

双碳背景下的产业园区关键技术设计策略

——浅谈中铁建临港大厦绿色建造经验

文 / 李 慧 中铁上海设计院集团有限公司

摘要：分析双碳背景下，大规模园区、新城建设规划，结合中铁建临港大厦项目设计、施工过程中绿色设计绿色建造应用，研究双碳背景下的产业园区的设计实践问题及解决方案，整理新时代新趋势下建筑设计各项节能环保绿色低碳对应要求及设计策略，助力实现“双碳目标”。

关键词：临港；园区；双碳；绿色建造

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.03.110

前言

双碳目标是绿色建造的重要驱动力。双碳目标为建筑业提出了明确的减碳要求，促使建筑行业向绿色、低碳方向转型。绿色建造作为实现双碳目标的重要手段之一，通过优化建造过程、采用绿色建材、提高能效等措施，有助于降低建筑行业的碳排放。绿色建造是实现双碳目标的关键路径。双碳与绿色建造相互促进、共同发展，共同推动建筑行业向更加绿色、低碳、可持续发展的方向发展。

大规模园区或新城建设为双碳实践提供了广阔的舞台，使得规划者可以从全局视角出发，综合考虑能源、交通、建筑、产业等多个领域的低碳发展需求，制定出更加系统、全面的低碳发展方案。通过顶层设计，可以设定明确的碳达峰、碳中和目标，并据此制定分阶段实施计划，确保低碳发展的连续性和可持续性。作为园区建设中的一环，遵循整体规划，提升各自项目低碳标准、绿色目标，助力整体建设，也是实现“双碳”目标的重要一环。

一、园区低碳规划设计

世界建筑向着绿色、节能、信息化的方向发展。自2020年9月，习总书记在第七十五届联合国大会上向世界宣布了中国2030年“碳达峰”目标与2060年“碳中和”愿景，从国家到地方层面纷纷发布低碳发展行动方案，“碳中和、碳达峰”目标已上升为国家战略，未来也将实施更为严格的减排限制政策，不断完善具体化建筑碳中和落实要求。

临港新片区作为国家级新区，上海市的重点发展区域，承载着重要的战略使命和发展目标，其发展规划势必是一个全面、系统、前瞻性的规划。“双碳”目标的出现，也进一步明确了临港片区从生态环境层面的规划建设方向。从规划入手，可以通过以下几点对园区建设统筹管控。

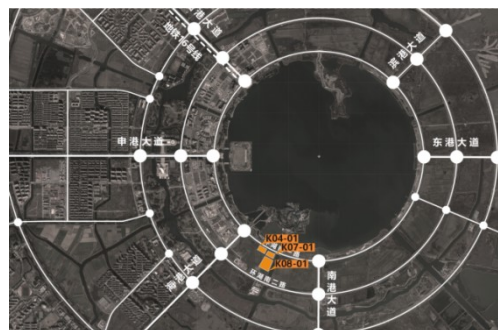
优化空间布局：利用规划手段，优化园区或新城的空间布局，合理设置绿地、水系等自然生态空间，提高碳汇能力。同时，通过合理的功能分区，减少不必要的交通和物流需求，降低碳排放。

集成低碳设施：在规划阶段就考虑将低碳设施纳入园区或新城的基础设施建设中，实现低碳设施的集成化和高效利用。

推广绿色建筑：在园区或新城建设中，全面推广绿色建筑标准，采用节能、环保、可再生的建筑材料和技术，提高建筑的能效和舒适度。同时，注重建筑与自然环境的和谐共生，实现建筑与自然生态的良性循环。

构建低碳能源系统：规划阶段可以优先考虑可再生能源的利用，如太阳能、风能等，构建低碳能源系统。通过分布式能源站、智能电网等技术手段，实现能源的高效利用和优化配置，降低能源消费和碳排放。

