

聚集策略下的模件化建筑设计方法及应用 ——以中国科学院大学科教园区为例

崔彤^{1,2}, 王一钧¹

1. 中国科学院大学建筑研究与设计中心, 北京 100190

2. 中国科学院建筑设计研究院有限公司, 北京 100086

摘要 大学的功能逐渐从“基础教育”转变为“研究型培养”, 中国科学院大学大力倡导“产-学-研”与“科教融合”的发展思路。从自然界“聚集”现象出发, 通过分析“聚集”的目标, 以中国科学院大学在3个城市中的科教园区为例, 提出了以师法自然和中国传统工艺生产的“模件化”为“聚集”策略下的建筑设计方法; 该方法强调规划与设计中的结构秩序的重要性, 以典型模件单元的建构作为设计组织的起点, 将模件单元在结构秩序基础上形成同构异型的多样化组合方式, 最终形成不同的尺度层级; 展示了“模件化聚集”方法在创造“科学共同体”上的优势, 3个案例也呈现出该设计方法历时性的传承、延续和演变。

关键词 聚集; 模件化; 科教园区规划设计; 研究型大学

20世纪90年代以来, 中国大学校园经历了令人瞩目的建设“高峰期”, 近年来, 大学的功能逐渐从“基础教育”转变为“研究型培养”, 大学教育不仅在于知识的传授, 而且更加注重创新思维与创新能力的培养。在此背景下, 中国科学院大学大力倡导“产-学-研”与“科教融合”的发展思路, 大学园区成为城市中相对独立且功能综合的区块。近年来, 中国科学院大学在全国各地建设的“科教融合”类型的校园, 尺度介于城市规划与单体建筑设计之间, 具有典型研究意义。

1 聚集的现象与目标

1.1 聚集现象

聚集(aggregation)表达的是部分间的相关关系, 既

包含从部分到整体的构成关系, 也包含了从微观到宏观的建立和过渡过程。

1.1.1 自然界中普遍存在的聚集现象——生物群落

生态学中对生物群落(biotic community)的定义为在特定时间聚集在一定地域或生境中所有生物种群的集合^[1]。群落由植物、动物和微生物等各种生物有机体构成(图1), 但仍是成分和外貌比较一致的组合体, 一个群落中不同种群不是杂乱无章地散布, 而是有序协调地生活在一起。

1.1.2 人为主体的聚集——城市

人类从小型的原始群体进化到数百万人口的庞大城市, 人居环境的进化经历了从自然环境向人工环境、从次一级人工环境向高级人工环境的发展演化过程。城市源于人的“聚集”, 是人类高度分工合作、高效

收稿日期: 2018-12-17; 修回日期: 2019-02-10

作者简介: 崔彤, 教授, 研究方向为建筑与城市设计, 电子信箱: cui@adcas.cn; 王一钧(共同第一作者), 高级工程师, 研究方向为建筑与城市设计, 电子信箱: wangyijun@ucas.edu.cn

引用格式: 崔彤, 王一钧. 聚集策略下的模件化设计方法及应用研究——以中国科学院大学科教园区为例[J]. 科技导报, 2019, 37(8): 77-87; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2019.08.009

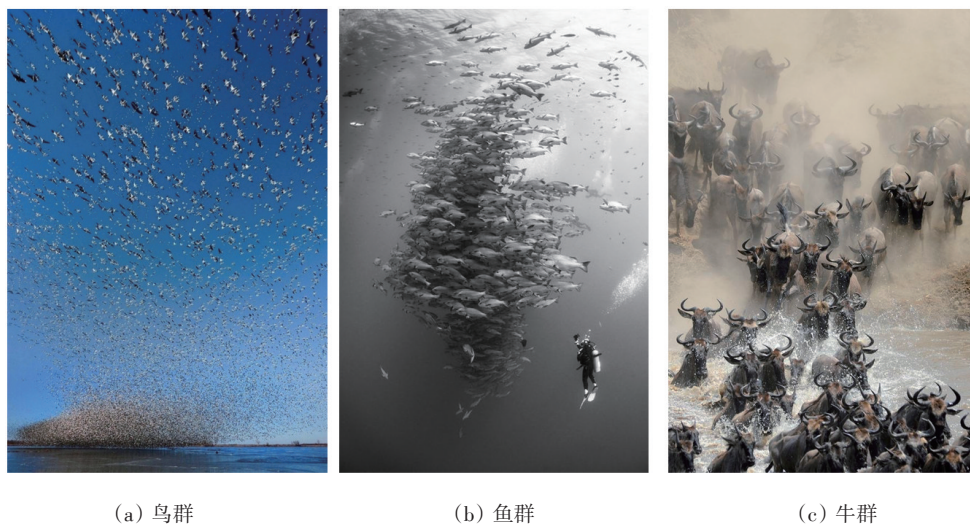


图1 自然界的聚集现象
Fig. 1 Aggregation in nature

创新进化的产物,从原始聚落到乡村,从城镇到国际都市,经历了人的聚集密度不断增大的过程(图2)。

20世纪50年代,希腊建筑师道萨迪亚斯(Doxiadis)以人类聚居为研究对象,探讨人与环境之间的关系,提出“人类聚居学”(science of human settlements)^[2]。吴良

