

基于 STEAM 教育理念的中小学教学空间设计研究

李志伟¹, 王一翔¹, 沈蔚如¹, 朱炜航¹, 邵兴江²

(1. 中国联合工程有限公司, 浙江 杭州 310051; 2. 浙江大学 教育学院, 浙江 杭州 310058)

摘要:“STEAM 教育理念”从很大程度上加速了中小学教育模式的更新迭代。然而, 基于传统教育理念所设计的中小学校教学空间, 无法满足新型教育理念对教学空间的需求。本文基于“STEAM 教育理念”跨学科融合教育的特征, 从学科教室、教学组团、教学综合体等三个维度进行分析, 运用文献研究与设计实践经验相结合的方法, 推动形成基于“STEAM 教育理念”从确定性走向不确定性的教学空间, 构建具有连续、不间断、不被物理空间限制特征的教学空间。

关键词: STEAM 教育理念; 中小学校; 教学空间; 灵活; 开放融合; 互动交流

中图分类号: TU986.52

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2024)06-0930-08

Research on the design of teaching space in primary and secondary schools based on STEAM education concept

LI Zhiwei¹, WANG Yixiang¹, SHEN Weiru¹, ZHU Weihang¹, SHAO Xingjiang²

(1. China United Engineering Co., Ltd., Hangzhou 310051, China;

2. College of Education, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

Abstract: The “STEAM Education Concept” has greatly accelerated the renewal of primary and secondary education models. However, the teaching spaces designed based on traditional educational concepts in primary and secondary schools cannot bridge the mismatch between new educational concepts and teaching space design. This paper analyzes the characteristics of interdisciplinary integrated education of “STEAM Education Concept” from three dimensions: subject classrooms, teaching group and teaching complex. By combining literature research and design practical experience, the paper promotes the formation of a teaching space based on the “STEAM Education Concept” from certainty to uncertainty, and constructs a teaching space that is continuous, uninterrupted, and not limited by physical space.

Key words: STEAM education concept; primary and secondary schools; teaching space; flexibility; opening-up and integration; interactive communication

STEAM 教育理念^[1-2]是指一种综合性的教育方式, 它将科学、技术、工程、艺术和数学五个领域的知识整合到一起, 旨在培养学生的创新思维和问题解决能力。这种教育理念强调学生通过实践和探究进行跨学科学习和自主式学习。国内学者对 STEAM 的关注始于 2006 年^[3], 近年来, 教育相关部门陆续发布指导文件及相关报告, 并设置教育研究所, 预示着社会各界对 STEAM 的关注度越来越紧密, 一方面在实际教学活动中逐步引入 STEAM 理念, 真正形成学科之间的综合联动^[4], 另一方面服务于这种理念的教学空间研究也成为建筑学领域的热点问题。

1 STEAM 教育理念与教学空间

1.1 学科间形成联动并落实到物质空间

随着 STEAM 教育理念的逐步发展, 为方便学科间建立联动, 我国教育学者们已经从单纯教育理念视角的研究逐步落实到物质空间上的适应性研究。研究表明, 学校搭建 STEAM 教学空间对学生学业成就的贡献率达到 25%^[5]。优良的教学空间, 不仅要承载发展变化中的教学活动, 还要有能力促进相应的教学活动。

1.2 STEAM 跨学科融合特征促使实体教学空间做出改变

传统教学空间不能适应 STEAM 教学理念, 教

收稿日期: 2023-12-19

修回日期: 2024-11-18

基金项目: 国家社科基金教育学一般项目(BFA240080)

第一作者: 李志伟(1972—), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事中小校园设计及其理论、EPC 工程总承包项目实践与研究。E-mail: lizw@chinacuc.com

与学之间脱节^[6]。首先,现有教学空间的构建是基于既定功能及使用模式,以“教”为主,而STEAM教育理念则突显出以“学”为主,现有空间也就未能较好适应;其次,传统教学空间缺乏交流、讨论、合作等互动空间;再次,传统教学空间缺乏针对中小学跨学科融合的思考,不同空间“各司其职”,虽边界清晰明确,但割裂和中断教学事件的连续性,空间缺乏对学科融合的深入考虑。

STEAM的特征理解均指向“跨学科融合教育”^[7-11],其主要体现在:(1)培养学生合作能力、动手能力、创造能力,综合解决问题能力;(2)跨学科、跨年龄,面对不同年龄、认知存在差异群体进行交流;(3)身体力行地参与到教学行为中;(4)鼓励和促成教学事件发生在各类空间中,教学事件变得无边界及非正式^[12]。这些特征要求注重学生交流合作空间、师生交流平台、共享交流区、开放讨论区等^[13];促使空间减少边界感^[14],不断消解和解构校园空间^[6],突破时间、空间、学习内容、授课方式的限制^[15],扩展规范中不具备的功能、加大多功能空间规划,迫使教学空间做出相应改变(如图1)。

