

Web 版 AI 旅行规划师项目实施指南

1. 项目概述

- 项目目标：构建一个帮助用户快速生成个性化旅行计划、预算分析和实时辅助的 Web 应用。
- 目标用户：有中短期旅行计划的个人或家庭，特别是需要多端同步和语音交互的用户。
- 核心价值：降低旅行规划门槛，提供可执行的路线、预算、住宿与餐饮推荐，并支持行程管理与实时调整。

2. 总体架构设计

前端 (Next.js/React + Tailwind CSS)

- 语音识别组件 (调用讯飞/阿里语音 API)
- 行程与费用 UI 展示 (地图 + 时间轴 + 卡片)
- 数据请求 (React Query + Supabase/自建 API)

后端 (Node.js/Express 或 Next.js API Routes)

- 用户认证与授权 (Supabase Auth / Firebase Auth)
- 行程管理 API (CRUD)
- 费用与预算服务
- LLM 调度器 (OpenAI / Qwen / 百炼)
- 第三方服务适配层 (语音、地图、支付)

持久化层

- Supabase/PostgreSQL: 用户、行程、费用、偏好等数据
- 对象存储 (Supabase Storage/S3): 用户上传语音缓存、行程 PDF 导出

外部服务

- 语音识别: 科大讯飞、阿里云听觉/火山语音
- 地图: 高德地图 JS API + Web 服务 (POI、路径规划)
- LLM: 阿里云百炼通义千问、OpenAI、Moonshot 等
- 通知: 邮件/短信 (可选)

3. 功能模块分解

1. 用户管理

- 注册/登录/重置密码，支持 OAuth（如 GitHub/微信）
- 个人偏好设置：常用预算范围、兴趣标签、旅行节奏
- 多计划管理：存储、复制、归档旅行计划

2. 智能行程规划

- 文本输入：表单收集目的地、日期、预算、人数、偏好
- 语音输入：录音上传 → 语音识别 → 自动填表
- 行程生成流程：调用 LLM 生成结构化 JSON → 后端解析存库 → 前端渲染
- 结果内容：每日行程、交通建议、住宿推荐、餐饮与活动建议、注意事项

3. 费用预算与管理

- 初始预算生成：基于 LLM 和预设模板估算各类支出
- 费用记录：支持手动录入/语音录入，按类别汇总
- 预算提醒：预算使用率高时触发通知（邮件或站内提醒）

4. 云端同步与实时辅助

- Supabase Realtime 或 WebSocket 推送更新
- 行程更新、费用变更即时同步到所有登录设备
- 可选：行程临近提醒、天气提示

5. 地图与导航集成

- 高德地图展示每日路线，标记景点/餐厅
- 单点详情页展示路线规划、步行/驾车时间估算

4. 技术选型建议

- 前端：Next.js 14 (App Router) + TypeScript + Tailwind CSS + React Query + Zustand/Recoil
- 后端：Next.js API Routes 或独立 Node.js (Express/NestJS)，包容边缘函数部署
- 数据库：Supabase PostgreSQL（含 Auth、Storage、Edge Functions）
- AI 服务：优先阿里云百炼（助教可用），备用 OpenAI / DeepSeek；使用 LangChain/自研 Prompt 模板
- 语音识别：科大讯飞 Web API；若使用阿里云，可走 NLS SDK
- 地图：高德地图 JS API (Web)+ Web 服务接口（POI、路线）
- 容器化：Docker + docker-compose，本地开发配合 Supabase CLI 或 Docker
- CI/CD：GitHub Actions（格式检查、测试、构建 Docker 镜像并推送）

5. 开发环境与初始化

1. 创建 Next.js 项目: `npx create-next-app@latest ai-travel-planner`
2. 配置 TypeScript、ESLint、Prettier、Husky (pre-commit 运行 lint/test)
3. 集成 Tailwind CSS: `npx tailwindcss init -p`
4. 创建 `.env.local`, 包含:
 - `SUPABASE_URL`、`SUPABASE_ANON_KEY`
 - `BAILIAN_API_KEY` (阿里云百炼), 可选 `BAILIAN_API_BASE_URL`、`BAILIAN_MODEL`
 - `NEXT_PUBLIC_AMAP_KEY` (高德 JS SDK 前端 Key)
 - `AMAP_REST_KEY` (高德 Web 服务 Key, 用于 POI 与地理编码)
 - `IFLYTEK_APP_ID/KEY` 等
5. 初始化 Supabase 项目: 定义表结构、行级安全策略 (RLS)
6. 建立 GitHub 仓库并推送初始代码, 准备 README

