



中国建筑科学研究院有限公司
China Academy of Building Research

既有高校校园健康低碳化改造

裴智超

中国建筑科学研究院有限公司

2026年5月

知
智
者
創
物

目 录

C O N T E N T S

01 健康低碳背景分析

02 既有校园现状诊断

03 健康低碳改造路径

04 后勤管理专项优化

05 健康低碳示范项目

06 未来与展望

目 录

C O N T E N T S

01 健康低碳背景分析

02 既有校园现状诊断

03 健康低碳改造路径

04 后勤管理专项优化

05 健康低碳示范项目

06 未来与展望

1.1 “健康中国” 国家战略指引

1

《健康中国2030” 规划纲要》

国家战略层面统筹解决关系健康的重大和长远问题。

重要基础 · 国家战略 · 重大举措



战略定位

中共中央、国务院2016年发布的**国家级战略纲领**。

明确了“共建共享、全民健康”的战略主题，是今后15年推进健康中国建设的宏伟蓝图和行动纲领。



核心思想

将“**建设健康环境**”提升至国家战略高度。

实现重大转变：从“以治病为中心”转向“以健康为中心”，从“被动治疗”转向“主动预防”，全方位保障人民健康。



环境健康目标

明确提出：到2030年实现“居民健康素养水平持续提高”。

重点任务：**加强影响健康的环境问题治理**，深入开展大气、水、土壤等污染防治，建设健康城市、健康村镇。

1.1 “健康中国” 国家战略指引

2

《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》

2025年1月，中共中央、国务院印发了《教育强国建设规划纲要（2024-2035年）》。

高校的角色与使命：构建“健康中国”的坚实支点



战略实践阵地

高校是落实“健康中国”战略**在教育领域的核心载体**。其校园环境的健康化水平，直接关系到数百万师生的身心健康与生命质量，是保障人才培养基础的“民生工程”。



健康教育示范区

高校是系统开展健康教育的主阵地。通过建设健康环境、开设健康课程、组织健康活动，**将高校打造成为区域内健康生活方式的引领者和健康环境建设的示范标杆**。



社会责任担当

推动校园健康化转型，不仅是培养具备健康素养、强健体魄与环保意识的高素质未来公民的必由之路，**更是高校主动服务国家战略、积极履行社会公共责任的必然要求**。

3

《教育部关于全面推进健康学校建设的指导意见》（教体艺〔2026〕3号）



总体要求

到2027年，高标准完成教育强国建设三年行动计划综合改革试点**健康学校建设试点**，健康学校工作规范和评价标准基本完善，形成一大批可复制可推广的工作案例和经验。

到2030年，健康学校建设**覆盖每所学校**。

到2035年，**普遍建成**更高质量的健康学校。

主要举措（四） 优化学校健康空间环境

- 把对健康的影响作为配备学校教育教学和生活设施的**前置条件**，积极改善学校办学条件。
- 教室、宿舍等场所经常**通风**、**采光良好**，食堂、厕所等场所保持清洁卫生。
- 中小学校改善教室**灯光照明**，根据学生身高配备**可调节课桌椅**，定期测量学生身高、坐高并调整课桌椅适配高度。



1.2 “双碳”目标下的零碳校园建设

1 国家“双碳”战略

高校作为人才培养与科研高地，是实现“双碳”战略的重要践行者与引领者。

国家目标：3060承诺

2020年9月，中国向世界作出庄严承诺：
“二氧化碳排放力争于**2030年前达到峰值**，努力争取**2060年前实现碳中和**。”
这是中国面向未来的重大宣示。

战略意义：责任与担当

这一重大战略决策，不仅是基于我国**可持续发展的内在要求**，更是作为大国推动构建**人类命运共同体**的责任担当，彰显了中国应对气候变化的坚定决心。

路径：能源结构转型

- 到2030年：非化石能源消费占比达到**25%左右**。
- 到2060年：非化石能源消费占比超过**80%**。

2

零碳校园



政策背景 · Policy Background

国家“双碳”战略目标（2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和）为零碳校园建设提供了**宏观顶层设计指引**。

教育部联合相关部门印发的《**绿色低碳发展国民教育体系建设实施方案**》中，明确提出将绿色低碳理念融入校园建设全过程，**要求积极建设绿色低碳、节能降碳的示范型校园**，为教育领域的绿色转型树立标杆。



建设优势 · Construction Advantages

资源与场景优势：高校通常拥有大面积的闲置屋顶、未开发的土地资源以及稳定的用能需求，是**分布式光伏、地源热泵、智慧微电网**等低碳技术落地应用的**理想场景**。

产学研融合优势：作为人才与知识的高地，高校能将零碳校园的改造与运营，与环境科学、能源工程等学科的科研与教学深度融合，通过**“教学-科研-实践”闭环**，形成**可复制、可推广的零碳发展模式**。

1.3 既有校园健康低碳化改造必要性

问题导向：为何必须改造？如何科学实施改造？有什么实际效益？

我国大量高校校园建筑建于上世纪八九十年代甚至更早，这些既有建筑在设计之初**并未充分考虑**现代健康和低碳标准，**普遍存在一系列问题**，凸显了改造的**紧迫性和必要性**。

无论是从响应国家“双碳”战略的宏观要求出发，还是从改善校园办学条件、提升师生身心健康体验的微观需求来看，**对既有校园建筑进行系统性的健康低碳化改造，都是实现高校可持续发展的必由之路。**

1.3 既有校园健康低碳化改造必要性

高校校园健康低碳改造的四大核心驱动力



01. 能源效率低下，运营成本高昂

老旧建筑围护结构保温隔热性能差，导致采暖和空调能耗居高不下，给学校带来沉重的财政负担，亟需通过节能改造降低运营成本。



02. 室内环境品质堪忧，影响师生健康

室内通风不畅、自然采光不足及空气污染物超标等问题，已成为影响师生身心健康和学习效率的隐形阻碍，迫切需要改善。



03. 基础设施老化，存在安全隐患

供配电、给排水及暖通空调等核心设备严重老化，不仅能源利用率低，更伴随着跑冒滴漏及故障风险，构成校园安全隐患。



04. 空间布局不合理，制约功能发挥

传统单一的空间布局已难以适配现代化教学、交流及创新的多元需求，限制了校园活力与教育功能的进一步释放。

目 录

C O N T E N T S

01 健康低碳背景分析

02 既有校园现状诊断

03 健康低碳改造路径

04 后勤管理专项优化

05 健康低碳协同效益

06 未来与展望

高校校园用能特性分析



能耗密度高

集教学、科研、生活、办公于一体，功能复杂，设备种类繁多，单位面积能耗远高于普通住宅。



用能时间集中

主要用能集中在工作日的教学和办公时间，以及学生生活时段，呈现明显的峰谷特性。



能耗结构复杂

主要包括建筑运行能耗（暖通空调、照明）、交通能耗、实验设备能耗、生活热水能耗等，构成要素多元。



地域差异显著

严寒和寒冷地区的供暖能耗占比极高，而夏热冬暖地区的空调能耗则是主要组成部分，不同地区用能重心不同。

2.1 用能特性与碳排放痛点

高校校园**碳排放**特性分析

01 能源结构以化石能源为主

校园能源主要依赖外购电力和热力，导致**范围二（能源间接排放）碳排放**占比极高。

02 电力消耗是主要排放源

照明、空调、实验设备等大量消耗电力，是校园碳排放的主要核心来源。

03 交通与差旅排放不容忽视

教职工和学生的通勤、公务出差构成了**范围三（其他间接排放）**的重要部分。

04 北方采暖碳排放巨大

在严寒地区，**冬季采暖时间长、能耗高**，是校园最大的单一碳排放项之一。

05 缺乏精细化管理

“长明灯”、“长流水”等**浪费现象**普遍存在，用能设备缺乏智能管控，导致大量不必要的碳排放。

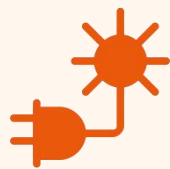
2.2 空间布局与健康环境短板

现代健康标准下既有高校校园的**四大短板**

既有校园的空间布局和建成环境在设计理念上与现代健康标准存在较大差距，主要体现在**通风与空气质量不佳、采光与热舒适问题突出、活动空间与心理健康被忽视**，以及**无障碍与包容性设计的缺失**四个维度，难以满足当下师生对健康学习与生活环境的迫切需求。



通风与空气质量



采光与热舒适



活动空间与心理健康



无障碍与包容性设计

现代健康标准下既有高校校园的**四大短板**



通风与空气质量

既有建筑**通风路径不畅**，空气流通性差，容易造成室内空气浑浊，**无法满足健康呼吸的空气质量标准**，影响师生身体健康。

自然通风不足

传统建筑设计在规划与布局时，往往对自然通风的考量严重不足，导致室内空气流通不畅，过度依赖高能耗的机械通风设备与空调系统，难以保障空气的自然循环与品质。

新风系统缺失或低效

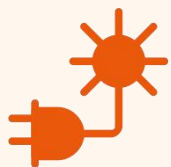
大量老旧建筑未配备新风系统；部分新建建筑虽有配备，但常存在风量不足、维护管理不到位或过滤净化效果差等问题，无法有效引入室外新鲜空气并排出室内污浊空气。

健康建材应用不足

装修装饰过程中，环保标准把控不严，部分材料含有甲醛、苯等挥发性有机化合物（VOCs）。这些污染物会长期缓慢释放，持续污染室内空气，对师生的呼吸系统及身体健康构成潜在威胁。

2.2 空间布局与健康环境短板

现代健康标准下既有高校校园的四大短板



采光与热舒适

室内**自然采光不足**，**人工照明设计不合理**，且缺乏有效的隔热保温措施，导致冬冷夏热，热舒适度差，影响学习与生活体验。



自然采光不均

部分教室和办公室的采光系数未达国家标准，导致室内光线昏暗，即使在白天也需要开启人工照明。这不仅造成了电力能源的浪费，长期处于光照不足的环境中，还容易引起视觉疲劳，增加近视风险，严重影响师生的视力健康。



热舒适度差

建筑围护结构（墙体、屋顶、门窗）的保温隔热性能较差，形成“冬冷夏热”的恶劣室内热环境。此外，缺乏科学有效的遮阳措施，夏季太阳辐射直接进入室内，进一步加剧了室内闷热感，导致空调系统长时间满负荷运行，能耗居高不下。

