

商业计划书

城市眼——面向智慧出行的城市群智感知计算系统

北京邮电大学·城市眼团队

商业计划书

城市眼——面向智慧出行的城市群智感知计算系统

项目组成员

成员姓名	所在学校	专业名称	负责部分
朱冠州	北京邮电大学	计算机科学与技术	总负责人 (CEO)
曹子建	北京邮电大学	计算机科学与技术	技术主管 (CTO)
吴佳阳	中央财经大学	注册会计师	财务主管 (CFO)
任皓洁	中央财经大学	金融工程	市场营销
利佳澄	北京邮电大学	电信工程及管理	硬件设计
王贝嘉	北京邮电大学	物联网工程	技术职能
区睿哲	北京邮电大学	电信工程及管理	行政人力
张嘉琦	北京邮电大学	电信工程及管理	产品与设计
肖晗	中央财经大学	金融工程	核算会计
陆浩成	北京邮电大学	物联网工程	Web 开发
张楚仪	北京邮电大学	物联网工程	Android 开发
王瑶	北京邮电大学	电信工程及管理	数据集群
卜浩然	北京邮电大学	物联网工程	硬件设计
潘鑫艺	广西科技大学	软件工程	后端开发
任振华	北京邮电大学	物联网工程	市场部门

项目负责人: 朱冠州

联系方式: 18710190726

电子邮箱: guanzhou.zhu@bupt.edu.cn

指导老师: 赵东

电子邮箱: dzhao@bupt.edu.cn



—— 面向智慧出行的城市群智感知计算系统 ——

项目摘要

本项目主要包含技术开发和商业策划两大部分，将所学知识与实践相结合，创造出了具有社会和商业价值的面向智慧出行的城市群智感知计算系统。在实施和开展的过程中，团队成员具备创新思维和不断解决问题的能力，并且对项目有完整的顶层构架，对不同发展阶段的目标、运营模式、营销方式、财务计划有明确的规划。在此过程中，成员分工明确，在不断的讨论和修改后完善了整个商业计划，对现有的城市发展、生态环境、就业岗位等多方面问题提供了较好的解决方案，利用我们所学的知识，贡献了青年智慧。

创新维度

(1) 功能全面，技术精尖

本项目提供的服务包括交通状况感知、交通实时预测、交通调控引导和基础设施建设四部分。我们团队的研究成果已经被相关领域顶级期刊和学术会议的认可，并且目前本项目已申请两个专利。

(2) 分层开发，双向拓展

对于复杂多变的交通状况，本系统分为物联网感知层，数据计算与处理层，数据呈现层。不同层次开发的各模块各司其职、高效运作，为系统稳定运行提供保障。同时，我们的系统具备的横向与纵向双向拓展能力，横向对应相应物联网传感器优化，纵向对应技术的迭代更新。

(3) 双端业务，利管便民

我们全面考虑了需求和市场，为城市市民与交通管理者都提供了相应的服务。交互性良好的Android 停车 App，极大地便利了市民的出行生活；设计精美、逻辑清晰的 Web 可视化界面，便于交管部门对城市交通状况进行实时把控并做出更好的决策。两端并重并行，在交通生活的各个细分领域，确保每一个居民能够享受到被人工智能充分赋能的智慧交通。

(4) 模型优良，评估严谨

我们对系统涉及的核心算法模型，进行了严密的数据模拟测试，结果证明，我们的模型明显优于已有模型。其中，交通事故风险预测模型比现有最新的模型的准确率分别提升了 11%；相比用户自行寻找车位，停车引导算法模型使得搜寻时间和步行时间之和最少降低 33%；公交乘客流预测性能超过 10 种基线模型，准确率至少提高 22.39%；面向新城市的新能源充电桩需求预测及规划能将营收最多提高 72.5%。

团队维度

我团队由来自北京邮电大学和中央财经大学的同学共同组成，所具备专业知识覆盖计算机科学与技术、物联网工程、电信工程及管理、金融工程、会计学、电子商务等多个领域，学科的交叉融合让我们在创新创业涉及到的各个领域都有着较强的专业性。与此同时，几乎所有同学参加“大创”“挑战杯”等创新创业比赛，丰富的实践经验也为我们的项目注入了前所未有的创新活力。

在此基础上，我们进行了团队内部的有机整合，并分支出技术、研发、运营、市场、行政及财务等部门，形成了“以总负责人为中心、各个部门协调配合”的组织架构。在项目进行过程中，团

队内各组织成员分工合作，通过组内思考实践、组间沟通配合的方式实现了“项目构想——产品设计——商业化落地”的目标。

截至目前，团队向项目投入的资源集中在技术层面与人力层面，并对当下有所欠缺的融资、营销等项目商业化提出了较为详实的未来规划，制定了相应的使命愿景。

商业维度

随着交通产业的技术发展及智能网联时代的到来，道路状态实时感知、车路协同等业务对实时化、智能化提出了更高的要求。2021年中国智能交通行业市场规模为1917亿元，同比增长15.62%，有着广阔的发展前景。项目由于技术壁垒的存在以及产品技术自身的优越性和创新性，产品与市场上其它竞争者相比具备充分的竞争力。

项目主要采用web端和Android用户端相互补的产品模式，为政府决策部门、交管部门、私人企业以及个体车主四大目标服务对象提供技术支持。Web端包括交通状况感知，交通实时预测，交通调控引导，基础设施规划四大功能；Android用户端主要支持面向用户的智慧停车引导服务，已实现预约车位、推荐服务、查询预约记录和余额等场景。在营销运营方面，我们采取服务推送、品牌营销等手段配合详细的宣传策略和客服反馈策略一步步占据市场份额。在盈利方面，主要有合作收入、用户增值服务收入和广告收入三大收入来源，其中广告收入和用户增值服务收入可能会成为平台的主要盈利能力。

社会价值维度

本项目本着“深化智慧交通，优化智慧交管”的宗旨构建，其在国家发展、就业环境、交通建设、生态建设及民生福祉等层面具有多重的社会价值。在就业层面，将创造大量计算机、交通工程、自动化、城市管理等相关就业岗位，引发一轮巨大的人才需求，预计为数万从业者提供多样化的就业岗位。与此同时推动交通规划岗位的自动化，减少从业者不必要的机械化劳动，大大提高就业质量，增加人才匹配程度，优化就业环境。在国家社会层面，将推动国家交通现代化发展，为政府和管理者提供交通决策和规划帮助。在生态文明层面，项目将大大减少因设施规划和引导不足带来的一系列能源的消耗，避免不必要的尾气排放，对于生态文明的建设有着重大意义。

城市眼团队, November 2023

目录

项目摘要	i
插图列表	vii
表格清单	ix
1 市场分析	1
1.1 行业现状	1
1.1.1 行业背景	1
1.1.2 国内现状	1
1.2 目标市场分析	3
1.2.1 项目维度	3
1.2.2 区域维度	5
1.2.3 用户维度	6
1.3 竞争分析	7
1.3.1 SWOT 分析法	7
1.3.2 波特五力模型	9
1.4 PEST 分析	12
1.4.1 政治环境：建设数字城市，发展智慧交通	12
1.4.2 经济环境：社会效益激增，市场潜能巨大	12
1.4.3 社会环境：城镇建设不足，交通亟待改善	13
1.4.4 技术环境：高新技术蓬勃，智慧场景创新	15
2 项目介绍	17
2.1 产品模式	17
2.1.1 产品简介	17
2.1.2 Web 端产品模式	18
2.1.3 Android 用户端产品模式	21
2.1.4 研发策略	24
2.2 技术细节	25
2.2.1 系统架构	25
2.2.2 服务端	25
2.2.3 后端	26
2.2.4 流批处理	26
2.2.5 消息队列	26
2.2.6 算法设计	26

2.3 创新点	31
2.3.1 功能全面，技术精尖	31
2.3.2 分层开发，双向拓展	32
2.3.3 双端业务，利管便民	33
2.3.4 模型优良，评估严谨	33
3 组织结构	37
3.1 团队概述	37
3.2 核心成员介绍	37
3.2.1 项目负责人（CEO）介绍	37
3.2.2 专家顾问介绍	37
3.2.3 技术团队核心成员介绍	38
3.2.4 商业化团队核心成员介绍	38
3.3 公司组织架构	39
3.3.1 技术职能部门	39
3.3.2 市场营销部门	39
3.3.3 研发设计部门	39
3.3.4 运营职能部门	40
3.3.5 行政人事部门	40
3.3.6 财务职能部门	40
3.4 激励机制	40
3.4.1 薪资激励	40
3.4.2 事业激励	40
3.4.3 企业文化激励	40
4 商业模式	41
4.1 价值链分析	41
4.1.1 内部价值链分析	41
4.1.2 纵向价值链分析	41
4.1.3 横向价值链分析	41
4.2 运营模式	42
4.2.1 价格策略	42
4.2.2 宣传策略	42
4.2.3 客服反馈策略	43
4.3 盈利模式	43
4.3.1 合作收入	43
4.3.2 用户增值服务收入	44
4.3.3 广告收入	44
4.4 营销模式	44
4.4.1 网络营销	44
4.4.2 品牌营销	45
4.4.3 ODEC 合作模式	46

4.4.4 推广方式	46
4.4.5 阶段目标	47
5 项目发展	49
5.1 核心发展理念——3S 理念	49
5.1.1 服务性 (Service)	49
5.1.2 拓展性 (Scalability)	49
5.1.3 共享性 (Shareability)	49
5.2 发展阶段	50
5.2.1 初期——开发测试, 实现准确性	50
5.2.2 中期——落地测试, 实现高效性	50
5.2.3 长期——完善系统, 实现拓展性	52
6 社会价值	55
6.1 对国家发展——推动国家交通现代化发展	56
6.2 对就业环境——提供大量就业机会, 优化就业质量	56
6.3 对交通建设——为政府和管理者提供交通决策和规划的帮助	56
6.4 对于生态文明建设——避免能源的不必要消耗	57
6.5 对于民生福祉——交通出行更为高效安全	57
7 财务	58
7.1 融资方案	58
7.2 资金运用	58
7.2.1 初期投入	58
7.2.2 中期投入	58
7.2.3 长期投入	59
7.3 未来五年的支出预测	60
7.4 未来五年的收入预测	60
7.5 未来五年的损益预测	60
7.6 投资收益与风险分析	62
7.6.1 投资净现值	62
7.6.2 投资回收期	63
7.6.3 内含报酬率	63
7.6.4 获利指数	63
8 风险及规避	65
8.1 风险评估	65
8.1.1 技术风险	65
8.1.2 市场风险	65
8.1.3 资金风险	65
8.1.4 社会风险	66
8.1.5 需求风险	66

8.2 风险规避	67
8.2.1 技术风险规避	67
8.2.2 市场风险规避	67
8.2.3 资金风险规避	67
8.2.4 社会风险规避	67
8.2.5 需求风险规避	68
8.3 综合风险评价	68

插图列表

1.1 2017-2021 年中国智慧交通相关专利申请量	2
1.2 2016-2021 年中国智能交通行业市场规模	2
1.3 2020 年智慧交通行业中标过亿项目的细分市场分布（单位：亿元，%）	3
1.4 智慧交管市场发展三阶段	4
1.5 智慧停车市场发展三阶段	5
1.6 截止 2020 年末中国智慧交通产业示范区分布情况	5
1.7 2020 年中国智慧交通市场（除停车项目）过亿项目区域占比（单位：%）	6
1.8 用户群体分类	6
1.9 项目优势	7
1.10 项目弱点	8
1.11 项目机遇	8
1.12 项目威胁	9
1.13 波特五力分析	9
1.14 替代品的威胁	11
1.15 智能时代的社会经济转型	13
1.16 中国智慧城市交通规模将迅速扩大	13
1.17 2008-2018 年我国城市人口密度持续攀升	14
1.18 2000-2020 年我国人口数量快速增加	14
1.19 数字技术商业化进程	15
1.20 智慧交通场景描述	15
1.21 智慧交通建设	16
2.1 城市群智感知数据汇聚与计算平台功能介绍	17
2.2 城市群智感知数据汇聚与计算平台功能介绍	18
2.3 路况感知 web 可视化界面	19
2.4 拥堵状况 web 可视化界面	19
2.5 智能泊车数据 web 可视化界面	20
2.6 充电桩配置 web 可视化界面	21
2.7 用户使用流程架构图	22
2.8 用户端页面架构示意图	23
2.9 一级页面架构示意图	23
2.10 二级页面架构示意图	24
2.11 城市眼系统架构	25
2.12 基于合作和竞争的分配模流程图	27
2.13 基于注意力机制的时空图卷积网络预测模型	28

2.14 SA-GCN 基本框架	29
2.15 事故风险预测部分的模型细节	30
2.16 T-MGCN 结构图	30
2.17 2013-2021 年 Web of Science 数据库中智能交通领域论文发表数量趋势	31
2.18 系统双向拓展性示意图	32
2.19 停车引导算法 (D ² Park) 和 All-NG All-SP 在不同的地区的比较	34
2.20 在一段时间内车位流入和 POR 的性能	34
3.1 公司组织架构示意图	39
4.1 定价策略	42
4.2 主要收入来源	43
4.3 品牌营销理念	45
4.4 ODEC 合作模式	46
4.5 不同发展阶段推广目标	47
5.1 3S 理念	49
5.2 城市环境保护计划构想图	53
6.1 项目社会价值	55
6.2 交通工程人才缺口 (万人)	56
6.3 2014-2020 年中国交通事故发生数量及直接财产损失金额	57

表格清单

1.1 智慧停车 App 在四大应用市场中下载总量及排名前七位	10
1.2 下载量领先的智慧停车行业 App 的功能统计	10
1.3 近年中国智慧交通相关政策摘录	12
2.1 在山东数据集上的预测性能比较	35
2.2 在 PEMS 数据集上的预测性能比较	36
5.1 服务器的参数和价格	51
5.2 设备购买价格表	51
5.3 第一年投入情况	51
7.1 初期投入资金的用途及使用计划 单位: 元	58
7.2 中期投入资金的用途及使用计划 单位: 元	59
7.3 长期投入资金的用途及使用计划 单位: 元	59
7.4 未来五年的支出预测表 单位: 元	60
7.5 未来五年的收入预测表 单位: 元	60
7.6 未来五年的损益预测表 单位: 元	61
7.7 投资现金流量表 单位: 元	62
7.8 投资净现值 (NPV) 计算表 单位: 元	63
7.9 投资回收期计算表 单位: 元	63
7.10 获利指数计算表 单位: 元	64

1

市场分析

1.1. 行业现状

1.1.1. 行业背景

智能交通兴起于欧美国家，上世纪六十年代起，欧美日等发达国家或地区交通拥堵、交通污染排放、能源消耗过大及交通安全等问题日益严峻，而土地、能源等资源日益紧张，通过交通运输基础设施过度建设扩张带来的负面影响日益凸现，迫切需要通过一些新技术运用，来提高运输质量和效率。

智能交通的发展涉及到运载工具、交通基础设施、光电子信息、互联网等多个行业与技术领域的交叉、融合，其大规模应用离不开多个行业和部门的联动。近年来，随着物联网、大数据、人工智能等新兴技术的大力推动，智能交通系统有了长足发展。

交通对一个城市的影响从未像今天这样占据如此突出的地位，隐隐有成为城市发展第一牵引力的势头。十几年来，随着我国城市化进程的提速、汽车数量的爆炸式增长，城市拥堵问题也日益严重，与此相伴的是频繁的交通事故、噪声污染和空气污染，使城市承载能力与社会运行效率受到了严峻挑战。因此，如何破解城市发展速度与社会效益的矛盾成了全社会普遍关注的问题。

1.1.2. 国内现状

“十四五”时期，是加快交通强国建设的关键阶段，更是智慧交通跨越发展期。“十四五”规划明确提出要加强泛在感知、终端联网、智能调度体系建设；发展自动驾驶和车路协同的出行服务；推广公路智能管理、交通信号联动、公交优先通行控制等重点内容。

通过交通行业应用平台以云化、服务化、容器化、平台化方式为客户提供包括软件、数据服务等多种形式、多细分场景的交通领域云服务，助力客户实现数字化管理、精细化运营、智能化服务的全面转型升级。2021年中国智慧交通相关专利申请量为387项，同比下降29.25%，难以找到技术方面的重大突破，因此急需大量技术投入。本项目从智慧交通方向开展深入研究，如果能够在这样的瓶颈期有所突破，那么将辅助智慧交通行业更快速发展。

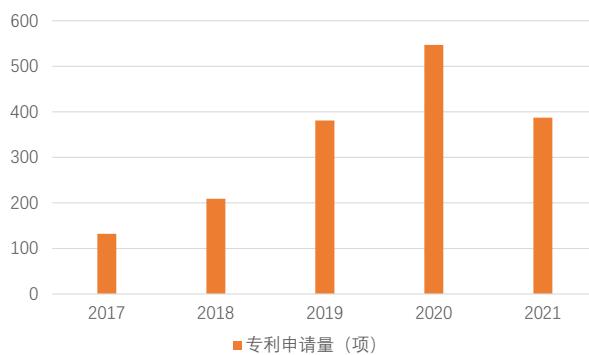


图 1.1: 2017-2021 年中国智慧交通相关专利申请量

随着交通产业的技术发展及智能网联时代的到来，交通综合数据量快速增加，道路状态实时感知、车路协同等业务对实时化、智能化提出了更高的要求。**2021** 年中国智能交通行业市场规模为 1917 亿元，同比增长 15.62%，由此可见国内的智慧交通市场需求不断增长，有着广阔的发展前景。

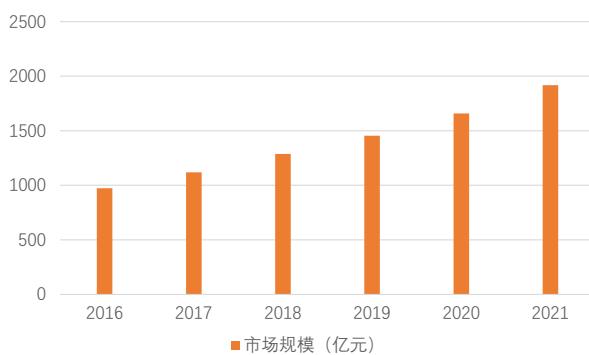


图 1.2: 2016-2021 年中国智能交通行业市场规模

随着人们对交通优化的需求越来越高，智慧交通在未来的市场空间巨大。随着我国城市化进程的提速、汽车数量的爆炸式增长，城市拥堵问题也日益严重，与此相伴的是频繁的交通事故、噪声污染和空气污染，使城市承载能力与社会运行效率受到了严峻挑战。因此，各地正在积极构建智能交通体系。随着我国交通智能化应用的不断推进，行业整体处于成长期，智能交通的需求增长明确且空间广阔。

在百城通勤时耗排名中，前十名城市依次为北京、上海、天津、重庆、广州、成都、大连、郑州、南京。其中，北京的年度平均通勤时耗长达 **47.6** 分钟。造成交通拥堵的原因主要有以下几点：机动车数量增长速度过快，道路车流量日益增大；一些交通道路功能不清，导致不少道路成为断头路，无法有效地利用现有的城市道路进行车辆分流；市区道路交通管理不到位，一些城市市区交通秩序疏导还是依赖民警、交通灯等方式，交通管理科技手段比较低。通过以上交通状况分析，我们提出的智慧交通系统能够用更智能的方式为交通“停车难、行车难、治理难”的问题提供智慧化的解决方案。本项目致力于开发智慧交通相关感知技术、预测技术和引导技术，能够感知当前的道路交通拥堵状况，为车主和交管部门预测道路集中拥堵位置，并且能够引导车主寻找车位，有效节约在路上徘徊寻找的时间。

未来随着新技术的发展和应用，为出行者提供更加精细、准确、完善和智慧的服务，将是智慧交通系统面向公众服务的重要方向。这些服务的提供将加速交通产业生态圈的跨界融合，汽车制

造业、汽车服务业、交通运营服务、互联网、信息服务、智慧交通等行业的融合发展将是大趋势。

1.2. 目标市场分析

由于有车人群规模不断增大，城市车流量大，拥堵情况严重、停车难、事故发生频率高等问题十分严重。结合 AI、移动互联网、物联网、云计算、大数据等技术，构建道路、车辆、交通监管设备之间的快速通信和信息共享系统和平台变得尤为重要。本团队根据现有的行业发展情况和需求情况，选择合适的地区和人群进行更深入更有针对性的规划和推广。

基于不同的分类方式，我们将根据我们的项目内容、重点发展地区和目标用户进行市场划分。我们将根据近些年的市场发展情况，对过去的表现进行总结和分析，对未来进行预测，找到最合适的使用人群。

1.2.1. 项目维度

我们将对路况和流量进行实时监控和预测，对停车位的数量及位置数据进行实时的更新，来保障城市交通的通畅与便利。基于本项目以及相关技术，我们的优势在于对于事故风险预测的准确性和停车引导服务的最优性。我们将聚焦于智慧交通系统中的两个重要板块智慧交管和智慧停车，对这两部分发展进行规划推广。

根据 ITS114 统计数据，2020 年城市智慧交通市场中标过亿项目共 46 个，中标过亿项目市场规模总计约为 101.27 亿元。在 46 个中标金额过亿的智慧交通项目中，其中交通管控市场中标过亿项目 21 个，总计中标金额为 39.04 亿元；智慧停车中标过亿项目 14 个，总计中标金额为 34.72 亿元。

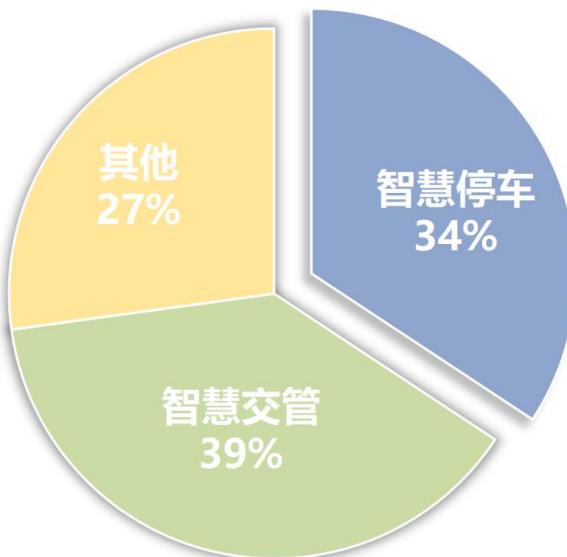


图 1.3: 2020 年智慧交通行业中标过亿项目的细分市场分布（单位：亿元，%）

智慧交管市场

对于智慧交管方面，我们致力于和政府交管部门进行合作，打造城市智慧交通系统，包括交通状况感知、交通实时预测、交通调控引导以及基础设施规划四大方面。我们以车路协同和智慧交管协同发展为主要方向，以政府项目型智能交通市场为视角，主要面向车路协同场景中的智能化道路交通设施、云控平台、交通行业数据平台、交管行业数据平台等细分市场。

