

# 国内大学校园的规划布局量形数据集构建及应用

汪瑜娇<sup>1</sup>, 陈宇龙<sup>2</sup>, 唐芃<sup>3,\*</sup>

1. 东南大学建筑学院, 南京 2100000  
E-mail: [230238024@seu.edu.cn](mailto:230238024@seu.edu.cn)

2. 东南大学建筑设计研究院有限公司, 南京 2100000  
E-mail: [skadeshat@gmail.com](mailto:skadeshat@gmail.com)

3. 东南大学建筑学院, 城市与建筑遗产保护教育部重点实验室, 南京 2100000  
E-mail: [tangpeng@seu.edu.cn](mailto:tangpeng@seu.edu.cn)

**摘要:** 当下中国大学校园建设规模庞大、功能复杂, 大学校园的规划设计需充分考虑建设指标、城市环境及校园形态设计要求, 综合决策校园的功能、体量、布局等。面对大量建设的需求和复杂的设计要求, 大学校园规划工作流程的清晰化、高效化亟需实现。本研究提出一种用于描述校园规划阶段多层级的建设信息的数据集, 尝试辅助一般的大学校园规划的初期建设量规划和量形统筹问题。首先, 以功能分区作为校园规划阶段量形交互的媒介, 构建了“校园—分区—建筑列表—建筑”的数据结构; 其次, 通过解析一般工作方法和校园建设规范, 程序化转译建设量配置的过程, 由预定义的规范和建设目标快速计算各项指标填充数据集, 并将数据转化为用地和建筑的三维模型呈现。在该方法基础上设计人机交互界面, 提供快速计算校园建设信息、调节建筑和用地指标并实时三维的交互工具。最后, 基于一项生成的校园数据集实例, 利用二次分配的生成算法生成了一系列规则限定的结果。实验表明, 本研究形成的校园数据集构建方法具有准确性、高效性, 能够为校园规划后续布局设计或生成的提供可靠的基础。

**关键词:** 大学校园规划; 量形转化; 数据驱动; 人机交互

## Construction and Application of Index and Form Dataset for Chinese Domestic University Campuses layout

Yujiao Wang<sup>1</sup>, Yulong Chen<sup>2</sup>, Peng Tang<sup>3,\*</sup>

1. School of Architecture, Southeast University, Nanjing 2100000  
E-mail: [230238024@seu.edu.cn](mailto:230238024@seu.edu.cn)

2. Southeast University Architectural Design & Research Institute Co., Nanjing 2100000

3. School of Architecture, Southeast University; Key Laboratory of Urban and Architectural Heritage Conservation, Ministry of Education, Nanjing 2100000  
E-mail: [tangpeng@seu.edu.cn](mailto:tangpeng@seu.edu.cn)

**Abstract:** The current construction of Chinese university campuses exhibits immense scale with intricate functions, necessitating meticulous consideration of various factors during the planning phase. Comprehensive decision-making is crucial in determining the campus's functions, scale, and layout, integrating construction indicators, urban context, and morphological design requirements. Thus, there is an urgent need to streamline and enhance the efficiency of the campus planning workflow. To address these challenges, this study introduces a structured campus dataset tailored for capturing multi-level construction information, to support the initial stages of construction volume planning and the integration of index and form considerations. First, a hierarchical data structure, spanning from the overall campus level down to individual buildings is developed with functional zones as the media between index and form. By analyzing established work methods and adhering to campus construction specifications, the dataset is populated with metrics calculated based on predefined standards and construction demands. These data are then translated into three-dimensional models, representing both land use and building configurations. The visual representation facilitates decision-making and communication. Furthermore, a user-friendly human-computer interaction interface is designed to enhance the usability of the dataset. A case study is conducted using a generated campus dataset and MQP is employed to generate a range of rule-based outcomes. Experimental results demonstrate the accuracy and efficiency of the dataset construction method, highlighting its potential to provide a solid foundation for subsequent layout design or generation in campus planning.

**Keywords:** Campus Planning; Index-form transformation; data-driven; human-computer interaction

## 1 前言

发展高等教育对于提高国家综合实力具有重要意义，分类建设一批世界一流高等学校、加快发展现代职业教育、集中力量建成一批中国特色高水平职业院校和专业的重要目标<sup>1</sup>。自二十世纪末期的高等教育扩招决策以来，高等教育规模不断扩大，近年来高校扩招趋势仍有增不减<sup>2</sup>。教育扩招伴随着校园建设量增加，现有高校扩建新校区、地方大量新建高等院校和职业技术学校<sup>3</sup>。新建大学校园呈现校园规模的巨型化趋势，要求校园与城市功能接轨以满足高校的功能复合、科研成果转化和产业接轨的需求<sup>[1]</sup>。

当前的大学校园规划面临着规模扩大、学科多样化、生态节能、面向城市开放以及适应不断更新的教育需求和教学模式等多种挑战<sup>[2,3]</sup>，同时现行规范在校园的规模、功能、建设量和用地量配置等方面的要求逐渐精细化，对紧凑布局、节约用地提出要求。设计师需要在大学校园的规划初期阶段，充分考虑场地条件、建设需求、遵循现行规范、权衡各方利益，通过量与形的互动对功能、体量进行综合决策，并根据实际布局可能性做出反馈调整，从而确定最终的建设指标。为了解决传统的设计流程中常常经历反复、繁琐的计算和布局尝试，以及存在依赖主观经验、缺乏准确性和高效性的问题，本文通过数字化的手段建构数据集和计算模型，从而辅助设计师清晰、高效地实现量形规划，专注于创造性工作。