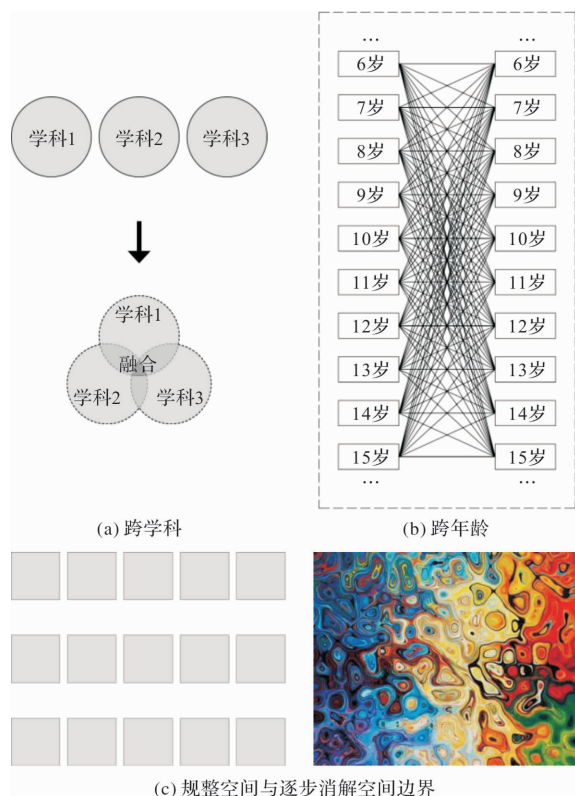


图1 STEAM教育理念特征及空间转变趋势

Fig.1 Characteristics of STEAM Education and Trends in Space Transformation

2 学科教室的灵活性

教室是占比最多与使用频率最高的室内教学空间。按照现行国家标准《中小学校设计规范》可

将教室分为普通教室和专业教室。与美国有些中小学校没有固定教室不同,国内强调固定教室仍有存在的合理性及必要性。同时,分科学习是多学科融合的基础,多学科融合作为分科学习的升级和终极目的,而非取代原分科学习。因此,对学科教室空间进行适应STEAM教育行为的空间研究是STEAM中小学校教学空间研究的基础。

2.1 学科教室空间构成要素

STEAM教育模式下的教室空间,需具备实现多模式教育场景切换的灵活性,满足个体、同伴、小组和集体学习的多重需要,为学生独立学习、合作探索、研究性学习、成果分享等提供空间保障。一个满足STEAM教学的学科教室,其室内空间主要有以下构成要素:

(1)黑板+讲台

STEAM教育理念强调学生的自主学习、项目组的合作交流,教学重心从以教为主转向以学为主,对以黑板、讲台为中心的教学形式予以否定^[16],提倡老师走到学生中去,让学生群体成为空间主动使用者。教学空间由以老师为中心的“秧苗式”规整空间转向以学生为中心的多元空间,进而使教室空间转变为不固定、不确定的空间。讲台从黑板中心位置移到边侧,作为教师办公区,构建出师生之间的交流空间。

(2)学生组团

STEAM教育理念强调学生以项目组形式的学习和实践过程中,学生组群的布置方式多样化,不仅仅只有阵列式布局,而是需要实现分组式、围合式、自由式布局等多模式的可能。以上模式并非固定,而是根据ATEAM教程、学科、年级等特点而变化,通过采用可移动的桌椅及多屏展示空间,方便在教室空间内自由地切换教学场景。

(3)互动交流空间

STEAM教育理念强调面向真实世界的真问题与真解决方案,强调成果共享与互动交流,因此,需设置互动交流的自由讨论区、教学成果分享展示区、图书角、演示区等。

(4)项目实践

STEAM教育理念强调项目实践,教室内需配置项目实践活动所需的学习材料收纳区及项目实验操作区,锻炼学生实际动手操作的能力。

(5)信息化支持

在互联网+时代的引领下,教室黑板区域需支持投屏或设置电子屏,并支持线上授课,设置公共电脑信息检索区,并配有电脑、投影仪等多媒体设备。项目组学习时,还需要有可移动的白

板、电子屏等。

2.2 普通教室的设计实践

根据 STEAM 教育理念特征对空间的需求,杭州观成实验学校小学部的普通教室采用项目组的布置形式,并加入了可互动空间、可交流空间及可收纳空间。该学校普通教室使用面积约 100 m^2 ,高于《城市普通中小学校校舍建设标准》中普通教室每间使用面积 67 m^2 的指标(如图 2),与张宇^[17]的研究结果相符,即生额为 40~45 人的学科教室,当其采用集中分组式、围合分组式、混合自由式布局时,教室使用面积正态分布在 $90\sim 100\text{ m}^2$ 区间。