当前各地区对交通信息的需求较强，但由于各平台之间的数据信息资源整合不足，相应的服务与设施不够完备，车路协同市场发展仍有较大空间。车路协同需要车车、车路进行协同，要求各个平台之间数据要实现互通并有效利用，较好的方式就是围绕平台建立生态圈。我们将智慧交管市场的发展主要分为三个阶段，逐步改造，最终打造成熟的产品，占据一定的市场份额。



图 1.4: 智慧交管市场发展三阶段

对 2021 年 5 月份，11 个智慧交通中标项目中标金额进行统计，2021 年 5 月，智慧交通项目平均中标金额为 2167 万元。2019-2021 年是车路协同行业的导入期，也是行业发展的分割点，即车路协同行业发展从示范应用阶段逐步向规模应用阶段跨越，而未来 3-5 年中国车路协同行业将迎来爆发期，进而推动中国智慧交通迈入新阶段。

我们将利用目前外部的有利环境，围绕建立的平台和系统实现逐步升级，最终实现完整产业生态圈的打造，为智慧交通系统的发展助力，为市民的出行提供全方位便利出行的信息。

智慧停车市场

2021 年我国停车位数量将达到 1.32 亿个，而停车位需求数达到 4.07 亿个，停车场供需矛盾日渐加剧。从这样的趋势来看，发展智慧停车行业是缓解供需矛盾、提高效率的必然要求。目前，我国智慧停车行业总体呈零散化，区域化，整体集中度不高，仍在高速发展阶段，各企业不断在抢占资源状态。智慧停车行业竞争格局与地产行业相似，每个智慧停车企业负责一片小区域，难以做到较强的覆盖度。

对于我们的智慧停车 APP 和 Web 端平台来讲是挑战也是机遇。我们以公益性、基础性、开放性为核心理念，支持更大范围的信息交换和信息共享，同时通过内外部资源的耦合来实现商业价值的创造。由于我们的 APP 服务将会追加更多后续功能，不仅帮助用户在短时间内找到最佳的停车位，同时将会与 4S 店、交管部门、媒体平台等进行合作，提供生活、违章缴费、汽车服务等信息，为用户提供最大的便利。

我们将智慧停车市场的发展也分为三个阶段，逐步升级完善，对整个城市的完整交通系统提供保障和支持，在未来我们的技术创新性将会为本项目抢占一定的市场份额。



图 1.5: 智慧停车市场发展三阶段

1.2.2. 区域维度

在国家政策牵引下，目前全国也涌现出包括北京、上海、无锡、常州、重庆、长沙、武汉、海南等大量的示范区，进行智慧交通车路协同的业务应用示范。截止 2020 年，全国已经有工信部和交通部批复共计 40 家智慧交通车联网业务应用示范区在全国落地。智慧交通产业示范区地域分布情况如图2.9



图 1.6: 截止 2020 年末中国智慧交通产业示范区分布情况

根据我国对经济区域划分的标准，将市场细分为长三角经济区、珠三角经济区、环渤海经济区、东北经济区、西北经济区、中部经济区、西南及华南经济区市场。从市场需求程度来说，长三角、珠三角以及京津冀三大发展较快经济带对智慧城市建設的需求更加旺盛，政策、经济、技术等方面支持力度更大，可作为我们项目重点发展的区域。

从招投标市场来看，据 ITS114 统计数据，截至 12 月 31 日，2020 年城市智慧交通市场 (除停

车项目) 中标过亿项目 32 个, 中标过亿项目市场规模总计约为 66.58 亿。从中标项目的区域分布来看, 华东与华南地区为我国智慧交通行业发展的主要区域, 二者合计占比超过 50%。因此, 从整体区域分布来看, 中国智慧交通企业的区域集中度较高。

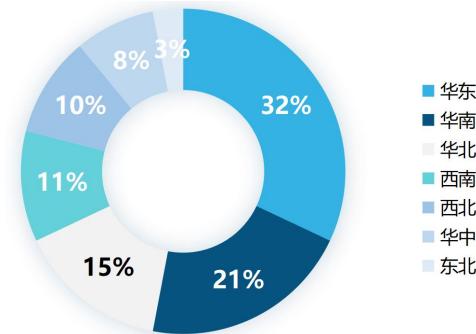


图 1.7: 2020 年中国智慧交通市场（除停车项目）过亿项目区域占比（单位：%）

由上图可以看出, 华东地区的公路建设里程多、交通运输需求量大、政策对智能交通的重视程度高、经济和技术环境较为优越, 其智能交通的市场规模也相对较大。

我们将利用这些较为发达地区的优势, 中前期重点放在一线城市, 迅速积累平台用户, 拓展市场的范围。在未来, 带动其他地区, 为较不发达地区的智能化进程提供经验和指导。综上, 我们的市场将面向发达地区以及一线城市, 重点布局区域侧重于京津冀及东部沿海等交通发达地区。

1.2.3. 用户维度

目前, 城市出行有多种交通方式, 私家车、公共汽车、地铁、打车等, 基于该项目的服务特点, 主要将用户群体聚焦为有车一族, 为他们的出行提供一体化的服务。目前该群体对智慧交通的信息方面有巨大的需求, 准确的信息将为他们节省大量的时间和金钱消费。

从整体汽车市场来看, 可以分为五类人群: 奋进青年、小镇青年、低线新贵、成熟中坚、高线精英。其中青年群体占据汽车市场的巨大份额。公安部交通管理局发布的数据显示: 截至 2020 年底, 18-24 岁驾照持有人数量超过 4000 万。这个数字象征着中国汽车市场庞大的潜在购车人群规模, 对于中国汽车产业来说, 购车人群年轻化的趋势已经不可阻挡, 对智能化服务系统的需求和使用在未来也会爆发出巨大的潜力和优势。



图 1.8: 用户群体分类

由于上下班通勤的需求，对智能交通系统和服务的需求旺盛，上班一族是我们主要的目标对象。同时对手机的依赖程度高的特点，也为我们的系统服务以及 APP 的用户规模扩大综合以上分析，我们将重点针对 25-40 岁的上班族群，作为本项目主要的目标用户，对产品进行优化和推广。

1.3. 竞争分析

1.3.1. SWOT 分析法

采用 SWOT 分析法对本项目内外部的竞争环境和竞争态势的分析，分别从 S (strengths) 优势、W (weaknesses) 劣势、O (opportunities) 机会和 T (threats) 威胁四个维度呈现本公司现有的竞争条件。

于上述基础上提出 SO (机会-优势)、WO (机会-劣势)、ST (威胁-优势)、WT (威胁-劣势) 四种战略组合，以放大优势抓住机会，最大程度助力项目发展。

Strength

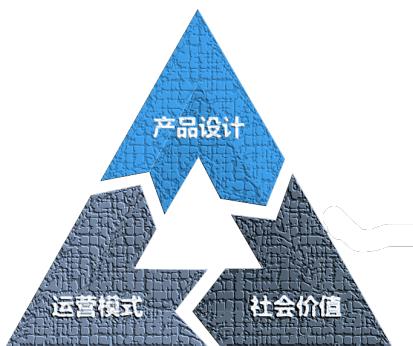


图 1.9: 项目优势

A. 产品设计方面

与现有的交通路况感知系统相比，本项目在已有的实时路况流量感知以及时空分析的基础上，增加路况流量及事故风险的预测功能、智慧停车预测及引导功能和基础设施规划功能，建立起一个集感知、预测、引导、管理多功能一体化的分布式群智感知型城市交通系统。

B. 运营模式方面

本项目将聘请专业化高端人才展开系统的开发和维护工作，并对较为落后的线下设施进行改造升级，以配合系统的数据搜集运行。除此之外，项目旨在与交管部门展开长期合作，在全国各地区范围内实现全面覆盖。

C. 社会民生方面

本项目可以为用户群体带来更加方便安心的出行体验。其一，用户可以根据路况感知和风险预测选择最优出行方式和出行路线，一定程度上可以减弱交通拥堵的压力，缓解了“愈来愈堵”的交通难题。其二，用户不仅可以通过网络实时获取充电桩和停车位的可得度，还可以对其到达时刻的使用情况进行预测，避免了“一位难求”的现实问题。其三，用户可以使用手机获得停车、充电时长数据，完成停车付费，避免停车场乱收费现象，也能够避免出现停车用户的“逃单”现象。其四，去除了大部分人为管理环节，由此节省了大量人工管理成本，加之停车置空率降低会增加停车场收入，车主的停车费用也会更加实惠。

Weakness

尽管我国智慧交通行业在不断发展，但目前我国智交通车行业还存在着许多缺陷，解决难度也较大。高昂的资本投入、较大的投资风险、数据的大量性和复杂性、资源的不对称是阻碍智慧交通快速发展的主要原因。

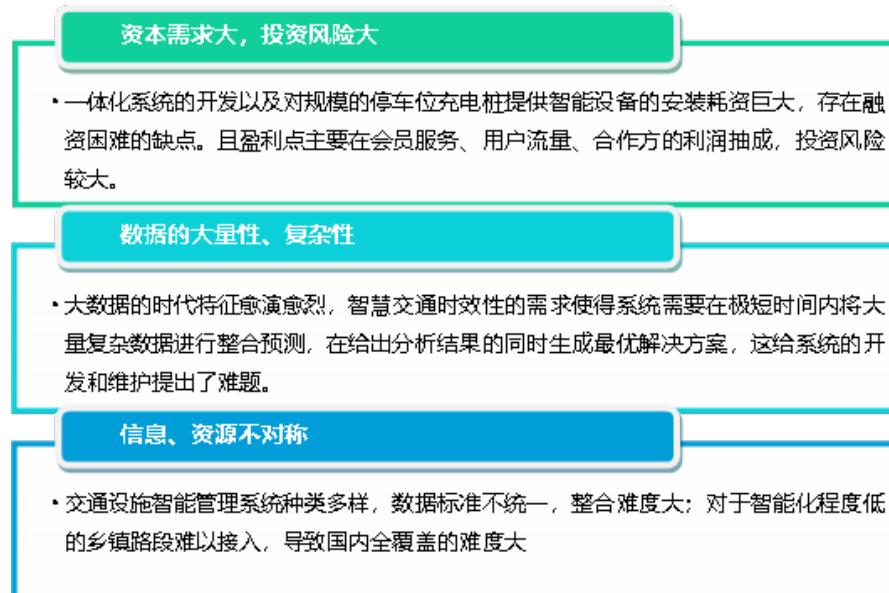


图 1.10: 项目弱点

Opportunity

随着我国汽车保有量的不断增长，交通拥堵的问题越来越严重，对充电桩、停车位的需求也越来越大。截至 2021 年底，全国机动车保有量达 3.95 亿辆，扣除报废注销量比 2020 年增加 2350 万辆，增长 6.32%，比 2019 年增加 460 万，增长 14.31%。而新能源汽车的兴起使得对充电设施的升级维护要求更高。截至 2021 年底，全国新能源汽车保有量达 784 万辆，占汽车总量的 2.60%，扣除报废注销量比 2020 年增加 292 万辆，增长 59.25%。从这样的趋势来看，建立一体化的分布式群智感知型城市交通系统是优化交通现状的必然要求。



图 1.11: 项目机遇

Threat

项目主要面临以下两大威胁，在项目战略制定和运营过程中需要引起注意。



图 1.12: 项目威胁

(1) 市场竞争方面：潜在进入者和替代者长期存在，且先行市场上已有发展较为成熟、完备的交通感知系统，已获取用户一定的信任程度，形成一定的市场基础和客户群体，是我们主要的竞争对手。

(2) 用户黏性方面：虽然现在系统的开发已经初具规模，但并未真正大规模的投入到实体场景中试验测试，可靠性难以保证。对于此类服务业产业，如果系统的预测结果和实际情况不符的频率较高，很容易失去用户群体中的口碑，进而面临失败。

1.3.2. 波特五力模型



图 1.13: 波特五力分析

现有竞争者

总体来看，我国智慧交通行业总体、仍在高速发展的初级阶段，各企业不断推陈出新抢占市场份额。目前在该领域有几家发展较好的龙头企业，例如，处于行业领先的千方科技持续研发和提供行业尖端技术和产品，创新产品和服务的运营模式，致力于构建车路人云自主协同一体化的下一代智慧交通、视频监控产业生态，引领智慧城市产业全面繁荣。在调研中发现，对于智慧交管领域而言，一般采购方式为公开招标，中标企业与项目的执行情况具有着一定的保密性，无法进行详尽的同竞品分析，前面也已通过招投标公示文件进行了分析解读，再次部分不再赘述。故主要针对智慧停车竞争者为例进行分析。

对于智慧停车行业而言，对移动互联网的渗透率极低。通过在四大应用市场中的统计可以看

出（见表1.1），即使是对于本行业中的龙头企业“ETCP 停车”而言，下载量也仅达到了 464.9 万，与其企业规模不成正比。

表 1.1：智慧停车 App 在四大应用市场中下载总量及排名前七位

应用市场	ETCP 停车	宜停车	停车百事通	PP 停车	淘车位停车	0 元停车	无忧停车
360 手机助手	103 万	43 万	26 万	42 万	31 万	25 万	18 万
腾讯应用宝	177 万	115 万	2.8 万	60 万	66 万	7.2 万	8.6 万
百度手机助手	112 万	79 万	265 万	69 万	45 万	29 万	5 万
豌豆荚	72.9 万	73.8 万	2.4 万	3.3 万	3.1 万	13.4 万	8.7 万
下载总量及排名	464.9 万 (1)	310.8 万 (2)	296.2 万 (3)	174.3 万 (4)	145.1 万 (5)	74.6 万 (6)	40.3 万 (7)

这种现象的出现究其原因还是在于停车行业的发展历史背景。停车行业的发展从人工收费开始，再到停车场中停车杆的操控和车牌识别，自始至终的目的和重点关注都在于对于人工成本的节省，实现设备的自动化。

综上可知，目前成熟的智慧交通一体化系统还未出现，现有竞争者的竞争力不强，所以我们要做的关键还是在于提升我们算法和内容的核心竞争力。

潜在竞争者

从潜在竞争者的角度来看，进入该行业的企业逐渐增多，但增速有所放缓，成熟企业拓展业务所产生的竞争压力较大。但其他竞争者研发新技术，再创新和竞争的难度较大，该领域壁垒和门槛较高，潜在竞争者产生的威胁较小。

依然以停车行业为例，潜在竞争者主要是一些行业和龙头企业，对其发展而言，自始至终聚焦的都是如何“服务停车场”，即使有些企业逐渐意识到这些问题，开始研发移动端停车 App，但实际涵盖的功能并不足够“用户友好”。

表 1.2：下载量领先的智慧停车行业 App 的功能统计

核心功能	PP 停车	无忧停车	淘车位停车	停车百事通	ETCP 停车	0 元停车	宜停车	本产品
产品定位	2C	2C	2C	2C	2C	2C	2G2C	2G2C
路边停车	×	×	×	×	×	√ (众包数据)	√	√
停车位预测	×	×	×	×	√	×	×	√
停车位预约	×	×	√	√	×	×	×	√
停车位动态分配	×	×	×	×	×	×	×	√
停车位定价	×	×	×	×	×	×	×	√
停车位可视化分析	×	×	×	×	×	×	—	√

在表1.2中的核心功能，为系统将提供的服务及功能。从统计表中可以发现对于所有的企业产品功能几乎都停留在将原有停车资源的数据进行展示，极少的企业提供了停车位预测服务和预约服务。提供了这两种服务的企业，由于技术上的缺陷，并不能将两种技术相融合，只能做到争抢预约和让人无能为力的预测。

同时，提供这些服务的企业，例如 ETCP 停车，大多为停车场改造类企业，停车场的车位数据存在极高的数据壁垒，灰色收入多，不愿意共享数据接受监管。所以相关企业只能提供自家停车场的数据，可这样的数据对于一个城市而言只有几个，很难真正的服务有停车需求的用户。

对于针对路边停车的企业而言，由于路边的特殊性，不能设置停车杆等主动控制装置，所以从技术实现上也就无法提供基于主动控制的预约功能。

所以对于当前想要实应移动互联网时代的停车行业企业而言，技术壁垒和数据壁垒如同两座大山，使得他们只能退而求其。

替代品

替代品的威胁包括三个方面：替代品在价格上的竞争力；替代品质量和性能的满意度；客户转向替代品的难易程度。

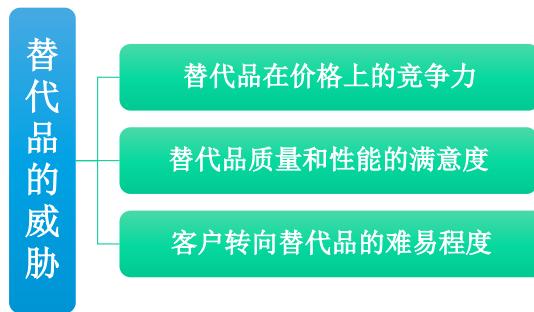


图 1.14: 替代品的威胁

替代品对企业不仅有威胁，可能也带来机会。如果企业技术创新能力强，能够率先推出性能价格比高的新产品，就可以在竞争中保持领先优势。智慧交通应用场景，决定产品是发展智慧城市的一个重要组成部件，相对于传统交通模式，具有明显的优势，是行业发展的未来趋势，目前不存在替代品。从分布式群智感知型城市交通系统的替代性而言，短期内替代品出现可能性极小、威胁较小。

上游议价能力

对于智慧交通行业而言，其上游主要包括 GPS 定位技术、智能道闸、智能充电、ETC 无感支付设备、自动发卡机、无线通信技术、移动终端技术等。其中，智能道闸、智能充电、ETC 无感支付设备及自动发卡机产品国内供应充足，上游议价能力较弱。而无线通信技术及移动终端技术等核心技术由于门槛较高，生产企业较少，上游议价能力较强。对于我们分布式群智感知型城市交通系统而言，涉及到的上游供应商较少且主要设计技术方面，所以上游议价能力较强，成本也可能同时被拉高。

下游议价能力

一般来说，购买者主要通过其压价与要求提供较高的产品或服务质量的能力，来影响行业中现有企业的盈利能力。下游客户多为消费者，下游用户十分集中，所以随着产品不断升级，购买者的议价能力也会不断降低。对于下游议价能力，我们核心竞争力为自己研发算法和系统以及后续贴心的服务，所以在此过程中我们需要不断提升产品的成熟度，以及服务的个性化，来不断增强议价过程中的主动地位，实现较好的收益。

1.4. PEST 分析

随着云计算、大数据、人工智能、5G 等新技术的出现，解决交通拥堵、停车困难等城市病的新希望也随之浮现，智慧城市更是逐步从单一政务在线化朝着“互联网 + 行业”方向进行扩展，很好地提升了城市运营效率和用户体验。我们基于 PEST 分析模型，对于智慧城市、智慧交通建设所面临的各方面进行解析和阐述，充分认识当前中国智慧城市建设在政治、经济、社会、技术 4 个层面的发展现状。

1.4.1. 政治环境：建设数字城市，发展智慧交通

国家“十四五”规划纲要强调，要“加快数字化发展，建设数字中国”，提出“以数字化助推城乡发展和治理模式创新”的新观念。在 2021 年召开的第二届联合国可持续交通大会上，中国强调“要大力发展战略性新兴产业，推动大数据、互联网、人工智能、区块链等新技术与交通行业深度融合，使人享其行，物畅其流”，同时宣布建立中国国际可持续交通创新和知识中心，为全球交通发展贡献力量。

在政策牵引、技术推动的时代背景下，智慧城市交通已迎来了历史发展机遇。一方面，在技术领域，大数据、互联网、人工智能、区块链等技术创新迭代提供丰富应用场景。另一方面，在政策制定上，各级政府陆续出台的关于交通强国、新基建、数字交通等相关政策，皆为智慧交通的高质量发展提供了保障与指引。

表 1.3: 近年中国智慧交通相关政策摘录

发布时间	颁布机构、部门	文件名称	主要内容
2021 年 12 月	交通运输部	《数字交通“十四五”发展规划》	构建交通新型融合基础设施网络，建设一体衔接的数字出行网络，培育数字交通创新发展体系，统筹协调项目全生命周期。
2021 年 11 月	交通运输部	《综合运输服务“十四五”发展规划》	打造数字智能的智慧运输服务体系，推动城市交通智能化发展。
2021 年 9 月	交通运输部	《交通运输领域新型基础设施建设行动方案（2021-2025 年）》	到 2025 年，中国将打造一批交通新基建重点工程，智能交通管理将得到深度应用。
2021 年 2 月 十三届全国人大四次会议通过		《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》	加快交通等传统基础设施数字化改造加快建设交通强国加快推动数字产业化，在智能交通等重点领域开展试点示范建设现代化都市圈。
2019 年 9 月	中共中央、国务院	《交通强国建设纲要》	基本形成“全国 123 出行交通圈”和“全球 123 快货物流圈” 大力发展智慧交通，构建泛在先进的交通信息基础设施。

1.4.2. 经济环境：社会效率激增，市场潜能巨大

当今时代，人类社会正在经历一场涉猎甚广的、即为深刻的科技革命和产业变革。大数据、人工智能等先进技术不断取得突破，前沿科研成果不断地应用到工程实践中，赋能生产，产生新的社会效益，新技术、新业态、新产业层出不穷，社会效率激增。



图 1.15: 智能时代的社会经济转型

然而，新动能的激发无法依靠政策性刺激一蹴而就，需要把握都市圈智慧城市建设、发展数字经济等释放结构性潜能的新方法。智能技术加速赋能传统经济、新兴经济，并催生新的数字经济。在“十四五”发展阶段，中国将进一步加快建设交通强国，在完善基础设施布局的基础上，构建现代化综合交通运输体系，并提出“科技创新富有活力、智慧引领”交通的新要求。公开数据显示，未来智慧交通市场蕴藏潜力空间巨大。

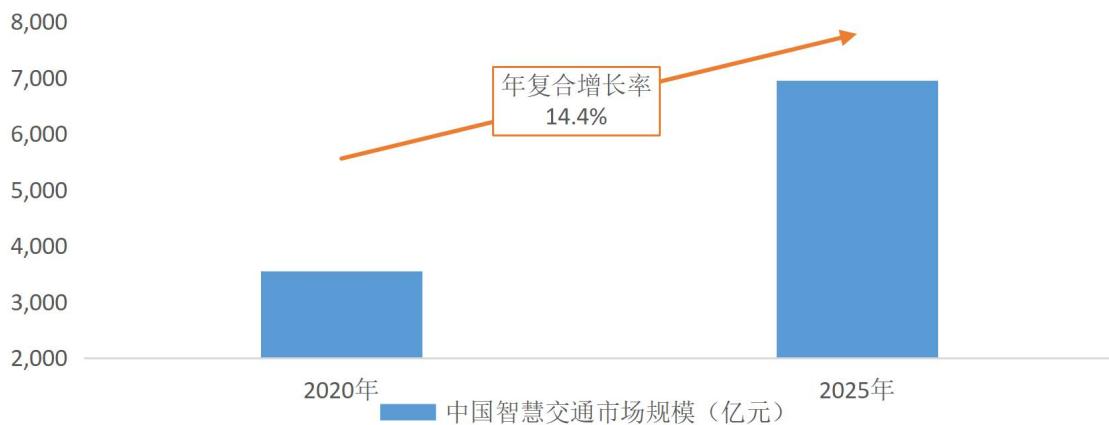


图 1.16: 中国智慧城市交通市场规模将迅速扩大

1.4.3. 社会环境：城镇建设不足，交通亟待改善

城市发展至今已基本完成了基础设施建设，开始由外部建设向内部治理转变。一方面，伴随城镇化进程的加快，交通拥堵、产业发展等城市问题凸显；另一方面，伴随人民经济水平的提升，更加宜居、便捷、体验化、个性化、安全的城市生活成为人们的新追求。

