



北京航空航天大学
BEIHANG UNIVERSITY

基于数据驱动的停车场布局优化研究

答辩人：于晓飞

专业：交通运输工程

学 号：ZY2013314

导师：马晓磊

日期：2021年11月24日



- 一、背景及意义
- 二、国内外现状
- 三、内容及思路
- 四、难点创新点
- 五、数据及方法
- 六、进度及安排

- 一、背景及意义
- 二、国内外现状
- 三、内容及思路
- 四、难点创新点
- 五、数据及方法
- 六、进度及安排

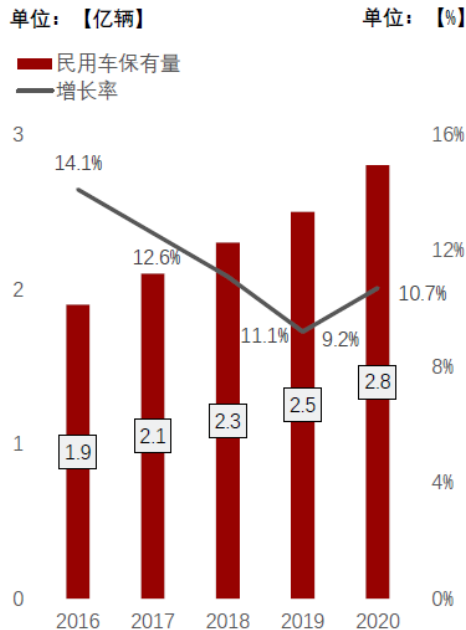
研究背景

停车现状分析：

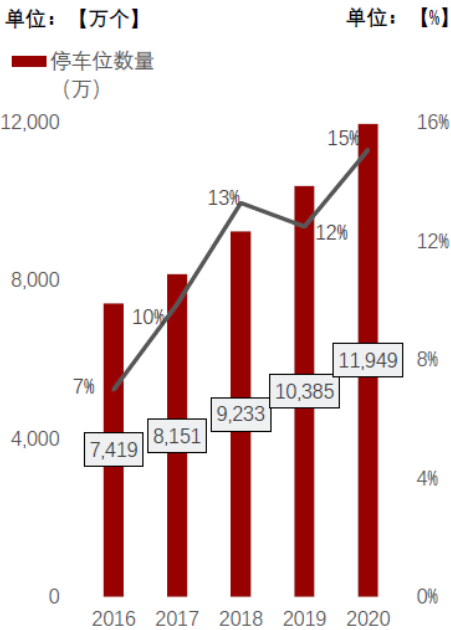
停车难，停车贵，停车乱一直是困扰国内城市经济发展的难题，造成城市停车矛盾的主要根源是停车空间的供需失衡以及停车规划的合理性等。

