

「空间·源」

城市高密度中学校园综合体设计策略研究

陈妍, 何柯*

华侨大学 建筑学院 福建 厦门 361000

摘要: 城市化速度不断加快,使得城市核心区的中学校园同时面临两个现实难题:一是土地资源越来越紧张,二是功能使用需求大幅上涨,传统的平面拓展模式已经难以适应现阶段的发展需要,校园朝立体化、集约化的综合体方向转型,成为必然趋势。本研究聚焦高密度城市环境下的中学校园综合体设计方法,结合文献梳理、案例调研与对比分析等多种方式,尝试搭建一套涵盖功能、空间、技术三个维度的设计体系。功能层面通过模块化整合与竖向空间叠加来改善校园布局,空间层面利用立体空间互通与多层次公共空间丰富校园形态,技术层面则依靠自然气候调节与标准化结构适配来完善建设方案。以武夷山二中为例,研究验证了包括地形融合设计、双首层空间营造、风雨跑道多功能改造、多高度垂直交通组织、退台结构布局以及个性化气候界面设计在内的多项方法,具有较强的实用价值。研究结论不仅能为高密度城市区域的中学校园建设提供一套可落地执行的设计体系,也能为提升校园空间利用率与整体环境质量提供理论依据和实践参考。

关键词: 高密度城市;中学校园综合体;集约化设计;空间效能;设计策略

1 绪论

1.1 研究背景

1.1.1 城市化与教育资源空间重构:核心区学位压力与用地瓶颈

随着城市化进程不停加快,城市人口持续向核心区域集中,中心城区的建设用地日渐紧张,诸多城市的中小学普遍出现大班额、大校额现象,可用于教育配套设施的土地资源越发匮乏,城区当中老旧学校常常被高密度建筑群层层环绕,传统的平面拓展式校园建设模式已难以适应现今的发展情况。如何在有限的土地范围里重新组织教育空

间,并最大程度发挥校园的利用价值,已成为城市校园建设必须面对的现实难题。

1.1.2 教育理念迭代:从“应试容器”到“素质交往空间”

当今基础教育理念正经历重大变革,随着新课改政策的推进以及核心素养培育要求的落实,教育空间不再仅仅起着知识灌输“应试容器”的作用,而是逐步过渡到可支撑探究式学习、注重师生互动和生生交流的多元活动场所。创客教育、项目式学习等新兴教学模式的出现并兴起,也给校园功能配套提出了更为多样化的要求。教育功能在数量以及品质上的双重提升,既加剧了校园空

通讯作者: 何柯 **单位:** 华侨大学 建筑学院 福建 厦门

收稿日期: 2025-02-03 **录用日期:** 2025-04-19

DOI: <https://doi.org/10.58244/spatium.263825>

间供需方面的矛盾,也在客观上迫使校园建筑设计探索更高效、一体化的空间布局形式。

1.1.3 建设模式转型:单一校园向“校园综合体”的范式转移

城市核心区的用地资源十分紧缺;现代教育对功能空间需求日益多元,在这双重压力的作用下,校园综合体新型建设模式应运而生了。这类模式破除了传统校园扁平化的布局方式,利用竖向空间叠加、地下空间利用和多功能空间交融等途径,大幅提升了土地利用实际效率,它不仅可以有效缓解教育用地不足的难题,还可借助对空间的集约化整合,创造出充足的师生交流活动场所,因此日益成为高密度城市校园建设的主流发展方向。

1.2 研究对象与核心问题

1.2.1 核心概念界定:高密度校园与校园综合体的内涵辨析

本研究当中说的“高密度”,不仅是指容积率、人均占地面积较小,还包括了功能布局的紧凑程度、空间转换的频繁程度以及人员流动的相对密集程度等多个方面。所谓“校园综合体”,是指在有限的建设用地范围内,通过立体式的空间叠加、高度集成的功能组织以及多维度的动线设计,造就一种集约高效且具备一定灵活性的校园建筑形态。这类形态的要点,在于达成更精确、更良好的空间使用效能。

1.2.2 现实困境:有限用地与无限功能需求之间的矛盾

用地退界相关规范和生均用地相关标准等限制条件,造成校园建设只能于狭小空间布置大体量的建筑群,易出现采光不足、通风不畅通之类的问题,从而使校园整体物理环境质量下降。同时,复杂的垂直交通组织和紧密的总体布局,时常造成较强的空间压迫感,还容易使使用者产生焦虑