中铁建临港大厦位于上海市临港新片区PDC1-0401单元，以“可持续发展与科技创新”、“高效率”、“注重生态基底”作为规划原则，定位为“以产业化为导向、研发功能为主导，形成融入全球创新网络的研发总部集聚区”。园区遵循绿色建筑标准，注重节能、节地、节水、节材和环境保护。通过优化建筑布局、采用高性能围护结构、高效机电系统等措施，降低建筑能耗和碳排放，以绿建二星为基本目标。在生态环境方面鼓励废水回用、中水利用和雨水收集利用。在产业区块采用工业节水技术、提高生产废水回用率；鼓励将雨水、河水作为中水水源。雨水入渗和收集装置宜设在各类绿地地下。在生态建设方面鼓励乔、灌、草结合设置，保证绿化的质量和生态作用，鼓励人行道、非机动车道、地面停车场和其他硬质铺地采用透水材料。园区规划能源站对各地块项目集中供能，实现能源的高效率用。园区建立完善的垃圾分类收集、运输和处理体系。通过分类投放、分类收集、分类运输和分类处理等环节，实现垃圾减量化、资源化和无害化处理。构建低碳交通系统，鼓励步行、骑行和公共交通等低碳出行方式。通过合理的道路网络设计和交通管理政策，减少私家车的使用和交通拥堵，降低交通领域的碳排放。





二、中铁建临港大厦绿色建造实践

中铁建临港大厦意在打造中国铁建第二总部及科创研发中心，位于临港滴水湖核心片区，由3个相连地块组成。规划以滴水湖为圆心，环湖道路作为划分，设计在尊重城市空间形态的基础上，因地制宜。前排两块商办用地，主要功能为商业、办公、酒店、展厅；后排一块科研设计用地，主要功能为研发、办公。项目总用地面积31263.5m²，总建筑面积162322.12m²，其中地上建筑面积99040.9m²，地下建筑面积63281.22m²。

通过建设单位整体把控，前期可研投资阶段设定好绿色目标，制定绿色建造策划明确监管机制，推进目标落实；设计单位进行绿色设计，建设单位绿色建造施工。项目参与多方按照既定目标共同努力，本项目同时达到了绿色设计和绿色施工要求，实现了绿色建造。

1. 绿色立项策划

项目成立伊始，创建了绿色建造工程领导小组，成员包括投资、咨询、设计、施工等项目参与方，组长为指挥长，副组长为各参建单位责任人，组员为各参建单位成员。制定以下建造目标：

1	绿色立项策划程序符合要求，得分 ≥ 85 分；采用装配式建筑技术、钢结构建筑技术，装配率不低于50%
2	成立健全绿色建造管理团队，绿色建造协同得分 ≥ 85 分；
3	按照《绿色建筑评价标准》(GB/T50378)要求，绿色设计得分 ≥ 85 分，且绿色设计等级不低于二星级；
4	按照《建筑工程绿色施工评价标准》(GB/T50640)要求，绿色施工得分 ≥ 85 分；
5	不发生职业伤害，不发生安全生产死亡事故；一般负伤率 $<3\%$ 。
6	不发生任何质量事故；
7	不发生群体传染病、食物中毒等责任事故；
8	杜绝施工中因“四节一环保”问题被政府管理部门处罚事件；
9	杜绝违反国家有关“四节一环保”的法律法规造成严重影响社会影响事件；
10	杜绝施工扰民造成严重影响社会影响事件；
11	创上海市建设工程绿色施工评价一类工地。

2. 绿色设计

为实现设计目标，在设计过程中综合考虑了建筑节能、节水、节材、节地、运营管理、室内环境等多个方

面，主要采取了以下技术措施：

(1) 建筑造型及幕墙立面节能

为了充分利用本项目三块地的大规模整体开发优势，我们通过空间的相互呼应、流畅的流线连接以及统一的建筑设计风格，成功地塑造了整个园区的形象；着重打造沿湖的主塔形象，以展现中铁企业的独特性质。从建筑的形态、立面的纹理处理和材料的颜色选择三个主要方面入手，通过结合板式楼和裙房的设计，创造了沿湖连续的建筑交界面，从而增强了建筑的连续性和群集感。通过使用清澈透明的玻璃幕墙与浅色UHPC、铝板等基础立面材料的组合，成功地创造了一种虚与实相互对比的立面视觉效果。在建筑设计中，我们始终坚持节能和环保的原则，努力实现自然的采光和通风，以降低建筑的能源消耗。为了减少建筑物内部的能量损失，我们采用了前沿的建筑技术和经济、环保、高效的围堵材料，从而增强了建筑物维护结构的密封性和整体的保温效果。

