

基于手机上网数据的体育设施规模测算* ——以上海徐家汇体育公园城市设计为例

Scale Estimation of Sports Facilities Based on Mobile Phone Internet Data:
A Case Study of Urban Design on Xujiahui Sports Park in Shanghai

王 焱 李 涛 李振耀 周 锐 王新军 WANG Yi, LI Tao, LI Zhenyao, ZHOU Rui, WANG Xinjun

摘 要 在全民健身上升为国家战略的背景下,体育设施的合理规划和优化配置是推动全民健身、建设体育强国的基础条件。以上海市徐家汇体育公园为例,基于居民多元化的体育需求,利用手机上网数据,通过提取内容关键词来定位居民体育偏好,并定位用户上网的空间位置,对用户进行空间加权后的偏好分析,从而得到居民对各项体育运动的需求指数。旨在量化体育设施规模和种类,为徐家汇体育公园城市设计的科学布局提供定量支撑。以期为体育设施规模测算提供一种全新的定量研究方法。同时基于需求的偏好分析有助于更科学地规划体育设施及优化用地布局,并逐步落实到各类各级规划中。

Abstract Under the background that the national fitness has been risen to the national strategy, the rational planning and optimal allocation of sports facilities are the basics for promoting fitness for all and building a strong country for sports. Taking Xujiahui Sports Park in Shanghai as an example, this study uses mobile internet data to locate residents' sports preferences by extracting keywords based on the residents' needs for diverse sports, and then locates the spatial position of users online and performs user space weighted preferences. In order to obtain the demand index of various sports for residents, the analysis quantifies the scale and type of sports facilities, and provides quantitative support for the scientific layout of the urban design of Xujiahui Sports Park. This study provides a new quantitative research method for the measurement of sports facilities. Demand-based preference analysis helps to plan sports facilities more scientifically and optimize land use layouts, and gradually implement them into all levels of planning.

关键词 手机上网数据;体育设施;体育偏好;体育需求;城市设计

Key words mobile phone internet data; sports facilities; sports preferences; sports demand; urban design

文章编号 1673-8985 (2020) 03-0117-06 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. sup. 20200316

作者简介

王 焱

复旦大学环境科学与工程系 博士研究生
上海复旦规划建筑设计研究院 高级工程师

李 涛

复旦大学城市规划与发展研究中心
副主任,高级工程师,博士

李振耀

上海交通大学电子信息与电气工程学院
硕士研究生

周 锐

上海师范大学城市发展研究院 副研究员

王新军 (通信作者)

复旦大学环境科学与工程系 教授,博士生导师
上海复旦规划建筑设计研究院 院长

0 引言

在城市计算 (Urban computing) 领域,云处理器的出现和存储容量的不断扩大,使得在世界范围捕获PB级的个体活动的数据变为可能。当我们使用互联网、信用卡、乘坐配置GPS的车辆、使用地铁智能卡时,云端都会储存我们带有时间戳的坐标信息。作为日常生活的传感器,手机显然比其他设备更有优势,手机数据记录了每一个用户的日常行为,以及对城市空间的使用方式等。截至2018年底,中国

移动电话用户已超过15亿户^[1],居民手机拥有率和使用率已达到相当高的比例。手机数据具有大样本、长周期、动态实时反映用户空间位置的特性,为居民活动行为分析提供了很好的技术选择。

近年来,城市规划领域如何利用大数据一直是学术界的一个热门议题。国内外学者利用手机数据的研究多基于手机信令数据和话单数据,研究内容多集中在识别城市各类空间结构、空间布局评价,以及居民出行行为 (尤其

* 基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目“资本体系视角下全球城市区域的城市体系演化及规划策略研究——以长三角地区为例”(编号51708123) 资助。

通勤行为)等方面。

国外, Ahas等^[2]利用手机信令数据构建出定位用户的居住地、工作地或二级出行点等模型。Kung等^[3]用手机话单数据判断用户居住地,进而分析用户的通勤特征。Isaacman等^[4]用手机话单数据对纽约和洛杉矶地区的通勤距离进行估算。Jiang和Schneider等^[5-6]通过手机信令数据,识别用户出行轨迹,推测居民活动的出行目的,并构建相应模型进行模拟和预测。

