

共享单车初始投放权的分配模式研究

摘要

项目将以已有的碳排放权交易研究为基础，对比共享单车投放权与其相似之处，并将其已有的研究内容与成果迁移到共享单车投放权上。项目重点关注于共享单车的初始投放权分配模式的研究。

首先，我们将对共享单车市场进行调研，选取摩拜位于青岛市城阳区的华北总部进行实地调研，辅以其他研究报告的阅读与总结：达到深入了解共享单车现状的目的，并从实际上认证共享单车投放权设定的必要性。

其次，构建共享单车初始投放权分配模型，包括两个部分：区域共享单车投放数模型与初始投放权分配方式探究。通过考虑地区出行结构与公共空间限制两个方面来建立区域共享单车投放数模型，确定某个区域合理的共享单车投放数量，为政府决策提供帮助。并结合市场实际，提出混合模式——“免费分配+拍卖”相结合的方式是可行的一种方案。

再者，对共享单车初始投放权的混合分配模式进行分析。在免费分配部分，我们考虑以下博弈：厂商间的协商博弈：该不该同意政府给出的分配方案？我们将结合鲍弗瑞和罗森塞尔模型对该博弈进行分析，同样的对政府给出政策意见。在拍卖部分，我们主要研究如何通过对公共空间价值的估计来确定拍卖的基准价格。

最后我们考虑维持共享单车投放权混合分配方式的保障措施：政府管制、交易成本还有技术转移。通过建立相关博弈论模型分析三个保障措施的效用，给出政府关于推动厂商参与共享单车投放权交易方面的政策建议。

目录

目录.....	2
1. 背景.....	3
2. 共享单车行业发展史.....	3
3.共享单车企业营业模式研究——以《永安行招股说明书》为例.....	5
3.1 背景.....	5
3.2 调研试点.....	5
3.3 生产.....	6
3.4 销售.....	7
3.5 维修.....	7
3.6 运营风险.....	8
3.7 未来的具体发展规划.....	8
4. 共享单车投放权市场建立的必要性.....	9
5. 共享单车投放权市场建立的理论依据以及市场架构.....	9
6. 共享单车投放权一级市场的相关问题.....	12
6.1 共享单车投放总量模型——基于历史数据的机器学习算法.....	12
6.1.1 “区域桩”概念的提出——将无桩共享单车问题转化为有桩共享单车问题.....	12
6.1.2 共享单车合理投放量的估算.....	14
6.2 共享单车投放权初始分配方式的选择.....	15
6.2.1 免费分配.....	15
6.2.2 公开拍卖.....	15
6.2.3 混合分配.....	16
6.3 “免费分配”制度设置的博弈探究.....	16
6.3.1 厂商与厂商之间的博弈.....	16
6.4 “拍卖部分”制度设置的研究.....	18
6.4.1 拍卖初始定价的 HPM 模型.....	18
6.5 共享单车投放权混合分配制度的保障.....	20
6.5.1 政府管制.....	20
6.4.2 技术转移.....	22
7. 政策建议与总结.....	26
7.1 政策建议.....	26
7.2 总结.....	28
8. 参考文献.....	28

1. 背景

共享单车，是当下一一种很非常流行的单车租赁模式。它是指企业在校园、地铁站点、公交站点、居民区、商业区、公共服务区等提供自行车单车共享服务。它充分利用了城市因为快速发展而带来的自行车出行萎靡状况，很大程度上利用了公共道路通过率，同时也给市民带来了很大的方便。因此这种符合当代低碳出行理念的全新经营模式在其成立之初受到了极大的追捧和关注，于是一夜之间，许许多多的共享单车的公司如雨后春笋般拔地而起，近乎每个大城市的每个街道都停放着五颜六色密密麻麻的各种共享单车。

2. 共享单车行业发展史

共享单车这一概念诞生至今已有三年，其经历大致可分为三个发展阶段。

第一阶段：2015 年初入市场，探索共享经济新业态

共享单车最早于 2015 年出现在大学校园，主要是针对学生群体骑行需求而提供的单车租赁服务。行业中仅有摩拜、ofo、骑呗等几家企业，其中多数企业为初创阶段。

第二阶段：2016 年元年开启，单车市场百花齐放。

2016 年市场上的共享单车品牌多达 30 余家。覆盖城市从北京、上海、深圳向全国一、二线城市迅速蔓延。2016 年披露融资的车企达 11 家，入局资本超 30 家，下半年行业总融资超 30 亿元。其中的领先企业摩拜、ofo 融资均超过 10 亿元人民币，占行业总融资额的 80%。

第三阶段：2017 年行业爆发，供需两端持续扩张。

在供给端，2016 年累计投放单车约 200 万辆，覆盖城市 33 个，2017 年大幅增长至 2300 万辆、200 个城市。在需求端，2016 年全行业累计注册用户 1886.4 万人，累计骑行 25 亿公里，2017 年增至 2.21 亿人和 299.47 亿公里。

截至 2017 年 12 月，在共享单车行业内，根据单车投放量、APP 下载量等指标统计分析，行业内车企可划分为三个梯队。其中第一梯队为摩拜与 ofo，第二梯队为哈罗单车、永安行、小鸣单车等，第三梯队为蜜蜂单车、起起单车等。

投放量方面，第一梯队的摩拜与 ofo 占市场总量的 78.3%，其中 ofo 投放约 1000 万辆，摩拜投放约 800 万辆，其余二、三梯队单车总和不过 500 万辆。在 app 下载量方面摩拜与 ofo 均在 300 百万次以上，也远超二、三梯队下载量之和。

在 2017 年下半年，二三梯队的贡献单车品牌迅速迎来破产、倒闭、跑路潮，行业格局渐趋固化。摩拜、ofo 占据一二线市场且供需相对饱和，第三梯队车企避开竞争转战三四线城市。

下面介绍第一梯队的摩拜单车与 OFO 小黄车的发展历程。

1. 摩拜单车发展历程：

2015 年 1 月，北京摩拜科技有限公司成立。

2016 年 4 月，摩拜单车在上海上线，在 APP 上实名注册，并缴纳 299 元保

障金，即可租用。

2016 年 10 月 19 日，摩拜推出轻骑版“mobikelite”，该车重量 17 公斤，每辆单车造价 1000 元以下，费用降低为每半小时 0.5 元。

2017 年 2 月 28 日，招商银行、摩拜单车联合宣布双方达成战略合作，在押金监管服务合作基础上，双方还将在资金结算、绿色金融、信用卡积分、零售客户资源共享以及物理网点停车服务等方面深入合作。

2017 年 4 月 12 日，摩拜单车发起成立城市出行开放研究院，同时发布《共享单车与城市发展白皮书》；当日，摩拜单车正式发布行业大数据人工智能平台——“魔方”。

2017 年 4 月 28 日，摩拜单车公布了一份报告，3 月 29 日全面接入微信以来，摩拜单车 4 月份活跃用户量环比增速超过 200%，过去一个月摩拜单车新增 2400 万注册用户，继续保持市场领先地位。5 月 23 日，摩拜单车宣布与高通、中国移动(微博)研究院达成合作，共同启动中国首个 LTECatM1/NB-1 以及 E_GPRS (eMTC/NB-IoT/GSM) 多模外场测试，试图打造共享单车物联网大平台。

2017 年 5 月 26 日，2017 中国国际大数据产业博览会在贵阳正式拉开帷幕，摩拜单车亮相本届数博会，展现过去一年间取得的创新成就。

2018 年 4 月 3 日，美团和摩拜已于近日达成收购协议：摩拜以 37 亿美元的总价出售给美团，包括 27 亿美元的实际作价(12 亿美元现金及 15 亿美元股权)和 10 亿美元的债务。

2. OFO 小黄车发展历程：

2015 年 6 月，OFO 共享计划推出，在北大成功获得 2000 辆共享单车。

2015 年 10 月，完成 Pre-A 轮融资。

2016 年 1 月，完成 A 轮融资。

2016 年 6 月，OFO 共享单车总订单量突破五百万。

2016 年 8 月，完成 A+轮融资

2016 年 9 月，自行车共享项目“OFO”已经获得了经纬中国领投、金沙江、唯猎资本跟投的数千万美元 B 轮融资。

2016 年 9 月 26 日，滴滴出行以数千万美元战略投资共享单车平台 OFO。

2016 年 10 月 10 日，共享单车项目 OFO 宣布完成 1.3 亿美元 C 轮融资，包括滴滴出行数千万美元 C1 轮战略投资，以及美国对冲基金 Coatue、小米等领投的 C2 轮投资。

2016 年 11 月 17 日，在京召开城市战略发布会，宣布正式开启城市服务，推出新一代小黄车 ofo3.0，并启动“城市大共享”计划。还与 700bike 公布达成战略合作，双方将在共享单车领域展开深度合作。

2016 年 12 月 23 日，ofo 率先发布海外战略，在美国旧金山、英国伦敦展开试运营。

2017 年 1 月 16 日，ofo 发布第一代智能锁。

2017 年 2 月 22 日，共享单车行业领军企业 ofo 宣布与中国电信、华为达成全面合作，三方将共同研发基于新一代物联网 NB-IoT 技术的共享单车智能解决方案。

2017 年 3 月 1 日，ofo 完成 D 轮融资。

2017 年 ofo 发布新一代共享单车 ofoCurve。

2017 年 3 月 16 日，ofo 宣布与芝麻信用达成战略合作，将开启共享单车的信用免押模式。

2017 年 4 月 22 日，ofo 宣布获蚂蚁金服 D+ 轮战略投资。ofo 和蚂蚁金服双方都没有公布这一轮投资的具体金额。因为对于 ofo 来说，引入蚂蚁金服的投资，战略价值大于财务价值。