镛^[2]根据人类聚居的类型和规模,将人居环境划分为全球、区域、城市、社区(村镇)、建筑5大层次。

城市中的“科学共同体”尺度处于第4层级“社区(村镇)”,在尺度上衔接了城市和建筑上下2个尺度层级,在其中发挥了聚集的秩序转换作用。



图2 城市的聚集现象
Fig. 2 Urban aggregation

1.1.3 科教园区的聚集

中国科学院的科教园区包含了学科(如科学、人文、艺术等)的聚集、人才(如院士、科学家、研究生等)的聚集,多种功能的人工空间场所(如教学、研究、生产、创业、保障等)的聚集作为物理环境承载着前两种元素的聚集,共同融于所在自然环境中(图3)。

1.2 聚集的目标

1.2.1 聚集创造有机整体

德国著名的物理学家普朗克认为:“科学是内在的整体,它被分解为单独的整体不是取决于事物的本身,而是取决于人类认识能力的局限性。实际存在着从物理到化学,通过生物学和人类学到社会学的连续的链

条,这是任何一处都不能被打断的链条。”^[3]在这样的认知下,自然界是充满了聚集现象的有机整体,而作为以人为主体的城市,也应在聚集理念指导下创造有机整体,创造融于自然、融于城市的建筑与城市区块。



图3 “学-研-产-创-保”多功能合一的科教园区
Fig. 3 Multi-functional campus of “teaching-research-production-entrepreneurship-service”

1.2.2 聚集产生效率

聚集使整体规模有组织地增加,在一定规模的范畴之内带来效率的提升。复杂性科学研究中心圣塔菲研究所West^[4]研究发现,在一定的规模范畴之内,自然界中存在因规模增加而效率增加的现象:生物的体形越大,代谢率会降低,细胞的损伤率也会相应下降,寿命也会更长;从生命体到城市、从经济体到公司的生长与衰败的表现就像是生物体,规模法则显示了聚集带来的效率。

1.2.3 聚集带来创新

West^[4]认为复杂系统的普遍特点是整体大于其组成部分的简单线性总和,这一整体的系统行为被称作“涌现行为”,有机整体的涌现性通过对局部的组织、整合而产生。被认为是“复杂巨系统”的城市,其整体属性是由各组成部分相互作用、相互激发而“涌现”出来的,城市中信息增殖、信息创新、对多样性和差异性的整合,这种由“聚集”带来的创新或变异是“科学共同体”所追求的目标。

2 聚集的设计方法——模件化设计

2.1 模件化的概念

将建筑与城市设计的对象视为开放的复杂系统,模件化的设计是一种由小生大的设计方法。通过小尺

度构件或空间单元的相似性重复,按照不同尺度层级进行多次组合而生成具有整体性的建筑及城市区块。由模件化的设计方法生成的建筑与城市,具有内在的结构秩序,并强调在组合过程中结构秩序的层级性及各个层级中组合关系的规律性。

2.1.1 模件化设计方法源于自然万物生长的启示

自然界系统具有模件化的特征。大自然中物体及其形态的法则是通过复制并组合大批量的、可互换的、标准化的模件单元来构成形态,整体规模的大小与其所含模件单元的数量联动,而且模件单元的尺寸并非绝对精确。例如一株茂盛大树上的一万片叶子看起来全都十分相似,但是仔细比较会发现它们中没有两片是完全一致的。分形与自相似性的法则作为模件化的表现形态广泛存在于自然中。

2.1.2 模件化是中国传统工艺生产的组织法则

德国历史学家Lothar^[5]首次提出了中国传统艺术文化中关于模件(module)的概念,并对中国传统造物活动思维进行理性的总结,即“中国人发明了以标准化的零件组装物品的生产体系;零件可以大量预制,并且能以不同的组合方式迅速装配在一起,从而用有限的常备构件创造出变化无穷的单元;这些构件被称为模件。”模件化的设计思想影响了中国的汉字、瓷器、青铜器、建筑、印刷文字等多个领域,通过标准构件单元(模件)的组合与置换形成无穷的有机整体,并呈现出一定的开放性、高效性及普遍适用性。从《芥子园画传》中可以看出:竹之干枝的画法是将相似的若干竹枝进行复制、变异、组合,即可生产出无穷无尽种截然不同的画作。

2.2 模块化设计的结构秩序

结构秩序是模件化设计的启动和生成框架。“结构秩序”本身没有可见的物质形态,它指的是系统整体中的“关系”,这些各种尺度的关系搭建起一个设计方案的启动和生成框架,并成为一空间形态的本质属性,有时被解读为“轴线”,有时被解读为“空间结构”“网格”等学术术语。实际上,“结构秩序”是建筑与城市设计方案的启动和生成的框架,是各种空间关系的集合体。假设在一个虚拟的城市中,由完全一致的多个建筑单体模件按照3种不同的结构秩序组合成为城市的街区,则呈现出的是3种完全不同的城市形态(图4)。结构秩序作为模件化设计的启动和生成框架,决定了整体形态的本质属性。

