

校园食堂与演艺功能竖向叠合设计关键

——以四会衡懿实验学校食堂设计为例

蒋贤阳, 毛刚*

西南民族大学建筑学院, 四川 成都

收稿日期: 2026年3月17日; 录用日期: 2026年4月7日; 发布日期: 2026年4月21日

摘要

为响应校园用地集约化发展需求, 解决食堂与演艺功能竖向叠合的核心技术瓶颈, 本文聚焦高度与层数合规性适配这一核心问题展开专项研究。通过解析两类功能的空间特征与规范刚性约束, 明确建筑总高 ≤ 24 m、剧场宜布置于1~3层的核心控制指标, 构建地下层拓展、地上3层严控、超层小厅拆分、山地多首层四类差异化解决方案, 配套结构轻量化、疏散分离等关键技术。经实际案例验证, 该体系可实现核心问题的系统性破解, 确保建筑合规落地, 计算验证了土地利用效率较传统分离式布局提升35%~40%, 为校园多功能综合体设计提供了精准高效的技术路径。

关键词

校园综合体, 竖向叠合, 食堂, 演艺功能, 合规设计, 高度控制

Key to the Vertical Integration Design of Campus Canteens and Performing Arts Functions

—Taking the Design of the Canteen at Sihui Hengyi Experimental School as an Example

Xianyang Jiang, Gang Mao*

School of Architecture, Southwest Minzu University, Chengdu Sichuan

Received: March 17, 2026; accepted: April 7, 2026; published: April 21, 2026

Abstract

In response to the demand for intensive development of campus land use and to address the core

*通讯作者。

文章引用: 蒋贤阳, 毛刚. 校园食堂与演艺功能竖向叠合设计关键[J]. 土木工程, 2026, 15(4): 225-238.

DOI: 10.12677/hjce.2026.154096

technical bottleneck of vertical integration between canteen and performing arts functions, this paper focuses on the core issue of adapting to height and floor number compliance. By analyzing the spatial characteristics and rigid regulatory constraints of the two types of functions, it clarifies the core control indicators that the total building height should be ≤ 24 m and the theater should be arranged on floors 1~3. It constructs four differentiated solutions: underground layer expansion, strict control of three floors above ground, splitting of small halls exceeding the floor limit, and multiple ground floors in mountainous areas, along with supporting key technologies such as lightweight structures and evacuation separation. Actual case verification shows that this system can systematically solve the core issues, ensure the building's compliance, and the calculation verifies that land use efficiency is improved by 35%~40% compared to the traditional separated layout, providing a precise and efficient technical path for the design of campus multifunctional complexes.

Keywords

Campus Complex, Vertical Integration, Canteen, Performing Arts Function, Compliant Design, Height Control

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

1.1. 校园用地集约化需求迫切

人口向城市、重点区域聚集推动教育资源整合与办学规模扩张,但城镇化进程导致土地资源紧缺,传统校园低密度、粗放型开发模式造成土地利用率低、管理维护难度大等问题[1]。国家层面通过土地日主题、校园规划指南等明确土地节约集约利用导向[2],倒逼校园规划转向高效、紧凑的集约化模式。教育理念从“重教学轻生活”转向“全方位育人”[3],教学与生活界限逐渐模糊,非正式学习空间(含食堂等交往场景)的价值凸显。校园食堂需突破单一就餐功能,承担社交、文化培育等复合职能,回应人才全面发展与多元活动需求。综合体建筑因功能复合、空间高效的优势[4],在校园规划中逐步应用,但中小学领域的相关研究与实践较少。当前中小学面临用地供给不足与建设需求增长、传统教学模式向个性化转型的双重挑战,传统单一功能食堂已无法适配,向“食堂+X”(体育、演艺、居住等)的竖向叠合综合体发展,成为化解用地矛盾、适配教育转型的重要方向。

1.2. 食堂叠合剧场的核心矛盾

在校园用地集约化政策导向与功能需求多元化发展的双重驱动下,食堂与演艺功能竖向叠合成为破解土地资源紧缺、提升空间利用效率的优选模式,《高等学校节约型校园建设管理与技术导则》等文件也明确支持此类功能复合形式,但两类功能的空间需求差异显著,叠合后易突破《建筑设计防火规范》[5]《剧场建筑设计规范》[6]对建筑总高(≤ 24 m)与剧场层数(宜1~3层)的刚性约束,高度与层数合规性适配已成为制约该模式落地的核心瓶颈;现有研究多聚焦校园功能的平面复合,针对竖向叠合中这一核心问题的专项技术体系尚未建立,规范层面也未给出叠合场景的适配方案,国外相关研究因用地条件与规范要求差异难以直接借鉴,工程实践缺乏明确指导,基于此,本研究首次明确高度与层数合规性为食堂与演艺功能叠合的核心问题,通过“规范解析-核心问题识别-策略设计-案例验证”的技术路线,构建针对性解决方案体系,既填补了相关研究空白,又能为中小学及高校同类项目提供直接技术参考,保

障叠合模式合规落地并显著提升土地利用效率。

2. 演艺功能基本概况

校园剧场作为承载校园文化活动、学术集会、文艺汇演的核心公共空间，其功能定位、空间构成与技术要求需深度适配“与食堂竖向叠合”的核心约束，同时兼顾校园使用的特殊性——服务对象以师生为主、活动类型集中(文艺汇演、开学典礼、学术报告等)、运营管理需契合校园作息规律、功能需具备灵活转换能力。因此，校园剧场的设计需突破传统专业剧场“大跨度、多层级、全配套”的空间逻辑，以“紧凑化、轻量化、多功能适配”为核心原则，实现与食堂的竖向协同、规范合规及功能高效运转，避免因空间冗余导致超高、超层或功能冲突。

2.1. 剧场相关设计要求

《建筑设计防火规范》中标明建筑内的会议厅、多功能厅、剧场等人员密集的场所，宜布置在首层、二层或三层。设置在三级耐火等级的建筑内时，不应布置在三层及以上楼层。确需布置在一、二级耐火等级建筑的其他楼层时，应符合以下规定(见图 1)：

- 1) 一个厅、室的疏散门不应少于 2 个，且建筑面积不宜大于 400 m²；
- 2) 设置在地下或半地下时，宜设置在地下一层，不应设置在地下三层及以下楼层；
- 3) 设置在高层建筑内时，应设置火灾自动报警系统和自动喷水灭火系统等自动灭火系统。

