

# 成熟广告管理平台需求分析、建模与设计报告

## I. 引言

### 1.1 目的

本报告旨在为构建一个全新的、成熟的、基于 Web 的互联网广告管理平台提供全面的需求分析、系统建模与设计规范。报告详细阐述了平台的核心功能需求、架构设计、模块划分、接口定义以及用户界面概念，旨在为后续的开发工作提供清晰、具体的技术蓝图。

### 1.2 范围

本平台的核心功能范围涵盖：广告购买与审核、模拟资金充值与历史记录查询、广告主广告管理、广告效果（展示/点击）浏览与查询、对外广告投放接口提供以及发票开具。本报告将重点围绕这些核心功能进行分析与设计。现阶段范围不包括高级 AI 驱动的广告创意自动生成、程序化实时竞价（RTB）的完整实现（尽管会考虑未来集成）、以及对非标准广告格式（如互动广告、原生信息流广告）的深度支持，但设计上会考虑未来的可扩展性。

### 1.3 目标受众

本报告主要面向负责平台规划、设计与开发的技术领导层，包括技术负责人、产品经理、工程经理及核心架构师和开发人员。它将作为项目启动和开发阶段的关键技术指导文档。

### 1.4 “成熟平台”定义

报告中所指的“成熟平台”，不仅意味着具备用户查询中列出的基本功能，更强调系统需达到或接近行业领先平台（如 Google Ads, Meta Ads Manager）的水平<sup>1</sup>。这体现在以下几个方面：

- **功能全面性:** 提供丰富的功能选项，满足广告主多样化的营销目标<sup>2</sup>。
- **可伸缩性:** 架构设计需支持高并发的广告请求、数据处理和用户访问，能够根据负载进行弹性伸缩<sup>4</sup>。
- **高性能:** 广告投放接口响应迅速（低延迟），用户界面操作流畅，报表生成高效<sup>6</sup>。
- **健壮性与可靠性:** 系统具备高可用性，关键服务具备容错能力，单一组件故障不影响核心功能<sup>4</sup>。
- **安全性:** 严格的数据保护措施，安全的认证授权机制，完善的广告审核流程以防范风险<sup>10</sup>。
- **可维护性:** 清晰的模块划分，标准化的接口，易于理解、测试和迭代的代码库<sup>13</sup>。

## II. 需求分析与系统建模

## A. 详细功能需求规格说明

### 1. 广告购买与审核

- **广告创建:** 广告主应能创建广告活动（Campaigns）、广告组（Ad Groups），并上传广告素材（Creatives），如图片、文本，初步考虑支持视频素材占位符<sup>15</sup>。广告活动应关联营销目标（例如，网站流量、品牌认知度等），尽管初期可能简化，但成熟平台需要支持目标导向的创建流程<sup>1</sup>。
- **投放设置:** 广告主需能设定广告的投放参数，基础功能包括地域定向、基本人口属性定向<sup>18</sup>。为达到成熟度，未来需扩展至兴趣、行为、设备等多维度定向，乃至自定义受众和相似受众功能<sup>17</sup>。
- **预算与出价:** 广告主应能设置广告活动或广告组的预算（如日预算、总预算）和基础出价策略（如按点击付费 Cost-Per-Click, CPC；按千次展示付费 Cost-Per-Mille, CPM）<sup>3</sup>。成熟平台通常提供更多自动或智能出价选项以优化目标（如最大化点击量、转化量）<sup>3</sup>。
- **广告审核:** 所有提交的广告（包括新建和修改的）必须经过审核流程，确保内容符合平台政策和法律法规，才能上线投放<sup>10</sup>。审核流程应结合自动化检查（如关键词、URL 扫描）和人工审核<sup>10</sup>。
- **状态管理:** 广告主需要清晰地看到其广告活动、广告组、广告及素材的状态，例如：审核中（Pending Review）、已批准（Approved）、未获批（Disapproved）、投放中（Running）、已暂停（Paused）、已结束（Ended）等<sup>23</sup>。
- **管理员审核界面:** 平台管理员需拥有专门的管理界面，用于查看待审核广告队列、审查广告内容（素材、文案、落地页）、依据政策进行批准或拒绝操作（需提供明确理由），并能管理和更新广告审核政策<sup>10</sup>。

### 2. 资金充值（模拟）与历史记录

- **账户余额:** 每个广告主账户需有关联的资金余额。
- **模拟充值:** 广告主应能通过模拟支付方式为其账户充值。此过程用于测试和演示，例如输入特定的测试卡号或直接输入充值金额，系统模拟完成支付流程。
- **交易记录:** 系统必须准确记录所有充值操作，包括时间、金额、状态（成功/失败）等信息。
- **历史查询:** 广告主必须能够在其账户中心查看完整的充值历史记录<sup>15</sup>。

### 3. 广告主广告管理

- **查看与编辑:** 广告主应能方便地查看其创建的所有广告活动、广告组和广告的列表及详情，并能对进行中的项目进行编辑（如修改名称、预算、出价、定向、暂停/启用状态等）<sup>1</sup>。

- **组织管理:** 广告应能按广告活动和广告组进行组织和管理，提供清晰的层级结构<sup>15</sup>。
- **批量操作:** 为提高效率，平台应支持对广告活动、广告组或广告进行批量操作（如批量暂停、修改预算等）<sup>15</sup>。

#### 4. 广告效果浏览与查询

- **效果报表:** 广告主必须能够查看其广告活动、广告组和广告层级的效果报告<sup>1</sup>。
- **核心指标:** 报告必须包含关键的效果衡量指标，如：展示次数（Impressions）、点击次数（Clicks）、点击率（CTR）、花费（Spend，基于 CPC/CPM 计算得出）。为体现成熟度，应考虑加入基础的转化（Conversions）指标（前提是实现了转化追踪）<sup>18</sup>。
- **数据筛选与查询:** 广告主应能按日期范围、广告实体（活动/组/广告）等维度筛选和查询效果数据。
- **管理员视图:** 平台管理员应能查看平台整体的、聚合的广告效果数据，用于监控平台健康度和趋势分析。

#### 5. 前台广告使用接口

- **广告请求与展示:** 平台必须提供一种机制（例如，JavaScript 代码片段、软件开发工具包 SDK），供发布商（即展示广告的网站或应用程序）集成，用以向广告平台请求广告并将其展示给终端用户<sup>1</sup>。
- **数据记录:** 该接口必须能够准确记录广告的展示和点击事件，并将数据回传至平台，用于效果统计和计费。
- **基础匹配:** 接口需能根据发布商页面传递的上下文信息（如页面类别、关键词）或基础定向信息，从平台拉取匹配的广告进行展示。

#### 6. 发票开具

- **自动生成:** 系统需能基于广告主在特定周期（例如，每月）内的实际广告花费，自动生成发票。
- **发票内容:** 发票应清晰列出花费明细（可按广告活动汇总）、已支付/充值金额、税费（如适用）、应付/结余金额等。
- **查看与下载:** 广告主必须能在其账户后台查看历史发票列表，并下载发票文件（通常为 PDF 格式）。

#### B. 对比特征分析

为了确保所设计的平台具备“成熟”特性，有必要将其核心功能和预期的高级功能与业界领先的广告平台（如 Google Ads 和 Meta Ads Manager）进行对标分析<sup>1</sup>。这有助于识别当前需求的差距，明确未来发展的方向，并确保关键功能不缺失。

**分析方法:** 基于研究材料中关于 Google Ads <sup>1</sup> 和 Meta Ads Manager <sup>2</sup> 的功能描述, 以及通用广告平台特性 <sup>18</sup> 进行比较。

**关键比较领域:**

- **广告活动类型:** Google 和 Meta 提供多种针对特定目标的广告活动类型 (搜索、展示、视频、应用、购物、社交等) <sup>2</sup>。
- **定向能力:** 两大平台提供极其丰富的定向选项, 包括人口统计、兴趣、行为、地理位置、自定义受众 (如网站访客、邮件列表)、相似受众等 <sup>17</sup>。
- **出价策略:** 除了基础的 CPC/CPM, 还提供目标 CPA、目标 ROAS 以及各种基于 AI 的自动/智能出价策略 <sup>3</sup>。
- **创意格式与工具:** 支持文本、图片、视频等多种格式, 并提供动态创意优化、A/B 测试等工具 <sup>16</sup>。
- **报告与分析:** 提供强大的报告功能, 包含丰富的指标和维度, 支持自定义报告和可视化仪表盘 <sup>1</sup>。
- **AI/自动化:** AI 在目标优化 (如 Google Performance Max <sup>3</sup>)、受众发现、出价管理 (如 Meta Advantage <sup>2</sup>)、创意推荐等方面扮演核心角色 <sup>19</sup>。
- **账户管理:** 支持多用户协作、权限管理、代理商或多账户管理功能 (如 Google Manager Accounts <sup>1</sup>) 。
- **集成能力:** 与分析工具 (如 Google Analytics <sup>1</sup>)、CRM、电商平台 (如 Meta 与 Square/Shopify 集成 <sup>17</sup>) 等第三方系统集成 <sup>38</sup>。
- **广告政策与透明度:** 拥有详细的广告政策, 并提供审核机制和一定的透明度工具 <sup>10</sup>。

**特征比较矩阵 (示例)**

特征领域	本平台 (核心功能)	本平台 (成熟/未来)	Google Ads	Meta Ads Manager
广告活动类型	通用类型 (基于目标, 如网站流量)	多样化目标类型 (潜在客户、销售、应用安装等) <sup>3</sup>	搜索, 展示, 视频, 应用, 购物, Performance Max, Demand Gen 等 <sup>3</sup>	认知, 流量, 互动, 潜在客户, 应用推广, 销售等目标导向 <sup>2</sup>
定向能力	地理位置, 基本人口属性	兴趣, 行为, 自定义受众, 相似受	广泛的定向选项, 包括上述所	广泛的定向选项, 包括上述所

		众, 再营销 <sup>17</sup>	有, 以及设备、关键词、主题等 <sup>15</sup>	有, 以及详细的人口统计数据、连接关系等 <sup>2</sup>
出价策略	手动 CPC/CPM	目标 CPA/ROAS, 最大化点击/转化, AI 智能出价 <sup>3</sup>	多种手动和智能出价策略 (如 tCPA, tROAS, Maximize Clicks/Conversions) <sup>15</sup>	多种出价策略, 包括基于目标的优化, Meta Advantage+ 自动优化 <sup>2</sup>
创意格式与工具	静态图片, 文本	视频支持, 动态创意优化, A/B 测试 <sup>16</sup>	支持多种格式 (文本, 图片, 视频, HTML5), 创意素材库, 动态广告, A/B 测试工具 <sup>3</sup>	支持多种格式 (图片, 视频, Carousel, Collection), 创意中心, A/B 测试, Advantage+ Creative 优化 <sup>2</sup>
报告与分析	基础指标 (展示, 点击, CTR, 花费), 按实体/日期筛选	转化跟踪, 更多维度 (设备, 地域), 可视化图表, 自定义报告, 归因分析 <sup>18</sup>	全面的报告, 多维度细分, 自定义报告, Google Analytics 集成, 转化跟踪, 归因模型 <sup>1</sup>	详细的效果报告, 受众洞察, 转化跟踪 (Pixel/CAPI), 自定义报告, 跨设备报告 <sup>2</sup>
AI/自动化	(无)	AI 驱动的智能出价, 受众推荐, 预算优化 <sup>2</sup>	AI 贯穿平台 (智能出价, Performance Max, 响应式搜索广告, 优化建议) <sup>3</sup>	Meta Advantage+ 套件 (受众, 版位, 预算, 创意), AI 驱动优化 <sup>2</sup>
账户管理	单一广告主账户	多用户协作, 角色权限管理, 代理商/多账户管理结构 <sup>1</sup>	账户层级, 用户访问权限控制, 经理账户 (MCC) <sup>1</sup>	Meta Business Suite/Business Manager, 用户角色和权限, 资产管理 <sup>2</sup>

