工差旅（高铁）0.24 tCO₂e、教工差旅（自驾车）0.0693 tCO₂e、办公用纸 4.71 tCO₂e、生活废水 117.57 tCO₂e、垃圾焚烧 334.88 tCO₂e。

D.3.4 碳排放总量

2021 年该校园范围 1、范围 2、范围 3 的碳排放量共为 2514.27 tCO₂e，见表 D.3。

表 D.3 深圳市某校园 2021 年碳排放

项目	能源消耗	排放因子	碳排放量（tCO ₂ e）	
范围 1: 直接碳排放	天然气 115744.17 m ³	2.1650 kgCO ₂ e/m ³	250.59	262.91
	汽油 3765.58 kg	3.1004 kgCO ₂ e/m ³	11.67	
	柴油 203 kg	3.2011 kgCO ₂ e/m ³	0.65	
范围 2: 间接碳排放	日常使用外购电力 387.42 万 kWh	0.4512 kgCO ₂ e/kWh	1748.04	1792.94
	充电桩外购电力 9.9512 万 kWh	0.4512 kgCO ₂ e/kWh	44.90	

表 D.3 深圳市某校园 2021 年碳排放（续）

项目	能源消耗	排放因子	碳排放量（tCO ₂ e）	
范围 3: 其他间接碳排放	教工差旅（航空）	0.095 kgCO ₂ e/km	0.95	458.42
	教工差旅（高铁）	0.048 kgCO ₂ e/km	0.24	
	教工差旅（自驾车）	0.231 kgCO ₂ e/km	0.0693	
	办公用纸	4.64 kgCO ₂ e/kg	4.71	
	生活废水	1.17 kgCO ₂ e/t	117.57	
	垃圾焚烧	0.2916 kgCO ₂ e/kg	334.88	
范围 1、范围 2 碳排放总量合计（tCO ₂ e）				2055.85
范围 1、范围 2、范围 3 碳排放总量合计（tCO ₂ e）				2514.27

D.4 碳汇量计算

根据附录 C，计算校园 2021 年校园碳汇量见表 D.4。

表 D.4 深圳市某校园 2021 年碳汇量

项目	面积（m ² ）	固碳系数（tCO ₂ e/公顷）	碳汇量（tCO ₂ e）
校园绿地碳汇	9764.16	1.95	1.90

D.5 碳排放量汇总计算

校园 2021 年购买中国核证自愿减排量（CCER）50 吨用作碳抵消。

根据前文中表 D.3、D.4 的计算结果，得到深圳市某高中校园 2021 年净碳排放总量为 2462.37 tCO₂（包含范围 3），范围 1、范围 2 人均碳排放量为 0.51 tCO₂。2021 年碳排放量汇总表见表 D.5。

表 D.5 深圳市某校园 2021 年碳排放量汇总表

碳源排放量合计（tCO ₂ e）	2514.27
范围 1：直接碳排放量（tCO ₂ e）	262.91
范围 2：间接碳排放量（tCO ₂ e）	1792.94
范围 3：其他间接碳排放（tCO ₂ e）	458.42

表 D.5 深圳市某校园 2021 年碳排放量汇总表（续）

绿地碳汇量 (tCO ₂ e)	1.90
碳抵消量 (tCO ₂ e)	50.00
碳排放量合计 (tCO ₂ e)	2462.37
校园人数 (人)	3933
范围 1、范围 2 人均碳排放量 (tCO ₂ e/人·年)	0.51

附 录 E
(规范性)
近零碳校园前期策划报告模板

E.1 近零碳校园前期策划报告封面

深圳市近零碳校园前期策划报告封面要求见图 E.1。

XXX 学校
近零碳校园前期策划报告

申报单位	:		(盖章)
编 写 人	:		
责 任 人	:		
报告日期	:		