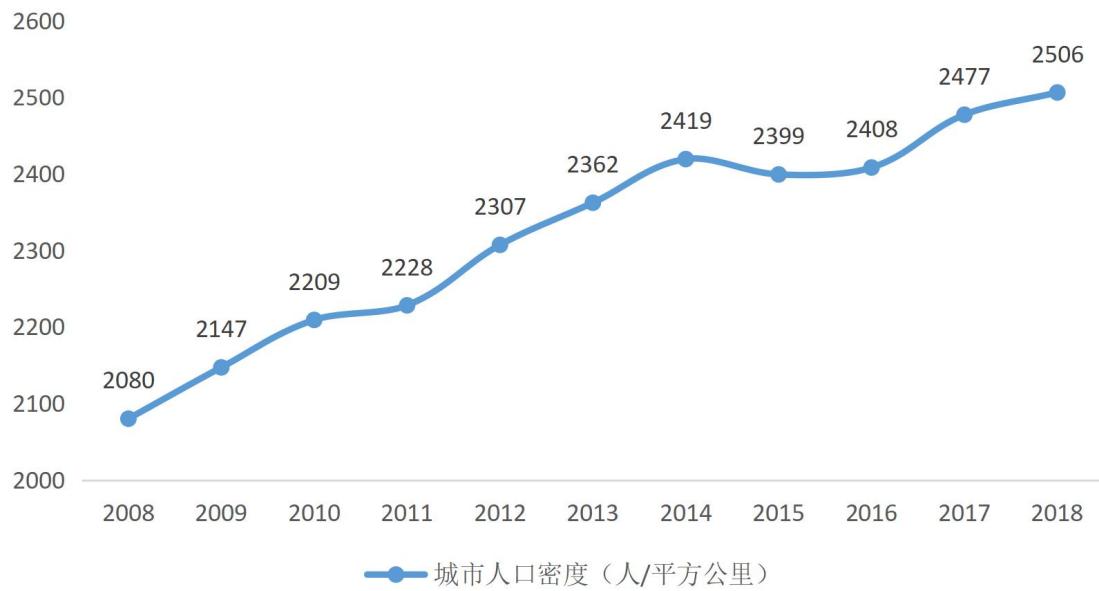


图 1.17: 2008-2018 年我国城市人口密度持续攀升



图 1.18: 2000-2020 年我国人口数量快速增长

从中国智慧交通行业的发展现状来看，在得到国家政策鼓励与支持的同时，日益增大的城市交通压力也是促使智慧交通建设蓬勃发展的主要驱动力之一。为改善交通状况，目前中国智慧交通建设的应用领域主要集中在公路交通信息化、城市道路交通信息化与城市公交信息化三方面。此外，高速公路 ETC 联网运行、智慧交通服务系统以及智慧交通指挥控制中心等基础设施及服务的建立，也将推进智慧交通的全面布局，从而缓解城市交通拥堵状况。只有智慧城市的普及交通产品的智能化程度不断提高，数字监控技术日益成熟，人工智能技术在交通市场上的应用大规模落地，才能推动传统交通产业化升级，进一步带动智慧交通产业规模化。

1.4.4. 技术环境：高新技术蓬勃，智慧场景创新

数字技术与场景深入融合，新兴技术商业化进程加快，发挥“组合拳”优势，支撑业务场景落地。新兴技术快速涌现和迭代，泛科技革命正在孕育兴起或加速演进，大数据、云、人工智能和AR/VR等技术应用已经将步入成熟期，加速释放规模化商用价值，下一波颠覆性技术应用也已近在眼前。

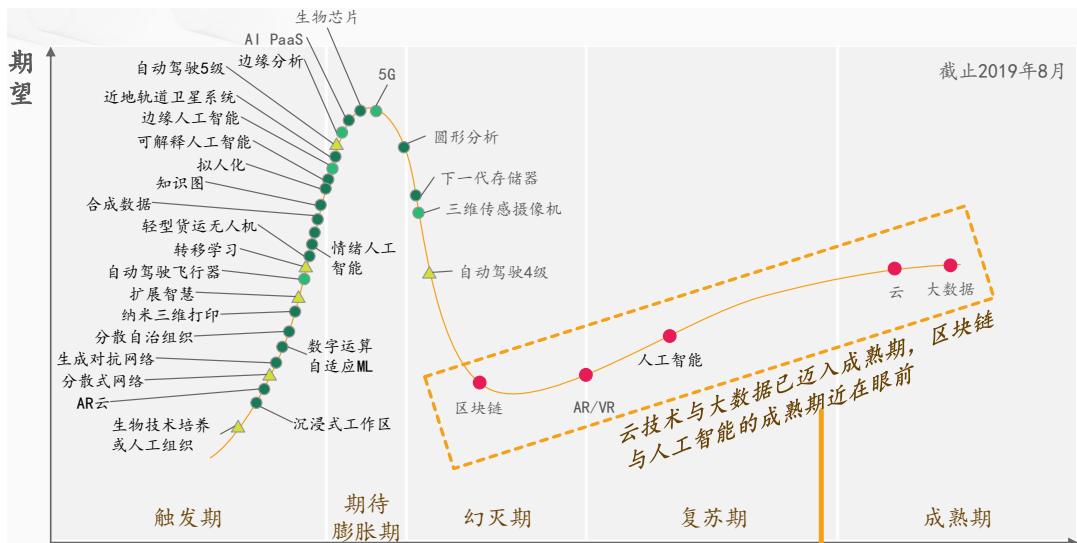


图 1.19: 数字技术商业化进程

基于智慧城市及车联网，可以实现从行程准备开始到行程途中到到底目的地的过程中，利用数字技术实现人车互联、车车互联、车与交通互联等智慧化场景。

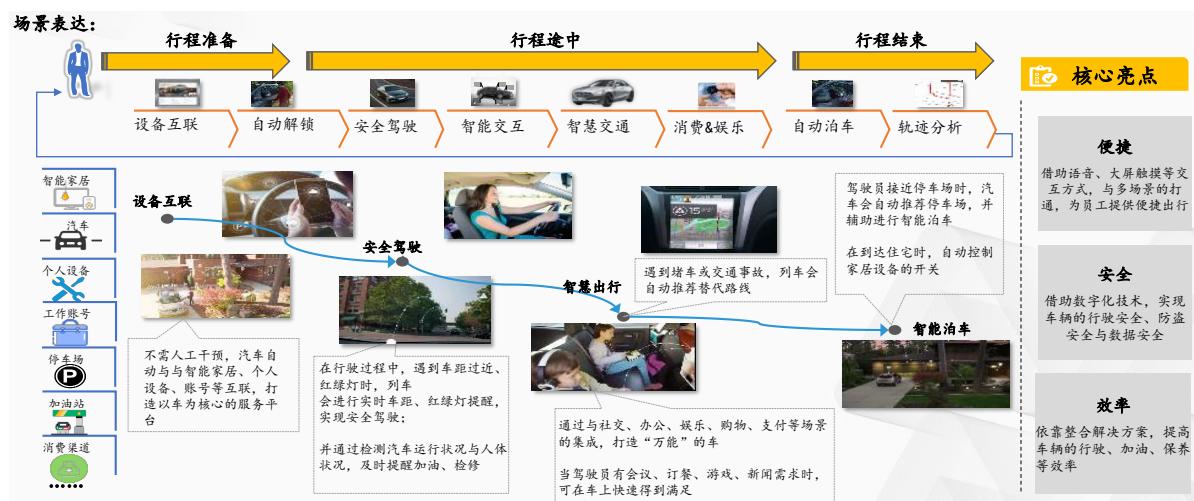


图 1.20: 智慧交通场景描述



图 1.21: 智慧交通建设

在智慧城市交通的建设中，打造数字感知能力是核心要素。交通基础设施智慧化是基于动态感知数据，并通过智能算法实现决策的过程。对交通流及环境等状态的动态、实时的感知是支撑智慧交通基础设施发展的基础。因此，要想实现智慧化，首先要完成数字化升级改造，打造全面感知系统。运用先进的数字和通信技术手段感测、分析、整合城市运行各项信息，实现城市智慧式管理和运行，创造更美好的生活，促进城市和谐、可持续成长，已成为城市发展的必然。

2

项目介绍

2.1. 产品模式

2.1.1. 产品简介

城市群智感知数据汇聚与计算平台可以收集并融合道路交通流量、车辆 GPS 轨迹、城市泊车、公交刷卡、事故风险、充电桩使用状况等数据，实现提供交通状况即时可视化服务、交通状况预测服务、最优出行方案制定服务以及停车引导等服务。

本项目采用 web 端和 Android 用户端相互补的产品模式，为政府决策部门、交管部门、私人企业以及个体车主四大目标服务对象提供技术支持。



图 2.1：城市群智感知数据汇聚与计算平台功能介绍

政府决策部门：数据经过精细分类后的直观清晰的可视化结果为进行交通规划相关政府决策者提供了十分有价值的参考依据，对于道路规划、基础设施规划具有重要意义。

交管部门：交管部门可以利用数据分析结果对道路管理的进行更加合理、及时的管控和部署，充分利用有限的警力资源保证道路交通的高效运行。

私人企业：预计未来将于一些私人企业展开合作，实现系统的广泛应用。

个体车主：主要面向用户的安卓端帮助用户寻找到离目的地距离近的停车场，且按照需求分配给预定停车位的用户，大大减少了寻找停车位的时间精力成本，提高了出行效率。

2.1.2. Web 端产品模式



图 2.2: 城市群智感知数据汇聚与计算平台功能介绍

城市群智感知数据汇聚与计算平台目前共包括——交通状况感知，交通实时预测，交通调控引导，基础设施规划四大功能。Web 可视化界面主要由三个模块子页面智慧泊车可视化、智慧出行城市感知可视化、充电桩智慧部署可视化组成。通过可视化界面，管理者可以较为准确而直接的掌握所有智慧交通的实时信息。

交通状况感知

交通状况感知包括实时路况感知、路口流量感知和拥堵时空分析三大部分。

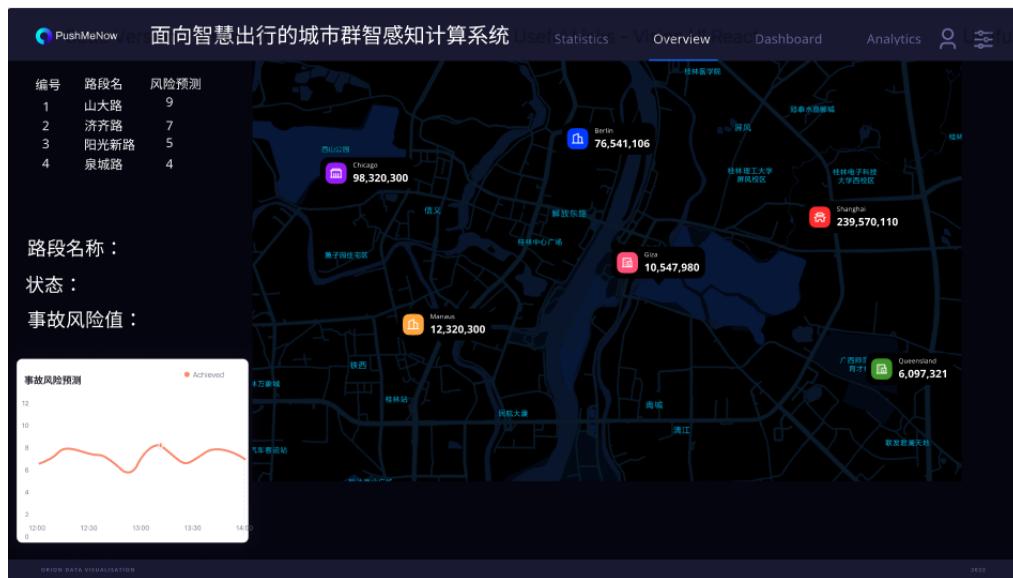


图 2.3: 路况感知 web 可视化界面

面对错综复杂的交通情况，我们面对的往往是十分大量的数据。于是本项目系统的消息队列模块是基于 MQTT 协议和 Kafka 分布式流平台中间件构建的。通过引入 Kafka 中间件构建分布式发布和订阅系统，实现了高吞吐量下稳定的信息获取。通过 Kafka 消息中间件，采用订阅消费模式，对大量数据进行有序吞吐。

将获取的数据以图表可视化的形式进行展示，管理者可以清晰的对交通数据有一个好的掌握，为之后动态策略制定有了一个好的参考模式。可视化界面中智慧出行城市感知可视化界面在地图中可视化展示了交通事故的发生位置与路段拥堵情况。通过数据表我们也可以看到实时路况感知图，从地图上看到实时交通状态。

同时，Web 端展示了拥堵情况，并对拥堵时空进行了分析。

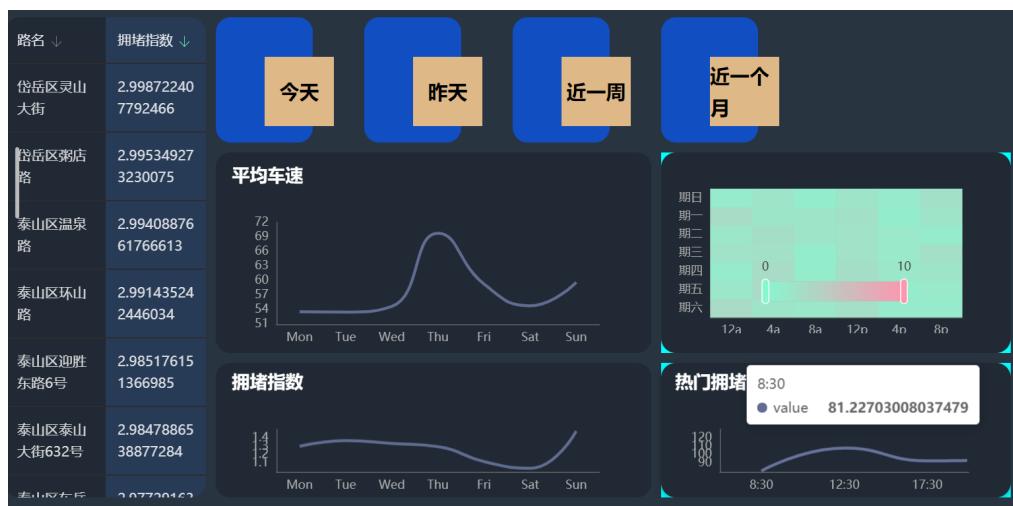


图 2.4: 拥堵状况 web 可视化界面

在这管理员可以了解到不同路段不同时间范围内的拥堵程度，还有平均车速，拥堵指数，热门拥堵路段等信息可视化。

最后路口流量感知则是较为准确的将每个路口的流量信息进行了分析与反馈。真正做到了感知精细化，具体化，全面化。

路况预测

路况预测包括实时路况预测、路口流量预测、事故风险预测和公车流量预测四大部分。

为了完成路段级别的事故风险预测任务，使用了一种基于尺度缩减注意力机制和图卷积网络的城市交通事故风险预测模型 SA-GCN。具体采用事故映射算法和路段聚类算法两种预测算法对交通进行实时预测。将历史长期和短期的事故风险分别送入门控图卷积单元，在其输出结果中融合对应时间片的天气特征，最后做拼接；在时间层采用注意力机制，并将此结果和粗粒度事故风险输入特征层，在特征层的输出结果中融合尺度缩减模块的输出结果。最后较为准确的对交通状况进行预测。

同样将数据以 web 可视化的形式进行展示，让管理者可以根据预测结果进行调控，有效规避风险或者降低损失情况。在可视化界面中，可以精细化到展示特定街道的风险指数以及可能发生风险的次数，让路线制定、出行预测有了更好的依据。

可视化端主要展示了四个部分：路口流量预测，事故风险预测，路况预测以及公交通量预测。让智慧出行路线规划、优化等有了更好的解决方法。同时对于公共交通的预测也能极大程度上缓解城市交通问题，带给使用者良好的出行体验。

交通调控引导

交通调控引导包括智慧停车引导，停车场占有率预测两大部分。

车辆保有量的增大会不可避免地带来停车难的痛点，本项目致力于解决路边停车分配的问题，设计了一套行之有效的停车预测系统与停车引导系统。通过多步停车预测以及多元化停车引导对用户进行停车调控。

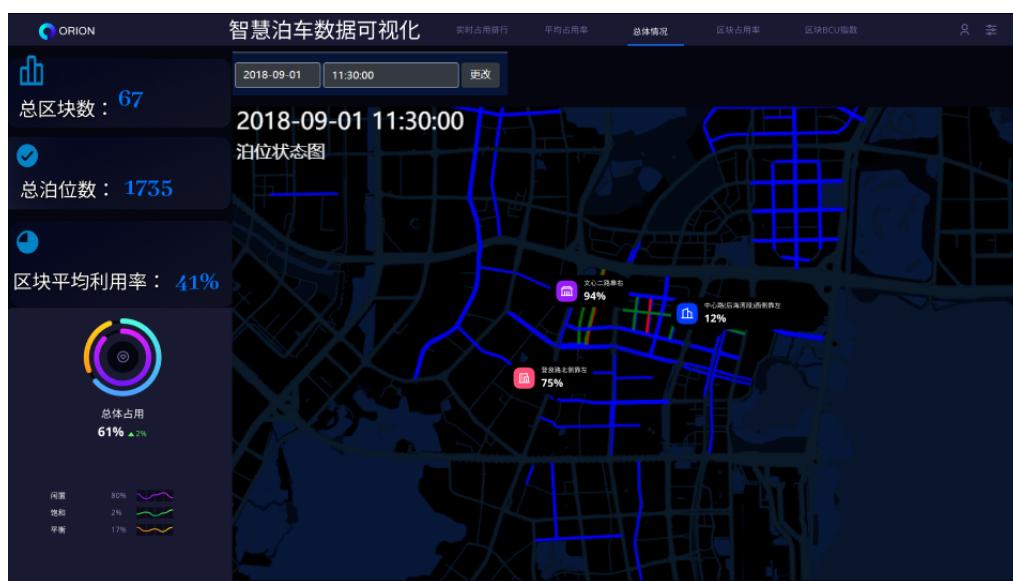


图 2.5: 智能泊车数据 web 可视化界面

该模块主要反映在一定时间范围内路边车位的占用情况。在总体情况界面，通过泊位状态图管理者可以得到不同街道处停车位的占用率信息。也可以直观的看到区块利用率从，总体占用情况信息。管理者也可以通过实施占用排行、平均占用率、区块占用率、区块 BCU 指数按钮得到想

要的统计表格数据。同时，地图上加入导航功能，使用者可以根据导航前往相应的停车位，做到智能停车引导。

基础设施规划

基础设施规划主要包括充电桩规划部分。

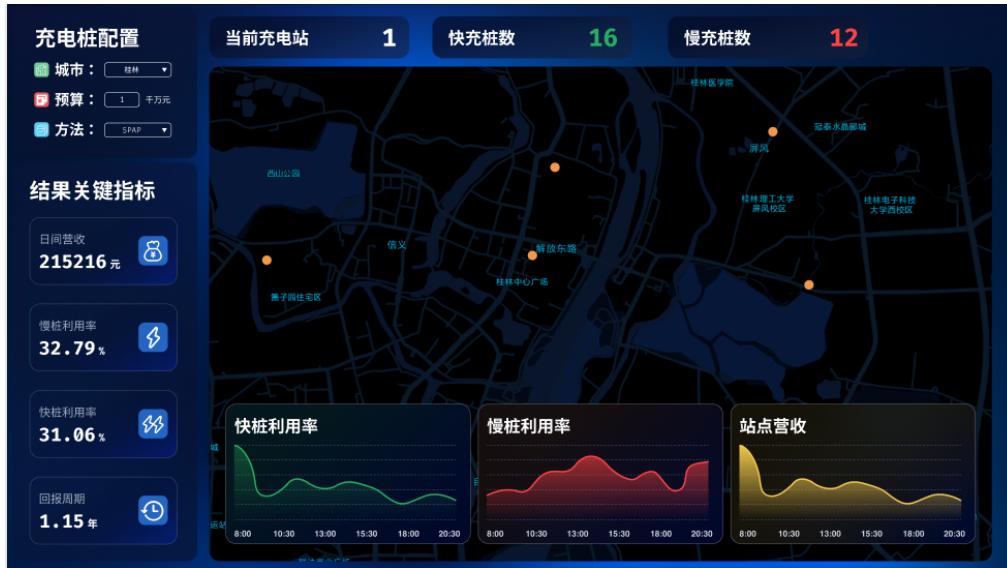


图 2.6: 充电桩配置 web 可视化界面

将充电桩分布图及配置信息（城市、性能信息）、充电桩利用率（快桩、慢桩）以及站点营收数据可视化。

随着电动汽车的兴起与发展，充电桩成为了城市交通领域不可或缺的刚需。如何管理充电桩并进行动态部署是一个智慧交通的痛点。

通过我们的充电桩智慧部署可视化界面，管理者可以清晰的看到城市中充电桩的部署情况，实时监测充电桩的状态与分布。根据不同路段的充电桩利用率，管理者也可以调整部署政策，进行动态调控。Web 端中显示了地图中不同充电桩的分布以及状态。同时加入站点营收图标，管理者也可以看到不同站点营收情况，重新调整部署策略。

