可持续发展的绿色生态大数据产业园区研究

Study on Sustainable Development of Green Ecological Big Data Park

王　宇，吴江风，贺　晓（中讯邮电咨询设计院有限公司，北京 100048）
Wang Yu，Wu Jiangfeng，He Xiao（China Information Technology Designing & Consulting Institute Co.，Ltd.，Beijing 100048，China）

摘　要：
打造全新绿色生态大数据产业园区是建设新型数字基础设施的重要举措之一。以中国联通互联网应用创新基地为例，对园区生态规划、建筑节能减排技术进行实证研究分析，提出在双碳战略指引下、在工艺要求基础上，适合数据中心园区“绿色生态”建设的策略和措施，助力绿色生态大数据产业园区的建设推广。

关键词：
绿色生态；园区规划；生态技术措施；建筑节能减排
doi：10.12045/j.issn.1007-3043.2023.01.015
文章编号：1007-3043（2023）01-0077-06
中图分类号：TU27
文献标识码：A
开放科学（资源服务）标识码（OSID）：

Abstract：
Building a new green ecological big data industrial park is one of the important measures to build a new digital infrastructure. It takes China Unicom Internet Application Innovation Base as an example to conduct empirical research and analysis of the park's ecological planning and building energy conservation and emission reduction technology，and proposes strategies and measures that is suitable for the "green ecology" construction of the data center park under the guidance of the dual carbon strategy and on the basis of process requirements，so as to help promote the construction of the green ecological big data industrial park.

Keywords：
Green ecology；Park planning；Ecotechnical measures；Building energy conservation and emission reduction

引用格式：王宇，吴江风，贺晓. 可持续发展的绿色生态大数据产业园区研究[J]. 邮电设计技术，2023（1）：77-82.

0 前言

随着2020年9月中国明确提出了2030年“碳达峰”与2060年“碳中和”目标以及2021年10月中共中央、国务院印发的《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》，人们对绿色节能、环境发展的关注程度日益增加，绿色生态也成了建造者及客户越来越重视的领域。

2022年2月，国家正式启动“东数西算”工程，随着数据中心建设量的不断扩大，数据中心的土地、电、水、材料等资源消耗量及其在社会整体消耗量中的占比逐年攀升，绿色生态大数据产业园区的建设迫在眉睫。

中国联通互联网应用创新基地位于广东省广州市中新知识城，规划用地面积约110 666.7 m²，分三期工程建设，一期工程总建筑面积为73 698.4 m²，包含通信枢纽楼、IDC数据机房、动力中心、网管楼。该项目是贯彻国家“网络强国”和“数字中国”战略，落实中央关于“加快5G网络、数据中心等新型基础设施建设”的重点推进项目，是集研发、生产、孵化、运营为一体的互联网创新重要基地。项目所在地中新知识城是中国和新加坡政府跨国战略合作的样板区，项目遵循地

收稿日期：2022-11-26

方政府建设国际一流水平的生态城区规划理念，致力于将本项目打造成为国内首个绿色生态数据基地，园区在绿色生态方面进行了积极探索。

1 园区规划深入绿色生态理念

大数据产业园区的前期设计阶段包括园区规划、建筑单体设计及景观设计等子项，规模较大的园区通常采取“统一规划、分期实施”的方式。园区总体规划是一项综合性、整体性的工作，一旦确立影响深远，只有在园区规划阶段引入绿色生态理念，才能为顺利开展绿色生态建设提供条件。

1.1 绿色生态大数据产业园区目标

建设绿色生态大数据产业园区的目标主要指在可持续发展的思想指导下，在通信工艺要求的基础上，建设的园区集自然、人文于一体。推进建设绿色生态园区可促进经济、社会和环境的可持续发展，促进数据中心整体在低碳生态方面的提升。

1.2 绿色生态规划内容

项目中园区规划设计需满足地块控制性详细规划的强制性内容，包括各地块的性质、容积率、建筑密度、建筑限高、绿地率、基础设施和公共服务设施配套规定等。

为打造国际一流水平的生态城区，在规划设计之初，地块的开发建设除需满足上述地块控制性详细规划的强制性内容以外，中国联通互联网应用创新基地所在的中新知识城还在场地设计、建筑布局、建筑设计、建筑外环境设计、市政工程设计等5方面提出了整体绿色生态规划指导意见，具体如表1所示。