的情绪。如何在有限土地资源与多样化功能需求之间找到合理的平衡点,并很好地协调空间使用效能、校园环境品质与建设成本之间的冲突,正是本次研究想要研究的核心问题。

1.3 研究意义与方法

1.3.1 理论意义:完善高密度校园设计的通用方法论

当下国内有关研究多是集中在宏观政策的讨论或者单个项目案例的解读上,缺少一套可真正施行、有着系统性的设计策略整合。本研究从校园综合体的新的视角出发,尝试把空间效能理论、环境行为学理论以及立体交通组织理论加以融合分析,基于此梳理出具备科学性、系统性和可操作性的高密度中学校园设计方法体系。此研究不仅能够充实教育建筑领域现有的理论方面成果,还可以给同类校园设计项目提供必要的理论支柱。

1.3.2 研究方法:文献研究法、案例分析法、比较归纳法

为保证研究可达到科学严谨性,本论文主要采取这三种研究方法:

文献研究法:通过系统归纳国内外有关高密度建筑、集约化校园设计以及相关行业规范的文献资料,为后续分析确立扎实的理论保障。

案例分析法:选取东京、中国香港、深圳等地区具有典型示范意义的高密度校园优秀案例,开展深入的拆解和剖析,从中提炼出有参考价值的设计思路和特征。

比较归纳法:横向比对上述案例在功能复合布局、空间互通设计、技术手段适配等方面的异同点,再结合国内当下的发展情况与基础教育办学特色,总结出一套可用于城市高密度环境的中学校园综合体通用设计策略。

2 相关研究进展与理论基础

2.1 国内外研究综述

2.1.1 高密度建筑学理论

高密度城市建设相关的思路,最早可追溯到20世纪70年代提出的紧凑城市理念,这种理念提出通过高密度开发及土地混合利用,以防止城市的无序扩大,同时使总体能源消耗下降。国内同济大学董春方教授搭建起较为完整的高密度建筑学理论体系,得出多样性、亲近性、三维立体设计等几项核心设计原理^[1]。国际上,垂直校园被看成高密度教育建筑的一种新范式,受到业内广泛关注,这类校园运用立体化的空间布局,在有限的用地上达成了功能的多元化配置。

2.1.2 集约化校园研究

针对集约化校园所做的相关研究,主要着眼于用地紧张情形下,如何对校园空间资源做高效的分配和利用。邓巧明等学者研究证实了,紧凑的校园布局对各功能单元间的沟通协作有促进作用^[2]。深圳等一线城市已建成一批高容积率校园工程,其中福田中学运用抬升操场、叠加多种功能的方式,在不新增加建设用地的情况下,使建筑使用面积扩大了近四倍之多,为高密度城市校园建设提供了一个可参考的样板,校园综合体理念借助自身集约、高效、资源共享等优势之处,正渐渐发展成当下中学校园设计的主流趋势。

2.1.3 教育建筑适应性研究

教育建筑适应性相关研究,侧重于研究校园空间如何顺应教育理念的不停更新,李曙婷等学者针对适应素质教育的中小学建筑空间模式开展系统研究,相关成果已被添加到国家建筑设计规范^[3]。现有的研究表明,随着教育思想的发展,现代教学空间渐渐拥有了灵活可变、功能复合的基本特点。但目前很多校园仍在沿用传统的以普通教室为中心的固定设计模式,这跟素质教育主张的

多元化学习方式有明显的脱节。

2.2 核心设计理论支撑

2.2.1 空间效能理论

所谓效能,强调的是用最少的资源投入取得尽可能高的综合使用价值。公共空间效能相关的一些概念,可搭建一个涵盖社会、环境、能源资源三个范畴的评价体系,并且导入环境效率指标、效率与质量平衡指标两类重要评判尺度^[4]。在校园设计实践中,空间效能理论帮助我们在有限的建设用地之内,通过竖向空间叠加、多功能融合等方式提高利用效率,同时在使用效率与环境品质之间做好平衡。

2.2.2 环境行为学

环境行为学重点研究空间环境对人的心理及行为方式的作用。高密集度的空间容易造成较强拥挤感,削弱学生的领域感以及私密体验,进而造成烦躁的情绪出现,也对学生相互间的社交互动加以限制^[5]。相比之下,舒适宽敞的公共空间可有效减轻高密度环境造成的压抑感。中学生日常行为大体可分为滞留、休憩、行进这三类,这些行为特性可对校园设计起到指导作用,例如通过架空层、中庭、露台等手法营造通透舒适的空间节点,进而更好地契合学生多元化的行为需求。