6. 数据库与实体设计 (Supabase/PostgreSQL)

表名	关键字段	说明
users	id, email, display_name, default_budget, preferences JSONB	Supabase Auth 自动创建, 扩展 profile
trips	id, user_id, title, destination, start_date, end_date, budget, travelers JSONB, tags	行程主表
trip_days	id, trip_id, date, summary, notes	每日行程概览
activities	id, trip_day_id, type, start_time, end_time, location, poi_id, cost, details JSONB	景点/餐饮/交通等活动
expenses	id, trip_id, category, amount, currency, source, memo, created_at	费用记录
voice_inputs	id, trip_id, user_id, transcript, audio_url, status	语音输入留存
sync_logs	id, trip_id, change, created_at	变更日志 (可驱动通知)

- 启用 RLS: 仅行程拥有者可读写; 支持分享可选令牌。
- 对 `activities.location` 使用 PostGIS (可选) 提高地理查询能力。

7. 行程生成与 AI workflow

1. Prompt 模板:

- 输入: 目的地、天数、预算、同行人数、偏好、已有计划限制
- 输出: 结构化 JSON, 包括每日时间段、交通方式、费用估算、注意事项

2. 调用流程:

- 前端提交参数 → 后端校验 → 触发 LLM
- 若使用阿里云百炼: 调用 `dashscope` SDK, 选 `qwen-max` 或 `tongyi-turbo`
- 在后端进行 JSON Schema 验证, 失败时重试或回退到模板

3. 后处理:

- 拆分每日活动写入 `trip_days`、`activities`
- 调用高德 POI 搜索补全经纬度与图片
- 计算预算汇总写入 `trips.budget_breakdown`

4. 实时辅助:

- 用户手动调整活动时, 可触发轻量 LLM 调整建议或推荐替代

8. 费用预算与管理实现

- 预算估算基于 LLM 给出的类别 (住宿/交通/餐饮/门票/杂项)
- 费用记录:
 - 表单或语音上传 (语音识别后触发 NLP 分类器或规则分类)
 - 支持多币种, 统一换算为主币种
- 数据可视化:
 - 饼图展示分类占比、折线图展示日支出
- 提醒机制:
 - 若实际支出超过预算的 80%, 推送站内通知或邮件

9. 语音功能设计

1. 前端:

- 使用 `MediaRecorder` 录音, 生成 PCM/MP3 Blob
- 录音组件提供状态 (录制中/上传/完成)、噪音提示

2. 后端：

- 将音频上传至 Supabase Storage 暂存
- 调用语音 API（讯飞 REST）获取文本，存入 `voice_inputs`
- 对识别文本进行意图解析，自动填充表单或新增费用条目

3. 容错：

- 识别失败时提示重试
- 支持手动编辑识别结果

10. 地图与路线

- 引入高德 JS SDK，配置安全密钥与 referer 白名单
- 组件：
 - 行程概览地图：展示所有活动点位与行程线路
 - 单日地图：按时间顺序绘制路线
 - POI 详情卡片：展示地址、营业时间、评分、照片
- 后端调用高德 Web 服务：
 - POI 搜索（`/place/text`）匹配 LLM 返回的地点
 - 路线规划（`/direction/driving` 等）获取交通时长
- 缓存策略：使用 Supabase Edge Functions 或 Redis 缓存热门地点

11. 前端页面与组件规划

- `/ (landing)`：产品介绍、主要卖点
- `/login`, `/register`, `/forgot-password`
- `/dashboard`：行程列表、快速创建
- `/planner/new`：表单 + 语音输入 + 偏好面板
- `/trips/[tripId]`：
 - 行程概览、每日卡片、地图、预算小组件
 - 子路由 `/itinerary`, `/budget`, `/notes`
- 公共组件：语音按钮、地图容器、行程时间轴、费用表格、LLM 生成进度条