2017 年 4 月 27 日，共享单车的原创者和领骑者 ofo 小黄车正式接入世界领先的移动出行平台滴滴出行。滴滴用户可通过滴滴出行 App 陆续在全国直接使用 ofo 小黄车。

2017 年 5 月 20 日，ofo 小黄车正式发布“X 计划”，宣布将支持中国卫星创业公司九天微星发射民用娱乐卫星，助力中国商业航天事业发展。

2018 年 1 月 17 日，ofo 宣布上线全新的奇点城市慢行交通管理平台，首批将向全国 20 座城市政府管理部门开放，并将推广至全国超过 200 个城市。

2018 年 3 月，ofo 小黄车宣布已完成 E2-1 轮融资 8.66 亿美元。

3. 共享单车企业商业模式研究——以《永安行招股说明书》为例

3.1 背景

共享单车模式是指在城市地铁站点、公交站点、居民区、商业区、公共服务区、校园等提供自行车单车共享服务，并向用户直接收取费用的一种模式，是共享经济的一种新形态。

社会资本投资、用户付费的共享单车业务主要适用于人口密度较大、人均使用率较高、人员素质较高的一线城市和部分大型二线城市的中心城区，主要定位于年轻人用户群体（智能手机用户），向使用者直接收取用车费用。

目前出现了政府主导的有桩公共自行车及社会资本支持的无桩公共自行车（共享单车）并行发展的格局，而三线及以下城市因城市规模较小、有效需求不足、管理难度较大、运营成本较高，仍将以政府主导的有桩公共自行车为主。有关技术出现突破性变化，比如车辆精确定位技术、固定点停放监管技术、分散车辆的调度管理技术、车辆防盗防损技术的出现和成熟，以及社会整体诚信、市民规范意识的提高，无桩共享单车将可能成为主流模式，届时甚至有可能取代有桩公共自行车。

3.2 调研试点

1. 城市筛选：

无桩共享单车模式主要优先选择一、二线城市，城市年平均温度在 10 度以上，城市道路的坡度不大适合骑行的城市进行车辆投放，并依据以上原则制作试点投放城市计划表。

2. 试点投放计划：

依据所筛选城市计划表，编制自行车和智能锁的生产计划。

3. 试点投放筹备：

公司派遣筹备小组至拟投入城市或区域进行前期准备，包括与各城市中心区的招商部门商谈当地公司落地事宜，争取优惠政策和政府支持；对城市的非机动车停车点进行摸底，找出需求量大的区域，形成书面资料；了解城市对货车进城的管制措施，确定投放方式；寻找当地物流，地推，媒体合作单位，商谈价格；寻找办公和仓库；招聘当地运维人员；注册当地分子公司等。

4. 试点正式投放：

车辆投放依据投放计划正式进行车辆投放，投放时对车辆进行检查，并上传位置，记录每个投点的位置及车辆数。

3.3 生产

1. 采购

采购部门根据市场部门下达的总订单和生产部门的生产计划表、采购需求、物料清单等组织采购和备料，定期向供应商下达采购订单。建立供应商列表制度，同种类别产品的供应商原则上至少为两家，工程部、质量部、采购部等定期按照《供应商选择和评价程序》对供应商的评价、筛选、新增、淘汰、替换等发表意见，依据其日常配合情况，不良机率、对公司技术要求的遵照程度、到货准时情况等进行资质评估和打分判定。对新增供应商的产品，由技术研发部、质量部进行进货验证或试用，通过现场评审等程序方可录用。



2. 基本采取自主研发的模式

发行人的研发包括公共自行车系统平台的研发和升级、新增功能和增值模块的开发、硬件外观和系统界面的设计以及具体单个项目的公共自行车系统的定制化开发等。

3. 发行人研发创新机制

- ① 重视基础技术的研究，及时把握行业技术的发展动态和新技术的引入和创新，深入调查国内市场以及国际重点市场同类产品的技术现状和改进要求；
- ② 组织企业内部技术交流活动，保持员工与国际先进技术接触交流的信息渠道畅通；
- ③ 鼓励知识产权保护和专利申请，对专利的主要贡献人以及主要的著作权人给予表彰和一定的物质奖励；
- ④ 鼓励公司员工提出创新的技术或产品建议，对表现突出的创新型人才破格提拔，使公司对员工保持持续的凝聚力和向心力，增强技术人才队伍对公司的归属感；
- ⑤ 公司坚持“人才为本、科技领先”的用人之道，通过各种渠道引入具有丰富行业经验和专业技能的高级综合性人才，充实和提高研发的整体开发实力，同时积极与国内高等院校保持密切联系，广泛吸纳机械、电气、通讯和计算机方面的各类研究型人才，加强基础理论的研究并积极将新技术实用化、产业化；
- ⑥ 公司的研发以适应市场需要、满足用户要求、提高产品质量、降低制造成本为目的，目标是“生产一代、试制一代、研究一代和构思一代”的产品升级

换代宗旨，制定产品发展规划，开展产品寿命周期的研究，实现新产品的开发和老产品的改进。根据客户需要和行业技术发展动态组织技术人员进行项目开发。课题负责人负责对新产品开发过程进行管理，新产品开发部负责对课题进度和完成工作质量进行监督、考核。项目完成后，进行综合测评，对优秀员工进行精神鼓励和物质奖励，并作为考核、晋级、评审或聘任技术职称的参考依据。对在研发工作中作出成绩的科研人员进行奖励，提高科研人员的研发积极性。

4. 高度重视技术信息的保密工作

与核心技术人员及管理人员签订保密协议、与各类中介机构签订保密协议、对外信息提供需经内部多层审核、指定专人负责保管公司秘密的存档文件资料、对核心信息技术进行加密算法妥善保存等措施，确保企业技术信息的保密。确保各项机密技术信息的安全性，从而保护公司的核心竞争力。

3.4 销售

项目建设和实施过程中，公司市场部门还会持续对合同执行情况进行跟踪，随时了解生产进度、发货工作。销售人员或售后服务人员有通过走访客户和用户、征求意见、反馈、现场服务记录等途径进行信息的后期收集，确保服务的及时性、准确性和客户和用户的满意度。具体包括：

- ① 宣传推广安排专人对接地推单位，引导市民关注微信号、下载 APP。新用户会获得骑行优惠券并可分享好友，快速增加用户，联系媒体发放新闻通稿，并持续对投放点车辆消化情况进行数据分析。
- ② 用户注册借还车用户下载 APP，通过 APP 进行注册登录，实现扫码租车，还车时锁好智能锁在 APP 点击还车，系统自动计费。
- ③ 客户服务建立首席体验官微信、QQ 群，与用户互动，获取用户对产品的体验信息，并安排客服及时回复，及时处理粉丝反映的问题。
- ④ 公司还凭借完善的地域布局和用户积累不断推出“百城通平台”、“城市公共自行车微信和支付宝公众服务窗”、“公共自行车 APP”、“永安行 APP”、“低碳积分平台”、“永安骑旅文化”等增值服务业务，方便用户进行信息获取、查询、借还车、规划路线、统计骑行情况等动作，不断提升用户体验，增强用户粘性。
- ⑤ 异业合作依各城市的具体情况，策划活动，开展各项异业合作，增加用户量，提高骑行量和车辆周转率。依据骑行数据和用户数据，筹备持续的投放工作。

3.5 维修

巡检调度对城市进行网格划分，安排运维人员上路巡检摆车。投放一定数量后，车辆会逐步骑散，运营人员依据大数据分析及定位信息，去城市环线外进行车辆归拢，然后投放至大数据分析出的热点区域。

1. 站点运营质量管理。

通过网络实时监控各站点车辆使用情况，统筹调度各站点的车辆，特别是保障高峰时段和重要点位的车辆供应，合理控制站点空桩率和满桩率，降低有效处理时间，提高公共自行车的使用效率。

2. 站点设备质量管理。

加强对自行车站点系统、锁车器、车辆以及网点设施的维修、维护、保养和

保洁，降低故障率，保障系统和设备正常运转。

3. 调度车辆安全管理。

定期对调度车辆进行保养，对调度员和车辆驾驶员进行安全教育和调度规范的培训和考核，保证调度工作的安全有序进行。

3.6 运营风险

1. 政策支持持续性的风险

公共自行车存在受天气影响大、出行距离和出行速度有限的局限性，未来是否可能出现更加经济的替代公共交通形式、各级政府对公共自行车的支持力度是否会调整存在不确定性。如果政府对公共自行车的扶持力度降低、投资速度放缓，将可能对该行业的市场规模、行业内企业的盈利及发展等造成不利影响。

2. 物价大幅上升导致系统运营服务类项目成本增加的风险

系统运营服务涉及到大量的调度、管理、监控、维修、维护等工作，需在运营期内持续发生材料和人工采购，而预计上述采购价格可能随着我国整体物价水平的变化而呈波动趋势，从而会对公司已有系统运营服务类项目后期的毛利率水平造成一定的影响。倘若未来各种材料价格剧烈增长，或人员工资水平出现大幅提升，将会导致公司系统运营服务类项目的成本随之大幅上升，进而可能影响公司整体业绩的增长，对公司经营表现和财务状况产生负面作用。