集成能力	(无)	与网站分析工具、CRM、电商平台集成 <sup>1</sup>	Google Analytics, Google Tag Manager, Google Merchant Center, CRM 数据导入等 <sup>1</sup>	Facebook Pixel/Conversions API, Commerce Manager, CRM 集成, 应用 SDK <sup>33</sup>
政策与审核	基础审核流程	自动化审核增强, 政策透明度中心, 申诉机制 <sup>10</sup>	详细的广告政策, 自动化+人工审核, Ad Transparency Center, 申诉流程 <sup>10</sup>	广告发布政策, 自动化+人工审核, Ad Library (广告资料库), 申诉渠道 <sup>12</sup>

分析结论:

- 1. **AI/自动化是成熟度的关键驱动力:** 对比 Google Ads 和 Meta Ads Manager 可以清晰地看到, AI 和自动化技术已经渗透到广告创建、定向、出价、创意优化和效果衡量等各个环节<sup>2</sup>。一个旨在成熟的广告平台, 不能仅仅停留在提供手动操作工具的层面, 必须规划并逐步引入机器学习能力, 以提升广告效果和运营效率。这直接影响到架构设计 (需要支持模型训练与推理) 和数据策略 (需要收集足够的数据用于模型训练)。
- 2. **目标导向与活动多样性:** 成熟平台并非提供单一的广告创建流程, 而是围绕广告主的具体营销目标 (如提升品牌知名度、获取潜在客户、促进在线销售、增加应用安装量等) 来组织其产品功能和广告活动类型<sup>1</sup>。本平台初期需求较为通用, 但在后续发展中, 应引入基于目标的活动设置流程, 并提供与之匹配的广告格式、出价策略和衡量指标, 以更好地服务于广告主的真实业务需求。这意味着需要设计灵活的广告活动结构和可配置的 UI 流程。

C. 关键用户角色与场景分析

1. 用户角色

- **广告主 (Advertiser):** 平台的主要使用者。其核心目标是通过平台投放广告, 以最低成本高效地达成其营销目的 (如品牌曝光、用户增长、销售转化)。他们需要创建和管理广告、充值资金、监控效果并优化投放策略。
- **平台管理员 (Platform Administrator):** 平台的维护者和监管者。负责确保平台的稳定运行、用户 (广告主) 的管理、广告内容的合规性审查、平台政策的制定与执行,



以及处理可能出现的账务或技术问题。其目标是维护平台生态健康、保障用户满意度和平台的商业利益。

## 2. 场景分析 (Scenario Analysis)

### 场景 1: 广告主创建并投放新广告活动

- **参与者:** 广告主
- **目标:** 成功启动一个新的广告活动以推广产品。
- **步骤:**
  1. 广告主登录平台账户。
  2. 导航至“广告活动管理”区域，点击“创建新活动”。
  3. （未来）选择活动目标，例如“网站流量”。
  4. 填写活动基本设置：活动名称、预算（如每日 100 元）、投放排期（开始/结束日期）。
  5. 创建至少一个广告组，设定广告组名称。
  6. 在广告组内定义目标受众：选择投放地域（如北京）、基本人口属性（如年龄 25-40 岁）。
  7. 设定出价策略和出价：选择“最大化点击量”，设置最高 CPC 出价（如 1.5 元）。
  8. 上传广告素材：选择“图片+文本”类型，上传图片文件，填写标题、描述文字、最终链接 URL。
  9. 预览广告效果。
  10. 提交广告活动以供审核。
  11. 检查账户余额，如不足，导航至“财务中心”进行模拟充值。
  12. 返回活动列表，监控活动状态从“审核中”变为“已批准”，最终变为“投放中”。
  13. 活动开始投放后，在“报告”区域查看初步的展示和点击数据。
- **系统交互:** 用户认证、表单数据验证、广告数据存储、向审核服务提交审核任务、账户余额更新、交易记录生成、广告状态变更、性能数据记录与查询展示。

### 场景 2: 管理员审核并处理广告

- **参与者:** 平台管理员
- **目标:** 确保提交的广告符合平台政策。
- **步骤:**
  1. 管理员登录平台管理后台。
  2. 导航至“广告审核”队列。
  3. 选择一个“审核中”状态的广告。
  4. 系统展示该广告的详细信息：素材预览、文案内容、目标 URL、所属广告主信息。

5. 管理员对照平台广告政策（可在界面内查阅或链接跳转）进行审查。
6. **决策点:**
  - **如果合规:** 点击“批准”按钮。
  - **如果不合规:** 点击“拒绝”按钮，系统弹出理由选择框（如“误导性内容”、“禁止宣传的产品”等），管理员勾选相应理由，可选择性填写补充说明。
7. 系统更新广告状态（变为“已批准”或“未获批”），并记录审核操作（审核人、时间、决定、理由）。
8. （隐式）系统触发通知，告知广告主审核结果。
- **系统交互:** 用户认证、权限校验（管理员角色）、查询待审广告列表、展示广告详情及政策信息、更新广告状态、记录审核日志、触发通知机制。

### 场景 3: 广告主检查效果并调整预算

- **参与者:** 广告主
- **目标:** 评估广告活动效果，并根据数据调整投放策略。
- **步骤:**
  1. 广告主登录平台。
  2. 导航至“报告”仪表盘。
  3. 选择要分析的广告活动和时间范围（如“过去 7 天”）。
  4. 查看关键指标汇总（总展示、总点击、总花费、平均 CTR）。
  5. 查看按广告组细分的效果表格，发现某个广告组 CTR 偏低。
  6. 导航至“广告活动管理”，找到该活动下的对应广告组。
  7. 选择该广告组，点击“暂停”操作。
  8. 导航至另一个表现良好的广告活动。
  9. 编辑该活动设置，将其日预算从 100 元提高到 150 元。
  10. 保存更改。
  11. （可选）导航至“财务中心”，查看当前余额和最近的充值/花费记录，确保预算调整后资金充足。
- **系统交互:** 用户认证、查询并聚合性能数据、多维度展示报表、更新广告组状态、更新广告活动预算、查询账户余额及交易历史。

### 场景 4: 系统自动生成月度发票

- **参与者:** 系统 (后台计划任务)
- **目标:** 为广告主生成上个月的消费发票。
- **步骤:**
  1. 每月初（如 1 号凌晨），系统自动触发月度账单生成任务。
  2. 任务遍历所有活跃广告主。



3. 对每个广告主，查询其上个月（1日至月底）的总广告花费金额。
  4. 查询该广告主上个月的充值记录。
  5. 根据配置的规则（如税率），计算发票总额、税额、应付金额等。
  6. 生成结构化的发票数据（包含广告主信息、账期、花费明细、支付信息、总额等）。
  7. 将发票数据渲染成 PDF 文件。
  8. 将发票记录（元数据及 PDF 文件链接）存储到数据库中。
  9. 更新广告主账户，标记新发票可用。
  - 10.（隐式）可通过邮件或站内信通知广告主发票已生成。
- **系统交互:** 定时任务调度、数据聚合查询（广告花费）、数据查询（交易记录）、发票计算逻辑、PDF 生成服务、数据存储（发票记录、文件）、（可选）通知服务。

场景分析的启示:

这些场景的分析过程揭示了平台各功能模块之间存在紧密的相互依赖关系。例如，广告创建后需要触发审核流程，审核结果影响广告状态，状态决定广告是否能被投放接口选中，投放产生花费数据，花费数据是计费 and 生成发票的基础，同时所有活动都产生效果数据用于报告展示。即使采用微服务架构，这种业务流程上的强关联性也意味着服务间的接口设计、数据同步和通信机制（可能是同步调用，也可能是基于事件的异步消息传递）必须经过精心设计，以保证数据一致性和流程的顺畅执行。例如，广告状态的变更（如审核通过）可能需要通过事件通知广告投放服务和报告服务。

## D. 系统建模

### 1. 用例图 (Use Case Diagram)

用例图旨在从用户角度描绘系统提供的功能以及用户与这些功能的交互关系<sup>39</sup>。

- **参与者 (Actors):**
  - 广告主 (Advertiser)
  - 平台管理员 (Platform Administrator)
  - 系统 (System) - 用于表示后台自动执行的任务
  - 发布商系统 (Publisher System) - 通过广告接口与平台交互的外部系统
- **系统边界 (System Boundary):**
  - 一个矩形框，包围所有核心用例，代表“广告管理平台”。
- **核心用例 (Use Cases) (椭圆形表示):**
  - 管理广告活动 (Manage Campaigns)
  - 管理广告组 (Manage Ad Groups)
  - 管理广告 (Manage Ads)
  - 管理广告素材 (Manage Creatives)
  - 管理账户资金 (Manage Account Funds)

- <<include>> 充值 (Recharge Balance - Simulated)
  - <<include>> 查看充值历史 (View Recharge History)
  - <<include>> 查看余额 (View Balance)
- 查看效果报告 (View Performance Reports)
- 请求广告 (Request Ad) - 由发布商系统发起
- 审核广告 (Review Ads) - 由平台管理员执行
- 管理用户 (Manage Users) - 由平台管理员执行
- 管理广告政策 (Manage Policies) - 由平台管理员执行
- 生成发票 (Generate Invoices) - 由系统自动执行
- 查看/下载发票 (View/Download Invoices)
- **关系 (Relationships):**
  - **关联 (Association):** 线条连接参与者和用例。
    - 广告主关联: 管理广告活动/组/广告/素材, 管理账户资金, 查看效果报告, 查看/下载发票。
    - 平台管理员关联: 审核广告, 管理用户, 管理广告政策, 查看效果报告 (聚合数据)。
    - 发布商系统关联: 请求广告。
    - 系统关联: 生成发票。
  - **包含 (Include):** 从基础用例指向被包含用例的虚线箭头, 标注 <<include>>。如“管理账户资金”包含“充值”、“查看历史”等。
  - **扩展 (Extend):** 从扩展用例指向基础用例的虚线箭头, 标注 <<extend>>。例如, “上传视频素材”可以扩展“管理广告素材”。(此关系在本模型中可酌情使用, 保持简洁)。
  - **泛化 (Generalization):** (较少在此层面使用) 如果存在不同类型的广告主 (如个人、企业), 可以用泛化关系表示。
- **图示描述:** 绘制标准的 UML 用例图, 包含上述参与者、用例、系统边界和关系。确保清晰展示每个参与者能执行的操作以及用例间的依赖关系<sup>40</sup>。

## 2. 活动图 / 流程图 (Activity Diagrams / Process Flows)

活动图用于可视化关键业务流程的工作流<sup>43</sup>。

- **广告审批流程活动图:**
  - **泳道 (Swimlanes):** 广告主 (Advertiser), 系统 (System), 平台管理员 (Administrator)<sup>44</sup>。
  - **起始节点 (Start Node):** 广告主提交广告<sup>45</sup>。
  - **活动 (Actions):** 提交广告 -> 系统接收 -> [系统] 自动检查 (如关键词、URL) -> [系统] 添加到审核队列 -> 管理员查看队列 -> 管理员选择广告 -> 管理员审查内

