

# 城市小学地下空间设计研究

张洁琼, 霍 珺

江苏大学艺术学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2023年9月21日; 录用日期: 2023年12月8日; 发布日期: 2023年12月15日

## 摘 要

随着素质教育的发展, 城市小学的教学模式、教学类别、教学大纲和课程内容持续在变化, 建成区学校由于用地限制只能满足规范中所要求的空间构成内容, 却不能满足空间构成的数量和面积。且伴随着城镇化水平的提高, 城镇人口密度增大的双重作用下, 城市可建设用地面临供给不足, 在这种限制条件下作为城市发展中必不可少的教育资源, 小学建设用地的现存土地储备数量无法满足教育发展的使用要求, 城市小学面临横向扩张空间不足的问题。为此, 向上发展受相关法规限制, 所以纵向向下扩张是目前小学校园规模扩张发展的主要模式与趋势。文章将调研城市小学地下空间的发展背景以及目前城市小学地下空间现状问题及需求, 通过分析地下空间的设计要素围绕功能、物质技术条件以及空间形象三个方面的具体内容, 提出提升与优化城市小学地下空间使用的设计策略。设计研究将强调提升地下空间的适用性, 使之安全美观及耐用, 而不仅仅是将地下用作人防工程、一般停车库或设备用房。校园空间地下化发展已成为未来城市校园的发展趋势, 通过设计水平的提高, 说明原本不适宜活动的校园地下空间也能够拥有较好的空间品质和形象使用, 本文以期为未来的城市小学校园地下空间设计提供部分支持和经验借鉴。

## 关键词

城市小学, 校园, 地下空间

# Research on Underground Space Design of Urban Primary School

Jieqiong Zhang, Jun Huo

Art School of Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Sep. 21<sup>st</sup>, 2023; accepted: Dec. 8<sup>th</sup>, 2023; published: Dec. 15<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

With the development of quality education, the teaching mode, teaching category, teaching syll-

文章引用: 张洁琼, 霍珺. 城市小学地下空间设计研究[J]. 设计, 2023, 8(4): 3196-3202.

DOI: 10.12677/design.2023.84395

bus and course content of urban primary schools continue to change. Due to land restrictions, schools in built-up areas can only meet the requirements of the space composition content, but cannot meet the quantity and area of space composition. In addition, with the improvement of urbanization level and the increase of urban population density, urban constructable land is faced with insufficient supply. Under such restrictive conditions, as an indispensable educational resource in urban development, the existing land reserve of primary school construction land cannot meet the requirements of educational development, and urban primary schools are faced with the problem of insufficient space for horizontal expansion. Therefore, the upward development is restricted by relevant laws and regulations, so the vertical downward expansion is the main mode and trend of the expansion and development of primary school campus. This paper will investigate the development background of the underground space of urban primary schools as well as the current problems and demands of the underground space of urban primary schools. By analyzing the design elements of the underground space from three aspects: function, material and technical conditions and space image, the paper will propose design strategies to improve and optimize the use of the underground space of urban primary schools. Design studies will focus on improving the applicability of underground space to make it safe, beautiful and durable, rather than just using the underground for civil air defense projects, general parking garages or equipment. The underground development of campus space has become the development trend of urban campus in the future. Through the improvement of design level, it shows that the underground space of campus which is not suitable for activities can also have better spatial quality and image use. This paper hopes to provide some support and experience for the underground space design of urban primary school campus in the future.

## Keywords

City Primary School, Campus, Underground Space

Copyright © 2023 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

由最新的《2021年中国城市地下空间发展蓝皮书》中得知,2020年中国新增地下空间建筑面积约占到城市建筑面积的五分之一。它的开发特点体现在停车地下化、建成区地下空间开发强度大,以及地下空间社会主导化率高,其地下空间开发与市场需求关联紧密,除人防功能以外的地下功能多样,综合化趋势和市场化行为明显。所以,地下空间的设计规划是一个社会趋势,学校空间作为教育场景是城市空间的重要组成部分,其地下空间的设计利用存在需求,且专有技术创新需要进一步理论和实践研究驱动,迎合校园发展的新趋势。