机动车：1.9-2.8亿辆，停车位0.7-1.2亿个

2016-2020年中国民用车保有量



2016-2020年中国停车位数量



停车位数量增长不及汽车保有量上涨速度。

机动车增速快

停车位增长慢

停车设施布局不合理

停车难，停车乱，停车贵

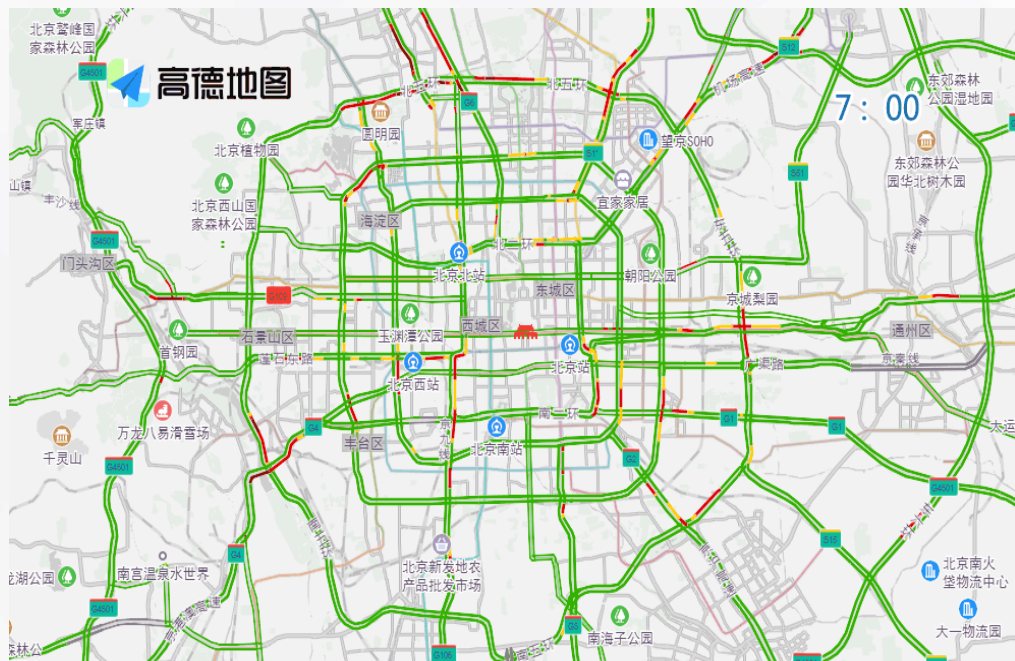
采取停车诱导措施

增加停车设施布局

研究背景

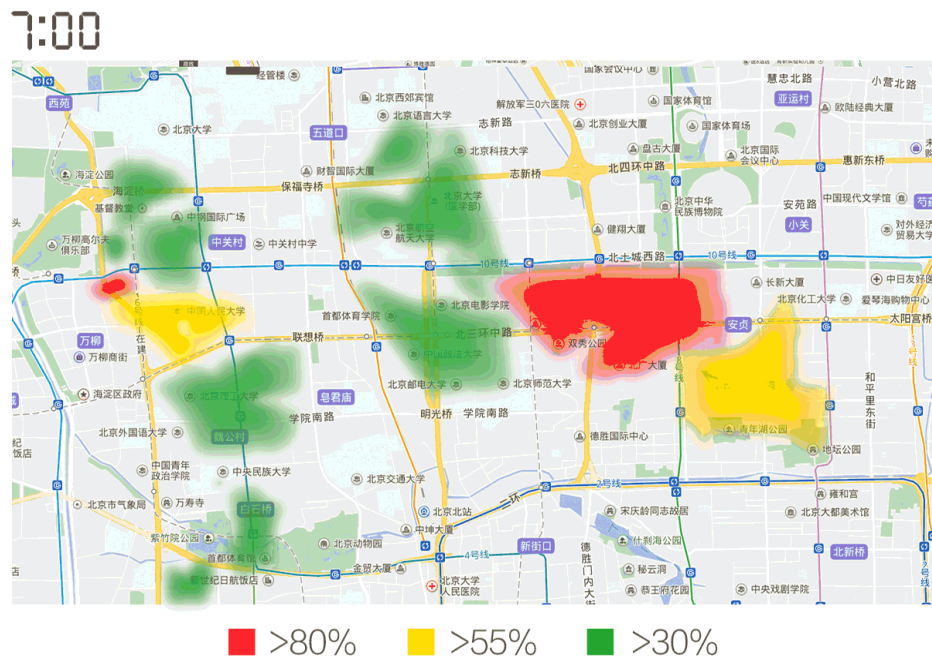
北京市同仁医院和北京医院

- 同仁医院停车位**246**个，北京医院**51**个
无法满足
- 两院每天门急诊量达**7000至1.5万**人次



中关村地铁站附近

- 邮局北楼附近的地面停车场仅有**42**个
停车难，停车贵
- 费用高，每小时**6**元，年卡**6500**元。

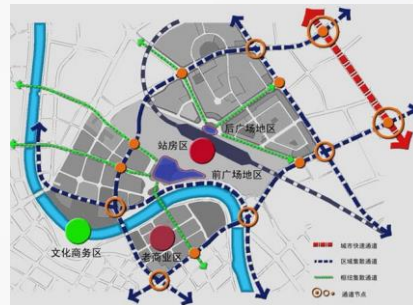


研究背景

数据驱动方法在解决停车难题中的应用：

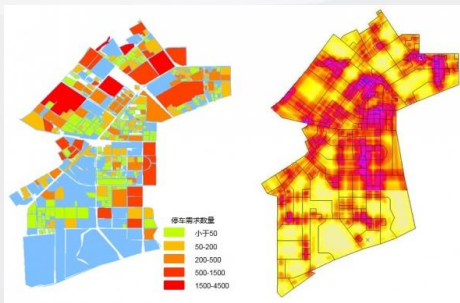
交通大数据的发展

当前数据的存储与处理技术的日渐成熟使得交通系统的数据量在不断增加。对于大数据的**挖掘和处理**手段也在发生着重要变化。



数据驱动进行停车设施选址

海量数据的产生对选址理论选址问题的研究起到了推动作用，越来越多的停车设施开始**基于数据**进行



研究背景

现存问题

- 停车位数量**不能满足**停车需求导致停车**难、乱、贵**现象严重，影响路网交通效率和城市服务水平。
- 对社会停车设施的规划方面仍存在**目标优先级难以确定**，可提供的**规划方案太少**等问题造成了停车问题。