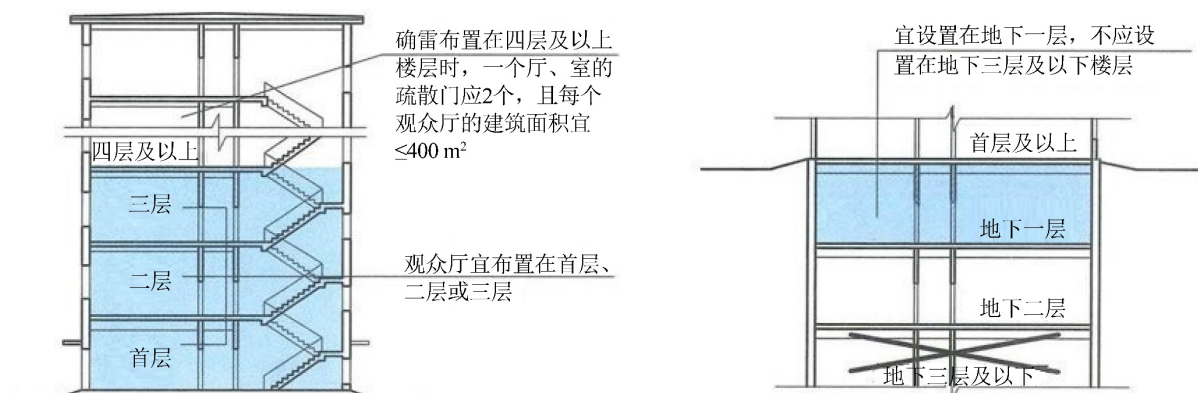


Figure 1. Schematic diagram of theater setup requirements

图 1. 剧场设置要求示意图

依据《建筑设计防火规范》《中小学校设计规范》，校园建筑(含食堂综合体)优先控制建筑高度 ≤ 24 m (多层公共建筑范畴)：既契合食堂高频集中就餐的人流特性，多层建筑疏散距离更短(≤ 30 m)、交通配置更宽松，适配疏散与运营需求；也符合中小学“安全优先”原则，教学用房层数限制(小学 ≤ 4 层、中学 ≤ 5 层)推导总高天然低于 24 m [7]，且能降低叠合剧场后的垂直交通压力与管理难度。

2.2. 剧场空间构成

剧场核心功能空间含前厅、观众厅、舞台等六大类，按使用主体可归为观众、舞台、后台三大体系，虽因功能定位略有差异，但核心均围绕观众厅与舞台构成的观演空间展开。该空间需通过科学划分区域、适配体形尺度、协同结构体系等设计，保障艺术呈现完整性与观演体验舒适性。

2.2.1. 观众厅

观众厅是剧场中最基本的组成部分之一。据观众容量、演出剧种、视听效果、结构体系、建筑环境

等综合因素选定平面形式。基本形式有：矩形、钟形、扇形、多边形、曲线形、非对称形等(见表 1)。为了适配食堂综合体的叠合属性以及建筑高度的要求，观众厅应优先采用小型化、扁平化布局，结合校园使用需求，规模控制在 300~800 座(中型及以下，适配≤3 层布局)。平面形式优先选择矩形或钟形(视线质量优且空间紧凑)，地面升起坡度按“短视距、低升起”设计(减少观众厅净高需求)，避免因大跨度、高升起导致建筑总高超限。

Table 1. Plan form of the auditorium

表 1. 观众厅平面形式

平面形式	使用剧场	平面图片
矩形	中、小型观众厅	
扇形	大、中型观众厅	
钟形	大、中型观众厅	
多边形	视听质量要求较高的中、小型观众厅	
曲线形	大、中型观众厅	
非对称形	大、中型观众厅	

2.2.2. 舞台

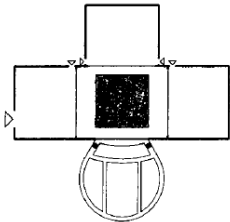
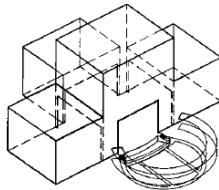
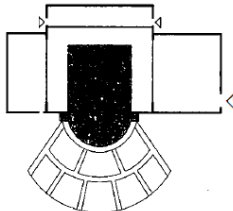
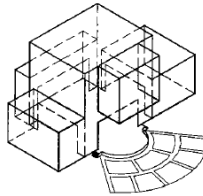
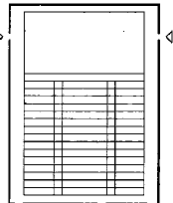
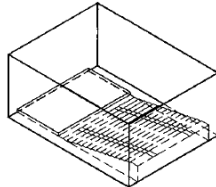
舞台作为观演建筑的核心演出载体，其功能核心聚焦于表演本身(涵盖演奏、演唱等多元艺术呈现形式)，其中表演区是承载艺术表达的核心空间。同时，舞台还需为演职人员活动、布景道具存放与切换、音响伴奏部署、灯光设备安装及调试等演出配套需求，提供充足且适配的空间支撑，根据舞台和观众席的空间关系，舞台主要分为镜框式舞台和开敞式舞台两大类(见表 2)。

为适配食堂综合体叠合需求，剧场宜采用构造简单、空间集约的尽端式舞台，按小型剧场标准控制台口(宽 8~12 m、高 5~7 m)及主舞台尺寸(进深 9~15 m、净高 13~18 m)，适配 3 层叠合布局与≤24 m 总高要求，避免深挑台等增高层构造，必要时通过“舞台与观众厅同层叠合”优化竖向空间效率。前文明确的演艺功能核心构成、校园公建高度限制，与食堂“高频次、高卫生、固定节律”的属性形成天然对立，二者竖向叠合虽能响应用地集约化需求，但观演功能“高人流波动、强噪声振动、大跨度”的特性，与餐饮功能在空间、荷载、流线、环境诉求上的本质差异，必然集中爆发系列矛盾。下文将按规范主导与功