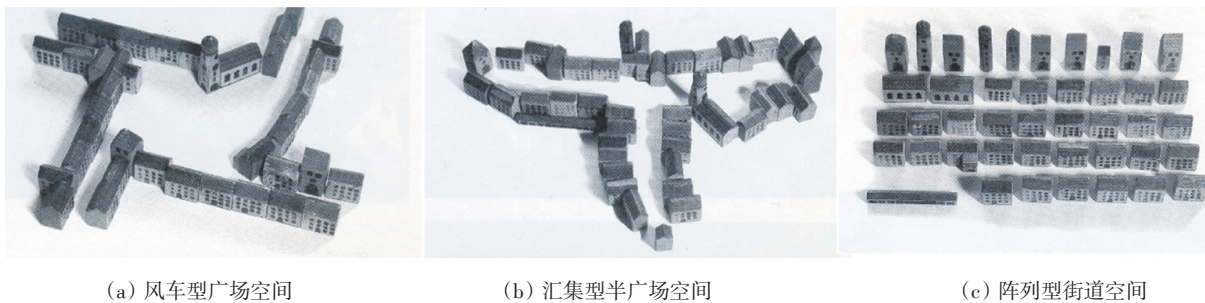


图4 结构秩序作为启动和生成框架

Fig. 4 Structural order as a framework for starting and generating

2.3 模块化设计中基本模件单元的创建

典型模件单元的建构是模件化设计中关键的步骤和模件化组织的起点。模件单元具有独立性,其本身可以承担一定的空间功能;具有可组合性,通过各种基本模件单元的组合而形成更大尺度的标准单元;具有典型性,可以通过复制而实现整体规模的增加;具有空间的通用性,通过局部的变异而适应新的使用功能。以一个合院型建筑模件单元为例,首先根据任务需求设置多个尺寸的建筑轮廓,然后去除中心部位的不利空间,形成内庭院和屋顶绿化,该模件单元具有灵活性和适应性(图5)。

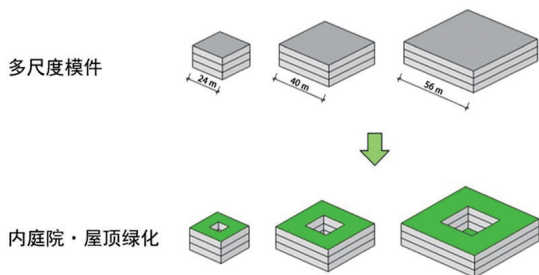


图5 模件单元

Fig. 5 Module unit

2.4 模件化设计中的同构异型组合

“复制”是大自然赖以生产有机体的方法,同构异型是自然界呈现的状态。任何事物都不是凭空创造的,而是每一个被复制并变异的单元都稳固地排列在其被复制模板和以其作为模板的后继者之间的无尽序列之中。在相同的“结构秩序”下,替换相同等级的“模件单元”并不会影响方案的本质,而可以增加空间形态的多样性、丰富性,创造自由的形态。

德国博物学家Haeckel^[6]用插画来展现自然的秩序美和组织法则下的艺术形态(图6),可以看到,重复和自相似性的母题反复出现,这种重复并非是机械的,而

是展现出自然界中动植物的秩序之美。Bentley一生致力于雪花的研究,拍摄了5000多张雪花的显微照片,均呈现出模件化的规律与差别,他提到“每一颗都是一幅设计杰作,没有任何一颗是重复的”^[7](图7)。

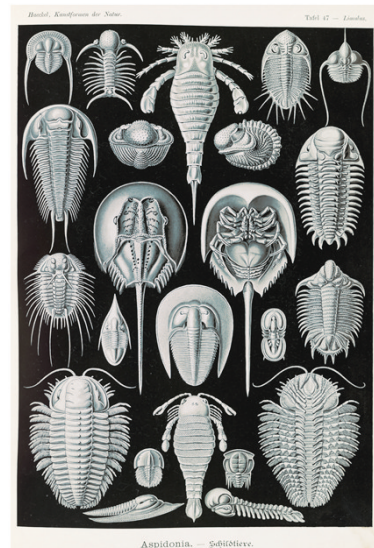


图6 Haeckel绘制的硬甲动物类型

Fig. 6 Hard-shelled animal types, drawn by Haeckel

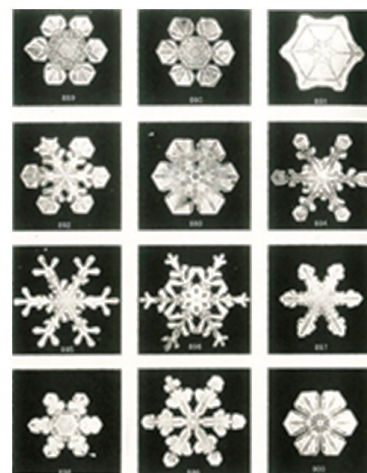


图7 Bentley利拍摄的雪花类型

Fig. 7 Snowflake types photographed by Bentley

在模件单元的基础上,对其进行同构异型的组合,源于3种不同尺度的建筑模件单元通过同构异型的多样化组合,形成若干满足各种不同使用要求的大尺度层级的单元,成为可以弹性生长的建筑空间(图8)。

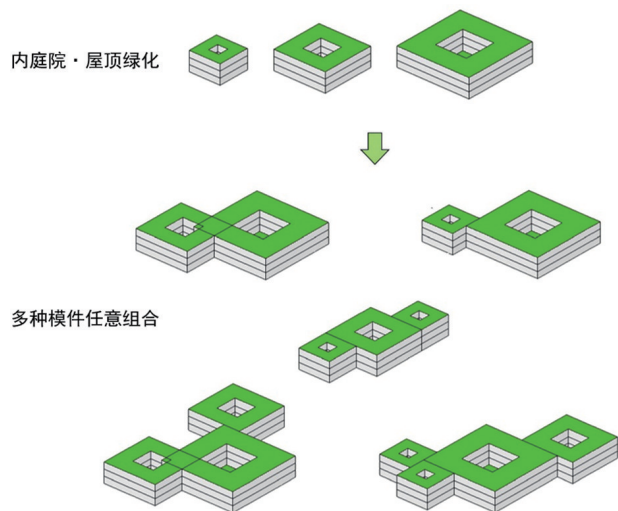


图8 模件单元的同构异型
Fig. 8 Isomorphism from module unit

2.5 模件化设计各尺度的层级性

包括建筑与城市设计在内的任何复杂系统,都由

若干具有特定子功能的单元构成,这些相对独立的部件单元服务于总体功能,因而每一单元的设计可独立于其他的单元进行,并且这种系统的分解方式可以持续向更小尺度进行。由相互联系的子系统组成的系统,每个子系统在结构上又是层级式的,直至达到某个基本系统的最低层次,最终形成具有层级结构的系统。

