

# 城市高密度区中小学建筑空间研究

## ——以深圳福田五洲小学为例

文 / 钟春林 深圳市建筑设计研究总院有限公司

**摘要：**深圳作为中国高密度城市的典型代表，其中心城区福田区以4%的土地面积承载了10%的基础教育学位需求。本文聚焦福田五洲小学，通过解析其“立体化学习景观”设计策略，揭示高密度环境下中小学建筑空间创新路径。研究结合场地条件与教育需求，从空间拓扑、功能复合、环境交互三个维度展开，提出“垂直校园”与“弹性空间”协同发展的设计范式，为同类城市提供可复制的实践样本。

**关键词：**高密度城区；中小学建筑；立体化设计；弹性空间；深圳福田五洲小学

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.20.050

### 引言

在城市化进程加速的今天，全球超半数人口已聚集于城市，其中高密度城区因土地资源稀缺、人口高度集中，成为城市发展的典型形态<sup>[1]</sup>。中国深圳作为高密度城市的代表，其福田区以全市4%的土地面积承载了10%的基础教育学位需求，2023年户籍人口十年间增长74.68%，导致学位缺口年均扩大超千个。传统中小学建设模式受限于容积率（通常 $\leq 0.8$ ）与建筑密度（ $\leq 30\%$ ）的刚性约束，难以满足高密度环境下的教育需求，迫使校园空间向“垂直化、复合化、生态化”方向转型。本文以深圳福田五洲小学为研究对象，聚焦其“立体化学习景观”设计策略，从空间拓扑、功能复合、环境交互三个维度解析高密度环境下中小学建筑空间的创新路径。研究结合场地条件与教育需求，提出“垂直校园”与“弹性空间”协同发展的设计范式，旨在为同类城市提供可复制的实践参考。

### 一、研究背景与问题提出

#### （一）高密度城市的学位供需矛盾

深圳福田区户籍人口十年间增长74.68%，年均新增数千个学位需求的压力持续冲击着现有教育资源体系。传统中小学0.8的容积率标准，已与超高密度城区发展形成尖锐矛盾，倒逼学校建设突破平面局限向“上天入地”的立体模式转型。皇岗创新实验学校通过地下两层、地上九层的垂直布局，将建筑面积扩展至原址的4倍，新增2580个学位，不仅缓解了周边3个社区的入学难题，更在寸土寸金的CBD区域实现了教育资源的集约化利用，为同类城区破解学位短缺难题提供了可复制的实践样本。

#### （二）教育空间转型的迫切需求

《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》强调“健全与人口变化相适应的教育资源调配机制”，在此背景下，福田区创新采用“擂台比武”机制引入国际建筑竞赛，集聚全球智慧推动校园空间从单一“功能容器”向多元“教育场景”深度转型。作为首批试点项目小学，其设计需破解三大核心矛盾：一是空间效率与

品质的平衡，在1.48万平方米用地容纳36个教学班（约1620名学生），既要通过紧凑布局保障教学基本需求，又要避免高密度带来的压抑感，需在垂直维度与水平流线设计中融入自然采光与通风系统；二是静态教学与动态活动的融合，课间十分钟对学生身心健康特别是低龄学生的肢体活动与社交发展至关重要，需构建屋顶农场、架空连廊、下沉庭院等错落有致的立体活动网络；三是校园封闭性与社区开放性的协调，通过错时共享机制实现空间渗透，如放学后开放运动场馆、周末启用多功能报告厅等，在保障校园安全的前提下打破物理边界，构建“15分钟社区教育生活圈”。这种探索不仅回应了《教育强国建设规划纲要》的要求，更成为高密度城市教育空间革新的前沿试验田。

### 二、该小学设计策略解析

#### （一）垂直拓扑：立体化空间组织

##### 1. “三轴多院”的垂直分区

在高密度区域土地资源稀缺、传统水平布局难以满足学校多样化功能需求的背景下，该小学设计团队创新性地采用“北教学、南活动、中连接”的轴线布局，通过三个标高不同的功能组团构建起立体教育生态：地下层（-1F）突破传统地下空间采光不足、空间压抑的局限，设置课程市集与多功能厅，并借助下沉庭院形成“地下光庭”，既引入自然光线与新鲜空气以打破沉闷感，又为跨学科主题活动提供灵活展示场所，让学生能在此开展科学实验展示、文化艺术展览等活动，激发创新思维与学科融合意识；地面层（1F-3F）将普通教室沿南北向精准排布，严格遵循冬至日3小时以上日照标准，充分保障学生享受充足自然光以利于身心健康与学习效率提升，同时将行政办公室与图书馆置于中轴形成通透视觉通廊，使各功能区既相对独立又能通过通廊实现高效联动，方便教师随时观察学生在图书馆的学习状态及引导学生前往行政区域办理事务；顶层（4F）被开发为智慧营地与世界屋顶，绿化率提升至35%，分层种植的多种植物形成生物多样性栖息地，为学生提供近距离观