图 E.1 近零碳校园前期策划报告封面

E.2 校园概况

E.2.1 基本情况简介

介绍校园基本概况。

E.2.2 低碳工作基础

近年来在低碳方面已开展的工作以及在经济、环境、资源、基础设施等方面的优势和特色，说明现有的碳排放核算统计数据基础，分析开展近零碳校园的有利条件和面临障碍。

E.2.3 碳排放特征

对于既有校园近零碳改造项目，根据碳排放量核算方法和参数，对既有校园近两年的碳排放情况进行核查，通过情景预测法对项目创建完成并投入运行后的碳排放情况进行预估，说明近零碳校园的碳排放特征，提供数据可追溯的核查报告。

对于新建近零碳校园，根据设计方案进行碳排放模拟测算，说明近零碳校园的碳排放特征，提供数据可追溯的测算报告。

E.2.4 项目可行性论证结论

在上述材料基础上，充分论证项目创建的可行性，并给出相应结论。

E.3 思路目标

E.3.1 总体思路

按照近零碳校园拟实现近零排放的目标，提出在技术路线、管理体系、重大工程等方面的创建思路。

E.3.2 项目目标

从碳排放、能源、建筑、交通、资源循环利用、废弃物处理、环境保护、碳汇、教育与科技、运行管理、管理模式创新等方面综合提出近零碳校园发展目标指标体系。

E.4 主要任务

根据项目目标和思路，结合项目发展实际，确定有关主要任务。包括能源、建筑、交通、资源循环利用、废弃物处理、环境保护、碳汇、教育与科技、运行管理、治理模式创新等。

E.5 重点项目

根据近零碳排放目标和任务，结合近零碳校园发展实际，明确拟建设重点项目，包括名称、建设内容、实施计划、建设主体、建设周期、预期温室气体减排效益、投资规模、投资估算等内容（建议以表格形式总结）。

E.6 进度安排

根据近零碳排放校园目标和任务，结合项目发展实际，提出分年度的实施计划和工作内容。

E.7 保障措施

主要包括建立组织机构，落实责任部门，制定部门、岗位职责，编制近零碳发展规划或方案，并将近零碳发展纳入年度计划和重点工作。强化项目支撑，落实资金保障。加强近零碳发展人才队伍建设。推进教职工与学生广泛参与，践行绿色生活方式和消费模式。

E.8 有关证明材料

E.8.1 相关证明文件，如证明在能源、建筑、交通等方面建设基础的有关证明。

E.8.2 拟实施重点项目的有关文件，如可行性报告、发展规划方案、实施方案等资料。

E.8.3 已开展编制低碳发展规划、建立低碳运行管理机制、建立温室气体排放统计核算制度、编制温室气体排放清单等的相关资料。

E.8.4 其他的有效支撑材料。

附录 F
(规范性)
近零碳校园规划设计阶段碳排放专篇模板

F.1 校园碳排放目标

依据深圳市校园碳排放相关政策规定和专项规划要求以及 GB 55015、SJG 34 等标准及文件规定，结合建设方案确定项目校园碳排放目标。

表 F.1 校园碳排放目标

学校名称：			
序号	指标	单位	碳排放目标
1	校园人均碳排放量	吨 CO ₂ e/(人·年)	
2	单位建筑面积综合能耗	kWh/(m ² ·a)	
3	可再生能源消费比重	%	
4	单位工程单位建筑面积的用电量	kWh/m ²	
5	单位工程单位建筑面积的用水量	m ³ /m ²	

F.2 校园减碳设计说明

根据校园碳排放目标要求，概述各专业所采取的校园减碳措施与增量成本，明确减碳预算，并在各专业施工图中落实相关设计内容，包括但不限于以下内容：

F.2.1 规划设计

概述场地规划及空间布局为校园节能减碳设计营造良好环境条件的内容，包括优化校园空间布局，合理规划增强自然通风、减少热岛效应等。

F.2.2 能源系统设计

概述可再生能源的技术手段为提高能源转换和利用效率的内容，包括太阳能光伏板的铺设面积和装机容量等。

F.2.3 建筑设计

概述建筑围护结构节能设计（详见绿色专篇的建筑节能设计说明）、可再生能源与建筑集成设计、低碳建材（含本地材料、可循环建材、利废建材、耐久性建材和绿色建材等）选用情况。