2.2.3 适应性理论

适应性理论源自生物学,主要突出生物体和外部环境之间的动态协调关联。将该理论应用于山地城市的场地设计,可产生整体平衡、耦合协同、系统组织三种设计的思路^[6]。在校园综合体设计中,适应性理论为建筑提供了这样一个方向:让建筑形态与城市环境达成良好的融合,跟场地地形地貌自然对接,同时也可灵活应对教育理念的动态变化,进而使多个设计系统之间达成协同优化。(表1)

表 1. 相关研究进展与核心设计理论汇总

研究领域 / 理论名称	核心观点 / 主要内容	代表学者 / 案例	关键概念 / 设计启示
高密度建筑学理论	主张高密度、混合利用的紧凑城市发展模式；提出多样性、亲近性、三维立体等设计原理	董春方；紧凑城市理念	垂直校园、立体化空间组织、功能混合配置
集约化校园研究	紧凑布局促进功能单元交流协作；通过操场抬升、功能叠加实现高容积率	邓巧明；深圳福田中学（“福田样本”）	集约、高效、共享；综合体理念成为校园设计重要方向
教育建筑适应性研究	教学空间需具备灵活可变、多功能复合特征，适应素质教育与多元化学习方式	李曙婷等（成果编入国家设计规范）	打破以普通教室为核心的范式化设计，回应教育理念动态演变
空间效能理论	以最小投入换取最大综合价值；构建社会、环境、能源三维评价框架	张舒、陈天	竖向叠合、功能复合；环境效率指标与效率 - 质量平衡指标
环境行为学	空间塑造人的心理与行为；适宜开放空间可削减高密度带来的压抑感	汤竣岚等	滞留型、休憩型、行进型三种行为模式；通过架空、中庭、露台创造“透气”节点
适应理论	有机体与环境动态协调；提出“整体平衡”“耦合协同”“系统组织”三大思维	曹珂、李和平等	建筑与城市对话、与地形嵌合、灵活响应教育变化，实现多系统协同演进

3 高密度中学校园的核心矛盾与成因分析

高密度城市环境中所进行的中学校园建设,大多会面临几组矛盾:空间供给与功能需求的错配、环境质量和使用效率的冲突、以及静态建筑形态和动态教育模式的不相符。剖析这些矛盾的具体表现以及成因,有助于为后续提出科学有效的设计策略打下坚实基础。

3.1 空间供需矛盾

3.1.1 用地紧缺：生均用地指标低于国家标准

城市核心区域土地资源稀缺,而校园学位需求持续上涨,这构成了校园建设中最突出的矛盾之一。随着人口不断往核心区域集中,可用于校园新建或者扩建的存量土地十分有限,导致多数城区学校的生均用地指标不达国家标准^[7]。现行校园建设规范大多是按照传统低密度校园的模式制定的,跟当下城市集约化发展的实际情况不能适

应,这也反过来带动现代校园设计逐步往立体化、集约化方向发展。

3.1.2 功能溢出：辅助用房与特色空间的缺失

素质教育全面地推进,造成中学校园需要承载的功能范围不断增大。然而有限的用地范围常常使设计方压缩甚至取消专业实验室、艺术教室、风雨操场等特色教学空间,结果造成不少校园只有基础的校舍,缺少了配套的功能空间^[8]。此外校园建设标准的更新赶不上教育理念的革新,导致新建校园的功能设置难以适应走班制教学、项目式学习等新型教学模式的实际需求。

3.2 环境质量矛盾

3.2.1 物理环境恶化：高密度导致的通风不畅与采光不足

高密度建设模式往往会形成聚集而高耸的建筑群,这直接带来两个问题:自然通风受到阻碍,以及底层室内采光不足。不断缩减距离的建筑截断了场地中的通风廊道,而一些大型设施如运动场如果布局不当,还会造成阻碍空气流动的“风墙

效应”^[5]。校园物理环境不断地恶化,不仅使正常教学活动的开展受到干扰,还会对师生的身心健康造成负面的作用。

3.2.2 心理感受压抑:封闭体量带来的空间压迫感

规模巨大、密度较大的建筑组团,容易使人有封闭沉闷的视觉感觉。一些以效率优先为主的集约式布局,往往忽视了校园空间的透气性,缺乏视野通透的节点以及尺度适宜的休闲停留场所^[9]。许多学校把走廊、门厅等过渡空间简化成只是用于通行的通道,使这类空间应具备的心理缓冲和人际交往功能被弱化,最终形成了一种跟以人为本教育理念不太匹配的空间状态。