2.1.3. Android 用户端产品模式

Android 用户端主要用于支持面向用户的智慧停车引导服务，其具体功能架构如下

用户使用流程

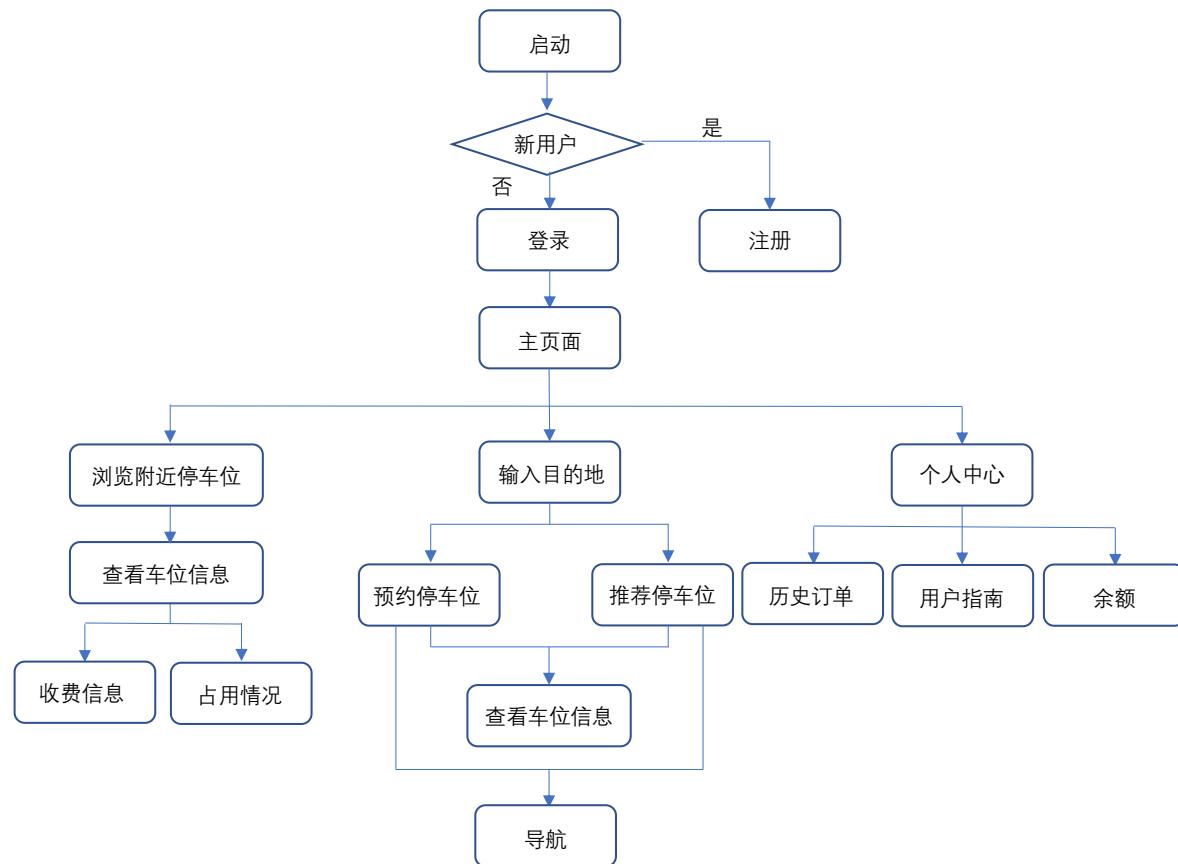


图 2.7: 用户使用流程架构图

功能简析

预约车位:

用户选择预约服务并输入预约到达时间和目的地。云端服务收到预约请求后利用算法计算目的地附近符合用户需求的停车位并分配停车位、返回停车位和导航路径。

推荐:

用户选择车位推荐服务并输入目的地，云端服务收到目的地车位推荐请求后利用算法计算目的地附近符合用户需求的停车位并返回停车位和导航路径。

查询:

用户点击头像进入个人页面，点击 My appointment 按钮查看用户的预约记录。

查询余额:

用户点击头像进入个人页面，点击钱包按钮查看余额。

页面架构

Android 用户端的总体页面架构如下：

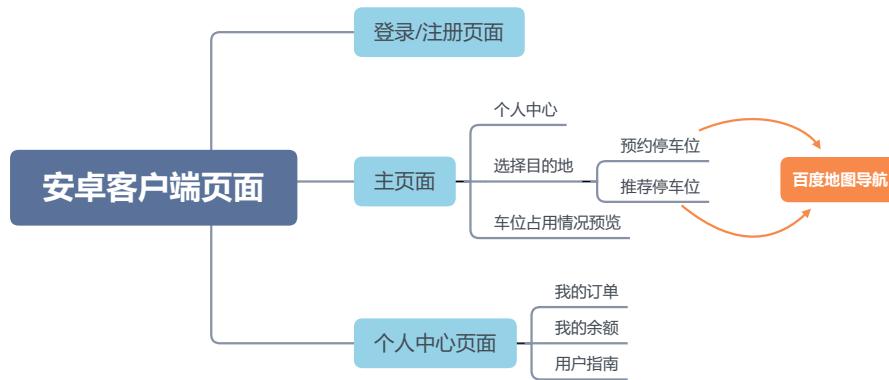


图 2.8: 用户端页面架构示意图

一级页面架构

登录/注册页面：

在登录/注册页面中，未注册的用户需要点击 REGISTER 按钮进行注册，已注册用户需要输入邮箱和密码进行登录。

主页面：

在主页面中用户可点击地图上的位置点选择行程终点，可移动地图选择可视范围。

个人中心页面：

个人中心页面中包括四个部分，分别为选择时间和位置、我的订单、我的余额和用户指南。

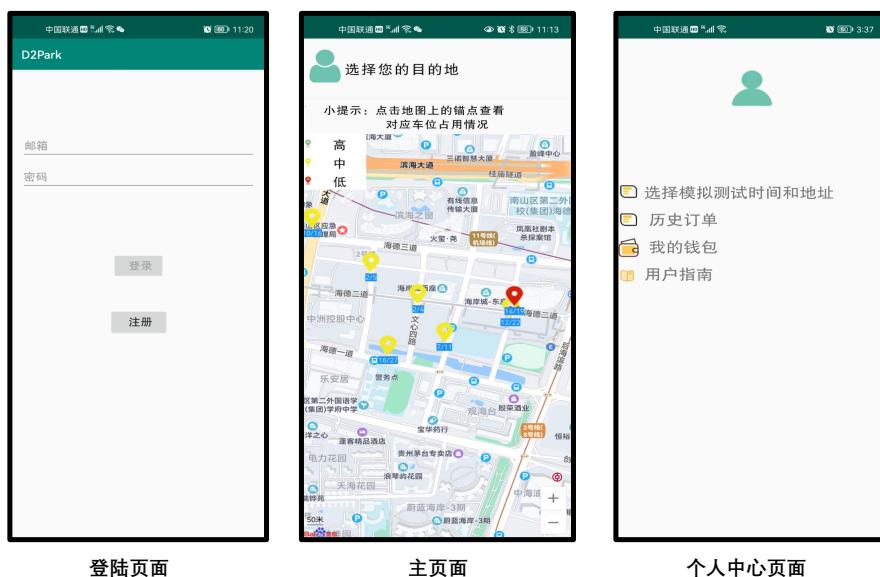


图 2.9: 一级页面架构示意图

二级页面架构

我的订单页面：

用户可在订单页面查看所有历史订单，包括订单编号、订单时间、停泊位置等信息。

我的余额页面：

用户可进入余额页面查看所剩金额。



图 2.10: 二级页面架构示意图

预约功能页面：

预约页面包括预约地点、价格、到达时间、占用情况等信息，用户可选择直接导航前往或取消本次预约。

推荐功能页面：

推荐功能页面可显示出为多个用户推荐的停车地点，用户可选择其一并导航前往，也可选择取消本次推荐。

2.1.4. 研发策略

城市群智感知数据汇聚与计算平台中，功能全面，技术精尖是其核心竞争力。本团队以技术为创业的依托，因此我们将发挥团队的技术优势，以多年的技术积累为基础，继续加大研发力度，将技术做在产品前，始终保持对同行业产品的技术领先性。同时，密切关注新技术、新科技的发展，听取并积极响应监管者与普通用户的反馈信息，积极开发新功能、新产品，不断满足双端需求。

具体措施有：

(1) 首先将现有技术进行产品转化，同时不断优化现有技术，最终成为现有产业链中的一环。另外，根据市场需求，以现有技术为依托，不断研究新技术、新产品，开发系列功能，保证技术的持续发展。

(2) 团队已经积累了一定的科研经验，在后期将引入对城市群智感知数据汇聚与计算平台有强烈兴趣的高端开发人才，不断充实并壮大我们的研发队伍，为后续产品开发奠定基础。

(3) 申请技术专利，保护知识产权。项目目前已经申请得到两项专利。

2.2. 技术细节

2.2.1. 系统架构

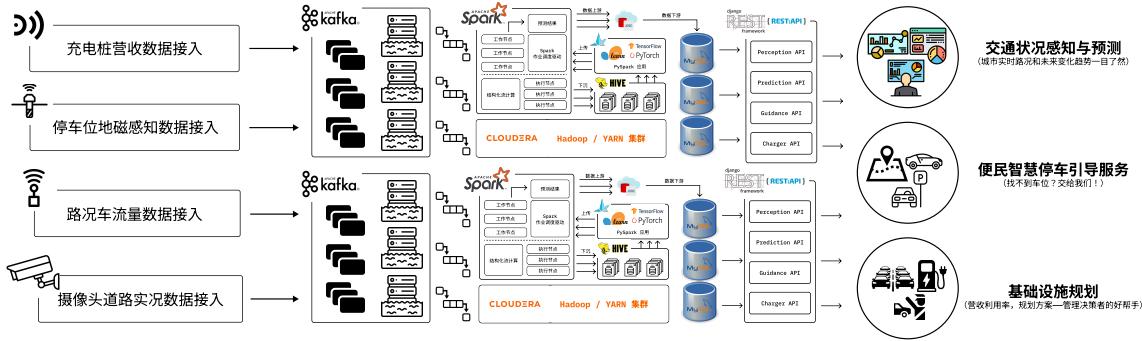


图 2.11: 城市眼系统架构

本系统为面向智慧出行具体应用构建的城市群智感知数据汇聚与计算平台，能够实现收集并融合道路交通流量、车辆 GPS 轨迹、城市泊车、公交刷卡、事故风险、充电桩使用状况等数据，对数据逐层分级，建立合理的传输机制，保证数据汇聚时效性和稳定性。

同时，基于已有的算法研究成果，实现算法结果可视化，让管理者能够轻松的从 Web 可视化页面对系统进行监控和操作，终端客户则可以通过手机 APP 移动端体验到相关的服务。该系统还具备纵向和横向拓展能力，通过接入更多的物联网实时数据，在当前的计算平台上进行应用开发，从而实现更多的新功能。

系统目前共包括——交通状况感知，交通实时预测，交通调控引导，基础设施规划四部分功能。

2.2.2. 服务端

Web 管理端

Web 管理端模块主要使用 Vue 框架进行页面构建，借助 Vite 打包工具进行打包，并使用 NaiveUI 组件库高效地进行模块搭建。在页面大量的数据可视化模块中，使用 ECharts 对数据进行组织并转换为直观的饼图、折线图等统计图输出到页面中。通过以上工具实现的系统大屏，可以清晰、直观的对于交通状况感知、实时预测，基础设施建设等方面的数据进行实时展示。

Android 用户端

安卓端目前开发主要面向的智慧停车引导的用户。功能使用 Android Studio 进行开发，并利用 Gradle 工具进行打包和签名。此外 APP 引入了百度地图 API、并使用 xml 文件储存图形化界面的布局设计、容器组件等。通过以上工具可以方便用户快速访问自己所需功能，同时也提升了安卓客户端可拓展性、易维护性。

2.2.3. 后端

后端通过 Django 框架，对 MySQL 中已有的数据进行读取。主要数据包括南山区、泰安市和合肥市的流量感知数据、流量预测数据、拥堵时空数据、事故预测数据、停车相关数据、公交数据、出租车数据、充电桩数据等。

在后端经过初步的排序和序列化处理，使用 django-restFramework 创建了不同数据对应的接口，实现了前端通过路由的访问和查取。主要接口为流量感知接口、流量预测接口、拥堵数据接口、停车感知接口、停车预测接口、出租接口、公交车接口等。

2.2.4. 流批处理

在流处理及模型计算模块中，通过 Spark Streaming 消费 Kafka 消息队列数据，以实现分布式实时消费处理流数据。在接收到对应数据后，将数据分区存入 Hive 分布式数据库中。

对于模型计算需要的流数据，先通过 Spark Streaming 预处理后暂存于 Hive 中，等待后续模型计算作业调用。当模型计算作业由 PySpark 提交执行时，Spark 集群会从 Hive 数据库中提取对应数据并利用滑动窗口选取需要的时间间隔数据处理后，加载由 ONNX 框架转换好的二进制模型运行文件，并通过 SynapseML 分布式机器学习框架调度作业，并行完成模型计算。计算完成后，结果会存入 MySQL 数据库中等待 Django 后端框架进行查询分析。

2.2.5. 消息队列

基于 MQTT 协议以及 Kafka 分布式流媒体平台中间件构建系统的消息队列模块。通过引入 Kafka 中间件构建分布式发布订阅系统，实现信息在高吞吐量情况下的稳定获取。

具体实现步骤为，Kafka 中间件消息接入端接收采用 MQTT 协议发送数据的多元数据获取硬件，并将接入的数据写入 Kafka 消息队列之中等待消费。Kafka 消费端则对接流批处理模块，采用订阅消费模型，确保不同消费端可实时稳定的获取数据。

Kafka 的分布式部署模型大大提高了系统集群的稳定性及效率。分布式的部署方式确保了集群在外界不稳定因素（断电、断网）的影响下仍可稳定运转，即当集群中某分布部署节点断连后集群仍可稳定工作。分布式的部署方式也使得以热插拔的方式为集群添加算力成为可能，在热插拔添加算力的模式下，集群计算效率有了极大提升。

硬件部分由超声波模块判断车位占用情况并返回给 Arduino，之后由 esp8266 WiFi 模块将该占用情况发送到一个固定的 IP 地址。随后由 java 爬虫将占用情况捕获并由 kafka 生产者发送，生产者接受到信息之后通过 JDBC 技术将该占用情况传输进数据库进行储存

2.2.6. 算法设计

算法部分涵盖范围较广，在此我们特地选择了四个富有创新性的算法设计进行展示：停车引导算法、交通事故风险预测算法、公交客流预测算法和面向新城市的新能源充电桩需求预测及规划算法。

停车引导算法

1. 基于合作和竞争的分配模型

在预约模型中，存在三种用户：外部用户（不使用平台的用户）、预约用户和普通用户，其中预约用户和普通用户之间区别在于是否进行预约，普通用户的分配使用到的是基于竞争关系的推荐算法，而预约用户的分配使用的是基于合作关系的预约算法。

a. 基于竞争关系的推荐算法

对于不选择预约服务的普通用户，平台会推荐一系列的推荐停车场，并且将停车场连起来形成一条寻找车位的最佳路径。这条最优路径的设计，要求该路径尽量短，并且沿着路径能高概率找到车位，也要求保证用户下车后到目的地需要步行的距离较短。如果未能成功停车，则分配停车路径上的下一个停车位，直到成功停车，或因无下一停车位而推荐失败。

b. 基于合作关系的预约算法

对于选择了预约服务的预约用户，首先进入到等待队列中等待分配。每次分配，会考虑驾驶距离和步行距离，通过对多用户进行同时分配，找到一个全局最优的解。成功分配的用户将进入预约队列；分配失败，将返回等待队列等待重新分配。系统会对预约队列中的用户进行周期性迭代优化，分配给该队列内用户停车位的位置会随着距离目的地的距离变近而优化。

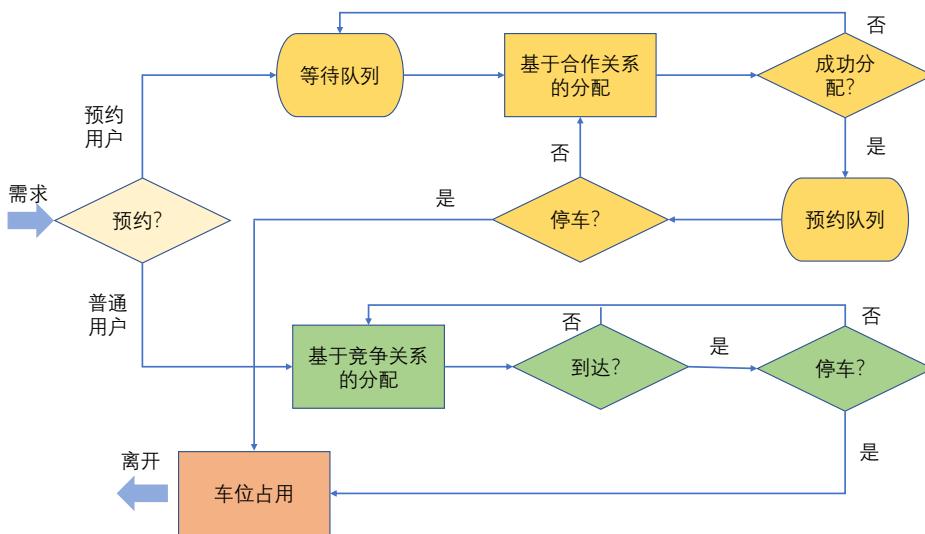


图 2.12: 基于合作和竞争的分配模流程图

2. 基于注意力机制的时空图卷积网络预测模型

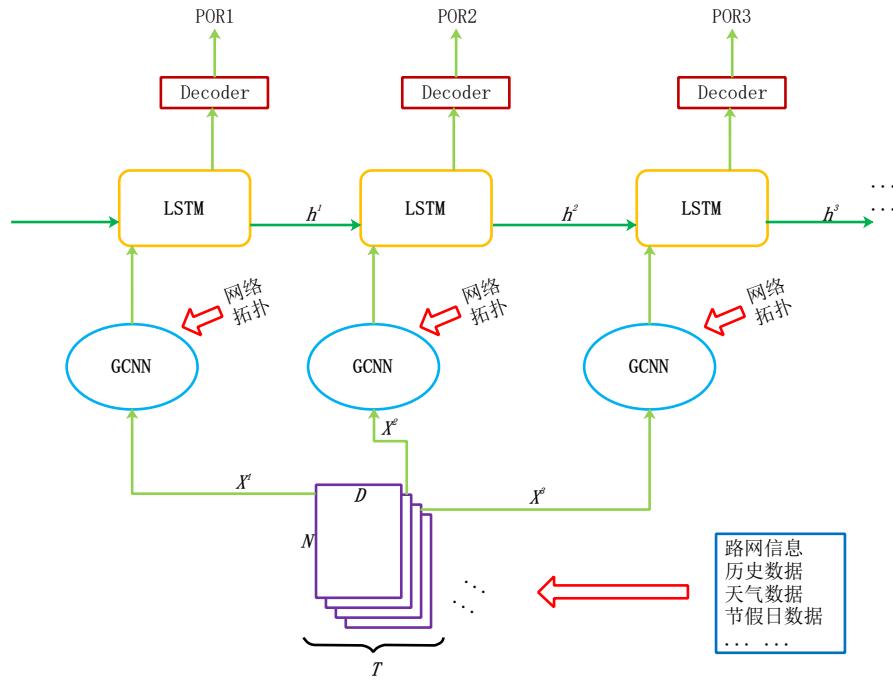


图 2.13: 基于注意力机制的时空图卷积网络预测模型

交通事故风险预测算法

为了完成路段级别的事故风险预测任务，使用了一种基于尺度缩减注意力机制和图卷积网络的城市交通事故风险预测模型 SA-GCN：首先，有效结合历史长期和短期事故风险、外部天气特征，采用门控图卷积模块捕获时空相关性，并使用注意力机制以获得不同时空特征的动态性表达；其次，针对事故数据的稀疏性和空间异质性问题，引入了尺度缩减模块，该模块以聚类后粗粒度区域的事故风险引导路段级别的事故风险预测，聚类后的输入一方面可以表示异质的空间单元，另一方面可以缓解事故数据样本稀疏的问题。对于该算法的性能，已通过真实的交通数据集上的实验结果表明，SA-GCN 模型优于六种基准模型，并且比现有最新的模型的准确率分别提升了 7% 和 11%。

1. 事故风险预测模型 SA-GCN 概述

如图2.14所示，我们的事故风险预测模型 SA-GCN 的基本框架主要包括两个部分：第一部分是数据预处理，包括事故映射算法、路段聚类算法和数据归一化操作；第二部分是事故风险预测。

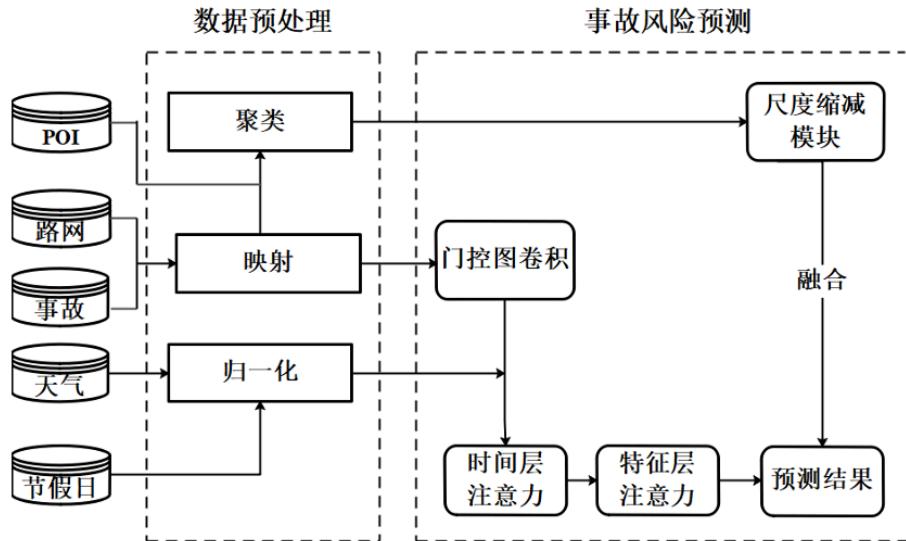


图 2.14: SA-GCN 基本框架

2. 数据预处理

a. 事故映射算法: 由于数据源中的事故地点和事故真实发生的路段之间存在些许偏移，所以需要路段绑定算法将事故映射到具体的路段，事故点到路段的垂直距离计算较为复杂，对此设计了简化的事故映射算法，在误差允许的范围内认为其是有效的。

b. 路段聚类算法: 此算法是为了得到路段特征相似的粗粒度区域，并由此得到其对应的事故风险。路段特征可以由道路行政级别、物理隔离、路面结构等表示，同时为了更精确地表征不同路段的地理位置信息，我们使用路段中心点 300 米内的 POI 属性信息，此处使用的信息有医院、商场、地铁等。算法的流程包括：输入带聚类路段的特征向量以及质心点个数，随机生成质心点，随后开始循环，根据向量之间相似度度量分类到距离最近的质心点并重新计算质心点，如果满足误差值就结束算法，不满足就重回循环进行度量和计算。

3. 事故风险预测

事故风险预测部分的模型细节如图所示，将历史长期和短期的事故风险分别送入门控图卷积单元，在其输出结果中融合对应时间片的天气特征，最后做拼接；在时间层采用注意力机制，并将此结果和粗粒度事故风险输入特征层，在特征层的输出结果中融合尺度缩减模块的输出结果。尺度缩减模块以历史前 l 个时间片的平均粗粒度事故风险作为输入，输出为分流后的细粒度事故风险结果。在特征层采用注意力机制，融合尺度缩减模块的结果得到预测的事故风险值 \hat{Y} 。