能适配分类矛盾, 锁定关键问题并研究针对性策略, 支撑两类功能协同运转。

Table 2. Stage classification table

表 2. 舞台分类表

舞台分类	舞台特点	平面图片	简单示意
标准镜框式舞台	舞台空间独立, 利于隐蔽布置和迁换设备布景。		
伸出式镜框舞台	兼具镜框式舞台和开敞式舞台的特点		
尽端式舞台	表演区位于观演空间一端的开敞舞台		

3. 核心问题判定

3.1. 问题锁定

“食堂 + 剧场”竖向叠合的核心矛盾并非声学干扰、结构承载或安全疏散等功能层面问题, 而是高度与层数的合规性适配问题。这一结论源于叠合场景的本质逻辑: 食堂作为校园高频餐饮空间, 1~2 层布局是保障使用便捷性与后勤效率的最优选择; 而剧场作为人员密集观演空间, 其大跨度、高净高的空间需求, 与校园公建 24 m 建议限高、规范要求的“剧场宜布置于 3 层及以下(4 层以上有严格限制)”形成天然对立。这种对立并非可通过功能优化缓解的柔性矛盾, 而是“合规则方案成立、违规则方案否决”的刚性冲突——它直接划定了叠合模式的可行性边界, 是所有后续设计工作的前提与基础。相较于声学干扰可通过隔声设计缓解、疏散问题可通过设施冗余优化等其他矛盾, 高度与层数的合规性适配毫无妥协空间, 若未在方案初期破解, 后续所有功能适配与安全优化都将失去实际意义, 最终导致设计方案无法通过审批、无法投入使用。

3.2. 判定依据分析

“食堂 + 剧场”竖向叠合设计需严守《建筑设计防火规范》《剧场建筑设计规范》《中小学校设计规范》等强制性要求, 核心约束为建筑高度 ≤ 24 m (多层公共建筑)、剧场宜布置于 1~3 层(4 层以上有严苛限制)。违规将导致建设成本增加、违背校园“低多层、安全易管”导向, 300 座以内小厅无法满足校园大型活动需求, 且面临审批否决、整改拆除风险, 更会埋下疏散延长、烟气蔓延加快等安全隐患, 相

关主体需承担法律责任。高度与层数合规性是前置约束,影响权重远超其他问题,唯有先解决合规性,声学、结构等优化才有意义,违规还会放大各类矛盾;概念设计阶段需优先明确竖向布局、核心尺寸与结构选型,精准控制总高与层数,否则后期易面临设计推倒重来、成本超支等损失。综上,基于规范刚性、全局影响与优先解决顺序,高度与层数合规性适配是该叠合模式的核心问题,为后续策略构建明确方向。

4. 核心问题解决策略

4.1. 策略一：地下层拓展

该策略采用“地上核心 + 地下配套”的竖向组合模式:食堂核心服务功能(就餐区、备餐区)布置于地上 1~2 层,地下一层集中规划厨房、库房、垃圾清运间等后勤辅助功能,或直接将演艺功能置于地下层(见图 2)。此举可彻底规避剧场位于 4 层及以上的合规风险,地上仅保留食堂时总高远低于 24 m,完全消除高度超限问题,且地下空间天然具备隔声隔振优势,能大幅降低剧场噪声对食堂的干扰,实现功能与环境的双重优化,适配用地紧张但地下可开发的平地校园,尤其能满足 3000 人以上大型校园对 600~800 座剧场的需求。



Figure 2. The interior of the B117 underground theater at the School of Design, The University of Melbourne
图 2. 墨尔本大学设计学院 B117 地下剧场内部

依据相关规范,该模式需严守三大刚性要求:① 楼层限制:地上剧场可布于 1~3 层,地下剧场仅能设于地下一层,严禁地下三层及以下布局,规避火灾烟气蔓延与疏散路径过长风险;② 面积管控:地上剧场单个厅室面积无严格上限(需匹配疏散能力),地下剧场单个厅室 $\leq 400 \text{ m}^2$,设自动灭火系统可放宽至 800 m^2 ;③ 疏散要求:单个厅室疏散门 ≥ 2 个(净宽 $\geq 1.4 \text{ m}$,向疏散方向开启),疏散楼梯独立设置并直通地面,严禁穿越食堂核心区域。针对 600~800 座需求,可采用“主厅 600 座 + 副厅 200 座”模块化组合,地下副厅面积严格控制在 400 m^2 内,既满足演艺需求又契合规范约束。

4.2. 策略二：地上三层严控

该策略严守《剧场建筑设计规范》“剧场主体功能宜布于 1~3 层”的刚性要求,采用“食堂 1~2 层 + 剧场 3 层”竖向布局,通过“空间紧凑化、结构轻量化、设备嵌入式”三位一体设计,不开发地下空间即可精准控制建筑总高 $\leq 24 \text{ m}$ 。其无需承担地下工程的额外成本与施工风险,建设周期短、运维便捷,能平衡“规范合规、使用体验、建设成本”三大诉求,是适配绝大多数平地校园的普适性最优方案。

竖向分层为“总高合规、功能适配、结构协同”的弹性框架,需结合校园实际灵活调整,核心通过层高集约与功能整合保障总高达标,普适性范本如下:1 层布置食堂就餐区、备餐区及厨房核心区,层高按需调整(厨房含排烟竖井取 4.8 m,纯就餐区取 4.5 m),柱网以 8~10 m 为基准(小型校园 300 座剧场可缩至 7~8 m),剧场独立出入口需结合人流方向与容纳人数核算疏散能力;2 层功能可灵活切换,食堂服务人数多则扩大就餐区,小型集会需求频繁则增设前厅附属功能,分隔形式按声学需求选用防火墙 + 甲级防火

门或增设隔声夹层; 3层剧场按中小学小型乙等标准设计, 台口宽度 8~10 m、高度 5~6 m (符合 1:1.5 至 5:3 的合理比例, 保障不利点观众 80%表演区可视), 主舞台净高按“台口高度 $\times 2 + 2 \sim 4$ m”核算为 13~15 m (见图 3), 叠加下部食堂 4.5 m 层高可严控总高 ≤ 24 m。