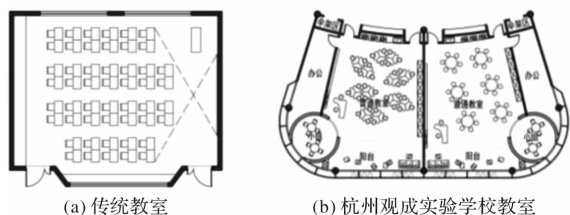


图 2 普通教室设计实践

Fig. 2 General classroom design practice

2.3 理科实验室的设计实践

物理、化学、生物等专业化的实验室是实现 STEAM 教育理念和培养科技创新人才的必要硬件基础,促使学生通过团队项目实践,培养学生沟通、合作等解决问题的能力。同普通学科教室一样,在 STEAM 教育理念影响下,理科实验室空间设计需为学生提供以项目组为单位进行的探索、交流、沟通、合作的物理空间,因此,在阵列式布局之外,更广泛地采用了分组式布局(如图 3)。

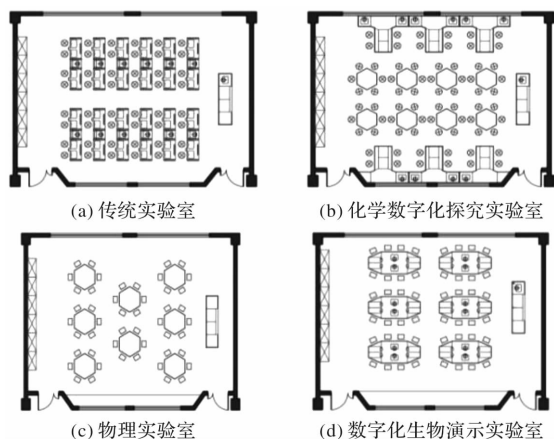


图 3 湘湖公学实验室布置

Fig. 3 Xianghu Public School laboratory layout

2.4 创新型探究实验室的设计实践

基于 STEAM 跨学科融合教育的特征,为学生设置与跨学科课程相关的创新型探究实验室也

同样重要,如 VR 体验中心、机器人、3D 打印、无人机、创客教室等,课程参加对象以跨年级、跨学科的社团为主。探究实验室多结合国家标准中的功能空间如信息中心、劳技教室、理科实验室等建设,其平面空间及层高应适合社团或项目小组的课程实践,满足师生在其间进行辅导、学习、交流、实践等目标任务的需要。小型的探究型实验室适合 10~15 人的项目小组活动,面积约 50 m^2 ;较大的探究型实验室适合 30 人左右的社团活动,面积多在 $100\text{ m}^2\sim 300\text{ m}^2$,相当于 1~3 个标准实验室大小。

在进行实验室空间类型如可封闭或半开放、规则或不规则选择时,首先,是考虑室内空间的灵活性,通过可移动工作台组合模式的变化满足不同类型的项目课程的需要;其次,是面积宜有富余,除工作区(台)外,还应可置入小组讨论区、展示区(墙)以及耗材、工具、仪器设备的收纳区;再次,是宜为课程的发展及变化留下可能,如诸暨中学的 STEAM 中心(如图 4),核心区设置 2 个半开放的工作区及 1 个多功能自由活动区,面积约 300 m^2 。

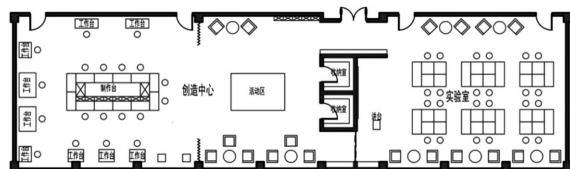


图 4 诸暨中学探究实验室

Fig. 4 Zhuji Middle School inquiry Laboratory

3 教学组团的开放和融合

STEAM 跨学科、跨年级的融合教育的特征打破了教学空间的边界,STEAM 教学理念下的空间灵活性不仅仅局限于固定的单个教学空间内部,而是打破教室与走廊、教室与教室之间的边界,寻求更大范围的开放和灵活,促进公共教学空间体现学科交叉、功能复合的设计理念^[18](如图 5)。

3.1 打破教室与走廊之间的边界

设计将教室与走廊之间的墙壁撤掉,代之以伸缩门,使外廊与教学空间成为一体^[16],并适当加宽外廊,设置为开放的自由交流区,既可按传统的方式分班上课,也可以展开多种形式的灵活教学活动,并能较好地兼顾采光、通风。

