

# 大科学装置高技术与高颜值的诠释

## ——国家超级计算深圳中心（深圳云计算中心）二期规划建筑设计思考

杨晨<sup>1</sup> 林秀华<sup>2</sup>

1. 中国中元国际工程有限公司 北京 100089

2. 中国航空规划设计研究总院有限公司 北京 100120

**摘要：**本文围绕国家超级计算深圳中心（深圳云计算中心）二期项目，总结设计通过高质量的方案，诠释大科学装置的高技术与高颜值。高技术体现在机房集约布局、高规格设备系统及装配式建造工艺；高颜值借“星云之光、能量之核”设计理念与光伏幕墙实现，二者融合，实现了项目的双高诠释。

**关键词：**大科学装置；超级计算机；光伏幕墙；装配式建造工艺；参数化设计

### 前言

国家超级计算深圳中心（深圳云计算中心）二期（以下简称深圳超算二期）是国家级重点项目，总投资超80亿元，是单个投资额最大、运算速度最快、技术水平最高的国家级大科学装置。其内部承载的下一代E级超级计算机，是世界当前高技术领域角逐的焦点之一，被全世界公认为“超级计算机界的下一顶皇冠”。建成后的超级计算机系统，将实现持续计算能力每秒200亿亿次以上，预期将处于全球领先水平。

深圳超算二期项目位于光明科学城大科学装置核心区。项目总用地面积4.6万 $\text{m}^2$ ，总建筑面积11.68万 $\text{m}^2$ 。建设内容包括超算机房楼、科研楼、动力楼及附属用房等。项目建成投用后，将持续提供大规模科学计算、高精度工业计算、专业化大数据处理及智能化超算创新服务，着力构建具备国际先进水平、生态协同友好的超级计算机系统。这一系统不仅将推动深圳超算正式跻身国际一流超级计算中心行列，更将助推产业转型升级、赋能科技创新进步，实现“算力赋能创新、创新驱动发展”的核心价值<sup>[2]</sup>。

同时项目地处粤港澳大湾区和广深港澳科技创新走廊，是总书记亲自谋划、亲自部署、亲自推动的重大国家战略。“在全球率先实现10E级高性能计算系统及软件应用”是“十四五”高性能计算方向总体目标。深圳超算二期的建成，将会在“十四五”高性能计算领域迈出里程碑式的一大步<sup>[1]</sup>。

在建筑规划设计层面，设计师为这一大科学装置的诞生，从规划设计到建筑单体设计都赋予了与其相配的高质量设计。

### 1 规划布局与场地共生契合

基地位于深圳市光明区公明街道，西侧紧邻龙大高速，东侧为规划大装置区园区主路，面向大装置区内部山林，北侧规划地下水泵房，地面为城市公园，南侧为预留科研办公用地。基地整体呈南北向梯形轮廓，北窄南宽（北82.7m、南220m），东北高，西南低，自然高差25.5m，规划道路高差18.3m。

项目规划设计的焦点在于，超算机房楼的合理布局，既要减小其对周边的视觉压迫感又要与较大高差的场地有机契合。超算机房楼以超级计算机为核心，其他配套设施高效集约组合。其最终体量为，宽83m，长100m，高57.1m。场地西侧紧邻龙大高速（距离仅为34m），是园区建筑的主要城市界面。为减小超算机房楼对主要城市界面的压迫感，设计将建筑布置于场地东西向最宽的位置，同时使建筑尽量远离龙大高速。接着将建筑的短轴方向与龙大高速平行，减小朝向城市界面的建筑面宽。竖向规划方面，建筑采用东西两侧不同标高进入建筑的设计，与场地进行适配。建筑的主入口设于建筑西侧，从首层进入。建筑的货运口设于建筑东侧二层，可以借助高差地势直接将设备运入位于二层的超算机房内。这样通过地势高差，设计解决了人流与货运的不同竖向需求，实现建筑与场地的高度契合。

超算机房楼的位置确定之后，根据功能间的亲疏关系，设计将科研楼至于超算机房楼北侧，柴发楼至于其南侧。科研楼建筑长轴延南北向布置，其东侧正好留出足够场地，作为园区的主入口广场。裙房布置于建筑南侧，作为整体园区的公共会议与活动接待的功能，同时在二层通过连廊与超算机房楼相连，实现其他功能用房与公共共享空间的高效连接。科研楼塔楼（科研办公功

能)至于建筑北侧,也是园区的最北端,79.9m的高度,成为园区的制高点,与超算机房楼遥相呼应。科研楼的东侧入口作为建筑的主入口直接关联接待大厅、展厅、报告厅。西侧结合地形,建筑入口自然对接建筑的地下层,方便车辆进入地下车库。