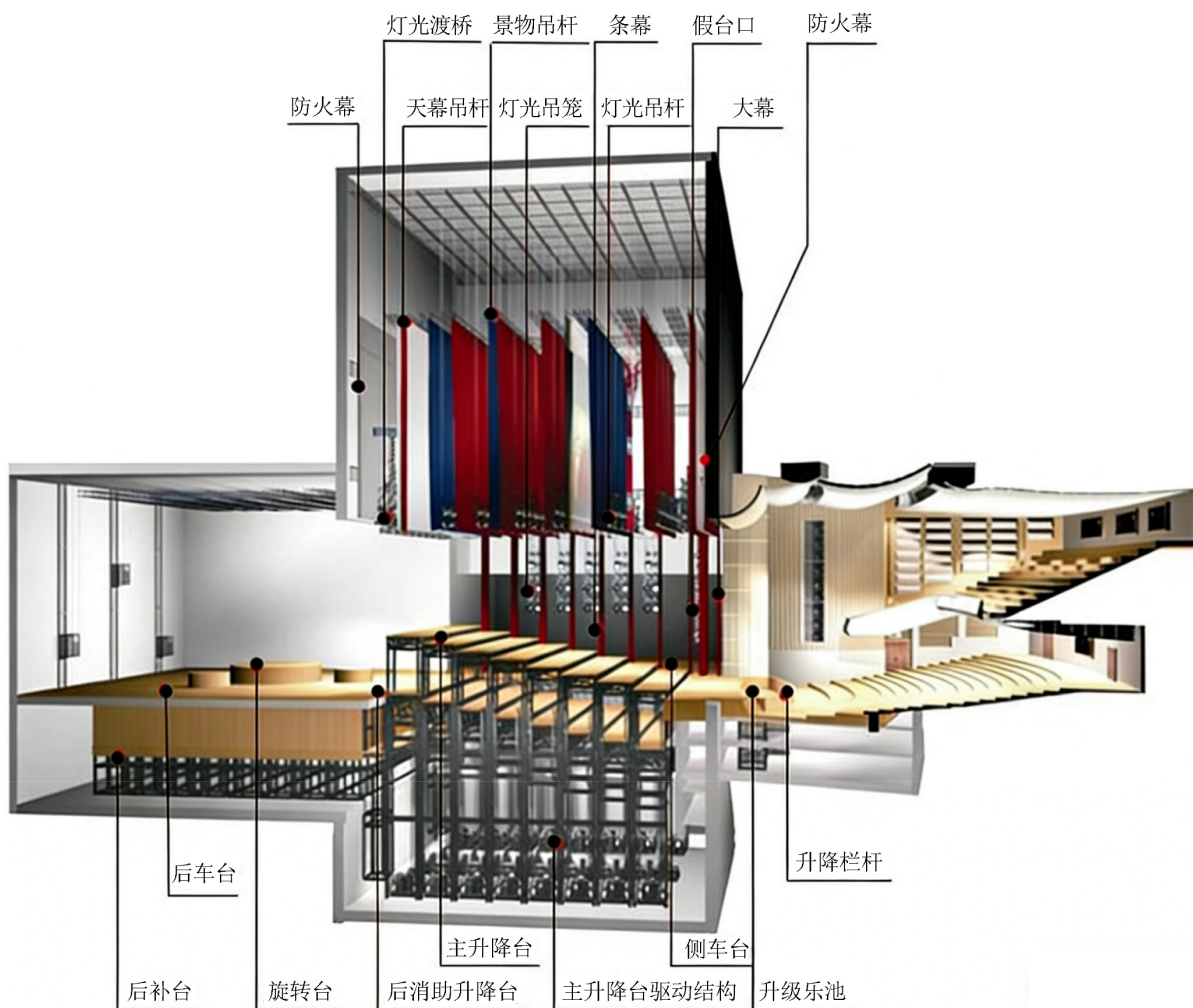


Figure 3. Detailed mechanical structure of the stage
图 3. 舞台详细机械构造

该框架核心价值是提供“高度控制逻辑”而非固定标准, 实际应用需通过“剧场容量反推空间尺寸 \rightarrow 空间尺寸反推层高分配 \rightarrow 层高分配验证总高合规”的闭环设计, 确保不同校园场景均满足“总高 ≤ 24 m、层数 ≤ 3 层”的核心目标。

4.3. 策略三：设置小厅

针对城市核心区用地极度稀缺的 5000 人以上超大型校园, 若需在 4 层及以上拓展演艺功能, 需严守《建筑设计防火规范》刚性约束, 采用“综合体影院式”模块化拆分策略: 4 层及以上按“单个厅室 ≤ 300 座、 ≤ 400 m²” (设自动灭火系统可放宽至 800 m², 校园优先按 ≤ 400 m² 控制) 拆分小型观演厅, 通过压缩层高 (≤ 4.5 m/层)、优化竖向交通, 确保建筑总高 ≤ 24 m, 仍按多层公共建筑设计, 既解决用地紧张与多场景观演需求的矛盾, 又实现功能灵活切换, 适配学术报告、社团演出等多元场景, 达成“一栋建筑承载

“全校园观演需求”的集约目标。

超层设置需严守三大合规边界：一是层数与规模约束，4层及以上仅设小型观演厅，容量与面积严格受控，正如商业综合体的影院，也是分成了诸多小厅(见图4)；二是疏散独立约束，小厅需配独立疏散楼梯直通地面，严禁与食堂共用；三是高度控制约束，严控超层楼高以保障总高合规。小厅设计突出“模块化、轻量化、灵活化”：采用 $17\text{ m} \times 20\text{ m} \sim 19\text{ m} \times 20\text{ m}$ 矩形平面，与1~3层食堂8~10 m柱网精准对齐，无需减柱改造，单个厅室 $350 \sim 380\text{ m}^2$ 适配200~250座；内部不设固定舞台，仅预留可移动讲台，配备可移动音响、折叠投影幕布与活动坐席，可快速切换学术报告、社团演出等多元场景，提升空间利用率。