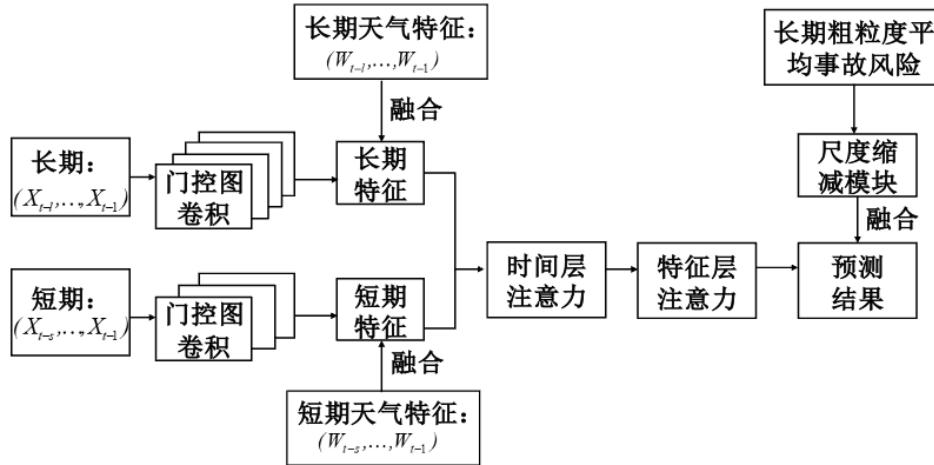


图 2.15: 事故风险预测部分的模型细节

4. 交通流量预测算法

为了更好的实现交通流量预测，我们采取联合建模道路网络中具有各种全局特征的空间、时间、语义关联，提出了用于交通流预测的深度学习框架 T-MGCN (Temporal Multi-Graph Convolutional Network)。首先，我们识别了几种语义相关，并将道路间的非欧几里得空间相关和异构语义相关编码成多个图。这些相关性然后由一个多图卷积网络建模。其次，利用递归神经网络学习交通流的动态模式，获取时间相关性。第三，利用全连接神经网络将时空相关性与全局特征融合。我们在杭州和纽约的交通数据集上评估了 T-MGCN，观察到与最先进的基线相比，改进了大约 3% 到 6%。从而实现，使用比现有交通预测模型更好自研发模型提供交通流量预测服务。

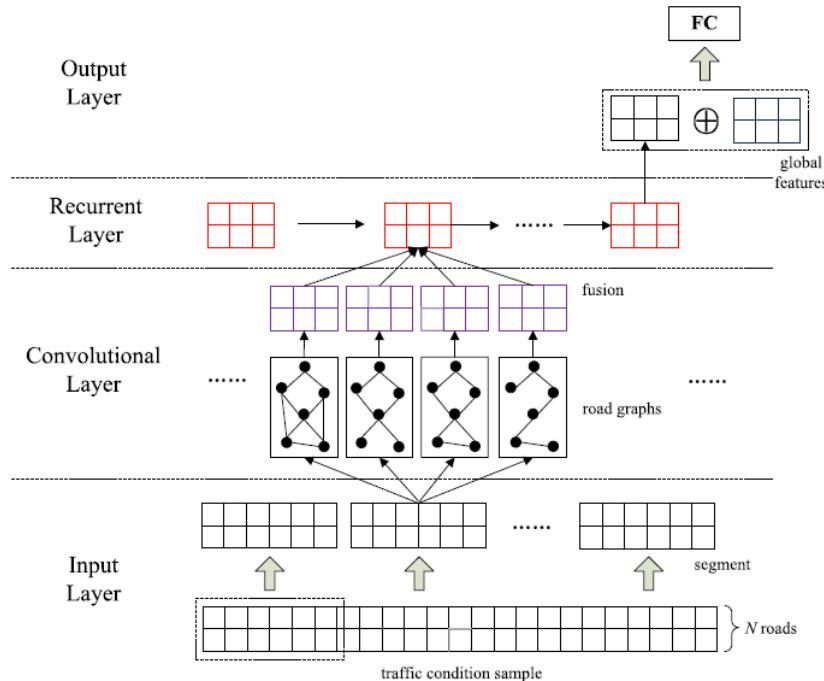


图 2.16: T-MGCN 结构图

公交客流预测算法

基于公交刷卡和到站记录数据，利用多任务学习、注意力机制、残差网络和多尺度卷积等技术设计深度学习模型，准确预测下一时间段每辆公交车通过每个站点时的车上乘客人数。

面向新城市的新能源充电桩需求预测及规划算法

基于新能源车充电桩的充电记录、交通路网和设施布局、地图 POI 等多源数据，利用注意力机制和领域自适应网络等技术设计面向新城市的充电站需求预测模型，并提出迁移迭代优化算法，解决部署方案优化问题。

2.3. 创新点

2.3.1. 功能全面，技术精尖

功能全面，精准面向需求

本项目提供的服务包括交通状况感知、交通实时预测、交通调控引导和基础设施建设四部分。

项目功能全面涵盖了智慧交通行业中占比最大的两个细分市场内容：智慧交管与智慧停车，二者占比之和达到了整个之后智慧交通行业的四分之三（见图1.3）。同时需求市场的规模正在以 15% 以上的增速迅猛增长（见图1.2），行业前景广阔。

技术精尖，指向行业前沿

在学术领域，智慧交通领域的相关研究开展的热火朝天，但同时近两年显示出了一定的疲态，这一点从智慧交通相关专利申请量（见图1.1）和论文发表量（见图2.17）中都可以看出。

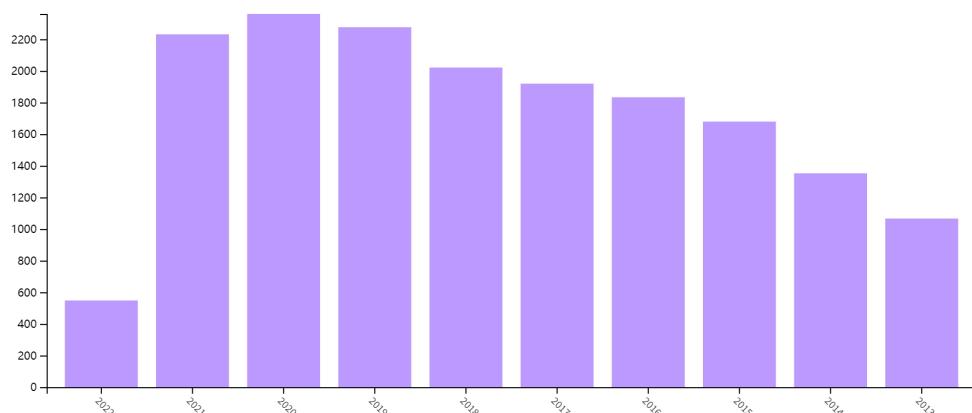


图 2.17: 2013-2021 年 Web of Science 数据库中智能交通领域论文发表数量趋势

在学界苦于不能找到新的突破口之时，我们团队成员潜心钻研相关领域前沿的发展，大量聆听学术会议和阅读相关文献，在老问题上寻求新的方向与新的方法，最终对目前智慧交通行业的痛点提出了我们的解决方案。我们团队的研究成果已经被相关领域顶级期刊和学术会议的认可，其中包括 **CCF A 类的 UbiComp 会议** 和 **中科院一区的交通领域顶级期刊 IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**。同时对于关键技术，我们还申请了国家专利进行保护，目前已有两个专利获得授权。

同时，我们有着来自不同高校各个专业的人才组成的团队，他们有的是具有敏锐的行业洞察力和学术研究能力技术人才，有的是对行业怀揣着新见解新看法的创新型人才。我们的团队在保

持着专业性的同时更富有极强的创新动力，有实力追逐学术界的前沿动态，始终保持在行业的尖端地位。

2.3.2. 分层开发，双向拓展

系统模块分层开发

城市的交通环境情况无时无刻都在发生变化，交通系统的复杂多变，给智慧出行系统的应用构建带来了很大的挑战。智慧出行系统对于数据的高效稳定传输有着非常高的需求，本系统对于数据的稳定传输、实时更新做出了重点开发与优化，通过层次化开发的不同模块，各模块各司其职，高效运作，为系统稳定运行提供保障。

系统对于交通状况的感知，有着大量的实时现实数据需求。系统中的第一层便为物联网感知数据接入的数据收集层次，通过接入线下物联网信息传感器设备提供的实时数据，可以实时收集到道路交通状况（路口流量、路网平均时速等），车辆行驶轨迹，充电桩智慧部署情况等数据。对于数据分析、计算提供了基础条件。

在现实数据的层次基础上，系统进入了对于数据统计处理、模型计算的数据计算层次。通过此层，系统实现了对于交通实时预测、交通引导调控与基础设施建设的需求。获取到物联网的数据后，桥接到统一的 Kafka 数据湖，保证了系统在城市中大量交通数据并发输入输出时的稳定运转。之后，再交由流批计算模块（Spark）消费对应的数据，经过 Spark 计算模块已经构建好的模型，实现对于将来数据的预测，极大体体现出系统的智慧性。经过整理、计算后的数据，最终输出到 MySQL 进行持久化存储。

数据收集、数据计算层的结果汇总到数据呈现层。大量的数据地高效利用离不开可视化地呈现，管理者可以通过 Web 平台，对于系统进行监控与操作。系统中提供了清晰直观的前端大屏页面，通过后端接口提供的实时数据，前端页面对于数据进行实时可视化呈现。在页面的交通状况感知部分中，对于城市的实时路况进行统计，并对道路的拥堵指数、路口的过车辆进行排行，同时与预测的数据进行准确度比对。交通实时预测部分中，对于路况，路口、公交流量与事故风险不同时间段的预测数据进行展示，将历史的真实数据与未来的预测数据在同一张图上同时呈现，不间断地为交通保驾护航。不同部分通过折线图、饼图、地图等直观的可视化元素对实时更新的数据进行展示，可以一目了然地对于不同数据进行观测。

系统横纵双向拓展

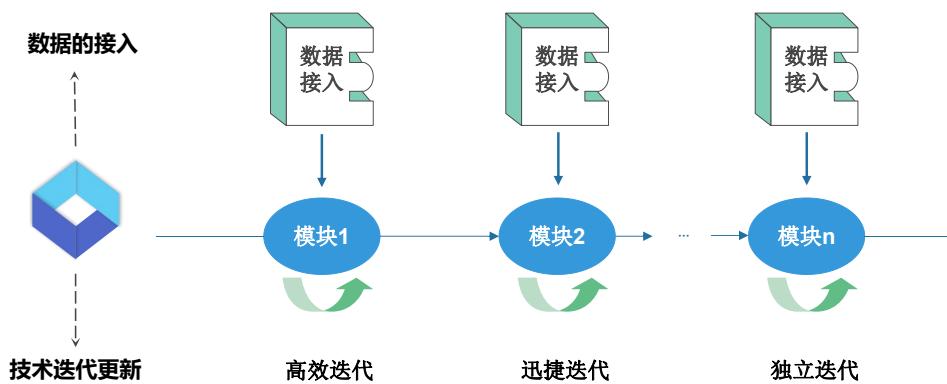


图 2.18：系统双向拓展性示意图

城市交通系统发展迅速，硬件设施不断增多，系统的扩展性也是必不可少的。系统具备的横向与纵向双向拓展能力，主打后续功能追加与可拓展性，双向拓展，让系统所实现的功能不断完善。

硬件设施上可以对系统进行横向拓展，线下对于设备有增加、更新需求时，系统可以在有需要的情况下获取到其中物联网设备的数据信息，让数据源同步增加，高效快捷地同步新数据，让线上管理不割裂。也可以通过接入更多不同的物联网硬件，获取更多物联网设备实时数据。

软件功能上可以对于系统进行纵向拓展，系统不同层次的功能开发上相互独立，进行不同部分软件迭代更新只需要负责相关部分的人员。开发人员也可以进行更多应用开发，一旦有新的需求，可以方便的实现更多的新功能。

2.3.3. 双端业务，利管便民

在智慧交通领域，“究竟要服务谁？”一直没有被真正厘清的问题。对于智慧停车行业中的企业与产品而言，调研发现（表1.2），绝大多数都只能涵盖部分功能，更遑论服务于管理端的可视化功能。而对于智慧交管行业中的企业而言，也没能考虑到城市居民才是交通的最重要参与者。对于智慧交通而言，城市市民与交管部门的重要性几乎并驾齐驱，哪一部分都不可以被轻易地忽视。

所以，在产品设计时，我们特地全面考虑了需求和市场，为城市市民与交通管理者都提供了相应服务。开发交互性良好的Android停车App，在满足市民基本出行需求的同时，还有对路况、车辆服务等的推送，极大地便利了市民的生活；设计精美、富有逻辑的“Web可视化界面”，便于交管部门对城市交通状况有着实时的把控，对具体数据的分析也可以帮助管理者作出更好的决策。两端并重、双端并行，在交通生活的各个细分领域，确保每一个居民能够享受到被人工智能充分赋能的智慧交通。

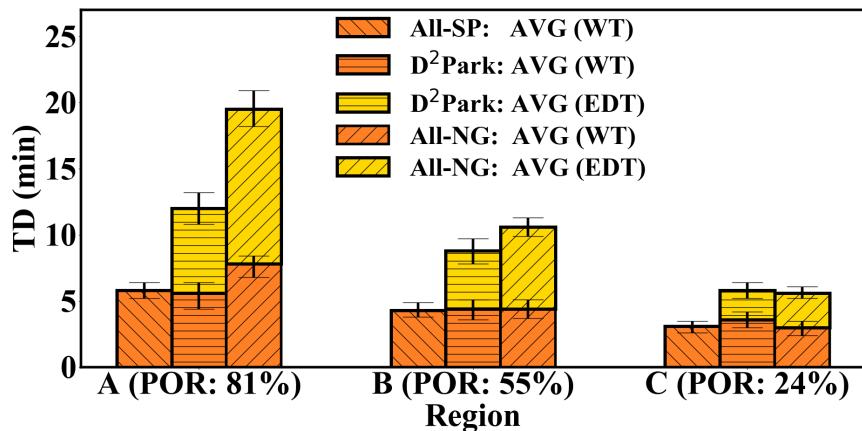
2.3.4. 模型优良，评估严谨

根据项目及行业特点，我们设计了详尽的项目发展计划（详见第5章项目发展）。按照项目发展的规划，我们对产品的核心算法及功能，我们已经完成了严密的数据模拟测试。同样，由于算法和模拟实验的复杂性，我们将为前文提及的四个富有创新性的算法设计的模拟实验进行展示（参见2.2.6）：停车引导算法的实验验证、交通事故风险预测算法的实验验证、公交乘客流预测算法模拟和面向新城市的新能源充电桩需求预测实验验证。

停车引导算法模拟实验

1. 缩短用户停车时间，提高停车效率

在基于深圳市62万余条路边停车数据的实验中，分配算法分配车位相比于用户自行寻找车位，搜寻时间和停车位步行到目的地步行时间之和最少降低了33%，广泛推行后可降低约65%。如图所示，总时间TD（包括搜寻停车位时间及从停车位步行到目的地时间）在未应用本项目算法前约为20分钟左右；部分推行本项目后，TD缩短至13分钟左右；而全面推行应用本项目算法后，TD缩短至6.5分钟左右。因此，总时间最少降低约33%，该结果是在POR（预测准确率）为81%的基础上得出的实验数据。同时，POR错误率在10%以内，即POR在90%以上活动，可充分验证本项目算法的可行性和可靠性。

图 2.19: 停车引导算法 (D^2Park) 和 All-NG All-SP 在不同的地区的比较

2. 车位预测准确性

其次，项目系统给出结果的正确率也是一个重要的衡量标准，该条主要基于本项目预测算法的准确性，即是否能够正确判断各地停车位的空余量，由此引导用户至相应的停车位时不会出现误判、最优解不正确甚至引导的区域没有空余停车位等情况。

同样，在对深圳试点的实验中，本项目基于注意力机制的时空图卷积网络预测模型效果。图2.20显示了车位流入和 POR 的性能结果，包括在所有 76 个街区内的预测的均方根误差 (RMSE) 和平均绝对误差 (MAE)。虽然存在一定范围的错误，例如，流入预测 MAE 从 0.29 增加到 0.46，POR 从 4.1% 增加到 5.6%，但错误在可控范围内，足以应用于我们的停车引导算法。

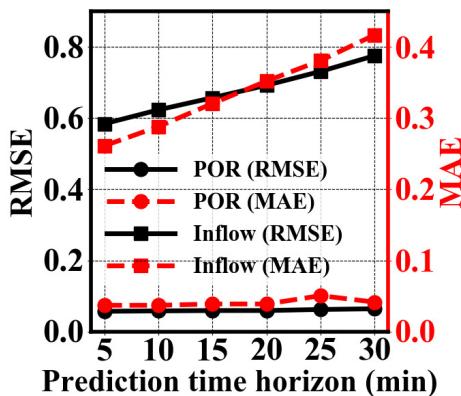


图 2.20: 在一段时间内车位流入和 POR 的性能

3. 计算复杂度

我们的实验结果表明，模型的平均决策时间为 1ms。此外，多步停车预测是影响效率的另一个重要因素，而我们的实验结果表明，其平均运行时间为 5.1ms。因为预测只在每个决策时段的开始进行，这个结果是合理且可以接受的。因此，我们的模型能够实时运行，运算效率较高。

交通事故风险预测算法模拟实验

1. 数据集

实验使用了山东省某地级市数据集和公开的 PEMS 数据集。

山东省某地级市数据集主要包括交通事故数据、路网数据、天气数据和 POI 数据，通过 OpenStreetMap、天气网 (<http://lishi.tianqi.com/>) 和 Dark Sky 网站 (<https://darksky.net/dev/docs>)、高德开放 API 等途径进行数据爬取。

PEMS 数据为公开数据集，包含 2017 年 1 月到 2017 年 6 月加利福尼亚州的交通事件数据（含有不仅限于事故的更加丰富的数据，如道路拥堵等异常事件）。其中交通事故数据和路网数据可以从官网直接获得 (<https://pems.dot.ca.gov/>)，天气数据和 POI 数据的获取方法同上。

2. 数据预处理

事故映射算法：由于数据源中的事故地点和事故真实发生的路段之间存在些许偏移，所以需要路段绑定算法将事故映射到具体的路段，事故点到路段的垂直距离计算较为复杂，对此设计了简化的事故映射算法，在误差允许的范围内认为其是有效的。

路段聚类算法：此算法是为了得到路段特征相似的粗粒度区域，并由此得到其对应的事故风险。路段特征可以由道路行政级别、物理隔离、路面结构等表示，同时为了更精确地表征不同路段的地理位置信息，我们使用路段中心点米内的属性信息，此处使用的信息有医院、商场、地铁等。算法的流程包括：输入带聚类路段的特征向量以及质心点个数，随机生成质心点，随后开始循环，根据向量之间相似度度量分类到距离最近的质心点并重新计算质心点，如果满足误差值就结束算法，不满足就重回循环进行度量和计算。

3. 实验验证与评价指标

现有的基于深度学习的城市交通事故预测方法中使用的评测指标并不能很直观地评测模型的好坏。因此，在本文中，我们使用 Top-K 准确率作为评测指标。

Top-K 准确率指标的具体计算过程如下：

- (1) 将某一时间片内预测得到的事故风险值进行排序，取前 K 个；
- (2) 将前 K 个高风险路段和实际发生事故的路段求交集得到预测命中的个数；
- (3) 求步骤 (2) 得到的结果在真实发生事故个数中的占比，即为 Top-K 准确率。

其中 R_{TopK_T} 表示第 T 个时间片预测得到的排序后前 K 个高风险路段标号， R_{realT} 表示第 T 个时间片真实发生的路段标号，num 表示其对应的个数，如公式2.1所示：

$$Top - K \text{ Accuracy} = \frac{\text{num} \left(R_{TopK_T} \cap R_{realT} \right)}{\text{num} \left(R_{realT} \right)} \quad (2.1)$$

在实验中使用了山东省某地级市数据集和公开的 PEMS 数据集，应用了 ARIMA、LSTM、STGCN、DCRNN、XGBoost、RiskOracle 等预测方法作为基线方法进行实验结果的比较。

表 2.1: 在山东数据集上的预测性能比较

数据集	模型	1 天的时间片	
		Top-10	Top-20
山东	ARIMA	11.64%	14.67%
	LSTM	10.94%	13.38%
	STGCN	36.10%	36.16%
	XGBoost	49.47%	54.09%
	DCRNN	63.09%	70.23%
	RiskOracle	69.00%	73.91%
	SA-GCN(ours)	76.27%	78.24

表 2.2: 在 PEMS 数据集上的预测性能比较

数据集	模型	30 分钟的时间片	
		Top-15	Top-25
PEMS	ARIMA	10.28%	12.84%
	LSTM	15.89%	16.99%
	STGCN	34.40%	45.33%
	XGBoost	47.47%	55.01%
	DCRNN	53.73%	70.66%
	RiskOracle	64.30%	78.79%
	SA-GCN(ours)	77.60%	83.58%

表2.1和表2.2显示我们的模型在两个不同的数据集上的 Top-K 准确率均优于其它基线模型。

其中 ARIMA 只考虑了时间相关性，并没有考虑空间相关性所以性能并不理想。同样地，基于深度学习的方法 LSTM，只对历史时序的事故风险建模，也没有一种方法解决数据稀疏性问题，实验结果也并不理想。相比之下，STGCN 同时考虑到时空相关性，对比之前两种方法有性能上的提升；XGBoost 作为一种增强树模型，通过迭代的方法不断选择最优参数以更新树结构，但是并没有很好地建模时空的动态关联；DCRNN 使用扩散卷积双向随机游走来对空间依赖进行建模，随后在 GRU 中进行时间序列建模，相比 STGCN 和 XGBoost 效果进一步提升；但是以上方法均受到数据稀疏性问题的影响。RiskOracle 对于原始输入采用数据增强策略以缓解数据稀疏性问题，并且采用多任务学习方法同时预测交通流量和事故风险，相比以上几种方法均取得了较好的性能，然而，这种方法在流量等数据缺失的情况下，预测准确度会受到影响。

相比之下，我们的模型同时考虑了动态的时空关联，并提出了一种方法解决数据稀疏性问题和空间异质性问题，因此取得了更好的预测效果，在山东和 PEMS 数据集上，比现有最新的模型 RiskOracle 的准确率分别提升了 7% 和 11%。并且随着 K 值的增加（上述 K 的取值范围为 5%-8%），预测准确度也在提升。

公交乘客流预测算法模拟实验

基于济南市 1600+ 万条公交刷卡数据和 100 万条公交到达数据开展实验，结果表明其性能超过 10 种基线模型，准确率至少提高 22.39%。该算法可帮助公交运营公司优化车辆调度，帮助乘客避免拥挤路线，帮助政府评估及保障公共交通安全。

面向新城市的新能源充电桩需求预测及规划实验验证

基于北京、天津、广州三个城市的真实数据开展实验，结果表明所提方法能将营收最多提高 72.5%。该算法通过迁移其他城市充电网络的知识，帮助新城市在计划发展新能源交通时零数据积累的条件下进行充电桩部署方案的需求预测和部署优化，提高资源利用效率，缩短投资回报周期。