## 2. 城市小学地下空间发展背景

### 2.1. 拓展小学校园地下使用空间的原因

随着素质教育的发展,城市小学的教学模式、教学类别、教学大纲和课程内容持续在变化。小学教育的内容发生变化影响空间的形式,特别是内容持续增长的趋势下,目前的空间存量有限。伴随着国内城镇化水平的提高,城镇人口密度增大的双重作用下,城市可建设用地面临供给不足,在这种限制条件下作为城市发展中必不可少的教育资源,小学建设用地的现存土地储备数量无法满足教育发展的使用新

要求。

随着城市汽车保有量的增长, 交通拥堵、城市停车困难已经成为日常化的城市问题。其一表现在小学的“中国式接送”是我国社会发展过程中出现的特有现象, 在接送高峰时段校园周边严重的交通混乱已经成为不可忽视的社会问题。其二表现在城市汽车数量增长现状条件下一些老旧社区地面停车空间紧张, 日常停车成为显著的问题。为解决这一问题需要更多的城市公共用地, 若校园用地释放余量面积, 能够划分空间满足夜间错时停车的需求。

目前, 我国最常用的是《中小学校设计规范 GB50099-2011》和《城市普通中小学校校舍建设标准 JB2002, 102 号》, 很多建成区学校由于用地限制只能满足规范中所要求的空间构成内容, 却不能满足空间构成的数量和面积, 或是不能满足空间构成的属性, 其能设计安排在规范规定层数上的用房在校园面积中的比例很低。因此如果校园用地面积较小, 必然会造成教学用房及相关用房的数量和面积紧张, 且校园用地处于城市中心, 其发展模式不能一味地横向扩张, 这与教育发展的需求产生了矛盾。

## 2.2. 城市地下空间开发对校园地下空间设计的启示

人们在观念上, 闭塞、昏暗、阴湿是过去人们对地下空间的直接印象, 而随着地下轨道交通和商业街等发展, 打破了人们以往对地下空间的固有印象, 崭新的地下空间面貌逐渐融入人们现代的生活中。此外, 人们越来越重视地下空间在城市发展中的重要性, 它不再是单一的人防工程, 而是成为缓解城市人地矛盾、提升校园环境和解决校园内外交通问题的方式, 是促进基础教育建设的手段。

在技术进步方面, 目前理论和实践的成果越来越丰富, 以往的难以解决的地下空间通风采光问题可以通过现代的技术和设计策略得到改善, 传统地下空间将逐步摆脱黑暗潮湿的特点, 地上地下一体化空间开始融入现代的城市规划当中。技术的推进使地下校园成为连接城市脉络的重要一环, 地上、地面与地下不再独立思考, 而是逐渐将城市空间由地上到地下立体化思考并一体化设计与建设。

## 3. 城市小学地下空间现状及需求分析

### 3.1. 城市小学地下空间定义

2001 年住建部颁发的《城市地下空间开发利用管理规定》中明确将城市地下空间定义为“城市规划区内地表以下的空间”, 并且将城市地下空间归到城市空间的范畴之中<sup>[1]</sup>。本文研究的城市小学是指在城市城区内的小学是指建筑体存在地下空间结构的小学校园建筑<sup>[2]</sup>。城市主要城区的旧小学由于用地规划时间多早于大规模城市化时期, 而新小学由于城市用地紧张, 两者都规模有限, 存在没有合理的空间布局来应对各种需求功能, 造成空间浪费的问题。本文的研究内容则是对这类范围的小学地下空间的优化提升设计。

### 3.2. 城市小学地下空间问题分析

传统的小学地下空间功能只是单一的“人防 - 停车”功能, 没有考虑使用人群需求的多样性。伴随着科学技术的进步, 地下空间的设计发生了明显的转型, 体现在城市其他地下空间类型上, 如: 城市轨道交通, 地下商业街等, 这些类型的地下空间建设已经比较成熟, 而小学地下空间的物质技术条件相比其他类型的地下空间存在滞后性, 且教育场景的空间需求具有特殊性。

### 3.3. 城市小学空间人群活动分析

丹麦学者扬·盖尔在《交往与空间》指出人们在公共空间中的活动分为必要性、自发性和社会性活动三类<sup>[3]</sup>。在小学地下空间环境中会发生的必要性活动一般有上学、等人、候车等。必要性活动很少会