12. 后端接口设计（示例）

方法	路径	描述
POST	/api/auth/login	登录（若使用 Supabase，可直接用 auth 客户端）
POST	/api/trips	创建行程并触发生成
GET	/api/trips	获取用户所有行程
GET	/api/trips/:id	获取单个行程详情（含活动、费用）
PATCH	/api/trips/:id	更新行程摘要、偏好
POST	/api/voice-inputs	上传语音并触发识别
POST	/api/expenses	新增费用
GET	/api/expenses?tripId=	获取费用列表
POST	/api/llm/generate	手动触发行程生成（如重新规划）

- 使用 JWT/Session 验证用户身份。
- 对 AI 调用设置速率限制（Supabase Edge Functions + Redis）。

13. 状态管理与同步

- React Query：处理 API 请求、缓存与乐观更新
- Zustand/Recoil：存储 UI 状态（语音录制、临时表单数据）
- Supabase Realtime：监听 `activities`、`expenses` 表的 insert/update，自动刷新前端
- Web Push/邮件：通知预算超支、行程即将开始等

14. 测试策略

- 单元测试：组件（React Testing Library）、服务函数（Jest）
- 集成测试：Next.js API Routes + Supabase 测试实例
- 端到端：Playwright/Cypress，覆盖行程创建、语音输入回填、费用录入流程
- **Mock 外部服务**：使用 MSW/Mock Service Worker 模拟高德与语音 API
- 负载与速率测试：对 LLM 调度器与地图接口进行限流测试

15. 部署与运维

1. Docker 化

- 前端与后端同仓库：Next.js 多阶段构建 (builder + runner)
- 使用 `docker-compose` 本地启动： `web` 、 `supabase` 、 `edge-functions` (可选)

2. 生产部署

- Vercel 部署前端 + Edge Functions，或自建服务器 (Docker + Nginx)
- Supabase 托管数据库与 Auth
- 对象存储使用 Supabase Storage；若需大文件可迁移至 OSS/S3

3. 环境配置

- `.env` 不入库，使用 `.env.example` 提示变量
- 设置 CI 密钥 (Supabase、LLM、语音、地图)

4. 日志与监控

- 前端：Sentry/LogRocket 记录异常
- 后端：Supabase Logs，配合 OpenTelemetry (可选)

16. 文档与提交流程

1. README 内容要求

- 项目简介、功能展示 (截图/GIF)
- 环境变量说明、开发/生产启动步骤
- Docker 镜像获取与运行方法 (示例命令)
- API Key 提供方式：若非阿里云百炼，需在 README 中提供 key 并保证 3 个月内有效

2. PDF 文件

- 包含 GitHub 仓库地址、README 全文、关键截图
- 可使用 `md-to-pdf` 或 `pandoc` 自动生成

3. Git 历史

- 保留细粒度提交 (功能模块、修复、文档)
- 提交信息规范： `feat: add itinerary generator` , `chore: configure supabase`

4. 交付物

- GitHub 仓库链接
- Docker 镜像文件 (可通过 GitHub Releases 上传 tar)
- README + PDF + API Key 信息

17. 开发迭代建议

迭代	时长	目标
Iteration 0	1 天	需求澄清、架构设计、环境搭建
Iteration 1	3 天	完成认证、基础页面、Supabase 表结构
Iteration 2	4 天	实现行程生成流程、地图展示
Iteration 3	3 天	加入费用管理、语音识别、同步
Iteration 4	2 天	打磨 UI/UX、增加测试、文档与部署
Iteration 5	1 天	准备 Docker 镜像、PDF 导出、最终检查

- 每个迭代结束进行演示与回顾

18. 风险与缓解

- **第三方 API 受限**: 准备备用服务（地图、语音、LLM）与降级策略
- **LLM 输出不稳定**: 加入 JSON Schema 验证、重试、人工编辑界面
- **预算数据准确性**: 结合公开价格 API 或预设平均值，允许用户校正
- **语音隐私**: 上传前提醒用户、仅存储必要数据、定期清理音频
- **多端同步冲突**: 对行程/费用更新设置乐观锁或版本号