3.2 打破教室与教室之间的边界

设计将教室与教室之间的墙壁撤掉,代之以伸缩门,使固定的教学空间容量具有可动态变化

的属性,以满足分班教学、合班教学的不同需要。这不仅适用于学科教室,同时也适用于创新型探究实验室。可动态调整的教学空间,能更好地适应不同模式、不同类型的教学活动,从而更高效地利用教学空间资源。鉴于学科教室的边界开放需求,结构上不宜采用小开间的柱网模式,而是开间与进深适应一个教室的模式,即一个教室为一个结构柱跨单元,使教室可以横向或纵向两个方向均可自由拓展而不受结构柱的影响。

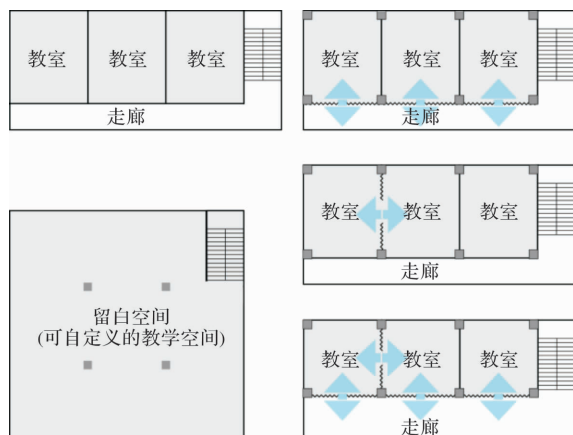


图5 教学组团的开放与融合

Fig. 5 The opening and integration of teaching groups

3.3 打破教室与走廊、教室与教室之间的边界

设计将教室与走廊、教室与教室之间的墙壁全部撤掉,重构教学组团,寻求更大范围内的开放和灵活性。北京中关村第三小学将三个连续年级的三个班级的一百多名师生组成“班组群”,采用“三室一厅”的“家”的格局^[19]。三间教室之间的墙壁、教室与走廊之间设置可移动的隔板,根据课程内容的需要,利用隔板的活动实现空间的自由组合和隔断,三个班级的学生可以在各自的教室里学习,也可以将两个或三个班级自由组合在一起,为小组合作、团队探究以及不同年龄的学生共同学习提供更加多样的学习空间。在这个学习共同体里,学生不仅与同龄同学共同学习,也与其他年龄段的学生共同学习,既有班级内部的生活,也有组群内部大小孩子的共同生活(如图6)。



图6 中关村第三小学

Fig. 6 Zhongguancun No. 3 Primary School



图7 杭州澎诚中学 STEAM 中心平面图

Fig. 7 STEAM Center plan of Hangzhou Pengcheng Middle School

3.4 “车间”式的留白空间

STEAM 中心多采用内廊式和中庭式布局。内廊式布局,单侧局部打破置入展示区、讨论区,兼顾采光通风;中庭式布局,各功能空间围绕中庭布置,中庭兼具交通、展示等多种功能,但两者根本上是走廊+教室的模式,空间灵活性有限。在杭州澎诚学校的 STEAM 中心设计实践中,设计创新性地采用“车间”式“块”状空间,使空间具有更大的容量(如图7)。设计将交通核心筒、卫生间等集中设置在一隅,主要使用空间高度集中,且采用大柱网结构,空间大范围“留白”,可供学校老师根据课程需要自由构建的教学空间范围最大化,创新性地营造多功能、多学科、复合化的空间模式^[20],适应 STEAM 中心跨学科融合教育的需求。一层设置图书馆、门厅(展示区),二、三、四层设置理科实验室,五、六、七层为 STEAM 中心。每一层的留白区域都给予了不同功能空间组合极大的灵活性,为未来留有更多可能性^[21]。

4 教学综合体的开放和融合

不仅仅是学科教室及教学组团需作出适应性改变,中小学校的整体空间组合模式也应体现开放融合、多学科交叉的氛围。传统的“走廊+教室”呈现“树干式”特征(如图8),多采用单边走廊+教室的形式,各教学单元、实验楼、图书馆、行政楼等功能单元各占一枝,空间组织模式形式单一、结构松散,其空间灵活性、融合性与 STEAM 教学理念和需求不匹配。同时,在超大规模办学及城市土地供应紧张等背景影响下,中小