3.7 未来的具体发展规划

1. 进一步拓展市场，巩固和增强市场地位，快速提高用户数量，适时推出其他绿色交通服务业务。
2. 不断优化现有盈利模式，提高公司业绩的可持续性
3. 积极探索和发展其他公共自行车系统增值业务，从线下业务向线上业务进行拓展，寻求行业和公司的新赢利点。
4. 加强研发团队建设、增强技术实力和技术创新
5. 根据业务规模扩大产能规模和完善产能结构，提高关键部件和工序的自产工艺和把控度随着业务收入的快速增长，发行人有随着业务规模进一步提升生产能力的的需求。兴建新的装配和生产线，以缓解日益增长的产品供需矛盾。完善产能结构，提高关键部件和工序的自产工艺和把控度，在保证产品和系统质量的同时，把握产业链的核心价值环节。
6. 加强资金管理、拓宽融资渠道，提高公司资金运作效率，通过资本市场筹措资金，同时加强资金管理、提高资金运作效率，更好地促进公司业务的发展和利润的提升，增强公司竞争力。
7. 审慎试点、探索、开拓用户付费共享单车业务，重视试点投放前的城市用户市场调研、可行性研究等，合理谨慎控制无桩共享单车向一二线城市延伸的速度和规模。通过前期调研，计划试点以省会城市/直辖市，特别是规模较大、经济发展程度较高的省会城市/直辖市如上海、北京、成都、福州、长沙、昆明等为切入点，并视需求合理谨慎地进一步开拓境内外市场，进一步拓展在全国乃至海外公共自行车行业中的覆盖面、影响力和市场份额，并实现与投入幅度、财务状况等合理平衡。根据经营情况及时合理谨慎地控制投入，采

取“先试点再扩大”的发展策略，公司将根据无桩共享单车的用户使用频率、收益情况等，分批次投放无桩共享单车，有效减小投资风险，最大限度对主营业务产生促进和补充并实现盈利。

4. 共享单车投放权市场建立的必要性

在共享单车的发展过程中，行业乱象以及共享单车配额混乱的问题，已经让共享单车从当初创立之时给人方便变成了更多被人诟病的东西。首先共享单车对传统单车零售行业发起了巨大的挑战，其次是出租车行业。据有关媒体报道，共享单车问世一年以来，许多传统单车零售品牌就面临着生死存亡的考验。它们要么选择灭亡，要么也就摇身一变，跳到共享单车的大锅里来分一杯羹，从而更加重了行业乱象。对于出租车行业来说，虽然不会到生死存亡的情况，但共享单车也确实冲击了出租车行业的短途客单量。

行业之间的竞争还远远比不上共享单车行业内部的竞争激烈，光 2017 年下半年几个月来就有许多家共享单车宣布倒闭并退回押金退出市场。如果说因为正常行业竞争而退出市场这是市场机制中司空见惯的现象，但是大规模的二三线共享单车公司接连倒闭，是不是从侧面反映这个行业内部的确存在着某种问题呢？

不仅仅在行业上，在城市交通上，共享单车存在着优劣并存的特点。合理规模的城市共享单车的使用，是城市交通的一剂良药。但如果超出一定规模，则是城市交通的毒药。因为共享单车相比私人自行车显然需要占用更多的公共空间，这种空间资源的无限度、不合理的占用势必会导致一些严重的问题

而针对这种现象，各地已经出台了各种各样的管控措施和市场监管机制。2017 年 5 月 7 日，中国自行车协会在上海召开共享单车专业委员会成立大会，宣布成立中国自行车协会共享单车专业委员会，宗旨在于协助政府部门加强行业管理，共同促进共享单车合理发展。与此同时，上海市政府针对规范共享单车向社会征求意见，其中反馈意见中就明确提出对共享单车的投放必须有明确标准。因此解决共享单车城市投放权的分配模式的问题是当下解决共享单车乱象丛生的根本途径。

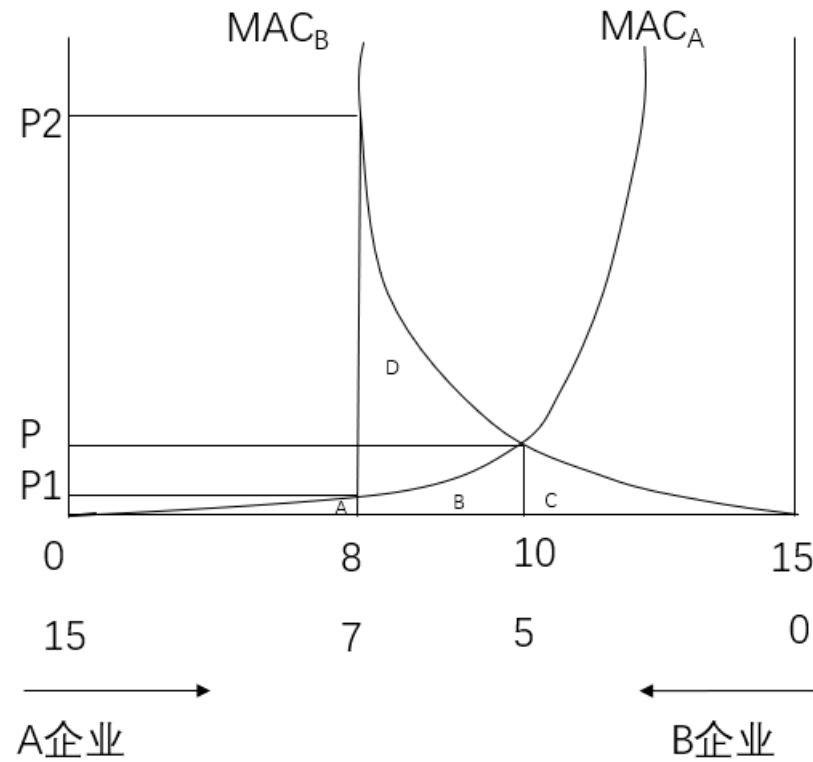
5. 共享单车投放权市场建立的理论依据以及市场架构

共享单车投放权市场建立的主要意义在于，它可以较好地协调经济发展与环境保护的矛盾，提高资源利用的效率。

为了比较简明清晰的说明共享单车投放权交易的基本原理，下面仅以两个共享单车企业用来说明。如下图所示，假设共享单车市场中仅有两个共享单车投放企业 A 和 B，在初始状态下，假设每个共享单车企业排放的共享单车数量都是 15 个单位，即共享单车投放的总量是 30 个单位。如果政府规定的共享单

车投放总量只有 15 个单位，则 A 和 B 企业总共只能投放 15 个单位的共享单车，于是必须减少 15 个单位的共享单车投放量。A 企业的共享单车投放量减少边际成本用 MAC_A 来表示，B 企业的共享单车投放量减少边际成本用 MAC_B 来表示，纵坐标表示减排的费用每个单位，横坐标表示共享单车减少投放的数量。

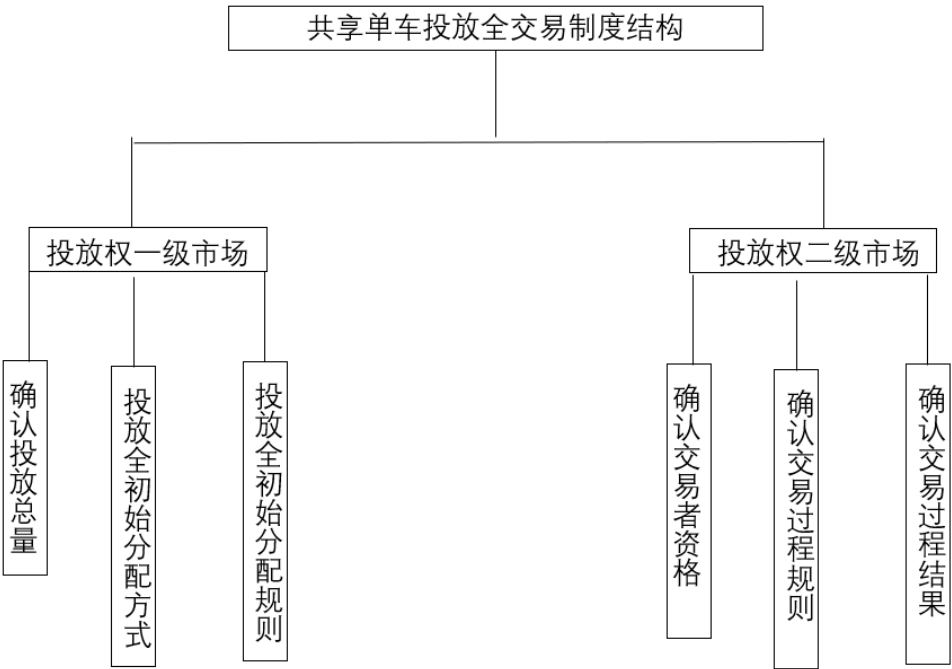
现在我们在在这里需要解释一下为什么共享单车投放量的减少会带来成本的增加。这部分增加的成本可以被分成两个部分：首先是面对共享单车投放量的减少，公司必须使用更少的共享单车数量来满足原有的共享单车需求，进而保证用车次数的不变来保证营业额。这其中就包括每辆共享单车耗损费用的增加，使用在调度上的费用：调度技术的更新（机器学习技术的应用和设备）、第二个部分就是对于共享单车数量减少之后，又不能而利用技术更新带来的弥补的利润损失。