F.2.4 交通设计

概述校园交通规划设计，包括停车场、充电桩的设置，鼓励和提供便利的公共交通方式等内容。

F.2.5 水资源利用设计

概述校园范围内水资源利用方案、节水器具使用等。

F.2.6 废弃物利用设计

概述校园范围内垃圾分类、餐厨垃圾处理、植物废弃物转化等。

F.2.7 景观设计

概述校园范围内碳汇规划设计、建筑立体绿化设计、高碳汇苗木配置等。

F.2.8 智能化系统

概述校园范围内智能化系统设计等。

F.3 低碳建造技术要求

根据校园碳排放目标要求，说明项目在施工过程拟采取的减碳措施和技术要求，参照 GB/T 50640、GB/T 50905 和 SJG 46 制定相关技术要求，包括但不限于以下内容：

F.3.1 环境保护

建筑垃圾处置与回收利用、污水处置方式等。

F.3.2 节材与材料资源利用

新型的模板支撑体系及模板材料、工程主材损耗率、建筑余料再生利用、优化线材下料方案等。

F.3.3 节水与水资源利用

施工用水量指标、节水措施、雨水利用措施、施工过程用水量监测等。

F.3.4 节能与能源利用

耗能计量方案、节能灯具设置、可再生能源利用方案、施工用电量指标、施工过程用能监测等。

F.3.5 节地与土地资源保护

临时设施占地有效利用方式、临时办公生活用房采用装配式结构、场地原有植被处置方式等。

F.4 低碳运行管理技术要求

F.4.1 调试与运维

概述主要用能系统调试和运维过程中关键技术及注意事项，提升建筑用能系统的运行管理水平，降低建筑运行碳排放强度。

F.4.2 监测与控制

概述主要用能设备的控制方案和运行策略，并对建筑室内环境关键参数、建筑分类分项能耗、碳排放总量与强度、可再生能源发电量等关键参数提出监测和记录要求。

F.5 校园碳排放指标估算

设计阶段主要估算项目建材生产及运输阶段的隐含碳排放量和标准运行工况下的碳排放量估算方法参考《近零碳中小学校园建设技术指南》第6章碳排放核算的相关内容。建材生产及运输阶段碳排放

和标准运行工况下碳排放估算结果按下表分别填报：

表 F.2 建材生产及运输隐含碳排放估算结果

项目	碳排放 kgCO ₂ e	单位建筑面积碳排放量 (kgCO ₂ e/m ²)
建材生产隐含碳排放量①		
建材运输过程隐含碳排放量②		
建材生产及运输隐含碳排放量①+②		

表 F.3 校园运行碳排放估算结果

能耗类型	年能源消耗量	能源碳排放因子	碳排放量 (kgCO ₂ e/a)
建筑碳排放			
交通碳排放			
废弃物碳排放			
碳汇系统			
合计			
评估结论	计算值	目标值	是否满足要求
校园人均碳排放量_____吨 CO ₂ e/(人·年)			
校园年运行碳排放强度 (kgCO ₂ e/(m ² ·a))			
校园单位建筑面积综合能耗 (kWh/(m ² ·a))			
可再生能源消费比重(%)			

F.6 效益及风险分析

效益分析包括社会效益、经济效益以及降碳效益分析，通过效益分析明确低碳措施的可行性及必要性。风险分析包括低碳技术风险识别和风险管控。

F.7 管理保障

包括低碳专项管理机制，明确项目各阶段责任单位和岗位职责，保障项目顺利推进。

附 录 G
(资料性)
固碳植物推荐

推荐种植的高碳汇造林树种、灌木树种和大型水生植物种类分别见表 G. 1、表 G. 2 和表 G. 3。

表 G. 1 固碳造林树种推荐

排名	树种	排名	树种
1	灰木莲	9	米老排
2	厚荚相思	10	黎蒴
3	马尾松	11	红锥
4	大叶相思	12	石梓
5	乐昌含笑	13	阴香
6	红荷	14	西南桦
7	南酸枣	15	山杜英
8	山桂花		

表 G. 2 固碳灌木推荐

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

表 G. 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	大藻	4	美人蕉

附 录 H
(规范性)