国内,王德等^[7-9]基于手机信令数据从居住关系、通勤行为和居民消费行为构建评价框架,对城市建成环境进行综合评价,并在后续研究中分别从不同时间跨度就业空间变化、不同等级商业中心空间的角度进行识别和追踪,得出上海居民就业的空间迁移由核心区和远郊区向中心城边缘集中,以及上海已形成一种有序的商业中心空间体系的结论。钮心毅、丁亮、宋小冬^[10-12]利用手机信令数据完成对上海中心城的城市空间结构、通勤区的识别,以及就业中心体系测度等一系列研究。张天然^[13]基于手机信令数据研究了上海市职住空间关系。杨超等^[14]基于手机话单数据对深圳市的通勤出行特征进行分析,并与传统的居民出行调查所得到的结果进行对比,验证分析结果的可靠性。

综上所述,一方面,国内的研究仍处于起步阶段,分析方法有待完善。例如部分研究中以基站之间的直线距离替代通勤距离,采取单一时点集计的统计,而非基于个体的出行轨迹,未统计停留和经过等情况。这些数据的采用使可信度验证存在一定欠缺。多集中在对表层居民活动现象的解释,而非对深层次的居民出行规律和机制的提炼。相对而言,国外的研究在模型构建、技术方法、数据验证方面较为完善,但涉及的研究领域也比较有限。

另一方面,随着近两年全民健身上升为国家战略,体育设施的建设重点已经由竞技体育设施转向群众体育设施。相关的研究主要围绕体育设施规划、体育专项规划编制如何作出变化来应对这种转变。闫永涛等^[15]结合广州

实践,指出公共体育设施规划应改变之前依赖于城市总体规划或因大型体育赛事进行编制的思路,转向以公共体育设施均等化布局为目标,以群众体育设施的建设和品质提升为导向,以社区级体育用地控制为重点及以专项规划为形式进行单独编制。邹玉^[16]以上海市为例,从规划编制体系、规划内容、指标体系、平台建设等方面,探索面向实施的体育专项规划编制方法。

对于体育设施规模的测算,传统的城市设计一般通过对国内外多个相似案例的对比分析,并结合设计规范对规划范围内各类用地和设施规模需求进行估算。大数据环境下,丰富的数据资源提供了量化分析的可能性。群众体育设施作为市民基本服务设施的一种,规划应从市民的实际需求出发。本文以徐家汇体育公园城市设计为例,首次尝试利用手机上网数据,根据用户所登陆网站类别和检索关键词(这里根据体育场馆和相关配套设施进行限定),来定位居民的体育偏好。同时,根据对居民上网行为关联程度和用户位置距离衰减系数的打分,对居民最终的体育偏好进行评估。从而对研究区域体育设施投放的类别和规模进行估算,为体育设施布局和优化配置提供支撑,并将测算结果用于城市设计中。

目前,就检索到的文献来看,关于手机上网数据的应用研究较少,且集中在移动运营商通过对客户偏好进行定位改善自身系统和服务方面。本文首次将手机上网数据应用于城市规划领域中,提供了一种基于居民体育需求进行设施规划的新角度和新方法。

1 研究区概况与基础数据

1.1 研究区概况

徐家汇体育公园位于上海市徐汇区徐家汇社区132街坊,规划范围为漕溪北路—零陵路—天钥桥路—中山南二路。街坊总用地面积约35.96 hm²,其中绿化和交通设施用地面积约2.15 hm²,体育设施用地面积约33.81 hm²。现状以传统体育功能为主,包括上海体育场、上海体育馆、游泳馆、壁球馆、练习场等体育设

施,及部分文化展览、商业、酒店等设施。根据规划原则,徐家汇体育公园将保留并改造上海体育场、上海体育馆、上海游泳馆和东亚体育大厦4栋主要建筑,拆除其余建筑。在场馆改造中,一是优先满足顶级赛事及赛事的配套空间布局需求;二是“量体裁衣”,对既有建筑空间进行匹配性改造,布局全民健身和专业服务功能。

围绕上海建设“国际赛事之都”的总体目标,徐家汇体育公园将通过场馆功能升级和户外环境改造,建设成为“体育氛围浓厚、赛事举办一流、群众体育活跃、绿化空间宜人”的市级公共体育活动集聚区,主要包括承担及承办国内外顶级体育赛事、满足市民健身休闲要求、开展青少年业余训练和引领体育产业发展4项功能。

因此,本文从全市和社区两个层面,分别以全市电信手机上网用户和徐家汇社区电信手机上网用户为研究对象,综合考虑居民的体育偏好,以指导徐家汇体育公园的体育设施类别投放和规模估算。