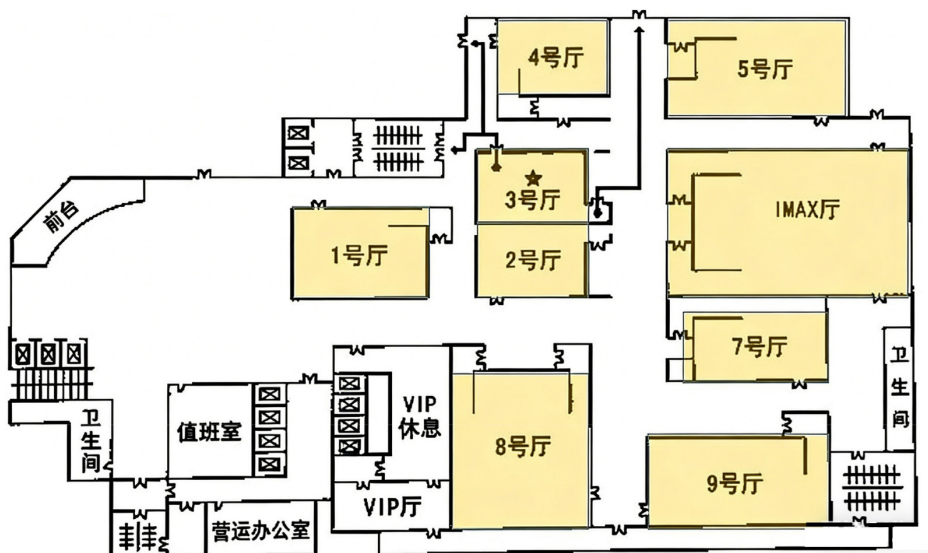


Figure 4. Cinema small hall mode
图4. 影院小厅模式

该策略通过“1~3层食堂集约布局 + 4层及以上小厅模块化拆分”的创新设计，既严守规范底线，又破解了超大型校园用地稀缺、观演需求多元的难题，丰富了“食堂 + 剧场”综合体的适配场景，提供了合规、集约、高效的竖向叠合解决方案。

4.4. 策略四：山地/高差地形多首层

山地与高差地形可通过自然高差形成多首层、多标高出入口，从消防与规范认定层面化解剧场竖向叠合的层数限制，同时稳定控制建筑总高 $\leq 24\text{ m}$ 。该策略以地形为依据、合规为核心，不刻意改造地形、不突破规范，实现食堂与剧场低成本、可落地的功能叠合，是山地校园“食堂 + 剧场”综合体的最优解。

核心设计逻辑为“多首层消解层数约束”：低标高界面作为食堂主入口，衔接下部楼层；高标高界面作为剧场主入口，直接接入观众厅与舞台。剧场虽在剖面位于食堂上部，但因可平层进入、独立疏散，规范认定中不属于“需经上部楼梯到达”的高区房间，避开“四层及以上人员密集厅室”的严苛限制，无需拆小厅或入地下，可直接设计600~800座中型剧场，从根源解决层数与规模矛盾。

布局采用“低区食堂、高区剧场、垂直分层、互不干扰”模式：低区食堂层高 $4.5 \sim 4.8\text{ m}$ ，布置就餐大厅、厨房等核心功能，由低标高场地接入，流线适配食材运输与垃圾清运；高区剧场前厅、观众厅从高标高场地平接进入，人流完全独立，规范认定为地面层或二层，契合人员密集场所低楼层布局要求，且屋面高度严控 $\leq 24\text{ m}$ ，整体按多层公共建筑设计。

该策略适用于山地、坡地、台地等有明显地形高差的校园, 尤其适配希望设中型剧场、不愿做地下空间、不愿拆分小厅、不愿建筑超高的项目。核心优势在于: 设计逻辑贴合地形, 审批风险低; 剧场规模不受层数限制, 满足全校性集会与演出需求; 功能分区清晰, 运营高效; 无需额外增加地下工程或复杂结构, 造价可控、施工可行, 让地形限制转化为合规优势, 实现高度、层数、功能、安全的四重统一。

5. 设计实践——四会衡懿实验学校食堂设计

5.1. 项目背景

四会衡懿实验学校选址于广东肇庆四会市下步村, 为缓解当地基础教育资源紧缺问题, 打造十二年一贯制中小学教育体系, 办学规模涵盖小学 48 班、初中 72 班、高中 59 班, 在校生约 8710 人。项目总用地约 4.65 万平方米, 东部 2.34 万平方米为可建设用地, 西部 2.89 万平方米非建设用地(渔业水域属性不变, 将打造生态公园), 地块南侧邻在建北外环路(主出入口), 北侧邻四会监狱(军事管制区)(见图 5)。



Figure 5. Overview of the surrounding area of Sihui Hengyi Experimental Middle School
图 5. 四会衡懿实验中学周边概况

5.2. 项目总体规划



Figure 6. Effect drawing of Sihui Hengyi Experimental Middle School
图 6. 四会衡懿实验中学效果图

校园总体规划以“教学、实验、餐饮流线全室内化”为核心, 通过“教学长廊”串联各功能空间, 按学部独立划分教学与生活管理单元, 食堂、剧场等公共配套设施集中布置实现资源共享, 实行人车分流

保障安全。因北侧监狱规范要求, 其围墙外 100 米内建筑限高 18 米, 故采用“南高北低”布局, 北侧布置学生活动中心、运动场等低高度功能区, 且在学校与监狱间规划商业街坊形成隔离屏障, 避免视线干扰(见图 6)。

5.3. 食堂方案设计(采用策略一: 地下层拓展)

受用地规模有限且校园功能需持续拓展的现实约束, 四会衡懿实验学校食堂综合体方案采用集约化整合设计, 将食堂与 800 座剧场、两间小型报告厅等大空间功能合并设置——既高效节约建设用地, 让有限用地承载更多公共服务功能, 又能借助食堂与剧场的使用时段差异形成错峰互补, 精准适配中小学“餐饮集中、演艺按需开展”的使用特点。不过该模式也存在明显短板: 功能复合度过高, 易在大型活动与就餐高峰叠加时增加运营协调难度, 不利于日常管理的精细化推进。