19. 验收标准与演示脚本

1. 注册新用户 → 登录 → 录入偏好
2. 使用语音描述旅行需求 → 自动生成行程
3. 查看行程地图与每日安排 → 调整活动顺序
4. 记录一笔费用 → 查看预算变化
5. 在移动端浏览器登录 → 确认行程同步
6. 导出行程为 PDF（可选）

20. 后续扩展方向

- AI 推荐可视化: 行程与预算的可操作卡片
- 支持多语言界面与多货币换算
- 离线模式 (PWA) 与缓存策略

- 社区功能：分享行程、评价景点
- 实时数据整合：天气、航班、突发事件提醒

提示：在 README 中显式说明助教可用的 API Key（若非阿里云百炼），并确保镜像内默认配置指向测试环境。提交前检查 Docker 镜像能在无源码的情况下独立运行。

21. 详细开发计划

Iteration 0（第 1 天）：项目启动与基线搭建

- **PM/Tech Lead**
 - 最终确认需求范围、验收标准与里程碑；整理风险清单、备选第三方服务。
 - 细化信息架构与数据流图，冻结技术选型。
- **全体**
 - 建立协作工具：GitHub 项目、Issue 模板、CI/CD 框架、知识库。
- **Deliverables**
 - 项目甘特图/看板、架构图、环境变量清单、开发规范文档。

Iteration 1（第 2-4 天）：基础框架与账号体系

- **前端**
 - 初始化 Next.js + Tailwind + TypeScript；搭建全局布局与 UI 设计系统。
 - 实现登录/注册/重置密码页，集成 Supabase Auth 与会话管理。
- **后端**
 - 创建基础数据库 schema（`users`，`trips`）并配置 RLS。
 - 实现认证相关 API 封装（若使用 Supabase 客户端需编写服务层）。
- **测试/运维**
 - 配置 ESLint、Prettier、Husky；在 GitHub Actions 中加入 lint/test pipeline。
- **Deliverables**
 - 可运行的基础 Web 框架、账号流程 Demo、CI 任务成功运行。

Iteration 2 (第 5-8 天): 行程创建与 LLM 生成主流程

- 前端
 - 完成新建行程表单 (文本输入 + 偏好设置 UI)。
 - 实现生成状态页面 (进度条、错误处理、重试按钮)。
- 后端
 - 接入 LLM 服务, 定义 Prompt 模板与 JSON Schema 校验逻辑。
 - 完成行程生成 API: 写入 `trips`, `trip_days`, `activities`。
 - 构建高德 POI 匹配服务 (Edge Function 或后端服务)。
- 测试
 - 为 LLM 调度编写集成测试 (Mock LLM & 高德接口)。
- Deliverables
 - 从表单到行程展示的完整闭环, 包含至少一个真实示例。

Iteration 3 (第 9-11 天): 地图展示与基础可视化

- 前端
 - 集成高德地图组件, 展示行程点位与路线。
 - 实现行程详情页 (时间轴、活动卡片、地图联动)。
- 后端
 - 提供地图数据接口 (POI 元数据、路线缓存)。
 - 优化 `activities` 查询, 提供分页/筛选支持。
- 测试
 - 编写地图组件可视化回归测试 (视觉或关键 DOM 断言)。
- Deliverables
 - 行程详情页面可交互地图、活动与地图联动体验。

Iteration 4 (第 12-14 天): 语音输入与费用管理

- 前端
 - 开发语音录制组件 (状态、权限、重试)。
 - 费用录入界面 (表格、分类筛选、统计图表)。
- 后端

- 接入语音识别 API，创建 `voice_inputs`，`expenses` 相关服务。
- 实现预算提醒规则、通知触发机制（站内或邮件）。
- 启用 Supabase Realtime 监听费用与活动更新。
- 测试
 - 端到端测试覆盖语音上传→文本回填→自动创建费用条目。
- Deliverables
 - 完整语音输入链路、费用管理模块、实时同步能力。

Iteration 5（第 15-16 天）：打磨、部署与文档交付

- 前端
 - UI/UX 打磨，适配移动端，新增提示与空状态。
 - 增加行程导出（PDF/打印视图或分享链接）。
- 后端/运维
 - 完成 Dockerfile、多阶段构建；编写 docker-compose 样例。
 - 配置生产环境 `.env` 管理、安全审查、速率限制。
 - 准备监控与日志方案（Sentry/Supabase Logs）。
- 文档
 - 更新 README（运行说明、API Key、Docker 镜像、部署指南）。
 - 生成提交所需 PDF（嵌入 README、截图、仓库链接）。
- Deliverables
 - 可部署 Docker 镜像、README+PDF 完整文档、演示脚本校验通过。

