

# 碳中和、碳达峰的绿色低碳新型工业园区的建设

冯第勇

重庆金美通信有限责任公司, 重庆 400030

**[摘要]** 2021年党中央、国家提出了碳达峰、碳中和的发展目标, 重庆金美5G产业园项目规划, 以新型园区建设标准规划, 在实现碳达峰、碳中和方面采用诸多的先进技术, 并在绿色低碳、节能减排、水资源综合利用方面充分采用新技术, 新标准。因此文中的核心主要讨论点为园区的中央空调系统、电力系统、给排水系统, 结合数字智能化系统、新型建筑材料及结构、景观系统, 达到园区碳中和、碳达峰的建设目标。文中以5G产业园项目为基础, 讨论形势下的新型园区的建设思路。

**[关键词]** 碳中和; 地热泵; 电力系统; 给排水系统; 数字智能系统

DOI: 10.33142/sca.v7i1.10928

中图分类号: TU986

文献标识码: A

## The Construction of Green and Low-carbon New Industrial Parks with Carbon Neutrality and Peak Carbon Emissions

FENG Diyong

Chongqing Jinmei Communication Co., Ltd., Chongqing, 400030, China

**Abstract:** In 2021, the Central Committee of the Communist Party of China and the state proposed the development goals of peaking carbon emissions and achieving carbon neutrality. The Chongqing Jinmei 5G Industrial Park project was planned according to the standards of new park construction. Many advanced technologies were adopted to achieve carbon peaking and carbon neutrality, and new technologies and standards were fully adopted in green, low-carbon, energy-saving, emission reduction, and comprehensive utilization of water resources. Therefore, the core and main discussion points in the article are the central air conditioning system, power system, and water supply and drainage system of the park, combined with digital intelligent systems, new building materials and structures, and landscape systems, to achieve the construction goals of carbon neutrality and carbon peak in the park. Based on the 5G industrial park project, this article discusses the construction ideas of a new type of park under the current situation.

**Keywords:** carbon neutrality; ground heat source pump; power system; water supply and drainage system; digital intelligent system

### 1 碳中和、碳达峰的园区建设思路

碳中和、碳达峰的目标: 碳中和, 指人为排放源、人为吸收汇达到平衡。人为吸收汇包括植树造林、碳捕集与封存技术等。实现该功能目标, 首先对工业园区做好规划定位, 准确的园区定位才能很好地满足未来发展的持续要求; 其次通过改变园区的能源结构, 采用新技术、新理念、降低二氧化碳排放。本园区在实际运营过程中采用了能源监测与统计、能源调度与分配、水电节能及回收等技术实现园区的碳排放的中和、碳达峰。

园区能源监测与统计: 通过收集园区各类数据(如数字智能化技术实现水、电、气、空调等, 比较常用的就是能耗监控系统), 如园区(如视频分析技术)客流量、水能电表的读数、大型设备故障记录(如采用设备监控系统)等, 全面掌握园区能耗使用情况, 分析出能源能耗产生的合理性, 结合园区实际情况制定出最佳节能方案, 达到资源利用最大化。

园区能源调度与分配: 电力监控系统对整个园区的水、电、气、空调限额进行调度, 分析用电高峰, 如企业的生产时间、餐饮、办公的时间。来优化园区用电质量, 减少电力线路的损耗、无功损耗。

园区水电节能及回收: 园区能耗量最大的中央空调系统采用集中能源系统、局部采用变频节能系统, 降低对能源的需求, 还采用绿色植物进行吸收CO<sub>2</sub>。并采用可渗漏的铺装景观将大自然的雨水回收到地面下, 实现园区的用水节能。

### 2 园区建设过程中采用的绿色、低碳技术介绍

金美5G产业园于2021年开始进行建设规划, 目前处于设计规划阶段。我有幸参加了本项目的规划和设计, 并负责了其中的前期规划和设计。该工业园区规划采用诸多先进成熟的技术: 如地热泵作为整个园区的集中供冷供热的系统, 采用集中的数字智能化系统实现水、电、气节能等; 同时采用了大量绿色景观树木实现了美化景观, 也吸收了园区产生的CO<sub>2</sub>, 并转换为植物木炭、淀粉等物质。

本项目中采用PKPM建筑节能设计分析软件对屋面保温、外墙外保温、楼板、地面、外墙、幕墙等部位进行节能分析, 完全满足建筑节能要求(初步核算绿色建筑二星以上), 同时采用钢结构作为主体, 在主体结构施工过程中无须采用木模板进行固定和混凝土, 基本上做到无CO<sub>2</sub>的排放, 也无多余的建筑废料。