从图中可以明显的看出，为了使共享单车投放量减少的社会总成本最小，A 企业的共享单车投放量减少的数量是 10 个单位，B 企业的共享单车投放量减少的数量是 5 个单位。在这样的组合下，减少 15 个单位共享单车的社会总成本可以用 $A+B+C$ 的面积总和来表示：A+B 的面积表示 A 企业共享单车投放量减少所花费的费用，C 的面积表示 B 企业共享单车投放量减少所花费的费用。如果采用其他的共享单车数量减少的组合，社会总成本都会增加，即只有当两个企业的共享单车投放量减少边际成本相等时，社会总的减排成本才会最小。边际成本曲线的交点就是共享单车投放量减少的社会总成本最低时的组合点，在该点各个企业的边际治理成本相等。

现在考虑另外一种情况，假设共享单车数量减少的命令是强制控制的。当在命令控制要求下，分配给 A 企业的共享单车投放量减少的任务是 8 个单位，允许其投放 7 个单位的共享单车，分配给 B 单位的共享单车投放量减少是 7 个单位，允许其投放 8 个单位的共享单车。这时，B 企业的共享单车投放量减少边际成本 P_2 大大高于 A 企业的边共享单车投放量减少边际成本 P_1 ，这样 A 企业与 B 企业就有了交易动机，只要 B 企业以低于共享单车投放量减少边际成本 P_2 的价格购买共享单车投放的许可证，A 企业以高于共享单车投放量减少边际成本 P_1 的价格卖出共享单车投放的许可证，那么双方就都是有利可图的。共享单车投放权的交易会一直进行到 A 企业减少 10 个单位的共享单车投放，最终投放 5 个单位的共享单车，B 企业减少 5 个单位的共享单车，最终投放 10 个单位的共享单车为止，此时共享单车投放权的交易价格为 P 。两个企业的共享单车投放量减少边际成本相等，不再有交易的动机。共享单车投放权交易使得共享单车投放量减少边际成本较低的企业积极减少共享单车的投放数量，而出售共享单车投放的许可证，共享单车投放量减少边际成本高的企业购买共享单车投放量许可证，提高了环境资源的利用效率，结果是在不改变共享单车投放总量的情况下，减少了共享单车投放量减少的社会总成本。在上面的图中，面积 D 就是通过共享单车投放权交易减少的费用。

在深究清楚共享单车投放权交易的原理，或者说是有效性之后，我们提出如下图共享单车投放权交易的制度。



本文主要探究共享单车投放权一级市场的制度内容。

6. 共享单车投放权一级市场的相关问题

6.1 共享单车投放总量模型——基于历史数据的机器学习算法

6.1.1 “区域桩”概念的提出——将无桩共享单车问题转化为有桩共享单车问题

国内外主要对于共享单车的研究主要基于定桩共享单车。研究定桩共享单车有一个好处：桩位是固定的，那么每个桩位的固定共享单车数量也是一定的，这样一来更方便于计算。

但是就目前在中国境内的共享单车而言，大部分属于无桩的共享单车，这样一来我们就必须寻找一个方法来将无桩共享单车的研究模式转化为有桩共享单车模式。为了解决这个问题，我们提出一个“区域桩”的定义。

“区域桩”是为了将非定桩公共自行车问题转化为定桩公共自行车问题所提出的转化概念，一般是基于心理学常识。一般人们如果出发地和终点地相距太远或者是太近，都不会选择使用自行车这种交通工具：因为太短的距离步行即可，太长的具体自行车也不能快速地到达，不如选择出租车或公交车。

于是就有了一下定义：“区域桩”是一个区域，这个区域的边界与区域中心的距离，必须大于人们在出行时恰好会放弃步行选择自行车的最短出发地和目的地之间距离，但是又远小于放弃自行车而选择出租车或公交车的距离。

“区域桩” i 被记作 x_i 。

区域桩的规划我们使用 AP 聚类算法和 K-means 聚类算法来共同完成。

AP 聚类算法是基于数据点之间“消息传递”概念的聚类算法。与诸如 k-means 或 k-medoids 的聚类算法不同，亲和传播不需要在运行算法之前确定或估计聚类的数量。

开始时，将所有共享单车停靠点都作为潜在的“定桩”，任取一候选“桩” x_i ，其所处位置为 (α_i, β_i) ，根据经纬度计算其与另一任意点 $x_j(\alpha_j, \beta_j)$ 的距离，因此作为相似度的测量指标表示 x_i 与 x_j 的相似程度， $S(i, j)$ ，且距离越远相似度越小即：

$$S(i, j) = -R \cdot \arccos[\cos\beta_i \cos\beta_j \cos(\alpha_i - \alpha_j) + \sin\beta_i \sin\beta_j]$$

同时 $S(i, j)$ 也可说明 x_j 作为任意 x_i 聚类中心的合适程度。

AP 算法的最终目的是能求得能代表点簇的最佳的一点，记为 x_k ，并用 $x_{k'}$ 表示非 x_k 的任意点。引入指标吸引度 $r(i, k)$ ，表示 x_k 对 x_i 的代表程度。

则在 x_k 处，可用 $S(i, k)$ 与除去 x_k 外与 x_i 最接近的点的合适程度之差来表示，即：

$$r(i, k) = s(i, k) - \max[a(i, k') + s(i, k')]$$

而 $r(k, k)$ 说明 k 成为聚类中心的能力，为初始设定值。

同时，欲说明 x_k 为某点簇的聚类中心，需证明 x_k 同时对点簇处的其他点也有相当大的代表程度。引入归属度指标 $a(i, k)$ 表示 x_k 做聚类中心的适合程度。有： $a(k, k)$ 的含义与 $r(k, k)$ 相同即：

$$a(k, k) = r(k, k)$$

而对 $a(i, k)$ 可表示为 x_k 对任意以其为聚类中心的点的吸引度和与 $r(k, k)$ 之和，即：

$$a(i, k) = \begin{cases} \min \left\{ 0, r(k, k) + \sum_{i' \neq i} \max[0, r(i', k)] \right\} & i \neq k \\ \sum_{i' \neq i} \max[0, r(i', k)] & i = k \end{cases}$$

由 $r(i, k)$ 式两端加上 $a(i, k)$ ，得：

$$r(i, k) + a(i, k) = s(i, k) + a(i, k) - \max[a(i, k') + s(i, k')]$$

可知，当 $a(i, k) + r(i, k)$ 不断变化时，即 x_k 与 x_i 在不断发生变化，形成一条不断变动的信息链，而当信息链到某一稳态时，则表明已经找到了最能代表 x_i 点 x_k ，宏观上说，找到了最能代表某点簇的 x_k 点。若输入整个点阵，该算法能求出迭代一定次数信息链不发生改变的所有最佳代表点。对应到此处，可用 AP 聚类算法求解基站分布的所有最佳代表点。

在 AP 算法的初步处理下，我们获得了对于共享单车停靠点的简单处理，得到了一些初始的“区域桩”。

接着我们需要筛除一些无效的区域桩，筛除条件如下：

$$\forall i, j, D(S_i(I), S_j(I)) > 1$$

即两个聚类中心（“区域桩点”）之间的距离必须大于人们在出行时恰好会放弃步行选择自行车的最短出发地和目的地之间距离——1km。

K-means 算法是一种聚类算法，他能将数据集中的数据以欧氏距离的大小分成给定种类的数据集。

假定我们要进行聚类的对象一共有 n 个，构成一个样本数据集

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 。我们的目标是将这 n 个对象分为 k 个类。具体算法步骤如下：

① 先把原始数据输入进去，为 k 个聚类选取 k 个初始聚类中心，每个聚类中心记为 $Z_j(I)$ ， $j=1, 2, \dots, k$ 。

② 计算数据集 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 中每个数据与聚类中心的距离

$D(x_i, Z_j(I))$ ， $i=1, 2, \dots, n$ ， $j=1, 2, \dots, k$ 。现在做出如下判定：如果

$$D(x_i, Z_l(I)) = \min_{j=1, 2, \dots, k} \{D(x_i, Z_j(I)), i=1, 2, \dots, n\}, \text{ 则 } x_i \in \omega_c。$$

③ 将每个聚类中的样本均值作为 k 个新的聚类中心，即

$$Z_j(I+1) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n_j} x_k^j, \quad j=1, 2, \dots, k。$$

④现在再做一次判定，若 $Z_j(I+1) \neq Z_j(I)$ ， $j=1,2, \dots, k$ ，则 $I=I+1$ ，返回第②步；否则算法结束。

⑤最后得到的 k 个聚类中心就是我们想要的聚类结果。

在我们的“区域桩”算法中，我们取 $K = \left\lfloor \frac{D(S_i, S_j)}{50} \right\rfloor + 1$ 。

对于我们采集到的数据，包含有出发地点和目的地的经纬度数据。利用这些数据做聚类分析，则可以初步划分出“区域桩”的分布。

所有算法支持基于 Matlab、Python 及 Geohash Package。

通过前面所描述的基于心理学的算法，我们将不同的共享单车停靠点聚类为我们假设的“定桩站点”中——一个区域中。虽然这个区域的面积不是非常稳定。以这一步为基础我们就可以将无桩共享单车问题转换为定桩共享单车问题

