



多场景下的户外广告效果 量化及系统实现

Graduation thesis

 答辩学生：余程明

 指导老师：王薇;赵薇

2025.04.19

目录

01 研究背景和目的

为什么研究？

02 研究方法和内容

研究什么？

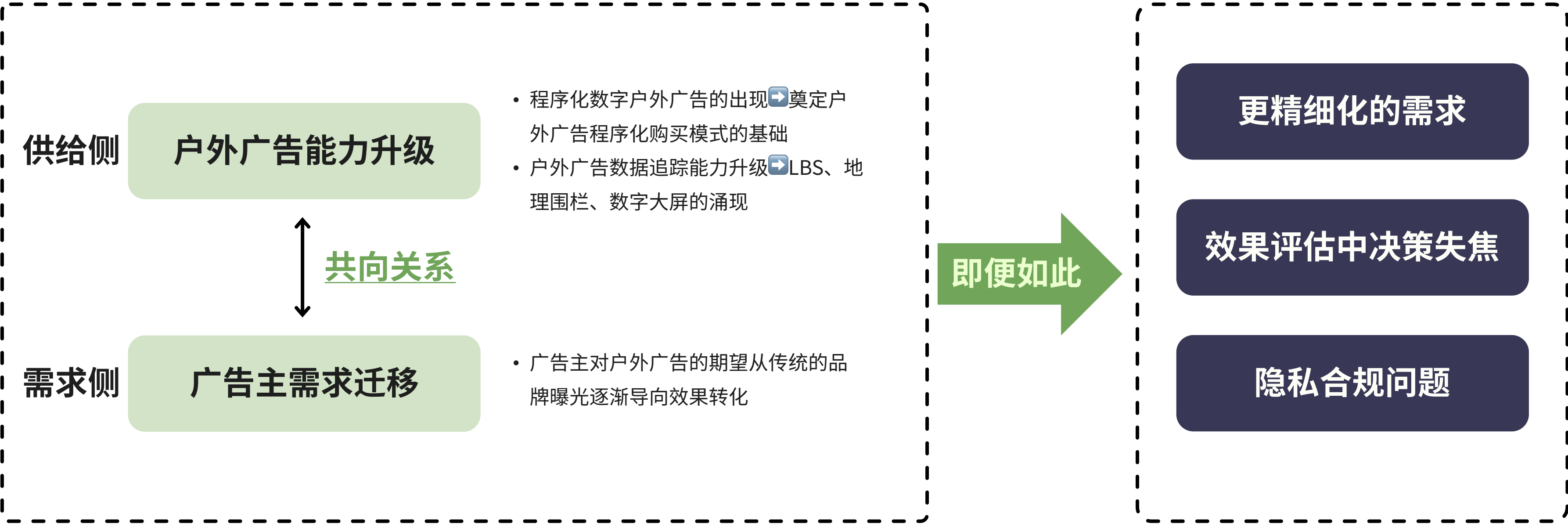
03 研究成果与展示

研究得怎么样？

04 论文总结

Happy Ending~

背景

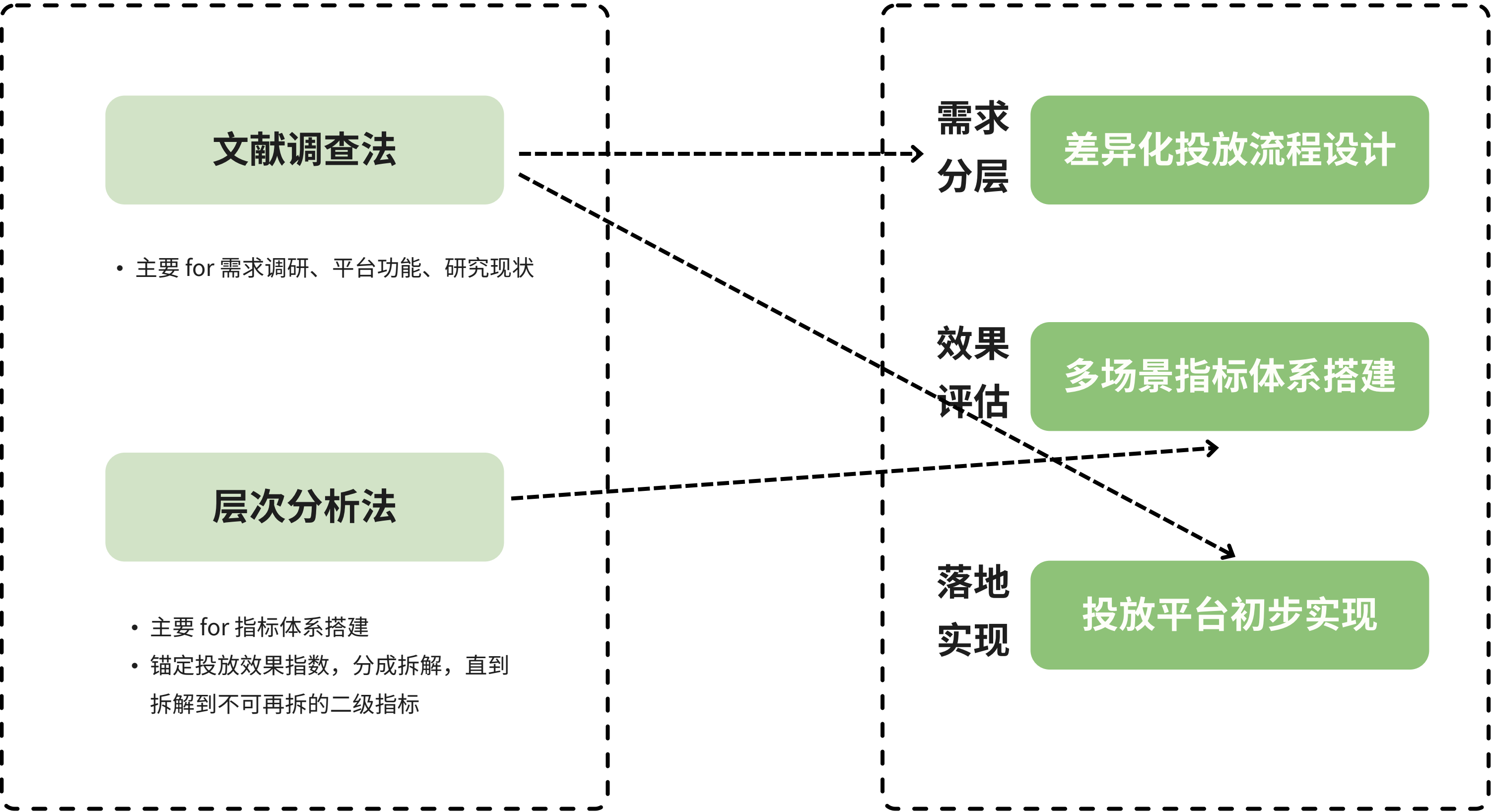


目的



方法

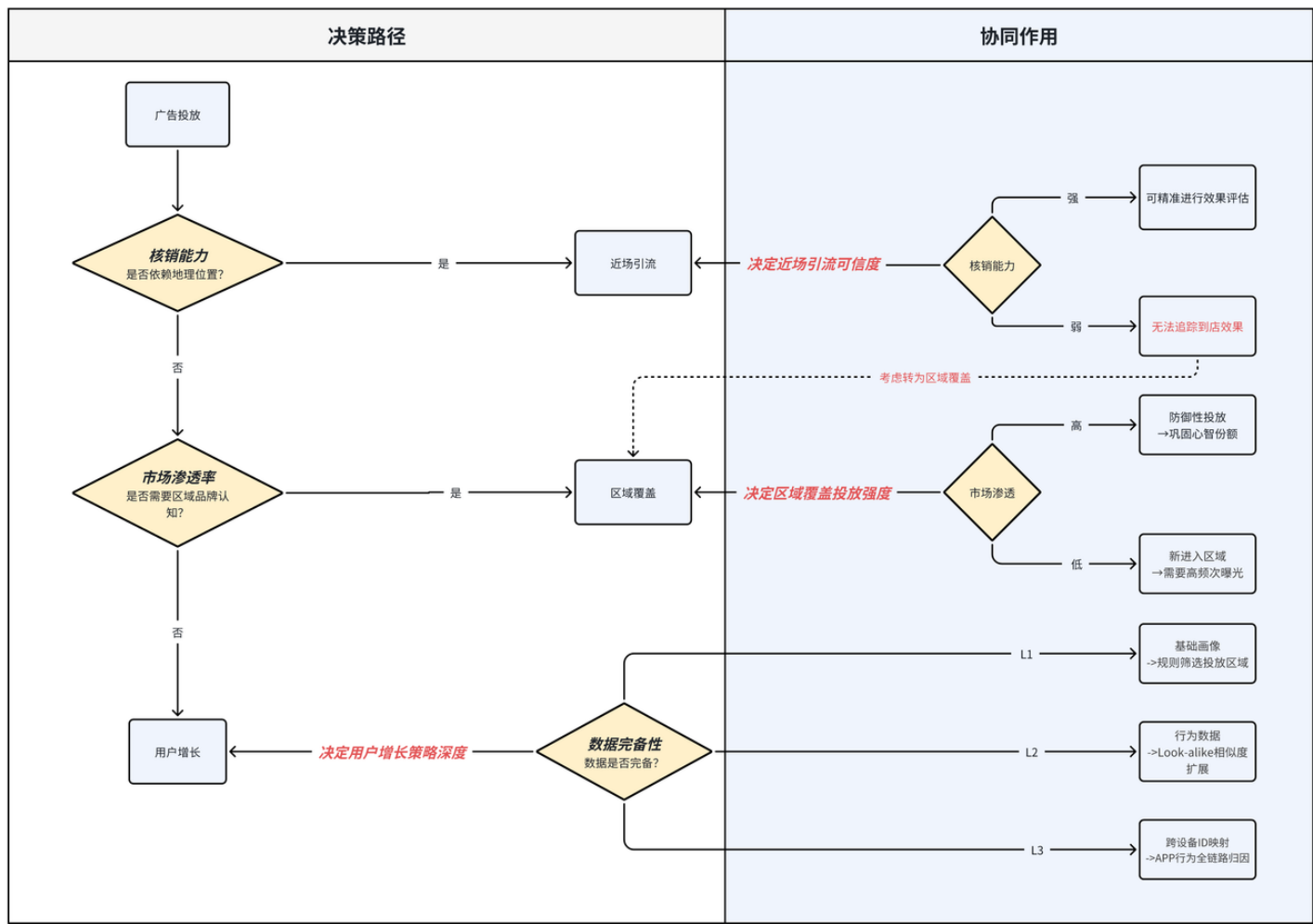
内容



差异化投放流程设计

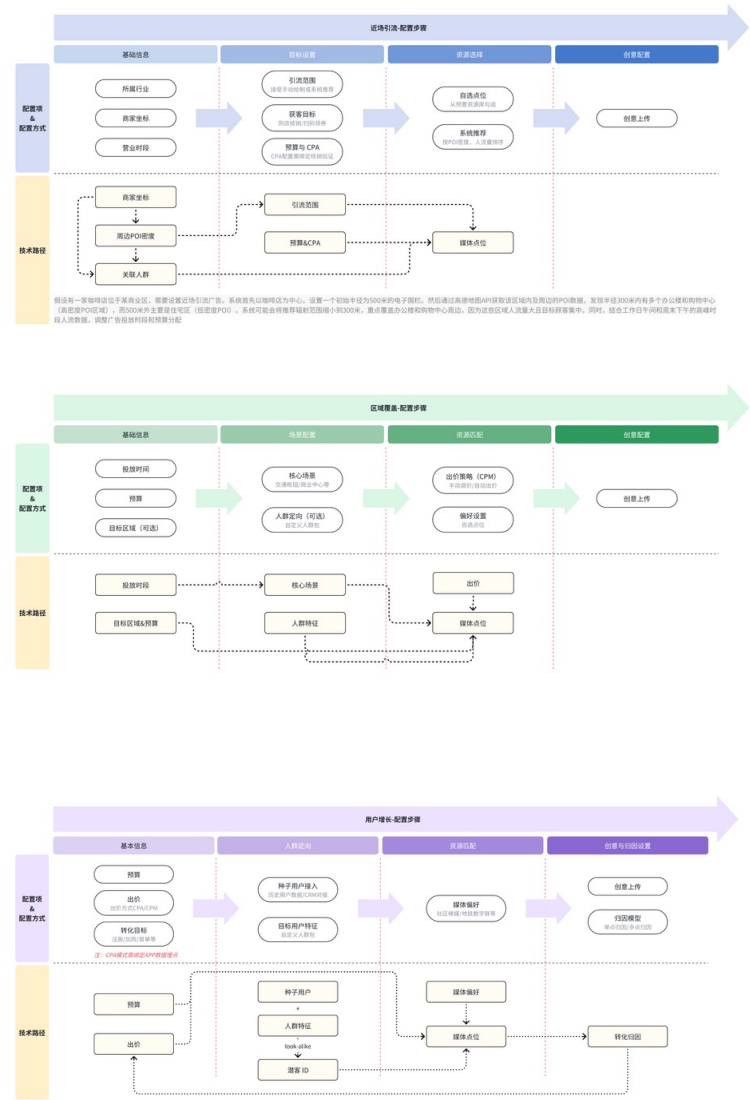
三维决策模型