### 1.1 现代大学校园规划研究

现代大学校园规划可以追溯到Thomas Jefferson的弗吉尼亚大学规划，至1963年，校园规划研究学者理查德·道伯系将大学校园规划确立为一门学科，系统性地归纳了校园规划的基本原理。二战以后大学校园大量建设，校园尺度迅速扩大、汽车日益盛行改变了原有的校园规划模式，国外针对大学校园规划的研究以案例研究和对比研究为主要方法，更多地关注单体建筑、公共空间、景观设计等<sup>[4]</sup>。国内大学校园规划研究则起步较晚，在二十世纪末高校扩招背景下大学建设的热潮下，涌现了大量基于建设经验和案例的方法研究<sup>[5]</sup>，总结大学校园在总体布局、道路交通布局、景观生态系统等方面的设计方法，同时也为规范的制定提供指导意义。

随着多学科交叉和数据分析方法的多样化，量化的方法被引入到大学校园布局设计研究中。其中，Xu (2012)通过100个国内大学校园案例的分析总结道路结构类型和各级道路要求，并通过调研五所典型大学校园道路机动车通行速度情况，提出为保证校园交通安全的道路布局要求<sup>[6]</sup>。杨琳琳等 (2014)采用量化方法总结大学校园建成案例，较为全面地分析了大学校园的空间类型及用地分类，总结每种用地的布局形式并量化地分析用地结构，总结出适合我国的大学校园布局模式<sup>[7]</sup>。Deng等 (2016)利用数学模型对多种组团式建筑布局对校园集约化的影响，设置建筑的进深、层数、容积率作为变量，量化地分析使得集约化程度最高的布局方式<sup>[8]</sup>。应用量化方法针对建成空间的分析，对于指导新的校园规划设计提供了一定的科学依据。

已有研究主要基于经验和案例提出校园规划策略以及针对建成空间的量化分析方法，较少涵盖支持大学校园规划设计的方法和工具。在城市设计层面，数字化介入形态的描述、生成已有广泛的应用，帮助解明建筑设计的黑箱、寻求最优的解决方案和提高工作效率。本研究针对国内城市化的大学校园，提出一种应用于规划初期阶段量形布局的框架，将多层级的校园建设信息描述为结构化的数据集，提高应用于校园布局的数字模型。在该方法基础上设计人机交互界面，提供快速计算校园建设信息、调节建筑和用地指标并实时三维的交互工具。

## 2 校园建设量规划特点和数据结构

### 2.1 城市化校园的特点

在总体建设规模方面，九十年代以前国内大学校园建设规模差异较大，而新建的校区规模趋向均衡。本世纪以来新建校园规模发现，新建城市型校园生均占地面积多控制在50~80 m<sup>2</sup>之间，校园总体面积多分布在100~250 hm<sup>2</sup><sup>[1]</sup>。

在布局方式上，采用功能分区布局是我国大学规划的重要特征之一<sup>[9]</sup>。早期大学规模较小，多以学院为单位、各项功能混合；随着20世纪80年代校园规模扩大和相关理论的发展，采用公共系统布局代替按系科分布的模式成为主要趋势<sup>[1]</sup>。在各项功能中，教学、运动和生活类功能组成了大学校园的基本骨架<sup>[3]</sup>，校城融合的发展模式下，新建城市校园丰富了科技产业、对外交流等功能（图1）。在大学校园的总体规划的实施中，分区通常作为量形转化的媒介：经过合理的建设量规划，由包含一项或多项建设项目的分区承载建设指标和用地信息，参与到场地布局中。

<sup>1</sup> 《中国教育现代化2035》（2019）

<sup>2</sup> 《2021全国教育事业统计公报》

<sup>3</sup> 教育部前瞻产业研究院

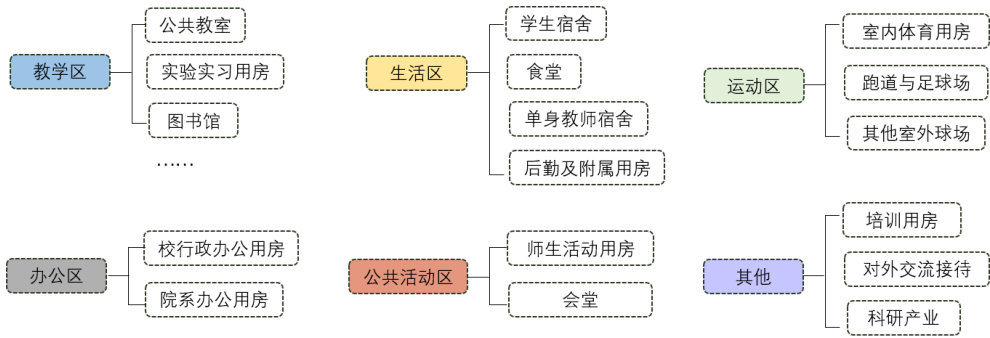


图1 一种常规的功能分区方式

## 2.2 校园规划数据结构

城市类型学提供了城市形态认知的方法：在康泽恩提出的街道-地块-建筑基础上，克罗普夫区分各层级的“空余空间”，表达了横向和纵向上空间原元素的关系，将城市形态中的要素划分为“城市肌理-单一肌理-地块序列与街道-地块-建筑-房间”的组合层级结构<sup>[10]</sup>。这种层级结构划分方法为后续的城市建模和形态量化研究提供了理论基础<sup>[11]</sup>。而当前规模较大的大学校园呈现城市化倾向，现代城市设计中的许多概念、原则和方法被应用于大学校园规划设计，在处理校园规划建设中的建筑环境问题表现出良好的适应性<sup>[12]</sup>。大学校园的规划设计可以看作一种特殊的片区级城市设计，具有相似的层级结构。结合校园规划的实际需要，大学校园可以被划分为功能分区、道路及其他开敞空间；其中，功能分区内包含建筑和场地，而建筑又包括一项或多项校舍项目，具有不同的指标要求。