2.2 空间布局与健康环境短板

现代健康标准下既有高校校园的四大短板



活动空间与心理健康

缺乏多样化的室外运动与社交活动空间，且缺乏关注心理舒缓的疗愈性景观，难以满足学生的心理解压与社交互动需求。



缺乏体育 活动空间

校园内体育设施数量不足，且现有设施在校园内分布不合理，难以有效覆盖各年级师生的日常教学与生活区域，无法充分满足师生多样化的日常锻炼需求。



绿色空间 严重不足

校园环境中硬质铺装占比过高，自然绿地和景观水体面积明显不足。缺乏能为师生提供自然休憩、促进非正式交流的“疗愈花园”类景观，难以有效缓解师生的身心压力。



忽视心理 健康空间

校园规划中缺乏独立、私密且专业的心理咨询室，也未设置供师生进行情绪调节的冥想室或放松室，缺乏物理空间来支撑师生的心理健康维护与干预工作。

现代健康标准下既有高校校园的**四大短板**



无障碍与包容性设计

校园内**无障碍通行设施不健全**，缺乏针对不同年龄、身体状况人群的包容性设计，难以保障所有师生平等地使用校园空间。

物理环境障碍

校园内普遍存在无障碍设施缺失或不完善的问题，如缺少无障碍坡道、电梯、无障碍卫生间等，给行动不便的师生带来极大困扰。这直接阻碍了残障师生的校园生活。

服务支持不足

缺少针对残障学生的个性化服务支持体系，如学习辅助、心理支持、就业指导等，导致其难以真正融入校园生活，影响身心健康和长远发展。

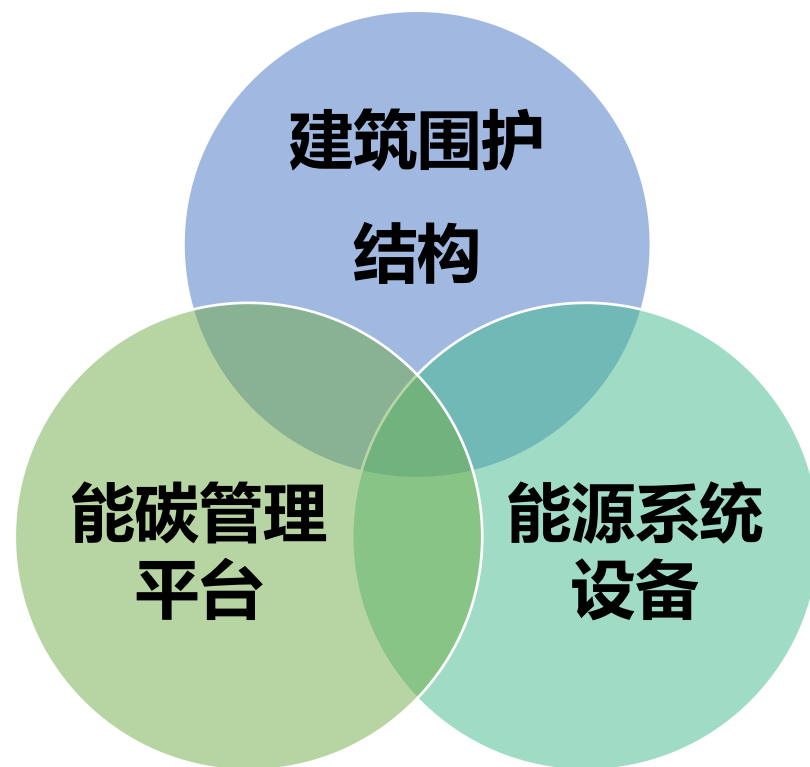
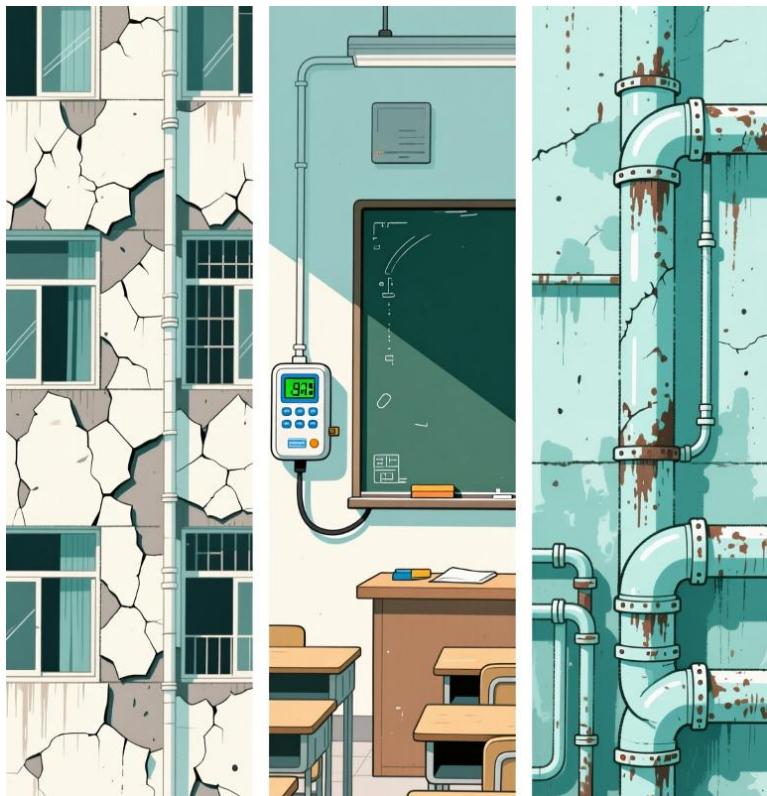
信息获取障碍

教学课件、网站信息、校园地图等未能提供无障碍版本，如缺少盲文、字幕、语音导览等。这种信息“壁垒”使得残障群体难以公平获取教育资源和校园资讯。

2.3 基础设施老化问题清单

系统性“硬伤”

既有高校校园的基础设施普遍存在超期服役、技术落后、维护不善等问题，形成了一系列“硬伤”，不仅严重影响校园运行效率，更是**校园安全运行与低碳高效运营的主要障碍**。



- 供热管网运行 20 年以上占比超 60%，输送热损失达 15% 至 20%。
- 智慧化能源管理系统覆盖率不足 30%，无法实现精细化能耗监测与调控。

2.3 基础设施老化问题清单

问题清单（一）：建筑与暖通



建筑围护结构

- **墙体**：**保温层材料**开裂、脱落，丧失保温隔热能力，导致室内外热量交换加剧。
- **屋面**：老化、失效，存在**防水层**严重渗漏隐患，影响顶层建筑结构与使用。
- **门窗**：**密封条老化**、**玻璃性能差**，气密性严重不足，造成大量冷热负荷损失。



暖通空调系统 (HVAC)

- **冷热源设备**：**机组超期服役**，能效远低于国家现行标准，运行能耗居高不下。
- **输配管网**：**管道年久失修**，内壁严重腐蚀、结垢，导致流量损失大，输送效率低。
- **末端设备**：**风口积灰**、**风机老化**，不仅出风效果差，且运行噪音大，影响师生体验。

2.3 基础设施老化问题清单

问题清单（二）：电力系统与水系统



供配电与照明系统

- **变压器与配电柜设备**严重老旧，存在安全隐患
- **室内外供电线路**绝缘层老化，线路损耗大
- **照明系统**大量使用高能耗传统灯具，缺乏节能控制



给排水系统

- **地下供水管网**老化锈蚀，导致“跑冒滴漏”现象严重
- **排水管网**淤堵，雨天易造成积水，排水效率低
- 大量使用**非节水型卫生器具**，水资源浪费严重



智能化管理水平低

- 缺乏统一的**能源与水资源管理系统平台**
- 各能源、水务子系统独立运行，**数据不互通**
- **缺乏自动化监测与联动控制**，无法实现精细化运营管理

■ 系统性问题突出

既有校园在能源、健康、空间和设施方面存在系统性问题，这些问题相互关联，共同制约了校园的可持续发展。

■ 改造需求迫切

随着国家“双碳”目标和“健康中国”战略的推进，师生对高品质学习生活环境的需求日益增长，对既有校园进行健康低碳化改造已成为必然选择。

■ 综合效益显著

健康低碳改造不仅能显著降低运营成本、提升环境品质，还能带来巨大的社会和环境效益，是实现高校高质量发展的关键举措。

目 录

C O N T E N T S

01 健康低碳背景分析

02 既有校园现状诊断

03 健康低碳改造路径

04 后勤管理专项优化

05 健康低碳示范项目

06 未来与展望

3.1 校园健康低碳相关标准

1 《健康建筑评价标准》T/ASC02 - 2021

目标：提升建筑健康性能，全方位为使用者提供健康的物理环境、配套设施和专业服务，保障身心健康。

适用对象：本标准适用于民用建筑健康性能的评价；

六大指标：空气、水、健身、舒适、人文、服务及创新提高。



01. 空气 Air

关注室内外空气污染物控制、空气质量实时监测、高效空气净化系统及通风换气策略。



02. 水 Water

涵盖生活饮用水水质安全、直饮水系统设计、生活热水系统及防回流污染措施。



03. 舒适 Comfort

综合考量室内热湿环境、声环境、光环境及室内空气质量，营造身心舒适的体验。



04. 健身 Fitness

提供多元化的健身设施与体育活动空间，鼓励居民进行日常锻炼，促进身体健康。



05. 人文 Humanity

强调无障碍设计、心理健康关怀、文化氛围营造，满足使用者的社会与精神健康需求。



06. 服务 Service

包含物业健康管理服务、智慧化运维服务及应急保障体系，提供持续的健康支持。

1

《健康建筑评价标准》T/ASC02 - 2021

评价指标构成

标准采用“基础保障+性能评分”的双轨评价机制，包含两大核心维度：

- 1. 控制项：**为所有申报建筑必须满足的基础门槛，是健康建筑的底线要求，不参与具体打分。
- 2. 评分项：**用于衡量建筑健康性能的优劣程度，依据不同技术指标和实施难度赋予相应分值，最终得分决定星级等级。

健康建筑等级划分

铜级

≥ 40分

银级

≥ 50分

金级

≥ 60分

铂金级

≥ 80分

注：总得分是在满足所有“控制项”要求后，对“评分项”进行量化评分得出的最终结果。

3.1 校园健康低碳相关标准

2 《WELL Building Standard》

美国颁布的WELL健康建筑标准的定义为：致力于追求可支持人类健康和舒适的建筑环境，改善人类身体健康、心情、舒适、睡眠等因素，鼓励健康、积极的生活方式，减少化学物质和污染物的损害。

等级划分



体系/级别	铜级	银级	金级	铂金级
WELL v2	-	50	60	80
WELL Core	40	50	60	80
WELL Community	-	50	60	80

评价指标体系



3.1 校园健康低碳相关标准

3

《绿色校园评价标准》(GB/T 51356-2019)

核心目标:

规范绿色校园的建设与评价, 实现资源节约、环境友好、教育意义。

指标体系:

1. 规划与生态 |

涵盖场地绿化、生态保护、绿色雨水基础设施建设、以及校园交通的便利性规划等内容。

02. 能源与资源 |

重点关注校园能耗与水耗的精细化管理、太阳能等可再生能源的利用, 以及绿色环保建材的选用。

03. 环境与健康 |

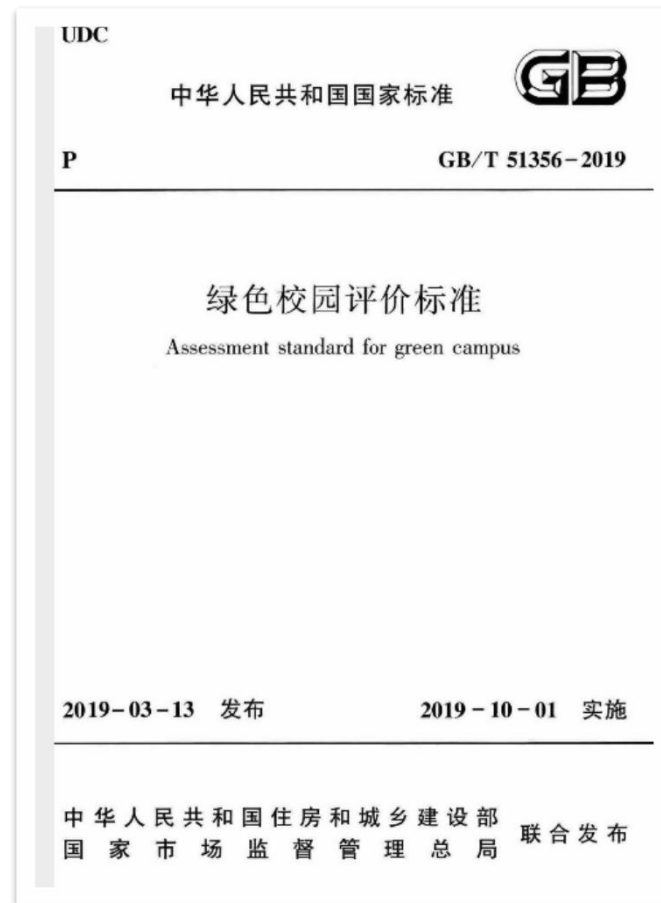
全面考量声环境舒适度、光环境质量、室内外空气质量, 以及校园水生态环境的保护。

04. 运行与管理 |

建立完善的绿色校园管理体系, 部署能耗水耗在线监测平台, 并引导师生践行绿色低碳生活方式。

05. 教育与推广 |

将绿色发展理念融入校园课程体系, 并常态化开展各类环保科普宣传与教育实践活动。



3

《绿色校园评价标准》(GB/T 51356-2019)

评价指标构成

• 控制项 (Mandatory)

绿色校园建设必须满足的基本要求，是达标门槛，不参与评分但一票否决。

• 评分项 (Scoring)

用于量化评价绿色校园建设水平，是星级划分的主要依据，采用百分制评分。

一星级 (基础级)

≥ 50 分

满足所有控制项要求，且总评分达到50分及以上。是绿色校园的基础入门等级，代表校园建设已具备基本的绿色发展理念。

二星级 & 三星级

★★ 二星级 (提升级): ≥ 60 分

在满足基础要求上，对资源利用、环境质量有更高标准。

★★★ 三星级 (标杆级): ≥ 80 分

最高等级，代表校园在节能、环保、生态教育等方面达到行业领先水平。

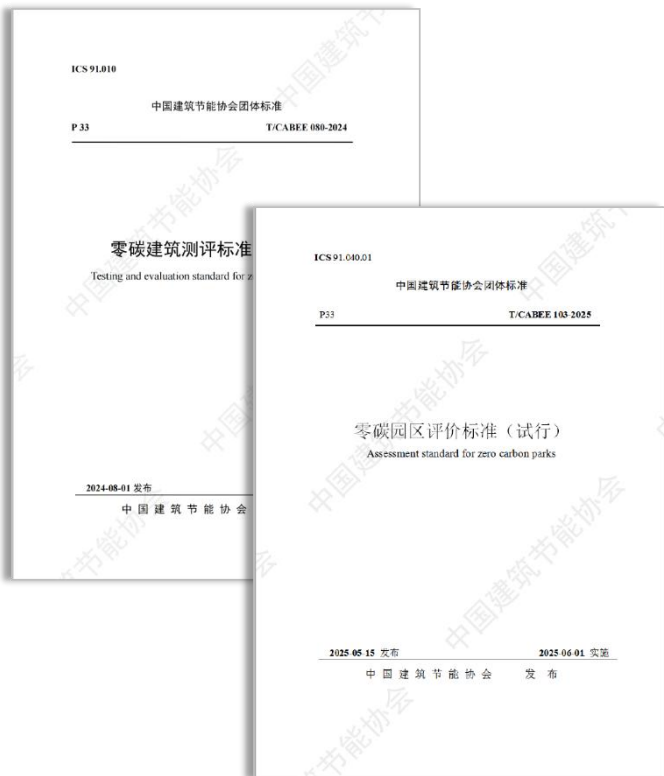
注：总得分是在满足所有“控制项”要求后，对“评分项”进行量化评分得出的最终结果。

3.1 校园健康低碳相关标准

4

《零碳建筑测评标准（试行）》TCABEE 080-2024

《零碳园区评价标准（试行）》TCABEE 103-2025



等级划分、控制性指标

建筑

表 3.1.1 零碳建筑评价等级与评价类型

评价等级	评价类型
低碳建筑	设计阶段预评价或运行评价
近零碳建筑	
零碳建筑	
全过程零碳建筑	全过程评价

• 控制性指标

降碳率（相对指标）

碳排放强度（绝对指标）

园区

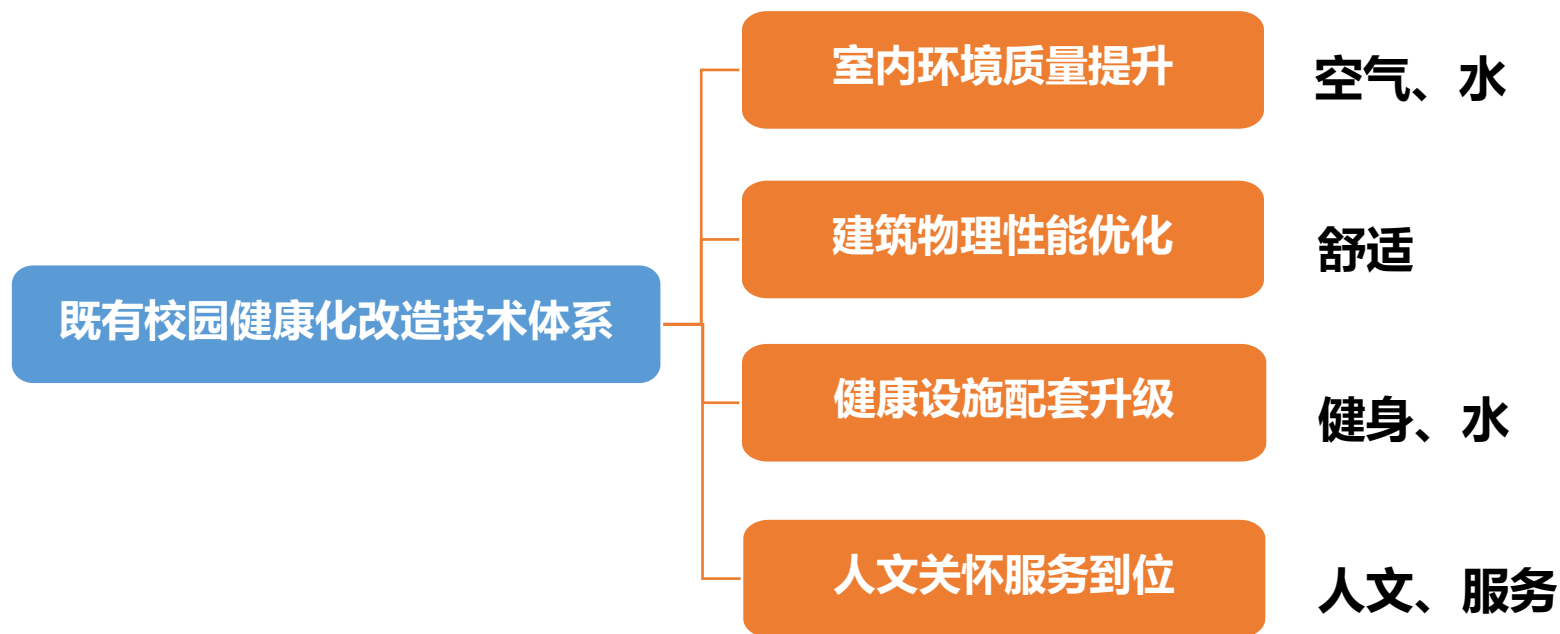
3.0.3 零碳园区评价等级由低到高分为低碳园区、近零碳园区、零碳园区，评价类型分为设计评价和运行评价。

3.2 既有校园健康化改造路径

既有校园健康化改造是一个**系统工程**，旨在通过一系列技术和管理手段，**创造一个安全、舒适、健康的学习和生活环境**。

本章节将系统梳理既有校园健康化改造的技术框架，介绍如何通过科学、系统的改造措施，从空气、水、声、光等多个维度全面提升校园的健康性能，为师生构建一个安全、舒适、高品质的绿色学习与生活环境。

技术路线图



3.2 既有校园健康化改造路径

1

室内环境质量提升

核心改造方向：聚焦“空气”与“水”的双重保障

空气：呼吸健康的第一道防线

针对校园既有建筑通风效率低、空气污染物积聚等痛点，通过**升级新风系统、更换高效空气过滤器、优化气流组织设计**，并结合源头控制装饰装修材料污染，全方位降低PM2.5、甲醛、二氧化碳等污染物浓度，确保室内空气符合《健康建筑评价标准》的严格要求，减少师生呼吸道疾病风险。

水：生命健康的安全底线

校园供水管网老化易导致水质二次污染。应实施供水设施升级与管网更新维护，**增加终端净水设备，并建立常态化的水质监测与管理制度**，彻底解决“黄水”、“锈水”等问题，保障师生从源头到龙头的饮水安全，构建校园健康的“水防线”。

健康化改造不是简单的翻新，而是通过对空气与水的精细化治理，保障每一位师生“呼吸”与“饮水”的健康权益。

3.2 既有校园健康化改造路径

1 室内环境质量提升

空气质量保障核心原则：三级递进策略



标准依据：该三级递进策略依据为《健康建筑评价标准》T/ASC 02-2021第4章“空气”部分的技术要求，为既有校园的空气质量健康化改造提供了科学、规范且具有可操作性的实施路径。