把户外广告投放场景拆解为近场引流 | 区域覆盖 | 用户增长



差异化投放流程设计

在投放角度对需求进行深度拆解和落地



近场引流服务于实体门店、服务网点等具象空间场景，核心诉求是驱动物理半径内的即时到店转化。

区域覆盖面向跨区域品牌的市场认知建设，重点解决品牌在新兴市场存在感薄弱或成熟市场认知衰退的问题。

用户增长适用于线上服务、工具类产品的获客需求，通过户外场景与数字行为的联动实现用户基数扩展。

多场景指标体系搭建

指标体系搭建

将投放效果拆解为四个维度

基础曝光 | 人群触达 | 转化质量 | 成本控制

指标维度	指标名称	计算公式	数据获取
基础曝光	曝光 PV	-	触达用户数/设备ID 数
人群触达	曝光 UV	-	去重触达用户数/独立设备ID 数
转化质量	新增订单数	-	理想手段：在广告创意中嵌入特定优惠码，通过在线核销系统直接记录新增订单数 替代手段：对订单数做同比，排除自然流量，计算新增订单数
成本控制	CPM	总花费/总曝光*1000	-
	CPA	总花费/新增订单数	-

指标维度	指标名称	计算公式	数据获取
基础曝光	曝光 PV	-	触达用户数/设备ID 数
	曝光密度	曝光量/有效曝光面积	有效曝光面积即广告点位的地理围栏面积
	媒体组合指数	计划中媒体类型数/总媒体类型数	-
人群触达	曝光 UV	-	去重触达用户数/独立设备ID 数
转化质量	品牌搜索指数提升度	(投放后搜索指数-投放前搜索指数) / 投放前搜索指数*100%	理想手段：广告主基于品牌业务设置搜索指数计算公式 替代手段：以品牌关键词的百度指数拟合品牌搜索指数
成本控制	CPM	总花费/总曝光*1000	-
	CPA	总花费/品牌搜索指数增量	-

指标维度	指标名称	计算公式	数据获取
基础曝光	曝光 PV	-	触达用户数/设备ID 数
人群触达	曝光 UV	-	去重触达用户数/独立设备ID 数
	TA Reach	触达潜在客户 / 全域潜在客户	基于广告主种子用户ID，通过look-alike算法挖掘的潜在客户
	新增用户数	-	广告主内部用户数据资产比得出
转化质量	促活用户数	-	广告主内部用户数据资产比得出（此处促活用户数包括沉默召回/低活促活等来源）
	曝光-新增转化率	新增用户数/曝光UV*100%	-
	曝光-促活转化率	促活用户数/曝光UV*100%	-
成本控制	CPM	总花费/总曝光*1000	-
	CPNU (cost per New User)	总花费/新增用户数	-
	CPUA (cost per User Activation)	总花费/促活用户数	-