受到环境的物质构成影响,校园的使用人群在进行必要性活动时,他们的使用频率和时长是相对固定的。自发性活动是指在适宜的空间条件下才会发生的活动,依赖于适宜的空间活动条件。地下空间环境较为阴暗潮湿,所以小学地下空间环境中自发性活动发生情况较少。若小学地下环境的舒适度到达适宜人体逗留的程度,那么在这种特殊场所里自发性的活动类型发生的频率和时长将会增长。在校园空间常见的社会性活动有运动、游戏、教学、演讲等。而社会性活动都是由另外两类活动发展而来的,所以此类活动也受到物质环境的影响,良好的空间环境能够为社会性活动发生的概率增加。

综上所述,根据小学生的活动需求,会有以下五大类活动类型,分别是教学及辅助活动、体育活动、公共交往活动、生活服务活动、停车接送活动。

## 4. 城市小学地下空间的设计要素

《建筑十书》中“实用、坚固、美观”为建筑三要素。今天,建筑的基本构成要素依然包含功能(实用)、物质技术条件(坚固)、形象与空间(美观)。

### 4.1. 功能

功能类型跟使用人群的活动需求相关,通过上文的分析根据小学生的活动需求以及地下空间的使用限制,会有以下五类:

#### 4.1.1. 地下教学及辅助空间

辅助教学空间场景一般为道法、心理、美术、音乐、体育等课程内容,其课程分配时间与一般主要学科如语文、数学、英语等有差异,通过调查发现现阶段小学生特色学科占时为一般常规学科的四分之一左右。因此,短时课程将其放置在地下进行对学生身心健康发展无较大影响。另外,特色学科对空间设施要求较高,如舞蹈教室需运动地板、压腿杆、墙面镜;体育教室需运动塑胶地板、运动设施设备;音乐教室需钢琴等特殊设备,因此学校需要给特色学科另开辟教学场所,那么地下空间适宜作为诸如此类学科的短时定向功能使用。

例如,北京史家小学通过在教学楼围合的中央开辟下沉庭院,在地下空间置入了许多功能,如在礼堂、教学楼中间的下沉庭院就布置了三间音乐教室和演播教室,利用下沉庭院采光,既解决了教室的使用需求,又丰富了校园的景观层次。地下场馆:包含篮球馆、乒乓球馆、舞蹈室、健身房等运动设施,还设置了机动车库;地下场馆根据功能下挖 2.6 m~6.9 m 不等,屋顶田径场整体凸出地面 2.2 m,可视为半地下建筑。

#### 4.1.2. 地下体育活动空间

以往校园将校园体育馆设置在操场旁的独立建筑当中,因其空间使用时会产生噪声,一般远离教学场所。由于体育设备的置入要求以及比赛场合的使用需求,体育馆需要具有一定尺度空间,所以以往体育馆通常占用校园较大的地上面积。若在校园建设初期规划将体育馆置入地下,占地面积通过其他教育功能的建筑进行置换可以容纳相当一部分人的教学教育用度。

例如,南京师范大学附属中学在原田径场基础上进行原址重建,地下体育活动中心在 2012 年建成。新的体育活动中心包括一栋地面的体育馆、一个配备看台的田径场,以及设置在田径场下方的地下场馆,还设置了机动车库。地下场馆:包含篮球馆、乒乓球馆、舞蹈室、健身房等运动设施,还设置了机动车库;地下场馆根据功能下挖 2.6 m~6.9 m 不等,屋顶田径场整体凸出地面 2.2 m,可视为半地下建筑。为了解决采光通风要求,在设计之时,田径运动场的标高就相对于地面抬高了 2.2 m,凸出的侧面使得地下场馆可以通过侧高窗直接采光通风,并且减少了地下运动场需要下挖的深度,并且在运动场南面临道路



一侧设置了一道狭长的露天下沉广场, 两侧连接地面, 既作为地下训练场馆的出入口, 也为地下空间带来自然通风采光。

#### 4.1.3. 地下观演会议空间

演绎空间其功能空间基本组成要素当中需要层高来满足一定数量阶梯式观众观看区的配置需求以及舞台的置入, 演绎空间从剖面看一般呈斜线状态。在普通教室的功能用房中的层高并不适用于演绎功能型空间, 所以一般校园将报告厅、演播厅等演绎空间在建筑规划时就设计在两层楼之间, 相当于建筑空间中的夹层, 由于其使用时会产生较大分贝的音量但以往的隔音材料还不能完全起到隔音的效果, 所以此类空间通常远离教学场所。若将其斜面切入地下空间, 具备隔音效果, 同时也解决空间的纵深问题, 且通过半地上的高窗实现室内的通风采光。