容 -> 管理员做出决定 -> [系统] 更新广告状态 -> [系统] 记录审核日志 -> [系统] 通知广告主。

- **决策节点 (Decision Nodes):** 自动检查结果 (通过/不通过)? -> 管理员审核决定 (批准/拒绝)? <sup>43</sup>。
- **合并节点 (Merge Nodes):** (可能不需要, 流程相对线性)。
- **分支/汇合节点 (Fork/Join Nodes):** (可能不需要, 除非有并行审核步骤)。
- **结束节点 (End Nodes):** 审核流程结束 (批准/拒绝后) <sup>44</sup>。
- **对象流 (Object Flow):** 可选, 表示数据 (如广告对象、审核结果) 在活动间的传递 <sup>44</sup>。
- **图示描述:** 绘制 UML 活动图, 清晰展示从广告提交到最终状态更新的完整流程, 明确各角色的职责和决策点 <sup>23</sup>。
- **模拟充值流程活动图:**
  - **泳道:** 广告主 (Advertiser), 系统 (System)。
  - **流程:** 起始 -> 广告主输入充值金额 -> 广告主输入模拟支付信息 -> 系统接收请求 -> 系统执行模拟验证 -> **决策:** 验证通过? -> [是] 系统更新账户余额 -> 系统记录交易 -> 系统显示成功信息 -> 结束; [否] 系统显示错误信息 -> 结束。
  - **图示描述:** 绘制活动图, 展示用户操作、系统处理和决策逻辑。
- **报告数据生成流程活动图 (概念):**
  - **泳道:** 广告投放端 (Ad Server/SDK), 消息队列 (Message Queue), 数据处理服务 (Data Processing Service), 报告数据库 (Reporting DB), 报告接口 (Reporting API), 用户界面 (UI)。
  - **流程:** 起始 (广告展示/点击发生) -> 投放端记录事件 -> 发送事件到消息队列 -> 数据处理服务消费事件 -> [数据处理服务] 清洗、聚合数据 -> [数据处理服务] 存储聚合结果到报告数据库 -> 结束 (数据准备完成)。
  - **后续查询流程:** 用户在 UI 请求报告 -> UI 调用报告接口 -> 报告接口查询报告数据库 -> 报告数据库返回数据 -> 报告接口处理数据 -> 报告接口返回给 UI -> UI 展示报告 -> 结束 (报告查看完成)。
  - **图示描述:** 绘制活动图, 重点描绘数据从产生、传输、处理到最终存储和查询展示的流转过程。

### 3. 概念数据模型 (ER 图 - Entity-Relationship Diagram)

ER 图用于定义核心数据实体及其属性和相互关系, 是数据库设计的基础 <sup>48</sup>。

- **核心实体 (Entities) (矩形表示):**
  - **Users:** 存储所有平台用户 (包括广告主和管理员) 的基本信息。
  - **AdvertiserProfiles:** 存储广告主的特定信息, 关联到 **Users**。包含账户余额。
  - **Campaigns:** 广告活动。

- AdGroups: 广告组，属于某个 Campaigns。
- Ads: 广告，属于某个 AdGroups。
- Creatives: 广告素材，可被多个 Ads 复用。
- Transactions: 财务交易记录（充值、花费）。
- Invoices: 发票记录。
- PerformanceLogs: 广告效果原始日志（展示/点击）。
- AdReviews: 广告审核记录。
- Policies: 广告政策。（可能需要，用于审核参考）
- **属性 (Attributes) (椭圆或列在实体矩形内):**
  - Users: UserID (PK), Name, Email, PasswordHash, Role (Advertiser/Admin), CreatedAt, UpdatedAt.
  - AdvertiserProfiles: AdvertiserID (PK), UserID (FK), CompanyName, Balance (DECIMAL), BillingAddress, CreatedAt.
  - Campaigns: CampaignID (PK), AdvertiserID (FK), Name, Goal (ENUM/VARCHAR), Budget (DECIMAL), BudgetType (ENUM: Daily/Total), StartDate, EndDate, Status (ENUM: Active, Paused, Ended, etc.), CreatedAt, UpdatedAt.
  - AdGroups: AdGroupID (PK), CampaignID (FK), Name, BidStrategy (ENUM: CPC, CPM), MaxBid (DECIMAL), TargetingCriteria (JSON/TEXT), Status (ENUM: Active, Paused, etc.), CreatedAt, UpdatedAt.
  - Ads: AdID (PK), AdGroupID (FK), CreativeID (FK), Status (ENUM: Active, Paused, PendingReview, Approved, Disapproved), ApprovalStatus (ENUM: Pending, Approved, Rejected), RejectionReason (TEXT), CreatedAt, UpdatedAt.
  - Creatives: CreativeID (PK), AdvertiserID (FK), Name, Type (ENUM: Image, Text, VideoPlaceholder), Content (JSON/TEXT - e.g., {image\_url: '...', text: '...'}), LandingPageURL, CreatedAt, UpdatedAt.
  - Transactions: TransactionID (PK), AdvertiserID (FK), Type (ENUM: Recharge, Spend), Amount (DECIMAL), Timestamp, Status (ENUM: Success, Pending, Failed), ReferenceID (e.g., InvoiceID for spend).
  - Invoices: InvoiceID (PK), AdvertiserID (FK), PeriodStartDate, PeriodEndDate, TotalSpend (DECIMAL), AmountDue (DECIMAL), Status (ENUM: Draft, Issued, Paid, Overdue), GeneratedDate, DueDate, InvoiceFileURL.
  - PerformanceLogs: LogID (PK - or composite key/UUID), AdID (FK), Timestamp, EventType (ENUM: Impression, Click), Cost (DECIMAL), GeoLocation (VARCHAR), DeviceType (VARCHAR), UserID (if available), PlacementID (VARCHAR). (为满足报告需求，此处的属性应尽可能丰富)

- AdReviews: ReviewID (PK), AdID (FK), AdminID (FK, nullable for automated review), Timestamp, Decision (ENUM: Approved, Rejected), Reason (TEXT), Comments (TEXT).
- Policies: PolicyID (PK), Name, Description, Version, IsActive.
- **关系 (Relationships) (菱形或用连接线表示, 标注基数):**
  - Users (1) -- (1) AdvertiserProfiles (一个用户可以是广告主)
  - AdvertiserProfiles (1) -- (N) Campaigns (一个广告主有多个活动)
  - Campaigns (1) -- (N) AdGroups (一个活动有多个广告组)
  - AdGroups (1) -- (N) Ads (一个广告组有多个广告)
  - Creatives (1) -- (N) Ads (一个素材可用于多个广告)
  - AdvertiserProfiles (1) -- (N) Creatives (一个广告主创建多个素材)
  - AdvertiserProfiles (1) -- (N) Transactions (一个广告主有多次交易)
  - AdvertiserProfiles (1) -- (N) Invoices (一个广告主有多张发票)
  - Ads (1) -- (N) PerformanceLogs (一个广告产生多条效果日志)
  - Ads (1) -- (N) AdReviews (一个广告可能有多条审核记录)
  - Users (Admin) (1) -- (N) AdReviews (一个管理员审核多个广告)
  - (可能) Ads (1) -- (M) Policies (一个广告可能违反多条政策, 审核时关联)
- **基数 (Cardinality):** 使用 Crow's Foot 符号或其他标准符号表示一对一 (1:1), 一对多 (1:N), 多对多 (M:N) 关系<sup>49</sup>。
- **图示描述:** 绘制 ER 图, 包含所有核心实体、关键属性 (含 PK/FK 标记) 和它们之间的关系及基数。

数据模型设计的考量:

PerformanceLogs 表的设计粒度直接决定了未来报告系统的分析能力。当前模型仅包含基础事件类型和少量维度。一个更成熟的设计会在此表中加入更多维度信息, 例如具体的受众细分标签、广告位信息、转化相关标识符等。初期可以设计得相对简单, 但数据库模式应允许未来方便地扩展此表, 或者采用更适合大数据分析的存储方案 (如列式存储或数据湖) 来存储原始事件日志, 然后进行 ETL 处理到报告数据库。这体现了在设计初期就需为未来的数据分析需求预留空间。

### III. 系统架构设计

#### A. 架构目标与非功能性需求 (NFRs)

在设计广告管理平台架构时, 必须优先考虑以下关键的非功能性需求, 以确保平台能够满足“成熟”的标准:

- **可伸缩性 (Scalability):** 系统必须能够处理大规模的并发用户 (广告主、管理员) 访问、海量的广告请求 (来自发布商)、高吞吐量的效果数据 (展示、点击) 写入与处理。架构应支持水平扩展, 允许独立扩展不同组件 (如广告投放服务、数据处理服务、API 网关) 以应对不同类型的负载高峰<sup>4</sup>。



- **性能 (Performance):**

- **低延迟:** 广告投放接口 (Ad Serving) 的响应时间至关重要, 目标应控制在 100-200 毫秒以内, 以满足或接近实时竞价 (RTB) 环境的要求 (即使初期不实现 RTB) <sup>6</sup>。
- **高吞吐量:** 数据处理管道 (效果日志收集、聚合) 需要能够处理峰值流量。
- **快速响应:** 广告主和管理员使用的 Web 界面应具有良好的交互响应速度, 报表查询和生成应在可接受的时间内完成。

- **可用性/可靠性 (Availability/Reliability):** 平台需要达到高可用性标准 (例如, 99.9% 或更高 uptime)。系统设计应具备容错能力, 单个服务或组件的故障不应导致整个平台瘫痪, 特别是核心的广告投放和计费功能 <sup>4</sup>。需要有备份和恢复策略。

- **安全性 (Security):**

- **数据保护:** 保护广告主账户信息、财务数据、效果数据不被未授权访问或泄露。
- **认证与授权:** 提供安全的身份验证机制, 并实施严格的基于角色的访问控制 (RBAC)。
- **广告安全:** 通过广告审核流程防止恶意广告、欺诈链接和不合规内容 <sup>10</sup>。
- **防欺诈:** 需要考虑机制来检测和缓解无效流量 (IVT) 和点击欺诈 (尽管具体实现可能在后期)。
- **合规性:** 遵守相关数据隐私法规 (如 GDPR, CCPA) <sup>11</sup>。

- **可维护性 (Maintainability):** 代码库应结构清晰、模块化, 易于理解、修改、测试和扩展新功能。遵循良好的设计原则和编码规范, 拥有完善的文档和自动化测试 <sup>13</sup>。

- **成本效益 (Cost-Effectiveness):** 在满足性能和可伸缩性要求的前提下, 有效利用计算和存储资源, 特别是在云环境中。能够根据实际需求动态调整资源分配 <sup>4</sup>。

## B. 架构模式评估与选择

根据上述架构目标, 对常见的架构模式进行评估:

- **单体架构 (Monolithic Architecture):**

- **优点:**
  - 对于小型或中型应用, 初期开发、部署和测试相对简单 <sup>13</sup>。
  - 应用内模块间通信直接, 延迟低 <sup>14</sup>。
  - 事务管理相对容易。
  - 调试和追踪代码流可能更直接。
- **缺点:**
  - **难以独立扩展:** 某个功能模块的负载增加, 需要扩展整个应用, 资源利用率低 <sup>4</sup>。
  - **技术栈锁定:** 整个应用通常绑定单一技术栈, 难以引入新技术或针对特定模块优化技术选型 <sup>13</sup>。