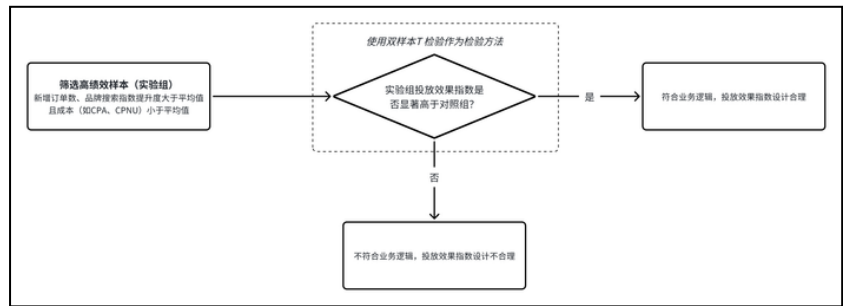
投放效果指数

使用 AHP层次分析法确定权重系数➡不同目标场景有显著差异

场景	指标维度				投放效果指数
	基础曝光评分	人群触达评分	转化质量评分	成本控制评分	
近场引流	曝光PV*100	曝光UV*100	新增订单数*100	(0.25*CPM+0.75*CPA)*100	0.08*基础曝光评分+0.18*人群触达评分+0.54*转化质量评分+0.2*成本控制评分
区域覆盖	(0.2*曝光PV+0.6*曝光密度+0.2*媒体组合指数)*100	曝光UV*100	品牌搜索指数提升度*100	(0.3333*CPM+0.6667*CPA)*100	0.3*基础曝光评分+0.1*人群触达评分+0.4*转化质量评分+0.2*成本控制评分
用户增长-获客	曝光PV*100	(0.125*曝光UV+0.875*TA Reach)*100	曝光-新增转化率*100	(0.125*CPM+0.875*CPNU)*100	0.1*基础曝光评分+0.25*人群触达评分+0.45*转化质量评分+0.2*成本控制评分
用户增长-激活	曝光PV*100	(0.125*曝光UV+0.875*TA Reach)*100	曝光-激活转化率*100	(0.125*CPM+0.875*CPUA)*100	0.1*基础曝光评分+0.25*人群触达评分+0.45*转化质量评分+0.2*成本控制评分

注：表中的二级指标均是标准化后的数据

有效性论证：脚本生成模拟数据➡通过业务逻辑验证+敏感性测试



场景类型	转化类型	组别	均值	T 值	p 值 (单侧)
近场引流	近场引流	对照组 (n=207)	34.25	16.54	0.00**
		实验组 (n=93)	59.37		
区域覆盖	区域覆盖	对照组 (n=211)	45.23	12.76	0.00**
		实验组 (n=89)	58.34		
用户增长	获客效果	对照组 (n=196)	37.21	20.40	0.00**
		实验组 (n=104)	65.15		
用户增长	激活效果	对照组 (n=164)	32.64	25.00	0.00**
		实验组 (n=134)	65.01		

表 4- 10 敏感性测试结果表

场景	原始	基准标准	平均扰动标准	波动幅	结论 (阈值 15%)
	均值	差	差	度	
近场引流	42.04	17.59	17.16	-2.45%	稳定
区域覆盖	49.12	10.95	11.96	9.21%	稳定
用户增长-获客	46.89	18.47	20.93	13.32%	稳定
用户增长-激活	47.31	19.75	21.54	9.05%	稳定