场地设计中容积率是指地上建筑总面积与净用地面积的比值，过小的容积率设置会造成土地资源的浪费，破环自然生态环境，设计中需满足地块的容积率下限。

图1给出了首层架空改善地块风环境的示意图，建筑布局中适当考虑一定比例建筑的首层架空可以有效地改善地块的风环境，促进通风，改善热舒适性。

建筑外环境中下凹式绿地是低于周围地面适当深度的绿地，透水性铺装指渗透性硬化地表，通过下凹式绿地、透水铺装蓄存雨水补充地下水有调节径流和滞洪的作用，能够实现整个地块的低影响开发。

2 绿色生态园区规划策略

中国联通互联网应用创新基地在规划设计阶段实现了政策、工艺和建筑的有效结合。

表1 新增地块生态指标一览表

序号	类别	目的	内容
1	场地设计	节约土地	容积率下限
2			地下空间开发强度
3		保留文脉	保留历史建筑
4			保留古树
5		保留地形、地貌	保留现状河流、河涌
6	建筑布局	促进通风	首层架空率
7	建筑设计	绿色建筑	绿色建筑星级要求
8			达到绿色建筑星级要求的建筑面积比例
9			建筑节能率
10		智能建筑	达到智能建筑设计标准要求
11			建筑设计采用BIM技术
12	建筑外环境设计	雨洪管理	下凹式绿地比例
13			透水性铺装比例
14		提高绿量	每100 ㎡绿地的乔木数
15			屋顶绿化率
16	市政工程设计	垃圾处理	厨余垃圾自处理率
17		停车	非机动车停车位

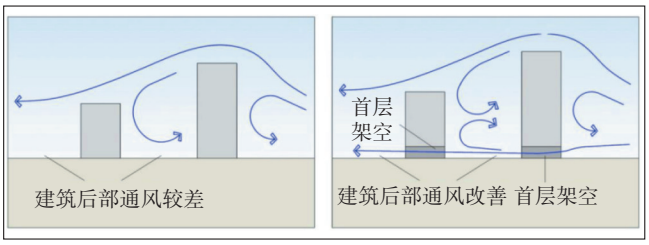

图1 首层架空改善地块风环境示意图

2.1 总体布局策略

2.1.1 以“人”为本

园区整体布局以自然生态为依托，打破大规模的数据中心基地整体变化单调且无明显特征性的总体布局，充分考虑城市界面和内部生产组织关系。布局中尽可能大地将内部场地环境留给以人为活动主体的网管楼，将生产性的数据机房沿地块南北侧布置，形成完整、清晰、识别性强的城市形象。

2.1.2 充分利用原有地形

地块原始地形高差较大，项目采用退台式景观，将寄托美好寓意的“祥云”引入水景，塑造出绝佳的景观空间，同时有效减少了施工土方量。

2.1.3 塑造良好城市界面

东侧临城市道路是整个项目面向城市的公共界面，项目在东侧入口布置亲民广场，将城市公共性注

入该地块，为市民休闲活动提供场所，最终形成人与自然共生、充满活力的园区。中国联通互联网应用创新基地总体布局和中国联通互联网应用创新基地鸟瞰效果分别如图2和图3所示。

图2　中国联通互联网应用创新基地总体布局图

图3　中国联通互联网应用创新基地鸟瞰效果图

2.2 建筑设计策略

2.2.1 较高的绿色建筑比例

在绿色建筑方面，项目中通信枢纽楼、IDC数据机房实现绿建一星级目标，网管楼实现绿建二星级目标，绿色建筑星级要求的建筑面积比例达到90%以上。

2.2.2 合理的建筑布局

数据机房与动力中心之间、数据机房与网管楼之间均通过风雨廊联系，南方湿润多雨，该设计便于运维人员的日常使用。网管楼建筑首层局部架空，局部改善风环境。

2.2.3 注重人文环境

在形体设计方面，充分采用建筑美学。数据机房在形体处理上与动力中心相结合，从整体统一的建筑形象出发，结合了数据机房除了辅助房间需要开窗外，机房内不宜开窗的特点，开窗以少量竖窗为主，注重虚实掩映与体量的变化，并引入岭南元素——青灰砖在建筑立面中，实现了传统与现代的结合。