- **代码库庞大复杂:** 随着功能增加, 代码库变得臃肿, 难以理解和维护, 新人上手困难<sup>4</sup>。
- **可靠性差 (单点故障):** 一个模块的严重错误或资源耗尽可能导致整个应用崩溃<sup>4</sup>。
- **部署周期长、风险高:** 任何微小改动都需要重新部署整个应用, 发布频率受限, 风险增大<sup>4</sup>。
- **不利于团队协作:** 多个团队在同一个庞大代码库上工作, 容易产生冲突和依赖, 影响开发效率<sup>5</sup>。
- **微服务架构 (Microservices Architecture):**
  - **优点:**
    - **独立扩展:** 可以根据每个服务的具体负载独立扩展, 优化资源使用和成本<sup>4</sup>。
    - **技术异构性:** 每个服务可以选择最适合其功能的技术栈 (语言、框架、数据库)<sup>8</sup>。
    - **故障隔离 (容错性):** 单个服务故障通常不会影响其他服务, 提高了整体系统的韧性 (舱壁模式)<sup>4</sup>。
    - **独立部署与快速迭代:** 每个服务可以独立开发、测试和部署, 缩短上线时间, 降低发布风险, 支持 CI/CD 和敏捷开发<sup>4</sup>。
    - **团队自治与组织对齐:** 允许小型、专注的团队负责特定服务, 提高开发效率和所有权<sup>5</sup>。
    - **可组合性/可重用性:** 服务可以被不同方式组合和重用<sup>9</sup>。
    - **易于理解和维护 (单个服务):** 每个服务的代码库相对较小, 更易于理解和维护<sup>8</sup>。
  - **缺点:**
    - **分布式系统复杂性:** 引入了分布式系统的固有挑战, 如网络延迟、服务发现、最终一致性等<sup>4</sup>。
    - **运维复杂度高:** 需要更强大的基础设施和运维能力, 包括服务部署、监控、日志聚合、配置管理、服务治理等<sup>4</sup>。
    - **服务间通信开销:** 服务间的网络调用带来额外的延迟和复杂性, 需要设计健壮的通信机制 (同步/异步)<sup>4</sup>。
    - **数据一致性挑战:** 跨多个服务的分布式事务难以处理, 通常需要采用最终一致性策略<sup>4</sup>。
    - **测试复杂:** 端到端测试和集成测试变得更加复杂<sup>5</sup>。
    - **调试困难:** 追踪跨多个服务的请求链路和定位问题更具挑战性<sup>5</sup>。
    - **初期投入可能更高:** 需要在基础设施、工具链和团队技能上进行更多投入<sup>14</sup>。
- **架构选择:**

考虑到本平台旨在成为一个“成熟”的广告管理平台, 预期将面临高流量、功能持续扩

展和对可用性、可伸缩性的严格要求，推荐采用微服务架构。尽管微服务带来了更高的复杂性，但其在独立扩展、故障隔离、技术灵活性和支持快速迭代方面的优势，对于应对广告技术领域快速变化的需求和规模化挑战至关重要。平台的核心功能（如广告管理、用户账户、计费、报告、审核、发票）天然地可以映射到独立的业务领域，适合拆分为微服务 4。复杂性问题可以通过引入成熟的云原生技术栈（如 Kubernetes、服务网格、分布式追踪工具）和建立强大的 DevOps 文化来缓解。

- 关于混合模式的思考：  
虽然最终目标是微服务，但也认识到并非所有功能都需要在第一天就拆分成最小粒度的服务。可以采用一种演进式的方法，初期将关联紧密的业务逻辑聚合在少数几个较大的服务（有时称为“宏服务”或“模块化单体”<sup>53</sup>）中，但从设计上保持清晰的模块边界和接口，以便未来更容易地拆分成更小的微服务。然而，鉴于平台“成熟”的定位和长远目标，从一开始就采用微服务的设计原则和思维模式是更为明智的战略选择，这有助于避免未来大规模重构的痛苦。

C. 建议技术栈

技术栈的选择应基于性能、可伸缩性、生态系统成熟度、社区支持、团队熟悉度以及对微服务和高并发 Web 应用的适用性 <sup>30</sup>。

组件/层面	建议技术	理由/说明
后端服务 (Microservices)	语言/框架: Java + Spring Boot / Python + Django/FastAPI / Node.js + Express	成熟的生态系统，广泛的库支持，良好的性能，强大的社区，适合构建 RESTful API 和处理业务逻辑。具体选择可基于团队现有技能和偏好。
前端 (Advertiser/Admin UI)	框架: React / Angular / Vue.js	现代前端框架，提供组件化开发模式，高效的 UI 渲染，丰富的生态和 UI 库，利于构建复杂的单页应用（SPA）。
数据库 (核心数据)	关系型: PostgreSQL / MySQL	强一致性（ACID），适合存储结构化的事务性数据（用户信息、广告结构、订单、发票、财务数据）。成熟稳定，功能

		丰富。
数据库 (性能/日志/画像)	<b>NoSQL:</b> Cassandra / ScyllaDB / DynamoDB (云原生) / Aerospike (用户画像) <sup>7</sup>	高写入吞吐量，良好的水平扩展性，适用于存储海量效果日志、事件数据或需要灵活模式的用户画像数据。 <b>Aerospike</b> 在 RTB 场景中被提及用于低延迟用户数据访问 <sup>7</sup> 。
缓存	<b>内存缓存:</b> Redis / Memcached	高性能键值存储，用于缓存常用数据（如用户会话、配置信息、热点广告数据），降低数据库负载，提升 API 响应速度。
消息队列/事件流	<b>队列/流处理:</b> Apache Kafka / RabbitMQ / Apache Pulsar / Redpanda <sup>7</sup>	实现服务间异步通信和解耦，缓冲高并发写入（如效果日志），支持事件驱动架构，构建数据管道（如报告处理）。 <b>Kafka</b> 是业界常用标准， <b>Redpanda</b> 作为兼容替代方案被提及 <sup>7</sup> 。
API 网关	Kong / Apigee / Tyk / AWS API Gateway / Google Cloud Endpoints / Azure API Management	作为所有外部和内部 API 请求的统一入口，提供路由、认证、授权、限流、监控、日志记录等功能，简化客户端交互和后端服务管理。
容器化与编排	Docker + Kubernetes (K8s)	容器化是打包和部署微服务的标准方式。 <b>Kubernetes</b> 是业界领先的容器编排平台，用于自动化部署、扩展和管理容器化应用。
监控与日志	Prometheus + Grafana (监控), ELK Stack (Elasticsearch, Logstash, Kibana) / Loki (日	对于分布式微服务系统至关重要。收集指标、日志和追踪信息，用于性能分析、故障排查

	志), Jaeger / Zipkin (分布式追踪), Datadog / Dynatrace (商业方案)	和告警 <sup>5</sup> 。
广告投放服务 (可选优化)	Go / C++ / Rust / 高性能 Java (Netty) / Node.js (优化)	如果需要极致的低延迟和高并发处理能力（尤其是未来考虑 RTB），可能会选用性能更高的语言或框架。
CI/CD 工具	Jenkins / GitLab CI/CD / GitHub Actions / CircleCI	实现自动化构建、测试和部署流程，对于微服务架构实现快速、可靠的发布至关重要 <sup>4</sup> 。

D. 高层部署策略概述

- **部署环境:** 强烈建议部署在主流公有云平台（如 AWS, Google Cloud, Azure），以利用其提供的弹性计算、托管数据库、消息队列、对象存储、CDN、全球网络等基础设施和服务，简化运维并支持全球化部署。
- **容器化部署:** 所有微服务都应打包成 Docker 镜像。
- **容器编排:** 使用 Kubernetes (K8s) 来管理容器的生命周期，包括部署、自动扩展（Horizontal Pod Autoscaler）、服务发现、负载均衡、滚动更新和自愈能力。
- **持续集成/持续部署 (CI/CD):** 建立完善的 CI/CD 流水线。代码提交后自动触发构建、单元测试、集成测试，测试通过后自动部署到测试环境、预发布环境，最终手动或自动部署到生产环境。每个微服务应有独立的流水线<sup>4</sup>。
- **多区域部署:** 对于面向全球用户的广告投放服务（Ad Serving）和可能的前端接入点，应考虑在靠近用户的多个地理区域进行部署，以降低网络延迟。核心业务逻辑服务和数据库可以集中部署，或根据数据主权要求进行区域部署。
- **基础设施即代码 (IaC):** 使用 Terraform 或 CloudFormation 等工具管理云资源，确保环境的一致性和可重复性。
- **配置管理:** 使用配置中心（如 Consul, Spring Cloud Config, K8s ConfigMaps/Secrets）管理服务的配置信息，避免硬编码。

IV. 核心模块设计规格 (微服务)

基于推荐的微服务架构，以下是核心服务模块的设计规格：

A. 广告管理服务 (Ad Management Service)

- **核心职责:** 负责广告活动 (Campaigns)、广告组 (Ad Groups)、广告 (Ads) 的创建、

读取、更新、删除 (CRUD) 操作。管理广告相关的设置，如目标、预算、出价、状态（不包括审核状态，由审核服务管理），以及广告与素材的关联关系。

- **关键内部 API (示例):**

- POST /v1/campaigns: 创建新广告活动。
- GET /v1/campaigns/{campaignId}: 获取广告活动详情。
- PUT /v1/campaigns/{campaignId}: 更新广告活动（如预算、状态）。
- GET /v1/advertisers/{advertiserId}/campaigns: 获取某广告主的所有活动。
- (类似地提供 AdGroups 和 Ads 的 CRUD 及查询接口)
- PUT /v1/ads/{adId}/status: 更新广告状态（如暂停/启用，由广告主操作）。

- **数据存储:** 主要使用关系型数据库 (如 PostgreSQL) 存储广告活动、广告组、广告的结构化数据及其关系。

- **依赖关系:**

- 用户服务 (User Service): 验证 advertiserId 的有效性。
- 素材管理服务 (Creative Service): 查询和关联 creativeId。
- (可能) 审核服务 (Review Service): 查询广告的审核状态以决定是否可被激活。
- (可能) 计费服务 (Billing Service): 获取预算信息。

## **B. 素材管理服务 (Creative Management Service)**

- **核心职责:** 负责广告素材 (Creatives) 的 CRUD 操作，包括处理素材文件的上传（图片、视频文件等），存储素材元数据（如名称、类型、落地页 URL），并管理素材的存储。

- **关键内部 API (示例):**

- POST /v1/creatives: 上传新素材（可能包含文件上传处理逻辑）。
- GET /v1/creatives/{creativeId}: 获取素材详情（元数据和文件访问 URL）。
- GET /v1/advertisers/{advertiserId}/creatives: 获取某广告主的所有素材。
- DELETE /v1/creatives/{creativeId}: 删除素材（需处理关联广告的逻辑）。

- **数据存储:**

- 关系型数据库: 存储素材的元数据（ID, AdvertiserID, Name, Type, LandingPageURL, FilePath/URL, Status 等）。
- 对象存储 (Blob Storage, 如 AWS S3, Google Cloud Storage): 实际存储素材文件（图片、视频等）。