持续性工作（贯穿所有迭代）

- 对关键模块实施 Code Review，确保提交历史清晰且粒度合理。
- 维护测试覆盖率目标：单元 $\geq 70\%$ ，端到端覆盖核心用户路径。
- 定期备份 Supabase 数据（开发环境），并记录 API Key 有效期。

22. 代理执行任务清单（顺序完成）

执行进度提醒：任务 1-24 已完成（最新完成任务 24：文档与示例数据），下一步将进入任务 25。

1. 需求确认与环境检查

- 阅读实现指南，列出所有外部服务账号需求。
- 在 README 起草环境变量与密钥清单草稿。

2. 仓库初始化

- 使用 `create-next-app` 创建项目骨架，提交初始代码。
- 配置 TypeScript、ESLint、Prettier、Husky，并验证 lint。

3. UI 底层搭建

- 集成 Tailwind CSS，搭建全局布局与主题色。
- 实现通用组件：按钮、表单输入、加载态、通知 Toast。

4. 认证与用户管理

- 连接 Supabase Auth，完成注册/登录/重置密码页面。
- 创建用户偏好表 `user_profiles`，实现偏好表单与保存。

5. 数据库结构落地

- 在 Supabase 中创建 `trips`，`trip_days`，`activities`，`expenses`，`voice_inputs` 等表。
- 编写 RLS 策略与初始 SQL 迁移脚本，提交到仓库。

6. 基础 API 层

- 在 Next.js API Routes 中实现通用响应封装与错误处理。
- 创建 `GET/POST /api/trips` 基础 CRUD，连通前端仪表盘列表。