学校建筑空间组织逐渐采用了更加紧凑、高效的“综合体”模式^[22]。

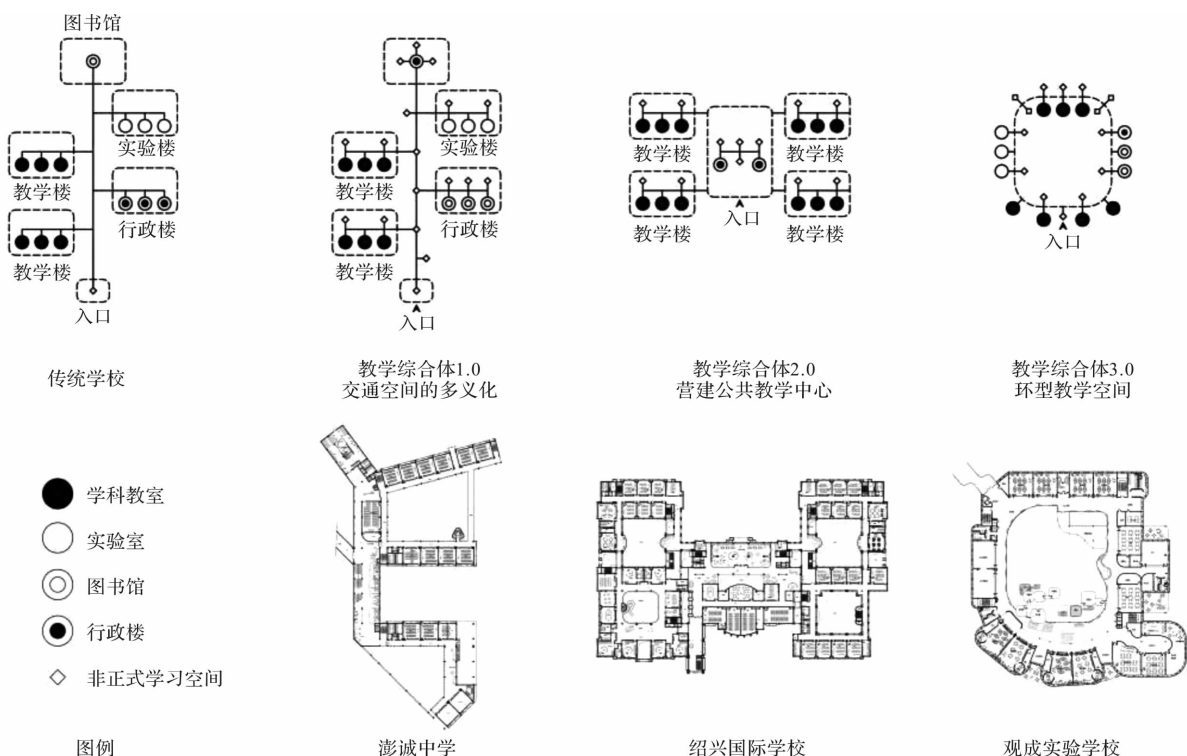


图8 教学综合体的开放与融合

Fig. 8 The opening and integration of teaching complex

4.1 教学综合体 1.0-交通空间的多义化

秉持 STEAM 教学理念的学校,非正式学习空间和正式学习空间一样重要。教学综合体 1.0 是在“鱼骨式”、“树干式”的传统校园基础上,将串联各教学功能单元的交通连廊、楼梯进行加宽或局部加宽、转折变化,从而将交通空间和空间节点活化为社交平台、阅读讨论、文化或成果展示等非正式学习空间,让学习可以发生在学校的任何一个角落——处处是教室,处处是图书馆,处处是艺术馆,处处都有学习的地方,使课上与课下、正式学习和非正式学习实现充分连接。

(1)走廊

走廊不再是单纯的交通空间,通过种种留白、模糊化的设计处理及多元空间的植入,从理性、无趣变得丰富、有趣。杭州澎诚中学校园中联系教学区、科研综合楼和生活区的共享长廊,采取房间+走廊的近似尺度,构建师生可根据自身兴趣而进行自定义的可变空间(如图8),通过具有领域感的半围合式家具布置,打造休憩、社交、讨论空间等点状交往空间;置入半开放式图书馆,使课间十分钟即能促成课外阅读的发生;置入半围合式教师办公区,促进师生之间的交流行为的发生。

(2)门厅、中庭

教学楼的门厅、中庭,不仅仅是交通或空间

组织的重要节点,而是被置入展览功能,如学校的文化展示、学生的作业成果展示,也可以是全开放的 STEAM 课堂。如温州科技高级中学 STEAM 中心的中庭,设置大楼梯、开敞楼梯、观光电梯等垂直交通设施,不仅是交通核心和形体中心,也是阅览室、路演大厅,且因其高大的空间尺度,也是无人机教程的实践操作空间。

(3)架空空间

架空空间既是各功能单元之间的联系空间,又是室内教学空间与室外教学空间之间的过渡。架空空间多具有较大的空间尺度,且其空间不是固化的,而是灵活的,可以根据教学的需要,由师生自主动手营造,其可以是体育活动空间,可以是交流、互动的空间,可以是自主学习空间,也可以作为半开放的 STEAM 课程的教室。

(4)室外庭院和屋顶花园

教学楼之间的室外庭院、建筑退台形成的屋顶,既是交通空间节点,同时也是室内教育空间的补充和外延,可以将其设置为种植园、气象园等支持 STEAM 教育与户外自然环境有关的课程;也可以通过景观空间的营造,设置具有空间领域感的室外交流区、室外剧场等。