- **依赖关系:**

- 用户服务 (User Service): 验证 advertiserId。

## **C. 广告审核与政策服务 (Ad Review & Policy Service)**

- **核心职责:** 管理广告的整个审核生命周期（状态流转：待审核、审核中、已批准、未

获批等)。存储和管理审核结果(决定、理由)。执行自动化政策检查(可能集成规则引擎或机器学习模型)。提供管理员审核界面所需的数据接口。管理平台广告政策内容。

- **关键内部 API (示例):**

- POST /v1/reviews: (由广告服务调用) 提交一个广告 ID 进行审核。
- GET /v1/reviews/queue: 获取待人工审核的广告列表(供管理员使用)。
- PUT /v1/reviews/{reviewId}: 管理员提交审核决定(批准/拒绝及理由)。
- GET /v1/ads/{adId}/review-status: 查询特定广告的当前审核状态和历史记录。
- GET /v1/policies: 获取当前生效的广告政策列表。
- POST /v1/policies: (管理员) 创建或更新广告政策。

- **数据存储:** 关系型数据库存储审核记录 (ReviewID, AdID, AdminID, Timestamp, Decision, Reason, Comments) 和政策信息 (PolicyID, Content, Version)。

- **依赖关系:**

- 广告管理服务 (Ad Management Service): 获取待审广告的详细信息, 并在审核完成后(可能通过事件)通知其更新广告的最终 ApprovalStatus。
- 用户服务 (User Service): 验证 adminId。
- 通知服务 (Notification Service): (可选) 在审核完成后通知广告主。
- (参考: <sup>23</sup>)

## **D. 用户账户与权限服务 (User Account & Permissions Service)**

- **核心职责:** 处理用户注册、登录(生成和验证 Token)、登出。管理用户基本信息和角色(广告主/管理员)。实现基于角色的访问控制 (RBAC) 逻辑。管理用户与广告主档案的关联。

- **关键 API (内/外部):**

- POST /auth/register: 用户注册。
- POST /auth/login: 用户登录, 返回认证 Token (如 JWT)。
- POST /auth/logout: 用户登出(可能涉及 Token 失效)。
- GET /users/me: 获取当前登录用户的个人信息。
- GET /users/{userId}: 获取指定用户信息(管理员权限)。
- PUT /users/{userId}/role: (管理员) 修改用户角色。
- GET /users/{userId}/advertiser-profile: 获取用户关联的广告主档案信息。

- **数据存储:** 关系型数据库存储用户信息 (UserID, Email, PasswordHash, Role), 认证 Token 信息(如果需要持久化或管理失效状态), 以及用户与广告主档案的关联。

- **依赖关系:** 通常是基础服务, 被其他需要验证用户身份或权限的服务依赖。

## **E. 计费与支付服务 (Billing & Payment Service)**



- **核心职责:** 管理广告主的账户余额。处理模拟充值请求并更新余额。记录所有财务相关的交易（充值、广告花费扣款）。提供查询账户余额和交易历史的接口。接收并处理来自广告投放/报告系统的花费事件。
- **关键内部 API (示例):**
  - POST /v1/recharge: 处理模拟充值请求。
  - GET /v1/balance?advertiserId={advertiserId}: 查询指定广告主的当前余额。
  - GET /v1/transactions?advertiserId={advertiserId}&startDate=...&endDate=...: 查询交易历史。
  - POST /internal/v1/spend: (内部接口/事件消费者) 记录一笔广告花费扣款。
- **数据存储:** 关系型数据库是必需的, 以保证财务数据的强一致性和事务完整性。存储 AdvertiserProfiles (含 Balance) 和 Transactions 表。
- **依赖关系:**
  - 用户服务 (User Service): 验证 advertiserId。
  - 需要消费由报告服务处理后产生的准确花费事件（例如, 通过 Kafka 消息队列）。

## F. 报告与分析服务 (Reporting & Analytics Service)

- **核心职责:** 负责接收来自广告投放层的原始效果数据（展示、点击等, 通常通过消息队列）。对原始数据进行清洗、聚合、转换 (ETL)。将处理后的可报告指标存储在适合分析查询的数据库中。提供 API 接口供前端或其他服务查询广告效果数据。
- **关键内部 API (示例):**
  - GET /v1/reports/performance?advertiserId={id}&startDate=...&endDate=...&dimensions=campaign,adgroup&metrics=impressions,clicks,spend: 查询效果数据, 支持按维度聚合和选择指标。
- **数据存储:**
  - **原始数据:** 可能存储在数据湖 (如 S3 + Glue/Spark) 或直接进入消息队列 (Kafka)。
  - **聚合数据:** 推荐使用数据仓库 (如 Redshift, BigQuery, Snowflake) 或分析型数据库 (如 ClickHouse, Druid) 以支持快速的多维查询。关系型数据库可能难以满足大规模报表查询的性能要求。数据湖仓一体 (Data Lakehouse) 也是一个现代化的选择<sup>61</sup>。
- **依赖关系:**
  - 消费来自广告投放服务产生的事件（通过消息队列）。
  - 为用户界面 (UI) 提供报告数据。
  - 可能为计费服务提供准确的花费数据（或计费服务直接消费原始事件并自行计

算)。

- **关键指标定义:** (详见 VII.B 节) 定义如展示、点击、CTR、花费、CPC、CPM、转化率(CVR)、CPA、ROAS、可见度(Viewability)、视频完成率(VCR)等核心指标的计算方式和数据来源<sup>18</sup>。

## G. 发票管理服务 (Invoice Management Service)

- **核心职责:** 根据预设的计费周期 (如每月) 调度并执行发票生成任务。从计费/报告服务获取指定周期的广告花费数据。计算发票金额 (含税费、抵扣等)。生成符合格式要求的发票文档 (如 PDF)。存储发票记录和文档。提供查询和下载发票的接口。
- **关键内部 API (示例):**
  - POST /internal/v1/invoices/generate: (由调度器触发) 生成指定周期的发票。
  - GET /v1/invoices?advertiserId={advertiserId}: 查询广告主的历史发票列表。
  - GET /v1/invoices/{invoiceId}/download: 下载指定发票的 PDF 文件。
- **数据存储:**
  - 关系型数据库: 存储发票元数据 (InvoiceID, AdvertiserID, Period, Amount, Status, FileURL)。
  - 对象存储 (Blob Storage): 存储生成的 PDF 发票文件。
- **依赖关系:**
  - 计费服务 / 报告服务: 获取准确的周期性花费数据。
  - 用户服务 (User Service): 获取广告主的账单地址等信息。
  - 通知服务 (Notification Service): (可选) 通知广告主发票已生成。

## H. 广告投放服务 (Ad Serving Service) (概念性)

- **核心职责:** 接收来自前端接口 (JS Tag/SDK) 的广告请求。根据请求上下文 (如广告位 ID、页面信息) 和基本的广告匹配逻辑 (如活动状态、基础定向匹配、预算、审核状态) 选择一个合适的广告进行返回。记录广告展示事件。处理广告点击, 进行重定向并记录点击事件。此服务对延迟极其敏感。
- **关键外部 API (供发布商集成):**
  - GET /ad?placementId=...&context=...&userId=...: (或通过 SDK 调用) 请求广告。
  - GET /click?adId=...&redirectUrl=...&clickId=...: 处理广告点击并重定向。
- **数据存储:**
  - 可能需要高速缓存 (如 Redis/Memcached) 来存储活跃的、可投放的广告活动/广告/素材信息, 以减少对其他服务的实时依赖。
  - 不直接存储效果数据, 而是将展示 (impression) 和点击 (click) 事件发布到消息队列 (如 Kafka)。

- **依赖关系:**

- 需要访问（可能是缓存的）来自广告管理服务、素材管理服务、审核服务的数据，以获取可投放的广告及其内容和状态。
- 将事件发布到消息队列，供报告服务消费。

服务间通信机制的重要性:

上述服务职责和依赖关系清晰地表明，服务间的通信是架构成功的关键。在高并发的广告投放场景下，Ad Serving Service 不能对 Reporting Service 或 Billing Service 进行同步调用来记录展示/点击或扣费，这会造成性能瓶颈和雪崩效应<sup>8</sup>。因此，采用事件驱动的异步通信模式是必要的。

Ad Serving Service 只负责快速响应广告请求和发布事件（如 ImpressionRecorded, ClickRecorded）到 Kafka。下游的 Reporting Service 和 Billing Service 作为消费者，异步地处理这些事件，进行数据聚合和计费。这种解耦方式极大地提高了系统的可伸缩性和容错性<sup>9</sup>。对于需要强一致性的操作（如创建广告活动并确保其写入数据库），可以使用同步的 RESTful API 调用。

## V. 接口设计

### A. 内部服务 API (微服务间通信)

- **设计原则:**

- 采用 RESTful 风格，使用标准的 HTTP 方法 (GET, POST, PUT, DELETE) 和状态码。
- 使用 JSON 作为数据交换格式。
- 定义清晰、一致的 API 契约，推荐使用 OpenAPI (Swagger) 规范进行描述和文档化。
- 接口设计应遵循单一职责原则，每个端点处理一个明确的操作。

- **认证与授权:**

- 服务间通信需要安全保障。可以采用 mTLS (双向 TLS 认证) 或基于服务账户的 JWT (JSON Web Tokens) 进行认证。
- API 网关可以处理部分认证逻辑，并向下游服务传递用户信息或服务身份。

- **通信模式:**

- **同步:** 对于需要立即响应的请求，如 CRUD 操作或查询，使用同步的 HTTP Request/Response 模式。
- **异步:** 对于高吞吐量的数据流（如效果日志）、耗时操作（如报告生成）或需要解耦的通知（如审核结果），采用基于消息队列（如 Kafka）的事件驱动模式。服务发布事件，相关服务订阅并处理。

- **API 示例:** (已在 Section IV 各服务描述中列出关键 API 示例)

### B. 外部广告主 Web API

- **目的:** 为广告主提供程序化访问能力, 使其能够通过代码管理广告活动、获取效果数据, 从而实现自动化操作或与内部系统、第三方工具集成<sup>1</sup>。这是成熟平台的重要标志。
- **设计原则:**
  - 公开的 RESTful API, 遵循业界标准实践。
  - 使用清晰、稳定的 URL 结构, 并进行版本控制 (例如 `/api/v1/campaigns`)。
  - 返回标准化的 JSON 响应, 包含明确的成功/错误信息和状态码。
  - 提供完善的错误处理机制和错误码定义。
- **认证与授权:**
  - 推荐使用 OAuth 2.0 协议, 适用于第三方应用代表广告主访问 API。提供标准的授权流程 (Authorization Code Grant, Client Credentials Grant 等)。
  - 对于简单的脚本或内部集成, 可以提供 API Key 认证方式。
  - 权限控制需与广告主在平台 UI 上的权限保持一致。
- **关键 API endpoint 类别 (示例):**

HTTP 方法	端点路径 (/api/v1)	描述	关键参数/请求体
GET	/campaigns	获取广告主的所有广告活动列表	advertiserId (从认证获取), status, limit, offset
POST	/campaigns	创建一个新的广告活动	请求体: { name, goal, budget, startDate,... }
GET	/campaigns/{campaignId}	获取指定广告活动的详情	campaignId (路径参数)
PUT	/campaigns/{campaignId}	更新指定广告活动	campaignId (路径参数), 请求体: { name, budget, status,... }
...	(类似提供 AdGroups, Ads, Creatives 的管理接口)	...	...