园区的中央空调系统: 计划全部采用地热泵系统,

地源热泵系统 (Ground-source Heat Pump System) 指以岩土体、地下水或地表水为低温热源, 由地源热泵机组、热能交换系统、建筑物系统组成的供热空调系统。机组可以直接与地表下的冷热源进行交换 (通过敷设 PE 管, 采用水做为中间介质), 目前地源热泵做为成熟新型的节能技术, 除了对能源的提取和分配所需的电能外, 园区所需的冷热能量源都可以从地下获取, 避免了电能转换为冷热源的途径 (包括生活热水, 无需消耗天然气或者电能), 以减少了生产电能过程中, 对空气中的 CO<sub>2</sub> 排放 (附注: 该项目中地源热泵为人才公寓和酒店提供了生活热水), 整体节约为 20% 以上。值得一提的是办公时, 基本没有空调系统产生的噪声, 同时冷热源温度恒定。

(1) 具有节能高效: 在耗电量相同的条件下, 分别提高夏季供冷量或冬季的供热量, 能效比 EER: 3.9-6, 即夏季投入 1kw 电能可得 3.9~6kw 热能, 性能系数 COP=2.65-5 即冬季投入 1kw 电能, 可得到 3.0~5kw 左右的热能。

(2) 具有可再生、环保的特点: 可以对太阳能二次利用, 符合可持续性发展趋势不受地域、资源等限制, 污染物排放与空气源热泵相比减少 40% 以上, 与电供暖相比减少 70%。没有燃烧、排烟, 也没有废弃物。

(3) 性能稳定: 空调源不受室外环境空气变化温度影响, 主机制冷热稳定 (这一点在家用的空调中尤为突出), 不会出现空气源热泵越是在需要空调的情况下越不好。

园区电力系统: 不同用电类型区域采用集中供电和分设变压器方式 (详见电力设计规范, 本文不再赘述)。整个项目结合了电力监控系统、能耗监控系统、设备监控系统。实现对大型设备如电梯、变压器、水泵、灯光照明、通风系统等大型机电系统的监控和节能 (包括减少人工维护成本)。在保证园区安全可靠用电同时, 通过变频技术、人为定量管理等技术, 前期降低园区的公共设备用电的能耗 50% 以上 (非重大节日以及园区根据天气情况, 可以自动或者远程控制设备、景观及泛光照明)。由于成本和技术推广的原因, 本项目中预留了部分 BIPV 的安装位置 (设计与施工可以参考图集 15D202-4: 建筑一体化光伏系统电气设计与施工), 以及蓄电池储能系统 (通过该项目总结 BIPV 适合集中式的大规模厂房和工业园区)。

给排水系统: 园区的主要给水系统采用了高中低压供水、分区供水的方式 (可以节约设备用电), 分区分段供水实现了园区的水头能量损失, 供水节能约 20% (按变频供水综合考虑)。人工湖采用了雨水汇聚补充系统, 平时无须人工补水, 就能满足平时公园对水资源的消耗。

### 3 项目建设过程中的难点、疑点

金美 5G 产业园将来在建设过程中, 会不断探索采用新的技术, 尝试采用装配式结构、地源热泵、雨水回收利用, 同时也遇到了许多的技术难题。尤其采用地源热泵作

为中央空调系统设计过程中, 结合成熟的项目案例, 结合重庆本地的现状, 设计出目前节能的中央空调系统。

空调系统的建设难点: 地源热泵在能源端、供能端、输出端均采用了大量的管道技术, 这给建筑内部、园区的管网建设无疑提升了难度。如园区建设了约 3000m 埋地管、集水井约 100 处, 地源热泵的地下中央机房 800 多 m<sup>2</sup>。

建筑内部由于建筑层高 (最低为 3.3m) 和电气、给排水、通风系统的管道众多等情况, 具体体现为地下车库走道、地下车库等位置。且全部采用了钢结构, 钢构的梁 (全部为工字钢) 普遍比传统的混凝土梁要高出 5~10cm。相比原设计的时候考虑不足, 因此我们充分利用了 BIM 技术和三维技术, 对可能出现的交叉点进行精准分析, 优先考虑冷热水管和排水管进行施工布设。

通过采用 3D 管道分析技术, 使地源热泵管道与水、电、通信管道分层布置, 排水管道在最下面, 施工完毕后按照标高再施工地源热泵供水管和回水管、施工消防水管和生活水管, 最后施工电力和弱电管道等。

园区最高标高 295m, 最低标高 283m, 高差约 12m, 尤其最集中的管道施工区域 (有供能管、集水器管道、消防水管、排水管、电力管道、给水管等), 管道施工过程中交叉是常态, 更为严重的是排水管道要求地面标高-2 米左右, 地源热泵的供能管也需要-3m。这给管道施工增加了难度。因此设计阶段需要集合各个专业技术人员, 在图纸上采用 BIM 进行施工推演, 施工的过程中可以先做空调管道、依次做排水管道、电力管道和给水消防管道等, 并分层将地面压实、减少了地面开挖的成本。