例如, 常州市第三中学将报告厅与艺术楼结合设计, 观众厅入口设在首层, 舞台位于地下夹层, 负一层为机动车库。通过将舞台设置在地下下来降低建筑总体的高度, 由于报告厅顶部是露天平台, 恰好也为艺术楼三层提供了室外活动空间。由于报告厅位于艺术楼内, 其疏散出口无法直接通向室外, 为了解决地下部分的疏散问题, 观众厅底部的走道两侧各设置了一道疏散走廊, 用于疏散观众厅中部及底部的人流, 并与观众厅之间用防火门连接以保证安全。大部分校内的师生即使多次在报告厅内进行过活动, 仍然没有意识到自己身处于地下空间, 可见对出入口处理得当, 可以使地下空间也像地上空间一样得到适用人群的认可。

#### 4.1.4. 地下餐饮服务空间

校园餐饮空间对于学生教师是属于短时使用的一个场所, 一般公办学校仅用于午餐时间的使用, 使用时间大约为一小时, 空间对设施要求为能容纳全校师生共同用餐的桌椅以及餐厅提供餐饮设备, 对面积要求较高。另外食物储存空间需要避光通风, 所以一般储藏空间较封闭。根据以上对餐饮使用以及餐饮制作空间对场所的要素要求判断, 地下空间较为适合为餐饮功能使用, 以往地上校园食堂占地面积大, 地下规划能够有效节约地上空间。

例如, 北京四中房山校区的校园设计以田园学校为概念, 将学校的空间分成上下两部分, 上部是教室、实验室等教学功能用房, 校园底层设置了公共性较强的大体量空间——校园食堂, 食堂上部是连续的地景覆土, 为了满足采光需求, 食堂一侧利用高差设置了落地玻璃窗直接采光, 另一侧利用下沉的竹园庭院进行补充采光。其食堂一层可以容纳 900 名学生同时就餐, 满足了 36 班学生分两批就餐的人数需求, 二层为教师餐厅。由于用地限制, 食堂厨房无法全部在一层内解决, 为此建筑师将细加工、配餐和洗消间等厨房加工的最后步骤设置在首层, 与学生餐厅相平。而在建筑的负一层设置了更大面积的厨房, 包括粗加工间、主食库、副食库、冷藏冷冻库和后勤人员更衣室等。利用餐梯运送食物饭菜和食物残余。

#### 4.1.5. 地下停车接送空间

以往校园地下停车仅考虑地上停车位不足的原因, 由上至下考虑主要为在校人员的停车位数量需求。小学使用人群多家长接送上下学, 是高低年龄段教育场景中占有家长车辆接送程度最高的阶段场景。借鉴高铁火车站的地下疏散功能, 校园能够实现地上无车化。一来保证了地上的交通安全节约了原始停车需求预备的场地; 二来在校内外交通交叉疏散时, 当交通流线拉长, 地下预留足够的停车位, 能够有效解决上下学交通拥堵的问题。

例如, 宁波潘火街道德培小学项目位于浙江省宁波市鄞州区, 校园设置了人车分流的地下学生接送区, 5000 m<sup>2</sup>的地下空间划成: 机动车停车区、非机动车停车区以及等候区。等候区与停车区、教学楼相连, 设置闸口用于学生进出, 另设家长休息室、学生图书角。车流、人流分设出入口, 两个出入口形成单向流线, 避免车流交叉。步行的家长与学生走步行通道, 从非机动车停车区离开。

## 4.2. 物质技术条件

随着新型地下实施手段以及校园设计策略的推陈出新, 地下空间设计越来越呈现出技术性的特点。在此基础上, 地下空间设计可以脱离以往的形式及内容层面的束缚, 给设计提供完整且可靠的技术手段。

### 4.2.1. 结构

一般来说在以往建筑的地下空间改造中, 会出现结构抗震加固、结构裂缝渗水等影响后期使用。目前新建筑的地下空间建设过程中, 对这些问题也有了相应的预判与处置措施。在地下空间设计结构的协调性方面, 着重考虑结构选型, 立面、平面等几个方面, 结构必须规则, 不能出现偏心与不对称的情况, 平面必须平整且形状简单, 这种趋势下地下空间的柱点一般都平均分布[4]。