1.2 基础数据

本文所使用的数据为2016年3月1日(周二)上海电信手机用户上网全样本数据,即上海电信2G/3G CDMA手机用户上网产生的各类协议信息,包括加密的用户手机识别码、上网开始时间、结束时间、产生的流量、用户上网请求的完整URL、上网时所处的基站编号等信息。原始数据中存在字段缺失、无法与基站数据匹配以及用户编号错误、记录重复等问题,我们首先对数据进行清洗,删除问题记录,清洗后共得到有效数据4 845 472 853条,对体育相关的关键词进行限定之后,得到与体育运动相关的总记录数1 938 656条。

2 研究方法——基于需求的偏好分析

2.1 指标构建及量化

(1) 用户的体育偏好

通过用户上网请求的完整URL,提取网站的内容关键词来判断用户的体育偏好。如果上

网记录与某种运动相关,记录为1,不相关为0,统计各类运动的需求总数。

(2) 用户所在位置

通过上网时所处的基站编号,用基站所在位置代替用户所在空间位置,来判断用户在空间上的可达程度。

(3) 体育设施的易获得程度

不同类型的运动场地的易获得程度不同,例如篮球场地比足球场更容易获得。计算各类体育需求时,应充分考虑该因素。通过设置不同权重,对各类运动设施进行分级。

2.2 偏好模型构建

通过居民体育偏好、空间上的可达程度、体育设施的易获得程度3个指标,对全市范围内居民的偏好进行加权分析,构建用户需求偏好空间加权量化模型,来判断用户到达徐家汇体育公园进行运动健身的可能性:

$$Demand_i = \sum_{all\ records} \frac{Value_i}{Distance} Weight_i \quad (1)$$

其中, $Demand_i$ 为运动类型*i*在全市范围内的加权偏好值,即运动类型*i*的需求指数; $Value_i$ 为上网记录与运动类型*i*的相关性,相关为1,不相关为0; $Distance$ 为用户产生上网记录时所在空间位置距场馆的距离; $Weight_i$ 为运动类型*i*可获得性的容易程度,根据具体研究对象的运动分类进行赋值。

2.3 体育设施规模估算流程

基于用户需求偏好空间加权量化模型,汇总得到各项体育需求,进而量化为设施种类和规模。体育设施规模估算流程如图1所示。

3 分析和应用

3.1 体育活动需求测算

首先根据用户上传的完整URL,提取用户访问网站的内容关键词,用来定位用户偏好。对于本文来说,包括体育运动和设施装备相关的关键词,例如篮球、足球、科比、NBA、皇马等。结合徐家汇体育公园的总体目标和可