3

组织结构

3.1. 团队概述

对于企业与项目的发展而言，人力资本是其中极为重要的因素，合理的人员配置能够带来顺畅的合作体验和公司氛围。

在项目团队成立之初，我们在人员招募时就十分重视学科的交叉与融合，前后共有分别来自计算机科学与技术、物联网工程、金融工程、会计学、电子商务、电信工程及管理等近十个专业的同学加入到了我们的团队，学科的优势互补为我们注入带来了前所未有的创新活力。在通信工程、算法设计方面的专业人才，主要贡献于项目的核心创新设计与架构，而在财务、营销和创新服务方面专业能力较强的骨干，有利于辅助日后资金运营、营销推广及公司管理。群英荟萃，也让我们的团队在创新创业涉及到的各个领域都有着极强的专业性。

同时，合理的组织架构也对于团队合作中最大限度发挥每个人的作用极为重要，我们参考国内外成功的企业架构案例对企业进行了结构的划分。

3.2. 核心成员介绍

3.2.1. 项目负责人（CEO）介绍

朱冠州（CEO, Chief Executive Officer），北京邮电大学智能通信软件与多媒体北京市重点实验室硕士研究生。本科期间曾两次获得创新创业活动省级以上荣誉，硕士研究生期间参加国家科技创新 2030 新一代人工智能重大项目，面向城市感知的群智涌现机理与计算方法。目前在北京市重点实验室、京东物流进行智慧城市相关工作研究。在交通领域的顶级期刊 IEEE TITS 发表论文 MePark: Using Meters as Sensors for Citywide On-Street Parking Availability Prediction 作为本项目的核心基础算法，并获得了相关国家专利的授权。

3.2.2. 专家顾问介绍

赵东，北京邮电大学计算机学院（国家示范性软件学院）教授，博士生导师，现任智能通信软件与多媒体北京市重点实验室副主任。主要研究方向为物联网、群智感知、城市感知计算、智能

交通等。近 5 年来主持或参与国家自然科学基金、重点研发计划、企事业合作项目等 10 余项。在 IEEE/ACM 汇刊 (TON/TMC/TPDS/TITS/TVT/THMS/TII/TBD)、IEEE Communications Magazine、IEEE INFOCOM、ACM UbiComp 等国际著名期刊和会议发表论文 50 余篇，出版学术专著 1 本；目前谷歌学术累计被引用 1800 余次，2 篇论文入选 ESI 高被引论文；获得中国计算机学会优博论文奖、ACM 北京优博论文奖、教育部自然科学一等奖、中国计算机学会自然科学一等奖、国家教学成果二等奖、北京市教学成果一等奖等奖励和荣誉，入选第四届中国科协青年人才托举工程。目前是中国通信学会高级会员，中国计算机学会/IEEE/ACM 会员；曾担任 10 余个国际著名会议 (ACM MobiHoc、IEEE DCOSS/GLOBECOM/MASS 等) 程序委员/专题讨论会主席/宣传主席，以及 10 余个国际一流刊物 (TON/TMC/TMM/TIST 等) 审稿人。

3.2.3. 技术团队核心成员介绍

曹子建 (**CTO**, Chief Technology Officer)，北京邮电大学智能通信软件与多媒体北京市重点实验室博士研究生，曾参与国家自然科学基金面上项目主被动结合的城市移动感知网络协同部署理论与方法研究，国家科技创新 2030 新一代人工智能重大项目，面向城市感知的群智涌现机理与计算方法。并在 CCF A 类会议 UbiComp 中发表了涉及本项目关键技术的算法论文 D2Park: Diversified Demand-aware On-street Parking Guidance，并获得了相关国家专利的授权。

王贝嘉，本科就读于北京邮电大学，目前跟进由李骏院士、李克强院士和中国人工智能学会理事长李德毅院士具体指导的清华大学“猛狮”团队研究，主要研究方向为深度学习、强化学习、迁移学习等；曾在字节跳动公司投放算法与工程部门工作，擅长对开发过程存在的风险进行预测评估以及对算法进行优化；参观诺基亚贝尔实验室并与研发中心总经理针对 5G 技术发展前景进行了面对面交流。

张嘉琦，本科就读于北京邮电大学，主要研究方向为数据分析、数据挖掘等，取得多个学术成果，其中包括发表 SCI 论文一篇；数据分析与数据挖掘方面曾获美国大学生数学建模竞赛 (MCM/ICM) 一等奖等 3 个奖项，基础学科方面曾获全国物理竞赛一等奖等 5 个奖项，创新创业比赛中曾获国际青少年创新大赛 (IC) 十佳设计奖等 4 个奖项及称号。

利佳澄，本科就读于北京邮电大学，IBM 认证 Advanced Data Science Specialist，流计算及实时机器学习系统工程师。科技部高技术研究发展中心“科技创新 2030 - 新一代人工智能重大项目”子项目团队技术负责人。曾在全国大学生嵌入式芯片与系统设计竞赛（海思芯片应用赛道）中以团队队长身份，带领团队夺得全国二等奖。

3.2.4. 商业化团队核心成员介绍

吴佳阳 (**CFO**, Chief Financial Officer)，本科就读于中央财经大学，现任华为财经俱乐部负责人与国际交流协会部长，曾获 2021 年度校级组织管理优秀奖学金。主要研究方向为公司治理、盈余管理、市场调研等，曾合作撰写多篇学术论文并获推荐。在校期间多次参与创新实践活动，曾协助中国人民大学数据与调查中心进行数据分析调查，前往深圳华为集团财经总部及北京碧水源公司总部进行交流学习。实习经历丰富，曾在普华永道等 3 家会计师事务所、上市公司实习，接触领域涵盖财务、税务及审计等多个方面。

区睿哲，本科就读于北京邮电大学，曾任国际学院创新创业孵化计划发热体工作室核心技术组组长，分管孵化计划培养部分，带领九个小组共计 54 名同学参加各类创新创业比赛并获奖。曾参与社区防疫工作志愿者，任片区信息组组长，分管片区信息技术服务保障工作，保障三个社区共计 5682 名居民、32 名工作人员的信息服务。

任皓洁，本科就读于中央财经大学，曾获学术科研与创新优秀奖学金，参与省市级创新项目并多次获奖，所参与的“挑战杯”创业项目正在国赛中角逐，具备丰富的创新创业经验。曾参与多个项目的商业策划案定稿、制作和审核，具备市场营销领域相关的专业知识和市场敏感度。

3.3. 公司组织架构

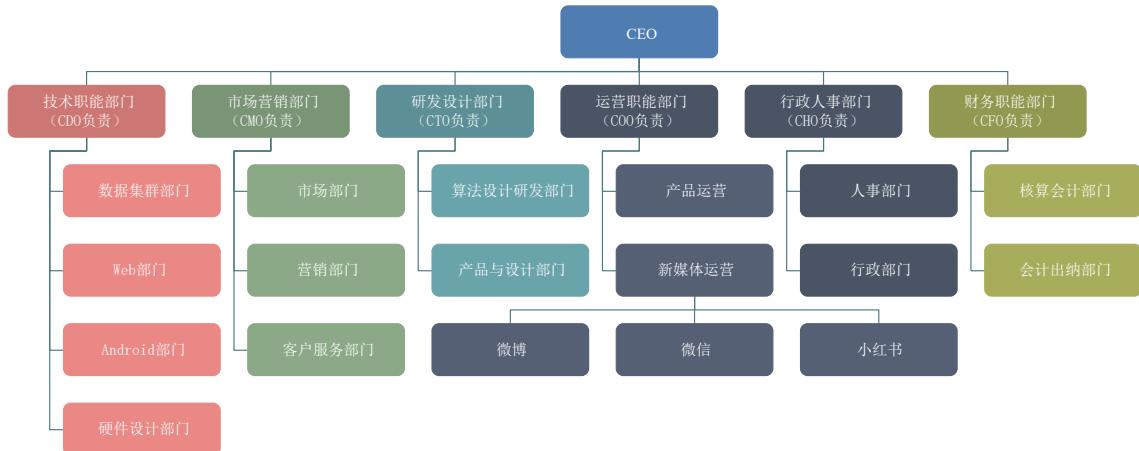


图 3.1: 公司组织架构示意图

3.3.1. 技术职能部门

技术职能部门的功能包括了数据集群、Web 开发、Android 开发、硬件设计等面向实际应用的软硬件开发工作，主要解决研发过程中疑难问题和技术细节。同时负责平台维护和迭代更新工作，保证系统的安全性、保密性和业内领先性。该部门由 CDO 直接负责，领导和管理技术团队，带领本部门员工开发和维护系统。

3.3.2. 市场营销部门

由市场部、销售部、客户服务部组成。市场部负责市场调研、推广与宣传工作，包括申请政府的支持、与公众媒体的合作等，在不断开拓新市场资源的过程中起到重要作用。销售部负责销售以及相关客户和订单的整理和录入，与财务部门进行对接。客户服务部主要与客户联络、提供服务，收集用户的反馈后及时向技术和研发部门反馈沟通，完善我们的产品。该部门由 CMO 直接负责，制定合适的营销战略。

3.3.3. 研发设计部门

研发设计部门是我们企业发展的核心动力与创新源泉，“城市眼”的各项业务都从研发设计部门中取得的成果中发源而来。下属的算法设计与研发部门负责研发核心算法，譬如核心的“预测算法”等部分都由该部门负责研究，工作核心强调创新；产品与设计部门负责对产品进行视觉处理，设计 Web 与 Android 端的外观、产品逻辑等部分，对审美与设计能力有较高的要求。

3.3.4. 运营职能部门

运营职能部门负责运营过程中的计划、组织、实施和控制。对日常经营行为及业务、财务等运营流程和相互衔接执行具体的指导、协调和监督。同时负责产品及新媒体的运作经营，包括公众号、微博号、网站等方面的设计和优化。运营职能部门下设产品运营及新媒体运营两个分部门，由 COO 直接负责。

3.3.5. 行政人事部门

行政人事部门由行政部和人力资源部组合而成，并由 CHO 直接管理。行政部主要负责协调各部门之间的工作，为各个部门的工作提供基础的职能支持和保障；人力资源部主要负责统辖管理公司人事，做好普通员工的招聘、任免、培训、绩效考核和全体员工的薪酬福利等。行政人事部门为公司挑选培养了重要的人才并监管人员的协调调度，是公司可持续发展的基石。

3.3.6. 财务职能部门

财务职能部门由 CFO 直接负责，下设核算会计部门和会计出纳部门。在项目初期全面拓展融资渠道，做好开发资金使用情况的规划和预算。待公司步入正常运营后，负责建立核算体系，做好预算收支等相关工作，并根据项目分阶段分时期建立筹资、投资、营运、利润分配管理等相关战略；同时在经营过程中拟定成本控制措施，对营业成本进行分析并提出处理意见。

3.4. 激励机制

为保障团队的稳定性和可持续发展性，本团队建立激励机制，从以下三个方面展开：

3.4.1. 薪资激励

采用混合工资制度，对不同工作人员进行分类，秉持岗位、技术、按劳分配的原则。技术部门强调业务量，营销部门强调绩效，而行政部门则强调岗位。

3.4.2. 事业激励

团队成员应怀有共同的愿景。达成工作目标不仅仅在于个人薪资的提高，同时更是能力的体现和个人价值的实现。我们依据战略目标及个人的职业发展需要，秉承“抓准需求、清楚目标、找出差距、力求实用”的原则来指导公司的培训工作。每一位员工都有机会参加相应的培训，培训内容包括业务技能、管理技能、公司文化、个人提升等诸多方面。将员工的个人目标和公司目标结合起来，在寻求公司目标效益实现的同时，为员工实现自己的个人目标创造条件，探寻适合每个员工发展方向的道路。

3.4.3. 企业文化激励

企业文化是一种价值理念，和社会道德属于同一范畴。本企业以智能和环保为主旋律，倡导员工的团队精神和创新意识，使每位员工能够带着创新动机和发展愿望参与到企业建设中去，在新的平台上进行更高层次的创新，从而形成不断循环、螺旋上升的过程。

4

商业模式

4.1. 价值链分析

4.1.1. 内部价值链分析

研发环节

研发环节是企业运转过程中的中心环节。我们团队专注停车领域整体服务解决方案的设计与开发，有着专门的研发部负责企业产品的技术研发工作。各个研发部内部成立软件组、项目组、质量保障组等多个小组，从 App 以及网页的外观设计和用户交互，到功能的实现，数据的收集和存储，到最后上线测试，整个流程通过各小组协同合作一道推进企业技术创新研发工作。

采购环节

硬件支持是实现技术不可或缺的一部分。对于我们团队来说，从企业的一切办公设备、安保措施等，到技术实现需要提供的其他设备支持（如传感器等硬件、云服务器），都需要采购部门去负责了解与采购。采购的质量对企业持续运转、用户体验感、技术实现最大化等各个方面都会产生重大的影响。采购的成本也对极大程度影响着企业最终的盈利。

销售环节

我们团队提供的平台和一整套技术措施可以被应用于各种领域，我们可以通过售卖技术、数据和服务获取利润。

4.1.2. 纵向价值链分析

对于我们的项目产品，上游需要与传感器、路由器等供应商合作。上游的议价能力与企业成本正相关。下游需要对客户进行调研和关系维护，做好客户体验。从长远的目标考虑，与供应商建立战略合作关系，与客户进行沟通优化，从而使整个纵向价值链的效益得到提升。

4.1.3. 横向价值链分析

在激烈的外部竞争环境和自身运营的压力下，企业要积极的向竞品公司学习其运营过程中成本低效益高的环节。首先需要确定几家经营状况良好的竞品公司，对其各价值环节进行了解然后

对其各价值环节相应的成本进行数据收集和分析，最后汇总各环节成本，对其成本有总体的把握，确定其竞争优势。通过对竞争对手价值链成本的分析，发现自身运营过程中的成本耗费大的部分，并进行相应的改进，进而提高企业的竞争力。

4.2. 运营模式

4.2.1. 价格策略



图 4.1: 定价策略

定价主要考虑市场的需求与消费者可接受的价格，兼顾成本与技术问题，采取多档价格定位的渗透策略，旨在获得更大的顾客群，开发及巩固市场以盈得较为丰厚的利润，在短期内收回投资成本，使资金回笼相对及时，有利于更好的进行研发和投资。同时，在根据成本、客户及市场需求制定合理的基本价格之后，根据不同时期政策和市场的变化进行灵活的竞争性调价。在公司发展的不同阶段采取不同的定价原则：

初步阶段，采用满意度定价原则以抢占市场，获得更多客户，扩大公司影响力；

成长阶段，采用关系定价原则以扩大销售量，建立良好的客户关系；

成熟阶段，在满意度定价原则和关系定价原则的基础上加入效益定价原则以获得最大的经济效益。

关于付费功能的个人业务的定价，我们将采用竞争定价法，根据市场调查对现在一般的出行 APP 的现价的调查，结合系统研发成本、使用功能效用、用户基础和用户心理进行定价，并结合各种优惠服务和会员充值激励的方式，激发用户的付费使用。

关于广告投放方面的定价，我项目初期我们主要采取 CPC 模式（点击成本模式），安卓端的广告投放者只需要为这个广告的点击量买单，这一程度上吸引广告商的参与。在项目运营成熟时，已经具备一定的用户基础之后你，广告定价模式将逐渐向 CPM 模式（千人成本模式）和 CPD 模式（按天付费模式）转变。

4.2.2. 宣传策略

城市群智感知数据汇聚与计算平台投入期，各种广告同时展开，在相关网站及杂志上介绍我们的平台，到目标客户企业做宣传，建立广告牌和印刷标语宣传公司产品，运营公司网站，积极参加各种科技活动和展览会等。平台的成长期和成熟期，开展专业新闻媒体广告，参加大型技术研讨会等，提高顾客的认可度。在平台的低迷期，以降低付费功能价格为主要手段，其他宣传为辅，同时不断研究新技术，研发新型换代功能，为客户带来更加便利安全的出行体验。

4.2.3. 客服反馈策略

建立完善的客服反馈体系，确保用户在使用过程中遇到的任何问题都可以立即通过相应渠道进行投诉和反馈，相关人员要根据问题反馈对问题进行解决，进一步完善平台系统，给平台使用用户提供更为精准的智能感知、智能预测等服务。除此之外，通过培训和相应的管理机制，提高客服人员的素质态度和服务质量，树立公司品牌的形象根基。

4.3. 盈利模式

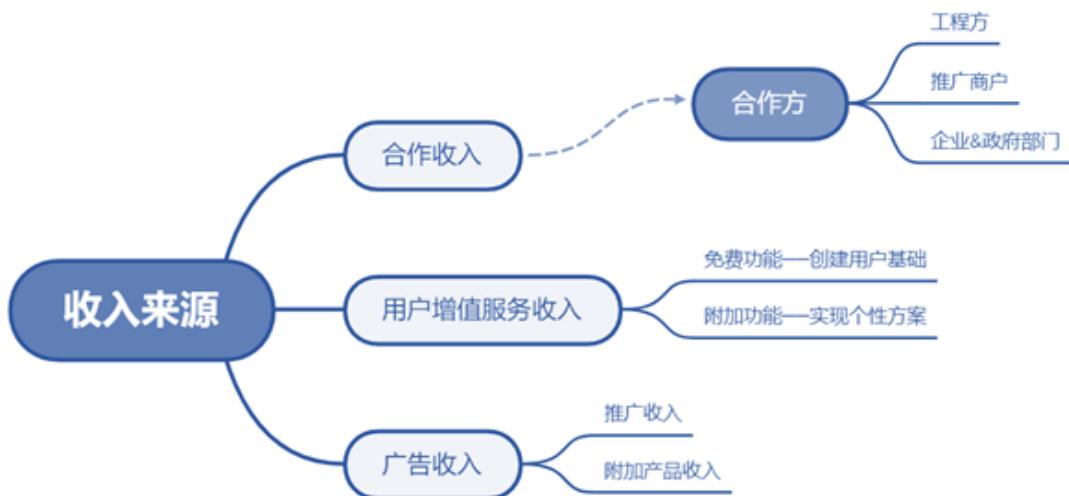


图 4.2: 主要收入来源

设计切实可行的盈利模式并且实现盈利是平台运营的经济基础。我们为平台设计了周密灵活的盈利模式，并且会根据不同的发展阶段划定不同的运营重心，进行不断的调整和改进。我们考虑到用户群体的多样性，根据网站、安卓移动端应用的双重平台特性设计了如下盈利模式，主要分为合作收入、用户增值服务收入和广告收入三个方面。其中广告收入和用户增值服务收入可能会成为平台收入的主要来源。

4.3.1. 合作收入

从项目日臻成熟、完善到后期的推广应用，在这个过程中，我们会考虑通过与各式各样的合作方合作，为他们提供我们系统的技术支持和运维管理，将平台投入现实使用中去，以实现双赢效果。

平台未来的应用合作方可能主要有工程方、推广商户、企业政府部门以下三类：

工程方：平台的显示应用部署涉及到实际硬件设施的更新和安装，故有很大可能与工程方合作，进行线下设施改造，从而获得可观收入。

推广商户：当实际应用部署达到一定的规模，会吸引各类上下游相关服务经营的商户加入，通过加盟等形式展开长期合作，经过协商确定最终的合作费用，从而项目可以产生现金流的流入。

企业政府部门：为惠及民生，为广大市民提供更便利的停车服务，各省市发布文件公开招标，出让车位经营权，譬如《安顺经济技术开发区市政公共道路路内停车泊位停放服务特许经营权出

让项目采购公告》等相关文件描述所言，将以公开招标方式确定特许经营企业，按规经营，由中标单位负责在经营期限内相关人员、服装、配套设备养维护费用，并按月交纳特许经营权出让费用。且随着智慧交通行业的发展和进步，越来越多企业涌入市场，对智能规划系统有一定的需求，因此，我们的平台可作为车位服务的第三方参与其中提供技术支持，在不断协调改进中获得一定的经济效益和实践经验。

4.3.2. 用户增值服务收入

对于平台的实际用户，我们推出基础免费服务和升级会员付费服务，来为用户提供更加多样、合适、个性的服务体验。其中。交通状况感知和交通状况预测等功能会为所有用户展示数据和分析预测结果，便利了用户的交通选择；交通调控引导功能为用户出行提供实时信息，为其带来丰富的交通体验；实际停车场占用率功能、总体使用情况功能将解决广大市民“开车易、停车难”的生活难题；充电桩规划功能展示充电桩分布图，让配置信息公开透明化，照顾了电动汽车用户的体验，推进了电动汽车的应用和发展。这些都属于免费功能，在为大多数用户提供便利的同时，也进一步为平台创造用户基础制造了条件。

在此基础上，我们也推出了一系列的个性化方案，满足用户更进一步的需求。对于交通调控，我们提供最优出行方案定制，根据实时交通情况和预测交通新情况更好地为需要的用户设计交通线路。对于停车，我们也额外提供预测的停车场占用率数据，对于充电桩，我们提供充电桩利用率信息，并根据性能将其划分为快桩、慢桩，进行站点的展示。这些付费功能不仅成为了我们的主要收入来源之一，更能从多种维度满足用户的需求，增强用户黏性。

4.3.3. 广告收入

在项目落地实施稳定运行之后，平台将开设丰富多样的应用场景，例如提供出游方案个性化定制等新服务场景，在此基础上滴滴出租、宾馆、景点、经典餐馆、洗车服务中心会随之产生宣传引流需求。城市群智感知数据汇聚与计算平台安卓端将在不影响平台整体美观的原则下开辟部分页面空间供上述商家投放广告并设置搜索链接，或者根据用户偏好选择合适的相关产品进行推送，根据实际情况制定广告投放的具体收费方案。

4.4. 营销模式

4.4.1. 网络营销

网络营销利用互联网的便利性以及影响范围广，以低成本的方式获得更多用户以实现更好的收益。包括以互联网为媒介的各种方式，包括 E-mail 营销、博客与微博营销、网络广告营销、视频营销、媒体营销、竞价推广营销、SEO 优化排名营销等。

网站优化

可以通过搜索引擎优化（SEO），总结搜索引擎的排名规律，对网站进行合理优化，使网站在百度和 Google 的排名提高，让搜索引擎更多带来客户。通过 SEO 这样一套基于搜索引擎的营销思路，为网站提供生态式的自我营销解决方案，让网站在行业内占据领先地位，从而获得品牌收益。

视频营销

以创意视频的方式，将产品信息移入视频短片中，被大众化所吸收，也不会造成太大的用户群体排斥性，也容易被用户群体所接受。

体验式微营销

以移动互联网为主要沟通平台，配合传统网络媒体和大众媒体，通过有策略、可管理、持续性的 O2O 线上线下互动沟通，建立和转化、强化顾客关系，实现客户价值的一系列过程。体验式微营销站在消费者的感官、情感、思考、行动、关联五个方面，重新定义、设计营销的思考方式。

4.4.2. 品牌营销

从长期来看，要获得更好的发展必须要进一步品牌形象以及影响力。首先，品牌能够带来情绪价值，让顾客满足。好的品牌能够让消费者更满意，带来更多的安全感等心理价值。其次，品牌能够带来交易价值，让销量提升。好的品牌能够让同样品质的商品获得更高的售价和更好的销量。此外，品牌能够带来商业价值，让公司值钱。好的品牌能够让品牌方的公司获得更高的市值，是无形的资产。