3.3 动态发展矛盾

3.3.1 固定建筑与弹性教学模式的冲突

校园建筑具有相对固定的实体形状,而教育理念却一直处于不断的更新变化之中。走班制、项目式学习等的新型教学模式,对灵活可变型的教学空间提出更高要求。然而多数新建校园还是使用传统的固化空间布局,较难契合这些多元的教学需求^[10]。建筑本身使用的周期较长,而现代教育模式迭代较快,这两者之间有较为明显的时间差,如何提升校园空间的适应能力以及可改造性,已然成为当前校园设计要重点关注的方向。

3.3.2 封闭管理与城市资源共享的矛盾

学校开展封闭式管理工作,诚然有利于保障稳定的运行秩序,但也造成了一些问题:非教学时间里,各类校园设施大量闲置着,与此同时周边社区面临公共配套设施不够充足的状况^[11]。这种资源错配导致校园场地以及设施的利用效率的降低,也在校园跟社区之间产生了人为的空间隔阂。以安全优先的校园管理思维方式,跟现代城市开放共享发展理念存在一定矛盾,这已然成为高密度城市校园建设所难以回避的现实问题。

以上这三类核心矛盾相互穿插、彼此作用,要

有效化解这些矛盾,要从功能布局规划、空间场景营造、结构适配完善等多个维度出发,形成系统化的设计思路,这也是本文后续章节要重点研究的内容。

4 国内外典型案例分析与策略提取

4.1 案例选取与评价体系

本章选取国内外有典型示范作用的高密度校园案例,做精细的拆解剖析。案例筛选主要依据的是三条标准:一是校园处于城市核心区域;二是建成时间在近十年以内;三是在功能复合布局以及空间集约利用上有突出的创新性设计亮点。评价体系从三个维度予以展开:功能复合度,主要看校园功能整合效果以及资源共享效率;空间利用率,衡量单位用地面积上建筑容量和空间紧凑程度;交通组织效率,考察人流疏导能力和空间可达性。

4.2 典型案例深度解析

4.2.1 日本东京都立高中:极小用地下的立体叠加

东京都立高中处在极其紧张的建设用地上,以竖向立体叠加的方式实现了集约化功能布局,它的主要设计策略有:将操场提高至第二层平台,进而使地面层空间被释放;教学单元采用模块化排列,减少多余的交通面积;屋顶平台改造成为活动场地,解决户外空间不够的问题。整体动线把竖向交通核和水平连廊体系结合起来,在上下学高峰时段,有效减轻了人流拥堵问题(图1)。

4.2.2 深圳“新校园行动计划”:高密度下的开放空间营造

深圳“新校园行动计划”积累了很多适用于高密度城市环境的校园建设经验,从具体落实的做法上,首先采用功能竖向分区:把风雨操场、报告厅等大跨度空间设于底层,把常规教室放在上层,形成基座与塔楼相加的经典样式(图2)。其次充

分利用架空层、下沉庭院、屋顶平台等区域,搭建出多级别、多类型的师生活动场地,同时结合竖向绿化体系以改善场地微气候,缓解高密度建筑造成的视觉压抑感;另外又设置了可对外开放的功能空间,实现校园跟社区之间资源的相互交流。

4.2.3 香港密集型校园:通风廊道与模块化建造

香港集约型校园的设计模式,较好地兼顾了湿热气候和用地紧张这两个难题,在通风廊道方面,依靠错落排列的建筑体量以及大面积架空空间,在场地主导风向的方向上形成贯通通道,再借助内部庭院和连廊产生合理的风压差,不断优化自然通风的条件(图4)。建造体系采用标准化模块单元拼接组合,既简化了施工流程,也为日后功能调整留下了改造的空间。建筑的外立面搭配可调节的遮阳构件以及通透的围护结构,实现了被动式自然的节能成效。

4.3 通用设计策略提取

综合上述典型案例的分析结果,可以从功能、空间、技术三个层面提炼出适用于高密度校园建设的通用设计策略。

4.3.1 功能维度:模块化集成与竖向叠合

就功能组织而言,模块化集成的方式将教学、办公等单元做成标准化独立模块,依照不同的场地条件灵活拼接组合。竖向叠合则是在垂直方向进行科学的功能分层:把对日照需求低的大跨度空间(如风雨操场、报告厅、食堂)放在建筑的底层或地下;日照需求较高的常规教室被布置在上层;中间楼层排布专用教室、图书馆等过渡类的功能,这种按照“下重上轻、下动上静”的分层方式,既符合各类空间对物理环境的要求,还提高了整体的使用效率^[7]。此外把同类功能空间开展集中布局 and 综合使用,可减少重复性的建设,进一步发挥土地与空间的利用价值。