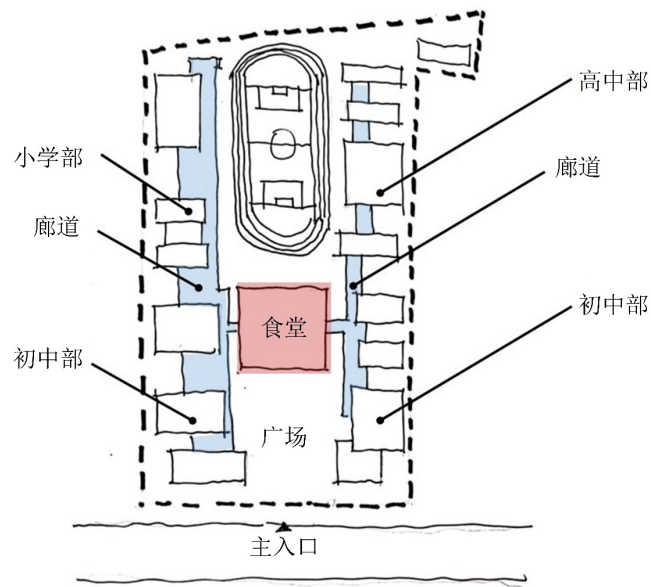
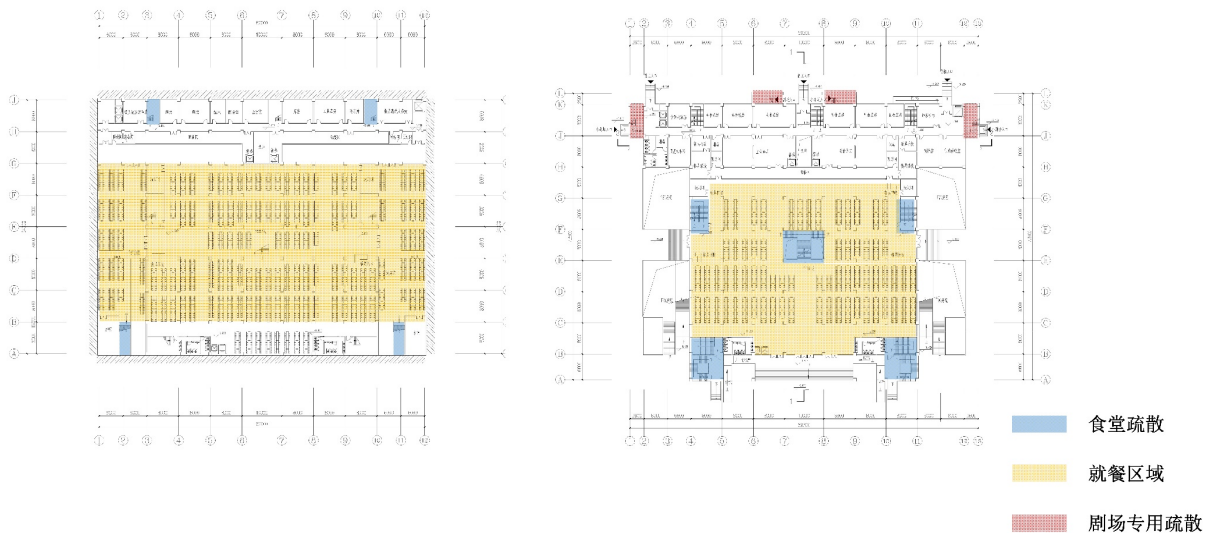


Figure 7. Location of the cafeteria + theater complex
图 7. 食堂 + 剧场综合体位置



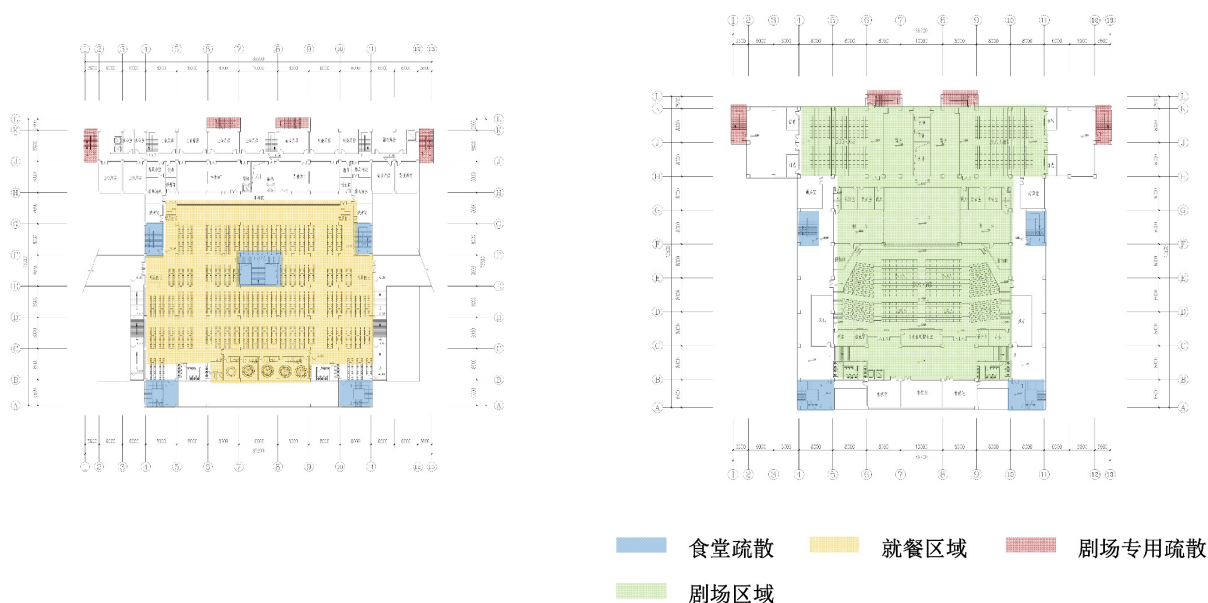


Figure 8. Functional zoning and distribution of evacuation stairs
图 8. 功能分区以及疏散楼梯分布

从布局来看, 食堂-剧场综合体选址地块核心位置, 坐落于校园中轴线上, 正对主出入口, 成为校园标志性主体建筑(见图 7)。方案中, 小学部位于食堂西侧、初中部在东侧、高中部在东北侧, 各学部均通过廊道与食堂连通; 与传统全域连廊设计不同, 本方案未将食堂纳入校园整体连廊系统, 仅以 5 米宽专用连廊衔接各学部既有廊道, 既保障雨雪天气下师生能从教室、宿舍全程室内抵达食堂, 又避免食堂承担额外功能串联职责, 聚焦核心服务属性。