综上所述,学生的学习不局限于在学科教室里,通过将门厅、走廊、架空层、中庭、屋顶花

园等空间营造为交互式场所,从而建立多样性、开放性、流动性的公共交往空间^[23],学生聚集于这些开放的共享空间之中,通过相互间的交流与学习,达到知识、信息、情感的共享,提高学生的学习与沟通能力。

4.2 教学综合体 2.0-营建公共教学中心

综合性的公共教学中心多包含 STEAM 中心(含理科实验室)、图书馆、报告厅等公共教育资源空间。其靠近教学区的平面中心位置设置,方便联系各教学单元或其他功能单元,以强化中心与其他单元的联系,避免大规模办学、内部流线过长而引起的公共空间使用不便、效率低下的弊端,有利于学生从学科教室到中心之间的教学空间切换,便于公共教学空间的开放、共享,进而促进公共教育资源的高效集约利用。公共教学中心配置的功能模块,其空间尺度相较于学科教室更大,功能的公共属性使其边界呈可开放或半开放形式,其服务师生流量较大也决定了走廊、厅等交通空间的尺度相对较大。

在绍兴国际学校中,教学区的中间位置设置教学综合楼,其内设置建筑的主入口门厅(兼作展示厅)、报告厅、图书馆、艺术类教室、STEAM 中心及行政服务用房,幼儿部、小学部、初中部、高中部等教学单元则围绕教学综合楼布置。通过教学综合楼的门厅不仅可以方便通达各个教学单元,同时,各教学单元各层均能便捷通达该中心,提高了交通的便利性。教学综合体围绕中庭设置,并结合门厅、中庭设置交流空间,图书馆边界开放,形成社交性、互动性强的多功能空间。

4.3 教学综合体 3.0-环型教学空间

环型教学综合体的空间组织模式是通过环形走廊,将各功能模块,包括普通教室、实验室、STEAM 中心等教学单元串联(如图 8)。教学综合体总体呈环状,中心为一个较大尺度的内院。环可以是圆形、椭圆形、或其它不规则的环状。空间组织类似于福建的“土楼”,但不同于“合院”或“书院”,因为后者的空间界面比较清晰,前者则弱化了空间的界面感,空间交通组织更顺畅,鼓励人们在不同的功能空间之间流动,促进交流和互动,有助于空间融合的场景氛围。杭州观成实验学校小学部采用环形模式,环形南北设置有日照要求的普通教室,西段设置实验室,东段设置 STEAM 中心及风雨操场,东南段设置艺术中心,教学空间通过环形连廊相通,形成连续不间断的教学空间闭环,环形连廊置入公共互动空间如艺

术长廊、生物角、涂鸦区等功能;结合门厅展厅和开放教室设置开放的阅读长廊;结合庭院设置了高低错落、大小交错的“鸟巢”状树屋,布置“梦想屋”、“星空屋”、“卡通屋”、“太空屋”等独立的颇有趣味的非正式学习空间;在 STEAM 中心外侧,设置室外互动空间,屋顶设置生物园、运动场。总体而言,这种环状教学综合体,各功能单元之间完全开放、融合,无边界感,符合 STEAM 的教学理念。其同时提供了多种室内和室外活动场所,实现不同空间资源的深度联结,所有的教学活动都有机会在这里发生,有助于创建充满活力和创造力的校园氛围,为师生提供一个丰富而有趣的学习和社交环境。

5 结论

教学空间与教育理念密切相关。文章通过理论与实践相结合的方式,得出基于 STEAM 教育理念的中小学教学空间设计三原则:

(1)构建灵活空间,适应多元教育

STEAM 教育理念促进学科教室室内改变单一的陈列式布局模式,构建一个以学为主的多元化的灵活空间,并通过适当扩容而获得更多互动功能植入的可能性,以适应传统授课、项目组学习、互动讨论、自主学习等多种场景的教学需求。

(2)打破固有边界,重构学科教室

STEAM 教育理念促进学科教室的边界被打破,空间被重构,从而促进空间资源相互转化和高效利用,获得更大容量的可塑教学空间,以符合跨学科、跨年级的特征,适应教学课程的不确定性,这在教学组团、STEAM 中心的空间计划上尤为必要。

(3)促建高效综合体,跨界交流无边界

STEAM 教育理念促进构建空间高效集约的“综合体”模式,从而适应跨学科交叉、融合的特征,促进公共空间的开放、共享、多义化,从而达成连续不间断的正式及非正式的教学空间,让学校成为一个跨学科融合交流的无边界的学习型社区。

参考文献 References

- [1] National Science Board. Undergraduate science mathematics and engineering education [M]. Michigan, USA:University of Michigan Library,1986.
- [2] National Science Foundation. Shaping the future:Strategies for revitalizing undergraduate education[C]//The Na-