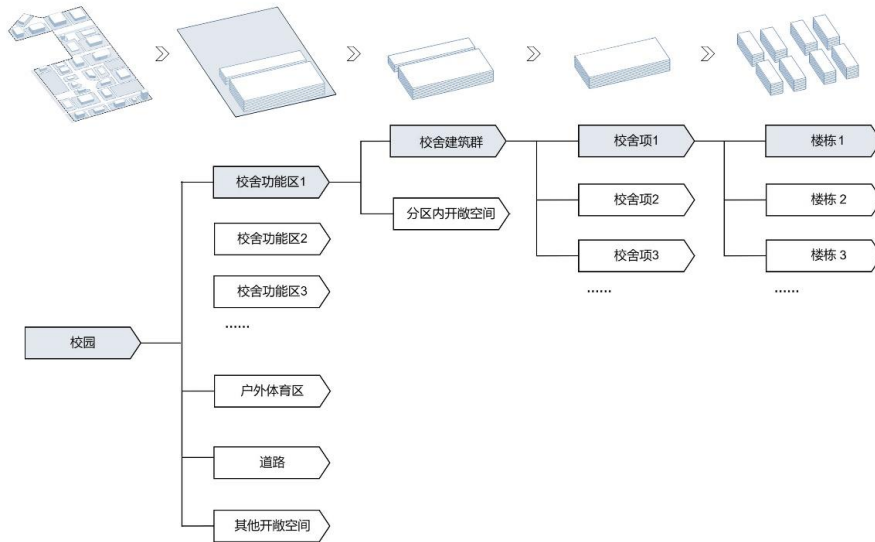


图2 层级数据结构

基于面向对象的C#语言构程序模型，根据层级划分利用Campus、Road、Zone、BuildingList以及Building类存储和表述不同层级空间元素的信息（图3）。Campus类包含名称、类型属性和学生数、校园面积、总建筑面积、容积率等校园总体指标，以及必配、选配校舍项目的BuildingList，和功能分区Zone的列表；同时具备操作各层级间数据分配和传递的方法。Zone类用于表述单一功能分区，包括包含建筑列表的校舍分区和建筑列表为空的户外体育区，具有分区面积、容积率、建筑面积等属性。在布局中，单一功能的分区可以划分为多个面积不等的子分区分散布局，另外增加ZoneVar类表示布局中的分区单元变量，其中包含的建筑面积等指标按照用地面积占比分配。而Road类用于表述道路属性，分为原始输入的固定道路和存在一定可变范围、参与布局的设计道路。BuildingList类存储一系列校舍项目列表，用于承接原始输入的必配、选配校舍项目，以及表述一个功能分区的所有建筑，具备统计总体指标和增删校舍项目的方法。Building类则代表具体的一项校舍项目，存储建筑面积、层数、密度等各种建筑指标和所属分区等属性。