(2) 钢结构装配式设计应用

根据整体规划要求，本项目采用装配式钢结构体系，预制率达到55%。在设计初步阶段，我们从结构方案的可行性、施工的便捷性、上海市的装配式建筑标准和造价等多个角度对不同的结构形式进行了全面的比较和选择。经过专家的深入论证，我们最终决定上部塔楼使用钢框架结构，而地下室则选择现浇钢筋混凝土框架结构。根据项目的特性和结构建模计算分析，本项目中的两个地块结构存在竖向抗侧力构件不连续、穿层柱、楼板不连续、扭转不规则四项一般不规则项，因此判断该项目中的两个地块是超限高层建筑。考虑到上述的一般不规则因素，我们对本项目超出限制的地块使用了抗震性能化设计方法来验证抗震方案的实用性，并对其中的薄弱环节和关键区域进行了加固。

(3) 园区集中能源供应系统

本工程空调系统冷、热源由区域规划能源站提供。空调系统回水与能源站提供的冷热水经地下室机房内板式换热器换热后供给空调系统末端。空调系统的侧冷水供应温度为7/12℃，而空调热水的设计温度为40/50℃。在确保夏季最热工况下冷源供应的基础上，达到其他非全负荷运行条件下的节能效果。

(4) 设备节能措施

暖通设计首先从运行时间、经济核算、阻力平衡、调节性能等多方面进行考虑，合理划分空调系统。空调的水系统使用了电动阀门、压差旁通和能量检测系统等自动控制系统来调整空调系统的能量，从而使空调系统能够根据建筑物的负荷选择最经济的运行方式。

建筑照明采用绿色照明，电力节能设计根据工程负荷分布情况及特点，选择变配电所的位置，选用节能型、低损耗干式变压器。高功率的风机和水泵配备了变频或软启动系统，而生活泵以及某些空调机组则安装了变频控制系统，目的是为了更有效地节约能源。本文介绍了该系统的构成及工作原理。通过使用低烟和无卤的电缆及电线，可以在火灾发生时防止释放有毒的含氯烟雾，确保人员安全撤离，并降低对环境造成的污染。

给排水设计采用合理的用水量指标，设置分级计量水表，加强用水计量管理。选用优质可靠管材，性能高的阀门等措施有效避免管网渗漏。所有用水器具及阀门配件等均采用节水型产品。充分利用市政供水压力，首层和地下室用水采取市政直接供水方式，其他层采用恒压变频调速供水加压并联分区供水方式。绿化浇洒均采用喷灌、微灌等高效节水灌溉方式，节水灌溉面积不小于绿化面积的90%。地下一层的员工食堂采用强制循环间接加热太阳能集中热水系统，充分利用可再生能源。集中热水系统设置热水循环管道，利于节水。

(5) 海绵城市设计策略应用

室外场地透水地面，透水铺装占硬质地面的70%。绿色屋面，种植屋面占屋面面积的30%。采用雨水蓄积、利用系统，利用场地空间合理设置绿色雨水基础设施，实现雨水收集利用，回用雨水，经达标处理后用于项目场地内的景观补水、绿化浇灌、道路冲洗等用途。

(6) 建筑工程全生命周期能耗、低碳监测、楼宇智能控制系统等

在变电所高压配电室设置量电柜，高供高量方式量电。低压侧计量用于内部核算和能源监测。对于公区照明，采用智能控制装置控制，可根据时间、照度等因素，手动或自动调节照明灯具，以达到节能效果。为实时掌握能源消耗状况、了解能耗结构、计算分析设备能耗、评估节能设备和措施等，设置能耗监测及管理系统，对水、暖、电等各能源使用单位实现数据采集，通过系统的分析管理，达到节能目的。配置智能型建筑设备管理及能源管理系统，统一协调楼控系统、能耗监测系统、电源管理系统、智能照明控制系统等，达到节能目的。