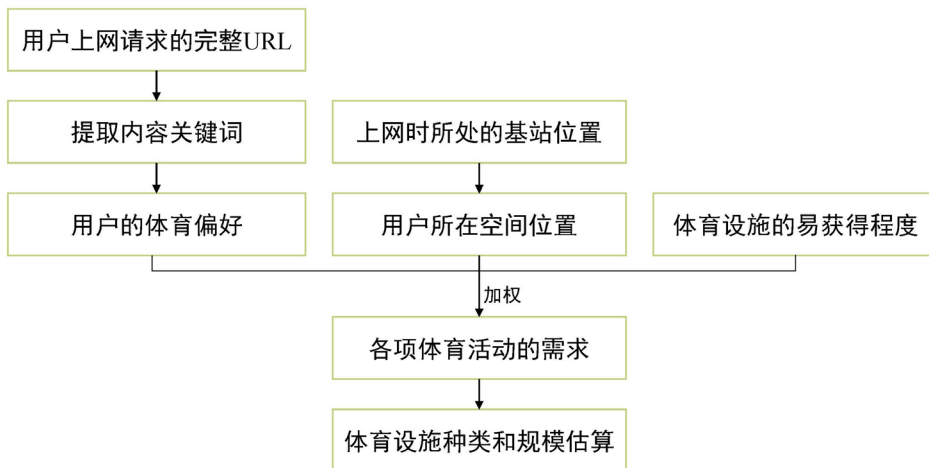


图1 体育设施规模估算流程图
资料来源:笔者自绘。

表1 各类运动可获得性的权重

运动类别	权重
健身、羽毛球	1
篮球、乒乓球、排球	2
网球、斯诺克、保龄球、游泳、滑冰	4
足球、田径、棒球、攀岩、跑酷、壁球	8

资料来源:笔者自制。

实施性,考虑16种运动类型,分别为足球、田径、斯诺克、篮球、排球、乒乓球、羽毛球、攀岩、网球、壁球、游泳、滑冰、保龄球、棒球、跑酷和健身。

根据体育设施的易获得程度,将16种运动分为4类,分别赋予权重1、2、4、8,数值越高说明越难以获得,如表1所示。

应用偏好模型,可得到用户对某类运动随距离衰减后的加权偏好值,精确反映出随距离增加而吸引力下降的场馆内各类运动在全市范围内的综合吸引力值,依此来对场馆设置进行指导。

对全市电信用户上网进行加权计算后,得到全市居民的各项体育活动的的需求指数。满足周边需求可能是场馆日常运营首先要解决的问题。对于周边居民的定义包括两方面:从规划操作性来说,将徐家汇体育公园所在社区,即徐家汇社区的居民定义为周边居民;从邻近性来说,将一定地理距离范围内的居民定义为周边居民。本文将距离设施3 km和5 km范围内的居民定义为周边居民。因此,将上网偏好数据用范围和距离进行筛选,分别测算徐家汇社区以及周边3 km和5 km范围内的居民日常体育需求。可知,由于空间的高度可达性导致周边地区需求指数较高,体育场馆吸引力较大。不同空间范围内居民各类运动需求指数如图2所示。

周边居民的需求与全市范围内需求较为

一致,其中篮球和足球是上海市民对徐家汇体育公园体育休闲需求最高的运动类型,远高于其他运动。根据需求指数,对16种运动的需求进行分级:

(1) 第一梯队(高需求):篮球(第一需求),足球(第二需求)。

(2) 第二梯队(中需求):棒球、健身、网球、排球、羽毛球。

(3) 第三梯队(低需求):斯诺克、游泳、保龄球、乒乓球、滑冰、攀岩、田径、跑酷、壁球。

需要说明的是,需求指数仅直观表明需求程度的差异,其绝对值并无明确的量化含义,但在同一分级中具有一定的可比性,可以提供一定程度的量化支持。在设施布局应用上,需结合实际情况进行量化。

根据估算出来的各类运动需求指数,第一梯队和第二梯队的运动类型(包括篮球、足球、健身、网球、排球、羽毛球等)比较符合经验和直观感受,但棒球的需求则出乎意料的高。采用核密度分析法,进一步分析全市关注棒球的

居民的空间分布(见图3)。可发现,全市范围内,长宁区和静安区的居民对于棒球的需求均高于徐汇区,随后是闵行区和浦东新区。进一步分析街镇层面,可知需求集中在天山路街道、南京西路街道、徐家汇街道、古北街道、陆家嘴街道和金桥镇。这些街道/镇均是外国人在上海集聚度较高的地方,这表明棒球在上海已经有着较高的需求。不仅是外国人,越来越多的国民也开始喜欢该运动项目,这可能也是上海全球城市文化融合的表现。