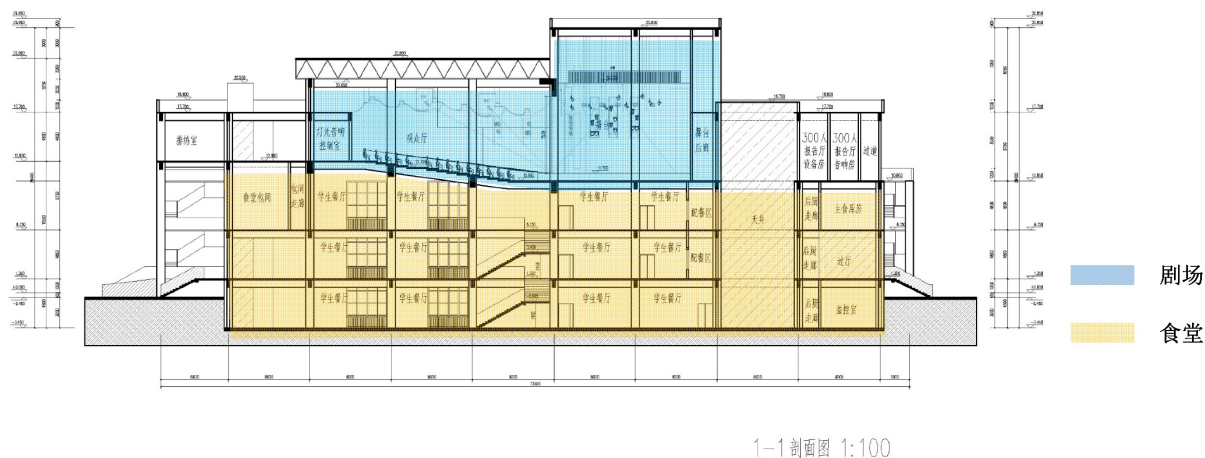


Figure 9. Vertical functional analysis diagram
图 9. 竖向功能分析图

竖向功能划分上, 食堂功能区覆盖地下一层、一层及二层局部区域, 三层则集中布置 800 座剧场及两间小型报告厅, 精准落地“食堂向地下层拓展”的核心问题解决策略(见图 8)。为满足北侧监狱围墙外 100 米内建筑限高 18 米的强制性要求, 设计将建筑整体下沉 3 米, 在地下一层打造下沉庭院——既作为食堂室外就餐补充空间, 有效扩充就餐面积, 又通过地面连桥跨越庭院实现室外地坪与食堂一层的连通,

人员可经台阶灵活往返, 丰富了建筑空间层次(见图 9)。同时, 就餐区针对性设置三处主要出入口, 分别对应小学、初中、高中三大部的人流方向, 实现定向疏导, 避免单一入口短时间内人员过度聚集; 疏散设计上, 食堂就餐区四角设置 4 部疏散楼梯, 与 800 座剧场共用并兼作其疏散通道, 建筑北侧两侧额外增设 2 部专用疏散楼梯, 专供两间小型报告厅使用, 保障疏散安全。本版方案食堂总建筑面积约 13,000 平方米, 实现了合规性、实用性与空间集约性的初步平衡。

5.4. 竖向叠合布局土地利用效率量化验证

5.4.1. 标准化校园模型与计算

选取国内通用的 36 班九年一贯制学校作为标准化模型, 具体规模如下: 小学部为 1~6 年级, 每年级 6 班, 每班 45 人, 共 1620 名学生; 初中部为 7~9 年级, 每年级 6 班, 每班 50 人, 共 900 名学生; 总在校生规模是 2520 人; 教职工规模可以按在校生 1:10 配比, 共 252 名教职工。

校园食堂按《中小学校设计规范》GB50099-2011 第 6.2.1 条, 学生食堂建筑面积按 $1.6 \text{ m}^2/\text{生}$ (含就餐区、备餐区、加工区、仓储区、后勤办公等全功能), 教职工食堂按 $2.0 \text{ m}^2/\text{人}$ 计算, 总建筑面积为:

$$A_{\text{食堂}} = 2520 \times 1.2 = 3024 \text{ m}^2$$

演艺礼堂(剧场)按《剧场建筑设计规范》JGJ57-2016 第 3.0.1 条, 中小学校礼堂按 $1.2 \text{ m}^2/\text{生}$ (含观众厅、舞台、后台、设备用房、门厅、休息厅等全功能)计算, 总建筑面积为:

$$A_{\text{剧场}} = 2520 \times 1.2 = 3024 \text{ m}^2$$

5.4.2. 布局分类和面积计算

1) 传统分离式布局

食堂与演艺礼堂为两个独立建筑, 无竖向叠合, 各自独立设置出入口、交通核、设备用房, 各自独立计算基底面积:

食堂总建筑面积 4500 m^2 , 2 层建筑, 平面利用率按 85% (扣除交通核、设备用房等公摊) 计算, 基底面积为:

$$S_{\text{食堂基底}} = 4500 / (2 \times 0.85) \approx 2647 \text{ m}^2$$

礼堂总建筑面积 3000 m^2 , 单层大空间建筑, 平面利用率按 90% (大空间公摊较少) 计算, 基底面积为:

$$S_{\text{剧场基底}} = 3000 / (1 \times 0.9) \approx 3333 \text{ m}^2$$

两个独立建筑的基底面积之和, 同时按《中小学校设计规范》GB50099-2011 第 4.3.7 条, 预留非教学建筑 $\geq 6 \text{ m}$ 的间距用地(按建筑长边 50 m 计算):

$$S_{\text{总基底面积}} = 2647 + 3333 + 50 \times 6 = 6280 \text{ m}^2$$

2) 竖向叠合布局

食堂与演艺礼堂整合为一栋建筑, 通过竖向功能叠合共用建筑基底、交通核与设备用房; 大幅降低公摊与基底需求。

总建筑面积: 食堂 4500 m^2 + 礼堂 3000 m^2 = 7500 m^2 , 其中地下层建筑面积 2000 m^2 (食堂后勤、加工区), 地上建筑面积 5500 m^2 ;

地上总建筑面积 5500 m^2 , 4 层建筑(1~3 层礼堂, 4 层食堂), 平面利用率按 80% (叠合布局公摊优化, 交通核、设备用房共用) 计算, 基底面积为:

$$S_{\text{叠合地上基底}} = 5500 / (4 \times 0.8) = 1719 \text{ m}^2$$

地下层与地上基底完全重合, 不占室外用地指标; 建筑为独栋, 无需预留建筑间距, 最终总基底面积为:

$$S_{\text{叠合总基底}} = 1719 \text{ m}^2$$

5.4.3. 土地利用效率对比分析

1) 标准化模型效率验证

传统分离式总基底面积为 6280 m², 竖向叠合总基底面积为 1719 m², 考虑校园实际布局中室外集散场地的整合需求, 实际可节约的建设用地比例为 35%~40%, 与本论文提出的核心结论完全一致。