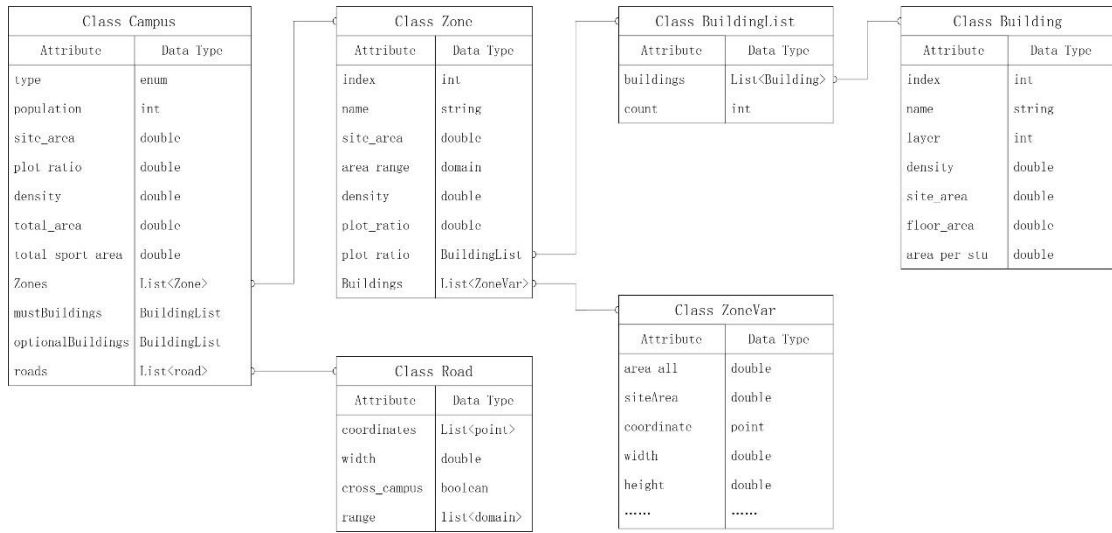


图 3 程序模型框架

### 3 规则提取和转译

#### 3.1 规范规则提取

现行规范按照5000、10000、20000学生数将高等教育院校划分为小型、中型、大型、特大型四等（表 1），按照院系比例又分为理工、农林、医药等10个类别；明确了各级规模、各类型学校中，办学规模（学生人数）和建筑指标、用地指标要求的关系（表 2），并指定了必配的校舍项目以及对应的建设规模要求(表 3)。另外，根据研究生、留学生以及相关人员规模，需要按照生均指标增加补助校舍面积；在此基础上可以增加其他选配项目及远期建设项目。地方规范对建筑指标提出进一步的要求：例如，江苏省依据集中紧凑的建设目标，要求在不影响使用功能的前提下适当提高建筑层数和建筑覆盖率，对各类建筑平均层数、建筑密度做出要求。按照高校类型建设规模规定相应的校园总用地、体育建设用地、校舍建设用地的人均面积的额定标准（表4）。

表1 校园规模分级标准（表格来源：建筑设计资料集 第4分册）

分类	面积（公顷）	学生人数
小型校园	30	≤5000
中型校园	30-60	5001-10000
大型校园	60-120	10001-20000

表 2 建筑面积生均总指标综合大学示例（单位：m<sup>2</sup>/生）（表格来源：《普通高等学校建筑面积指标》（2018））

学校类别	1	2	3	学校类别	1	2	3
综合大学(1)	28.00	26.61	24.96	综合大学(2)	29.35	27.76	25.99
师范、民族院校	28.28	26.80	25.03	财经、政法院校	23.94	23.07	21.80
理工院校	30.10	28.40	26.60	外语院校	24.58	23.71	22.44
农林院校	29.99	28.29	26.49	体育院校	33.95	31.86	30.21
医药院校	29.87	28.47	27.20	艺术院校	42.80	38.26	36.86

注：1、2、3对应三级规模，体育院校分级为3000、5000、8000；艺术院校规模分级为2000、5000、8000；其余均为5000、10000、20000（单位：人），具体数值根据规模按插值法计算。

表3必配校舍建筑面积生均总指标综合大学示例（表格来源：《普通高等学校建筑面积指标》（2018））

校舍项目	1	2	3	校舍项目	1	2	3
教室	2.83	2.83	2.83	师生活动用房	0.40	0.35	0.30
实验实习用房	5.43	4.63	4.00	会堂	0.36	0.3	0.24
图书馆	2.02	1.74	1.54	学生宿舍	10	10	10
室内体育用房	1.11	1.37	1.05	食堂	1.30	1.25	1.20
校行政办公用房	0.80	0.70	0.60	单身教师宿舍	0.50	0.40	0.40

院系及教师办公用房	1.31	1.27	1.23	后勤及附属用房	1.94	1.77	1.57
-----------	------	------	------	---------	------	------	------

学校类别：综合大学（1）（文法类60%、理工类40%）（单位：m<sup>2</sup>/生）  
 注：1、2、3对应规模分级为5000、10000、20000人，具体数值根据规模按插值法计算。

表4 高等教育用地额定标准示例（表格来源：江苏省建设用地指标（2022年版））（单位：m<sup>2</sup>/生）

学校类型	总用地面积	校舍用地面积
综合一类、综合二类、师范类、财经、政法、管理类、外语类	45	51
工业类、农林、医药类	48	53
体育类、艺术类	55	61

### 3.2 基本解算流程

基于以上分析和对实际工作流程的调研，总结大学校园建设量的解算流程如下（图3）：

(1) 首先制定建设目标。已知 $S_T$ 为校园用地面积，建设规模的设定需满足表4中生均校园用地总指标 $\lambda$ 要求，即 $M \geq S_T / \lambda$ 。依据学生规模和表2中生均校舍面积总指标 $\mu$ 设置合理的目标容积率 $r_T$ ，满足 $r_T \geq F / S_T$ ，其中总建筑面积 $F$ 需满足 $F \geq \mu \cdot M$ 。依据校园用地面积和目标容积率计算目标建设面积总量 $F_T$ 。

(2) 既有建设目标，根据表3对应办学规模下的生均建设场地指标 $\lambda_{sport}$ ， $\lambda_{building}$ 分别计算额定的体育建设场地、校舍建设场地面积 $S_{sport} = \lambda_{sport} \cdot M$ ， $S_{building} = \lambda_{building} \cdot M$ 。针对校舍建设部分，根据对应的必配校舍建筑面积生均指标表设置各必配项目，并逐一计算建筑面积 $F_i = \mu_i \cdot M$ 。结合相关规范和设计需求设定目标层数 $f$ 和密度 $d$ ，计算对应的校舍项目用地面积要求 $S_i = F_i / f / d$ 。在校舍建设场地及目标建筑面积富余的情况下，根据需求增加选配项目，包括校舍补助项目例如研究生实验室面积补助、研究生留学生宿舍等，以及其他可选项例如对外继续教育、研发创业基地等，同样计算建筑面积和对应用地面积要求。在所有项目分配完毕后，目标建设面积可能存在余量，此时可采用适当上调各项建设规模等方法调节；若校舍用地存在余量，则可通过适当降低密度扩大用地的方式调节。经过调整—重新计算—反馈的流程确定最终的建设值。

(3) 按照一定的分区方式将建设项目信息和指标传递到所属分区中，计算分区的总用地面积和总建筑面积等指标，与按照实际配置情况下的总建筑面积、总用地面积及容积率指标等。