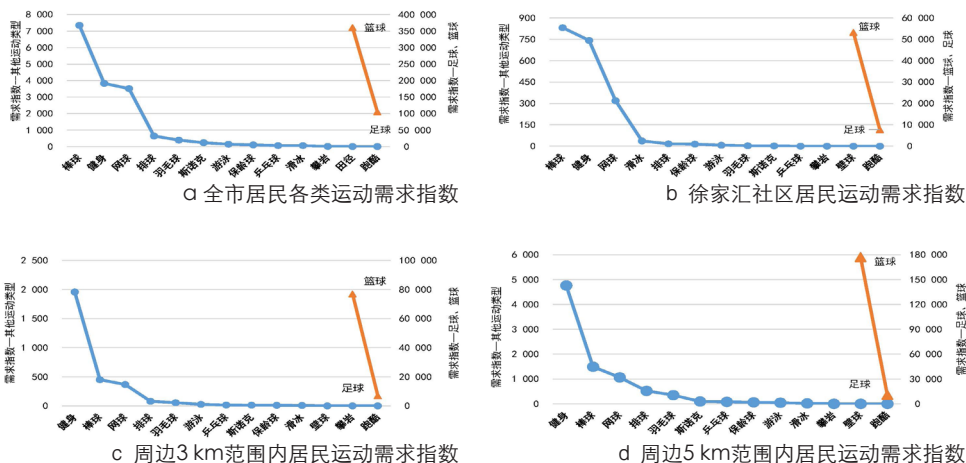


图2 不同空间范围内居民运动需求指数
资料来源:笔者自绘。

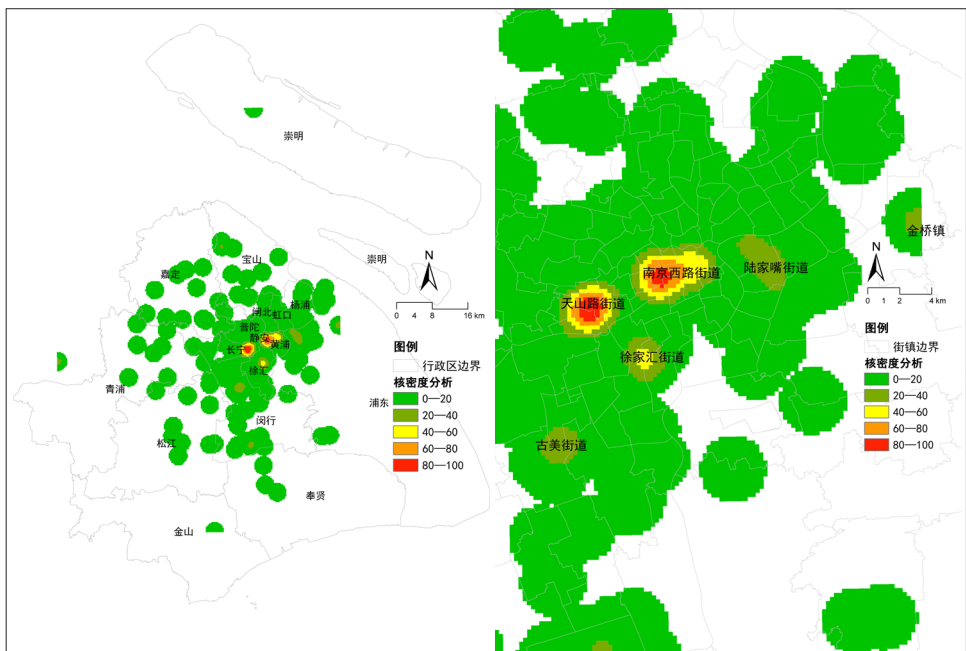


图3 行政区(左)和街镇(右)层面上居民棒球需求空间分布图
资料来源:笔者自绘。

3.2 体育设施种类设置配比测算

根据各项运动的需求指数,精准定位和估算居民对徐家汇体育公园各项体育设施的需求,从而精确地量化各项体育设施投放的类别和规模。

选取需求指数第一梯队(高需求)和第二梯队(中需求)的7项运动:篮球、足球、棒球、健身、网球、排球和羽毛球。根据各项运动上场人数和场地周转率(按比赛一般时长估算),通过用户网上访问量来判定场地设置规

模比例,如表2所示。

$$N_i = \frac{Demand_i}{M_i \times Turnover_i} \quad (2)$$

其中, N_i 为运动类型*i*所需的相对场地数量; M_i 为运动类型*i*场地一般上场人数、包括运动人员、裁判人员等; $Turnover_i$ 为运动类型*i*的场地周转率。

由于各类运动的需求指数呈现数量级的差异,考虑到可行性,进行分类计算,得到徐家汇体育公园各类体育设施规模的配比情况。

(1) 第一梯队,篮球和足球的场地设置比例为2.28:1.00。即对徐家汇体育公园来说,每设置一块足球场地,对应需要设置2.28块篮球场。

(2) 第二梯队,网球场:排球:羽毛球场的设置比例为4.44:1.00:2.02。但棒球场和健身房现状没有,由于需求较高需考虑新建。

3.3 体育设施规模测算

根据对徐家汇体育公园各类体育设施设置配比的估计,结合现状对各类体育设施规模进行测算,为城市设计中的体育设施优化配置提供指导性建议。以设置现状为横轴、各项体育需求为纵轴,划分为4个象限(见图4),具体建议如下。