图1. 东京都立高中校园整体透视(图片来源:安井建筑设计事务所官网)

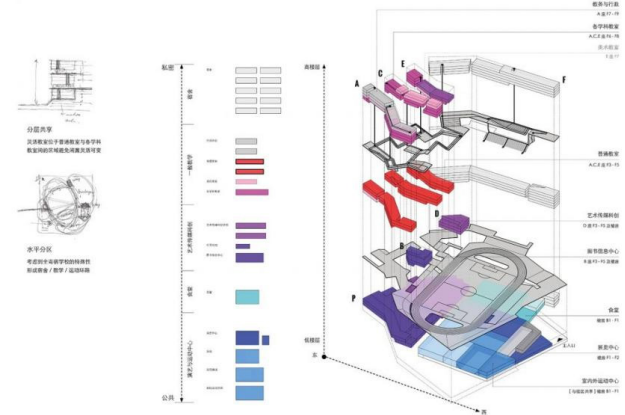


图2. 福田中学校园整体轴测图(图片来源:古德设计网)

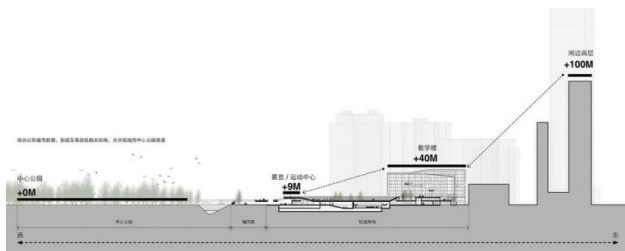


图3. 福田中学剖面图(图片来源:古德设计网)

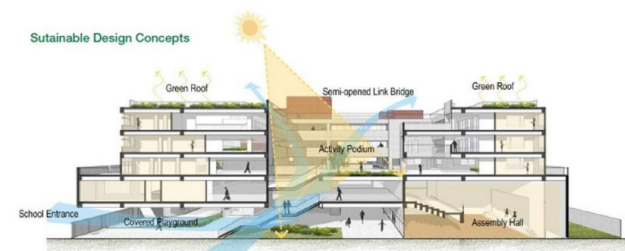


图4. 香港密集型校园通风廊道示意图(图片来源:T & P Group)

4.3.2 空间维度：立体渗透与多层次公共领域

立体渗透的空间设计涉及三个层面：校园与城市界面的渗透——运用底层架空、共享空间等手法，打破校园跟城市之间的物理屏障；室内和室外场地渗透——借助连廊、户外平台、内庭院等结构，使室内外的边界限制弱化；不同高程场地的渗透——通过通高中庭、室外楼梯等设施，建成完整的视线联系和行动路线。营造多层次公共空间，是往高密度建筑组团当中嵌入大量复合型节点，例如采用退台和屋顶平台打造具有不同标高的叠合活动地面；对廊道进行局部拓宽，形成同时具备通行和休憩功能的复合场地；植入中庭、边庭等共享区域，给师生平时的非正式交流提供充分的空间^[10]。这类多元的公共空间成为高密度校园中的“透气”地方，也对学生自发开展社交互动有好处。

4.3.3 技术维度：被动式气候调节与标准化结构

被动式气候调节技术依靠建筑整体形态的优化对场地物理环境进行改善，比如通过使建筑体块错落分布和架空空间形成专属通风通道，引导自然气流在校园里贯穿通行；结合主导风向布置导风结构；利用遮阳构件、生态墙面、屋顶绿化等设施使太阳辐射得热减少^[5]。

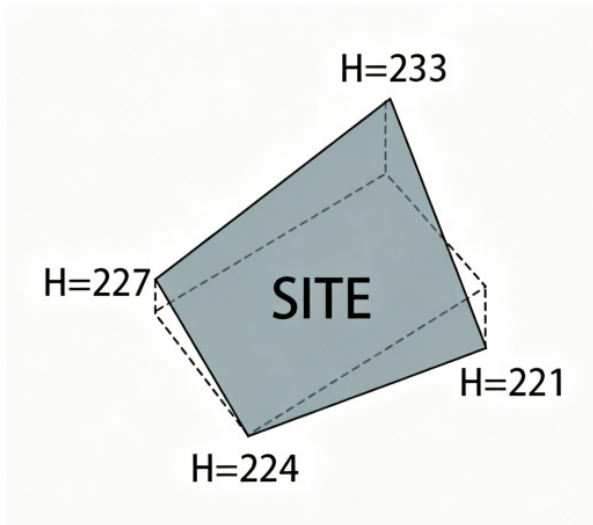


图5. 场地高差示意图

结构体系的方面，采用标准化的柱网以及模块化构件，为高效施工以及灵活改变空间形态夯实基础。大跨度功能空间可与桁架、网架等稳定结构加以搭配，实现底层无柱大空间和上层小型功能空间的叠置。契合功能要求的结构适配设计做法，利于控制建设成本，也为校园全周期运营使用预留了可调整的空间^[12]。