3.2 既有校园健康化改造路径

1 室内环境质量提升

空气质量保障技术策略



核心措施

全面排查并更换高排放的**装修材料、家具、清洁用品**，优先选用绿色建材、ENF级环保材料等，从源头降低污染物释放。

特殊区域管控

针对化学实验室等特殊区域，应配置独立且高效的局部排风系统，确保实验产生的有害气体和污染物被及时抽排，防止其扩散至走廊、教室等公共区域。

3.2 既有校园健康化改造路径

1 室内环境质量提升

空气质量保障技术策略



核心措施

核算各功能房间的新风量是否满足标准要求 ($\geq 30\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{人}$)，对不足区域**增补新风系统**，从源头保障空气流通性。

智能控制

在教室、阅览室等人员密集且流动大的场所，**加装CO₂浓度传感器**，联动通风系统实现“按需通风”，既保证空气品质，又有效降低风机运行能耗。

标准依据

《健康建筑评价标准》T/ASC 02-2021明确要求：“采用复合净化或通风系统，对室内PM_{2.5}浓度进行控制，保障室内空气质量安全。”

3.2 既有校园健康化改造路径

1 室内环境质量提升

空气质量保障技术策略



核心措施

在室外空气质量较差的城市，**应在新风系统或空调系统中增设高效过滤段（不低于F7级）**，从源头降低颗粒物进入室内的浓度，有效提升室内空气清洁度。

运维保障

建立**定期更换滤网**的标准化运维管理制度，根据使用频次与室外污染程度制定更换周期，**确保过滤装置始终处于最佳运行状态**，保障净化效果的持续性。

1

室内环境质量提升

水质安全保障技术策略

水质安全保障策略主要围绕以下三大核心维度展开：

水质达标

- 建立全流程监测体系，确保水质符合国家饮用水标准

系统优化

- 升级改造供水与直饮水设施，消除二次污染隐患

饮水便利

- 科学规划取水点布局，提升师生饮水体验与效率

3.2 既有校园健康化改造路径

1 室内环境质量提升

水质安全保障技术策略

➤ 水质达标控制

核心目标

保障生活饮用水水质满足国家标准要求，为师生提供安全、卫生的生活饮用水。严格遵循《**生活饮用水卫生标准**》**GB 5749**相关规定，确保水质各项指标全面合规。

风险管控

针对既有校园供水管网老化、锈蚀、破损等隐患进行**全面排查与评估**。实施系统性的管网更新改造工程，消除因管网问题导致的“**二次污染**”风险，从而切断污染物进入饮用水系统的途径。

监测措施

完善**水质监测体系**，直饮水系统应配置**实时在线监测装置**，实时掌握水质动态。**对非直饮供水系统建立定期检测制度**，委托具备资质的第三方机构进行水质检测，确保水质持续稳定达标。

3.2 既有校园健康化改造路径

1

室内环境质量提升

水质安全保障技术策略

➤ 供水系统优化

01. 中水回用

鼓励在校园中设置**中水回用系统**，用于绿化灌溉、道路清洁等用途，以节约水资源。

关键注意：必须与生活饮用水管网进行**严格的物理隔离和醒目标识区分**，严禁误接，杜绝饮用水安全隐患。

02. 抑菌防菌措施

针对学生宿舍、教学楼等人员密集区域的集中热水供应系统，**重点防止军团菌**等致病菌的滋生。

推荐方案：在系统中集成银离子装置、紫外消毒模块，或制定定期高温灭菌（如60°C以上持续循环）的维护方案。

03. 标准依据

《健康建筑评价标准》T/ASC02-2021

“采取避免水质污染的措施，包括储水设施定期清洗消毒、供水管道冲洗、设置防倒流器等关键节点控制。”

★ 保障师生饮用水安全

1

室内环境质量提升

水质安全保障技术策略

➤ 饮水便利性提升

■ 布局优化

优化饮水点布局，保证主要活动区域250米半径内可获取饮用水，实现校园饮水设施的**全覆盖与易达性**，减少师生取水距离。

■ 设施增补

在运动场、体育馆等高强度运动区域增补直饮水及运动型饮水设施，适配特殊场景的大容量、快速补水需求，提升运动体验便利。

“让每一口健康的水，都触手可及。通过精细化的空间规划与设施升级，打造全方位的校园饮水保障网。”

2

建筑物理性能优化

聚焦核心目标：营造舒适、宜人的学习与生活环境

声环境 · 光环境 · 热湿环境 · 人体工程学

全方位提升空间品质，满足师生生理与心理的双重舒适需求

2

建筑物理性能优化

声环境优化策略

声环境改造应全面覆盖“室外降噪”与“室内隔声”两个维度，构建宁静的教学与生活空间。

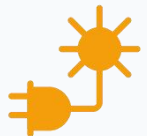
- **室外降噪**：临街教学楼宜通过加装计权隔声量不低于30dB的**高性能隔声窗**、沿道路侧设置**多层复合绿化降噪带**，从传播路径上有效阻隔城市交通噪声侵入校园内部。
- **室内隔声**：
 - **隔墙**：分户墙、走廊与教室之间的隔墙，空气声隔声性能需满足计权标准化声压级差+粉红噪声修正量 $D_{n,e,w} + C \geq 50\text{dB}$ 。可采用**双层石膏板+龙骨+吸音棉**的构造。
 - **楼板**：重点提升撞击声隔声性能，计权标准化撞击声压级 $L_{n,w} \leq 65\text{dB}$ 。可采用**浮筑楼板或在现有楼板上铺设弹性隔声垫+面层**的做法。
- **设备减振**：针对既有建筑的水泵房、风机房及空调室外机位，必须实施专业的**减振、浮筑及隔声包覆**处理，切断结构传声路径，**消除设备运行产生的低频背景噪音**。

3.2 既有校园健康化改造路径

2

建筑物理性能优化

光环境优化策略



核心策略：充分利用天然光

针对进深过大的教室，通过增设**导光管**或**反光板**等设施，打破建筑物理阻隔，将自然光有效引入室内深处，减少对人工照明的依赖。



系统升级：LED与智能控制

全面更换为节能健康的LED光源。在教室、阅览室等重点区域，推行**分区控制**、**照度与色温可调**的智能照明方案，实现“按需照明”。



合规性要求：主要功能房间的**采光照度**、**采光均匀度**、**眩光控制**等关键指标，均应严格符合国家现行标准的相关规定，保障视觉舒适度与健康性。

2

建筑物理性能优化

热湿环境



个性化舒适调控、精准化调控



- **核心策略：**热环境改造应力求实现“**个性化可调**”。在教室、宿舍等高密度使用空间，应配置可独立调节的末端温控装置（如风机盘管温控器），**避免“一刀切”集中控制导致的热不满意度。**

- **参数标准：**

夏季供冷：室内温度宜控制在**26~28℃**，相对湿度保持在**40%~70%**。

冬季供暖：室内温度宜控制在**20~24℃**，兼顾舒适度与能源效率。

2

建筑物理性能优化

人体工程学



健康办公与学习

- **规范依据：**参考健康建筑标准中“**课桌椅高度可调节**”与“**工作台面高度可调**”的要求。
- **改造措施：**制定计划逐步更新不符合人体工学的老旧课桌椅、讲台及教师办公家具，使其关键尺寸能适应不同身高使用者的人体尺度。
- **预期效果：**从源头减少因长期固定姿态导致的视力疲劳、颈椎及腰椎损伤等职业健康风险，全方位关爱师生的身体健康。



3.2 既有校园**健康化**改造路径

3

健康设施配套升级

改造核心目标

针对师生不同年龄、不同运动习惯的需求，通过**系统性的设施更新与环境营造**，将“**运动健康**”理念融入校园日常，有效激发师生的体育锻炼积极性，打造全龄友好、多元互动的校园运动空间。

关键实施策略

- 1.设施补短板：**完善室外运动场地，更新老化健身器材，补充适合不同人群的器械与场地。
- 2.场景多元化：**结合校园边角空间，灵活增设小型化、多样化的运动场所，满足碎片化锻炼需求。
- 3.动线融合：**将运动设施与校园主要通行流线、休憩节点有机串联，降低运动参与门槛。

3

健康设施配套升级

室外健身设施



绿道系统优化

重新梳理并优化现有校园绿道网络，结合校园地形地貌，规划标识清晰、**连贯性强的步行、慢跑及骑行专用路线**，串联各功能区与景观节点，形成**便捷、舒适的运动休闲网络**。



健身器械配置

根据学生、教职工及周边居民的使用需求，在校园开阔地带合理配置**多功能组合式、适合全龄段的室外健身器械**，并建立严格的定期巡检与维护保养机制，确保设施安全、功能完好。



合规性标准要求

《健康建筑评价标准》T/ASC 02-2021

明确要求室外健身场地面积不应少于总用地面积的0.5%，且相关设施应免费向全校师生及社会公众开放。

3

健康设施配套升级

室内健身空间



空间高效利用

充分挖掘并利用校园内的**闲置或边角空间**，如建筑底层的架空层、采光较好的半地下室等区域，**改造设置为小型化、多样化的健身房或师生运动活动区**，最大化发挥校园空间的价值。



完善配套服务设施

在健身空间的规划中，同步完善后勤保障。重点鼓励配套建设舒适、卫生的**淋浴设施**，解决师生运动后清洁不便的顾虑，提升运动体验，从而有效提升师生参与健身锻炼的积极性与持续性。

改造原则：因地制宜·功能复合·以人为本·经济适用

3.2 既有校园**健康化**改造路径

4

人文关怀服务到位

这一维度聚焦于“人文”与“服务”的深度融合，旨在跳出单一的物理空间改造视角。通过对校园**公共空间的人性化优化、无障碍设施的全面升级**，以及服务流程的精细化重塑，为师生营造一个处处充满关怀、尊重与情感支持的环境。让“以人为本”的设计理念，**真正转化为可感知、可体验的校园生活细节。**