- tional Working Conference. Washington D C: Springer, 1996.
- [3] 赵中建, 邵兴江, 黄丹凤. 回应变革世界之挑战: 为 21 世纪而加强教育[J]. 全球教育展望, 2006 35(9): 3-10.
ZHAO Zhongjian, SHAO Xingjiang, HUANG Danfeng. Responding to the challenge of changing the world: Strengthening education for the 21st Century [J]. Global Education, 2006 35(9): 3-10.
- [4] 李娟, 陈玲, 李秀菊, 等. 我国小学科学教师和科学教育基础设施现状分析研究[J]. 科普研究, 2017, 12(5): 58-62, 70, 109-10.
LI Juan, CHEN Ling, LI Xiuju, et al. Analysis and research on the current situation of primary school science teachers and science education infrastructure in China[J]. Studies on Science Popularization, 2017, 12(5): 58-62, 70, 109-10.
- [5] 冯正东, 何玲, 罗静, 等. 打造具有学校个性的 STEAM 教育空间[J]. 人民教育, 2022 (7): 63-65.
FENG Zhengdong, HE Ling, LUO Jing, et al. Creating a STEAM education space with school personality [J]. People's Education, 2022 (7): 63-65.
- [6] 陈果, 邓寿朋, 苏笑悦. “未来学校”背景下的中小学未来创新中心空间设计策略研究[J]. 建筑与文化, 2022 (7): 66-69.
CHEN Guo, DENG Shoupeng, SU Xiaoyue. Research on space design strategy of future innovation center in primary and secondary schools under the background of “future school” [J]. Architecture & Culture, 2022 (7): 66-69.
- [7] 陈恣. 具身认知视角下 A-STEM 学习空间设计[J]. 全球教育展望, 2020, 49(4): 46-57.
CHEN Min. Design of A-STEM learning space from the perspective of embodied cognition[J]. Global Education, 2020, 49(4): 46-57.
- [8] 陈恣, 陈珍国. A-STEM: 跨学科融合教育价值重构[J]. 教育发展研究, 2019, 39(6): 15-22.
CHEN Min, CHEN Zhenguo. A-STEM: reconstructing the value of interdisciplinary integration education [J]. Research in Educational Development, 2019, 39(6): 15-22.
- [9] 范文翔, 赵瑞斌, 张一春. 美国 STEAM 教育的发展脉络、特点与主要经验[J]. 比较教育研究, 2018, 40(6): 17-26.
FAN Wenxiang, ZHAO Ruibin, ZHANG Yichun. The development, characteristics and main experience of STEAM education in The United States[J]. International and Comparative Education, 2018, 40(6): 17-26.
- [10] 吴安春, 姜朝晖, 金紫薇, 等. 落实立德树人根本任
务——习近平总书记关于教育的重要论述学习研究之十[J]. 教育研究, 2022, 43(10): 4-13.
WU Anchun, JIANG Chaohui, JIN Ziwei, et al. Carrying out the fundamental task of molding high morals and cultivating talents based on people orientation: A study of the CPC central committee's general secretary Xi Jinping's important expositions on education [J]. Educational Research, 2022, 43(10): 4-13.
- [11] 姚娜, 黄路阳. 我国 STEAM 教育研究的爆发式发展与未来趋势[J]. 甘肃教育研究, 2022(4): 16-22.
YAO Na, HUANG Luyang. The explosive development and future trends of STEAM education research in China[J]. Gansu Education Research, 2022(4): 16-22.
- [12] 李学书. STEAM 跨学科课程: 整合理念、模式构建及问题反思[J]. 全球教育展望, 2019, 48(10): 59-72.
LI Xueshu. STEAM interdisciplinary curriculum: integrating concepts, model construction, and problem reflection [J]. Global Education, 2019, 48(10): 59-72.
- [13] 陈雅兰. 当代教育理念下城市中学校舍适宜空间构成及其应用研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2022.
CHEN Yalan. Research on the suitable space composition and application of urban middle school buildings under contemporary education philosophy [D]. Xi'an: Xi'an Univ. of Arch. & Tech., 2022.
- [14] 王玫, 耿涛. 开放式教育下的中小学教学空间设计[J]. 家具与室内装饰, 2018(9): 83-85.
WANG Wen, GENG Tao. Under the open education on teaching space design of primary and secondary schools[J]. Furniture & Interior Design, 2018(9): 83-85.
- [15] 李存才, 郑先友. 面向未来的中学 STEAM 教室空间模式研究[J]. 城市建筑, 2020, 17(6): 74-75.
LI Cuncai, ZHENG Xianyou. A study on the space pattern of middle school STEAM classrooms for the future[J]. Urbanism and Architecture, 2020, 17(6): 74-75.
- [16] 李志民. 适应素质教育的新型中小学建筑形态探讨(上)——中小学建筑的发展及其动向[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2000(3): 234-236, 241.
LI Zhimin. A probe over the architectural form of new style schools adapt to quality education (the first chapter) development and trend of education buliding [J]. J. Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science Edition), 2000(3): 234-236, 241.
- [17] 张宇, 程筱添, 唐吉祯. 智慧学校理念驱动下中小学教室模数优选研究[J]. 工业建筑, 2023, 53(7): 52-63.