近零碳校园专项验收报告碳排放审查表

表H. 1给出了近零碳校园专项验收报告碳排放审查表模板。

表 H. 1 近零碳校园专项验收报告碳排放审查表模板

序号	核查项目	核查内容	项目落实情况说明	核查结论
1	校园碳排放目标合规性	校园碳排放目标是否符合城市规划、政府有关管理规定等要求		
2	校园碳排放测算资料完整性	是否按要求完成标准运行工况下碳排放量测算		
		是否按要求完成建材生产及运输隐含碳排放量测算		
		是否建立施工用能台账及建造隐含碳排放测算		
3	近零碳降碳措施落实情况	能源系统实施情况		
		建筑本体系统实施情况		
		交通系统实施情况		
		水资源系统实施情况		
		废弃物系统实施情况		
		景观碳汇实施情况		
		智能化系统实施情况		
		其他创新措施		
4	校园碳排放强度	竣工验收阶段标准运行工况下碳排放总量计算值（tCO ₂ e）		
		竣工验收阶段标准运行工况下碳排放强度计算值（tCO ₂ e/（人·年））		
		校园碳排放参考指标值（tCO ₂ e/（人·年））	小学≤0.20 九年制学校≤0.20 初级中学≤0.20 高级中学（包括寄宿制）≤0.30	
		标准运行工况下碳排放测算结果达标情况	口达标 口不达标	
		校园碳排放核查结论： 经对项目竣工验收资料复核校园碳排放相关内容，本项目 口满足 口不满足 《近零碳中小校园建设技术指南》对项目建设过程的各项要求。		

附 录 I
(资料性)
低碳微行动

表 I.1 给出了低碳微行动推荐表。

表 I.1 低碳微行动推荐表

序号	领域	微行动	具体做法
1	减少资源消耗	将节能模式设为用电设备的默认模式	除非遇到极端天气，一般空调都应设置在合适的温度，并在节假日自动调整或关闭。其他用电设备也可以设置为节能模式，打印机默认双面打印，并使用再生纸。
2		安装显示详细数据的智能仪表	在建筑中安装智能电表、水表或其他仪表，实时显示校园目前消耗的能源数据和对应支出的金额，使能源消耗的影响清晰展示。
3		发布能耗和用水量排名	把各个班级的能耗和用水量公开，并进行张贴公布，通过排名的方式让学生了解他们是否比其他人消耗了更多的能源或水。
4		协助坚持节约能源	鼓励关闭电脑显示器和拔下充电插头，也可以在计算机或电源上张贴能源数据和对应金额以减少电力浪费。
5		培养就餐者自带杯子和餐具的习惯	在食堂提醒师生自行携带并使用可重复使用的杯子和餐具。
6		让回收箱吸引眼球	通过吸引眼球的大胆设计来提醒人们注意垃圾箱旁边的回收箱，例如，给它们涂上醒目的颜色或张贴通往回收箱的脚印标识。
7		推行无纸化办公，鼓励学习用品再利用	优先选用再生纸、提倡双面打印或推行无纸化办公，并宜鼓励闲置书籍、教材、教具或学习用具等回收再利用。
8		鼓励绿化垃圾资源化再利用	宜基于校园的场地条件，与教学实践相结合，通过落叶堆肥、粉碎转化为覆盖材料或营养基质、制作手工艺品等方式将绿化垃圾资源化再利用。
9		将共享再利用活动与社交结合	举办修修补补、再利用的活动，并建立社交网络，推广诸如乘车共享之类的计划。以社交活动的形式进行推广活动，不仅可以帮助精打细算的老师或学生省钱，还让他们拓展了社交圈。
10	绿色出行	推广校园骑行	在校园合适的地方提供共享自行车，师生无需办理手续就可以骑行。在校园举办免费的自行车维修服务，规划标记清晰、安全的骑行路线，提供方便的自行车车库。
11		让学生先立小目标，逐步改变	让他们先立小目标，积少成多。例如，可以从每周有一天骑自行车上学，再逐渐增加到每周两天。
12	环保饮食	提供较小的餐盘，不提供托盘	在自助式的校园食堂中，用小盘取代大盘，并且不提供托盘，减少食物浪费。
13		使绿色健康食物更加醒目	将绿色健康食品放在与视线高度一致的冰箱、柜台或收银台附近。