该过程具有明确的规则和流程，通过将规范转化为计算公式和条件语法内置于程序，实现输入建设条件和目标由程序自动计算出校园建设总体指标和各项目的用地、建设指标，从而代替规范查询校对和复杂计算、简化工作程序。

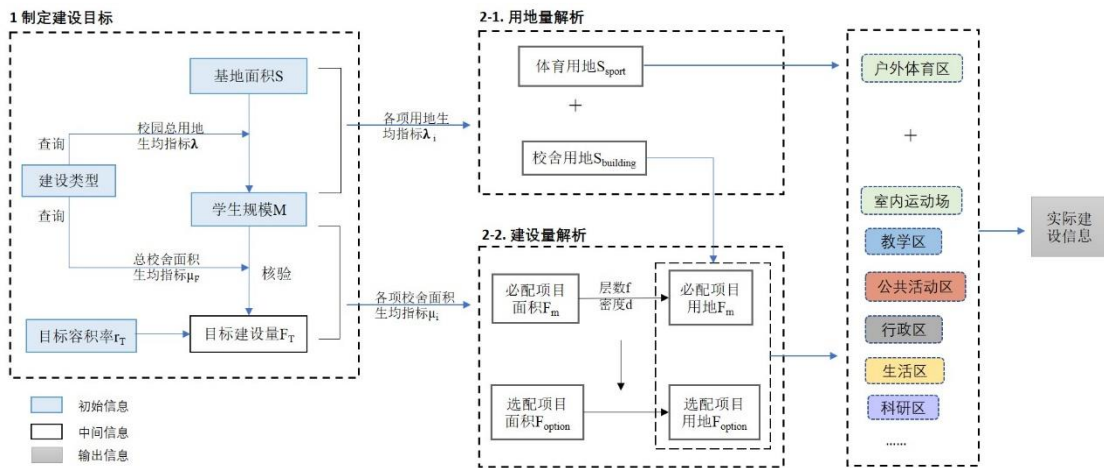


图4 数据传递流程

## 4 工具架构和应用

### 4.1 程序工具架构

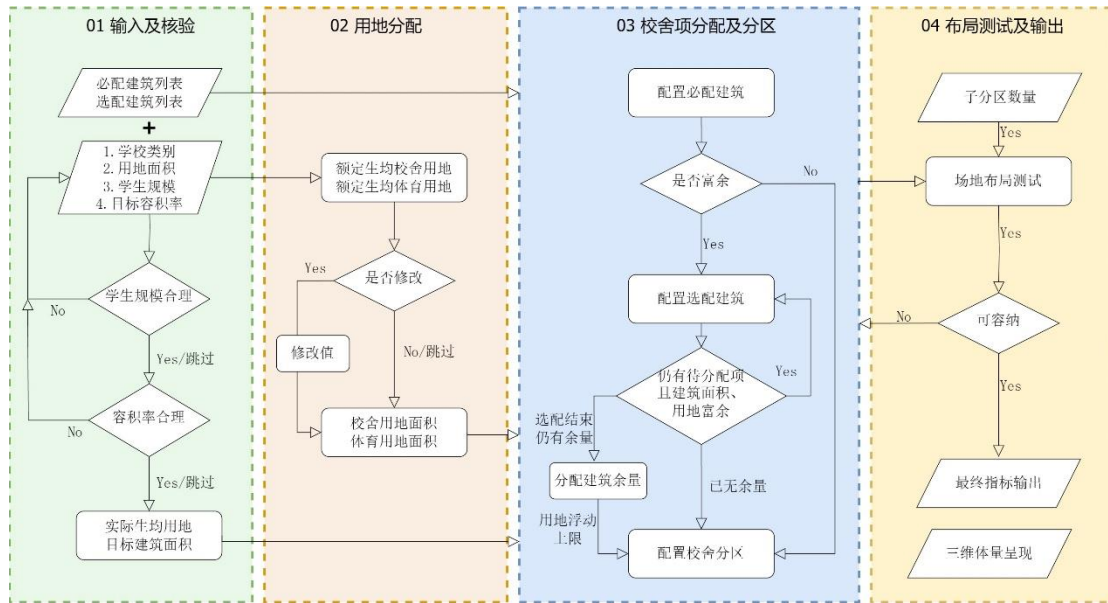


图5 程序逻辑

(1) 核验建设目标。指标计算程序的输入端由用户输入四项内容：可建设面积、校园类型、建设规模（人）、目标容积率，核验过程中，若输入目标不满足要求，则提示重新输入、给出限制范围或跳过修改；另外，选择必配及选配校舍项目列表文件输入程序。

(2) 用地面积分配。完成核验后，程序提供规范建议的户外体育用地、校舍用地的人均用地指标并提供修改选项，按照确认结果分配两类用地的总面积。

(3) 校舍项配置及分区。户外体育用地划分为单独分区，校舍用地依据配置的校舍项目分配。按照3.2所述方法配置完成后，若仍有建筑面积富余，将其分配给选定项；用地仍有富余情况下，提供用地可上浮范围。按照分区统计指标结果，并按照设定的宽度呈现分区和分区内建筑的体量模型，通过滑轨调整显示结果。

(4) 布局测试。尽管生成体量在数值上符合各项要求，实际布局中能否容纳于特定场地以及能否满足场地布局的要求仍不得而知。因此，这项工具提供了将分区结果在实际场地中的容纳测试。其中，每个功能分区可以按照需求划分为多个子分区参与布局。用户可根据实际情况调整子分区数量和场地限制，观察布局可能性。经过检验-修改输入-再次检验的过程，输出最终可行的指标。