6.1.2 共享单车合理投放量的估算

通过 6.1.1 的内容，我们已经将无桩的共享单车通过聚类的方式转化为有桩共享单车问题。现在我们将合理的共享单车投放量定义为：

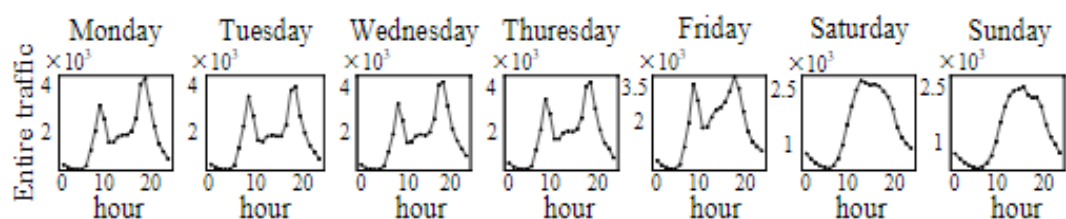
$$\max f(regular, event)$$

函数 $f(regular, event)$ 是共享单车的使用量与环境的关系。这里我们将环境变量分为两类：一类是 regular，这是日常变量，我们使用一下几方面：日期、天气、空气温度。这是三点属于在日常时候可以影响共享单车使用量的因素。另一类是 event，这是指突发事件，例如车祸、大型庆典封路等等，这些属于突发事件。

我们需要考量的是这个函数关系的求取，基本可以基于现有研究分成四个阶段：

1. 进一步聚类：在 6.1.1 中的聚类操作我们进行的是地理位置聚类，然后这一步的聚类则是基于用于用户行为，将杂乱的用户行为数据整理为有序。
2. 建立共享单车 check-in 预测体系
3. 建立共享单车 check-out 预测体系
4. 统一两个预测体系。

通过 check-in 和 check-out 我们可以获得以下规律：



共享单车乘客的一般在一周的工作日（周一至周五）呈双峰分布，在非工作日呈单峰分布：工作日人们早上出行上班，晚上下班回家；周末一般中午至下午是出行高峰期。而其他情况的，如日常变量和突发变量的出现只会突然影响到使用量。因此共享单车的合理投放量则可以通过统计图中给出。

6.2 共享单车投放权初始分配方式的选择

共享单车投放权的初始分配是指政府以投放许可证的形式对市场参与者规定经营过程中允许投放共享单车数量的最大值，获得许可证的厂商意味着拥有了相应的、使用环境资源（公共开放空间）的权利。

共享单车投放权的初始分配（一级市场）是后面开展共享单车投放权交易市场（二级市场）的基础。共享单车投放权的初始分配的关键在于公平性和有效性，实现公司盈利和公共资源保护的双赢。参考碳排放权的初始分配方式，我们主要讨论一下三种方式：免费分配、公开拍卖与混合分配方式。

6.2.1 免费分配

免费分配排污许可证是一种比较方便的管理方式，政府可以根据共享单车企业的合理投放量以及历史投放量确定分配共享单车投放许可证的比例。由于共享单车投放许可证是免费分配的，不会引起企业抵触情绪，但是，免费分配也存在一些不足：1) 由于无偿获得的投放许可证可以在二级市场交易，能给企业带来利益，因此，如何合理的确定初始分配比例成为一个难题；2) 投放许可证发放以后，如果获得许可证的企业不把许可证用于二级市场的交易，则新的企业将因无法获得许可证而无法进入该地区的市场，形成进入壁垒；3) 由于许可证是无偿获得的，在二级市场中就缺少价格参照标准

6.2.2 公开拍卖

拍卖是与投放权交易最相一致的一种分配方式。参考排污权市场理论的现状：在现有的理论分析中，多以拍卖作为排污许可证初始分配的方式。在拍卖的几种方式中，最常用的拍卖方式为一级密封价格拍卖(the first-price sealed auction)，即所有投标人同时将出价密封交易拍卖人，出价高者中标，

并按照中标人的报价作为交易价格。在一级密封拍卖这种方式下，参与的投标的人越多，拍卖者的得到的价格就越接近拍卖品的价值，当投标人区趋于无穷时，拍卖者几乎能得到拍卖品价值的全部。但是，由于拍卖这种方式使得排污权交易带来的利益几乎完全属于环境有关部门获得，有可能打击排污企业参与排污权交易的积极性。为了改进上述缺陷，又提出了二级密封拍卖。在二级密封拍卖中，报价最高中获得拍卖品，但是成交价格是次高价格。这样，拍卖的一部分收益为投标人获得，可以提高企业参与的积极性

6.2.3 混合分配

混合分配易于理解，就是取出一部分的来进行免费分配，而另一部分用来免费拍卖。本来全部拍卖是最为合适的方式，但是对于初期已采取这种过渡的方式。

6.3 “免费分配”制度设置的博弈探究

6.3.1 厂商与厂商之间的博弈

假设两厂商， $i=1,2$ ，围绕共享单车分配额度进行协商谈判。假设每个厂商的决策是配合或者不配合政府的分配方案，假设如果两厂商中只要有一方选择配合政府的分配方案，则政府分配方案通过，两厂商都可以得到 R 单位的收益；如果没有厂商配合，则政府分配方案需要调整，每位厂商都得到 0 单位的支付。假设每位厂商选择配合政府的分配方案的成本是 c_i ，则本博弈的得益矩阵为。

		厂商 2	
		配合	不配合
厂商 1	配合	$R - c_1, R - c_2$	$R - c_1, R$
	不配合	$R, R - c_2$	$0, 0$

假设分配方案通过的收益是厂商共同的知识，每位厂商选择配合的成本是私人信息，即成本代表 c_i 厂商 i 的类型。其中 $c_i \sim [\underline{c}, \bar{c}]$ 的均匀分布是共同知识，其分布函数 $P(\cdot)$ 。

这是一个不完全信息下的静态博弈。此博弈的一个纯策略 $a_i(c_i)$ 可以视为是从 $[\underline{c}, \bar{c}]$ 到 $\{0, 1\}$ 的函数，其中 0 表示厂商选择不配合分配， 1 表示厂商选择配合分配。

厂商 i 的支付函数为:

$$u_i(a_i, a_j, c_i) = R \cdot \max(a_1, a_2) - a_i c_i \quad i=1, 2$$

厂商 i 的期望效用函数为:

$$E_i = p_j u_i(a_i, 1, c_i) + (1 - p_j) u_i(a_i, 0, c_i)$$

其中 p_j 表示均衡状态下厂商 J 选择配合的概率。所以厂商 i 会选择战略 a_i

*(.) 最大化自己的期望效用 $\max_{a_i} E_i$

从而, 当 $R - c_i > p_j R$ 时, 厂商 i 会选择配合; 即 $c_i < R(1 - p_j)$ 时, $a_i^*(c_i) = 1$ 。

当 $R - c_i < p_j R$ 时, 厂商 i 会选择不配合; 即 $c_i > R(1 - p_j)$ 时, $a_i^*(c_i) = 0$ 。这表明

存在一个分割点 c_{i*} , 使得当 $c_i \in [\underline{c}, c_{i*}]$ (要求 $\underline{c} < c_{i*}$) 厂商 i 会选择配合。同理,

存在一个, 使得当 $c \in [\underline{c}, c_{j*}]$ 时, 厂商 J 会选择配合。

由于

$$p_j = \text{prob}(\underline{c} \leq c_j \leq c_{j*}) = P(c_j^*) = \frac{c_{j*} - \underline{c}}{\bar{c} - \underline{c}}$$

同理

$$p_i = \frac{c_{i*} - \underline{c}}{\bar{c} - \underline{c}}$$

所以, 均衡点应满足方程组

$$\begin{cases} R - c_i^* = \frac{c_{j*} - \underline{c}}{\bar{c} - \underline{c}} R \\ R - c_j^* = \frac{c_{i*} - \underline{c}}{\bar{c} - \underline{c}} R \end{cases}$$

解得

$$c_i^* = c_j^* = \frac{R^2 \bar{c} - R(\bar{c} - \underline{c})^2 - R \underline{c}(\bar{c} - \underline{c})}{R^2 - (\bar{c} - \underline{c})^2}$$

从而, 本博弈的贝叶斯纳什均衡是:

当 $c_1 \leq \frac{R^2 \bar{c} - R(\bar{c} - \underline{c})^2 - R \underline{c}(\bar{c} - \underline{c})}{R^2 - (\bar{c} - \underline{c})^2}$ 时, 厂商 1 会选择配合; 否则, 不配合。

当 $c_2 \leq \frac{R^2 \bar{c} - R(\bar{c} - \underline{c})^2 - R \underline{c}(\bar{c} - \underline{c})}{R^2 - (\bar{c} - \underline{c})^2}$ 时, 厂商 2 会选择配合; 否则, 不配合。

6.4 “拍卖部分”制度设置的研究

6.4.1 拍卖初始定价的 HPM 模型

对于拍卖的部分，我们需要进行一个初始定价的设定。究其根源，共享单车的使用主要占用的公共物品是公共开放空间，所以对于排除的初始定价可以被分为两个部分：估计每辆单车占用的公共开放空间和估计公共开放空间的价值。

6.4.1.1 估计共享单车占用空间

据有关研究测算，自行车的占地面积依摆放方式的不同而不同，其关系可有以下描述：

停车方式		单位停车面积 (m ² / 辆)				备注
		单排一侧	单排两侧	双排一侧	双排两侧	
垂直排列		2.1	1.98	1.86	1.74	
斜排列	60°	1.85	1.73	1.67	1.55	
	45°	1.84	1.7	1.65	1.51	
	30°	2.2	2.0	2.0	1.8	