研究目的

- 本研究从**数据数据驱动**的角度入手，充分挖掘数据的潜在价值，为停车设施的修建选择地址，缓解停车难问题，缓解城市拥堵提升人们工作效率及通勤满意度。

研究意义

- 利用**居民通勤大数据**结合现有停车设施停车记录数据进行停车设施的空间布局，更合理的配置城市中有限的停车资源，对于停车设施可以更好的提升其利用率和服务水平从而有效缓解停车问题。

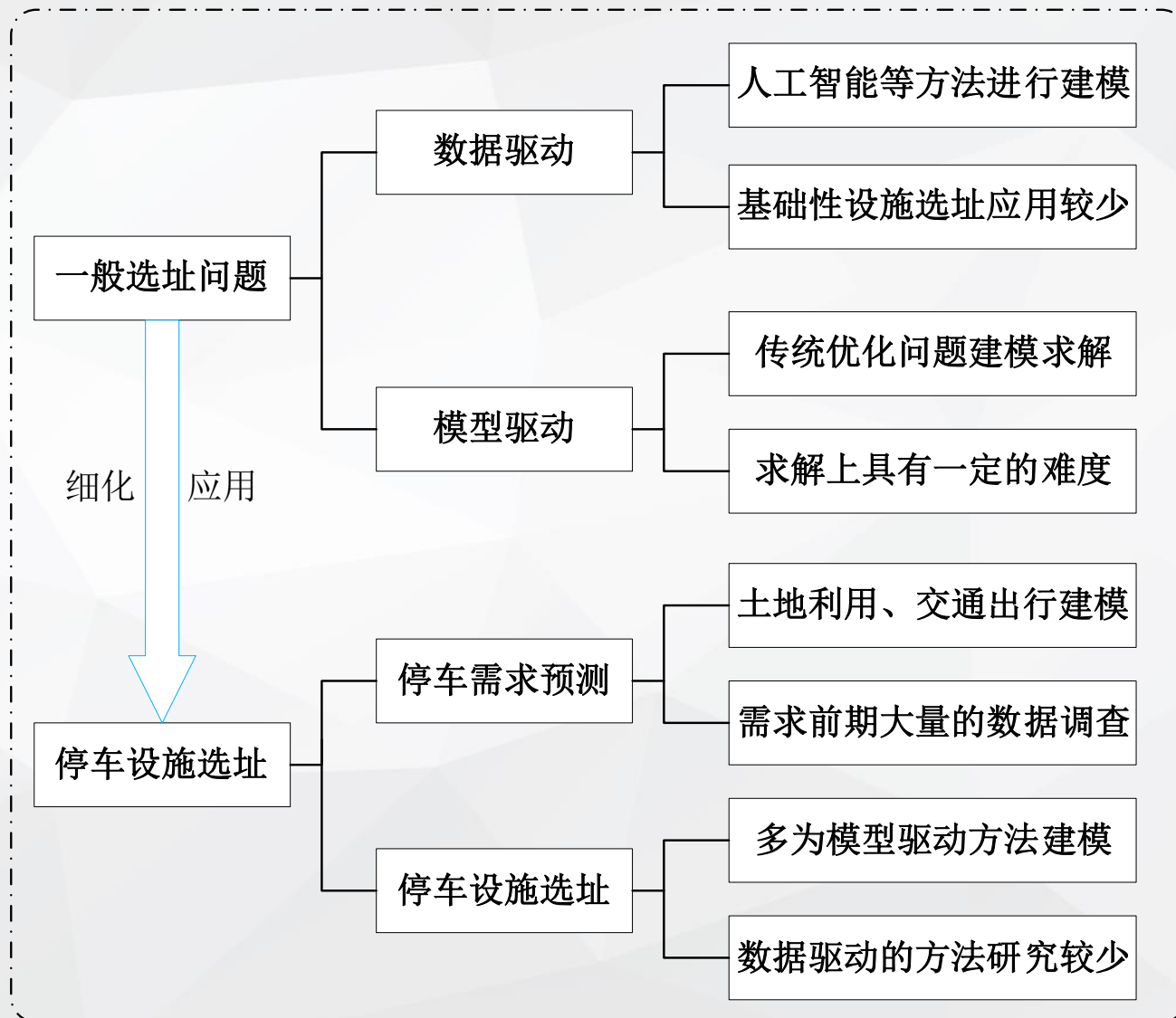
- 一、背景及意义
- 二、国内外现状
- 三、内容及思路
- 四、难点创新点
- 五、数据及方法
- 六、进度及安排