以上计算流程通过C#语言编写程序实现，并利用WPF框架设计用户界面实现交互。借助建筑专业常用的三维建模软件Rhino提供的Rhino.Inside接口，在WPF窗口内嵌入Rhino视窗并在内部运行，实现体量模型的呈现、修改和导出，便于对接后续深化设计。

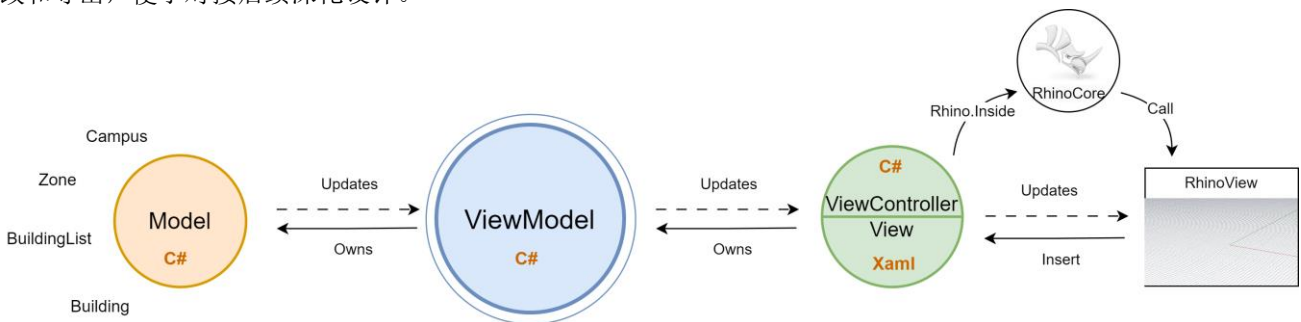


图6 基于MVVM框架的工具架构

## 4.2 应用

南京工业职业技术大学（以下简称南工职大）校园建设项目位于南京江北新区龙袍新城，西北侧靠近城市轨道，东侧与其他高校相邻；建设总用地面积为74.4公顷，目标建设容纳1.5万学生、空间紧凑、产学研融合的城市型大学校园。基于上述工具构建校园规划建设量数据集，利用一定算法生成布局结果，提出总体规划方案。