察自然生态系统的机会，成为开展生物科普教育的天然课堂，而铺设的太阳能光伏板每年可满足 20% 的校园用电需求，让学生直观了解清洁能源利用以增强环保意识，实现生态效益与教育功能的双重叠加。这种垂直分区模式，成功使学校在有限用地面积上实现了功能空间的高效堆叠与合理分配，极大提升了空间利用率，为高密度区学校空间规划提供了极具价值的新思路。如图 1 所示：



图 1：小学分区示意图

## 2. 弹性交通流线设计

对高密度学校在上下学及课间时段人流高度集中、易出现交通拥堵的问题，该小学创新采用“双首层”分流策略：地面首层设置家长接送区与社区共享图书馆，6 米高的架空连廊无缝连接周边 3 个住宅小区，放学时，家长可在接送区快速找到孩子，通过连廊直接回家，避免了人车混行，极大提升了集散效率，同时，社区居民也能便捷地使用共享图书馆，丰富了社区文化生活，促进了校园与社区的融合；空中首层（3F）打造 3000 平方米学生专用活动平台，通过 4 组螺旋楼梯与各楼层形成垂直交通网络，配合 2 部观光电梯，实现各年级动线分离，课间十分钟，不同年级学生可通过专属通道快速到达活动平台，减少了垂直交通拥堵，平台边缘设置防撞护栏与绿植缓冲带，在保障学生安全的同时，营造出舒适的活动环境。这种弹性交通流线设计，充分考虑了高密度人流潮汐现象，从水平与垂直方向优化交通组织，提升了通行效率，保障了校园秩序与安全。如图 2 所示：

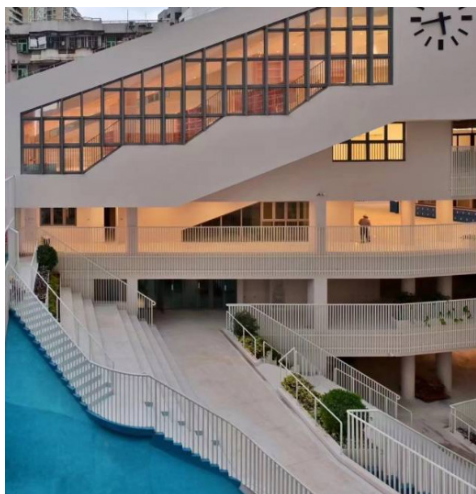


图 2：校园内部路线图

## （二）功能复合：场景化空间营造

### 1. 非正式学习空间网络

突破传统走廊的单向性，构建“学习枢纽”系统：将标准走廊宽度从 2.4 米扩展至 4.5 米，局部设置嵌入式阅读角与科技互动墙，让走廊从单纯的通行通道转变为兼具自主学习、小组讨论功能的复合型空间；在架空层嵌入迷你球场、森林剧场，在屋顶设置蓝天农场，形成覆盖全校的“5 分钟活动圈”，满足学生不同兴趣爱好的活动需求；采用自主研发的半透明网格膜遮阳系统，精准调控光影，使教室 sDA（空间日光自主性）达 85%，为学生创造舒适的采光环境，同时降低 30% 的热辐射，减少空调能耗，实现环保与实用的双赢。

### 2. 社区共享机制

通过空间渗透实现教育资源共享：拆除实体围墙，用绿化带与城市街道隔离，既保障校园安全，又让居民可实时观望校内活动，拉近校园与社区的距离；周末将体育馆、报告厅向社区开放，借助智能预约系统科学管理使用权限，提高设施利用率<sup>[2]</sup>。在校园主入口设置社区公告栏，定期举办学生作品展与居民文化节，搭建起学生与居民之间的文化交互平台，促进校园文化与社区文化的融合，让校园真正成为社区的文化教育中心。

## （三）环境交互：生态化技术集成

### 1. 微气候调节系统

针对深圳亚热带气候高温高湿的特点，采用“风-光-湿”协同设计打造舒适校园环境：通过建筑体量 15 度扭转形成南北向穿堂风通道，配合高低错落的通风井，使室内风速稳定保持在 0.8m/s，夏季可减少 40% 空调使用时长；在北立面设置角度可调的铝合金反光板，将正午直射光反射至教室深处，使后排区域采光系数从 1.8% 提升至 2.5%，减少白天人工照明能耗；融合海绵城市技术，通过透水铺装、下凹式绿地与雨水花园组成立体水循环系统，实现年径流总量控制率 85%，既缓解雨季内涝又为校园植物提供天然灌溉水源。微气候调节效果对比如表 1 所示：

表 1：微气候调节效果对比

调节维度	该小学	传统校园	优化效果
室内风速	0.8m/s	0.3-0.5m/s	提升 60%-167%
后排采光系数	2.5%	1.8%	提升 39%
年径流控制率	85%	40%-50%	提升 70%-113%

### 2. 低碳运维策略

构建“零碳校园”技术体系实现全生命周期绿色管理：安装光伏一体化屋顶（BIPV）覆盖 70% 屋面面积，年发电量达 12 万 kWh，满足校园公共区域 35% 的用电需求，余电可接入城市电网实现清洁能源共享；采用装配式钢结构体系，构件工厂预制率达 90%，现场装配使建