3. 绿色施工

项目总平面布置紧凑合理，减少占地，实施动态管理。对挖土方案进行优化，减少非必要开挖；管线分布及相应保护措施，保护方案、协议及措施。道路两旁设置排水沟，防治雨水对路基的冲刷。材料堆放进行化区域管理，按照不同材料、品种、规格、尺寸等进行码放，标示清楚、规范化管理，节约场地。现场临时办公和生活用房采用结构可靠的多层轻钢活动板房或多层箱式板房，合理布置，减少占地。现场临时道路与原有道路相结合，充分利用原有道路为施工服务。钢筋采用集中加工的模式，加工工厂化，场内加工焊接，避免施工现场增设加工棚，减少施工现场土地利用。在价格优先的情况下主要考虑应就地取材。采购材料为符合国家要求的绿色环保材料，楼层板采用免临时支撑的压型钢板作为楼板底模。通过钢结构预拼装技术检查模具的精度、扭曲度及弯曲螺栓孔的精确性。提高批量生产质量，避免生产不合格浪费。二次结构时采用先BIM排版，再施工，避免非工艺要求的切割浪费，做到节约环保。

4. 绿色建造协同

设计团队采用建筑师负责制，各专业协同，定期召开协同会议，形成会议纪要，全过程工程咨询人员、施工人员现场联系。管理团队建立了对建造全过程进行整

体统筹的相关管理制度。统筹建造全过程的信息管理、支撑各阶段各参与方的数据交换和信息共享。编制智慧工地管理策划方案，对工地建设进行全过程智慧化管理。立项策划阶段咨询单位全程参与，对绿色设计、绿色建造提供咨询服务。设计阶段施工方专家积极参与，进行了设计可施工性的论证。施工阶段与设计人员紧密沟通，开展深化设计。

5. 提高与创新

本工程积极应用建设部推广的“十项新技术”。建筑用成型钢筋制品加工与配送技术；钢结构深化设计与物联网应用技术；钢结构高效焊接技术；基于BIM的管线综合技术；热水机房采用预制化技术；雨水回收利用技术；绿色施工在线监测评价技术；基于智能化的装配式建筑产品生产与施工管理信息技术等。



6. 成效和经济社会意义

本项目通过以上各项技术措施设计满足绿建二星目标，同时，施工过程中，严格执行绿色建造标准，从项目的全生命周期出发，打造真正舒适、高效、健康、环保的空间。目前，项目已于2023年6月竣工，中国铁建将坚定不移地扎根临港新片区，发挥企业优势，在临港新片区区域建设、资源导入、园区开发、城市更新等相关领域，落实国家倡导的绿色发展要求，践行可持续发展战略。

结语

在整体园区规划的引导下，综合考虑多个方面，从项目选址、设计理念、建筑材料、能源利用、水资源管理、废弃物处理到运营管理，全方位融入绿色和低碳的理念。各地块项目以实现低碳设计、绿色建造为目标，结合各自项目特点采用多种设计策略，经过参与项目建设的多方单位协同推进，勇于承担各自在项目建设过程中的责任，才能共同完成低碳园区建设，为整体园区的绿色发展贡献力量，逐步实现“双碳”目标。

参考文献

[1] 梁效铭, 李锡涛. 低碳概念下的建筑设计策略运用[J]. 环保节能, 2021. 11. 040.
 [2] 刘剑. 基于案例分析的低碳建筑特征及其实施策略研究[J]. 绿色建筑设计与评价, 2020年第2期(总第48卷第348期)
 [3] 刘超, 许鹏, 马炯. 上海临港新城中心区低碳规划和目标管理[J]. 城市规划, 2012年第12期