由表中信息可得，自行车的占地面积随摆放方式不同而不同，但大部分均在 $2m^2$ 以下。故本研究中取 $S=2m^2$ 。

6.4.1.2 公共开放空间的 HPM 估价法

HPM 方法的主要原理，是将待估价物品的价格分解，显现出各项特征的隐含价格，固定其特征不变，分解价格变动中的各种恒因素，从价格总变动中主项剔除特征变动的影响，剩下的就是纯粹的由于供求关系而引起的价格变动。总的来说，多样性的物品具有多方面的不同特征活品质，其价格就是这些所有特征的综合反映和表现。

一般来说，HPM 方法的一般流程可以分为四部分：

第一步：选取合适的变量指标将其量化。对于不同的国家、不同的地区、不同的测量目的和给你的操作这个来说，实际需要的指标和能够获取的指标等都具有一定程度的不确定，因而针对自己的测量目的选取最合适的指标，保证表能够满足案例的实际调查情况和准确描述出案例的特征是十分必要的。

第二步：数据收集。收集研究区域内的变量指标的数据。

第三步：分析特征价格模型的不同形式，选取适当的方程模型并借助 Eviews 进行多元回归分析，比较各种不同的方程模型。一般来说在 HPM 中使用的方程模型有线性模型、对数模型和半对数模型，这三种方程模型较为可靠。

第四步：对模型计算结果进行分析。

对于共享单车所占用的公共空间，一般分布在城市内。所以我们选择房价这一较好获取调查的数据，并且将房价的影响因素分为以下几点：区位特征、房屋特征、邻里特征和环境特征。具体因素由如下表所示：

变量类别	变量代号	含义
因变量	Price	房屋成交价格（元/平方米）
房屋特征	Bus	小区周围 2 公里内的公交路线数量（个）
	Parking	小区停车位数量（个）
	Types	住宅的建筑类型
	Rooms	房屋的房间个数（个）
	Area	房间的建筑面积（平方米）
	Floor	房屋的楼层位置
	Structure	房屋对的结构类型
	Fitment	房屋的装修结构
	Support	房屋自身的生活配套设施
	Old	房屋是否是二手
邻里特征	Property Cost	小区的物业费用（元/平方米）
	Plot ratio	小区的容积率
	Green Rate	小区的绿化覆盖率
	Kindergarden	小区周围 2 公里内的幼儿园数量（个）
	High School	小区周围 2 公里内的中小学数量（个）
	University	小区周围 2 公里内的大学数量（个）
	Market	小区周围 2 公里内的超市数量（个）
	Hospital	小区周围 2 公里内的亿元数量（个）
	Post Office	小区周围 2 公里内的邮局数量（个）
	Bank	小区周围 2 公里内的银行数量（个）
环境特征	Space	周围 2 公里内公共开放空间面积（平方米）

采集完数据之后，我们逐次回归以下方程模型

$$P=\alpha_0+\alpha_1L+\alpha_2S+\alpha_3N+\alpha_4B+\eta$$

$$P=\alpha_0L^{\alpha_1}S^{\alpha_2}N^{\alpha_3}B^{\alpha_4}$$

其中 P 是房价, L 、 S 、 B 、 N 分别是指区位特征、建筑特征、环境特征和邻里特征。分别回归并进行统计学检验, 选取最为合适的模型。

于是共享单车投放权的拍卖初始定价可以由下式计算:

$$P_{ini} = \alpha_3 \bar{P}$$

6.5 共享单车投放权混合分配制度的保障

6.5.1 政府管制

共享单车投放权是以总量控制为基础的。如果一定时段内, 一定区域中投放厂商严格按照所赋予的份额进行投放和运营, 尤其是厂商若存在超出规定额度的投放, 必须按投放权交易市场购买、补齐, 则在该时段该区域内同时运营的共享单车数量达到均衡数量上下。

但是理性厂商的最终目的是最大化自身利润, 如果厂商所拥有的投放权数量远远不能满足其共享单车运营数量的需要, 则违规投放(即私下投放、违反政府管制的相关制度)对厂商而言是极具诱惑力的选择。因为违规投放相对于参与共享单车投放市场而言是无需花费任何成本的一种处理方式。而厂商一旦违规投放, 就会导致市场环境的恶化, 给社会带来巨大的负效应。

显然, 政府管理部门不愿意见到这种情况发生。为了控制违规投放的情况, 管理部门必须设计一系列的规制制度, 对厂商的投放行为进行监管。一旦发现违规投放, 必须对该厂商采取严厉的惩罚措施, 使得厂商在选择违规投放行为时面临一定的风险, 从而降低其违规投放行为, 提高共享单车市场的透明度和公平度。惩罚措施可以包括巨额罚金、通报批评甚至停产整顿等多种方式。所收取的罚金既可以用来对违规投放带来的市场恶化进行补救, 也可以用作开展共享单车市场的建设、管理等其它费用。

博弈策略空间的假设:

1、违规投放厂商是理性的, 追求自身效用的最大化; 政府追求整个社会的综合效用(经济、生态、环境等)的最大值。

2、政府有两种举措: 基于厂商违规投放行为的强化规制和放松规制, 强化规制要付出规制成本, 同时对违规投放的厂商处以罚金。

3、违规投放厂商有两种对策: 参与政府的管制合理投放和违规投放, 其中合理投放要付出相应的成本。

4、只要政府检查, 厂商的违规投放行为就会被发现, 不存在隐瞒而不被发现的情形。

5、对违规投放的厂商名单公之于众, 进行通报批评。

5.1 博弈模型中的变量假设:

1、设厂商违规投放的效用为 U_1 ; 合理投放要付出机会成本 C_1 , 同时合理投放将使厂商受到激励进行的技术更新、降低生产成本, 折算为厂商当期增加 $\Delta U (\Delta U > 0)$ 的效用。

2、设政府放松规制得到效用 U_2 ，强化规制需要付出规制监查成本 C ，厂商参与分配将使政府获益社会综合效用 S 。强化规制下政府对违规投放的厂商处以罚金 F ，并对厂商通报批评，所造成的声誉损失记为 L 。

博弈的得益矩阵

	强制规制 (q)	放松规制 ($1-q$)
合理投放 (p)	$U_1 - C_1 + \Delta U, U_2 - C + S$	$U_1 - C_1 + \Delta U, U_2 + S$
违规投放 ($1-p$)	$U_1 - F - L, U_2 - C + F$	U_1, U_2

得益矩阵(图 5. 1)的说明:

1. $C_1 - \Delta U > 0$ ，受到合理投放的机会成本和技术激励“滞后性”的影响，合理投放厂商的实施成本大于实施获益。
2. $F > C$ ，厂商违规投放被处以的罚金要大于政府的检查成本，保证了政府强化规制的可能性。
3. $F + L > C_1 - \Delta U$ ，政府强化规制下厂商违规投放的得益小于厂商合理投放获得的得益，保证了厂商服从管理的可能性。

若 2, 3 两个条件之一不满足，本博弈的纳什均衡为(厂商违规投放，政府放松规制)或(厂商违规投放，政府强化规制)，通过政府管制来控制投放市场份额的行为都不能实现，投放管理无从开展。

考查此得益矩阵，易知博弈不存在纯策略下的纳什均衡，求解混合策略的纳什均衡。设 p 为厂商实施参与交易的概率， q 为政府强化规制的概率。

对政府而言，给定厂商策略的概率分布 $(p, 1-p)$ ，政府强化规制的期望得益：

$$\pi_{\text{政府}}(p, 1) = p \cdot (U_2 - C - S) + (1-p) \cdot (U_2 - C + F)$$

政府放松规制的期望得益：

$$\pi_{\text{政府}}(p, 0) = p \cdot (U_2 + S) + (1-p) \cdot (U_2)$$

解 $\pi_{\text{政府}}(p, 0) = \pi_{\text{政府}}(p, 1)$ ，得到：

$$p^* = \frac{F - C}{F} \quad (1)$$

对厂商而言，给定政府策略的概率分布 $(q, 1-q)$ 的，厂商参与交易的期望得益：

$$\pi_{\text{厂商}}(1, q) = q \cdot (U_1 - C_1 + \Delta U) + (1-q) \cdot (U_1 - C_1 + \Delta U)$$

厂商违规投放的期望得益：

$$\pi_{\text{厂商}}(0, q) = q \cdot (U_1 - F - L) + (1-q) \cdot (U_1)$$

解 $\pi_{\text{厂商}}(0, q) = \pi_{\text{政府}}(1, q)$ ，得到

$$q^* = \frac{C_1 - \Delta U}{F + L} \quad (2)$$

此博弈的混合策略纳什均衡为 $((p^*, 1-p^*), (q^*, 1-q^*))$ ，即厂商以 p^* 的概率选择合理投放，政府以 q^* 的概率对厂商强化规制。

当厂商以高于 p^* 的概率参与分配时，政府放松规制的期望得益大于强化规制的期望得益，政府将放松规制。当政府以高于 q^* 的概率对厂商进行规制时，厂商合理投放的期望得益大于违规投放的期望得益，厂商将主动合理投放。从而，为促成份额的合理分配，政府的规制设计应该注意提高厂商参与分配的概率 p^* 、降低政府强化规制的概率 q^* ，使整个社会的帕累托效率得到改进。

由(1)式和(2)式可知：

1、增加罚金 F ，有助于提高厂商合理投放的概率 p^* 、降低政府强化规制的概率 q^* 。 F 越大表明政府惩罚力度越大，厂商受到惩罚约束将提高参与分配的主动性，政府放松规制。但同时也要警惕政府可能出于罚金的获益而表现出的“不作为”。