### 4.2.2. 建筑材料

地下空间主要的缺点是渗水潮湿, 优势在于围护感较好具备私密性, 还能隔音、防寒热, 所以防潮成为建筑地下空间结构需要解决的显著技术问题和要求[5]。目前主要指向以上环境问题应用材质改善空间, 一方面提升使用质量, 另一方面提升空间效果。针对地下空间室内空气湿度大的问题, 一般会使用阻燃型木塑复合材料、液体壁纸、无机预涂装饰板、调湿涂料等。为营造良好的视觉效果一般会使用铝型材转印木纹、软石地板、软膜、金属面、幻彩涂料等。因空间流通较地上效率较低, 所以为吸收和分解空气中的异味及有害物质一般会使用环保涂料、消毒杀菌壁纸、吸味墙纸、光催化抗菌调湿涂料等材料。

### 4.2.3. 施工技术

技术与方法是地下空间开发利用的保障[6]。地下空间这种封闭或半封闭结构所形成的空间物理状态与地上截然不同, 其空气质量、声音传递、空间亮度以及体感温度与地面空间大相径庭, 所以这些物理特性会对人有生理及心理方面影响。这种差异化可以通过专业的技术措施和设计策略加以解决, 使地上与地下的界限感减弱, 由此提升地下空间的内部舒适性和安全性。

## 4.3. 空间形象

### 4.3.1. 开放空间整合

在地上地下主要功能确定以后, 对空间的划分要关注儿童教育空间的比例和尺度, 提升其适用性和安全性。其次, 强调空间中的序列处理, 它包含了空间的行进节奏推演、前后区域过渡、具体节点处置等。在地下空间的人行系统中创造丰富的层次性和变化性减轻封闭感、低矮感和单调感。例如: 在地下空间的过渡空间适当地放大尺度或形成可供人们休憩的小型过渡空间, 不仅可以增强空间的趣味性, 还有助于使用人群在地下空间中的方位确认。

### 4.3.2. 文化意象协调

校园地下空间的色彩应用与一般的校园地上空间色彩应用有所区别, 地下空间的色彩应用会影响到整个空间的特点和吸引力, 学校特别是小学空间一般会使用明快舒缓的色彩给使用群体一种轻松活泼的使用感受。但地下空间受到特殊性材料的光照的影响, 在色彩设计时要考虑材料的可定制性和灯光的配合效果, 且要从校园文化的特殊性出发, 找到符合小学的内容与形式再加以深化设计。其次, 小学校园建筑的地下部分更应该关注功能设施的安全性, 进一步补充完善温度感、宽敞性和方向感的要求, 并且这种整体化的人性化关怀需要被全局考虑从而创造出绿色安全、人性化且适用性强的小学校园地下空间。

## 5. 结论

城市小学校园空间地下化发展已成为未来城市小学校园的发展趋势之一, 是解决空间局限无法应对

教育发展的使用需求、日益增长的动态和静态的交通需求、城市发展中的地地矛盾的有效手段。它促进了校园可持续发展,符合国家政策要求,说明传统观念上常规的校园地下用房,通过一系列的设计措施方式,也可以在地下空间中得到很好的运用。应对校园地下空间这一较为特殊的结构,通过研究建筑材料、设备和施工技术,只要设计得当,各种不利因素和有限性条件可以被解决。

### 参考文献

- [1] 蒋向荣, 万婷, 蔡傅懿. 提升寒地城市地下空间吸引力对策研究[J]. 低温建筑技术, 2011, 33(1): 31-32.
- [2] 顾长浩, 张旗, 赵卫忠, 等. 上海市城市地下空间开发利用管理立法研究[C]. 2001年政府法制研究. 2001: 4-35.
- [3] (丹)盖尔(Gehl Jan), 著. 交往与空间[M]. 何人可, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992.
- [4] 周春, 刘艺萍, 潘东婴. 超大型地下空间结构设计关键技术研究[C]//同济大学, 同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司, 中国建设科技集团股份有限公司, 上海市建筑学会地下空间与工程专业委员会, 《建筑结构》杂志社. 2015城市地下空间综合开发技术交流会论文集. 《建筑结构》编辑部, 2015: 28-30.
- [5] 张冰, 奚江琳. 中国古代地下的建筑技术及材料进步[J]. 南京林业大学学报(人文社会科学版), 2011, 11(2): 44-46.
- [6] 束昱. 城市地下空间技术的现状与趋势[J]. 中外建筑, 1995(1): 10-11.