图 4.3: 品牌营销理念

数据驱动——让营销越来越精准

基于大数据、依托技术进行的互联网广告营销方式，通过合适的时间与渠道，产品可以更加精准地被投放至用户面前。我们会利用我们的数据库和云平台对数据进行采集和清洗，进而对分析数据，通过分析结果为品牌制定营销决策，从而帮助提升营销的效率。

随着互联网和各种智能设备的崛起，品牌的营销资源已经从量变到质变了，各种社交媒体内容呈现爆发式增长，数据量也是从 G 到 T 甚至到了 P。更好地管理这些资源，则需要通过技术手段对手上的资源进行整合。

内容为王——做品牌就是做内容

对于产品来说，最重要的便是产品本身的作用和服务。对于我们的快驿来说，核心算法服务便是主要的核心竞争力。以我们的算法为核心提供的预约服务和准确的预测服务，以及 APP 会员的

一系列增值服务会给用户提供极大的便利，也同时会为品牌的推广以及影响力的扩大起到重要的作用。

技术革命——以创新研发为先导

从长期来看，技术创新是第一驱动力，只有不断的创新才能保证我们的产品适应市场的潮流，符合消费者的要求。同时我们的产品以算法为核心，研发投入相对较大，同时产生的效益会增长较快，品牌的口碑和影响力会逐步提升。用户认可我们产品的同时，用户量也会增加，反过来也会进一步促进品牌的发展。

4.4.3. ODEC 合作模式

我们将合作分为四种形式，如图4.4所示：

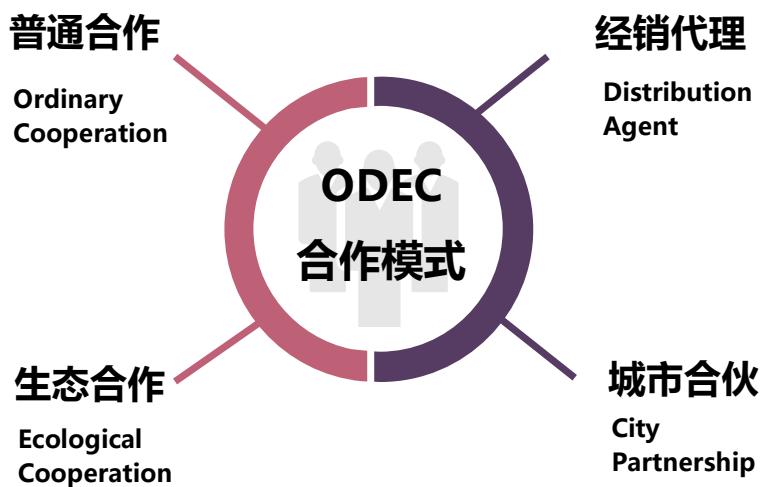


图 4.4: ODEC 合作模式

4.4.4. 推广方式

交通广播

大部分有车族在行车过程中会选择收听广播，所以我们选择广播进行推广在最大程度上与我们的客群相符合。而我们与广播成为了合作媒体，通过媒体置换的方式以极低的成本获得广播媒体资源。

我们用 WiFi 广告的自有媒体来与广播进行媒体置换。每天我们都拿出一部分的广告时长来投放广播的栏目介绍。而广播电台每天会拿出固定的时段来介绍我们的系统平台功能。

广告

在我们合作的停车场、相关的设备的购入方以及 4S 店，我们会利用所有可以利用的广告位，包括一些自建的广告位进行推广和宣传。

在项目与政府达成合作之后，我们可以选择公交站、地铁站等公共交通区域进行广告投放，同时附上网页进入使用系统的方式，为看到广告的市民提供更优的出行规划和选择。

当项目发展较为成熟时，可以与社交媒体以及热门 APP 进行合作插入我们平台广告。

4.4.5. 阶段目标

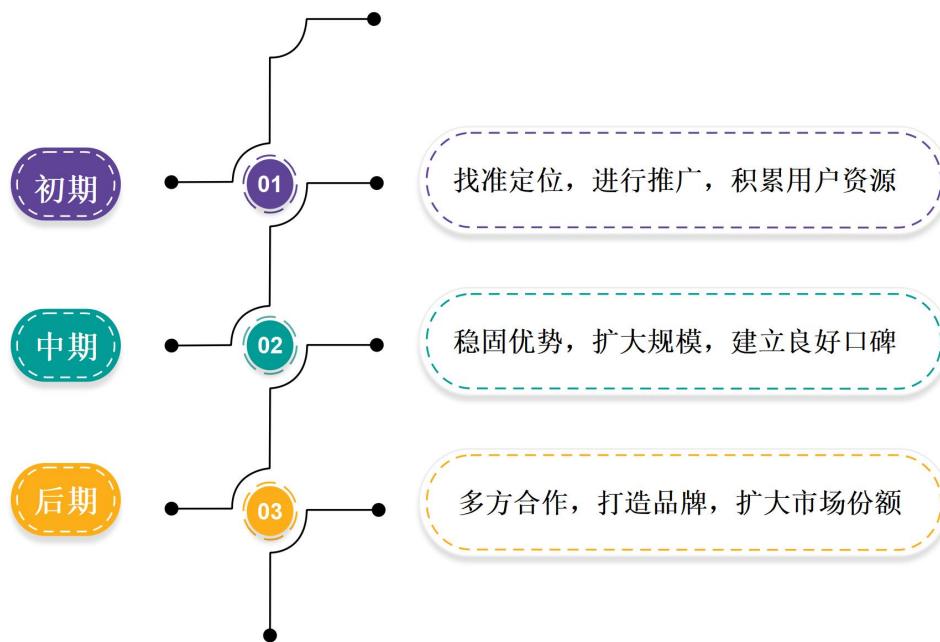


图 4.5: 不同发展阶段推广目标

初期目标

因为该项目仍处于萌芽阶段，初期我们会进行多次的试验，抓住主要优势的同时不断改正我们的薄弱环节。所以我们有如下几个目标：

(1) 找准定位，适时切入发展潮流

小范围的试验主要以发现技术的优势与劣势为主要目的，我们要明确我们的产品定位，找准市场定位，为以后抢占市场份额做准备。

(2) 通过灵活的价格策略进行推广

价格对于用户来说是重要的参考因素，所以我们较为贴心的服务和灵活的定价是我们初期获得用户的关键因素。

(3) 完善推广网络，积累用户以及资源

初期的主要目的之一便是找到合适的推广方式，积累用户资源，为以后的发展奠定用户基础，拓展销售网络。

中期目标

(1) 稳固发展优势，再不断完善发展

初期的发展范围较为有限，中期我们的主要目的之一就是扩大产品的应用范围，接入主要城市数据，利用产品的优势快速推广，稳固产品优势。

(2) 建立良好产品口碑，拓展资源

试用满足路边停车管理需求的产品，通过良好的产品口碑，签订了大量的停车位资源，同时积累了一定的用户资源。与城市管理者达成合作，为城市建设提供良好的管理平台。

(3) 扩大规模，抢占市场先机

当产品发展到一定程度，我们开始考虑抢占市场的一定份额，为我们产品的多元化发展抢占市场先机。

长期目标

(1) 和多方进行合作，扩大品牌知名度

合作是我们扩大产品知名度的重要方式，品牌是一个企业的重要资产，也是持续发展的重要因素。

(2) 与政府合作，获得更多资源和数据

政府的资源数据较为全面可靠，我们在长期建立维护更新官方数据库，利用数据不断完善改进算法和系统，为预约用户和普通用户规划最合适出行路线和服务。

(3) 增强核心竞争力，进一步扩大市场份额

核心竞争力是长期发展最核心的因素，也是获取资金来源的重要参考，会进一步占据市场份额，支持更快更好发展。

5

项目发展

5.1. 核心发展理念——3S 理念

5.1.1. 服务性 (Service)

本项目以社会服务作为出发点，着力解决民生问题，为解决拥堵、事故频发、停车难等问题提供公共服务，同时开展城市智慧云计划，推进整个智慧城市的建设。该定位具有公益服务性，能够得到政府的支持与投资，服务型平台具有非常大的发展潜力。

5.1.2. 拓展性 (Scalability)

本项目以技术为核心竞争力，主打后续功能的追加，具有很强的可拓展性。以原本技术为基础的迭代更新方面速度质量要求较高，所以可拓展性在成本节约、效率提高方面具有重要意义。同时界面和功能设计较为灵活，可以满足多场景的应用。

5.1.3. 共享性 (Shareability)

城市级智慧交通云平台不应该是一个孤岛，应该具有开放性，能支持更大范围的信息交换和信息共享，通过内外部资源的耦合来实现商业价值的创造。

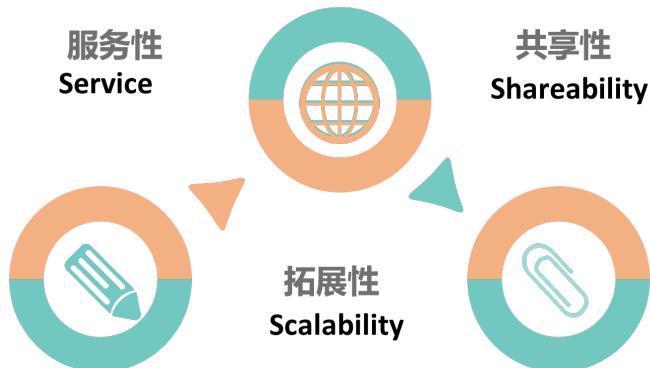


图 5.1: 3S 理念

5.2. 发展阶段

5.2.1. 初期——开发测试，实现准确性

初期内容

本团队计划在一个月内投入小组全部开发资源，以敏捷开发为指导思想，初步将高质量系统投入实践。在实践测试中再应用 TDD 开发方法，不断完善系统使其在进入中期之前达到实现稳定低出错率的状态。

在实践测试中，我们将模拟实际工作中数据流大、实时处理的环境，利用历史采集的数据对系统完成压力测试，主要验证内容为在巨大数据流接入时系统集群的稳定性。其次再利用历史采集的数据对系统完成实时性、准确性进行验证，以确保系统构建达到设计目标。

测试及 TDD 再开发预计耗时一周。该测试也称为 Alpha 测试，测试范围为项目组内部，即参与该阶段测试的人员仅包含项目组内部人员。

初期目标

(1) 完成集群构建及数据流测试。基于大数据及分布式构建思想，完成分布式集群服务构建。利用测试数据打通集群数据流，实现数据实时流批处理。

(2) 完成集群压力测试。模拟实际运营数据输入环境，验证系统在高流量下的稳定度。通过不同调整集群参数，最终实现集群在实际流量下稳定工作。

(3) 完成网页展示端第一版的构建服务并接通数据。按照设计文档完成第一版网页展示端构建工作，并实现实时请求后台数据，刷新展示内容的效果，即实现网页实时展示经过大数据统计分析、计算预测后的数据。

(4) 应用模型并调整参数使其达到训练时的指标。在流批处理模块引入自开发模型，以流批形式为其接入历史数据，再用历史数据与其预测值对比，验证模型有效性。

实施路径

本团队与科大讯飞进行合作，将已训练完毕的自研发的模型接入流批数据后即可开始数据预测测试。基于与科大讯飞的合作，我们利用其较强的技术支持及实践平台，可充分参考其实践经验，为初期模拟实践奠定基础。

目前已有历史数据 30 万余条，该部分历史数据将用于初期阶段的测试中。30 万条数据可满足初期集群稳定性测试、压力测试、准确性测试的全部需求。

5.2.2. 中期——落地测试，实现高效性

阶段内容

1. 设备购买

在整个项目推进的中期阶段，我们选择北京、泰安、合肥、深圳四个城市进行单功能测试。基于当前测试数据，泰安市单功能压测结果，一周共 30,000,000 查询请求，波峰数据主要体现在早晚高峰时段，数据量占比为 47%，持续时间共近 8 小时。根据北京、深圳、合肥和泰安相关比例，我们得到相应的负载情况。表5.3为服务器的价格情况。

表 5.1: 服务器的参数和价格

实例规格	内存	内网收发包	参考价格
大数据计算型 d2c	48vCPU	20Gbps	6600 元/月

同时对初期发现的一些问题进行了完善和更新，对算法和平台进行了相应的调整和迭代。

在停车引导功能中中，我们选择北京昌平区的路边停车位的数量约为 3 万个，我们希望抽取 3% (约 1000 个左右) 作为测试对象，尽量保证分布均匀，有一定泊车量。根据我们的调查咨询以及与厂商的沟通，我们选择价格低、抗外界干扰能力强的飞思卡尔-艾瑞电子提供的单片机。我们计划从以高集成、低功耗、性能卓越、安全稳定、高性价比著称的乐鑫科技购买 ESP8266。

表5.3是中期测试停车位硬件方面的预计报价：

表 5.2: 设备购买价格表

材料	价钱/元	所需数目/个	合计预算/元
单片机	31.62	200	6,324
Esp8266	18.7	200	3,740
外壳、电源、电线等	20	200	4,000
总计/元			14,064

表5.3是预计的第一年后是一个月的投入情况。

表 5.3: 第一年投入情况

内容	价钱/元
数据库及云服务器租赁	6600/月
设施安装	100
版本迭代	30,000
停车位租借	3.6/天
停车位硬件	14064

2. 测试内容

我们预计对整个完整系统的测试，在北京、深圳、泰安、合肥开展，测试的内容主要集中于以下几点：

- (1) 在线用户峰值测试
- (2) 网络安全测试
- (3) 设备与后端通讯延迟测试
- (4) 模拟充电桩点位与实际使用人数的拟合度测试
- (5) 露天设备（车位检测设备、路况信息遥感设备、通讯设备等）损耗度测试

在进行测试的同时我们还会接入百度地图 API，将我们的数据与百度地图的车流量数据进行比对，进一步调整系统的卷积网络深度学习模型，提高系统的数据精度，增强系统预警可能发生事故的路段能力。

3. 预案

为了更好的面对测试中可能发生的意外情况，我们针对中期测试准备了一些预案。

(1) 网站渗透攻击

解决方案：当服务器检测到严重异常数据时迅速关闭后端网络服务并进行漏洞筛查和更改管理员密码，防止用户出现财产损失。

(2) DDOS 攻击

解决方案：当服务器检测到短时间有大量数据访问时启用人机验证功能；如果还是不能解决问题可以考虑提高服务器数据带宽或者选择添加 IP 白名单验证。

(3) 车位检测设备通讯延迟过高

解决方案：如果出现通讯延迟过高情况，首先调查是否是设备出现问题。如果设备出现问题可以更换其配件或者重新设计车位检测设备；如果设备工作正常并且同区域有大量设备通讯异常可以考虑在附件加装小型通讯基站。

(4) 设备损耗严重

解决方案：重新设计车位检测设备，采用更加防风、防水外壳。

中期目标

- (1) 在中期测试阶段维护好用户反馈社区氛围，及时处理用户提出的修改意见，提升内测用户归属感，增加用户黏度。
- (2) 及时调查市场走向，充分了解市场需求，占据 3 一定的市场份额。
- (3) 客户端业务实现初步拓展，并添加周边衍生服务例如可以查看公交到站时间功能等。
- (4) 完善平台生态系统，提高界面可操作性，降低系统的使用门槛。

实施路径

在扩大影响力方面，我们一方面积极参与政府招标，与政府达成初步的合作，获得数据平台资源的同时，可以增加智能化城市管理系统的使用量和曝光度，为占据一定市场份额和智慧城市的建设奠定良好基础。另一方面与新能源汽车厂商深入合作，利用我们的智能交通建设系统指导充电桩的安装，提升充电桩的使用效率，优化新能源汽车车主行车体验，有效缓解新能源汽车充电难问题。同时还要交管部门合作，利用系统预测可能发生事故的路段功能，提前在高危路段安排值班岗位，减少事故发生，保护市民人身与财产安全。

在增加用户量方面，我们会对新用户提供 10 次免费预约停车位服务并且奖励拉新用户使用系统的老客户。而且在投放广告的同时派遣员工向区域内更多停车位推广我们的系统，增加系统内可用停车位数量。

在客服方面，我们要保证可以快速、准确的解决用户遇到的问题以及反馈信息，并及时维护系统，修理系统的漏洞，为用户提供更优质的服务。

5.2.3. 长期——完善系统，实现拓展性

长期目标

(1) 网页、APP 等各种业务日趋成熟，智慧交通系统完整成熟，本网站成为用户了解出行交通信息的首选平台，影响力甚远。

(2) 平台规模扩大，接入的数据快速增长，通过大数据相关技术和算法分析挖掘用户行为特征，进行精准的智能推荐，打造个性化智能化的平台。根据用户的建议，参与定价、路线优化、信息反馈，提升用户的参与度的同时不断优化系统。

(3) 实现一线城市全覆盖，接入大部分城市数据流，对城市智慧交通实现顶层设计。以智慧城市们的交通需求和服务为关键，以政策为导向，以技术为核心，在满足资金控制的情况下，扎实妥善地推进顶层规划的实现。

长期战略

(1) 与交管部门、各级政府进行合作，实现信息联网，互惠双赢。我们可以借助交管部门采集更全面的数据，推广我们的数据库、平台和 APP。交管部门利用可视化的数据界面统揽全局，对事故和路况进行实时监测，显著降低成本提高效率。

(2) 利用我们的技术优势和可拓展性，突出主要功能，围绕主业和用户体验，以数据为基础完善其他功能。挖掘用户的行为特征，找到用户画像，打造更智能化的平台。

(3) 会依照主干路、次干路、支路三级进行重点规划，同时与周边商圈，单位等达成合作，做到全面而精细的部署规划，最大程度缓解交通问题。形成完整的生态圈，囊括推荐路线、事故预测、智慧停车引导、充电桩推荐、生活服务推送等出行所需所有服务。

长期构想

1. 城市环境保护

IBM 曾经针对北京、巴黎与洛杉矶等 20 座城市进行调查，根据调查数据，在接受采访的驾驶者中，约 30% 的城市车流量是司机为了停车在路上乱转，占用道路而导致的额外增量。除了对交通带来的额外负担以外，由于找不到停车位造成的多余尾气排放所带来的危害也十分严重。

本团队的智慧交通车项目的后期会应用在整个城市的主要路段。通过对道路和停车场信息的收集和实时发布，能让车主第一时间找到合适的路线和停车位，减少了因规划不足带来的一系列时间与能源的消耗，间接对环境做出贡献。

其中环保测算如下：假设某商圈周长为 4 公里，平均油耗 8 公升/百公里，日均车流量 5000 台次，平均寻泊路径需行驶 1.5 周（涡流状态下），即 6 公里。通过手机 APP 泊位查询、动态交通诱导等实施后，平均寻泊和到达目的地步行时间最少降低了 33%，即 2 公里。通过计算，每天可节省燃油 800 公升，同时相当于减少了 2000 台车辆在路面行驶，因而对社会发展较为有利。



图 5.2: 城市环境保护计划构想图

2. 城市智慧云计划

在项目的后期阶段，我们会初步试行城市智慧云计划。城市智慧云是一个开放的云端平台，我们会开放 WiFi 接口，并将 WiFi 资源提供给经过审核的城市智慧云计划子方案，允许其依托于我们的城市智慧云计划而开展。

细致来看，WiFi 资源的共享会进一步加深我们与其他行业的联系，不仅能实现经济效益快速增长，也能让更多人了解到我们的 APP，帮助我们更快完成用户积累，从而降低资金回收周期。

整体来看，城市智慧云计划是以建设智慧城市生态圈为目的，通过提供基础设施来实现信息的共享，在更好地满足 C 端消费者需求的同时，激发全城的经济增长潜力并推动智慧城市的建设，形成美好的蓝图。

6

社会价值

交通运输是国民经济的基础产业，对于经济发展和社会进步具有极其重要的作用。近日，国务院印发《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》(以下简称《规划》)，提出到 2025 年，我国综合交通运输需基本实现一体化融合发展，智能化、绿色化取得实质性突破，综合能力、服务品质、运行效率和整体效益显著提升，交通运输发展向世界一流水平迈进。而数字化是交通运输业高质量发展的重要特征，是现代综合交通运输体系的关键要素。



图 6.1: 项目社会价值

6.1. 对国家发展——推动国家交通现代化发展

本项目通过互联网、大数据、云计算、人工智能等技术加速创新落地，将科技发展融入我国智慧交通发展的过程，强化科技赋能，通过数字化推动交通发展质量变革、效率变革、动力变革，从而加速实现交通数字化转型。

在边缘侧聚焦数字化基础设施和装备，实现了智能网联停车位、车路协同、卡口流量监控、智慧停车引导、事故风险预测等领域技术的研发，推进交通基础设施数字化网联化升级工程，加大交通智能化的建设力度。

6.2. 对就业环境——提供大量就业机会，优化就业质量

本项目将带动就业，优化就业质量，改善就业环境，以维护社会稳定，促进社会主义和谐社会建设。

1. 提供大量就业岗位，带动就业趋势向好。

预计平台规模不断扩大的同时，智慧交通系统日趋成熟完善，逐步实现一线城市全覆盖。在此过程中，项目将提供大量计算机、交通工程、自动化、城市管理等相关就业岗位。在如今互联网大厂批量裁员和城市规划专业人才有下降趋势的大背景下，项目为众多具有丰富经验的专业人士带来新机遇，刺激了城市规划等领域的人才培养。城市智慧云计划将带动各城市的交通管理模式升级、道路设施规划完善，引发一轮巨大的人才需求，预计为数万就业者提供多样化的就业岗位。



图 6.2: 交通工程人才缺口（万人）

2. 提高就业质量，优化就业环境，维护社会稳定。

城市智慧云计划的实现将推动交通规划岗位的自动化，减少就业者不必要的机械化劳动，大大提高就业质量，增加人才匹配程度，优化就业环境。与此同时，云计划将带动基础设施的优化升级，激发城市的经济增长潜力并推动智慧城市的建设，带动整个就业环境趋势向好。

6.3. 对交通建设——为政府和管理者提供交通决策和规划的帮助

本项目在构建边缘设施物联网的基础上，通过对各项数据的汇集和分类处理，使其能以直观清晰的形式展现在可视化界面上，为管理者和决策者们提供更高品质的交通服务，从而实现更加精细的运营管理。

交管部门可以根据系统对于路况拥堵情况和事故风险指数的预测结果作出反应，提前在可能出现拥堵的地段加派警力，疏通堵塞并且有效避免事故的发生，从而缓解交通安全的严峻形势。由下图可以看出，我国交通事故发生数量及直接财产损失金额总体呈增长趋势，交通安全问题已经成为一个不容小觑的社会热点问题。