对PV、UV添加100次随机扰动 (+-10%)，计算扰动后的投放效果指数及其标准差，对标准差取均值得到平均扰动标准差，计算扰动后的标准差波动幅度。

研究背景和目的

研究方法和内容

研究成果和展示

论文总结和致谢

多场景指标体系搭建

模拟效果数据生成方法

场景	核心指标	分布假设	特别说明
近场引流	曝光PV	泊松分布 ($\lambda=5000$, 模拟日均曝光量)	
	曝光UV	$PV \times$ 截断正态分布 ($\mu=0.3, \sigma=0.1$, 截断范围[0.1,0.5])	限制 $UV \leq PV$ 且 ≥ 1
	新增订单数	高斯Copula生成 (与UV正相关, 秩相关系数0.6)	
	CPM	基础值 $50 + 20 \times (1 - \text{转化率}) \times$ 对数正态分布 ($\mu=0, \sigma=0.2$)	
	CPA	基础值 $100 + 50 \times (1 - \text{转化率}) \times$ 正态分布 ($\mu=1, \sigma=0.2$)	
区域覆盖	曝光PV	泊松分布生成, $\lambda=10000$	
	曝光UV	$PV \times$ 截断正态分布 ($\mu=0.5, \sigma=0.1$, 截断范围[0.3,0.7])	限制 $UV \leq PV$ 且 ≥ 1
	曝光密度	截断正态分布 ($\alpha=-1, b=3, \mu=2, \sigma=1$)	
	媒体组合指数	均匀整数分布, 范围[0,100]	
	品牌搜索指数提升度	基础值 $15 + \text{曝光密度} / 5 \times 5 +$ 正态噪声 ($\mu=0, \sigma=3$)	
用户增长	CPM	$80 - 0.5 \times C5 +$ 正态噪声 ($\mu=0, \sigma=10$)	
	CPA	$150 - 2 \times C5 +$ 正态噪声 ($\mu=0, \sigma=20$)	
	曝光PV	泊松分布生成, $\lambda=20000$	
	曝光UV	$PV \times$ 截断正态分布 ($\mu=0.6, \sigma=0.15$, 截断范围[0.4,0.8])	限制 $UV \leq PV$ 且 ≥ 1
	TA Reach	Beta分布 ($\alpha=2, \beta=5$) $\times 100$, 保留1位小数	
	曝光-新增转化率	基础值 $10 + 5 \times$ Copula变量3, 截断到[0,20]	
	曝光-激活转化率	基础值 $8 + 5 \times$ Copula变量4, 截断到[0,18]	
	CPM	$40 + 20 \times (1 - \text{新增用户数相关Copula变量})$	
	CPNU	$50 + 30 \times (1 - \text{促活用户数相关Copula变量})$	
	CPUA	$80 + 40 \times (1 - \text{曝光-新增转化率相关Copula变量})$	

投放平台初步实现

后端

前端

演示视频

```
04 投放系统
├── ad-system
│   ├── backend
│   │   ├── logs
│   │   └── src/main
│   │       └── java/com/adsystem
│   │           ├── common
│   │           ├── config
│   │           ├── controller
│   │           ├── dto
│   │           ├── exception
│   │           ├── model
│   │           ├── repository
│   │           ├── security
│   │           ├── service
│   │           └── util
│   │               └── AdSystemApplication.java
│   └── resources
│       ├── application.yml
│       ├── data.sql
│       └── schema.sql
└── target
    ├── 实现方案总结.txt
    ├── 项目编码指南.txt
    ├── API_DOCUMENTATION.txt
    └── pom.xml
```

```
frontend
├── .vscode
├── node_modules
├── public
├── src
│   ├── api
│   ├── assets
│   ├── components
│   ├── layout
│   ├── mock
│   ├── plugins
│   ├── router
│   ├── services
│   ├── stores
│   ├── types
│   ├── utils
│   └── views
├── App.vue
├── main.ts
├── style.css
├── vite-env.d.ts
├── .env.production
└── .gitignore
```

神策户外广告投放系统

ID	所属计划	目标场景	广告位	预算	开始时间	结束时间	状态	操作
1	新品上市推广	品牌曝光	王府井步行街-01	¥18,000.00	2025-02-28	2025-03-31	已结束	查看 编辑 删除
2	新品上市推广	品牌曝光	南锣鼓巷-02	¥16,000.00	2025-02-28	2025-03-31	已结束	查看 编辑 删除
11	新品上市推广	品牌曝光	望京地铁站-02	¥12,000.00	2025-02-28	2025-03-31	已结束	查看 编辑 删除
12	新品上市推广	品牌曝光	国贸地铁站-03	¥16,500.00	2025-02-28	2025-03-31	已结束	查看 编辑 删除
21	新品上市推广	品牌曝光	望京社区-03	¥16,000.00	2025-02-28	2025-03-31	已结束	查看 编辑 删除
22	新品上市推广	品牌曝光	华联商场-01	¥15,500.00	2025-02-28	2025-03-31	已结束	查看 编辑 删除
29	新品上市推广	品牌曝光	东方广场LED-01	¥1,000.00	2025-04-18	2025-05-18	进行中	查看 编辑 删除
3	品牌认知提升	品牌曝光	国贸大厦-01	¥28,000.00	2025-02-28	2025-04-30	进行中	查看 编辑 删除
4	品牌认知提升	品牌曝光	金融街-02	¥26,000.00	2025-02-28	2025-04-30	进行中	查看 编辑 删除
13	品牌认知提升	品牌曝光	蓝调酒吧街-01	¥27,000.00	2025-02-28	2025-04-30	进行中	查看 编辑 删除