(1) 现状已有,但仍不能满足需求的体育设施可改建或增建

徐家汇现状足球场主要有八万人足球公园和上海体育场。八万人足球公园占地面积约为9 000 m²,设有2片标准的7人制足球场和2片5人制足球场。球场经国际足联认证,为2007年女足世界杯和2008年奥运会男足指定训练场地。上海体育场内有1片标准的比赛用足球场地,平时不向公众开放。现状篮球场主要有耐克篮球公园和上海体育馆。耐克篮球公园设有6片全场、4片半场及1片儿童球场。现状网球场主要有东亚网球场,其拥有室外标准灯光网球场6片。现状羽毛球场主要在上海体育场6号大扶梯平台上,为非标准场地,条件较为简陋。

针对以上现状,提出以下参考建议:由于足球场地占地面积较大,新建的可能性较小。按照现状面向公众开放的4片足球场计算,需设置9片篮球场地(4×2.28=9.12);若按5片足球场计算,需设置11片篮球场地(5×2.28=11.40)。因此建议设置9—11片篮球场地。排球场地按2片进行设置,同时设置9片网球场(2×4.44=8.88),4片羽毛球场(2×2.02=4.04)。

(2) 现状没有,但需求较大的体育设施需新建

建议新建1个棒球场和1个健身房、2片排球场地及布设专用跑道等。

(3) 现状没有且需求也较小的,暂时可以不设置或留白,供未来灵活设置

保龄球、滑冰、跑酷等相关设施根据未来需求灵活设置,同时可考虑复合利用。如保龄球可以和别的场馆改建共用;滑冰可以和游泳馆结合,也可以和专用跑道结合;跑酷与攀岩馆结合,共建极限运动馆等。

(4) 现状已有但需求较小的体育设施,可减少或取消,亦可根据总体目标和发展需要保留或升级

现状斯诺克和乒乓球设置在八万人撞球馆内,游泳在上海游泳馆,攀岩在上海体育场6号大扶梯平台上。从体育公园的多样性考虑,斯诺克和乒乓球场地、游泳馆均可保留。攀岩

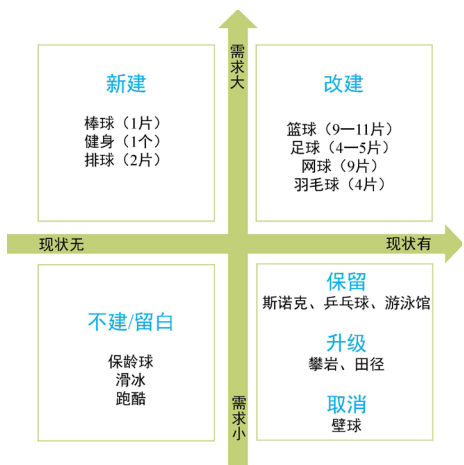


图4 各类运动设施规模建议
资料来源:笔者自绘。

场地目前发展态势良好,经常承接相关活动;田径场地根据一流赛事的要求,可进行升级;壁球场地的需求指数为0,可以考虑取消。

3.4 城市设计功能布局

综合考虑徐家汇体育公园的主体功能定位等因素,将测算出的各类体育设施规模应用到城市设计中。由于本文关注的重点是体育设施布局的量化支撑,而城市设计的理念和思路等不属于本文关注点。故本文仅针对徐家汇体育公园的功能业态布局方案进行探讨(见图5)。

4 讨论和结论

4.1 讨论

在我国城市规划编制体系中,总体规划、分区规划、控制性详细规划和近期建设规划等

各种综合性规划中都有体育设施布局的相关内容,尤其是控制性详细规划对各类各级体育设施及用地都有法定控制要求。而传统的体育设施规划中对于体育设施种类和规模的确定,主要依据服务人口、规模等级、覆盖半径等规范指标确定。而实际上,由于不同年龄、收入水平和教育背景的人群对于体育设施都有着不同的需求,传统的体育设施规划往往容易造成与居民日益多样化的体育需求不匹配的情况,所以在实际规划中一定要结合居民的实际需求来配置。

本文提出的基于居民上网数据的偏好分析方法,其本质即是从居民需求出发。由于受研究对象所限,对体育运动需求指数量化的合理性可能存在欠缺,更多的是趋势上的反映、解释和新方法的尝试。同时,重视大数据的可

表2 体育设施种类配比估计

测算指标	篮球	足球	棒球	健身	网球	排球	羽毛球
上场人数/人	15	30	20	80	3	15	3
场地周转率	1	1/3	1/3	1/2	1/2	1/3	1/2
相对场地数量/片	24 033	10 524	96	1 099	573	129	261
种类配比	2.28 : 1.00		n/a		4.44 : 1.00 : 2.02		