表 1.1 低碳微行动推荐表（续）

序号	领域	微行动	具体做法
14		分配和分享剩余食物	鼓励学校食堂和商店分发或低价出售过剩食物，可以利用现有的校园 APP 来操作。
15	举办活动	培养师生应对气候变化积极性	培养师生对校园美景和自然环境的自豪感、对集体认同感和对校园的归属感，并鼓励其参与研究校园环境问题。
16		创造公开承诺的机会	在新晋教职工入职、学生搬进宿舍或加入社团时，鼓励他们在同龄人面前做出承诺，遵从可持续发展的生活方式。
17		提供物质奖励，鼓励同辈推荐	当在学校中举行环保活动时，如果参加者带了朋友或家人一起来，可以给予小奖励来提高他们的支持度和参与度。
18		举办校园活动日	设计集体行动日，在校园范围内，鼓励人们做出短期的改变，例如要求人们每月有一天骑自行车到校，或鼓励人们设定“一周素食”，为更大的改变奠定基础。
19		在班级排名中加入可持续发展的要素	在班级排名中增加对校园可持续发展计划的考量，使可持续发展成为排名竞争因素之一，从而提高师生的参与度。

附 录 J
(规范性)
近零碳校园自评价报告模板

J.1 近零碳校园自评价报告封面

近零碳校园自评价报告封面要求见图 J.1。

XXX 学校
近零碳校园自评价报告

申报单位 :

_____ (盖章)

编 写 人 :

责 任 人 :

报告日期 :

图 J.1 近零碳校园自评价报告封面

J.2 基本情况概述

J.2.1 基本情况简介

介绍项目基本概况。

J.2.2 校园碳排放核算

对校园运行过程中的碳排放进行核算。

J.2.3 指标完成情况

依据《近零碳中小学建设技术》中 5.2、5.3 条文及项目前期策划报告中设定的创建目标和指标体系，列出核心指标与一般指标的完成情况。

J.3 取得的重要成果及减排效益

总结各项低碳发展任务的完成情况，包括但不限于能源低碳化、低碳建筑建设、低碳交通系统建设、水资源利用、废弃物利用、碳汇工程、碳管理及监测平台、低碳教育等方面的重要成果及减排效益。

J.4 主要创新点

创新技术、机制、模式等分享，包括但不限于低碳技术、低碳管理、资金保障、碳排放数据采集等方面的技术创新措施或体制机制创新情况。

J.5 安全情况说明

梳理列举项目安全风险点并简要说明相应安全现状及保障措施，着重围绕学生安全教育及保障进行说明。

J.5 经验及建议

总结创建过程中面临的问题和挑战、可复制可推广的低碳发展经验，提出下一步持续优化提升的工作思路。

J.6 自评价结论

自评价是否达到近零碳校园建设标准。

附录 K
(规范性)
指标计算公式

K.1 单位工程单位建筑面积的用电量

单位工程单位建筑面积的用电量按式 (K.1) 计算:

$$P_A = \frac{P_Z}{A} \dots\dots\dots (K.1)$$

式中:

P_A ——单位工程单位建筑面积的用电量, 单位为千瓦时每平方米 (kWh/m²)
 P_Z ——单位工程总用电量, 单位为千瓦时 (kWh);
 A ——单位工程建筑面积, 单位为平方米 (m²)。

K.2 单位工程单位建筑面积的用水量

单位工程单位建筑面积的用水量按式 (K.2) 计算:

$$W_A = \frac{W_Z}{A} \dots\dots\dots (K.2)$$

式中:

W_A ——单位工程单位建筑面积的用水量, 单位为立方米每平方米 (m³/m²)
 W_Z ——单位工程总用水量, 单位为立方米 (m³);
 A ——单位工程建筑面积, 单位为平方米 (m²)。