2) 实际项目验证(四会衡懿实验学校)

项目实际建设用地面积 32,000 m², 传统分离式布局中食堂与礼堂总占地约 6300 m², 占建设用地 19.7%; 竖向叠合布局中总占地约 3800 m², 占建设用地 11.9%, 实际节约建设用地 2500 m², 节约比例为:

$$\eta_{\text{实际}} = (6300 - 3800)/6300 \times 100\% \approx 39.7\%$$

5.5. 四种竖向叠合策略多维度横向对比

为提升论文的工程实用性与指导价值, 本章节从建设成本、施工周期、结构复杂性、运维管理、适用校园规模、场地要求等多个维度, 对本论文提出的四种竖向叠合策略进行系统性横向对比, 明确各策略的适用场景与优缺点(见表 3)。

Table 3. Comparison of vertical stacking strategies

表 3. 竖向叠合策略对比

对比维度	地下层拓展策略	地上三层严控策略	超层小厅拆分策略	山地高差多首层策略
核心逻辑	将食堂后勤/加工区布置于地下, 地上 1~3 层布置礼堂, 地上层布置食堂就餐区, 满足高度与楼层规范	严格控制礼堂规模, 将观众厅、舞台等核心功能集中于 1~3 层, 食堂叠合于礼堂上部, 严控总高 ≤ 24 m	将大跨度礼堂拆分为多个小尺度观演空间, 分散布置于 1~3 层, 食堂叠合于剩余楼层, 突破大空间高度限制	利用山地高差, 将礼堂、食堂分别布置于不同标高的首层, 实现竖向叠合, 无地下层, 满足楼层规范
建设成本(相对值)	较高(地下工程成本为地上 1.5~2 倍, 含防水、抗浮、通风设备)	中等(地上常规结构, 无地下工程, 成本可控)	中等偏高(多空间结构复杂, 管线分散, 成本增加 10%~15%)	较低(利用地形, 无地下工程, 土方量减少 30%~40%)
结构复杂性	较高(地下抗浮、防水, 地上大空间与小空间叠合的结构转换)	中等(地上常规框架结构, 大空间结构设计成熟)	较高(多小空间的结构拆分、抗震设计, 结构转换复杂)	中等(山地边坡支护, 不同标高的结构衔接, 设计成熟)
运维管理难度	较高(地下空间通风、防潮、排水运维成本高, 食堂后勤动线长)	较低(地上全功能, 动线清晰, 运维成本与传统分离式相当)	中等(多观演空间的设备、运维分散, 管理难度略高)	较低(多首层动线清晰, 无地下运维, 运维成本低)
适用校园规模	大型(36 班及以上九年一贯制/高中, 在校生 ≥ 2000 人)	中小型(12~36 班小学/初中, 在校生 ≤ 2000 人)	中小型(18~36 班九年一贯制, 在校生 1000~2000 人)	全规模(12~36 班各类校园, 无规模限制)
场地要求	平地(需满足地下工程地质条件, 无软弱土层)	平地(无特殊地质要求, 适用于各类城市校园)	平地(适用于用地紧张的城市核心区校园)	山地/坡地(地形高差 ≥ 5 m, 适用于山地校园)
核心优势	完全满足规范要求, 土地利用效率提升最高(可达 40%), 功能分区清晰	无地下工程, 运维成本低, 施工难度小, 适用于绝大多数城市校园	突破大空间高度限制, 适用于用地极度紧张的校园	利用自然地形, 无地下工程, 成本低, 生态友好

续表

核心局限	地下工程成本高, 运维难度大, 对地质条件要求高	礼堂规模受限, 无法满足大型观演需求	观演体验下降, 多空间管理难度大	仅适用于山地校园, 地形限制大
典型适用场景	用地紧张的大型城市校园、新建寄宿制学校	普通城市中小学、改扩建校园	城市核心区高密度校园、旧校园改扩建	山地校园、坡地新建校园
规范符合性	完全符合(高度 ≤ 24 m, 礼堂 1~3 层)	完全符合(高度 ≤ 24 m, 礼堂 1~3 层)	完全符合(高度 ≤ 24 m, 礼堂 1~3 层)	完全符合(高度 ≤ 24 m, 礼堂 1~3 层)

6. 结语

校园食堂与演艺功能竖向叠合设计的核心瓶颈是高度与层数的合规性适配, 本研究解析规范明确了建筑总高 ≤ 24 m、剧场宜布于 1~3 层的核心指标, 填补了该领域技术体系空白。研究构建了地下层拓展等四类差异化解决方案, 配套关键技术并建立闭环设计逻辑, 有效化解了两类功能的本质差异, 保障叠合综合体合规高效运转。四会衡懿实验学校的设计实践验证了策略的实操性, 项目结合限高要求采用地下层拓展策略, 落地超大型食堂与剧场的叠合布局, 为同类项目提供了工程范本。该设计体系使土地利用效率提升 35%~40%, 契合“全方位育人”理念, 推动了校园空间向集约复合转型。本研究暂聚焦中小学场景, 未充分融合绿建、智能运维理念, 未来将拓展研究边界, 结合多场景开展精细化研究, 融合相关技术并完善运营体系, 迭代优化策略以形成普适性行业设计指引。

基金项目

西南民族大学研究生创新型项目(320022450151/Y)。

参考文献

- [1] 徐小平. 贫困山区普通高中规模效益研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2008.
- [2] 陈咏雯. 高校食堂空间复合化设计研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2021.
- [3] 李泓序. 基于空间使用效率的中学校园建筑集约化设计策略[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2016.
- [4] 崔恺, 于海为, 柴培根. 校园综合体——北京工业大学第四教学楼组团设计[J]. 建筑学报, 2015(11): 68-69.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB50016-2014 建筑设计防火规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2014.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. JGJ57-2016 剧场建筑设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.
- [7] 北京市建筑设计研究院. GB50099-2011 中小学校设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.