资料来源:笔者自制。

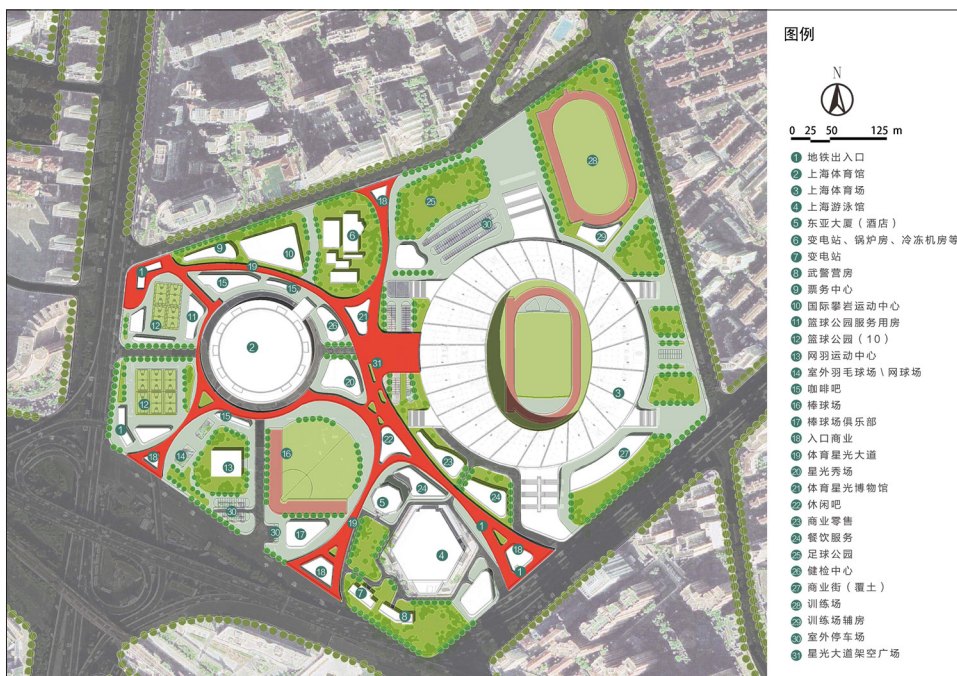


图5 城市设计总平面图
资料来源:笔者自绘。

信度验证是大数据分析健康推进的重要保证,本文对数据分析中不符合常理或存疑的地方进行了校核,以保证分析结果的可靠性,反过来也验证了分析方法的有效性。

4.2 结论

在全民健身战略背景下,本文以上海市徐家汇体育公园为例,从居民需求出发,创新性地基于居民手机上网数据来定位居民体育偏好,得到居民各项体育运动的需求指数,进而量化分析体育设施规模和种类。

这种基于需求的量化方法可以广泛应用和落实在各级各类的体育设施规划中,以更科学地进行体育设施布局,从而优化用地布局。例如,在城市总规中可以解决需要多少体育用地、分布在哪里的问题,即体育用地的规模和位置;在体育设施专项规划中与控规相对接,解决具体的体育设施类型和规模;在社区体育专项规划里,通过对不同社区的居民需求进行估算,应对多元化的社区构成和差异化的体育需求。