国内外研究现状

DOMESTIC & INTERNATIONAL RESEARCHES

针对数据驱动的选址问题以及停车设施空间布局的研究，国内外学者已经有了广泛研究。

当前对于设施选址问题的研究可分为模型驱动的选址问题以及数据驱动的选址问题。本研究对选址问题研究现状进行细化，并结合停车设施选址问题这一具体问题研究的现状进行综述。



国内外研究现状

DOMESTIC & INTERNATIONAL RESEARCHES

从研究方法上看，现有对于停车设施选址的研究主要包含对停车设施**选址影响因素**的研究以及基于其选址影响因素从不同的角度出发，构建不同的选址模型并对其不断优化，停车选址模型从目标函数来看可分为**单目标**和**多目标**函数。此外还有很多研究者从**GIS层面**对选址设施进行优化布局。

方法	作者	研究现状
影响因素	Wiliam等	综合分析了 停车需求 、 步行距离 、 停车场规模 以及 停车收费与停车行为的关系 ，结果显示这四个因素对驾驶者的停车决策有较大影响。
单目标	Oppenlander 等	进行停车设施选址时，基于停车场服务半径和驾驶者可容忍的最大步行距离考虑，把 停车者步行距离最短 作为唯一目标，提出了单目标选址模型
多目标	陈峻、王伟等	在停车场效用评价指标基础上建立了多目标多层次的综合规划模型，利用停车场对距离条件的限制分别确定 停车场的位置 和对 可行位置 的进一步优化，并设计了算法实现对最优建设位置的求解，该模型在实际应用中取得较好效果。
GIS方法	易鸿杰	利用GIS的层次分析法将多目标的停车场选址问题转化为某一功能小区内的 单目标选址 问题，分别针对已建城区改造和新建城区两种情况进行讨论，同时借助GIS平台实现分析结果可视化，这能够使计算结果更加精确。

综合来看，该类研究对调查数据的依赖比较大，而数据调查花费时间**周期较长**且数据无法得到**及时更新**。在**交通大数据**的使用上还比较薄弱，研究粒度还不够。

国内外研究现状

DOMESTIC & INTERNATIONAL RESEARCHES

➤ 研究现状总结

研究短板

- ◆ 停车需求预测研究多基于**土地利用强度**、**机动车保有量**建模，需要前期大量的**调查数据**，数据收集**难度大**。对结构化的交通大数据应用较少。
- ◆ 方法大多集中于建立多目标规划模型寻找最优解，考虑影响停车设施选址的因素，多为应用场景的创新。而**充分利用大规模数据进行停车规律的挖掘以及充分利用OD数据等交通大数据的研究还比较少**。
- ◆ 目前文献中选址问题的研究的实际案例中多结合某一城市或者地区的现状进行选址，而当选址范围扩大，**考虑到一线城市的人口规模和土地利用情况的研究较少且对于特定城市的研究方法不适用于其他城市**

改进点分析

- ◆ 在解决停车需求预测问题上，充分利用通勤数据和现有停车设施停车记录数据，对小样本进行**扩样**。
- ◆ 充分利用数据的优势，挖掘分析数据的**时空特征**。将人工智能的方法与选址问题相结合。
- ◆ 基于大规模结构化的数据，可将选址模型进行**通用化推广**，针对不同地域的停车设施选址都可以。