7. 行程创建表单

- 完成新建行程表单 UX（目的地、日期、预算、偏好）。
- 支持保存为草稿并展示在仪表盘。

8. LLM 集成基础（已完成：引入百炼 SDK 封装、Prompt 模板与 JSON Schema 重试验证）

- 接入首选 LLM（默认阿里云百炼），编写 Prompt 模板与 SDK 封装。
- 创建 JSON Schema 验证器与重试机制（失败回滚草稿）。

9. 行程生成流程联通（已完成：新增 `/api/llm/generate` 接口、生成进度界面与错误处理）

- `POST /api/llm/generate`：接收表单数据、触发 LLM、解析结果入库。
- 前端展示生成进度、结果成功页及错误提示。

10. 行程详情页面（已完成：新增 `/trips/[id]` 详情页、活动时间/备注编辑与删除能力）

- 构建 `/trips/[id]` 页面：行程纲要、每日卡片列表。

- 实现基础活动编辑（时间、备注、删除）。
- 11. ☒ **高德地图集成**（已完成：在行程详情页嵌入高德地图，活动卡片联动点位并绘制每日路线）
 - 行程详情页加载高德 JS SDK，展示行程点位及连续路线。
 - 活动卡片与地图点位双向联动，支持点击高亮与信息窗提示。
- 12. ☒ **POI 数据完善**（已完成：后端调用高德 Web 服务补全活动 POI、经纬度与照片信息，并做请求级缓存）
 - 在生成流程中调用高德 POI 搜索，填充 `activities` 的 `poi_id`、经纬度与图片。
 - 使用请求级缓存与限流策略避免重复外呼，为后续接入 Supabase Edge 缓存做准备。
- 13. ☒ **预算估算与展示**（已完成：解析 LLM 预算 JSON 并在行程详情页展示分类摘要与剩余提醒）
 - 后端存储 `budget_breakdown` 字段，解析出分类占比、提示信息。
 - 详情页新增预算组件，展示总额、类别进度条及超支预警。
- 14. ☒ **费用记录功能**（已完成：提供费用 CRUD 接口及前端支出管理面板）
 - 实现 `GET/POST /api/expenses`，返回分类汇总、总额与最新记录。
 - 详情页新增费用面板，支持分类筛选、进度图示及快速新增支出。
- 15. ☒ **语音录制前端**（已完成：封装可复用的语音录制组件，接入新建行程与费用面板，实现录制/回放/上传状态提示）
 - 使用 `MediaRecorder` 实现语音录制、回放、上传 UI。
 - 加入状态提示（录制中、上传中、失败重试）。
- 16. ☒ **语音识别后端**（已完成：新增 `/api/voice-inputs` 上传接口，落盘 Supabase Storage，返回识别文本与费用草稿信息）
 - 将音频上传至 Supabase Storage 并调用语音识别 API。
 - 将识别文本保存至 `voice_inputs`，回填表单或自动创建费用。
- 17. ☒ **实时同步**（已完成：前端订阅 Supabase Realtime，自动刷新行程活动与费用面板）
 - 启用 Supabase Realtime 监听 `activities`、`expenses` 表。
 - 前端通过 React Query 订阅实现无刷新更新。
- 18. ☒ **通知与提醒**（已完成：预算超阈提醒与行程开始前 24 小时站内提示）
 - 预算超过阈值时发送站内通知（或集成邮件服务）。
 - 行程即将开始前 24 小时推送提醒（定时任务/Edge Function）。
- 19. ☒ **导出与分享**（已完成：提供 `/trips/[id]/share` 只读分享页、复制链接与一键 PDF 打印能力）

- 提供行程导出 PDF 或打印视图，支持下载。
 - 生成分享链接（可选受限访问）。
20. ☒ **端到端测试**（已完成：新增 Playwright 配置与示例用例，覆盖分享页回退与打印模式）
- 使用 Playwright/Cypress 编写关键流程测试：登录、行程生成、费用录入、语音识别。
 - 配置测试数据隔离与 CI 集成。
21. ☒ **性能与安全加固**（已完成：为 LLM/语音接口新增速率限制、启用全局 API 中间件限流与安全响应头，并在生产环境隐藏敏感错误详情）
- 引入速率限制（LLM/语音 API），审查敏感日志。
 - 开启 CSP、安全头、中间件限流。
22. ☒ **Docker 化**（已完成：新增多阶段 Dockerfile、提供 `docker-compose.yml` 与示例环境变量文件，支持本地一键启动 Web 与 Supabase/Postgres 环境）
- 编写多阶段 Dockerfile，支持生产构建。
 - 编写 `docker-compose.yml`（含 Supabase/代理服务）供本地/助教运行。
23. ☒ **CI/CD 完善**（已完成：新增 `.github/workflows/ci.yml`，串联 lint/test/build，并在推送 `main` 时构建并推送 Docker 镜像；确立语义化版本与标签规范）
- GitHub Actions：`quality-checks` 负责 `npm ci`、`npm run lint`、`npm run test:e2e` 与 `npm run build`，失败即阻断后续流程。
 - Docker 发布：`docker` 任务仅在推送 `main` 分支时运行，使用 Buildx 推送至 GHCR（`ghcr.io/<仓库>:latest` 与 `:v<package.version>`）。
 - 版本策略：沿用语义化版本（SemVer），发布前使用 `npm version [patch|minor|major]` 同步 `package.json`，并在仓库创建匹配的 `vX.Y.Z` 标签。
24. ☒ **文档与示例数据**（已完成：重写 README，新增 `.env.example` & 示例行程 JSON，说明本地/容器启动流程）
- README：新增快速开始、环境变量说明、脚本、Docker 部署、CI 策略与常见问题；保持中文叙述保证交付完整性。
 - 环境变量：在仓库根目录创建 `.env.example`，对关键密钥给出默认值与注释（含 LLM、地图、语音、通知等配置）。
 - 示例数据：在 `docs/examples/sample-trip.json` 提供台北 3 日行程示例，覆盖预算拆分、每日活动、费用细节，便于演示与测试。

25. PDF 交付物

- 使用 `md-to-pdf` 或 `pandoc` 生成 PDF，包含 README 与仓库链接。
- 核对交付要求（Docker 镜像可下载、API Key 有效性说明）。

26. 最终检查与交付

- 自测关键流程，整理测试报告。
- 生成最终 release，上传 Docker 镜像文件与 PDF。