新风及消防通风系统: 本项目中除车库之外, 绝大部分建筑都采用了自然通风的方式满足了消防和新风的要求, 同时减少了设备电能的使用, 减少了建设成本。

电力系统的建设难点: 采用了中央空调系统后, 空调所用的电力负荷直接降低了 1/2 的用电量。但是存在一个新的问题就是园区内的管网和管道增多, 因此在整个系统建设过程中, 采用了三维管网碰撞监测技术, 提前对发生碰撞的区域进行技术分析。经过数量统计电力系统安装容量达 0.3MW, 相比采用传统中央空调少 0.06MW, 项目设计理论上节约电能 20% 以上 (包括生活热水系统的电能统计)。

给排水系统: 采用了变频技术、高低压分区供水系统、雨水回收系统等技术, 根据不同的功能区域进行分区供水。主要建筑群设置独立的生活泵房, 三层以下等由市政水压直接供水; 四层及四层以上采用市政自来水无负压供水方式进行二次供水。局部低压区域采用了小型变频加压进行供水。绿化灌溉采用喷灌、微灌、渗灌等高效节水灌溉方式解决了产业园耗水问题, 人工湖采用雨水补水系统 (按照自然蒸发量、下渗量以及湖面的雨水补充, 年降水量按附近重庆市的统计数据 1082.4mm, 计算约 21.7 万 m<sup>3</sup>)。

数字智能化系统: 作为园区碳中和系统建设的一部分,

主要为园区空调系统、电力系统、给排水作为辅助和决策系统，在园区建设中存在难度，尤其涉及到数据通信、软件协议转换、数据存储等，与供电部门、能源服务部门等（如用电监控系统为三层结构，即数据处理层、通信层、前端控制层，数据处理层通过通信层与前端控制层相连，执行设备的数据采集、状态的监视和控制管理），在该系统实施中，出现了单个系统调试正常后，当接入其他系统时，整个系统直接崩溃或者是中央服务系统（即 SCADA）正常，现场无反馈等故障问题，整个项目联合调试时间达半年之久。

#### 4 运营效果、使用分析

通过对基础的运营的数据我进行了初步核算：采用雨水回收系统节约用水 30 万  $m^3$ （人工湖绿色植物在内，折合电能 150 万 kwh）。采用地热泵系统节约用电 240 万 kwh（按 120 天计算，每天 8 小时）。大型设备节能效果比较明显（按设计的理论值计算：日常使用的大型设备约 700kw，一天运行 10 小时，实际使用率 30%，节约电能 122kwh；灯光照明功率计算约 100kw，每天使用 8 小时，采用节能 LED 灯及远程和集中控制，节能约 25%，整体节约电能 7,3 万 kwh），通过对现有的技术分析和估算折合电能 401.8 万 kwh，节约电煤（一度电耗 0.1229 千克标准煤）493.8 吨。减少  $CO_2$  约 1318.4 吨（1 吨煤约产生 2.66 吨  $CO_2$ ）。完全达到了碳中和、碳达峰的园区功能。

#### 5 建议

本项目实施过程中机电系统比较多（比如数字智能系

统将近 20 多个）、参与的单位比较多，应用的技术比较复杂，一般的实施单位很难做到全部精通，这无疑给绿色低碳的园区实施起来增添了难度。因此建议在实施过程中提前做好相应的策划和项目的理性分析。选择合格的实施单位，同时建设增配经验的技术人员，同时采用传统技术和先进技术结合的方式，这样才能更好地适应整个园区的建设。本项建设同样适合办公、电子设备生产、科技研发、小型设备制造这些工业园区。

注：5G 产业园规划建筑面积约 16 万  $m^3$ ，15 栋建筑，占地面积约 300 亩。基础数据来源于对设备的用电量统计、设计时的数据以及重庆本地的天气情况统计出来的结果数据，整个园区的机电设备故障率为大型设备（包括变配电设备、给排水设备、空调设备、电梯等统计的结果）。

#### [参考文献]

- [1] 中国建筑科学研究院等, 建筑设计防火规范 GB 50016-2014[S], 中国建筑工业出版社, 北京, 2015. 05;
- [2] 李文兴, 鲁鹏. 工业园区的智能用电设计探讨——以渠江云谷为例[J]. 工程建设与设计, 2020(1): 3.
- [3] 钱进. 住房城乡建设部发布新版《建筑工程设计文件编制深度规定》新增装配式、绿色建筑等设计要求[J]. 工程建设标准化, 2016(12): 1.

作者简介：冯第勇（1984.6—），毕业院校：桂林电子科技大学，所学专业：机械设计及其自动化专业，当前就职单位：重庆金美通信有限责任公司，职务：副部长，职称级别：中级工程师。