功能、空间、技术三个维度的策略彼此依托、协同作用，共同形成一套可用于高密度城市中学校园综合体建设的完整设计体系，可为后续实证设计工作提供完备的理论依据。

5 实证设计：武夷山二中校园综合体设计实践

武夷山二中校园综合体的设计实践，是对前文理论成果跟设计策略的有效验证和落地，此个项目位于武夷山市区，场地整体从西往东逐步往抬升，地形的高差特征十分明显。面对用地紧张、功能复合需求大、地形条件复杂等诸多难点，本次设计于功能、空间、技术三个维度制定了系统的应对思路。

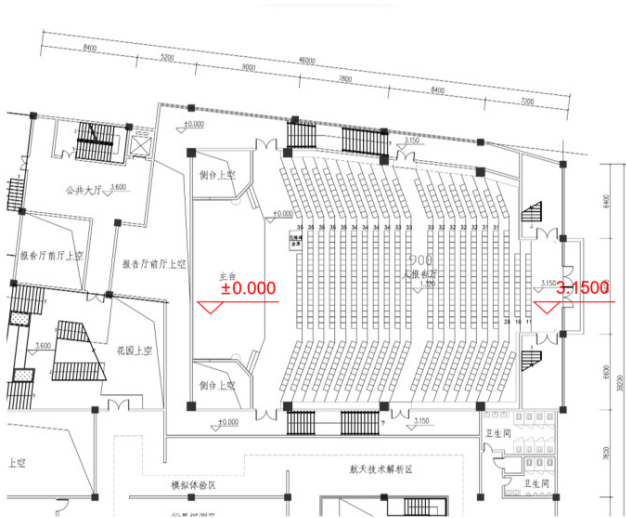


图6. 报告厅双向疏散示意图（图片来源：自绘）

5.1 功能维度：地形嵌入与立体功能耦合

5.1.1 重载功能的地形化消解

在重载功能处理上,使用了嵌入策略,千人报告厅在校园内是体量最大的功能单元,设计利用场地从西往东逐渐抬升的高差因素(图5),将报告厅整体嵌入坡地里,这种做法使建筑体量融入到地形轮廓中,释放出完整的地面户外活动空间,减轻了高密度建设造成的空间压迫感;同时报告厅整体高度低于北侧教学楼的基底高度,极大降低了日照间距对建设的限制。

嵌入坡地的报告厅自然产生了双首层空间格局:西侧主入口同地面广场衔接,东侧的次入口对接原始地面(图6),两个标高不同的入口都可直通室外,构成双向人员疏散的通道,不需额外设置长距离疏散坡道,从而提升了校园应急疏散的安全保障。建筑屋面经过覆土处理后,成为上层平台绿化的基底,进一步加大了建筑形体和自然地形的融合效果。

5.1.2 风雨跑道的空间耦合

风雨跑道运用露台一体化的设计,60米长的风雨跑道是连接教学区与航天馆的核心线性功能场所,设计没有让跑道单独占用建设用地,而是将其结构与四层露台空间结合安排,跑道顺着露台边缘以线性方式展开,既满足了校内短距离体育训练的需要,并且把原本仅用于通行的单一露台转变为可承载运动活动的复合场地。

这种设计改变了跑道孤立设施的单一属性,使跑道空间同时担当体育训练、课间活动、观景休憩、社交交流等多种功能,跑道区域能够开展与动态体育相关的活动,露台剩下的部分可提供静态驻足观赏以及休闲交流场景,营造动静互补的校园空间氛围(图7)。此类复合型空间处理方式提高了单位场地面积的使用价值,防止高密度用地时功能空间重复建设所造成的资源浪费。

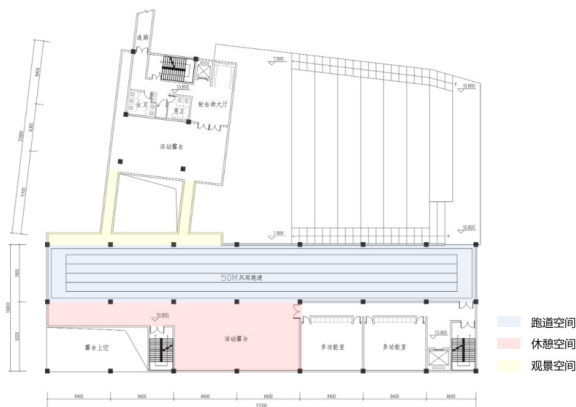


图7. 风雨跑道的平面布局图(图片来源:自绘)