- ZHANG Yu, CHENG Xiaotian, TANG Jizhen. Research on classroom modulus optimization of primary and secondary schools driven by concepts of smart schools[J]. *Industrial Construction*, 2023, 53(7): 52-63.
- [18] 罗琳,李志民. 现行标准比对下中小学校空间模式革新研究——以中、美、日、德为例[J]. *中国教育学刊*, 2021, (11): 99-103.
- LUO Lin, LI Zhimin. Research on the innovation of spatial patterns in primary and secondary schools under the comparison of current standards: Taking China, the United States, Japan, and Germany as examples [J]. *Journal of the Chinese Society of Education*, 2021, (11): 99-103.
- [19] 刘可欣. 大家三小——一所学校的变革与超越[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2018.
- LIU Kexin. Dajia Sanxiao: The transformation and transcendence of a school[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2018.
- [20] 罗琳,李志民. 西部县域中学理科实验空间计划研究——基于陕西12个县域调查的实证分析[J]. *西安建筑科技大学学报(自然科学版)*, 2021, 53(2): 265-274, 308.
- LUO Lin, LI Zhimin. Research on the space planning of science experiment of middle schools in western county: An empirical analysis based on survey of 12 counties in Shaanxi[J]. *J. Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science Edition)*, 2021, 53(2): 265-274, 308.
- [21] 石华, 闫景月. 限制下的突破——城市高密度中小学校园设计策略研究[J]. *当代建筑*, 2022(9): 140-4.
- SHI Hua, YAN Jingyue. Breakthrough under restrictions: A study on the design strategies of urban high density primary and secondary school campuses [J]. *Contemporary Architecture*, 2022(9): 140-4.
- [22] 罗琳,李志民,罗厚安. 超大规模高中校园用地适应性指标优化策略研究[J]. *西安建筑科技大学学报(自然科学版)*, 2019, 51(5): 735-742.
- LUO Lin, LI Zhimin, LUO Houan. Study on the optimization strategy of land adaptation index in ultra-large-scale high school[J]. *J. Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science Edition)*, 2019, 51(5): 735-742.
- [23] 尚路轩,高博,郑一帆. 集约化校园前策划与后评估实践案例探讨——以西安市航天城第一中学为例[J]. *西安建筑科技大学学报(自然科学版)*, 2023, 55(3): 424-231.
- SHANG Luxuan, GAO Bo, ZHENG Yifan. A case study on programming and evaluation of intensive campus Taking Xi'an aerospace city No.1 middle school as an example [J]. *J. Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science Edition)*, 2023, 55(3): 424-231.

(编辑 吴海西)

(上接第900页)

- ZHANG Bing. Spatial planning system reform in China: To enhance the conservation and management of cultural heritage[J]. *World Architecture*, 2022(12): 20-24.
- [40] 徐磊,田林. 面向国土空间规划“一张图”的文物资源信息化管理体系建构层次研究[J]. *中国文物科学研究*, 2021(3): 33-41.
- XU Lei, TIAN Lin. Research on the construction level of cultural relics resource information management system for “one map” of territorial and spatial planning [J]. *China Cultural Heritage Scientific Research*, 2021 (3): 33-41.
- [41] 陈韶龄,郑晓华,石竹云,等. 构建全域历史文化资源保护数据空间体系——以南京历史文化资源信息平台建设为例[C]//2022年中国城市规划信息化年会论文集. 南宁:广西科学技术出版社, 2022: 99-105.
- CHEN Shaoling, ZHENG Xiaohua, SHI Zhu Yun, et al. Building a spatial data system for the protection of historical and cultural resources: A case study of Nanjing historical and cultural resources information platform[C]//Proceedings of Annual National Planning Informatization Conference 2022, Nanning: Guangxi Science and Technology Press, 2022: 99-105.
- [42] 赵夏,乔云飞. 基于历史自然灾害研究的不可移动文物自然灾害风险管理与预防思考[J]. *中国文化遗产*, 2021(4): 12-18.
- ZHAO Xia, QIAO Yunfei. Risk management and prevention of natural disasters of immovable cultural relics based on the study of historical natural disasters[J]. *China Cultural Heritage*, 2021(4): 12-18.

(编辑 吴海西)