此外,基于需求的偏好分析还可以应用于文化设施和公园设施的规模与布局分析,以及文体结合、体绿结合的规划编制中。

参考文献 References

- [1] 中华人民共和国工业和信息化部. 2018年电话用户分省情况[EB/OL]. (2019-01-25) [2019-08-23]. <http://www.miit.gov.cn/n1146312/n1146904/n1648372/c6619600/content.html>.
Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China. 2018 telephone users in the various provinces[EB/OL]. (2019-01-25)[2019-08-23]. <http://www.miit.gov.cn/n1146312/n1146904/n1648372/c6619600/content.html>.
- [2] AHAS R, SILM S, JÄRV O, et al. Using mobile positioning data to model locations meaningful to users of mobile phones[J]. *Journal of Urban Technology*, 2010, 17(1): 3-27.
- [3] KUNG K S, GRECO K, SOBOLEVSKY S, et al. Exploring universal patterns in human homework commuting from mobile phone data[J]. *PloS ONE*, 2014, 9(6): e96180.
- [4] ISAACMAN S, BECKER R, CÁCERES R, et al. A tale of two cities[C]//Proceedings of the Eleventh Workshop on Mobile Computing Systems & Applications. New York: ACM, 2010: 19-24.
- [5] JIANG S, FIORE G, YANG Y, et al. A review of urban computing for mobile phone traces: current methods, challenges and opportunities[C]//Proceedings of the ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing. 2013.
- [6] CHRISTIAN M, VITALY B, THOMAS C, et al. Unraveling daily human mobility motifs[J]. *Journal of the Royal Society Interface*, 2013, 10(84): 20130246.
- [7] 王德,朱查松,谢栋灿.上海市居民就业地迁移研究——基于手机信令数据的分析[J]. *中国人口科学*, 2016 (1) :80-89, 127.
WANG De, ZHU Chasong, XIE Dongcan. Research on intra-city employment mobility in Shanghai: based on cell phone data[J]. *Chinese Journal of Population Science*, 2016(1): 80-89, 127.
- [8] 王德,王灿,谢栋灿,等.基于手机信令数据的上海市不同等级商业中心商圈的比较——以南京东路、五角场、鞍山路为例[J]. *城市规划学刊*, 2015 (3) :50-60.
WANG De, WANG Can, XIE Dongcan, et al. Comparison of retail trade areas of retail centers with different hierarchical levels: a case study of East Nanjing Road, Wujiaochang, Anshan Road in Shanghai[J]. *Urban Planning Forum*, 2015(3): 50-60.
- [9] 王德,钟炜菁,谢栋灿,等.手机信令数据在城市建成环境评价中的应用——以上海市宝山区为例[J]. *城市规划学刊*, 2015 (5) :82-90.
WANG De, ZHONG Weijing, XIE Dongcan, et al. The application of cell phone signaling data in the assessment of urban built environment: a case study of Baoshan District in Shanghai[J]. *Urban Planning Forum*, 2015(5): 82-90.
- [10] 丁亮,钮心毅,宋小冬.上海中心城就业中心体系测度——基于手机信令数据的研究[J].*地理学报*, 2016, 71 (3) :484-499.
DING Liang, NIU Xinyi, SONG Xiaodong. Measuring the employment center system in Shanghai central city: a study using mobile phone signaling data[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(3): 484-499.
- [11] 丁亮,钮心毅,宋小冬.利用手机数据识别上海中心城的通勤区[J]. *城市规划*, 2015 (9) :100-106.
DING Liang, NIU Xinyi, SONG Xiaodong. Identifying the commuting area of Shanghai central city using mobile phone data[J]. *City Planning Review*, 2015(9): 100-106.
- [12] 钮心毅,丁亮,宋小冬.基于手机数据识别上海中心城的城市空间结构[J]. *城市规划学刊*, 2014(6) :61-67.
NIU Xinyi, DING Liang, SONG Xiaodong. Understanding urban spatial structure of Shanghai central city based on mobile phone data[J]. *Urban Planning Forum*, 2014 (6): 61-67.
- [13] 张天然.基于手机信令数据的上海市域职住空间分析[J]. *城市交通*, 2016, 14 (1) :15-23.
ZHANG Tianran. Job-housing spatial distribution analysis in Shanghai metropolitan area based on cellular signaling data[J]. *Urban Transport of China*, 2016, 14(1): 15-23.
- [14] 杨超,张玉梁,张帆.基于手机话单数据的通勤出行特征分析——以深圳市为例[J]. *城市交通*, 2016, 14 (1) :30-36.
YANG Chao, ZHANG Yuliang, ZHANG Fan. Commuting characteristics analysis based on mobile phone calling records: a case study in Shenzhen[J]. *Urban Transport of China*, 2016, 14(1): 30-36.
- [15] 闫永涛,许智东,黎子铭.面向全民健身的公共体育设施专项规划编制探索——以广州为例[J]. *规划师*, 2015 (7) :11-16.
YAN Yongtao, XU Zhidong, LI Ziming. A study of public sport facilities planning compilation under nationwide fitness program: Guangzhou example[J]. *Planners*, 2015(7): 11-16.
- [16] 邹玉.面向实施的超大城市体育专项规划方法研究——以上海为例[J]. *上海城市规划*, 2016 (4) :76-83.
ZOU Yu. A study of implementation oriented methods of megacities sport facility planning: a case study of Shanghai[J]. *Shanghai Urban Planning Review*, 2016(4): 76-83.