Total 21



需求分层

- 将广告主投放目标拆解为“近场引流”“区域覆盖”“用户增长”三类场景具有显著的实践适配性；
- 基于地理位置依赖度、市场渗透率、数据完备性构建的投前三维决策模型，能够有效降低广告主的目标选择复杂度，
- 设计细致的差异化投放流程

为用户需求分析提供理论依据

为 DSP 平台产品设计提供思路

效果评估

- 结合分层理论与用户行为转化模型构建的指标体系，突破了传统评估中“重曝光轻转化”“重结果轻成本”的局限。
- 为不同的场景设计不同的效果量化指标，满足精细化决策需求
- 使用模拟数据和验证策略论证投放效果指数有效性

将成本因子与效果指标进行整合；
提供多场景的适配效果量化指标体系

为真实数据缺失时指标验证提供思路

落地实现

- 基于Spring Boot与Vue.js技术框架，实现了多场景户外广告投放管理系统，涵盖广告位管理、人群定向、策略配置及效果分析全流程功能。

为需求解构提供落地方案

差异化流程设计部分虽从逻辑层面论证了技术可行性，但未深入探讨具体的技术实现方案

实证研究的权威性待提升：指标体系的有效性验证依赖模拟数据生成，缺乏真实广告投放数据的实证支持

平台设计距离成熟的行业产品还有较大差距，只能为落地方案提供参考思路

致谢

最近真的忙得没空写致谢，且借这夜深人静，独自做这份答辩 PPT 之际，草草落下几笔：

今天刷抖音正好看到一篇随笔，讲的是「人与夏天」的联结，里面有一句话让我不禁感叹汉字的表达能力之深刻，心弦随之颤动，他说「**大概夏季与我们的生命曾经真的是同一质地**」。

我与这夏天相遇二十二载，中考，高考，毕业，相逢和离别都跟他息息相关，人生中很多重大节点似乎都与夏天有那么微妙的感应。我自知自己是一个不善感知的人，周遭环境的变化于我许多时候更像微风拂过静水，泛起淡淡涟漪又回归平静。夏天也是这样，他总是在我对温度的哀怨中淡淡溜走，我猛然惊觉之时已是入了秋。

夏天的记忆会褪色，就像盛夏傍晚的影子被拉得越来越长，又变得越来越淡，直到夜幕笼罩，只剩下太阳的余温。但夏天的「印象」却不这样，它在我脑海里有千万种表达，是初夏空气中的独特气味，清晨湿漉漉的触感，还有傍晚闷热的气氛...

上周末从遥远的西二旗回了一趟学校，与久违的室友去北二外吃了一顿韩餐，然后在宿舍玩了好久没玩的王者，但由于没写完的论文，还没怎么相处就又要回到逼仄的西二旗。当天晚上我做了一个梦，梦的内容我记不清了，只是第二天在没被闹钟吵醒的清晨，我突然有一种很强烈的信念：我真的要毕业了，这次以后我的人生中就再也没有「从学校毕业」的概念了，我好想我的室友和朋友，我好想哭。

罢了，我们相逢在夏天，也分别在夏天，感谢夏天，赋予我们感受的力量。谨以此纪念我的大学四年，于我意义重大的大学四年，感恩。

恳请各位老师批评指正

Thank you



答辩学生：余程明



指导老师：王薇；赵薇