K.3 校园人均碳排放量

校园人均碳排放量按式 (K.3) 计算:

$$CE = \frac{Q_{CO_2}}{N_{rp}} \dots\dots\dots (K.3)$$

式中:

CE ——人均碳排放量, 单位为吨二氧化碳每人每年 (tCO₂e/人·a);
 Q_{CO_2} ——校园年生活用能产生的二氧化碳排放总量, 单位为吨二氧化碳 (tCO₂e);
 N_{rp} ——学生和教职工人数总和, 单位为人。

注: 二氧化碳排放量、人口的统计年限为验收前最近一个自然年。

K.4 可再生能源消费比重

可再生能源消费比重按式 (K.4) 计算:

$$R_{re} = \frac{\sum_{i=1}^n (a_i k_i)}{\sum_{j=1}^m (b_j k_j)} \times 100\% \dots\dots\dots (K.4)$$

式中:

R_{re} ——可再生能源消费比重;

- a_i ——消耗的第 i 种可再生能源转化的电量/热量，单位为千瓦时/兆焦耳（kWh/MJ）；
- k ——电力/热力的折标煤系数，折标煤系数见附录 A；
- n ——消耗的可再生能源种类数；
- b_j ——消耗的第 j 种能源实物量，单位为实物单位；
- k_j ——消耗的第 j 种能源的折标煤系数，折标煤系数见附录 A；
- m ——消耗的能源种类数。

K.5 绿色建材应用比例

绿色建材应用比例按式（K.5）计算，并按下表进行评分：

$$P_R = [(S1 + S2 + S3 + S4) / 100] \times 100\% \dots\dots\dots (K.5)$$

- 式中：
- P_R ——绿色建材应用比例；
 - $S1$ ——主体结构材料指标实际得分值；
 - $S2$ ——围护墙和内隔墙指标实际得分值；
 - $S3$ ——装修指标实际得分值；
 - $S4$ ——其他指标实际得分值。

表 K.1 绿色建材应用比例评分表

计算项		计算要求	计算单位	计算得分
主体结构	预拌混凝土	$80\% \leq P_s \leq 100\%$	m ³	10~20*
	预拌砂浆	$50\% \leq P_s \leq 100\%$	m ³	5~10*
围护墙和内隔墙	非承重围护墙	$P_s \geq 80\%$	m ³	10
	内隔墙	$P_s \geq 80\%$	m ²	5
装修	外墙装饰面层涂料、面砖、非玻璃幕墙板等	$P_s \geq 80\%$	m ²	5
	内墙装饰面层涂料、面砖、壁纸等	$P_s \geq 80\%$	m ²	5
	室内顶棚装饰面层涂料、吊顶等	$P_s \geq 80\%$	m ²	5
	室内地面装饰面层木地板、面砖等	$P_s \geq 80\%$	m ²	5
	门窗、玻璃	$P_s \geq 80\%$	m ²	5
其他	保温材料	$P_s \geq 80\%$	m ²	5

表 K.1 绿色建材应用比例评分表（续）

计算项		计算要求	计算单位	计算得分
	卫生洁具	$P_s \geq 80\%$	具	5
	防水材料	$P_s \geq 80\%$	m ²	5
	密封材料	$P_s \geq 80\%$	kg	5
	其他	$P_s \geq 80\%$	—	5
注：表中带“*”项的分值采用“内插法”计算，计算结果取小数点后1位；预拌混凝土应包含预制部品部件的混凝土用量；预拌砂浆应包含预制部品部件的砂浆用量；围护墙、内隔墙采用预制构件时，计入相应体积计算；结构保温装修等一体化构件分别计入相应的墙体、装修、保温、防水材料计算公式进行计算。				

K.6 钢材、商品混凝土、木材及其他主要建筑材料损耗率较定额损耗率下降比例

钢材、商品混凝土、木材及其他主要建筑材料损耗率较定额损耗率下降比例按式（K.6）计算：

$$R_{SH} = \frac{Q_{SY} - Q_{SJ}}{Q_{SJ}} \times 100\% \dots\dots\dots (K.6)$$

式中：

- R_{SH} ——材料损耗率，单位为百分比；
- Q_{SY} ——施工现场材料实际用量，单位为吨（t）或立方米（m³）；
- Q_{SJ} ——建筑材料设计用量，为吨（t）或立方米（m³）。