4

人文关怀服务到位

心理健康支持空间



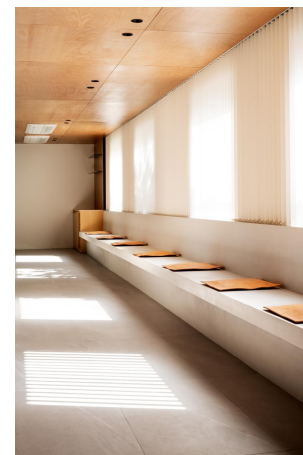
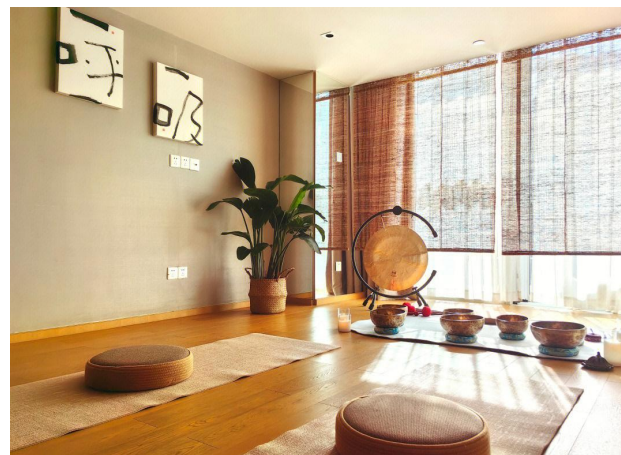
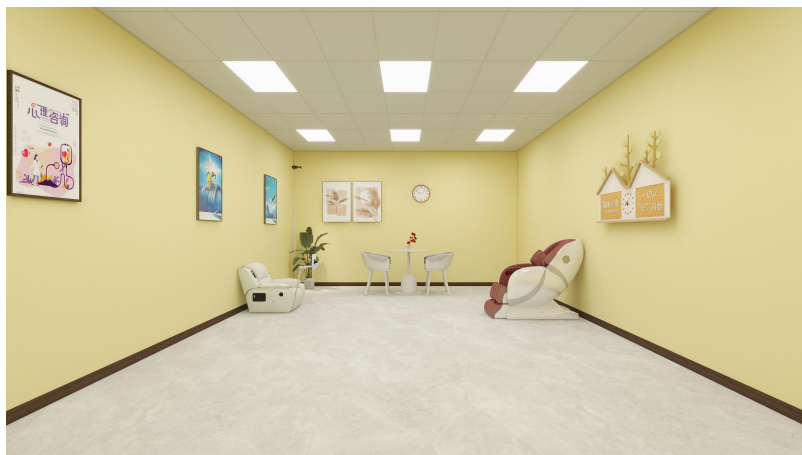
空间营造

既有校园改造中，可开辟“静音舱”、冥想室、放松角等小型空间，供师生短暂休憩、缓解压力。



设计要点

这些空间应位于安静区域，采用柔和的材料与光环境，与教学区的高效紧张氛围形成“空间反差”，提供情绪缓冲地带。



4 人文关怀服务到位

无障碍与全龄友好



设施改造升级

全面排查校园内各建筑入口的无障碍坡道、无障碍专用电梯、公共区域无障碍卫生间及校园道路盲道等关键点位。

针对不符合《无障碍设计规范》现行标准的设施，制定“一处一策”的改造方案，消除高差障碍，确保轮椅通行顺畅，切实保障行动不便师生的通行与使用安全。



多模态标识系统

优化**校园导视标识体系**，兼顾不同感知能力人群的需求。采用“大字体+高对比度色彩”提升视觉辨识度；在公共服务区域标识增设盲文触点；在关键节点采用语音播报、触感指引等多模态手段，打造全龄友好、信息无障碍的校园环境，让每一位师生都能便捷获取信息。

4

人文关怀服务到位

健康服务与应急保障



服务完善：医疗与急救保障

全面完善校园医疗点建设与急救设施配置，在教学楼、宿舍、体育馆等人流密集的关键位置，科学部署AED（自动体外除颤器）设备，并配套设置清晰、醒目的指引标识系统，确保师生在突发状况下第一时间获取专业医疗资源，构建校园急救“黄金生命线”。



平疫结合：空间韧性与应急能力

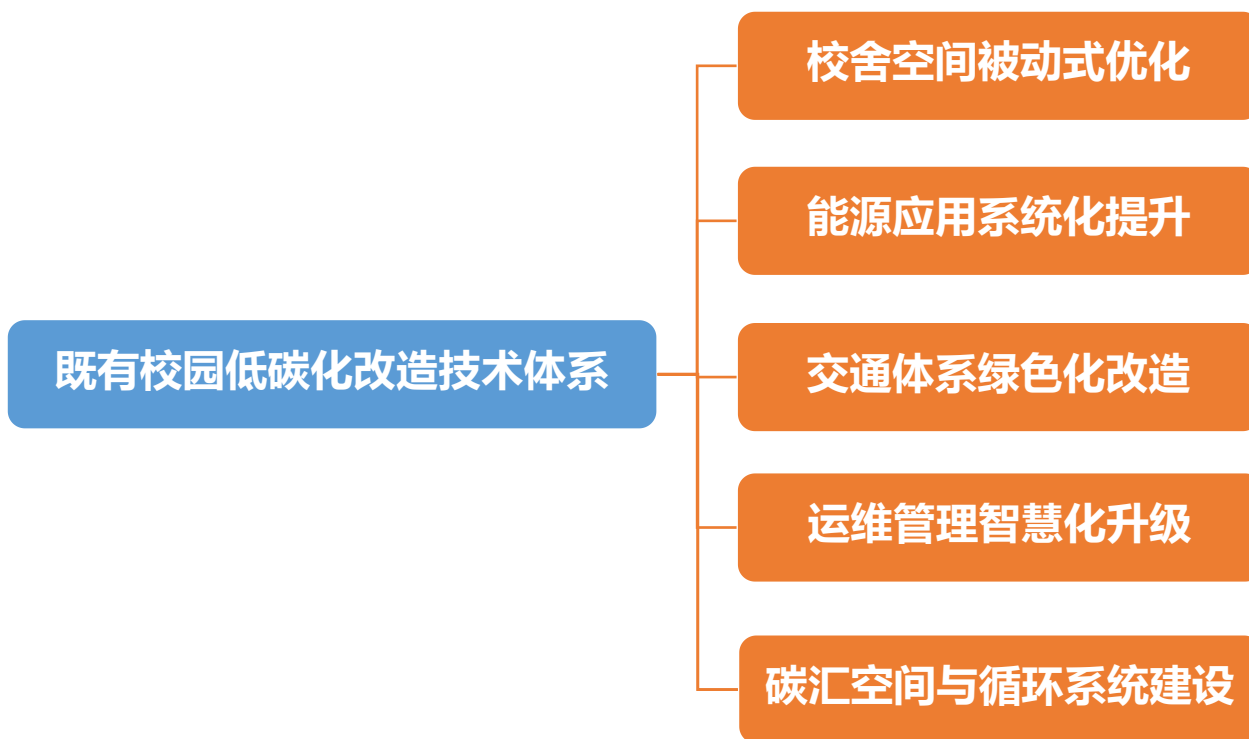
强化校园建筑**应对突发公共卫生事件**的能力。利用架空层、体育馆等公共空间实现快速功能转换，作为临时检疫或疫苗接种场所；同时**升级暖通空调系统**，确保其具备独立的全新风运行模式，有效阻断空气传播风险，提升校园整体公共卫生安全韧性。

3.3 既有校园低碳化改造路径

低碳化改造是实现校园可持续发展的核心路径。

本章节将系统阐述既有校园低碳化改造的实施路径，涵盖校舍空间、能源应用、交通体系、运维管理及碳汇循环等多个方面，旨在为高校提供一套科学、可行的低碳化改造技术策略。

技术路线图



核心原则：被动优先、主动优化

“被动优先”是建筑低碳化的首要原则。即在不依赖主动式机械系统的前提下，通过优化建筑设计，最大限度地利用自然条件（如采光、通风、太阳能等）来满足建筑的能源需求，这是实现深度低碳的基础。在此基础上，再考虑“主动优化”。

■ 被动式设计

重点关注建筑朝向、体型系数、窗墙比、自然通风路径及外遮阳等设计要素，减少建筑本体的冷热负荷需求，充分利用“免费”的自然资源。

■ 主动式优化

在被动式设计的基础上，采用高效的暖通空调、照明设备和智能控制系统，来满足被动设计无法覆盖的剩余能源需求，进一步降低建筑能耗。

1 校舍空间被动式优化

被动优化策略——提升外墙热工性能



核心措施

对外墙、屋面增设外保温系统，保温材料宜选用**石墨聚苯板、岩棉**等成熟且性能优异的产品，确保保温层的耐久性和稳定性。



性能目标

改造完成后，建筑外墙的传热系数需满足甚至**优于**现行《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021及新建建筑节能设计标准的要求，显著降低热量流失。

1

校舍空间被动式优化

被动优化策略——提升外窗热工性能与气密性

热工性能

将既有建筑的单层玻璃外窗，全面更换为**双玻或三玻中空节能窗**。

要求其传热系数**K值 $\leq 2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$** ，并严格控制施工工艺，确保外窗整体气密性达到国家标准**8级**及以上，显著降低建筑冷热损耗。

历史风貌保护场景应对

- 针对具有历史价值或需保留外立面风貌的校园建筑，严禁破坏原有建筑风格。
- 可采用“**内窗加装**”的改造方案，既能最大程度保留建筑外观肌理，又能有效提升整窗的保温隔热与隔声性能。

气密性

对**门窗缝隙、穿墙管道周边**等所有潜在漏风点进行彻底封堵，有效减少建筑无组织空气渗透，提升整体能源利用效率。

1 校舍空间被动式优化

被动优化策略——优化遮阳方案



南向·水平遮阳

夏季太阳辐射强度大，宜加装**水平遮阳板**或室内活动卷帘，可有效遮挡正午阳光，兼顾采光与隔热需求。



东、西向·垂直遮阳

应对低角度的强烈日照，应优先采用**垂直遮阳构件**或节能型中空百叶玻璃，有效降低室内眩光和空调能耗。

合理的遮阳措施是平衡建筑采光与隔热的关键，也是既有建筑低成本节能改造的有效手段。

1

校舍空间被动式优化

被动优化策略小结

01. 围护结构保温

对外墙、屋面增设**外保温系统**，保温材料宜选用石墨聚苯板、岩棉等。改造后**外墙传热系数**应满足或优于现行新建建筑标准，从源头减少热量流失。

02. 外窗升级

将既有单玻窗更换为双玻或三玻中空窗，要求传热系数K值 $\leq 2.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ，同时**提升气密性等级**，目标宜达到8级，有效阻断冷热桥。

03. 遮阳优化

针对不同朝向实施**差异化策略**：**南向**外窗宜加装水平遮阳板或活动卷帘；**东、西向外窗**应优先采用垂直遮阳或中空百叶，以降低夏季空调负荷，改善室内热舒适度。

04. 气密性处理

对建筑整体进行“**堵漏**”作业，重点对门窗缝隙、穿墙管道周边、外墙预留孔洞等位置进行彻底封堵，最大程度**减少无组织渗风**，提升空调系统运行效率。

3.3 既有校园**低碳化**改造路径

2

能源应用系统化提升

◆ 能源应用系统化提升的核心原则是“**系统优化，提质增效**”。

统筹考虑暖通空调、照明电气、可再生能源等多个能源系统，**避免孤立**地对单一系统进行改造升级。

通过对各系统进行科学的**技术升级**和**精细化管理**的优化，打破系统间的壁垒，实现校园整体能源利用效率的最大化，在保障校园高品质用能需求的同时，有效降低能耗成本，达成绿色低碳的可持续发展目标。