网管楼将云数据的“云”作为设计的出发点，通过流云般的横向线条体现建筑的流畅，折纸般的穿孔板体现建筑的轻盈，形成了行云流水之势。园区打破了建造数据生产基地的固有思维，新与旧的材质、自由的建筑形态，注重传承的同时充满了创新的活力，为园区带来了较好的感受。中国联通互联网应用创新基地网管楼效果图、中国联通互联网应用创新基地入口实景照片和中国联通互联网应用创新基地网管楼实景照片分别如图4、图5和图6所示。

2.3 建筑外环境设计策略

图4　中国联通互联网应用创新基地网管楼效果图

图5　中国联通互联网应用创新基地入口实景照片

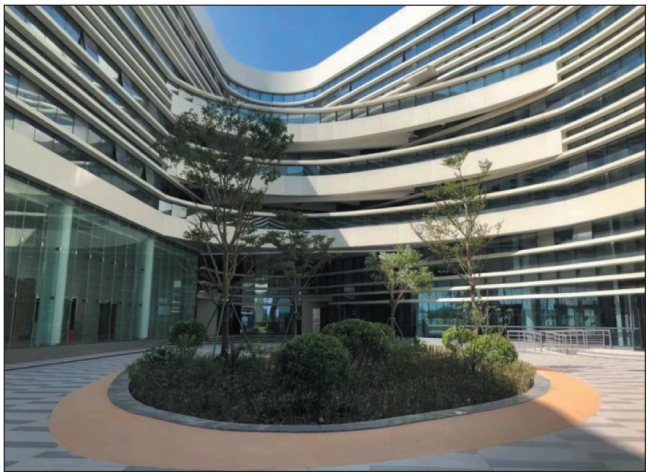

图6 中国联通互联网应用创新基地网管楼实景照片

园区整体采用低影响开发理念，结合室外景观水池布置蓄冷水池和雨水回收池，下凹式绿地、屋面绿化与透水铺装相结合，达到绿色生态的效果。

3 生态技术措施

本项目建筑类型主要是通信机房和数据中心，具有工艺性强、设备类型复杂的特点，如何将园区的生态理念与主要建筑的工艺性相结合是整个项目设计的重点与难点。只有因地制宜，科学分析，将两者完美结合，才能把理念变为现实，才能充分体现出生态的价值与意义。基于此，通过对工艺要求、设备选型、建筑结构、景观绿化、绿色建筑等多方面的分析与结合，创新性地形成以下主要的生态技术措施。

3.1 生态循环水系

结合广东湿润多雨、多台风的特点，整个园区采用生态循环水系系统，赋予绿地、景观海绵体的功能，充分缓解雨水对市政的压力，同时也使整个园区具备强大的蓄水、净水、排水的功能，创造一个生态的园区水环境。

在园区主入口广场，网管楼架空层下方设置一套生态循环的水系系统，不同于常规的水系，此水系将景观水池、雨水回收池、清水池、水蓄冷水池4种功能水相互串联，形成一套循环体系。

景观水池为浅水构造，水深为400 mm左右，内部放置喜水盆栽形成微生态滤床。雨水收集先进入雨水回收池，提升至微生态滤床处理，处理后的清水首先自流至景观水池，景观水池水满后溢流至绿化清水池，绿化清水池水满后溢流至雨水回收池。蓄水池和清水池合建于地下，中间以挡墙隔开，蓄水池和绿化清水池之间留一个溢流口，微生态滤床每天处理一定量的雨水，当天用不完的清水溢流至蓄水池，使蓄水池内的雨水不会因为长时间存放而变质。

整套系统在自动控制下运行，可根据气候变化及时调节水环境，提升了雨水收集量，节约了自来水补水量，调节了园区整体的微气候。同时清水池也为蓄冷水池提供了应急备用水量，增加了数据机房的工艺安全性。

3.2 下凹式绿地、雨水花园

下凹式绿地是指低于周围地面适当深度的绿地，提高下凹式绿地比例，一方面保证自身雨水不外排，另一方面周围地面地表径流能流入绿地入渗，通过径流蓄存实现雨水回用或通过渗滤处理用于灌溉。中国联通互联网应用创新基地下凹式绿地效果图和实景照片分别如图7和图8所示。