美国建筑学者克里 Alexander^[8]理论中体现出了创造有机整体的思维方式,《模式语言》中总结了253种从区域到家具各个尺度的模式,每一种模式都可用于完善其上一尺度层面的模式,而其自身也可通过下一尺度层面的模式得到充实。Alexander强调,没有一种模式是“孤立的个体”,任何一种模式只有得到其他模式(它所存在于的较大规模的模式、周围同等规模的模式、所包含的较小的规模的模式)的支持才能存在,它们相互依存。Alexander^[9]提炼出自然界具有生命力的整体的15种深层结构秩序,并提出了有助于创造融于自然的、有生命的设计方案的标准原型:一个“好”的“中心”将强化在其周围的另一些“中心”。既有的“中心”将被新增加的中心强化,最终的结果是形成一个连续的、层次分明的“中心”的集合,这些集合的“中心”在各个层次上被整合并得以相互加强(图9)。

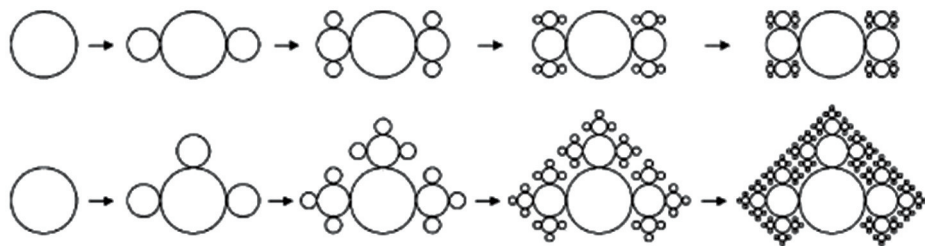


图9 由不同层级之上的中心组成的整体
Fig. 9 A whole body consisting of centers in different levels

3 聚集策略下模件化设计方法应用案例

2007—2018年,崔彤团队完成了中国科学院大学雁栖湖校区、中国科学院青岛科教园区、中国科学院大学杭州高等研究院3个科教园区的规划和设计。3个案例均具有城市之中、山水之间的场地特质,为充分发挥这种特质的优势,设计方案采用模件化作为聚集的方法进行设计,以创造高效、创新、有机的科教园区。在建筑与自然的平衡体系中,模件化的设计方案化解了建筑与自然之间的冲突,在“共存”和“共栖”中,重新确定自然与人工之间相互依赖、相互作用的能力,重新建

立与自然的对话和交流关系,努力实现环境对建筑的作用力以及建筑对环境的反作用力,进而达到共生和谐的同一体。3个案例历经10余年的持续探索,完成了对模件化设计方法的传承、延续和演变。

3.1 聚·园——中国科学院大学雁栖湖校区(2007—2014年)

中国科学院大学雁栖湖校区位于北京市怀柔区云都山麓,长城脚下、雁栖湖畔(图10),中国科学院大学共设有39个一级学科博士点,54个一级学科硕士点,聚集了360多位中国科学院院士,5万多名在校博士和硕士研究生。



图 10 中国科学院大学北京怀柔校区与自然环境关系示意
Fig. 10 Three campuses of Chinese Academy of Sciences in Huairou, Beijing

3.1.1 结构秩序

中国科学院大学的北京怀柔校区场地被城市道路切割成中心对称的两个地块。设计之初要确立整体的空间结构秩序,以作为规划方案启动和生成的框架。将两部分地块相互交叠的几何部分作为规划的结构中

心,形成了贯穿东西的结构主轴,结构主轴结合和其周边的空间,形成了复合空间主轴;在复合空间主轴的统摄下,次轴线顺应两块场地形态分别向南北两侧延展,拟定了两侧地块的结构秩序;进而再以次轴线为依据,在其两侧组织下一个尺度的建筑院落组团(图 11)。

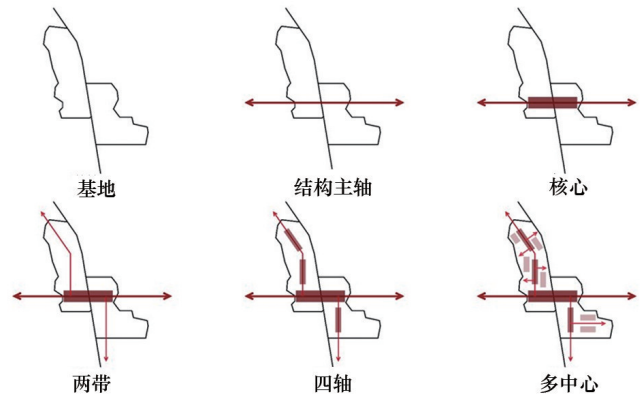


图 11 中国科学院大学北京校区结构秩序
Fig. 11 Structure order of Beijing campus

3.1.2 单元、组合与层级。

在“学科扩展”“学科交汇”策略的指导下,传统大学校园的教学科研楼设计经历了“一系一楼”“合院式学院”“科研办公功能合一的“整体式教学楼”阶段,崔彤团队设计的“风车式学园”则顺应了“学科共享与融合”的趋势,加强了学科和学者之间“聚”的趋势,增加了科学聚集、融合、交叉等多个功能和形态交叠区域(图 12)。