- 一、背景及意义
- 二、国内外现状
- 三、内容及思路
- 四、难点创新点
- 五、数据及方法
- 六、进度及安排

研究目标

RESEARCH OBJECTIVES

本研究在充分结合实际情况，研究近年来停车设施选址现状的基础上，提出如下**研究目标**：



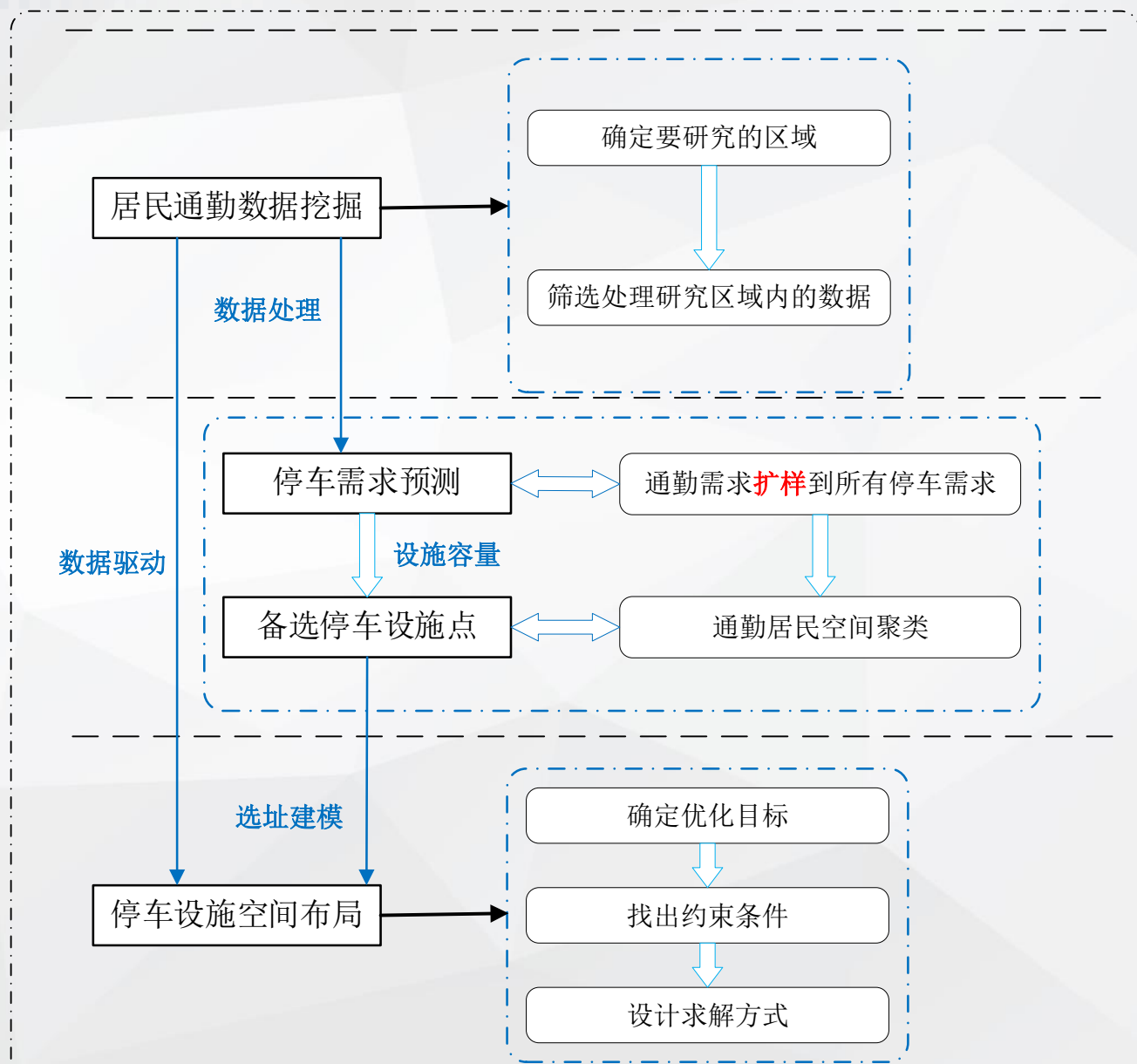
- 据对通勤人口的空间分布特征就行**分析挖掘**，结合现有停车设施停车记录数据对停车需求进行小样本**扩样**。
- 根据待选停车设施到工作场所的**距离最短**、停车设施**建设成本最低**为目标建立优化模型。使得新建停车设施在保障服务水平的同时成本最低。

研究内容

TECHNICAL ROADMAP

本研究拟研究的内容包含以下几个方面：

- ◆ **居民通勤数据的挖掘与分析**：对居民通勤数据进行处理并确定研究的区域，筛选出研究区域内的通勤记录
- ◆ **停车需求预测**：根据备选停车点通勤居民的数量结合现有停车设施停车记录数据并根据该区域土地的利用强度等建立数据驱动模型进行停车终点的选取。
- ◆ **备选停车点选址**：研究区域内的通勤居民出行特征进行空间特征分析，根据其空间聚集特征结合POI数据进行空间热度与地区活跃度的判别，选择备选停车点。
- ◆ **停车设施空间布局**：确定本研究的优化目标及约束条件，同时设计求解算法进行停车设施的选取。