5.2 空间维度：多标高地景与层叠公共域

5.2.1 垂直交通核与地景缝合

在垂直交通组织上,采用了多标高接入的设计,校园西侧紧邻主入口的区域,设置了贯通四层空间的通高中庭用作核心交通枢纽,此中庭向上使各层功能空间串连起来,也向下衔接起多个不同高程的地面。千人报告厅跟航天科技馆于一层和二层同时承接人流:一层主要对西侧主入口方向的进出人员加以疏导,二层主要对接北侧教学楼方向通行人流,由此使多标高的人流完成接入,整个中庭成为该区域视觉上的核心以及流线的中转节点,有效消除了地形高差给校园动线带来的割裂感。

在内部空间渗透的问题上,中庭结构联合各层的连廊,搭建起校园的主体空间骨架,把分散在不同高度的各个功能建筑体块整合为统一的整体,各层平台错落布局,配合通透的视线廊道,产生了相互渗透的空间成效。建筑东西两端分别布置开放式的室外楼梯,衔接不同标高的平台场地,使竖向空间拥有连贯的视觉印象和通行体验,还打破了传统封闭连廊体系所存在的空间局限(图8)。

5.2.2 “房上房”的立体露台系统

在立体露台系统营造中,设计凭借着建筑退台结构,叠加艺术教室、航天馆体验区等功能空间



图8. 中庭局部效果图（图片来源：自绘）

体量, 创出了层次丰富的“房上房”空间格局。每一级退台板面都可作为上一层建筑的室外活动场地, 也可作为下一层建筑屋顶绿化的基础面, 将传统二维平面的户外空间拓展成立体化的三维网络空间。

针对各退台区域不同的使用需求, 实行了差异化的处理方式, 朝南的退台加设了遮阳构架跟可移动座椅, 迎合师生研讨交流及休闲休息的需求, 位于交通节点的退台适当地拓宽放大, 形成缓冲平台, 既可满足人流的汇集及疏散, 还可举办小型集体活动。这种差异化设计防止退台空间闲置造成浪费, 防止了只有造型而缺乏实际活动作用的低效空间出现。(图9)

5.3 技术维度：结构适配与气候界面

5.3.1 结构选型与地形结合

在大跨度结构设计方面, 报告厅底部基底呈不规则多边形, 场地自身有着接近三米的高度差, 设计运用平面桁架结构越过整个不规则范围, 把建筑荷载传导到两侧稳固岩层上的混凝土墩台, 在桁架下部空间能灵活布置设备的管线, 上部于是形成无立柱的开阔空间。和传统框架结构相比较, 这样做降低了土方开挖的量, 还对场地周边的山

体植被起到更好的保护作用。

在标准柱网适配方面, 建筑上部的教学模块以及艺术功能模块都采用8.4米×8.4米的标准柱网, 这种布局有着几个益处: 跟“房上房”结构的荷载传递路径匹配效果好, 无需额外搭建转换结构; 适合预制装配式施工开展, 缩短建设工期; 给未来功能更新留下调整空间——能依据实际需求对教室空间进行合并或拆分, 而不使承重主体结构发生改动。

5.3.2 气候响应与界面控制

被动式通风设计利用场地东高西低所形成的天然风压差, 结合建筑体量彼此间的留白空间, 建成了东西向通流的中心通廊和退台露台, 夏季东南为主导的风从东侧山林进入到校园, 气流通过架空层加速后, 穿透露台和连廊, 有效带走室内多余热量。教室南北两边均设有可开启窗扇, 产生稳定的空气对流通道, 持续改善室内通风状况。

差异化界面处理上, 西侧主立面面向城市道路, 采用透明的Low - E玻璃以及竖向铝板遮阳百叶, 既使建筑视觉开放的程度提升, 又可手动调节百叶准确地控制太阳辐射得热。东侧背立面朝着山体以及运动场, 采用实体墙体与小型窗洞搭配, 以此减弱西晒所产生的影响; 每隔三米给实体墙设一道竖向通风口, 内置了防虫网以及可闭合百叶, 长年让空气不断流通, 南北两侧采用窗墙比适