01. 暖通空调改造



02. 照明与电气改造



03. 可再生能源利用

2

能源应用系统化提升



01. 暖通空调改造



02. 照明与电气改造



03. 可再生能源利用

改造原则与次序

既有校园暖通系统的改造应遵循“**先调适、后更换、再提效**”的科学次序，避免盲目拆换设备，在确保运行效果的基础上最大程度节约改造成本。

核心改造方向

供暖通风与空调（HVAC）系统的改造应聚焦于核心用能设备的升级，重点对建筑的**冷热源系统**进行高效化替换。典型措施包括：**更换高能效等级的冷水机组、空气源/地源热泵机组，以及对水泵、风机等输送设备进行变频节能改造等。**

3.3 既有校园低碳化改造路径

2

能源应用系统化提升



01. 暖通空调改造

/ 先调适

对现有暖通空调系统进行全面的**功能性检测、运行调试和维护保养**。重点在于梳理运行工况、优化控制逻辑与运行参数，在不更换硬件的前提下，充分挖掘并释放现有设备的节能潜力。



02. 照明与电气改造

/ 后更换

在调适基础上，对确实无法满足舒适需求、存在安全隐患或能效比严重低下的老旧设备进行**针对性更换**。优先选用一级能效或达到国家节能标准的高效节能产品，确保硬件层面的能效提升。



03. 可再生能源利用

/ 再提效

在硬件调适与更换完成后，通过引入楼宇自动化系统（BAS）、AI 算法控制、分时分区管理等智能化手段，打破系统间的孤岛效应，**实现按需分配、动态调节，进一步提升整体能效水平。**

2

能源应用系统化提升



01. 暖通空调改造



02. 照明与电气改造



03. 可再生能源利用



高效冷水机组

- **高能耗标准**：选用能效等级**不低于1级**的冷水机组，从设备源头上降低能耗基数。
- **智能控制**：集成先进的变频制冷技术与智能群控系统，**根据负荷动态调节运行参数**，大幅降低制冷系统的整体运行能耗。



热泵机组

- **可再生能源利用**：**充分利用空气能、地热能等清洁能源**，替代传统化石能源制热模式，实现显著的节能降碳效果。
- **一机多用**：**具备夏季制冷、冬季制热双重功能**，一机满足建筑全年冷暖需求，在提升舒适度的同时简化系统配置。

3.3 既有校园低碳化改造路径

2

能源应用系统化提升



01. 暖通空调改造



02. 照明与电气改造



03. 可再生能源利用

核心措施：LED替换与智能控制

将传统的 T8/T5 荧光灯全面更换为高效能 LED 灯具，配合智能感应控制系统（人体红外 + 光照传感器）实现照明能耗降低50% ~ 70%。

/ 光源全面替换

将校园内的 T8/T5 荧光灯、金卤灯、高压钠灯等传统低效光源，全面升级更换为**高光效、高显色性、长寿命**的LED节能灯具。

/ 照明智能控制

在走廊、楼梯间、地下车库等公共场所部署人体红外传感器与光照度传感器，通过智能照明控制系统实现“**人来灯亮、人走灯灭、光强灯暗**”的精细化管理策略，避免“长明灯”现象。

3.3 既有校园**低碳化**改造路径

2

能源应用系统化提升



01. 暖通空调改造



02. 照明与电气改造



03. 可再生能源利用

屋顶光伏：高校能源转型的优选方案

- 在高校既有建筑改造中，**屋顶光伏系统**是技术最成熟、实施难度最低、收益最直观的可再生能源利用方式。
- 利用校园内**教学楼、宿舍、体育馆**等建筑闲置的屋顶空间，安装高效光伏组件，将取之不尽的太阳能转化为清洁能源，直接并入校园电网使用。
- 不仅能有效减少校园对传统化石能源的依赖，降低碳排放和电力采购成本，更是落实“双碳”目标、建设绿色低碳校园的重要举措，具有显著的**生态效益和示范价值**。

2

能源应用系统化提升



01. 暖通空调改造



02. 照明与电气改造



03. 可再生能源利用



资源优势

高校建筑数量多、屋顶闲置面积大，且多为平坦开阔的水泥屋面，光照条件良好，具备开发分布式屋顶光伏的天然地理与规模优势。



实施模式

建议采用“自发自用”模式，优先满足教学楼、图书馆等校园高耗电区域的日间用电需求，将富余清洁电力并入公共电网，实现经济与社会效益最大化。



环境效益

每发一度光伏电，可减少约0.4千克标准煤消耗和1.09千克二氧化碳排放。这不仅能降低学校的运营成本，也能起到良好的绿色示范作用。

3.3 既有校园**低碳化**改造路径

3 交通体系绿色化改造

- ◆ 通过科学优化校园内部的交通流线与组织管理，减少校园交通碳排放，构建安全、高效、低碳的校园交通新生态。



慢行优先

将步行和自行车作为校园内的主要出行方式，**优化慢行系统**，保障慢行安全。构建人车分流、安全舒适的校园慢行网络，鼓励师生绿色低碳出行。



电动替代

在交通接驳和师生通勤方面，**大力推广电动自行车、电动接驳车等交通工具**，逐步减少燃油车辆在校园内的使用，从而减少化石能源消耗与碳排放。

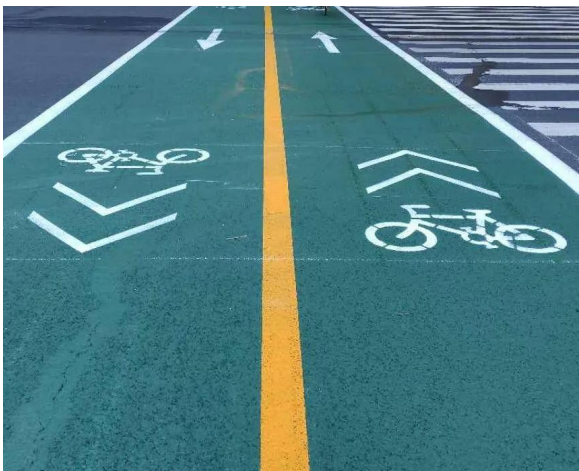
3

交通体系绿色化改造



01. 慢行系统优化

- 聚焦步行道与自行车道网络的系统性优化，通过**物理隔离与标识引导**，实现**校园内的人车分流**，保障师生慢行出行的安全与舒适，打造绿色低碳的慢行校园。
- 在教学楼、图书馆、宿舍、食堂等校园高频活动的主要交通节点，科学规划并**设置共享单车及电单车**的专属停放区域，避免车辆乱停乱放影响校园秩序。
- 引入**智能化的车辆管理系统**，为师生提供一键扫码、无桩归还、实时定位等便捷的租赁与归还服务，优化绿色出行体验。



3

交通体系绿色化改造



02. 电动替代方面

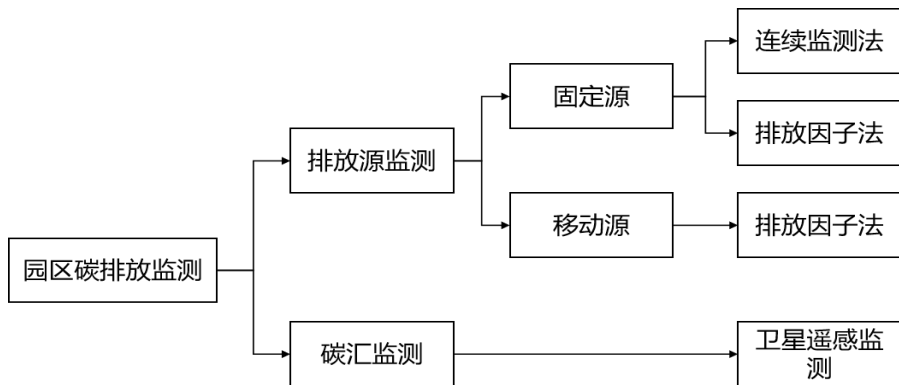
- **交通出行电动化**：逐步淘汰校内传统燃油摆渡车，统一配置绿色环保的电动接驳车，构建零排放的校园微循环交通体系，减少尾气排放对校园空气环境的影响。
- **基础设施配套化**：在校门入口、地下及地面停车场等车辆高频停靠区域，科学规划并增设新能源汽车充电桩及充电车位，满足师生通勤与访客的补能需求，从硬件设施层面鼓励低碳出行，提升校园整体的绿色服务水平。



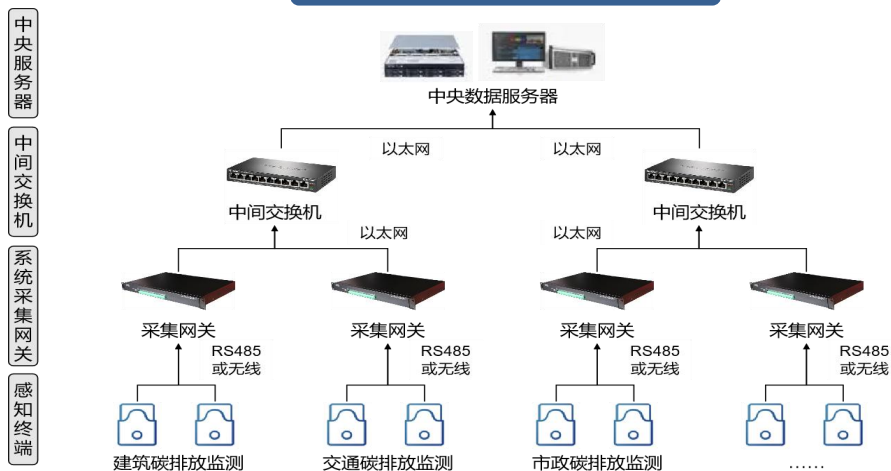
3.3 既有校园低碳化改造路径

4 运维管理智慧化升级

以校园碳排放智能监测为目标，搭建集校园碳排放“监测方法-指标体系-通信架构-数据中台”全链条的数智化监测平台。



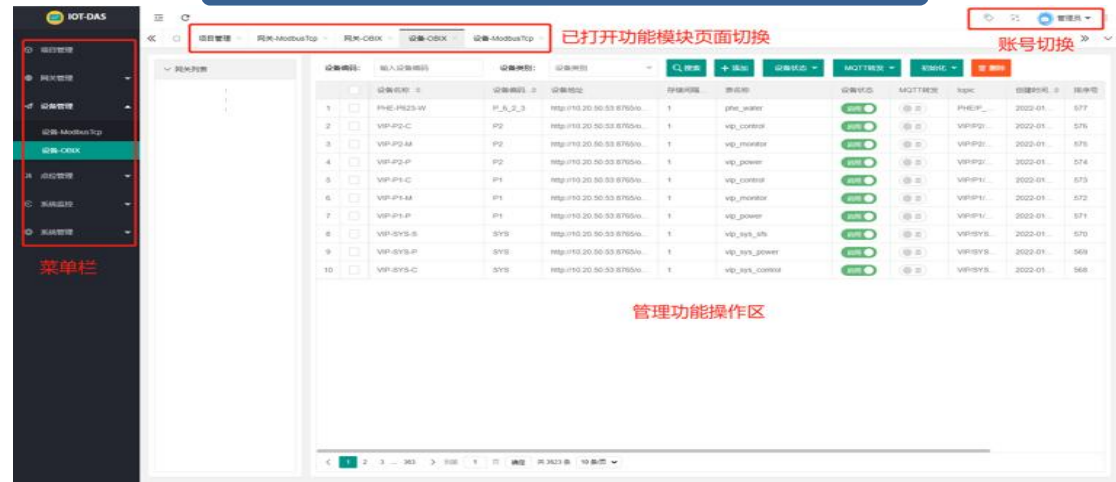
校园碳排放监测方法



校园碳排放监测系统网络架构

监测统计内容	监测统计指标	指标获取方式	
建筑能源消耗碳排放	建筑用电量	智能监测	
	建筑用水量	智能监测	
	建筑用燃气量	天然气	智能监测
		液化石油气	
		人工煤气	
	建筑燃煤	数据填报	
	外部输入供冷量	智能监测	
外部输入供热量	智能监测		
可再生能源发电碳抵消	发电量	智能监测	
	上网量		