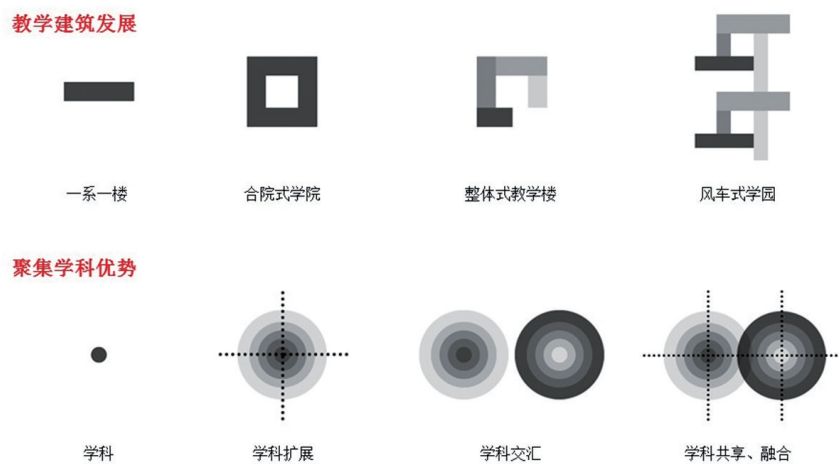


图 12 教学楼演变与学科交融
Fig. 12 Evolution of teaching building and integration of various disciplines

“风车式学园”单元由“一”字形和“口”字形单元构成,兼具了两种建筑单元的基本属性,并分别与这两种类型的单元进行多样化组合,进而再次组成更高尺度多层级的建筑单元,衍生了种类多样的类型,通过对这

些不同类型的选取可以获得功能和地形的适应性。同时,随着时间发展和使用功能需求的演变,“风车式学园”模件单元的空间形态可通过复制而实现弹性生长(图13)。

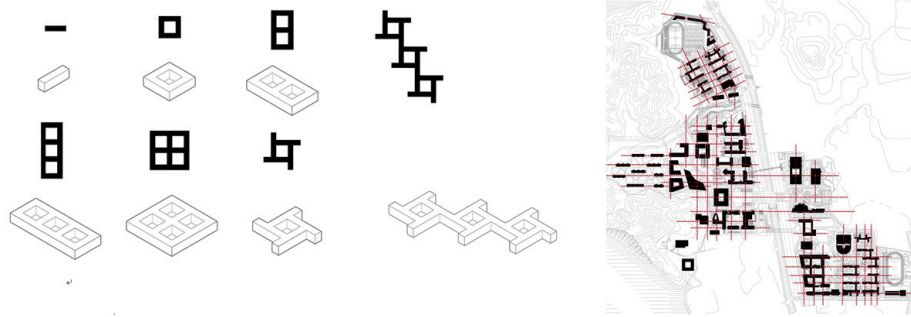


图13 模件单元与多样化组合

Fig. 13 Module unit and diversified combination

3.2 聚·岛——中国科学院青岛科教园区(2015至今)

中国科学院青岛科教园区位于古镇口西海岸新区中部地带,是一个海边的国家科研教学机构,由中国科学院8个涉海研究所聚集而成,形成了无围墙的研究所。校园场地位于海洋文明辐射下的山海之间,这所学、研、产相结合的园区集科学园、校园、博览园、大学公园于一体,为科学家们提供了可以学科共享的科学实验平台及大科学装置(图14)。



图14 中国科学院大学青岛校区与自然环境关系示意

Fig. 14 Relationship between Chinese Academy of Sciences in Qingdao and natural environment

3.2.1 结构秩序

场地的规划形成了中心结构轴控制下的“冲流”群岛,中部的“中央绿轴场域”融贯海陆,作为中心将能量聚集在一起,贯穿在山海之间的超尺度秩序轴赋予了科教园区具有时空广度的空间结构;“中央绿轴场域”南北两侧的两条“中心平行结构”辅助轴线与主轴平行、重叠并置,形成了东西向的复合轴线(图15)。