图9. 架空退台效果图（图片来源：自绘）

宜的组合窗体系, 打造出采光、通风和热工性能相互均衡的优质空间环境。

6 结论与展望

本研究梳理了高密度建筑学及集约化校园设计的相关理论, 基于空间的供需、环境的品质、动态的适配三个角度, 归纳了高密度城市中学校园建设所面临的主要矛盾。借助东京都立高中、深圳“新校园行动计划”、香港密集型校园等典型案例做深入分析, 概括出功能、空间、技术三个层面的系统化设计策略: 功能上运用模块化集成以及竖向叠合的布局方式, 空间上运用立体渗透和多层次公共领域的营造方法, 在技术上应用被动式气候调节和标准化结构适配的落地方式。以武夷山二中校园综合体作为研究的实践案例, 研究验证了地形嵌入布局、多功能空间复合、多标高交通枢纽组织、差异化气候界面设计等手法的实用价值。

受研究时长以及客观条件限制, 本次未能开展建成校园空间使用效能的量化评测, 同时所选的案例主要集中在东亚高密度城市的区域, 提出的设计策略在不同地域环境和文化背景当中的适用性, 有待更多实践去检验。后续研究可以引入运用后评估方法, 对校园空间效能做长期的追踪观察; 借助数字模拟技术, 让场地微气候和室内光环境的设计得到优化; 还可以进一步探索校园空间和城市社区之间的共享运营模式。

参考文献:

[1] 董春方. 城市高密度环境下的建筑学思考[J].

建筑学报,2010(4):20-23.

- [2] 邓巧明. 集约化高校校园空间形态与空间品质的关联性研究[D]. 华南理工大学, 2015.
- [3] 李志民, 李曙婷, 周崐. 适应素质教育的中小学建筑空间及环境模式研究[J]. 南方建筑, 2009, (02): 32-35.
- [4] 张舒, 陈天. 高密度城市公共空间效能评价及决策模型构建[J]. 现代城市研究, 2020(2): 81-89.
- [5] 汤竣岚. 岭南高密度城市中学校园综合体设计研究[D]. 昆明理工大学, 2023.
- [6] 曹珂, 李和平, 李斌, 等. 适应性视角下山地城市地形改造与场地设计方法研究[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2019, 36(4): 101-109.
- [7] 李强. 高密度城市核心区校园集约化设计策略研究——以北京市育英中学项目为例[J]. 建筑技艺, 2023.
- [8] 李晓飞. 基于学生行为的中学校园建筑集约化设计策略研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古工业大学, 2021.
- [9] 王军, 刘艺, 薛明. 高密度语境下的校园空间营造——中国人民大学附属中学朝阳学校设计探索[J]. 建筑学报, 2018.
- [10] 邹晓霞, 闫志磊. 复杂城市背景下高密度校园的设计探索——以威海望海园中学为例[J]. 当代建筑, 2025(3): 156-161.
- [11] 吴程. “用地集约型”校园综合体建筑空间布局设计初探——以杭州钱江贝塞思国际学校为例[J]. 建筑实践, 2021.
- [12] 唐俸田. 叠合校园策略在高密度城市语境下的中小学校园设计实践——以光谷第十三初级中学为例[J]. 建筑实践, 2023.

Research on Design Strategies of High-Density Urban Middle School Campus Complex

Chen Yan, He Ke

Abstract: The urbanization process is accelerating, which causes the middle school campuses in the core areas of cities to simultaneously face two practical problems: one is the increasingly scarce land resources, and the other is the significant increase in functional usage demands. The traditional planar expansion model has been unable to meet the current development needs. The campus is transforming towards a three-dimensional and intensive complex structure, which has become an inevitable trend. This study focuses on the design methods of middle school campus complexes in high-density urban environments. By combining literature review, case research, and comparative analysis, etc., an integrated design system covering functions, spaces, and technologies is attempted to be established. At the functional level, modular integration and vertical space superposition are used to improve the campus layout. At the spatial level, the interconnection of three-dimensional spaces and multi-level public spaces enrich the campus form. At the technical level, natural climate regulation and standardized structure adaptation are relied upon to improve the construction plan. Taking Wuyishan No. 2 Middle School as an example, several methods including terrain integration design, dual first-floor space creation, multi-functional renovation of the stormy track, multi-height vertical traffic organization, terraced structure layout, and personalized climate interface design have been verified. These methods have strong practical value. The research conclusions can not only provide a set of implementable design systems for the construction of middle school campuses in high-density urban areas, but also provide theoretical basis and practical references for improving the utilization rate of campus space and the overall environmental quality.

Keywords: High-density city; Middle school campus complex; Intensive design; Spatial efficiency; Design strategy