建筑垃圾减少 60%，施工周期缩短 40%，有效降低建造阶段碳排放；部署 500 余个物联网传感器组成智能监测网络，实时捕捉室内 CO<sub>2</sub> 浓度、光照强度与设备能耗数据，当 CO<sub>2</sub> 浓度超过 1000ppm 时自动调节新风量，光照不足时联动开启节能灯具，使整体运维能耗较传统校园降低 25%<sup>[3]</sup>。对比如表 2 所示：

表 2：低碳运维成效对比表

运维指标	该小学	改善幅度
年发电量	12 万 kWh	新增清洁能源供应
建筑垃圾减少	60%	减少 60%
施工周期缩短	40%	缩短 40%
运维能耗降低	25%	降低 25%

### 三、设计成效与启示

#### （一）空间绩效量化评估

该校园设计在空间利用与用户体验上取得显著突破：在 1.48 万平方米土地上实现 2160 个学位供给，学位密度达 1459 生 / 公顷，较传统校园提升 300%，这一密度在福田区同类学校中位居前列，高效缓解了周边学区的入学压力，让更多孩子能在家附近接受教育；通过功能复合设计，将报告厅与阶梯教室合二为一、教师办公室与教研空间灵活转换，使非教学空间占比从 45% 降至 28%，教学空间效率提升 60%，每平方米教学面积的使用频次增加，资源得到充分利用；在学生满意度调查中，92% 的学生表示“课间活动空间充足”，孩子们能在课间自由奔跑、交流，丰富了校园生活，87% 的教师认可“教学环境舒适度”，良好的环境让教师能更专注于教学工作，整体提升了校园的教育教学氛围。

#### （二）实践启示

##### 1. 政策层面

通过制度创新为高密度校园建设提供保障：在严格满足日照间距、防火等级等强制性标准的基础上，出台专项政策允许通过立体化设计突破传统容积率与建筑密度上限，如福田区将该小学容积率放宽至 2.8，较常规标准提升 250%；建立健全校园资源共享机制，将学校运动场馆、图书馆等设施纳入城市 15 分钟公共服务圈规划，对开放成效显著的学校给予年度运营经费 10%–15% 的财政补贴，既提高资源利用率又强化教育公共属性。

##### 2. 设计层面

以弹性策略应对动态发展需求：采用模块化生长策略，通过标准化钢结构构件与可拆卸隔墙组成可变空间

系统，使单班教室可在 45 人标准班与 60 人扩容班模式间快速转换，适应未来 5–8 年学位波动；技术集成创新方面，规模化推广光伏一体化屋顶、海绵城市系统等低碳技术，案例小学通过该组合每年减少碳排放约 32 吨，较传统校园运营成本降低 22%，为高密度校园可持续发展提供技术支撑。

#### 3. 教育层面

实现空间设计与教育目标的深度融合：通过屋顶农场、科技互动走廊等非正式学习空间，构建“处处能学、时时可学”的场景，使该小学学生科学素养测评得分较全区平均高 15%，探究式学习参与率提升至 89%；将校园建筑形态与社区文化脉络相呼应，如采用岭南骑楼风格的架空层设计，定期举办亲子课堂、社区讲坛等活动，使校园成为凝聚社区情感的文化地标，居民教育参与感与归属感调查满意度达 91%<sup>[4]</sup>。

#### 结语

深圳福田五洲小学的实践清晰表明，高密度城区中小学建筑能够通过垂直拓扑、功能复合与环境交互三大策略实现空间突围：垂直拓扑通过“三轴多院”的立体布局突破平面局限，功能复合借助弹性空间设计提升资源利用效率，环境交互则通过微气候调节系统与社区共享机制实现生态与社会价值的双赢。其创新价值不仅在于短期内解决了学位供需矛盾，更在于从根本上重构了“教育–建筑–城市”的共生关系——让校园成为承载教育创新的立体平台，使建筑成为连接学校与社区的情感纽带，推动城市空间向更具人文关怀的方向发展。未来研究可进一步深化探索：人工智能在校园空间动态调控中的应用，通过实时监测人流密度与教学需求，实现教室、活动场域的智能分配；不同气候区高密度校园设计的差异化策略，针对寒地、高原等特殊环境开发适应性方案；校园空间与城市交通系统的协同优化机制，破解上下学时段交通拥堵难题，从而为高密度城市教育空间的可持续发展提供更系统、更具针对性的解决方案。

#### 参考文献

- [1] 郑健宁. 高密度中小学校园设计策略研究——以深圳坪山新合实验学校为例 [J]. 城市建筑, 2025, (10): 157–160.
- [2] 郭裔天, 陈子光, 王宇航, 等. 高密度中小学典型垂直空间组合的结构单元设计策略 [J]. 建筑与文化, 2024, (07): 59–61.
- [3] 耿慧萍. 城市中小学潮汐式致堵机理与建筑空间缓堵模式研究 [D]. 长安大学, 2024.
- [4] 彭博. 岭南地区高密度中小学环境适应性研究 [D]. 石家庄铁道大学, 2022.

作者简介：钟春林，1980 年 08 月，男，汉族，广东省深圳市，硕士研究生，工程师，研究方向：建筑设计。