2、减少政府的规制检查成本 C ，有助于提高厂商合理投放的概率 p^* 。这表明政府规制检查成本越小，规制的可信性越强，厂商将提高合理投放的主动性。

3、降低厂商合理投放的机会成本 C_1 ，有助于减少政府强化规制的概率 q^* 。

厂商合理投放的机会成本越小，厂商参与份额分配的积极性增强，政府放松规制。

4、技术更新带来的增加效用 ΔU 越大，政府强化规制的概率 q^* 越小。技术更新的吸收带给厂商效用的增加，推动厂商主动合理投放，政府放松规制。

5、声誉损失 L 的增大，有助于减少政府强化规制的概率 q^* 。声誉的影响减少了厂商违规投放的效用，激励了厂商合理投放的主动性，政府放松规制。

综上所述，罚金和声誉影响可以作为有效的规制手段保障份额分配的顺利开展。通过提高罚金、扩大声誉影响可以有效地规制厂商行为，保证厂商合理投放的行为。而且，政府为了提高监督效率，必须努力降低规制成本。

同时，可以看到真正推动厂商主动合理投放、促进份额分配制度的形成、提升合理投放活跃度的内在因素取决于合理投放的机会成本的降低和厂商技术更新的学习、转移。我们将在以下的一节我们将以其中的调节技术的学习与转移为例来讨论。事实上共享单车市场的研究过程中，有关技术转移的部分属于现在已经存在的现象，容易用来进行讨论。

6.4.2 技术转移

共享单车投放权合理分配机制的形成与市场活跃度很大程度上取决于市场参与者的边际调度成本、调度能力的差异。只有边际调度成本的参差不同、高低差别，才能推动投放权合理分配机制的形成和提高合理分配的效率。所以调度技术的学习、转移就是投放权分配机制形成的原动力，只有厂商间有了调度水平的差异，共享单车在各个地区出现了盈余和不足，重新分配才可能发生，才能实现共享单车市场在数量上和结构上的均衡。

假设在投放权分配项目中买卖双方围绕调度技术的转移进行交易。买方是调度技术的需求方，主动提出学习对方的调度技术，作为报酬将由调度技术产生的结余的共享单车按一定比例支付给调度技术的卖方。

假设 1 调度技术的卖方拥有的调度技术存量为 T ，在短期内 T 是一连续常量，可以分割出售。

假设 2 调度技术卖方转让技术的意愿度记为 α ($0 < \alpha < 1$)， α 表示转让技术占原有技术存量 T 的比例， α 无法观察。从而卖方最终转让的调度技术量为 $\Delta T = \alpha T$ 。

假设 3 调度技术的买方全部吸收了转移的调度技术，并转化成实际应用，节余了一定数量的共享单车。

假设 4 由能力理论，知识决定能力，能力决定产出，所以假设节余的共享单车 Y 是调度技术 T 的函数 $Y = f(T)$ 。为求解方便，假设节余的共享单车是关于调度技术的线性函数，即 $Y = T + \theta$ ，其中 θ 是均值为零、方差等于 σ^2 的正态分布随机变量，表示外生的不确定性因素。买方吸收了调度技术后，节余的共享单车投放量记为 $\Delta Y = \Delta T + \theta$

假设 5 买方将节余的共享单车按一定的比例记为 β ，支付给调度技术的卖方作为报酬，即支付 $C = \beta \Delta T = \alpha \beta T$

假设 6 买方因为主动寻求调度技术，故设其是风险中性的。而卖方的效用函数具有不变绝对风险规避特征，即 $U_s = -e^{-\rho \omega}$ ，其中 ρ 是绝对风险规避度量， ω

是实际货币收入，卖方的风险成本 $\frac{\rho \beta^2 \sigma^2}{2}$ 。

假设 7 记买方吸收技术的成本函数为 $C_b(\Delta T) = \frac{1}{2} b_b \Delta T^2 = \frac{1}{2} b_b (\alpha T)^2$ ；卖方转

移技术的成本函数为 $C_s(\Delta T) = \frac{1}{2} b_s \Delta T^2 = \frac{1}{2} b_s (\alpha T)^2$ ，其中 $b_b > 0$ 和 $b_s > 0$ 分别为买方和卖方的成本系数。

由于买方是风险中性，故其期望效用：

$$EU_b = \Delta T - C - C_b(\Delta T) = \alpha(1 - \beta)T - \frac{1}{2} b_b (\alpha T)^2$$

由于卖方是风险规避，此时，卖方期望效用等价于其确定性等价收入，即随机收入的均值减去风险成本，故其期望效用为：

$$EU_s = C_s - C_s(\Delta T) - \frac{\rho \beta^2 \sigma^2}{2} = \alpha \beta T - \frac{1}{2} b_s (\alpha T)^2 - \frac{\rho \beta^2 \sigma^2}{2}$$

若卖方的保留收入水平记为 $\bar{\omega}$ ，则卖方参与技术转移交易必须满足参与约束 (IR)——卖方参与交易的期望效用不能小于其保留收入水平，即 $EU_s \geq \bar{\omega}$ ，所以有：

$$\alpha\beta T - \frac{1}{2}b_b(\alpha T)^2 - \frac{\rho\beta^2\sigma^2}{2} \geq \bar{\omega}(IR)$$

本模型中的买方通过决策 β 的取值，促使卖方决策 α 的取值实现调度技术的转移获取最大效用。

所以，卖方最大化期望效用即

$$\max_{\alpha} EU_s = \max_{\alpha} [\alpha\beta T - \frac{1}{2}b_s(\alpha T)^2 - \frac{\rho\beta^2\sigma^2}{2}]$$

由一阶条件得到：

$$\alpha = \frac{\beta}{b_s T}(IC)$$

此即卖方的激励约束 (IC)。

买方此时的最优决策即：

$$\max_{\beta} EU_b = \max_{\beta} [\alpha(1-\beta)T - \frac{1}{2}b_b(\alpha T)^2]$$

$$s.t.(IR)\alpha\beta T - \frac{1}{2}b_s(\alpha T)^2 - \frac{\rho\beta^2\sigma^2}{2} \geq \bar{\omega}$$

$$(IC)\alpha = \frac{\beta}{b_b T}$$

在最优决策时，买方没有必要给卖方大于 $\bar{\omega}$ 的支付，故取参与约束：

$$\beta T - \frac{1}{2}b_s(\alpha T)^2 - \frac{\rho\beta^2\sigma^2}{2} = \bar{\omega}(IR)$$

代入目标函数，即：

$$\max_{\beta} [\frac{\beta}{b_s} - \frac{\rho\beta^2\sigma^2}{2} - \frac{1}{2}b_b\left(\frac{\beta}{b_s}\right)^2 - \frac{1}{2}b_s\left(\frac{\beta}{b}\right)^2 - \bar{\omega}]$$

由一阶条件得到

$$\beta = \frac{b_s}{b_s\rho\sigma^2 + b_s + b_b}$$

从而

$$\alpha = \frac{1}{(b_s\rho\sigma^2 + b_s + b_b)T}$$

进而实现转移的技术量为

$$\Delta T = \alpha T = \frac{1}{b_s \rho \sigma^2 + b_s + b_b}$$

由：

$$\frac{d\beta}{db_s} = \frac{b_b}{b_b \rho \sigma^2 + b_b + b_s} > 0$$

由：

$$\frac{d\beta}{db_b} = -\frac{b_s}{(b_b \rho \sigma^2 + b_b + b_s)^2} < 0$$

可知最优合约中 β 的是 b_b 关于的减函数，说明买方吸收技术的成本越高，最优风险角度希望 β 越小。

由：

$$\frac{d\beta}{d\rho} = -\frac{b_s^2 \sigma^2}{(b_b \rho \sigma^2 + b_b + b_s)^2} < 0, \quad \frac{d\beta}{d\sigma^2} = -\frac{b_s^2 \rho}{(b_b \rho \sigma^2 + b_b + b_s)^2} < 0$$

可知最优合约中的 β 是关于 ρ, σ^2 的减函数，说明卖方越是风险规避，技术转移的方差越大，买方的风险成本越高，最优风险角度希望 β 越小。

所以，在当前的共享单车份额分配机制的建设中，政府管理部门可以通过以下措施促进调度技术的转移，实现厂商边际调度成本的分化，增强共享单车投放市场的供需关系，扩大共享单车市场容量，进而提高厂商参与合理分配的积极性。

第一、通过搭建共享单车调度统一平台，加强调度信息的共享，增强共享单车厂商调度技术买卖双方的信任合作，降低卖方的风险规避度。

第二、通过具体政策制度简化技术交易流程，有效降低买卖双方技术转移的交易成本。可以看出，通过有效降低卖方的技术转移成本 b_s ，对于我方技术买主而言是非常有利的，既降低了给与卖方的支付报酬，又增加了技术转移量。

第三、增强我方技术吸收能力，通过厂商员工培训，优化技术人员知识结构，提高厂商学习、吸收技术的能力，降低技术吸收成本。

第四、创设技术成果转化的便捷通道，降低技术转移的不确定性，强化技术转移的产出效果，增强厂商主动学习调度技术的动力。

总之，调度技术的学习和引入是形成共享单车份额分配机制的先决条件。通过调度技术的引入，使厂商间产生边际调度成本差异，从而促进了共享单车市场

的繁荣。

7. 政策建议与总结

7.1 政策建议

一、建设基于总量控制的共享单车投放权初始分配方式

共享单车投放权交易必须建立总量控制模式。共享单车投放权交易的总量控制目标包括国家制定的共享单车投放总量目标以及地方或区域的共享单车投放总量控制目标。总量控制模式要求对共享单车投放总量进行控制、对共享单车投放量进行核查、认定以及公示。在总量控制的模式下，共享单车投放权交易参与者之间的一部分共享单车投放权的有偿交易不会增加共享单车投放总量，有利于管理者的对共享单车投放情况的调控。