校园碳排放监测指标及技术类型-建筑



校园碳排放监测数据集成平台

3.3 既有校园低碳化改造路径

4 运维管理智慧化升级

“数据驱动，智慧监管”

通过建立**校园智慧能碳监管平台**，对校园能源和环境系统进行**全面感知和精准计量**，实现对设备运行和能源分配的**智能决策和优化控制**，最终达成校园整体**能源效率最大化**和**运维成本最优解**。



能耗监测平台

对校园水、电、气等各类能源消耗进行全链路、精细化的计量与分析，实现能源流向可视化与异常预警。



设备自控系统

集成暖通、照明、给排水等关键设备，实现远程集中监控与智能联动控制，持续优化设备运行策略。



环境感知网络

部署多维度传感器，实现对室内外温湿度、PM2.5、CO₂ 及光照度等环境指标的全面、实时感知。



碳管理模块

基于能耗与环境数据，自动核算校园碳排放总量，生成碳足迹分析报告，支撑低碳校园建设目标。

“四大模块数据互通、协同运行，共同构建‘监测-控制-感知-管理’一体化的智慧校园绿色生态闭环”

4

运维管理智慧化升级

能耗监测：数据收集

分类计量

区分不同类型的能源介质，精准统计水、电、气、热等不同品类的消耗量，实现能源消费结构的清晰画像，为能源替代和综合利用提供基础数据。

分项计量

区分建筑内部不同功能系统的能源消耗，如照明、空调、通风、电梯及办公动力等，定位高耗能设备与系统，针对性实施节能改造与运行策略优化。

分户计量

区分校园内不同独立使用单元的能源消耗，如教学楼各教室、行政办公室、实验室等，落实能源管理责任主体，建立的精细化管理制度。

4

运维管理智慧化升级

设备自控：场景识别、智能集控



集中监控

将所有主要用能设备接入统一平台，**打通数据壁垒**，实现设备运行状态的实时、可视化监控与异常预警，确保系统稳定运行。



优化控制

基于预设策略或实时能耗与环境数据，对暖通空调、照明等设备运行逻辑进行动态优化。**通过分时控制、按需调节等手段**，在保障舒适度前提下实现节能增效。

通过构建统一的设备自控系统，以‘监控’为基础，以‘优化’为核心，实现校园能源精细化管理。

3.3 既有校园低碳化改造路径

4 运维管理智慧化升级

环境感知：多参数感知、联动控制



温湿度传感器

精准监测室内空气的温度与相对湿度指标。

调控对象：空调系统

根据监测数据动态调节温度与送风模式，在保证体感舒适的同时，实现节能降耗。



CO₂ 浓度传感器

持续监测室内空气中二氧化碳的浓度变化。

调控对象：新风系统

当浓度超标时，自动触发新风系统增加换气频次，引入室外新鲜空气，保障呼吸健康。



PM2.5 传感器

实时捕捉室内空气中的细颗粒物含量。

调控对象：空气净化系统

依据颗粒污染物的浓度数据，自动调节净化器的运行档位，有效过滤污染物，提升空气质量。

4

运维管理智慧化升级

碳资产管理：碳交易、绿电交易、行为减碳



碳交易

- 建立碳账户：碳排放量核查
- 对接碳市场：碳资产交易变现

环境效益转化为经济效益



绿电交易

- 绿电认证：绿证认证光伏风电
- 绿证交易：环境价值变现

提升绿色价值与ESG评级



行为减碳

- 智慧平台：记录低碳行为
- 激励机制：碳积分激励参与

全员参与低碳氛围

通过运维管理的智慧化升级，大学不仅能实现节能减排的硬性指标，更能通过碳资产管理，将“绿色”转化为“价值”，构建一个经济可行、人人参与、持续发展的低碳校园新模式，培养具有环保意识的未来人才。

4

碳汇空间与循环系统建设

核心原则：**增汇减排，循环利用**



增汇减排 · Carbon Sink

通过科学增加校园的**植被覆盖面积**，并结合本地气候优化植物配置方案，构建多层次的绿色生态空间，显著提升校园整体的碳汇能力，有效抵消校园运营过程中产生的部分碳排放。



循环利用 · Circular Economy

构建全流程的**水资源循环与废弃物分类回收利用体系**，最大化减少对市政水、电、气等资源的消耗，降低废弃物的末端处理压力，从源头减少环境污染，打造绿色、低碳、可持续的循环型校园。

4

碳汇空间与循环系统建设

三大路径，协同推进



碳汇空间建设

科学优化校园植物配置，构建**乔灌草复层结构**，持续增加校园绿化覆盖面积，提升生态固碳能力，打造绿色低碳的学习与生活环境。



水循环系统构建

全面融入“海绵校园”建设理念，**完善雨水收集、滞留、净化与利用设施**，提升校园水资源涵养与循环利用效率，实现水资源可持续管理。



废弃物循环体系

建立精细化的校园垃圾分类管理与回收网络，**引入资源循环利用技术**，推动**废弃物“减量化、资源化、无害化”处理**，打造绿色循环校园。

4

碳汇空间与循环系统建设

(1) 碳汇空间建设——优化植物配置



优先乡土树种

优先选用适应本地气候条件、抗逆性强、病虫害少且固碳能力突出的乡土树种，既降低后期养护成本，又能保障植物成活率与碳汇效率，充分发挥本地植物资源的生态优势。



构建复合群落

科学搭配乔木、灌木、草本及地被植物，构建垂直分层、结构完整、功能协同的复层混交植物群落。这种近自然的植物配置模式能增强生态系统的稳定性，延长碳汇周期，实现生态效益与景观价值的双重提升。

4

碳汇空间与循环系统建设

(1) 碳汇空间建设——优化植物配置



屋顶绿化

在建筑屋顶建设花园或种植植被，**有效增加校园绿化面积**，丰富景观层次。

同时能显著改善建筑热工性能，**起到隔热降温作用**，降低建筑能耗，实现生态效益与节能效益的双重提升。



垂直绿化

利用建筑墙面、围栏、廊架等立面空间进行攀援植物种植。既能打破硬质景观的单调感，美化校园环境，又能充分利用立面空间增加碳汇，**改善局部微气候**，为师生提供更舒适的户外活动空间。

“立体绿化不仅拓展了绿色空间，更是实现校园碳中和与环境美化双赢的重要技术手段。”

4

碳汇空间与循环系统建设

(2) 水循环系统构建——海绵校园

可持续的水循环管理模式

渗 | Infiltrate

通过透水铺装、植草沟、渗透井等方式，增加雨水自然入渗，涵养地下水源，补充地下水。

滞 | Retain

利用下沉式绿地、植草沟、雨水花园，延长雨水滞留时间，减缓雨水汇集速度，降低径流峰值。

蓄 | Store

建设雨水调蓄池、蓄水池、蓄水模块等设施，有效收集并储存雨水，以备后续利用或错峰排放。

净 | Purify

通过雨水花园、生态驳岸等生态设施，利用土壤、植被和微生物协同作用净化初期雨水。

用 | Utilize

将净化后的雨水资源化利用，用于校园绿化浇灌、道路冲洗、景观补水及杂用水，节约水资源。

排 | Drain

建设行泄通道和雨水管网，确保在超标暴雨情况下，快速排出多余积水，保障校园师生安全。

4

碳汇空间与循环体系建设

(3) 废弃物循环体系建设——分类管理体系

01 分类投放

在校园内的教学楼、食堂、宿舍等重点区域，科学设置标识清晰、色彩鲜明的分类垃圾桶，通过张贴宣传海报、校园广播等方式，引导师生养成正确的垃圾分类投放习惯，从源头减少混投现象。

02 分类收集与运输

制定针对性的校园垃圾清运方案，配置专业清运车辆，并规划独立的清运路线，严格落实“专车专运”。确保可回收物、厨余垃圾、其他垃圾在收集和运输环节物理隔离，避免“先分后混”。

03 分类处理

建立**分类处理闭环**：可回收物对接专业回收企业进行资源化利用；厨余垃圾优先采用校园内小型生化处理设备进行就地减量和堆肥处理；其他垃圾则统一交由市政环卫部门无害化处理。

4

碳汇空间与循环系统建设

(3) 废弃物循环体系建设——资源化利用



餐厨垃圾处理

通过**就地生化处理设备**，高效分解餐厨垃圾，将原本的废弃物转化为可被土壤吸收的有机肥料，从源头实现垃圾减量与价值转换。



绿化回用循环

将处理产生的有机肥料用于校园草坪、灌木及乔木的养护施肥，形成“**垃圾 → 肥料 → 绿化 → 美景**”的可持续闭环生态链条。

高校校园健康低碳改造系统解决方案

以《健康建筑评价标准》T/ASC02-2021 和《零碳校园评价标准》为依据，分为**健康化改造**和**低碳化改造**两条主线，**双重维度协同推进**，形成完整技术体系。

Health Transformation

健康化改造路径

聚焦室内环境质量提升、建筑物理性能优化、健康设施配套升级、人文关怀服务到位四个维度，依据《健康建筑评价标准》空气、舒适、健身、水、人文、服务等章节适用于既有建筑改造的相关内容。