场地主要在园区东侧布置了主入口广场及绿化景观花园,通过景观绿化与东侧大装置区的山林交融。通过一系列因地制宜的设计,园区在布局层面,实现了与周边环境的合理共生与场地生态的多方契合。在合理布局的基础上,超算机房楼的设计是项目高技术与高颜值的核心焦点。

## 2 蕴含强大能量的容器——超算机房楼

### 2.1 功能集约高效布局

超算机房楼建筑面积56347m<sup>2</sup>,地上7层,建筑物总高57.1m。主要功能包括超算核心机房、配套数据中心用房及配套支撑设备机房。一层主要为大堂、接待室与超算配套的高温冷源设备机房。超算核心机房位于二层以超级计算机为核心,以高效化,集约化为布局理念。共布置136台机柜(由华为设计研发),包括100台计算机柜,36台高速网络机柜。采用全液冷+房间级环境空调。超算核心房西侧为参观界面,通过参观走廊与ECC紧密结合。北侧、南侧紧贴辅助机房,使用效率最大化。东侧布置超算中心液冷机房:内置81台机柜,其中液冷机柜46台,普通机柜35台。采用冷板式液冷与列间补冷空调。每层机房均与其服务的设备用房紧密关联,同层布置,管线路由及维护路径最短,高效集约。

### 2.2 高技术的设备系统

与高技术的超级计算机适配的是一系列高技术的设备系统。

采暖通风与空气调节(HVAC):构建高、中、低三级冷源系统(高温适配E级机柜打榜工况、中温兼顾预留负荷、低温联动冰蓄冷除湿),二层超算柜采用冷板式液冷技术,电气房间空调设N+1冗余,实现高负荷精准控温与可靠保障。

余热回收架构:项目热源来自超算机房楼,利用机房楼的余热作为热源,分别供给科研楼和机房楼的空调系统和作为生活热源预热热源。同时结合空气源热泵,直接利用低位热能(空气)转换为可以利用的高位热能,从而达到节约部分高位能(如燃气、电能等)的目的。

电气:14路20kV市政电源与10台2000kW柴发并机系统保障供电。创新采用20kV负载自动投切系统,灵活实现市电、柴发电源的同种、异种电源之间的往复切换,以及在切换过程中实现负载投切管理等多种切换功能,

实现智能运维与可靠灵活的供电<sup>[3]</sup>。

弱电及智能化:搭建DCIM与智慧园区双集成平台分级管理;办公网采用全光架构(光纤到房间、无源分光);构建周界—公共区—受控区三级安防体系,实现园区与机房智能化管控。

### 2.3 高技术的建造工艺

本项目是大湾区首个采用装配式技术的国家超算中心,在装配式设计和施工组织策划中攻克多个技术难点。其中超算机房楼采用了装配式钢框架与中心支撑结构体系,实现主体结构装配式施工率71.4%。外立面非承重围护墙,机房楼采用ALC条板与光伏幕墙的一体化设计与装配式工法,应用比例为100%。在克服了滨海地区保温隔热、防水防风问题的同时,又满足了美学与低碳需求。

## 3 高美学追求的超算机房楼立面设计:

### 3.1 超级计算机的美学提炼:

当前世界百年未有之大变局进入加速演变期,全球发展的不稳定性与不确定性显著增加,而超级计算机作为中国立国之重器、支撑前沿创新的大科学装置,正以其独有的超级运算速度与海量数据储存能力,成为应对这一不确定世界的“超级定力”。深圳超算二期更将这种超级算力提升至世界顶尖水平,让百亿亿次的运算能力从技术突破转化为实实在在的战略支撑,确保国家在量子科技、极端气象预警、航空航天研发等关键领域的科研进程不受外部环境扰动,始终锚定科技自立自强的方向,为复杂变局中的发展筑牢算力根基。

综合以上分析,超级计算机无疑具有强大的能量(超级速度与容量),这种能量既体现在百亿亿次运算的硬核实力上,也蕴含于支撑国家战略需求的核心价值中。同时,作为承载顶尖科技的国之重器与大科学装置对公众而言又自带一层独特的神秘感。基于此,设计需要在建筑形象上找到一个核心意象,将“强大能量”与“科技神秘感”这两大特点集中呈现,故我们提出“星云之光、能量之核”的设计理念。

“星云之光、能量之核”设计理念,灵感汲取自浩瀚银河系,象征超级计算机犹如银河系核心,汇聚强大能量,数据如星辰般在虚拟空间中自由穿梭。“能量之核”源源不断地输出算力,支撑数据的高速处理与复杂运算,彰显超级计算机作为数字时代核心引擎的磅礴力量。同时表达超算能量之核成为光明区科技之光的寓意。作为光明区大装置区的科学装置,必将成为整个区域的能量核心,提供强大的算力支持。