3.2.2 单元、组合与层级

在结构秩序框架下,各个科教组团形成了犹如海水冲刷下的群岛聚集状态(图16)。

首先,根据不同的功能需求设计了不同尺度的“空间单元模件”,例如:小型独立实验室、大型开放实验室、科研办公、辅助功能等,成为第一层级模件。

其次,第一层级模件中的空间单元再次组合,成为具有建筑体量的二级模件。

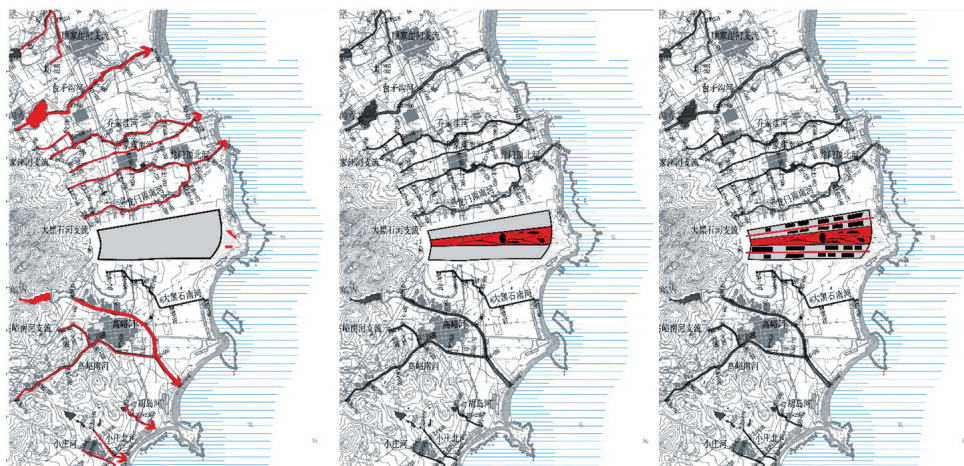
再次,二级模件进行组合,形成具有空间中心的围合式院落,作为第三层级模件,一个“小岛”的意象便基本形成(图17)^[10]。

最后,各类“小岛”之间自由组合便形成了“群岛”(图18)^[10]。

相似的基本“空间单元模件”在不同层级的同构异型组合下,形成了由小尺度模件层层组合、变异而成的中尺度建筑、大尺度组团,呈现顺势而为的自由形态。

3.3 聚·脉——中国科学院大学杭州高等研究院(2017至今)

中国科学院大学杭州高等研究院位于杭州富春江



(a) 山海之间的超尺度秩序 (b) 主结构秩序:中央绿轴场域 (c) 辅助结构秩序:中心平行结构

图 15 青岛校园结构秩序

Fig. 15 Structure order of Qingdao campus

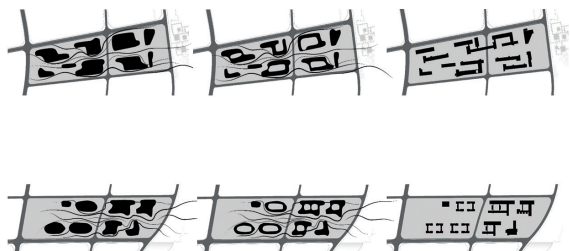


图 16 建筑“群岛”的形成过程

Fig. 16 Formation of architectural "archipelago"

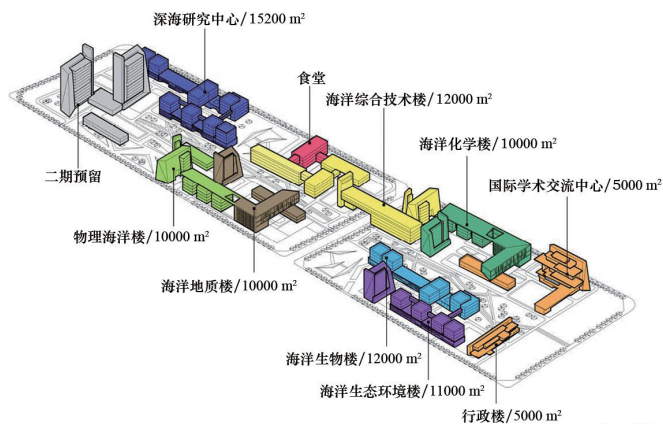


图 18 由“小岛”组成“群岛”^[10]

Fig. 18 "Archipelago" consisting of "small islands"

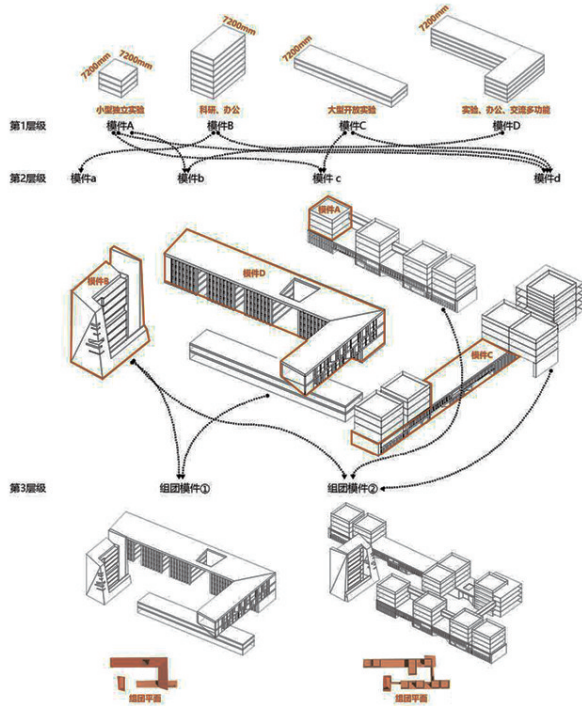


图 17 建筑组团的多层级组合^[10]

Fig. 17 Multilayer combination of building groups

旁,整个园区的用地围绕山水之间呈线性布局,其中东南侧长方形地块规模较大,成为杭州校区的主体,承担了学、研、产3种主体功能(图19)。



图 19 中国科学院大学杭州校区与自然环境关系示意

Fig. 19 Relationship between Chinese Academy of Sciences in Hangzhou and natural environment