技术路线

TECHNICAL ROADMAP

本研究拟采用如下的技术路线：

Step 1

数据处理

确定研究区域

居民通勤数据挖掘

POI数据处理

数据清洗去重

筛选研究区域数据

筛选驾车居民数据

Step 2

停车需求预测

通勤居民

停车设施停车记录

其他

备选停车点

细化研究区域

100*100网格

通勤终点聚类

基于权重聚类

聚类点排名

确定选址规模

POI分析

选取出行终点

Step 3

Step 4

选址建模

影响因素

优化目标

终点步距

建设成本

模型求解

求解算法

解决方案

Step 5

- 一、背景及意义
- 二、国内外现状
- 三、内容及思路
- 四、难点创新点**
- 五、数据及方法
- 六、进度及安排

研究难点及创新点

RESEARCH DIFFICULTIES AND INNOVATIONS

原始数据量大，数据处理过程繁琐。需要对研究区域内的数据进行筛选

模型构建过程中需考虑的约束条件以及模型求解算法的设计是本研究的重难点。

重难点 And 创新点

不同于传统停车需求预测方法，本研究结合居民驾车通勤数据，现有停车设施的停车记录数据和POI等数据对停车需求进行精细化预测，在方法上有所创新。

在构建停车设施选址模型过程中从停车设施成本和设施服务水平两个角度进行考虑建模，并从供需角度进行约束，并设计与之对应的求解算法。

- 一、背景及意义
- 二、国内外现状
- 三、内容及思路
- 四、难点创新点
- 五、数据及方法**
- 六、进度及安排

数据说明

DATA DESCRIBE

表 1 居民通勤表字段及含义

字段	含义	字段	含义
od_id	起终点网格 id	drv_pop	驾车人数
o_geo100_xy	起点网格中心坐标	bus_pop	公交人数
d_geo100_xy	终点网格中心坐标	railway_pop	地铁人数
o_district	起点行政区编码	ride_pop	骑步人数
total_pop	出行用户总数	unknow_pop	其他人数

数据示例

- 以北京市昌平区居民从公司到家的通勤进行数据结构化示例展示：

od_id	o_geo100_xy	d_geo100_xy	district
2100747_1101284 2100961_1101372	115.878035,40.156166	116.129406,40.235374	110114

其中od_id是起止单元格的编号，用“|”分开,后两列是起终点的单元格中心点经纬度坐标。

total_pop	drv_pop	bus_pop	railway_pop	ride_pop	unknow_pop
1	0	0	1	0	0

上表分别为该单元格中总人数以及各种交通方式的人数

通勤数据关键字段，
包含七个行政区

停车记录数据

关键字段

不同停车场的停车记录统计包含以下字段：车牌号，状态，入场状态，出场状态，停车时长以及停车类型等。包含2020年9月-11月的停车记录数据。以下是数据示例：

车牌号	状态	入场状态	出场状态	停车时长	停车类型
京N8TT79	已离场	2020-08-31 08:48:32	2020-09-01 01:16:10	16小时27分38秒	包月

计费规则免费标准

时租收费标准	月租收费标准
日间：小型车1元/15分钟 大型车1元/15分钟 夜间：2元/小时	月租300/月，非固定优惠270元/月

车场名称	行政区/县	总车位数	车场名称	行政区/县	总车位数
龙冠大厦	昌平区	146	电子城研发中心	朝阳区	646
冠庭中心	昌平区	71	燕保常营家园	朝阳区	557
中日友好医院	朝阳区	532	北京站	东城区	150
电子城IT产业园	朝阳区	2687	北京医院	东城区	556
电子城创新园	朝阳区	397	新世界中心	东城区	1020