共享单车投放权的初始分配事关共享单车投放权交易的成败，在分配中政府起着主导与协调的作用。政府在共享单车投放权交易建设之初应采取免费分配为主，并设计一些有偿激励制度对新进入的厂商进行扶持，随着交易市场的完善逐步减少免费分配的比例，增加公开拍卖比例。在免费分配方式的设计时，要注意效率和公平。政府应优先照顾调度上有余力的厂商，给与政策上的倾斜。同时，由于政府管理部门对共享单车投放权的权利管辖，受利益驱动容易产生寻租行为，所以要建立管理部门的廉政制度，保证共享单车投放权初始分配的公平、公正。

二、建设、完善共享单车投放权交易机制，全面降低交易成本

共享单车投放权的交易主要体现在共享单车投放权流通的二级市场。交易机制应该包括具体的交易规则、交易类型的制定，交易事务的处理方法等相关方面。交易机制的制定应注意交易信息的沟通、交易成本的减少以及激励交易进行的相关因素。其中，由于交易成本对共享单车投放权交易发展的制约作用，必须通过加强交易机制的建设，譬如通过共享单车投放权的明晰界定、具体的交易方式、交易规则的制定、统一化的市场建设等方面，全面降低共享单车投放权交易总成本，以保证共享单车投放权交易市场的活跃。

具体而言：

1、加强共享单车投放权交易的法规制度建设，建立统一的强制或半强制共享单车投放权交易市场

由于交通空间的公共物品属性导致厂商自觉参与共享单车投放权交易减少的不可能性，从而我国现阶段的共享单车投放权交易几乎没有实质性的进展。要想推进共享单车投放权交易的开展，必须对共享单车投放权及其交易建立明确的法律约束，这是推动厂商主动参与交易的有效因素。当前，我国现行的环保法律法规缺少对共享单车投放标准的立法。因此，开展共享单车投放权交易首要条件就是要对共享单车投放权及其交易进行法律确认，明确共享单车投放权交易制度的基本规则、参与方的权利义务以及奖惩措施等。所谓强制或半强制的共享单车投放权交易市场是指通过政策法规对厂商的共享单车投放量做出明确规定。所以厂商参与共享单车投放权交易与否更多的是出于其自觉性，而厂商追逐利润最大化的目标决定了其自觉性的缺乏。我国要想建立真正的共享单车投放权交易市场，必须将厂商的共享单车投放量目标明确写入政策法规。只有

设定了共享单车投放权上限，厂商才会产生调度节余、不足的差别，才会参与共享单车投放权交易。所谓统一的共享单车投放权交易市场是指共享单车投放权交易要有统一的交易规则、交易制度、监测方法、监管模式、统一的市场价格，统一的共享单车投放权交易市场有利于交易成本的减少、价格的稳定、信息的交流以及交易效率的提高。

考虑到我国沿海、内陆等地区由于人口差异和城市管理差异等原因，可以先构建若干区域性共享单车投放权交易市场，并授予各区域性碳交易市场一定的自主决策权，在此基础上再构成全国统一的共享单车投放权交易市场。通过试点，国家再将各区域的经验加以整合、推向全国。

2、建设配额交易辅以项目交易的共享单车投放权交易形式

所谓配额交易是指通过借鉴碳排放的配额交易体制的成功经验，将承诺的投放强度下降指标分解给各地方政府，各地方政府再将具体的共享单车投放指标分配给厂商。

如果厂商的实际排放量超过该额度，就需要到市场上购买其差额的投放许可额度。如果厂商不能或不愿购买减排额度来弥补超额投放的指标，就必须上缴罚款。项目交易主要是基于市场参与者不同的经济发展水平、调度能力而设置。

3、逐步建立、推进共享单车投放权拍卖机制，有效降低交易成本

共享单车投放权交易采用拍卖机制的优势主要在于：拍卖遵循“公开、公正、公平、价高者得”的拍卖规则，具有揭示价格信息，减少交易成本的基本功能，有利于提高交易的市场效率。所以，在共享单车投放权交易市场的建设中，应该注意共享单车投放权的拍卖机制的设计与应用。从目前已有的经验看，密封式拍卖更受政府管理者的青睐。而双向拍卖由于其市场结构的特点，与现实交易市场更为吻合，同时研究证明双向拍卖能够实现竞争的均衡，所以在共享单车投放权交易市场中应该加以推广、使用。同时，在共享单车投放权交易建设之初，由于参与拍卖的成本限制，为了激励厂商的参与度，应减少共享单车投放权拍卖方式的使用；随着共享单车投放权交易市场的逐渐成熟，逐步扩大拍卖在交易中的比例，有助于提高交易效率，实现市场的规范发展。

三、加强政府的规制能力建设，设计科学有效的规制措施

共享单车投放权交易中的政府规制是保障公平、公正的交易和实现总量控制目标的关键。规制的开展必须以严格的共享单车投放量监测系统为基础，只有确认了每位市场参与者许可的共享单车投放权和实际的共享单车投放量的差额，共享单车投放权才能作为商品进行交易。政府规制应该覆盖共享单车投放权交易的全过程，实现公开、透明，并接受公众监督。

1、建立健全的贡献单车投放量监测体系

共享单车投放量监测体系关系共享单车投放权交易的分配、流通、监管的全过程，是共享单车投放权交易的顺利开展的先决条件。共享单车投放权的明晰依赖于科学的计量体系。通过加强能源的统计和计量，建立健全涵盖全社会的能源生产、流通、消费以及区域间流入流出及利用效率的统计指标体系，制定并实施共享单车投放量的统计和监测办法。

2、建立具体的共享单车投放权评价指标体系

当前我国在共享单车投放权交易市场中一个突出问题就是缺少一套系统的评价指标体系。没有具体的共享单车投放权的评价指标，就无法知道企业真正的投放量，共享单车投放权交易也就只能成为空谈。欧美等国早已经建成共享单车投放评价指标体系，企业生产的产品都标有碳足迹标签，能够清楚地了解产品

的共享单车投放量。只有通过共享单车投放指标，政府才能制定具体的贡献单车投放总量目标，建立中介机构，进而开展贡献单车投放权交易。

3、建立严格的违规投放惩罚制度

政府的规制是贡献单车排放权交易有序发展的保证政府借助惩罚机制，尤其是相应的法律制度保障，可以有效约束厂商的违规排放行为。首先，要把通过法律制度明确厂商的投放权，其次设立严格的违规投放惩罚制度。当前我国尚未实行违规投放罚金制度，导致过度投放的成本远低于实施治理的正常成本，厂商随意投放。这非常不利于交易市场的建立，所以政府必须结合当前形势制定严格的法律法规，引导、规范厂商的行为。同时，政府也应接受厂商的监督，通过设置政绩指标考核体系，降低政府的规制成本，加强政府规制的透明度建设。

7.2 总结

首先我们对共享单车市场进行调研，辅以其他研究报告的阅读与总结：达到深入了解共享单车现状的目的，并从实际上认证共享单车投放权设定的必要性。其次我们构建共享单车初始投放权分配模型，包括两个部分：区域共享单车投放数模型与初始投放权分配方式探究。通过考虑地区出行结构与公共空间限制两个方面来建立区域共享单车投放数模型，确定某个区域合理的共享单车投放数量，为政府决策提供帮助。接着讨论免费分配与拍卖两种方式在效率、公平两个方面的优劣。并结合市场实际，提出混合模式——“免费分配+拍卖”相结合的方式是可行的一种方案。然后我们对共享单车初始投放权的混合分配模式进行分析。在免费分配部分，我们考虑了两种博弈。一是厂商与政府间的博弈：政府需要确定免费分配部分各个公司的配额。我们结合斯塔克尔伯格模型对两种方式进行分析，并对政府的激励制度给出政策建议。另一个是厂商与厂商之间关于是否同意政府的分配方案的博弈，我们结合鲍弗瑞和罗森塞尔模型对该博弈进行分析，同样的对政府给出政策意见。在拍卖部分，我们主要研究两个方向：通过对公共空间价值的估计来确定拍卖的基准价格，并讨论了共享单车初始投放权拍卖的合理拍卖方式。最后我们考虑了维持共享单车投放权混合分配方式的保障措施：政府管制、和技术转移。并给出了政府关于推动厂商参与共享单车投放权交易方面的政策建议。

8. 参考文献

[1] 聂力. 我国碳排放权交易博弈分析[D]. 首都经济贸易大学, 2013.

[2] 赵娜. 碳排放权交易定价问题研究[D]. 中央民族大学, 2011.

[3] 赵海霞. 初始排污权的分配方式研究[D]. 上海交通大学, 2006.

[4] <http://wiki.mbalib.com/wiki/博弈论>

[5] <http://wiki.mbalib.com/wiki/斯塔克尔伯格模型>

[6] (美) 朱·弗登伯格, (法) 让·梯若尔. 博弈论[M] 黄涛, 等译. 北京: 中国人民大学出版社, 2003

[7] Yexin Lee, Yu Zheng, Huichu Zhang, Lei Chen. Traffic Prediction in a Bike Sharing System, In Proceedings of the 23rd ACM International Conference on Advances in Geographical Information Systems