3.3.1 结构秩序

杭州校园将城市水系引入场地,整体结构秩序首先借由水系将方形场地一分为二;其次在此基础上强

化对场地的纵向划分;再次,添加横向轴线与纵轴相交形成场地中心;最后,细化四个象限中的功能区块,最终形成校园的结构秩序(图20)。

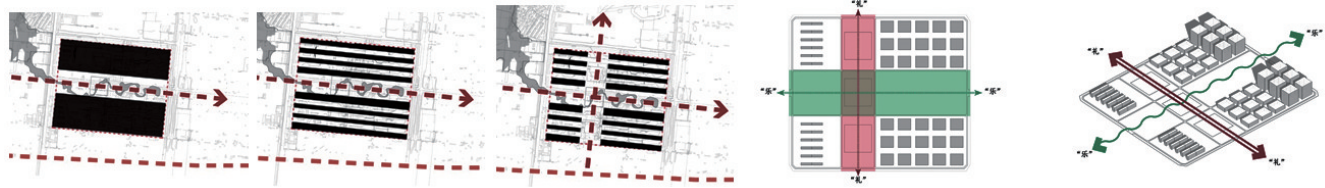


图20 杭州校园结构秩序的形成过程
Fig. 20 Structure order of Hangzhou campus

3.3.2 单元、组合与层级

整体园区形成了中心结构秩序控制下的链式结构单元,链式结构单元是对第一代“一系一楼”批判性继承的同时,吸收了“整体式教学楼”特点,并迭代了国科大已有的“整体学园”生发出“链式脉系”。在复合的链式结构单元上,布局了关联性学科群,形成连续生长的脉系。“多院系集成”的学科群“科学共同体”,将教学、研究、实验、工作室、产业等多种模块并置为复合式综合体,同时动态衍生出多个教育单元(图21)。

成了如同在大地经络作用下的脉络结构。每一条建筑链条看起来都相似,但绝无雷同,就像树上的树叶、树枝每一个都很相似,却绝对没有完全一致的,这就是自然生长的秩序(图22)。

建筑模块单元在复制和变异的同时,沿着链式的结构持续生长,呈现出如同树木的生长过程一样的分形相似的状态。教学、科研及产业创新等功能分区的划分也在理性的范畴内尽量避免刻意的人工划分,而是让他们的功能与空间自然而然的生长出来。在相似的单元进行同构异型的、多尺度层级的组合过程中,形

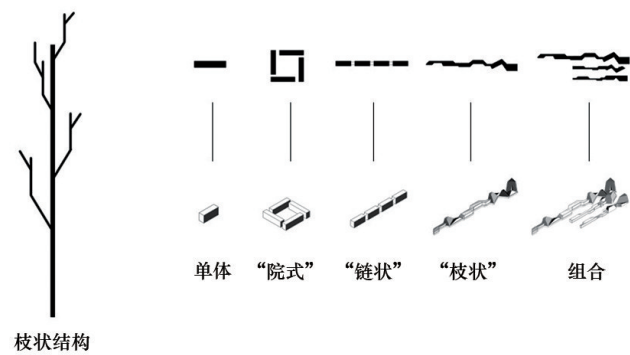
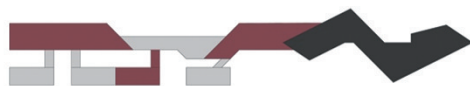


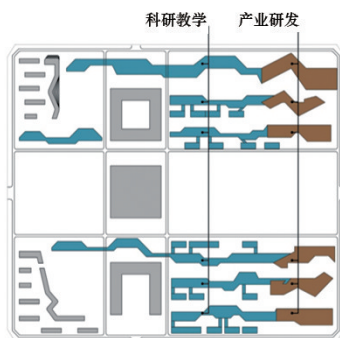
图21 链式结构单元
Fig. 21 Module unit



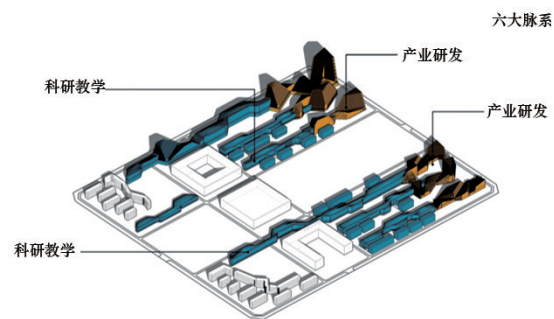
(a) 链式模块单元一



(b) 链式模块单元二



(c) 链式模块单元组合的平面示意



(d) 链式模块单元组合的轴测效果

图22 模块单元与多样化组合
Fig. 22 Module Unit and Diversified Combination

3.3.3 自然山水与人造山水

杭州独特的山水景象孕育了“富春山居图”，是诗意的自然。近代人类的“文明”不断地破坏着“自然的文化”，场地中的山体已被开采行为变成了改造的自然。如何在“残破的自然”中恢复“自然的秩序”并重构“诗意的山水”是杭州园区设计过程所表达的态度。是在尊重自然的前提下，以人类力量所能企及的程度，以模仿自然的秩序去人造第二自然，也为科学家和科学探索的行为营造一个诗意的科学山谷(图23)。

古·杭州



今·杭州

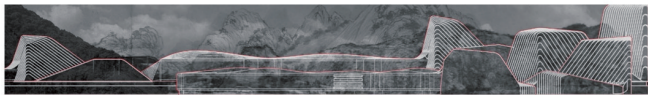


图23 杭州山水的演变

Fig. 23 Evolution of Landscape in Hangzhou

1993年，吴良镛在钱学森主持召开的“山水城市讨论会”中提倡由城市山水建筑所构成的城市景观，应建立在现代生活基础上的创造，应该“抽象继承”自然山水的美学规律，“迁想妙得”地创造新的形式。”模块化设计方法来自自然的启示，从自然山水和树木的结构秩序出发，创造性地为建筑功能空间建构生长演变的逻辑，从而顺势演化成为自然山水的形态。借由抽象秩序去生成形态，是从内在秩序出发的仿生，而并非是形态上的描摹自然，所得到的设计方案既是设计成果的创新，也是设计方法的创新(图24)。