在具体设计时，如果仅将绿地下凹，并不能营造优美的景观生态环境，可以将下凹式绿地与景观、水

图7 中国联通互联网应用创新基地下凹式绿地效果图

图8 中国联通互联网应用创新基地下凹式绿地实景照片

系相结合，以雨水花园的形式来设计。雨水花园是自然形成或人工挖掘的浅凹绿地，被用于汇聚并吸收来自屋顶或地面的雨水，是一种生态可持续的雨洪控制与雨水利用设施。通过植物、沙土的综合作用使雨水得到净化，并使之逐渐渗入土壤，涵养地下水，或使之补给景观用水、清洗用水。

雨水花园除了能够有效地进行雨水渗透之外，还能够有效地去除径流中的悬浮颗粒、有机污染物，可以调节环境中空气的湿度与温度等。雨水花园与传统的草坪景观相比，能够给人以新的景观感知与视觉感受，且建造成本较低，维护与管理比草坪简单。

下凹绿地和雨水花园作为景观绿化的主要呈现方式，既能够与园区整体生态规划理念相统一，又充分结合了土方平衡，开挖出的土方用于回填和垫高单体建筑的基坑，节约了投资，缩短了施工工期。

3.3 透水铺装

透水铺装是园区节约水资源、改善环境的重要措施，也是绿色建筑园区节水的发展方向之一。透水地面可以大量收集雨水、吸收地面扬尘，夏天比常规路面更凉爽，能有效补充小区地下水及缓解园区热导效应，实现园区雨天无路面积水，还能对雨水起到净化作用，下渗的雨水通过透水性铺装及下部透水垫层的过滤作用得到净化。通常停车场、道路和室外活动场地等，有一定承载力要求，多采用石材、砖、混凝土、砾石等为铺地材料，透水性能较差，雨水无法入渗，形成大量地面径流，增加城市排水系统的压力。透水铺装既能满足路用及铺地强度和耐久性要求，又能使雨水通过本身与铺装下基层相同的渗水路径直接渗入下部土壤的地面铺装。

在本园区的设计中，因数据中心建筑周边需要大量的室外设施、设备运输临时堆放场地，硬质铺地区域较多，给透水铺装带来了便利条件。同时结合不同道路、场地的承载力工艺要求，最终选定园区入口广场、建筑之间的设备运输临时堆放场地、绿化步行道、植草砖停车位等部位采用透水铺装，总体透水铺装比例约30%，既满足当地的生态要求，又增加了园区的排水能力，提高了数据中心建筑的抗洪防涝能力。

4 建筑节能减排

除了上述园区的生态技术措施之外，在单体建筑的设计中，为充分结合整体生态园区理念，以绿色建筑为基础，以工艺要求为优先，合理选用建筑节能减排的措施和方案，创建一个环境友好、健康舒适、能源与资源消耗较低的建筑，实现从园区到建筑一体化的生态提升。

4.1 建筑节能

整个园区主要由网管楼、IDC机房、通信枢纽楼、动力中心4种类型的建筑组成，除网管楼为民用建筑外，其他均为工艺性要求很高的工业建筑。为了给内部设备提供一个安全、节能、稳定的环境，需要对工业建筑的节能做针对性设计，主要包括以下2方面。

4.1.1 严控体型系数

体型系数是建筑物与室外大气接触的外表面积与其所包围的体积的比值，它反映了一栋建筑体型的复杂程度和围护结构散热面积的多少，体型系数越大，体形越复杂，其围护结构散热面积就越大，建筑物围护结构传热耗热量就越大，因此建筑体型系数是影响建筑物耗热量指标的重要因素之一。

按照建筑节能的规范要求，一般建筑的体型系数不能超过0.4。在本项目设计中，尽量采用规整柱网、规整平面，简洁立面造型，减少建筑的表面积，严控体型系数，最终各个机房建筑的体型系数如表2所示，远优于规范的要求，为建筑整体的节能效果提供了有力保障。中国联通互联网应用创新基地立面效果图如图9所示。

表2　建筑单体体形系数一览表

建筑	层数	体型系数
通信枢纽楼	8	0.09
IDC机房	4	0.12
动力中心	2	0.19

图9　中国联通互联网应用创新基地立面效果图

4.1.2 严控窗墙比

窗墙比是建筑开窗面积占整个外墙的比值，外窗是建筑节能的薄弱部位，窗墙比越小建筑能耗损失越小，越节能。在保证最基本的建筑自然通风、排烟、效

果美观的基础上，尽量减少外窗设置是设计中的重点，本项目中机房建筑的窗墙比分别为：通信枢纽楼0.15、IDC机房0.15、动力中心0.19（为保障油机的进出风）。占比均不超过0.2，有利于提升节能效果。