K.7 每万平方米建筑垃圾重量

每万平方米建筑垃圾重量按式（K.7）计算：

$$Q = Q_A \times A \dots\dots\dots (K.7)$$

式中：

- Q ——每万平方米建筑垃圾重量，单位为吨每万平方米（t/万 m²）；
- Q_A ——每平方米建筑垃圾产生量，单位为吨（t）；
- A ——建筑面积，单位为平方米（m²）。

K.8 建筑垃圾回收利用率

建筑垃圾回收利用率按式（K.8）计算：

$$R_{HS} = \frac{Q_{HS}}{Q_{ZL}} \dots\dots\dots (K.8)$$

式中：

- R_{HS} ——建筑垃圾回收利用率，单位为百分比（%）；
- Q_{HS} ——施工现场再利用建筑垃圾，单位为吨（t）或立方米（m³）；
- Q_{ZL} ——施工现场同类型建筑垃圾总量，单位为吨（t）或立方米（m³）。

注：对于金属废料可以采用质量进行计算，对于砖碎、废弃混凝土等可以采用体积或重量等进行计算。

K. 9 施工现场办公和生活区域节能照明灯具/节水器具配置率

施工现场办公和生活区域节能照明灯具/节水器具配置率按式（K. 9）计算：

$$R_{JNSB} = \frac{Q_{JNSB}}{Q_{SB}} \times 100\% \dots\dots\dots (K. 9)$$

式中：

R_{JNSB} ——施工现场办公和生活区域节能照明灯具/节水器具配置率，单位为百分比（%）；

Q_{JNSB} ——施工现场办公和生活区节能照明灯具/节水器具数量，单位为个；

Q_{SB} ——施工现场办公和生活区照明灯具/用水器具总数，单位为个。

K. 10 购买绿色电力比例

购买绿色电力比例按式（K. 10）计算：

$$R_{ge} = \frac{A_{ge}}{A_e} \times 100\% \dots\dots\dots (K. 10)$$

式中：

R_{ge} ——购买绿色电力比例；

A_{ge} ——购买中国绿色电力证书认购交易平台或其他正规认可的交易平台的绿色电力量，单位为千瓦时（kWh）；

A_e ——消耗的总电量（包括购买的绿色电力用量、可再生能源产生的电量等），单位为千瓦时（kWh）。

K. 11 单位建筑面积综合能耗

单位建筑面积综合能耗按式（K. 11）计算：

$$e_j = \frac{E}{S} \dots\dots\dots (K. 11)$$

式中：

e_j ——单位建筑面积综合能耗，单位为千瓦时每平方米（kWh/m²）；

E ——综合能耗，统计范围是统计对象在一年内实际消耗的电力和天然气，天然气可按 0.2 Nm³/kWh 统一换成电；

S ——总建筑面积，单位为平方米（m²）。

K. 12 校园内运行车辆的新能源汽车数量占比

校园内运行车辆的新能源汽车数量占比按式（K. 12）计算：

$$R_{bv} = \frac{N_{bv}}{N_v} \times 100\% \dots\dots\dots (K. 12)$$

式中：

R_{bv} ——新能源汽车占比；

N_{bv} ——校园内新能源汽车数量，单位为辆；

N_v ——校园内汽车总数量，单位为辆。

K. 13 停车场的新能源汽车充电桩配置率

停车场的新能源汽车充电桩配置率按式（K. 13）计算：

$$R_{ne} = \frac{N_{ne}}{N_{ps}} \times 100\% \dots\dots\dots (K. 13)$$

式中：

- R_{ne} ——新能源汽车充电桩配置率；
 N_{ne} ——已建设或预留的新能源汽车充电设施（接口）数量，单位为个；
 N_{ps} ——规划停车位总数量，单位为个。