“星云之光、能量之核”的意向着重体现在,机房楼的立面方案上。设计使用深灰黑色的光伏玻璃板为表皮

的基本材料。其围合而成的深色体量，呼应星云之光背后的深邃宇宙，同时也凸显了国之重器的神秘感。接着方案在重点区域，通过参数化设计将光伏板进行不同角度的翻折，借助光影反射作用形成银河星云自由舒展的形象。接着庞大的机房楼形体在底部向内缩进，再通过灯光渲染漂浮感，其神秘的科技感呼之欲出。

光伏玻璃本身的材料特征，在不同光线、天气、视角条件下，折射出不同环境，变化丰富。晴天多云中，将呈现灰白的特点，阴雨少云天气，呈现更深沉的表情。光伏玻璃还能清晰映射大装置区周边山势形态，山形与玻璃表面的光影变化相互映衬，形成具有视觉冲击力的效果。

夜晚，隐藏在光伏玻璃翻折板之后的照明系统点亮。这时“星云之光、能量之核”将完美呈现在大众面前。光线沿着光伏板错落的折角流淌，如同银河旋臂舒展在深灰黑色的建筑表皮之上，勾勒出星云自由扩散的形态。光线在玻璃表面不断反射，形成层层叠叠的光影层次，远观如同一团璀璨星云悬浮于夜空，每一处明暗交织的光晕，都恰似星云中闪烁的恒星。

建筑立面中心以均匀而饱满的暖白色光，模拟能量核心的视觉效果，象征着超级计算机持续稳定输出算力，在夜色中成为光明区熠熠生辉的科技坐标，尽显数字时代核心引擎的磅礴与沉稳。

### 3.2 高技术附能高颜值——光伏玻璃幕墙技术：

项目采用碲化镉薄膜光伏玻璃。玻璃配置：TP6超白+1.52PVB+3.2（碲化镉薄膜光伏玻璃）+1.52PVB+TP6钢化玻璃。其相比晶硅电池光伏板，光谱响应与太阳光谱匹配度更高；发电时间更长；吸收系数高、弱光效应好（清晨、傍晚等弱光条件下发电效果优于晶硅电池）；温度系数低（器件温度升高导致的效率衰减率仅为晶硅的一半）；热斑效应小，使用更安全。

为实现超算机房楼立面效果，光伏玻璃板进行不同角度的翻折，其所形成的三角光伏玻璃幕墙系统成为光伏幕墙工艺的创新点。方案采用单元式幕墙系统，在工厂预制完成，使用60x60x4mm氟碳喷涂钢方通将光伏玻璃进行固定。三角形光伏玻璃最大分格为1414mm（斜

边）×2000mm（底边）。接着将成品光伏玻璃单元装配于现场的主受力龙骨上。最终超算机房楼实现光伏玻璃，安装面积6644.37㎡，装机容量859.91kW，年均发电量43.44万kW.h。最终设计在“建筑美学”的视觉需求与“最大发电量”的功能需求间实现了完美平衡，让高技术的硬核实力与高颜值的形态魅力双向凸显、相得益彰。

### 结束语

2021年7月，深圳超算二期项目落址光明科学城大装置区，标志着这一国之重器建设正式启动；2022年12月项目破土动工，建设进程稳步推进；计划2025年9月底完成验收、12月实现机器点亮，届时将迎来核心算力的正式激活。

项目以满足超级计算机高效运行功能为首要前提，创新采用现代参数化设计方法与新一代高技术幕墙系统，塑造出兼具辨识度与科技感的独特建筑形态——既着重凸显重点科研建筑应有的科技质感、地标属性与创新特质，又实现美观造型与功能需求的深度适配，同步兼顾节能降耗与生态环保目标。整体方案结构清晰、重点突出，通过极具视觉表现力的立面设计，直观传递出深圳超算的硬核科技能量与世界领先的算力实力；未来，项目将成为深圳建设综合性国家科学中心与国际科技创新中心的核心支撑，为区域乃至国家的科技发展注入强劲动力。

### 参考文献

[1] 深圳市人民政府. 关于深圳市2024年国民经济和社会发展规划执行情况与2025年计划草案的报告[EB/OL]. 2025-03-24.

[https://www.sz.gov.cn/zfgb/2025/1366/content/post\\_12090037.html](https://www.sz.gov.cn/zfgb/2025/1366/content/post_12090037.html)

[2] 深圳特区报. 23个重大科创载体落户光明科学城[EB/OL]. 2025-08-10. [http://m.toutiao.com/group/7536733077687501375/?upstream\\_biz=doubao](http://m.toutiao.com/group/7536733077687501375/?upstream_biz=doubao)

[3] 罗云鹏, 段方成, 胡美施, 等. 深圳超算二期配套220千伏输变电工程投运[EB/OL]. 2024-11-18. [https://www.stdaily.com/web/gdxw/2024-11/18/content\\_260208.html](https://www.stdaily.com/web/gdxw/2024-11/18/content_260208.html)