Low Carbon Transformation

低碳化改造路径

聚焦校舍空间被动式优化、能源应用系统化提升、交通体系绿色化改造、运维管理智慧化升级、碳汇空间与循环系统建设五个维度，依据零碳校园相关标准提供技术指引和评估方法。

目 录

C O N T E N T S

01 健康低碳背景分析

02 既有校园现状诊断

03 健康低碳改造路径

04 后勤管理**专项优化**

05 健康低碳示范项目

06 未来与展望

4.1 能碳监管平台智慧化管理

充分发挥智慧能碳监管平台核心模块作用



能源管理模块

基于物联网技术，实现对水、电、气等各类能耗的**全面实时监测**，建立能效指标体系进行对标分析，利用AI算法进行节能诊断，识别高耗设备并提供优化建议，实现降本增效。



设备运维模块

构建设备全生命周期管理系统，实现**关键设施的远程状态监控**。结合大数据分析，建立预测性维护模型，将被动维修转变为主动维护，并通过标准化流程提升维修效率且稳定运行。



环境健康模块

集成温湿度、PM2.5、CO2、甲醛等环境传感器，实现室内外环境质量的**全天候监测**。一旦数据超标立即触发智能预警，并与空调、新风等系统联动控制，打造绿色、健康、舒适的学习与工作环境。



后勤服务模块

整合多渠道服务入口，打造**一站式智慧后勤服务大厅**。涵盖**线上智慧报修、校园智慧安防监控、车辆通行与停车智能管理**等功能，以“师生为中心”优化服务流程，显著提升服务响应速度。

4.2 动态分期改造逐步推进

校园健康低碳改造并非一蹴而就的工程，而是一项**长期、系统的任务**，需要**分阶段科学制定合理化目标，精准施策、动态调整**，确保改造工作有序、高效、可持续地推进。

科学规划，分期实施

制定**阶段性改造规划**，将整体目标分解为近远期若干阶段目标，明确各阶段的**改造重点和预期成效**，有序推进建设。

精准施策，重点突破

每个阶段**聚焦关键问题和薄弱环节**，集中资源进行重点改造，以点带面，逐步提升校园整体健康、低碳水平。

动态评估，持续优化

建立**常态化评估机制**，定期监测和评估改造成效，根据实际情况**动态调整**后续策略，确保改造方向正确有效。

4.3 健康低碳协同效益评估



环境效益 · 核心目标



经济效益 · 持续保障



社会效益 · 责任体现



碳减排

直接减少温室气体排放，降低校园运营的碳足迹，积极助力国家“双碳”战略目标实现。



污染物减排

显著减少二氧化硫、氮氧化物、细颗粒物（PM2.5）等各类大气污染物的排放，改善校园及周边空气环境质量。



水资源节约与保护

通过高效节水设施与循环利用系统，大幅减少自来水消耗，降低污水排放量，减轻市政管网与处理设施压力。



资源循环利用

完善垃圾分类与回收体系，促进废弃物资源化利用，减少对原生资源的依赖，降低垃圾填埋与焚烧处理的比例。

4.3 健康低碳协同效益评估



环境效益 · 核心目标



经济效益 · 持续保障



社会效益 · 责任体现



能源成本节约

通过优化用能系统与设备，显著降低水、电、天然气及热力等各项能源的消耗，从而直接削减学校的能源费用支出。



运维成本降低

引入智能化、高效化设备可有效降低故障发生率，延长设备使用寿命，大幅减少维修更换频率，从而降低运维人力与物料成本。



资产价值提升

完成低碳化与健康化改造的校园建筑，在使用体验、技术标准与环保指标上均显著提升，带动整体固定资产的评估价值与市场竞争力。



催生新产业

以校园为试点，带动周边产业链发展，培育并孵化出校园专业节能服务、高校碳资产数字化管理等一批具有发展潜力的新经济增长点。

4.3 健康低碳协同效益评估



环境效益 · 核心目标



经济效益 · 持续保障



社会效益 · 责任体现



提升师生福祉

改善的室内环境能够有效减少空气污染物暴露，从生理和心理双重维度提升师生的健康水平，显著提高日常的学习专注度与工作效率。



增强校园吸引力

构建绿色低碳、健康舒适且具备智慧化管理能力的现代化校园环境，是吸引优质生源、汇聚高水平师资力量的重要软实力体现。



引领社会绿色转型

高校作为科技创新与文化传播的高地，其在既有建筑健康低碳改造方面的成功实践，能够形成可复制、可推广的技术与管理样板，发挥辐射效应，引领全社会共同推进绿色低碳转型。



促进学科建设与人才培养

将改造项目打造为集教学、科研、实践于一体的综合性平台，为建筑学、能源工程等相关专业提供真实的研究场景与实操基地，实现产学研深度融合，助力复合型人才培养。

4.4 改造成本与回报周期测算

科学测算改造成本与回报周期，是项目投资与改造决策过程中不可或缺的核心依据，直接决定了项目的**可行性与长期价值**。

01 / 成本构成

工程建设费用

包含建筑主体改造、专项功能设备采购与安装、强弱电及给排水系统升级等直接工程支出。

其他配套费用

包含前期设计咨询费、项目管理费、监理费以及应对不可预见情况的预备费等间接支出。

02 / 静态投资回收期

计算公式： 总投资额 ÷ 年净收益

核心特点：

- 计算逻辑简单，直观反映项目回本速度
- 适合用于快速筛选和初步评估，便于非专业人员理解。

注：未考虑资金的时间价值，偏向保守估算。

03 / 进阶评估指标

动态投资回收期

引入资金折现率，充分考虑资金的时间价值，测算结果比静态分析更贴近市场实际。

内部收益率 (IRR)

判断项目经济可行性的核心指标。若IRR高于行业基准收益率，即认为项目具备投资价值。

目 录

C O N T E N T S

01 健康低碳背景分析

02 既有校园现状诊断

03 健康低碳改造路径

04 后勤管理专项优化

05 健康低碳**示范项目**

06 未来与展望

2 绿色策略

五组要素

二十要点



目 录

C O N T E N T S

01 健康低碳背景分析

02 既有校园现状诊断

03 健康低碳改造路径

04 后勤管理专项优化

05 健康低碳示范项目

06 未来与展望

从“功能空间”到“体验空间”

未来的校园将不再仅仅是知识传授的场所，而是一个**集学习、创新、交流、生活、健康**于一体的**综合性生态系统**。

校园改造的核心目标之一是**推动空间属性的根本转变**：从过去单一的、标准化的、满足基本教学需求的“**功能空间**”，向**以人为本、注重人文关怀、强调心理舒适度与情感共鸣的“体验空间”**全面升级。这不仅关乎物理环境的优化，更是教育理念与生活方式的革新。

从“灰色校园”迈向“绿色生态”现代化校园

生物多样性提升

通过科学规划建设校园生态湿地，优选并大量种植本土乔灌草植物，构建多层次植物群落，丰富植物种类，有效增加校园的生物多样性，打造可持续的微型自然保护区。

生态系统服务功能

最大化发挥校园绿地的多重生态效益，包括植物碳汇固碳、吸附粉尘与有害气体净化空气，以及调节局部微气候，缓解热岛效应，改善校园环境舒适度。

人与自然和谐共生

将自然元素和生态理念深度融入教学楼、图书馆等建筑内部及公共活动空间，打破建筑与自然的界限，让师生在日常学习、科研和工作中，时刻与自然相伴，潜移默化地增强生态保护意识。

从“静态建筑”到“智慧生命体”

感知与响应

未来的校园建筑将具备感知能力，能够根据环境变化和人的需求，自动调节光照、温度、通风，成为一个能呼吸、会思考的“生命体”，为师生创造舒适的环境。

数字孪生与现实融合

通过AR/VR等前沿技术，将虚拟教学、导航信息与物理校园空间实时叠加，打破虚拟与现实的界限，提供沉浸式、交互性强的学习体验和智能导览服务。

个性化服务

依托智慧管理平台，基于数据分析识别每位师生的使用习惯与偏好，提供“千人千面”的服务：从个性化的空调温度调节，到定制化学术信息与活动推送。

从“高成本、低效率”到“低成本、高效率”

核心价值：实现根本性转变

通过技术改造与管理升级的“双轮驱动”，打破传统校园运维“高成本、低效率”的困局，**全面推动校园运维模式向“低成本投入、高效率产出”转型**，为学校发展提供更坚实、更经济的后勤保障支撑。

01. 健康低碳化改造

对校园内的能源系统、基础设施进行全面的低碳升级与节能改造，从源头降低校园运行过程中的能耗成本，减少不必要的资源浪费，实现绿色可持续发展。

02. 智慧平台建设

构建一体化的智慧管理平台，打通设备管理、巡检调度、维修响应各环节数据壁垒，利用数字化手段优化运维流程，提升后勤服务的响应速度和管理效率。

从“高成本、低效率”到“低成本、高效率”



能源成本持续降低

通过直接节能、绿电替代和需求侧管理等多种技术手段协同发力，优化能源消费结构，减少对传统电网的依赖，从长期来看，有望逐步实现校园的能源自给，大幅削减能源支出。



运维效率显著提升

利用物联网和AI技术，推行设备预测性维护、自动化运维及智能工单调度。这不仅能提前规避故障风险，大幅缩短设备停机时间，还能优化人力资源配置，显著降低运维人力成本。



管理模式变革

打破传统经验主义管理，建立全面的数据驱动决策体系，实现对校园各项资源的精细化核算与动态优化。推动管理方式向科学化、精准化转型，从根本上提高资源配置和使用效率。

促进学科建设与校园健康低碳发展之间的融合与创新

通过整合校内优势资源，将改造工程转化为科研与教学的宝贵资产，能够极大促进跨学科的融合与发展，构建起一个“产学研用”深度融合、协同创新的生态系统，实现工程建设与学科发展的双赢。



成立跨学科研究中心

围绕“零碳校园”、“健康建筑”等前沿主题，汇聚建筑、能源、环境、管理等多领域专家学者，组建高水平的跨学科研究中心，搭建产学研深度融合的学术与科研平台。



开设跨学科特色课程

打破传统院系专业壁垒，开设“可持续校园设计”、“智慧能源系统与管理”等跨学科选修课程，构建多元化的课程体系，培养具备交叉学科背景的绿色低碳复合型人才。



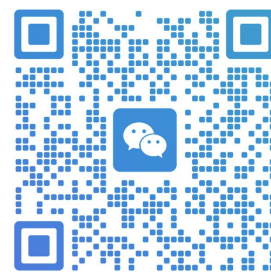
提供学生实践机会

将校园改造项目打造为校内实践基地，作为实习、课程设计及毕业设计的课题来源，让学生在真实的工程与科研场景中实现“干中学”，提升解决复杂问题的能力。



中国建筑科学研究院有限公司
China Academy of Building Research

欢迎交流指正



裴智超 13911708842

中国建筑科学研究院有限公司

2026年5月

知百商
創物