### 4.2.1 规划数据集构建

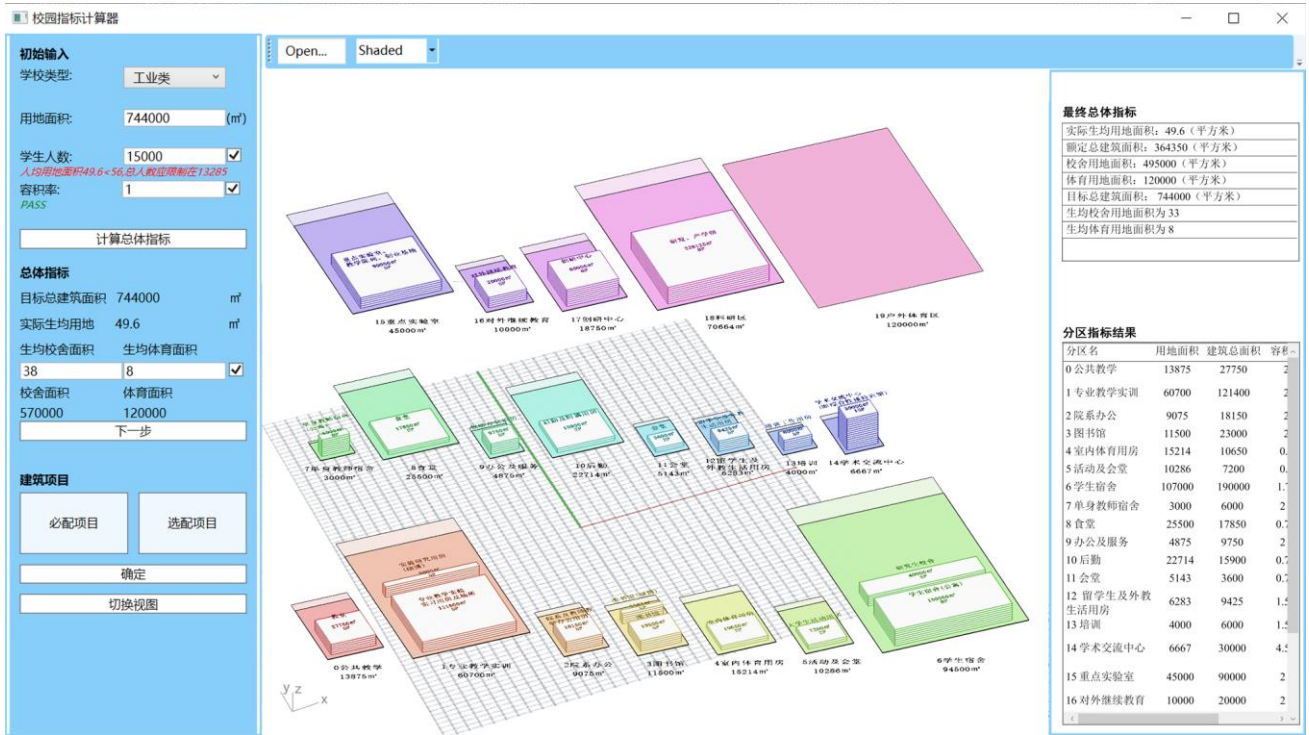


图7 工具界面及示例结果

依次输入学校类别、规模、用地面积以及目标容积率，经程序核算人均用地规模为 $49.6\text{m}^2/\text{生}$ ，略低于江苏省规范要求 $56\text{m}^2/\text{生}$ ，按照目标容积率所得总建筑面积为 $744000\text{m}^2$ 。在用地规范基础上调整人均校舍面积、人均体育用地面积并分配用地面积。依据高校建设规范配置南工职大的必配项目和研究生补助用房、培训用房，以及远期建设的科研产业项目等选配项目并分配所属分区。选择将剩余待分配建筑面积 $128125\text{m}^2$ 全部分配给科研分区。计算总分配的校舍用地面积为 $39.02\text{hm}^2$ ，距离江苏省规的额定校舍用地限制 $10.48\text{hm}^2$ ，因此校舍分区（除户外体育区外）可上浮27%，用地面积浮动范围及包含建筑体量示意及分区信息导出如图7所示。

### 4.2.2 基于规划数据集的布局生成

基于二次分配模型（Quadratic Assignment Problem）参考Keatruangkamala提出的连续模型编写布局生成程序，将分区抽象为面积不定的矩形单元在布局域内的排布<sup>[13]</sup>，测试建设量规划结果在实际布局操作中的可行性。在可容纳的基础上，进而考虑实际情况存在道路、绿地以及拓扑关系的限制，模拟实际情况下的布局可能性。

南工职大校园案例中，建设场地被城市道路划分为三个部分，布局要求校园主要教学功能集中在校园中心区，生活功能靠近北侧布局，科研功能位于南侧布局。通过编写程序依次实现对分区及总体布局的形态、位置、拓扑关系要求，生成多个符合条件的结果（图8）。经过对比、筛选，获取上述最终规则下可行解对应的布局结果以及各分区实际用地面积。选取最适合的基础布局方案，利用形态优化程序适应场地边界，根据场地原有的水系以及中心区的布局模式增加校园主要景观和道路系统，在场地和设计要素作用下调整分区形态，传递体量数据。在此基础上，根据指标配置深化设计，整体规划布局方案。（图9）

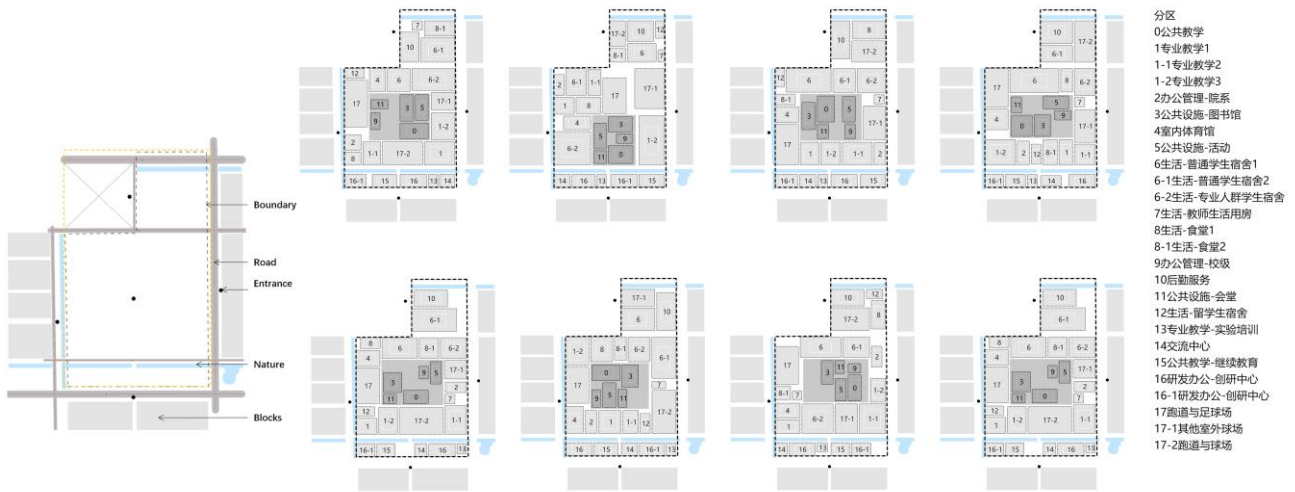
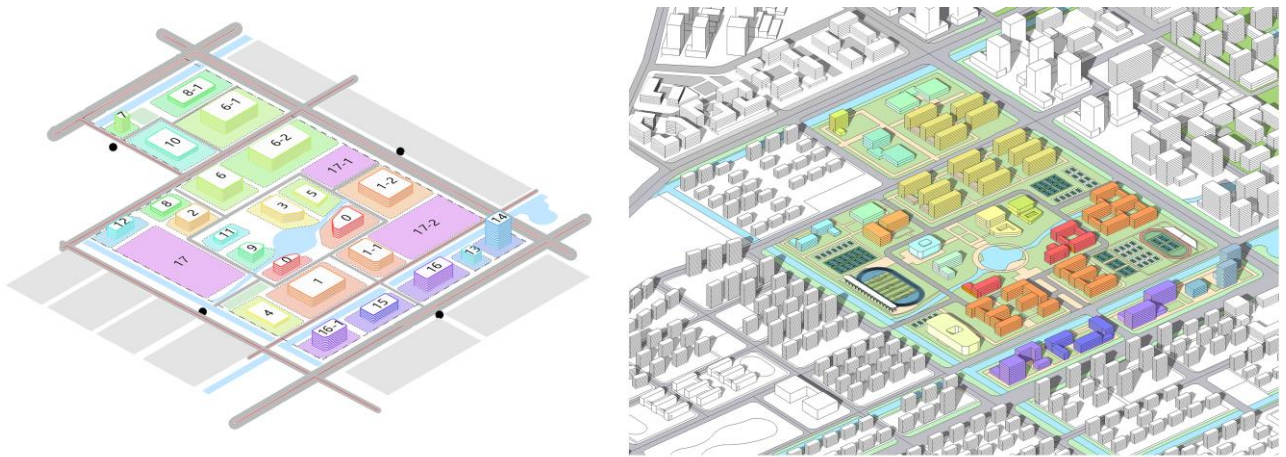