K. 14 校园内新能源路灯占比

校园内新能源路灯占比按式（K. 14）计算：

$$R_{ssl} = \frac{N_{ssl}}{N_{sl}} \times 100\% \dots\dots\dots (K. 14)$$

式中：

- R_{ssl} ——新能源路灯占比；
 N_{ssl} ——校园内新能源路灯数量，单位为盏；
 N_{sl} ——校园内路灯总数量，单位为盏。

K. 15 绿化覆盖率

绿化覆盖率按式（K. 15）计算：

$$R_g = \frac{A_{gs} + dA_g}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (K. 15)$$

式中：

- R_g ——绿化覆盖率；
 A_{gs} ——绿地面积，单位为平方米（ m^2 ）；
 d ——折算系数，指绿化面积折算成绿地面积的相应系数，参考《深圳市建筑设计规则》（2024年修订版），见表（K. 2）；
 A_g ——绿化面积，指屋顶绿化或架空绿化种植覆土的水平投影面积，单位为平方米（ m^2 ）；
 A ——用地总面积，单位为平方米（ m^2 ）。
折算系数，如下表：

表 K. 2 折算系数表

覆盖厚度d(m)	d<0.1	0.1≤d<0.3	0.3≤d<0.5	0.5≤d<1	1≤d<1.5	d≥1.5
折算系数	0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9

K. 16 人均生活垃圾末端清运处理量

人均生活垃圾末端清运处理量按式（K. 16）计算：

$$DG = \frac{Q_{dg}}{P} \times 100\% \dots\dots\dots (K. 16)$$

式中：

- DG ——人均生活垃圾末端清运处理量，单位为千克每人日（kg/人·日）；
 Q_{dg} ——生活垃圾清运量指报告期（一个自然年）收集和运送到各生活垃圾处理厂（场）和生活垃圾最终消纳点的生活垃圾总量，单位为千克每日（kg/日）；
 P ——校园人口数量，单位为人。

K. 17 生活垃圾分类收集率

生活垃圾分类收集率按式（K.17）计算：

$$R_{dgc} = \frac{H_{dgc}}{H} \times 100\% \dots\dots\dots (K.17)$$

式中：

- R_{dgc} ——生活垃圾分类收集率；
- H_{dgc} ——实行垃圾分类收集的垃圾总量，单位为吨（t）；
- H ——校园内产生的垃圾总量，单位为吨（t）。

K.18 人均用水量

人均用水量按式（K.18）计算：

$$V_p = \frac{V - V_0}{P} \dots\dots\dots (K.18)$$

式中：

- V_p ——人均用水量单位为升每人日（L/人·日）；
- V ——统计期内消耗的水量，单位为升每人日（L/人·日）；
- V_0 ——统计期内消耗的雨水回收、中水回用的水量，单位为升每人日（L/人·日）；
- P ——校园人口数量，单位为人。

K.19 购买中国核证自愿减排量（CCER）、深圳碳普惠核证减排量占碳排放量的比例

购买中国核证自愿减排量（CCER）、深圳碳普惠核证减排量占碳排放量的比例按式（K.19）计算：

$$R_{hz} = \frac{Q_{hz}}{Q_{YCO_2}} \times 100\% \dots\dots\dots (K.19)$$

式中：

- R_{hz} ——购买核证减排量占碳排放量的比例；
- Q_{hz} ——购买核证减排量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；
- Q_{YCO_2} ——碳源产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）。

参 考 文 献

- [1] T/CABEE 053 高等学校校园碳排放核算指南
- [2] T/SGBA 001 深圳市中小学绿色校园评价标准
- [3] 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[EB/OL]. [2020-06-16]. https://gdee.gd.gov.cn/gkmlpt/content/3/3019/mmpost_3019513.html#3216
- [4] 深圳市生态环境局 深圳市发展和改革委员会. 关于印发《深圳市近零碳排放区试点建设实施方案》的通知[EB/OL]. [2021-11-04]. http://meeb.sz.gov.cn/gkmlpt/content/9/9341/mpost_9341593.html#3767
- [5] 深圳市规划和自然资源局. 《深圳市建筑设计规则》（2024年修订版）[EB/OL]. [2024-05-17]. http://pnr.sz.gov.cn/ywzy/qt/bzgf/content/post_11297199.html
-