GET	/reports/performance	获取广告效果报告	startDate, endDate, dimensions (e.g., campaign, date), metrics (e.g., clicks, spend), filters
GET	/account/balance	获取当前账户余额	advertiserId (从认证获取)
GET	/account/transactions	获取交易历史	advertiserId (从认证获取), startDate, endDate, type
GET	/account/invoices	获取发票列表	advertiserId (从认证获取), status
GET	/account/invoices/{invoiceId}	获取单个发票详情 (或下载链接)	invoiceId (路径参数)

- **文档化:** 必须提供详细、准确、易于理解的 API 文档，最好是交互式的（如 Swagger UI），包含每个端点的说明、参数、请求/响应示例和错误码。

### C. 前台广告投放接口 / SDK 规范

- **目的:** 定义发布商网站或应用集成广告平台以展示广告的方式<sup>1</sup>。
- **可选方案:**
  - **方案 1: 简单的 JavaScript (JS) 标签:**
    - **优点:** 集成简单，对发布商技术要求低。
    - **缺点:** 功能有限，难以实现复杂的交互或高级追踪（如可见度）。
    - **规范:**
      - 提供一段异步加载的 JS 代码片段。
      - 定义一个全局函数供调用，如 platformAds.loadAd({ placementId: 'YOUR\_PLACEMENT\_ID', containerId: 'DIV\_ID\_TO\_RENDER\_AD' });。
      - JS 标签负责向广告投放服务 (Ad Serving Service) 发送请求（带上 placementId, 页面 URL, 可能的用户标识符等）。
      - 接收到广告数据（素材 URL, 落地页, 追踪像素 URL）后，在指定的 containerId 中渲染广告（通常是创建一个 <iframe> 或直接插入

HTML)。

- 必须包含触发展示追踪像素的逻辑。
- 点击处理：广告链接应指向平台的点击追踪 URL，由平台记录点击并重定向到最终落地页。

○ **方案 2: JavaScript SDK:**

- **优点:** 功能更强大，可以封装更复杂的逻辑，如广告渲染、可见度测量、与页面内容交互、更丰富的事件回调。
- **缺点:** 集成相对复杂，文件体积可能更大。
- **规范:**
  - 提供 SDK 文件和初始化配置方法。
  - 定义清晰的 API 方法，如 `sdk.init({apiKey: '...'}), sdk.createAdSlot({id: '...', sizes: [...]}).loadAd().on('impression',...).on('click',...);`。
  - SDK 内部处理与广告投放服务的通信、广告渲染、事件追踪（展示、点击、可见度、完成率等）。
  - 提供事件回调机制供发布商监听广告生命周期事件。
- **推荐策略:** 初期可以提供简单的 JS 标签以快速推广，但后端广告投放服务的设计应能支持未来扩展为功能更丰富的 SDK。接口设计应保持稳定。
- **核心要求:** 无论哪种方案，都必须确保准确可靠地记录展示和点击事件，并将必要的信息（如广告位 ID, 时间戳, 用户信息（脱敏））传递给后端。

## D. 实时竞价 (RTB) 集成考虑

- **背景:** 虽然初始需求未包含，但一个真正成熟的广告平台往往需要具备作为需求方平台 (DSP) 参与外部程序化广告生态的能力，即通过实时竞价购买广告位<sup>7</sup>。
- **所需组件:**
  - **RTB 竞价器 (Bidder):** 一个独立的、高性能、低延迟的服务<sup>6</sup>。
- **核心功能:**
  - 接收来自广告交易平台 (Ad Exchange) 或供应方平台 (SSP) 的竞价请求 (Bid Request)，通常遵循 OpenRTB 协议<sup>7</sup>。
  - 解析请求中的信息（广告位信息、用户信息、设备信息等）。
  - （可选）查询用户画像数据库 (User Profile Store) 获取更详细的用户数据<sup>7</sup>。
  - 根据广告活动设定的定向条件、出价策略和预算，快速（通常在 100-125 毫秒内<sup>6</sup>）评估该广告展示机会的价值。
  - 决定是否出价以及出价金额。
  - 构建竞价响应 (Bid Response)，包含出价金额和要展示的广告素材信息 (通常是 Ad Markup 或 Creative ID)。
  - 将响应发送回 Ad Exchange/SSP。



- **架构影响:**
  - 需要新增一个对性能要求极高的 Bidder 服务，可能需要采用 Go, C++, Rust 或高度优化的 Java/Node.js 实现。
  - Bidder 服务需要能够快速访问活跃的广告活动、广告组、广告和素材数据（可能需要专门的缓存或数据同步机制）。
  - 需要与外部 Ad Exchange/SSP 对接，处理高并发的 HTTP 请求。
  - 可能需要引入或集成用户画像数据库 (DMP/CDP 功能)<sup>30</sup>。
  - 对网络基础设施和服务器部署位置有要求（通常需要靠近 Ad Exchange 的数据中心以降低延迟）<sup>6</sup>。
  - 显著增加系统整体复杂性。
- **建议:** 在当前设计阶段，核心服务（如广告管理、素材管理）的 API 应设计为能够被未来的 Bidder 服务高效查询（例如，提供根据 ID 批量获取活跃广告信息的接口）。但 Bidder 服务的具体实现和与外部生态的对接，应作为未来独立的项目阶段进行，除非初始需求明确要求。

## VI. 用户界面 (UI) 与用户体验 (UX) 设计概念

### A. 指导原则

- **清晰直观 (Clarity & Intuitiveness):** 界面布局逻辑清晰，导航方便，功能标签明确易懂。尽量减少专业术语的使用，或提供必要的解释和帮助提示。用户应能轻松理解如何完成核心任务<sup>16</sup>。
- **高效易用 (Efficiency):** 优化常见工作流程，如创建广告活动、查看报告等，减少不必要的操作步骤。在适当的地方提供批量处理功能（如批量修改预算、暂停广告）<sup>15</sup>。
- **角色化视图 (Role-Based Views):** 为广告主和平台管理员提供不同的界面视图，仅展示与其角色相关的功能和数据，避免信息过载和误操作。
- **有效的数据可视化 (Data Visualization):** 在报告和仪表盘中，合理运用图表（如折线图、柱状图、饼图）来展示数据趋势和分布，帮助用户快速洞察关键信息<sup>17</sup>。
- **响应式设计 (Responsiveness):** 主要面向桌面端用户，但应确保在不同分辨率的显示器上都能良好展示。考虑对平板设备的基本支持。
- **一致性 (Consistency):** 整个平台保持统一的视觉风格、交互模式和术语，降低用户的学习成本。

### B. 关键界面概念草图/描述

(注: 此处描述界面的核心元素和布局, 实际设计需产出视觉稿和交互原型)

- **广告主仪表盘 (Advertiser Dashboard):**

- **布局:** 通常采用卡片式或模块化布局。
- **核心元素:**
  - **概览指标:** 显眼位置展示关键性能指标（如今日/昨日/近 7 天花费、展示、点击、CTR、余额）<sup>37</sup>。
  - **效果趋势图:** 小型图表展示近期关键指标（如花费、点击量）的变化趋势。
  - **活动摘要:** 列表或卡片展示最近活跃的几个广告活动及其状态和核心指标。
  - **账户余额:** 清晰显示当前账户余额，并提供“充值”快捷入口。
  - **通知中心:** 显示系统通知、广告审核结果等重要信息。
  - **快捷链接:** 指向常用功能，如“创建新活动”、“查看报告”、“财务中心”。
- **广告活动管理界面 (Campaign Management Interface):**
  - **布局:** 以数据表格为主体，辅以操作按钮和筛选/搜索控件。
  - **核心元素:**
    - **层级导航:** 清晰的面包屑导航或侧边栏，显示当前层级（账户 > 活动 > 广告组 > 广告）。
    - **数据表格:** 显示广告活动列表，列包括：复选框、状态指示灯、活动名称、状态、预算、花费、展示、点击、CTR 等关键指标。支持排序和自定义列。
    - **操作栏:** 包含“创建活动”按钮，以及针对选中项的“编辑”、“暂停”、“启用”、“删除”等批量操作按钮。
    - **筛选与搜索:** 提供按名称搜索、按状态筛选、按日期范围筛选等功能。
    - **下钻链接:** 活动名称通常是可点击的，点击后进入该活动的广告组列表视图。
- **广告活动/广告组/广告创建流程 (Creation Flow):**
  - **形式:** 采用多步骤向导 (Wizard) 或单页长表单，引导用户完成设置<sup>1</sup>。
  - **步骤/区域:**
    1. **目标选择 (可选/未来):** 选择营销目标（如网站流量、品牌认知）。
    2. **基本设置:** 活动/组/广告名称、关联的上级实体、状态（默认启用）。
    3. **预算与排期 (活动层级):** 设置预算类型（日/总）、金额、开始/结束日期。
    4. **定向 (广告组层级):** 选择地域、人口属性、设备等（未来可扩展更多选项）。提供地图选择、列表选择等交互方式。
    5. **出价 (广告组层级):** 选择出价策略（CPC/CPM）、设置具体出价金额。
    6. **素材 (广告层级):** 选择素材类型、上传素材文件、填写文案（标题、描述）、设置落地页 URL。提供预览功能。
    7. **回顾与提交:** 汇总展示所有设置项，供用户最终确认。提交按钮触发审核流程。
  - **体验:** 每一步提供清晰的说明和输入提示。实时验证用户输入，对错误或缺失信息给出明确反馈。
- **财务中心 (Financial Center):**

- **布局:** 通常采用标签页 (Tabs) 切换不同功能区。
- **核心元素:**
  - **余额概览:** 显眼位置显示当前账户余额。
  - **充值 (Recharge) Tab:** 提供输入充值金额的表单, 以及模拟支付信息的输入区域 (或按钮)。显示充值说明。
  - **交易历史 (Transaction History) Tab:** 数据表格展示所有交易记录, 列包括: 日期时间、交易类型 (充值/花费)、金额、状态 (成功/失败)、相关 ID (如订单号/发票号)。支持按日期和类型筛选。
  - **发票 (Invoices) Tab:** 数据表格展示已生成的发票列表, 列包括: 发票编号、账期、金额、状态 (已支付/待支付)、生成日期、下载链接。
- **效果报告仪表盘 (Performance Reporting Dashboard):**
  - **布局:** 灵活的仪表盘布局, 允许用户自定义或选择预设视图。
  - **核心元素:**
    - **全局筛选器:** 页面顶部提供日期范围选择器, 以及按广告活动/广告组等层级筛选的控件。
    - **指标卡片 (Scorecards):** 醒目展示所选时间范围内的核心汇总指标 (总展示、总点击、总花费、平均 CTR、平均 CPC/CPM、总转化 (如有) 等)。
    - **趋势图表 (Charts):** 折线图或面积图展示关键指标随时间的变化趋势。柱状图或饼图展示不同维度 (如设备、地域) 的分布。
    - **详细数据表格 (Table):** 提供按所选维度 (如活动、广告组、广告、日期、地域) 细分的效果数据。支持多选指标、排序、搜索和导出功能。
    - (参考 1)
- **管理员控制台 (Administrator Console):**
  - **布局:** 通常采用侧边栏导航 + 内容区域的布局。
  - **核心模块:**
    - **用户管理:** 列表展示所有用户 (广告主/管理员), 提供搜索/筛选功能。操作包括: 查看详情、修改角色、禁用/启用账户、邀请新用户。
    - **广告审核:**
      - **队列视图:** 表格展示待审核广告列表, 包含广告 ID、广告主、提交时间、类型等。
      - **审核详情页:** 点击列表项进入。展示广告素材预览、文案、落地页快照、广告主信息、历史审核记录。提供“批准”、“拒绝”按钮。拒绝时需选择预设理由并可添加备注。提供快速访问相关广告政策的功能<sup>25</sup>。
    - **政策管理:** 提供界面用于创建、编辑、发布和管理平台的广告政策文本。
    - **平台概览 (可选):** 显示平台级的关键指标, 如总收入、活跃广告主数量、广告审核积压情况等。