部分停车设施车位数量

研究内容及思路：研究方法

RESEARCH METHOD

➤ 停车需求预测

停车需求预测是确定**停车设容量**的重要参考，同时基于大量数据进行**停车需求预测建模**也是本研究基于数据驱动进行停车设施选址的重要优势。

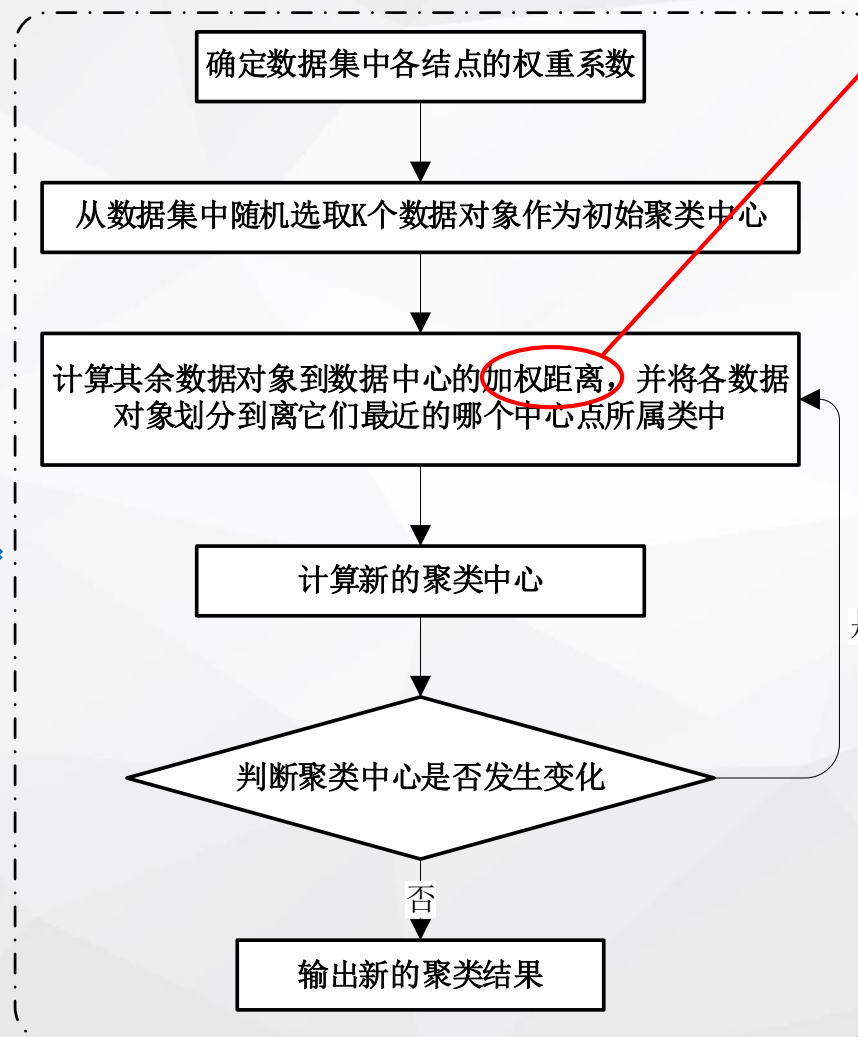
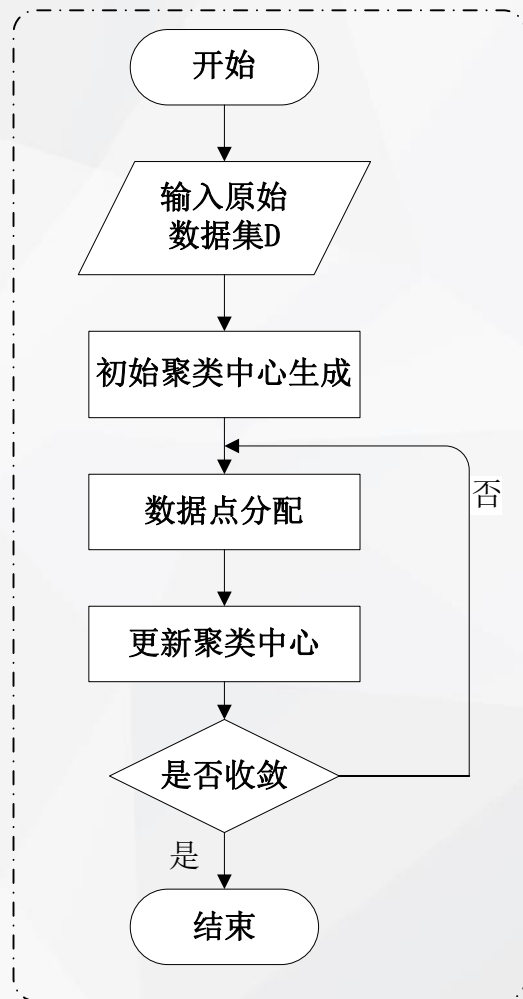
对居民通勤需求进行**扩样**，结合现有停车设施的数据以及影响停车的相关因素，进行数据驱动的回归模型训练，并将该模型应用于备选停车设施。



研究内容及思路：研究方法

RESEARCH METHOD

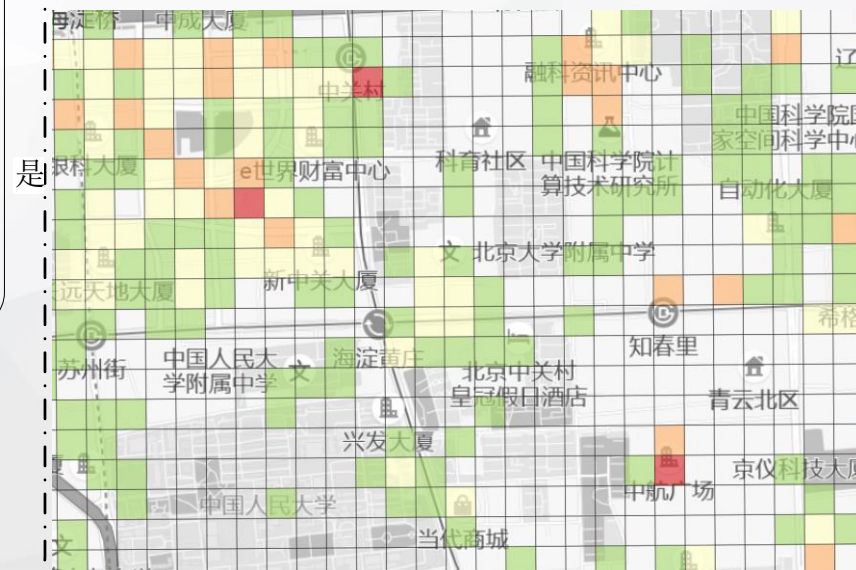
➤ 备选停车设施点



$$D(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{m=1}^c w_j \cdot (x_{im} - x_{jm})^2}$$