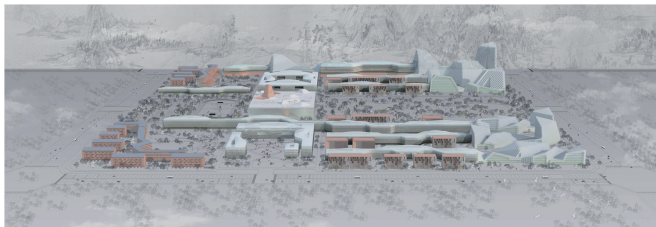


图24 校园整体效果

Fig. 24 The whole campus

4 结论

基于对自然现象的发现和对其原理解析，提出了聚集的设计策略，以中国科学院大学3个校区为例，具体阐述了聚集策略指导下的模块化建筑设计方法，得出以下结论。

1) 从植物、动物到人类，自然界中普遍存在着聚集现象，聚集产生的规模化效应创造了自然界中的有机整体，并带来效率提升和“涌现”现象，创新源于聚集。城市是以人为主体的聚集现象，具有其内在秩序，处于建筑与城市中间尺度的科教园区，是从属于城市系统的子系统，其设计方法具有重要的研究价值。

2) 模块化的聚集方法源于对自然现象的观察和解读，并与中国传统工艺生产息息相关，因而具有应用价值和普遍意义。该方法强调结构秩序作为启动和生成框架，并以基本模件单元的创建作为设计的起点，通过同构异型的多样化组合和不同尺度上的层级建构，形成系统化的整体。

3) 聚集策略下的模块化设计方法在中国科学院大学3个科教园区规划设计中的应用，所取得的成果具有示范意义。整体结构秩序在场地文脉下理性规划而成，基本模件单元通过对功能空间的创新解读而创建，在多层级的结构秩序下，将建筑空间从小尺度到大尺度有机地组织形成整体园区，并加以系统优化，最终呈现出整体性、多样性和灵活性。此外，源于自然启示的模块化聚集方法，可以导向“类自然”的设计效果。

参考文献(References)

- [1] 戈峰. 现代生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2002
Ge Feng. Modern Ecology[M]. Beijing: Science Press, 2002
- [2] 吴良镛. 人居环境科学导论[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001
Wu Liangyong. Introduction to sciences of human settlements [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2001
- [3] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论[J]. 自然杂志, 1990(1): 3-10, 64.
Qian Xuesen, Yu Jingyuan, Dai Ruwei. A new field of science: Open complex giant system and its methodology[J]. Nature magazine, 1990(1): 3-10, 64.
- [4] West G. The universal laws of growth, innovation, sustainability and the pace of life in organisms, cities, economies, and

- companies[M]. London: Penguin Books, 2018.
- [5] Lothar L. Ten thousand things: Module and mass production in Chinese art[M]. New Jersey: Princeton University Press, 1998.
- [6] Haeckel E. Art forms of nature[M]. New York: Dover Publications, 1974.
- [7] 斯蒂芬·基兰, 詹姆斯·廷伯莱克. 再造建筑[M]. 何清华, 祝迪飞, 谢琳琳, 等, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- Stephen Kieran, James Timberlake. Refabricating Architecture [M]. He Qinghua, Zhu Difei, Xie Linlin, et al, trans. Beijing: China Architecture & Building Press, 2009
- [8] Alexander C, Ishikawa S, Silverstein M. A pattern language: Towns, buildings, construction[M]. London: Oxford University Press, 1977.
- [9] Alexander C. The nature of order: An essay on the art of building and the nature of the universe, Book 1: The phenomenon of life[M]. Berkeley: The Center for Environmental Structure, 2002
- [10] 杨光. 建筑的模件化策略及设计方法研究[D]. 北京: 中国科学院大学建筑研究与设计中心, 2017.
- Yang Guang. A Study modular strategies and methods in architecture design[D]. Beijing: Center of Architecture Research and Design, University of Chinese Academy of Sciences, 2017.

Modular design method and applications with aggregation strategy: With the campus of Chinese Academy of Sciences as an example

CUI Tong^{1,2}, WANG Yijun¹

1. Center of Architecture Research and Design, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China
2. Institute of Architecture Design and Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100086, China

Abstract In recent years, the functions of universities have gradually changed from the "basic education" to "research-oriented training", and the Chinese Academy of Sciences has vigorously advocated the combination of the "Production-Learning-Research" and the "Integration of Research and Education". Starting from the idea "aggregation" in nature, this paper analyses the goal of the "aggregation", and puts forward the architectural design method with the strategy of "aggregation" based on the "modularization" of imitating nature and the traditional Chinese craft production. The design method emphasizes the importance of the structural order in planning and design as the generating framework. The construction of the modular units is the starting point of the design organization, and the modular units form diversified combinations of isomorphic and heterogeneous forms on the basis of the structural order. Finally, different scale levels are formed. This paper takes the campuses of the University of Chinese Academy of Sciences in three cities as an example to analyze and demonstrate the advantages of the "modularized aggregation" method in creating a "scientific community". The three cases also show the diachronic inheritance, continuation and evolution of the design method.

Keywords aggregation; modularized; campus planning and design; research-oriented university ●



(责任编辑 卫夏雯)