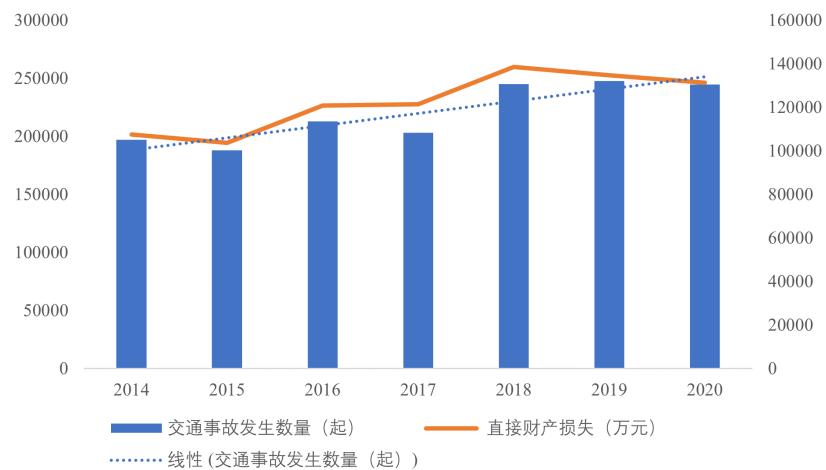


图 6.3: 2014-2020 年中国交通事故发生数量及直接财产损失金额

而对于停车位和充电桩的规划方面，在本项目平台对相关实际基础设施运营数据进行分析统计后，相关部门也可以及时对其使用率更高，营收效益更好的地区进行升级和增加；而对于使用率较低，收益较少的地区，进行设施的拆除和转移。

6.4. 对于生态文明建设——避免能源的不必要消耗

由5.2.3城市保护部分的分析内容可知，约 30% 的城市车流量是司机为了停车在路上绕转导致的额外增量，从而造成不必要的多余尾气排放，每天的泊车环节相当于 2000 台次车辆在路面行驶。城市群智感知数据汇聚与计算平台通过智能引导车主停车，以最短距离最便捷的方式找到停车位，大大减少了因规划不足带来的一系列能源的消耗，避免的尾气不必要的排放，对于生态文明的建设有着重大意义。

6.5. 对于民生福祉——交通出行更为高效安全

本项目还能为普通市民带来更好的出行体验。

其一，随着车辆总数的不断上升，交通拥堵成为常态化，也是每日令人烦躁、打乱生活节奏的罪恶根源。项目通过为用户定制交通个性化出行方案为用户提供快捷的出行体验，另外由于减少了拥堵道路新增车流量，很大程度上可以缓解高峰路段的拥堵情况，避免一“堵”再“堵”，对于城市的交通建设有着重要意义。

其二，交通事故的发生率逐年攀升，再近些年越来越引起关注，人们对交通安全愈发重视。“事故风险预测率”功能解决了这一大众需求，对于交通安全意识的认可和培养起到了重大的推动作用。

其三，面对有限的城市空间，“停车难”不仅对市民的日常生活和工作造成了诸多不便，而乱停车行为也严重影响着城市形象。如何破解停车“难”与“乱”的难题？开启“智慧停车”正直击这些“痛点”。解决“停车难”问题，不仅是一座城市发展的客观需要，也是提高人民群众获得感、幸福感的民生工程，具有重要意义。

7

财务

7.1. 融资方案

天使轮融资 2,000,000 元，占股 10%，创始人占股 90%。

A 轮融资 20,000,000 元，占股 20%，天使投资占股 8%，创始人占股 72%。

后续视发展情况进行多轮融资。

7.2. 资金运用

7.2.1. 初期投入

在短期（第一个月）内主要设计、开发一版高质量的系统，并投入初期实践中，在小范围内进行测试，所需其它投入和成本较小，主要费用在研究开发的机会成本。

初期投入资金的用途及使用计划见表 10.1。

表 7.1: 初期投入资金的用途及使用计划 单位: 元

项目名称	金额
初期研发	105,000
总计	105,000

7.2.2. 中期投入

中期（第一年内后十一个月）我们将在北京市昌平区试点，以资本投入为主，初步规划向私人停车位、路边车位共计投放 1000 个车位检测设备。

中期投入资金的用途及使用计划见表 10.2。

表 7.2: 中期投入资金的用途及使用计划 单位: 元

项目名称	金额
停车位租借	1,314,000
硬件设备	14,064
人工安装	435,600
数据库及云服务器租赁	100,000
辅助功能	20,000
支付功能	10,000
地图功能	10,000
系统维护及更新	155,000
集群运维	55,000
技术研发	100,000
广告营销	20,000
总计	2,058,664

7.2.3. 长期投入

长期（从第二年开始）从北京、深圳等城市开始逐渐铺向全国，公司盈利不断增长，利润增加，后期和交管部门合作，助力城市智慧云。长期来看，除必需的营运外，在广告营销方面要始终有所投入，才能保证产品的推广。

长期投入资金的用途及使用计划（五年内）见表 3。

表 7.3: 长期投入资金的用途及使用计划 单位: 元

项目名称	金额
停车位租借	10,512,000
硬件设备	112,512
人工安装	800,000
数据库及云服务器租赁	1,900,800
辅助功能	320,000
支付功能	160,000
地图功能	160,000
系统维护及更新	640,000
集群运维	240,000
技术研发	400,000
广告营销	2,950,000
总计	17,235,312

7.3. 未来五年的支出预测

主要预测依据：初期研发以互联网行业平均实习津贴（350 元/日）及团队内技术人员数量为标准；停车位租借以北京市五环路外（3.6 元/天/个）为标准，并以此适用后续发展区域；硬件设备以上文预估成本（14,064 元/车位）为标准；数据库及云服务器租赁以阿里云 ESC 报价（6600/月）为标准；系统维护及更新根据系统运行情况做估计调整；人工安费、辅助功能及广告营销类比同行业公司得到。

表 7.4: 未来五年的支出预测表 单位: 元

项目名称	金额 (元)					总计
	第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	
初期研发	105,000	-	-	-	-	105,000
停车位租借	1,314,000	1,576,800	2,233,800	3,022,200	3,679,200	11,826,000
硬件设备	14,064	16,877	23,909	32,347	39,379	126,576
人工安装	100,000	120,000	170,000	230,000	280,000	900,000
数据库及云服务器租赁	435,600	475,200	475,200	475,200	475,200	2,336,400
辅助功能	20,000	70,000	70,000	90,000	90,000	340,000
支付功能	10,000	40,000	40,000	40,000	40,000	170,000
地图功能	10,000	30,000	30,000	50,000	50,000	170,000
系统维护及更新	155,000	160,000	160,000	160,000	160,000	795,000
集群运维	55,000	60,000	60,000	60,000	60,000	295,000
技术研发	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	500,000
广告营销	20,000	480,000	620,000	800,000	1,050,000	2,970,000
总计	2,163,664	2,898,877	3,752,909	4,809,747	5,773,779	19,398,976

7.4. 未来五年的收入预测

表 7.5: 未来五年的收入预测表 单位: 元

项目名称	金额					总计
	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	
会员费	200,000	500,000	800,000	1,000,000	1,200,000	3,700,000
广告费	60,000	300,000	400,000	450,000	500,000	1,710,000
预订费	350,000	900,000	1,500,000	2,000,000	2,400,000	7,150,000
停车费	700,000	2,200,000	3,700,000	5,000,000	6,000,000	17,600,000
总计	1,310,000	3,900,000	6,400,000	8,450,000	10,100,000	30,160,000

7.5. 未来五年的损益预测

主要财务假设：公司设置在北京，被有关部门认定为高新技术企业，享受“三免三减半”的税收优惠政策，即在公司成立的前三年免征所得税，第四年至第六年应纳税所得额乘以 50% 适用对应税率，优惠税率为 15%。同时根据相关规定，从事软件开发、集成电路制造及其他业务的高

技术企业，自登记成立之日起的 5 个纳税年度内，经主管税务机关审核，广告费可以据实扣除。我们将停车位租借、集群运维及广告营销支出计入费用，将硬件设备、数据库及云服务器租赁及人工安装支出计入固定资产，将前期研发、后续技术研发及辅助功能支出计入无形资产。同时，对固定资产与无形资产采用直线法计提折旧与摊销，使用年限分别为 16 年和 20 年。

表 7.6: 未来五年的损益预测表 单位: 元

项目名称	金额				
	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年
收入	1,310,000	3,900,000	6,400,000	8,450,000	10,100,000
-费用	1,389,000	2,116,800	2,913,800	3,882,200	4,789,200
-固定资产折旧	34,354	106,963	221,391	381,916	508,466
-无形资产摊销	11,250	53,500	155,000	353,500	560,756
利润总额	-124,604	1,622,737	3,109,809	3,832,384	4,241,578
广告营销	20,000	480,000	620,000	800,000	1,050,000
税前利润 (扣除广告)	-104,604	2,102,737	3,729,809	4,632,384	5,291,578
-所得税	-	-	-	347,429	396,868
净利润	-104,604	2,102,737	3,729,809	4,284,955	4,894,710

经分析可得，公司的业绩与利润也逐年上升，可见前景较好。

7.6. 投资收益与风险分析

表 7.7: 投资现金流量表 单位: 元

项目名称	金额				
	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
固定资产投资	549,664	612,077	669,109	737,547	794,579
硬件设备	14,064	16,877	23,909	32,347	39,379
数据库及云服务器租赁	435,600	475,200	475,200	475,200	475,200
人工安装	100,000	120,000	170,000	230,000	280,000
无形资产投资	225,000	170,000	170,000	190,000	190,000
初期研发	105,000	-	-	-	-
技术研发	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
辅助功能	20,000	70,000	70,000	90,000	90,000
小计：投资现金流量	774,664	782,077	839,109	927,547	984,579
经营收入	1,310,000	3,900,000	6,400,000	8,450,000	10,100,000
-经营成本	1,389,000	2,116,800	2,913,800	3,882,200	4,789,200
停车位租借	1,314,000	1,576,800	2,233,800	3,022,200	3,679,200
集群运维	55,000	60,000	60,000	60,000	60,000
广告营销	20,000	480,000	620,000	800,000	1,050,000
-固定资产折旧	34,354	106,963	221,391	381,916	508,466
-无形资产摊销	11,250	53,500	155,000	353,500	560,756
利润总额	-124,604	1,622,737	3,109,809	3,832,384	4,241,578
广告费用	20,000	480,000	620,000	800,000	1,050,000
税前利润（扣除广告）	-104,604	2,102,737	3,729,809	4,632,384	5,291,578
-所得税	-	-	-	347,429	396,868
税后利润（扣除广告）	-104,604	2,102,737	3,729,809	4,284,955	4,894,710
固定资产折旧	34,354	106,963	221,391	381,916	508,466
无形资产摊销	11,250	53,500	155,000	353,500	560,756
小计：净经营现金流量	-59,000	2,263,200	4,106,200	5,020,371	5,963,932

7.6.1. 投资净现值

$$NPV = \sum_{t=1}^n NCF_t(1+r)^{-t} - C \quad (7.1)$$

考虑到目前资金成本较低，以及资金的机会成本和投资的风险性等因素， r 取 10%（下同）。

表 7.8: 投资净现值 (NPV) 计算表 单位: 元

项目名称	金额					总计
	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	
净经营现金流量	-59,000	2,263,200	4,106,200	5,020,371	5,963,932	17,294,703
净经营现金流量折现值	-53,636	1,870,413	3,085,049	3,428,981	3,703,132	12,033,939
投资现金流折现值	774,664	710,979	693,478	696,880	672,481	3,548,482
净现值 NPV	-828,300	1,159,434	2,391,571	2,732,101	3,030,651	8,485,457

此时, 净现值 $NPV = 8,485,457 > 0$, 投资方案可行。

7.6.2. 投资回收期

$$\text{投资回收期} = \text{累计净现金流量现值出现正值的年数} + \frac{\text{上一年累计净现金流量现值的绝对值}}{\text{出现正值年份净现金流量的现值}} \quad (7.2)$$

通过净现金流量、折现率、投资额等数据用插值法计算:

表 7.9: 投资回收期计算表 单位: 元

项目名称	金额				
	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
净现金流量折现值	-828,300	1,159,434	2,391,571	2,732,101	3,030,651
累计净现金流量折现值	-828,300	331,134	2,722,705	5,454,806	8,485,457

$$\text{本项目投资回收期} = 2 + \frac{828,300}{1,159,434} = 2.714400302 \quad (7.3)$$

投资回收期约为 2.71 年, 投资方案可行。

7.6.3. 内含报酬率

根据现金流量表计算内含报酬率如下:

$$NPV(IRR) = \sum_{t=1}^n NCF_t(1+k)^{-t} - C = 0 \quad (7.4)$$

以计算机辅助计算得内含报酬率达到 $41.22\% > 10\%$, 大于资本成本率, 投资方案可行。

7.6.4. 获利指数

根据现金流量表计算获利指数如下:

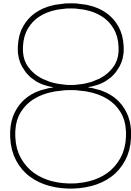
$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n NCF_t(1+r)^{-t}}{C} \quad (7.5)$$

表 7.10: 获利指数计算表 单位: 元

项目名称	金额					总计
	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	
净经营现金流量折现值	-53,636	1,837,716	3,085,049	3,428,981	3,703,132	12,033,939
投资现金流折现值	774,664	710,979	693,478	696,880	672,481	3,548,482

$$\text{本项目获利指数} = \frac{12,033,939}{3,548,482} = 3.391292107 \quad (7.6)$$

获利指数约为 3.39>1, 投资方案可行。



风险及规避

8.1. 风险评估

8.1.1. 技术风险

信息技术更新快、产品生命周期不断缩短，来自行业外部的变革和竞争也会造成风险，智慧交通这一行业对比其他领域竞争并不算特别激烈，但行业之外有自主研发实力和有智能识别技术企业却不在少数，不排除这两类潜在的实力强劲竞争对手加入的可能性，互联网巨头公司也可能在后期逐渐拓展自己的业务范围。如果不能居安思危，实时跟进前沿技术，很可能会被其他产品替代。

8.1.2. 市场风险

由于智慧交通系统各环节技术成熟度不一，不同主体之间圈地跑马造成的信息孤岛现象虽然已经得到重视，但是短期内想要打破隔阂仍然存在难度。同时由于产品的附加值较高，预计从事本行业的研究和生产单位会有所增加，可能会导致市场价格的不利变动或者急剧波动而导致价值变动的风险。

同时，行业技术不断更新发展，如果我们的细分市场出现众多的、强大的或者竞争意识强烈的竞争者，那么该细分市场就会逐渐失去吸引力。一旦细分市场出现衰退迹象，而生产能力不断大幅度扩大，会导致固定成本过高，撤出市场的壁垒过高，投资变大。这些情况常常会导致价格战、广告争夺战，新产品推出，并使公司要参与竞争就必须付出高昂的代价。

8.1.3. 资金风险

智慧交通行业投资大、资金回收周期长，尽管路边停车场有着“源源不断”的收入，但是一方面要保障空置率维持在较低水平才能有较为可观的收入，另一方面巨大的建设成本也使得资金回收周期较长。中期想要完成成本回收必须在达到足够多的用户积累的基础上才能够完成，反之在用户积累足够的前提下将拥有很快的资金回收能力。中后期需要投资较大，资金调动幅度较大。

8.1.4. 社会风险

在交通智能化项目实施过程中涉及到公共服务，可能引起公共服务质量下降的社会效益风险。例如，在建设智能停车系统的专用车位时，施工队伍可能与急于寻找车位停车的群众产生矛盾，而引发冲突。同时在交通智能化过程中需要采取线上支付需要线上与线下宣传，遇有不理解的群众可能引发争执等社会治安风险。

随着交通的智能化，交通数据泄露事件频发，有着极大的风险隐患。由于安装了大量的车载传感器且使用实时定位等技术，智能交通是产生海量数据采集和交互的节点，如果管理无序或者管理粗放风险极大，主要表现在危害国家安全、社会安全、经济安全以及泄露个人隐私安全等。

环境保护方面，据中国社会科学院数量经济与技术经济研究所张国初测算，堵车浪费了运输资源，并使运输效率降低，消耗社会成本。全国一年因交通拥堵造成的损失约 1700 亿元，并逐年上升。放眼世界，美国得克萨斯州一项研究显示，美国因交通堵塞，平均每年造成的经济损失高达 631 亿美元；英国伦敦每周浪费的生产力价值高达 290 万美元，中国香港每年由此造成的经济损失高达 3 亿多美元。IBM 就曾经针对北京、巴黎与洛杉矶等 20 座城市进行调查，根据调查数据，在接受采访的驾驶者中，约 30% 的城市车流量是司机为了停车在路上乱转，占用道路而导致的额外增量。除了对交通带来的额外负担以外，由于找不到停车位造成的多余尾气排放所带来的危害则更为严重。

8.1.5. 需求风险

在市场调查和分析方面，本项目的相关技术创新性较高，难以确定市场接受能力，交管部门和车主可能因为不能及时了解智慧交通相关感知技术、预测技术和引导技术等，对整个智慧交通系统心存疑虑而持观望态度。同时由于惯性心理作用，对本项目新的技术产品有一种本能的排斥，因而对市场的接受能力难以做出准确估算。市场接受时间和创新技术产品的扩散速度也难以确定，创新产品和创新技术每时每刻都在变化，由于从研发到问世，到占领市场，到信息反馈，都具有一定的时滞性，这直接影响着管理者对市场最佳接受时间和产品扩散速度的准确判断。同时，本项目产品的竞争能力和市场效果也难以确定，作为创新技术产品，市场竞争十分激烈，往往受到现有竞争者、潜在竞争者、替代品等的威胁。若设定价格偏高、系统运行不稳定等都将影响产品的核心竞争力。

在市场定位方面，由于本项目的智慧交通系统为创新型产品，因此价格定位存在不准确的可能性，价格定位不准确往往直接影响创新的成败。同时，选择目标市场也是一大难题。若目标市场选择过大，则市场缺乏针对性；若目标市场过小，则会造成成本高、收益小的情况。

在营销策略方面，新产品推出时机的选择就存在一定风险，推出过早不但产品促销费用巨大，而且产品各方面还不成熟，使消费者产生等待心理，造成产品挤压，推出过迟则会贻误商机，直接影响经济效益。

关于来自消费者的风验主要有以下三点。其一是消费者数量的错误估计可能带来一定的风险，消费者的数量是影响市场容量最直接的指标，只有在消费者存在的前提下，才有可能去考虑他们的购买能力和购买欲望。对于本项目来说，确定智慧交通系统的消费者数量可能存在困难，并不是所有的车主都有使用更加精准的引导、预测等功能，需要进行大量调研才能基本确定消费者数量。其二是消费者的消费能力的变动带来的风险，除了纳税和维持正常生活所必需的支出外，剩下的那部分收入就是影响消费者需求最活跃的经济因素。这部分收入越多，人们的消费水平就会越高，营销机会就越大。这一因素主要与落成城市有关，城市的平均收入，平均消费等都需要考虑在内。其三是消费者偏好带来的风险，大部分消费者由于消费惯性，再加上转换成本过高，往往不愿意从

熟悉的产品转移到新产品，这会给技术创新产品的销售带来阻碍。这一点在本项目中体现较为明显，现有的交通系统虽然不具备引导、预测等高级功能，但仍然能满足车主和交管部门的需求，他们能否摆脱惯性投资智慧交通系统还有待研究。

8.2. 风险规避

8.2.1. 技术风险规避

招揽人才，跟进前沿技术

互联网行业近些年是时代发展的热门行业，其中涌入了大批优秀人才，我们应该尽可能多地招揽优秀的人才，优秀的人员才是企业的活水和生命力。

我们不能满足已有的技术，要跟进所有与智慧交通领域相关的技术，鼓励员工发表论文专利，参加相关学术会议，保持技术不断更新迭代，保证企业的核心技术一直走在智慧交通行业的最前沿。

8.2.2. 市场风险规避

打破信息孤岛

处在“大数据”时代，打破“信息孤岛”是无法回避的趋势。我们在保证自己合法权益的前提下，加强信息的共享整合，统一进行信息资源的开发利用，提高共享数据的规模和质量，进一步促进企业的发展。

抓住市场真空期

目前我国绝大部分企业在行业经验、研发能力、市场营销、售后服务及项目管理等方面积累仍有不足，具有一定自主研发和生产实力的无感智慧停车系统企业约 40 家左右，拥有智能识别技术的厂家不超过 5 家，且目前很多地区也没有替代产品出现。要抓住产品推广时间的市场真空期，使其上市后就能处于快速增长阶段。

发挥技术优势

通过充分发挥技术优势以及扩产后，能大幅得到市场占有率。随后稳固发展成为国内大规模、技术前沿、竞争力强的智慧停车系统，以此降低我们系统的市场风险。vv

8.2.3. 资金风险规避

“软实力”解决“硬成本”

我们项目对车位的占有信息的实时监控，停车位自动抬放杆，对停车数据的可视化分析等等技术实现，大大节省了人力物力成本，也节约了资源。对于企业的基础建设，我们与政府交通部门合作，有国家拨款资助。此外，技术的绝对优势可以使我们和多种行业合作，通过提供一定的服务获得资金支持，如此一来，我们可以把更多的资金投入到企业建设与宣传上。

8.2.4. 社会风险规避

在各类公共服务落实前，需要和交管部门提前协商发布相关通知，避免因沟通不畅、信息没能及时传达引起矛盾冲突，同时在宣传期间应与群众及时沟通，做到有效宣传、高质量宣传。

截至目前，我国已经有无锡、上海、长沙、天津等 11 个国家级智能网联示范区和 8 个国家级封闭测试场的建设。这些示范区和测试场围绕工信部的各项指示要求建设，其目的是为了解决标准化协议互通、数据安全、网络安全、商业应用模式等核心问题。

本项目致力于交通状况感知、交通实时预测、交通调控引导。交通状况感知和交通实时预测可以实时感知路况并做出未来十分钟的精准预测，为车主提供自主选择空间。在交通调控引导方面，对停车场信息的收集和实时发布，能让车主在第一时间找到合适的停车场和停车位，减少了因找停车场和停车位带来的一系列时间与能源的消耗，间接对环境做出贡献。其中环保测算如下：假设某商圈周长为 4 公里，平均油耗 8 公升/百公里，日均车流量 5000 台次，平均寻泊路径需行驶 1.5 周（涡流状态下），即 6 公里。通过手机 APP 泊位查询、动态交通诱导等实施后，平均寻泊和到达目的地步行时间最少降低了 33%，即 2 公里。通过计算，每天可节省燃油 800 公升，同时，相当于减少了 2000 台车辆在路面行驶，因而对社会发展有利。

8.2.5. 需求风险规避

首先，充分挖掘市场信息是规避需求风险的关键。技术创新既始于市场，又终于市场，只有在掌握大量的准确性高的信息基础上，才能做出正确的决策。其次，企业应当建立市场风险防范机制，通过提高信息获取能力、改善组织结构体系、建立风险监控机制，采用及时有效的方法进行防范和控制，用经济合理可行的方法进行处理，以降低企业技术创新风险，提高企业技术创新活动的成功率，以及减少企业技术创新的风险损失。

8.3. 综合风险评价

综上所述，本项目属于中型团体运作类型，在技术上具备一定优势。对社会负面影响少，有利于促进市民交通出行方便和环境保护，更有利于国家管理。实施启动资金相对较少，但中期，后期需要较多投资，资金流动量大，调动幅度大。规模经营能够有效冲击并占据市场，因而市场风险较小但资金风险较大。