UI/UX 设计的权衡:

广告平台的特性决定了其用户界面需要在提供强大功能（如复杂的定向选项、多样的出价策略、细致的报告维度）和保持简洁易用之间找到平衡<sup>15</sup>。对于旨在“成熟”的平台，这意味着不能牺牲必要的功能，但必须通过巧妙的交互设计来管理复杂性。例如，可以为新手用户提供简化的广告创建流程和预设的报告模板，同时为高级用户提供更多自定义选项和深度分析工具。采用渐进式披露（Progressive Disclosure）的原则，即默认隐藏高级选项，仅在用户需要时展示，也是一种有效的策略。清晰的信息架构和一致的导航模式对于帮助用户在复杂的平台中定位功能至关重要。

## VII. 详细功能规格

### A. 广告审批 workflow

- **状态定义:** 广告在其生命周期中会经历以下核心状态:
  - PendingReview (待审核): 广告已提交，等待进入审核流程。
  - UnderAutomatedReview (自动审核中): 系统正在执行自动化的政策检查。
  - UnderManualReview (人工审核中): 广告已通过自动检查（或跳过），等待管理员人工审核。
  - Approved (已批准): 广告符合政策，可以投放。
  - Disapproved (未获批): 广告违反政策，无法投放。
  - PausedBySystem (系统暂停): 已批准的广告因后续发现问题（如落地页失效、被举报）而被系统暂停。
  - Archived (已归档): 广告已被删除或归档。
- **状态转换:**
  - 广告主提交/编辑广告 -> PendingReview
  - PendingReview -> 系统触发 -> UnderAutomatedReview
  - UnderAutomatedReview --(自动检查失败)--> Disapproved (记录失败原因)
  - UnderAutomatedReview --(自动检查通过, 无需人工审核)--> Approved
  - UnderAutomatedReview --(自动检查通过, 需要人工审核)--> UnderManualReview
  - UnderManualReview --(管理员批准)--> Approved
  - UnderManualReview --(管理员拒绝)--> Disapproved (记录拒绝理由)
  - Approved --(广告主编辑)--> PendingReview
  - Approved --(系统检测到问题/收到有效投诉)--> PausedBySystem / Disapproved
- **审核规则:**
  - **自动化检查:**
    - 关键词扫描: 检查广告文案、落地页内容是否包含禁用词列表中的词语（如涉及非法活动、敏感内容<sup>10</sup>）。

- **URL 检查:** 验证落地页 URL 是否可访问、是否包含恶意软件、是否与广告内容相关。
- **图片/视频分析 (未来):** 利用图像识别或视频分析技术检测不当内容。
- **广告主历史记录:** 新广告主或有违规历史的广告主可能自动触发人工审核。
  - **人工审核触发条件:** 自动化检查无法完全确定的情况、特定广告类型（如金融、医疗）、高风险广告主、用户举报等。
  - **审核标准:** 依据平台发布的最新广告政策文档进行判断<sup>10</sup>。
- **通知机制:** 系统必须在广告状态发生重要变化时（尤其是 **Approved** 和 **Disapproved**）通过站内信或邮件通知相关广告主。通知中应包含广告 ID、状态变化、如果是 **Disapproved** 则需附带明确的拒绝理由和可能的修改建议<sup>23</sup>。
- **审计日志:** 每一次审核操作（无论是系统自动完成还是管理员手动操作）都必须记录详细的日志，包括操作时间、操作者（系统或管理员 ID）、涉及的广告 ID、之前的状态、之后的状态、以及做出的决定和理由。这对于追踪问题、处理申诉和合规审计至关重要<sup>25</sup>。

## B. 核心广告效果指标

以下是平台报告系统中应包含的核心效果指标及其定义、计算方式和数据来源：

指标名称 (英文)	指标名称 (中文)	定义	计算公式	数据来源/依赖	相关 Snippets
<b>Impressions</b>	展示次数	广告在发布商页面上成功加载并显示的次数。	直接计数	广告投放服务记录的展示事件日志 (Impression Logs)	18
<b>Clicks</b>	点击次数	用户点击广告的次数。	直接计数	广告投放服务记录的点击事件日志 (Click Logs)	18
<b>CTR (Click-Through Rate)</b>	点击率	点击次数占展示次数的百分比，衡量广告吸引用户点击	$\frac{\text{Clicks}}{\text{Impressions}} \times 100\%$	依赖于准确的 Clicks 和 Impressions	18

		的能力。	100% \$	数据	
<b>Spend</b>	花费	在特定时期内为广告投放所支付的总成本。	$\Sigma(\text{Cost per Event})$	根据出价模式计算。CPC 模式: $\Sigma(\text{Cost per Click})$ ; CPM 模式: $\Sigma(1000\text{Cost per Mille} \times \text{Impressions})$ 。数据来源于竞价结果和效果日志。	<sup>22</sup> (隐式)
<b>CPC (Cost Per Click)</b>	平均点击成本	每次广告点击的平均花费。	$\$ \frac{\text{Spend}}{\text{Clicks}} \$$	依赖于准确的 Spend 和 Clicks 数据	<sup>22</sup>
<b>CPM (Cost Per Mille)</b>	平均千次展示成本	每千次广告展示的平均花费。	$\$ \frac{\text{Spend}}{\text{Impressions}} \times 1000 \$$	依赖于准确的 Spend 和 Impressions 数据	<sup>27</sup>
<b>Conversion Rate (CVR)</b>	转化率	完成转化动作的用户占点击广告用户的百分比。衡量广告带来业务成果的能力。	$\$ \frac{\text{Conversions}}{\text{Clicks}} \times 100\% \$$	依赖于转化追踪机制（如 Pixel, SDK, API）记录的 Conversions 数据和 Clicks 数据。	<sup>18</sup>
<b>CPA (Cost Per Acquisition/ Conversion)</b>	每次转化成本	获取一次转化（如购买、注册）所花费的平均广告成本。	$\$ \frac{\text{Spend}}{\text{Conversions}} \$$	依赖于准确的 Spend 和 Conversions 数据	<sup>18</sup>



<b>ROAS (Return on Ad Spend)</b>	广告支出回报率	广告活动产生的收入与广告花费的比率。衡量广告投资的盈利能力。	$\frac{\text{Conversion Revenue}}{\text{Spend}} \times 100\%$	依赖于 Spend 数据以及追踪到的转化价值 (Conversion Revenue) 数据。	18
<b>Viewability</b>	可见度	符合行业标准（如 IAB 定义：50% 像素可见至少 1 秒）的广告展示占总展示的百分比。	$\frac{\text{Viewable Impressions}}{\text{Impressions}} \times 100\%$	需要前端 JS Tag/SDK 集成可见度测量技术，并将数据回传。	29
<b>VCR (Video Completion Rate)</b>	视频完成率	观看完整视频广告的用户占开始观看视频用户的百分比（适用于视频广告）。	$\frac{\text{Completed Video Views}}{\text{Video Starts}} \times 100\%$	需要前端 JS Tag/SDK 能够追踪视频播放事件（开始、完成），并将数据回传。	29

指标计算说明:

- 上述指标应能在报告系统中按不同维度（时间、广告活动、广告组、广告、地域、设备等）进行聚合和展示。
- 转化相关指标 (CVR, CPA, ROAS) 的可用性取决于是否部署了转化追踪功能。
- 可见度和视频完成率需要前端技术的支持。
- 指标的准确性高度依赖于底层数据采集（展示、点击、转化）的准确性和完整性。

C. 发票生成规则与流程

- **触发机制:**
  - 通常为周期性自动触发，例如每月 1 日凌晨，生成上一个自然月的发票。
  - 也可能支持按需手动触发（例如，针对特定广告主提前结账）。
- **核心规则:**
  1. **确定账期:** 定义清晰的发票覆盖时间段（例如，2025 年 5 月 1 日 00:00:00 至

2025 年 5 月 31 日 23:59:59)。

2. **计算周期内总花费:** 从报告/计费服务获取该广告主在账期内的确认广告花费总额。数据源必须是经过最终确认的、用于计费的金额。
  3. **应用税费:** 根据广告主注册信息中的地理位置和适用的税法规定, 计算应缴税额。
  4. **考虑抵扣/信用:** 减去账期内已使用的任何信用额度或调整项。
  5. **计算应付金额:** 总花费 + 税费 - 抵扣/信用 = 本期应付金额。
  6. **关联支付信息:** 查询账期内或之前与本期账单相关的充值/支付记录。
  7. **计算期末余额:** 上期结余 + 本期充值 - 本期应付金额 = 期末结余/欠款。
- **数据依赖:**
    - 广告主账户信息 (ID, 公司名称, 税号, 账单地址)。
    - 账期范围。
    - 账期内每日或汇总的已确认广告花费数据。
    - 账期内相关的充值/支付交易记录。
    - 适用的税率规则。
    - 账户的上期结余信息。
  - **发票格式与内容:**
    - **标准化格式:** 通常为 PDF 格式。
    - **必要信息:**
      - 平台方信息 (名称、地址、税号)。
      - 广告主信息 (名称、地址、税号)。
      - 发票编号 (唯一)。
      - 发票日期、账单周期。
      - 花费明细 (至少按广告活动汇总, 可提供更细粒度)。
      - 花费小计、税额、总计。
      - 已支付金额、本期应付金额。
      - 付款状态、付款截止日期 (如适用)。
      - 期初/期末余额。
  - **生成流程 (自动化):**
    1. 调度器触发月度发票生成任务。
    2. 发票管理服务启动, 获取需要生成发票的广告主列表。
    3. **For each advertiser:** a. 调用计费/报告服务获取账期内总花费。 b. 调用计费服务获取账期内支付/充值记录及上期余额。 c. 根据规则计算税费、应付金额、期末余额。 d. 调用 PDF 生成服务, 传入结构化发票数据, 生成 PDF 文件。 e. 将 PDF 文件存储到对象存储, 获取文件 URL。 f. 在数据库中创建发票记录, 包含所有元数据和文件 URL。 g. 更新广告主账户状态, 标记新发票可用。 h. (可

选)调用通知服务,通知广告主发票已生成。

#### 4. 任务完成。

## VIII. 结论与未来展望

### 8.1 总结

本报告详细阐述了一个成熟的、基于 Web 的广告管理平台的需求分析、系统建模、架构设计、模块规格、接口定义和 UI/UX 概念。通过对标行业领先者(如 Google Ads, Meta Ads Manager)并结合用户核心需求,我们明确了平台应具备的功能范围和“成熟”特性。

推荐采用**微服务架构**,以应对广告平台在高并发、功能扩展和快速迭代方面的挑战。该架构将平台划分为广告管理、素材管理、审核与政策、用户账户、计费支付、报告分析、发票管理和广告投放等核心服务。技术栈的选择兼顾了性能、可伸缩性、开发效率和生态成熟度,建议采用 Java/Python/Node.js 后端、React/Angular/Vue.js 前端、PostgreSQL/MySQL 关系型数据库、适当引入 NoSQL 和缓存、使用 Kafka 等消息队列进行异步通信,并基于 Docker 和 Kubernetes 进行云原生部署。

报告中详细定义了关键业务流程(如广告审批、充值、报告生成)、核心数据模型、内部及外部 API 规范,并勾勒了主要用户界面的设计概念。特别强调了事件驱动通信模式对于解耦服务、提升系统韧性的重要性,以及数据模型设计对未来报告分析能力的影响。