4.2 建筑减排

数据机房建筑工艺要求复杂，精密设备众多，需要土建基础设施提供一个安全、坚固、稳定、洁净的基础环境，这导致建筑、结构、内装在设计与选材过程中受到了很多的限制。如何既满足工艺要求，又能实现环保低碳、节能减排是设计中的重点与难点，本项目主要采取了以下优化措施。

4.2.1 无机保温材料

外墙和屋面常用的保温材料均为挤塑聚苯板、岩棉板、模塑聚苯板等有机材料，这些材料在生产过程中会对环境造成污染，不是环保低碳材料。在节能设计中，结合建筑低体型系数、低窗墙比的基础条件，外墙选用外墙围护构件加气混凝土砌块自保温，屋面选用防水珍珠岩找坡层保温，满足建筑节能的要求，同时避免采用非环保材料，对建筑的整体减排起到了积极作用。

4.2.2 降低层高，节约混凝土用量

通过平面管线综合、竖向管线综合、设备选型和走线架布置等多个方面进行创新、优化设计，严格控制各个建筑层高，做到管线布置合理、空间利用率高、降低建筑高度，节约投资，减少混凝土用量，从而为低碳降碳做出贡献。各项层高降低指标详见表3。

表3 建筑单体各项层高优化一览表

项目	本工程IDC机房	标准机房	优化措施	本工程动力中心	标准动力中心	优化措施
建筑层数	4层	4层	–	2层	2层	–
室内外高差/m	0.9	0.9	–	0.3	0.3	–
1层层高/m	5.6	6.8	冷冻站局部下沉1.6	6.7	7.5	将卷帘门与进风百叶结合设计，增加进风面积
2层层高/m	5.0	5.3	减少一层走线架、消防管穿梁	5.2	6.3	减少一层走线架
3层层高/m	5.0	5.3	减少一层走线架、消防管穿梁	–	–	–
4层层高/m	4.8	4.8	减少一层走线架、消防管穿梁	–	–	–
建筑高度（注：建筑高度为室外地面至大屋面完成面）/m	21.6	23.4	共减少1.8	12.5	14.4	共减少1.9

4.2.3 室内装修简约实用

数据机房、动力中心均为少人值守的建筑，为降低碳排放量，本项目室内装修以节约、实用为主要原则，最大限度减少装修构件和材料用量，节约投资，降低污染。具体做法为：隔墙均为200厚加气混凝土砌块，达到保温节能效果；通信机房、空调机房地面为防静电活动地板（满足工艺要求），电力电池室、变压器室、消防控制室、冷冻站配电间、电气间地面为防静电地板砖楼地面；功能房间墙面均为乳胶漆墙面；除卫生间外房间顶棚均不做吊顶。

5 结束语

本文以中国联通互联网应用创新基地为例对绿色生态大数据产业园区建设进行研究，从绿色生态理念、规划策略、技术措施以及建筑节能减排这4个方面深入分析了园区建设方案。绿色生态大数据产业园区在实际建设与投产中，有力支撑了中国联通5G核心网资源建设，得到了客户的一致认可。后续将结合技术的发展演进，继续跟踪研究“双碳”政策下不同大数据产业园区的成功经验，在此基础上推广建设，为新型基础设施的发展建设助力。

参考文献：

[1] 住房城乡建设部. 绿色数据中心建筑评价技术细则[EB/OL]. [2022-08-25]. https://www.doczhi.com/p-1439599.html.
[2] 彭世瑾，史敬华，胡爱清，等. 深圳国际低碳城场馆区（核心区）海绵园区建设工程实践[J]. 建设科技，2017(1)：30-34，38.
[3] 陈硕，王佳琪. 海绵城市理论及其在风景园林规划中的应用[J]. 农业与技术，2016，36(3)：128-131.
[4] 王淑芬，杨乐，白伟岚. 技术与艺术的完美统一——雨水花园建造探析[J]. 中国园林，2009，25(6)：54-57.

作者简介：
王宇，高级工程师，学士，主要从事数据中心建筑业务相关的咨询设计工作；吴江风，高级工程师，学士，主要从事数据中心建筑方案的咨询设计工作；贺晓，教授级高级工程师，学士，主要从事数据中心建筑相关技术研究、标准制定等工作。