基于欧氏距离加权的K-means算法

通勤终点分布情况



➤ 停车设施选址模型构建

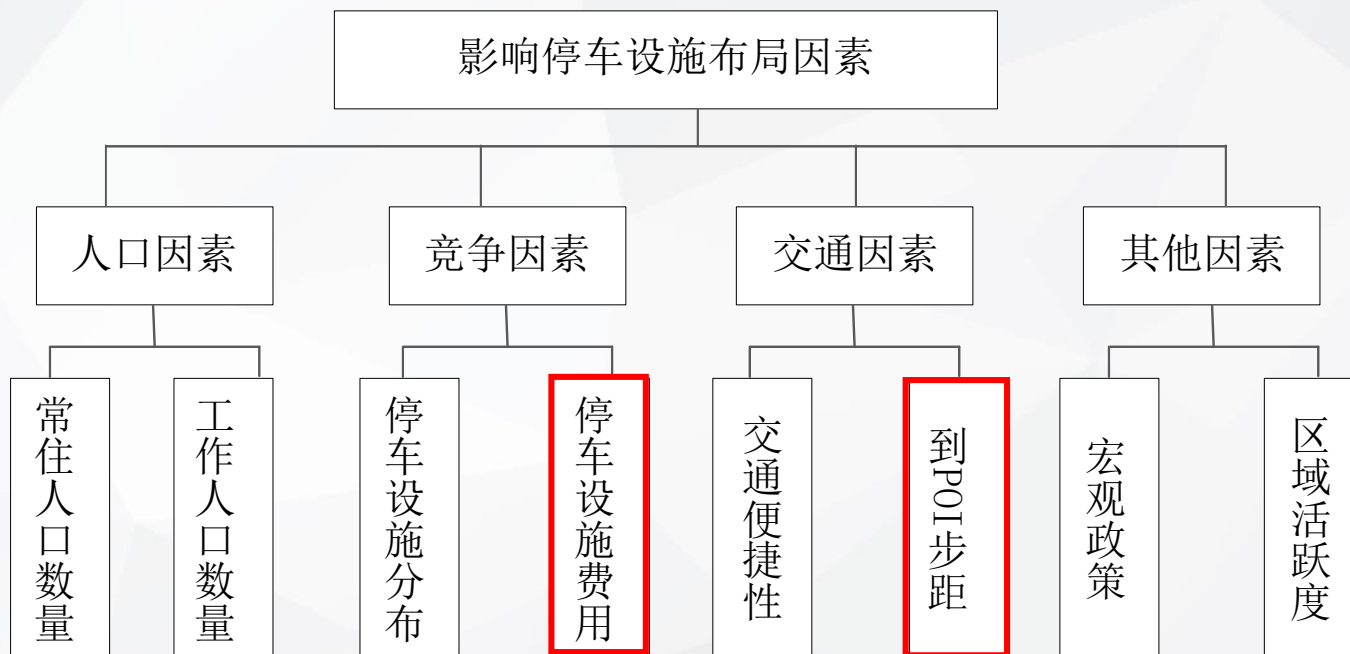
优化目标一：停车设施建设成本最小

$$\min \sum_{i=1}^n (w_i x_i \lambda_k + x_i E_k)$$

优化目标二：居民通勤至POI步距最小

$$\min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{ij} y_{ij}$$

其中， w_i 是*i*个停车设施规划位置的土地单位造价， x_i 是*i*个停车设施的泊位供给量， λ_k 是第*k*种停车设施的土地面积系数。 E_k 第*k*种停车设施的泊位单位造价。 d_{ij} 表示需求点到停车点距离， y_{ij} 表示停车设施停车数量



建立双目标优化模型，并找出约束条件设计求解算法对模型进行求解。

- 一、背景及意义
- 二、国内外现状
- 三、内容及思路
- 四、难点创新点
- 五、数据及方法
- 六、进度及安排**

RESEARCH SCHEDULE

[illegible]



北京航空航天大学
BEIHANG UNIVERSITY

硕士开题答辩

请各位老师批评指正！

答辩人：于晓飞

专业：交通运输工程

学 号：ZY2013314

导师：马晓磊

日期：2021年11月24日