### 8.2 未来展望

虽然本报告设计的平台已具备坚实的基础和成熟的潜力,但广告技术领域日新月异,未来可持续发展需要关注以下方向:

- **高级定向能力:** 逐步引入更复杂的定向选项,如行为定向(基于用户历史行为)、上下文定向(基于页面内容)、自定义受众(上传客户列表)、相似受众(Lookalike Audiences)和再营销(Retargeting)<sup>17</sup>,以提升广告精准度。
- **AI/ML 深度融合:** 大力投入人工智能和机器学习技术,用于:
  - **智能出价与预算分配:** 自动优化出价以达成广告主设定的目标(如 CPA, ROAS)<sup>2</sup>。
  - **受众智能推荐:** 基于数据分析推荐可能有效的潜在受众。
  - **动态创意优化(DCO):** 根据用户特征自动组合素材元素,生成个性化广告<sup>16</sup>。
  - **效果预测与异常检测:** 预测广告效果,及时发现并预警投放异常。
  - **增强广告审核:** 利用 AI 辅助识别违规内容,提高审核效率和准确性。
  - **反欺诈:** 应用机器学习模型识别无效流量和欺诈行为。
- **扩展广告格式支持:** 除了基础的图文广告,逐步支持视频广告(包括插播、激励视频等)、原生广告、信息流广告、甚至新兴的互动广告格式<sup>3</sup>。

- **程序化生态集成 (RTB):** 构建或集成实时竞价 (RTB) 功能, 使平台能够作为 DSP 参与外部广告交易市场, 极大拓展广告库存来源和投放能力<sup>7</sup>。
- **增强分析与归因:** 提供更高级的报告功能, 如多渠道归因模型分析、用户生命周期价值 (CLV) 报告<sup>22</sup>、跨设备追踪<sup>21</sup>、A/B 测试框架等<sup>16</sup>。
- **深化第三方集成:** 加强与主流网站分析工具 (如 Google Analytics<sup>1)</sup>、CRM 系统<sup>38</sup>、电商平台<sup>34</sup>、数据管理平台 (DMP)<sup>38</sup> 的集成能力, 实现数据互通和协同 workflows。
- **用户体验持续优化:** 提供更个性化的界面、更智能的优化建议、自助式问题解决工具 (如帮助中心、社区<sup>1)</sup>。
- **合规与隐私:** 持续关注全球数据隐私法规 (如 GDPR, CCPA) 的变化, 确保平台合规。考虑集成同意管理平台 (CMP)<sup>54</sup>, 并提高数据处理的透明度<sup>11</sup>。

通过在当前坚实的基础上, 持续投入研发, 关注行业趋势, 并逐步实现上述未来方向, 本广告管理平台将能够不断提升其市场竞争力, 真正成长为一个功能强大、智能高效的成熟平台。

## 引用的著作

1. Contact Google Ads Experts for Ad Support, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://business.google.com/us/support/ads-expert/>
2. Marketing Tools and Advertising Solutions on Facebook and ..., 访问时间为 四月 29, 2025, <https://business.meta.com/>
3. Google Ads - Get Customers and Sell More with Online Advertising, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://business.google.com/us/google-ads/>
4. What Are the Benefits of a Microservices Architecture? - Akamai, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.akamai.com/blog/cloud/benefits-of-a-microservices-architecture>
5. 5 Advantages of Microservices [+ Disadvantages] - Atlassian, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.atlassian.com/microservices/cloud-computing/advantages-of-microservices>
6. Pros and Cons of Building Your Own RTB Bidder or DSP - Clearcode, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://clearcode.cc/blog/building-rtb-bidder/>
7. Build a reference architecture for a demand-side platform in AdTech - Redpanda, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.redpanda.com/blog/reference-architecture-demand-side-platform-adtech>
8. 5 Pros and Cons of Microservices Explained - HitechNectar, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://hitechnectar.com/blogs/5-pros-and-cons-of-microservices-explained/>
9. Microservices: what are pros and cons? - Stack Overflow, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://stackoverflow.com/questions/34903605/microservices-what-are-pros-and-cons>

10. Google Ads Policies and Guidelines - Transparency Center, 访问时间为 四月 29, 2025, [https://transparency.google/intl/en\\_US/our-policies/product-terms/google-ads/](https://transparency.google/intl/en_US/our-policies/product-terms/google-ads/)
11. Ad Controls and Personalization Settings - Google Safety Center, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://safety.google/privacy/ads-and-data/>
12. Introduction to the Advertising Standards | Transparency Center, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://transparency.meta.com/policies/ad-standards/>
13. Advantages and disadvantages of microservices architecture | QA, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.qa.com/resources/blog/microservices-architecture-challenge-advantage-drawback/>
14. Discuss the pros and cons of using microservices a... - Red Hat Learning Community, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://learn.redhat.com/t5/General/Discuss-the-pros-and-cons-of-using-microservices-architecture/td-p/43569>
15. Google Ads Help, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://support.google.com/google-ads/?hl=en>
16. Ads Manager vs. Meta Business Suite | Metricool, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://metricool.com/ads-manager-vs-meta-business-suite/>
17. How To Use (Meta) Facebook Ads Manager: A Comprehensive Guide (2024) - Shopify, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.shopify.com/blog/facebook-ads-manager>
18. Features of Online Advertising You Need to Know - The Media Ant, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.themediant.com/blog/features-of-online-advertising/>
19. 12 Features to look for while choosing an AdTech Platform, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.flipkartcommercecloud.com/how-to-choose-ad-tech-platform>
20. What Is Digital Advertising? Types, Benefits & Examples (+Pro Tips!) | WordStream, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.wordstream.com/blog/ws/2023/02/24/digital-advertising>
21. 10 Key Features of a Programmatic Advertising Platform | AdRoll, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.adroll.com/blog/10-key-features-of-a-programmatic-advertising-platform>
22. 15 Digital Marketing Metrics & KPIs to Measure Performance - MNTN, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://mountain.com/blog/marketing-metrics/>
23. Learn the ad approval process - Authorized Buyers Help, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://support.google.com/authorizedbuyers/answer/2561796?hl=en>
24. How Does the Ad Approval and Review Process Ensure Policy Compliance?, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://aimarketingengineers.com/how-does-the-ad-approval-and-review-process-ensure-policy-compliance/>
25. Predict360 Marketing Ad Review Application - 360Factors, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.360factors.com/marketing-ad-review-application/>



26. What is Digital Marketing? 8 Types | SNHU, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.snhu.edu/about-us/newsroom/business/types-of-digital-marketing>
27. 25 Advertising Metrics All Digital Marketers Need to Be Tracking - Instapage, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://instapage.com/blog/key-advertising-metrics/>
28. Top 10 Digital Marketing Metrics and KPIs | Klipfolio, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.klipfolio.com/resources/kpi-examples/digital-marketing>
29. Top 7 Digital Ad Performance Metrics to Monitor - Playwire, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.playwire.com/blog/digital-ad-performance-metrics>
30. Agency Tech Stack - ATS - Admixer.com, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://admixer.com/agency-tech-stack/>
31. Get in touch - Google Ad Manager, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://admanager.google.com/home/contact-us/>
32. New features & announcements - Google Ads Help, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://support.google.com/google-ads/announcements/9048695?hl=en>
33. About Accounts Center | Meta Help Center, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.meta.com/help/accounts-center/>
34. Connect your online store with Meta for Business | Square Support Center - US, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://squareup.com/help/us/en/article/7887-connect-square-online-with-meta-for-business>
35. How to Use the Facebook Ads Manager in 7 Steps - Buffer, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://buffer.com/library/facebook-ads-manager/>
36. The Best Digital Advertising Platforms - Instapage, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://instapage.com/blog/best-advertising-platforms/>
37. Marketing Reporting: The Ultimate Guide for Digital Marketers, Including Dashboards, Templates, Tools & Software - Supermetrics, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://supermetrics.com/blog/marketing-reporting>
38. What is an AdTech Stack: Startup's Strategic Guide 2024, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://aloha.co/blog/adtech-stack>
39. 10 Use Case Diagram Examples (and How to Create Them) - Venngage, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://venngage.com/blog/use-case-diagram-example/>
40. Use Case Diagram - Unified Modeling Language (UML) - GeeksforGeeks, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.geeksforgeeks.org/use-case-diagram/>
41. Use Case Diagrams - SmartDraw, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.smartdraw.com/use-case-diagram/>
42. 8 Use Case Diagram Examples: Detailed Explaining & Draw Online for Free - Boardmix, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://boardmix.com/examples/use-case-diagram-example/>
43. Workflow Diagram: Symbols, Uses, and Examples [2025] - Asana, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://asana.com/resources/workflow-diagram>
44. Activity Diagram Tutorial | Easy Guide with Examples - Creately, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://creately.com/guides/activity-diagram-tutorial/>
45. 13 Activity Diagram Examples - Edraw's Top Picks, 访问时间为 四月 29, 2025,



<https://edrawmax.wondershare.com/development-tips/activity-diagram-examples.html>

46. Workflow diagram examples: Types, best practices, and samples - Wrike, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.wrike.com/blog/workflow-diagram-examples/>
47. Workflow Diagram Examples and Tips - Smartsheet, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.smartsheet.com/content/workflow-diagrams>
48. ER diagram example - Lucidchart, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.lucidchart.com/pages/templates/er-diagram-example>
49. Entity Relationship (ER) diagrams guide - Nulab, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://nulab.com/learn/software-development/entity-relationship-diagrams-guide/>
50. Entity Relationship Diagram (ERD) - What is an ER Diagram? - SmartDraw, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.smartdraw.com/entity-relationship-diagram/>
51. 20 Typical ER Diagram Examples for Various Use Cases - Wondershare EdrawMax, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://edrawmax.wondershare.com/database-tips/er-diagram-examples.html>
52. Real-Time Bidding (RTB): The Complete Guide - Smaato, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.smaato.com/real-time-bidding/>
53. Microservices: The Pros and Cons - Core dna, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.coredna.com/blogs/microservices-pros-cons>
54. What is AdTech? The AdTech Stack Simplified & Explained - KORTX, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://kortx.io/news/ad-tech-stack/>
55. 21 proven tools for your marketing tech stack - Dashly blog, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.dashly.io/blog/marketing-tech-stack/>
56. The 10 Best Advertising Tools for Your Campaign Tech Stack - Semrush, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.semrush.com/blog/advertising-tools/>
57. The Ad Tech Stack Top Advertisers Use to Connect with Their Audience - Instapage, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://instapage.com/blog/ad-tech-stack/>
58. Mastering an Effective Marketing Approval Process in 2025 - Planable, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://planable.io/blog/marketing-approval-process/>
59. 10 best approval software for marketing and creative teams - Filestage, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://filestage.io/blog/approval-software/>
60. Ad Proofing Software - Ziflow, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.ziflow.com/ad-proofing>
61. Real-Time Bidding | Dremio, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.dremio.com/wiki/real-time-bidding/>
62. Real-Time Bidding (RTB) Protocol - Google for Developers, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://developers.google.com/authorized-buyers/rtb/get-started/start>
63. Advertising agency workflows: 11 steps to build better processes - Resource Guru, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://resourceguruapp.com/blog/agencies/advertising-agency-workflow>

64. How To Create a Digital Marketing Campaign [Step-By-Step Guide + ..., 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.copy.ai/blog/how-to-create-digital-marketing-campaign>
65. Digital Ad Ratings - Audience measurement - Nielsen, 访问时间为 四月 29, 2025, <https://www.nielsen.com/solutions/audience-measurement/digital-ad-ratings/>