图8 容纳测试结果



分区	0	1	1-1	1-2	2	3	4	5	6	6-1	6-2	7	8
公共教学	专业教学实训	专业教学实训	专业教学实训	专业教学实训	院系办公	图书馆	室内体育用房	活动及会堂	学生宿舍	学生宿舍	学生宿舍	单身教师宿舍	食堂
用地面积	21024	30444	14731	27580	8950	13259	15003	12415	18328	35487	39622	3932	8010
建筑面积	27750	48819	28646	43935	18150	23000	10650	7200	44349	67854	77797	6000	5754
8-1	9	10	11	12	13	14	15	16	16-1	17	17-1	17-2	
食堂	办公及服务	后勤	会堂	留学生宿舍	培训	学术交流中心	对外继续教育	创新中心	创新中心	户外体育区	户外体育区	户外体育区	
	18402	7582	23423	6953	8505	5062	8175	13811	14519	11407	43781	16821	36764
	12096	9750	15900	3600	9425	6000	30000	20000	32643	27357	0	0	0

图9 最终生成方案及生化设计结果

### 5 结论

本研究在大学校园规范和实际需求的基础上，解析了校园规划阶段多层级的建设信息和一般化的计算流程，并进行数字化的转译。在构建的校园数据集的基础上，提出一种人机交互的方法辅助设计师快速决策和解算建设量规划方法，配合交互界面设计，实现了计算、调节、三维呈现、检验和输出一体化。在南工职大校园建设项目校园数据集构建的应用中，利用本研究搭建的工具实现了良好的用户互动和快速解算，生成结果能够直接运用于后续的生成实验和设计深化，辅助设计师清晰、高效地实现量形规划。本研究利用二次规划模型对实际布局的可能性进行了初步尝试，后续研究可以进一步深化量形布局交互的方法，将建设量解算工具与形态生成密切结合。另外，考虑到城市设计尺度诸多问题与校园总体规划具有的相似性，也将进一步挖掘该方法应用于城市问题的潜力。

### 参考文献

[1] 黄翼, 吴硕贤. 我国高校校园规划设计发展趋势探析[J]. 城市规划, 2014(04 vo 38): 85-91.  
 [2] 何镜堂, 郭卫宏. 现代教育理念与校园空间形态[J]. 建筑师, 2004(01): 38-45.



- [3] 郭卫宏, 刘骁. 绿色大学校园规划设计策略与实践研究[J]. 建筑节能, 2016(01 vo 44): 70-80.
- [4] Linda C. Dalton, Amir H. Hajrasouliha, and William W. Riggs (2018) ‘State of the Art in Planning for College and University Campuses: Site Planning and Beyond’, *Journal of the American Planning Association*, 84(2), pp. 145–161. Available at: <https://doi.org/10.1080/01944363.2018.1435300>.
- [5] 周逸湖, 宋泽方. 我国大学校园规划与设计若干问题的探索[J]. 建筑学报, 1985(11): 34-41.
- [6] Xu, J., Zhang, Z. and Rong, J. (2012) ‘The Campus Road Planning and Design Research’, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 43, pp. 579–586. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.04.131>.
- [7] 杨琳琳, 林坚, 楚建群. 国内外大学校园用地布局与结构比较研究[J]. 现代城市研究, 2014(05): 32-38.
- [8] Deng, Q. and Liu, Y. (2016) ‘Research on the group layout of the space form in the intensive university campus’, in *Civil Engineering and Urban Planning IV: Proceedings of the 4th International Conference on Civil Engineering and Urban Planning, Beijing, China, 25-27 July 2015*. CRC Press, p. 133. Available at: <https://doi.org/10.1201/b19880-24>.
- [9] 周逸湖, 宋泽方. 大学校园规划与建筑设计[M]. 北京: 中国工业出版社, 2006.
- [10] Kropf, K.S. (2013) ‘Ambiguity in the definition of built form’, *Urban Morphology [Preprint]*. Available at: <https://doi.org/10.51347/jum.v18i1.3995>.
- [11] Wang, X., Song, Y. and Tang, P. (2020) ‘Generative urban design using shape grammar and block morphological analysis’, *Frontiers of Architectural Research*, 9(4), pp. 914–924. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2020.09.001>.
- [12] 王建国. 从城市设计角度看大学校园规划[J]. 城市规划, 2002(05): 29-32.
- [13] Keatruangkamala, K. and Sinapiromsaran, K. (2005) ‘Optimizing Architectural Layout Design via Mixed Integer Programming’, in *B. Martens and A. Brown (eds) Computer Aided Architectural Design Futures 2005*. Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 175–184. Available at: [https://doi.org/10.1007/1-4020-3698-1\\_16](https://doi.org/10.1007/1-4020-3698-1_16).