

海外路网数据完整性对比可视化工具 (POC)

项目名称	斯图加特路网数据对比可视化工具	版本	V1.1 (Final)
客户/角色	海外地图业务专家	日期	2025年11月
测试区域	德国斯图加特-魏恩多夫附近 (Stuttgart-Weilimdorf)	技术栈	Python (Flask, Geopandas) + Mapbox GL JS

1. 项目目标

提供一个量化且直观的工具，通过 Mapbox 可视化和量化指标，对比 HERE 和 OSM 相对于 Google Roads API（商业基准）在德国斯图加特指定区域的路网几何和关键属性（限速）完整性差异。

2. 技术规范与环境配置 (Technical Specification & Setup)

规范名称	细节描述
T1 区域边界坐标	WGS84 矩形边界： \$Lat_{min}\\$: 48.78°, \$Lon_{min}\\$: 9.10°\br/>\$Lat_{max}\\$: 48.88°, \$Lon_{max}\\$: 9.20°
T2 API Key 管理	所有密钥必须通过 环境变量 加载： GOOGLE_ROADS_API_KEY, HERE_MAP_DATA_API_KEY,

	MAPBOX_ACCE SS_TOKEN。
T3 Google Roads 采样密度	GPS 采样点间隔：50 米。用于 Nearest Roads 服务的生成。
T4 HERE Map Data API	使用 ROAD_GE OM_FC3 图层进 行路网几何提取 (功能等级 3)。
T5 OSM Overpass 查询	使用 Overpass QL 查询所有 highway 标签 (除 path, footway, cycleway 等非 机动车道) 和 maxspeed 属性。
T6 GeoJSON 属性字段	统一字段： Source (Google, HERE, OSM), Road_ID, Speed_Limit (数值), SL_Missing (布 尔值), Is_Missing_In_ Target。
T7 几何差异逻 辑	使用 GeoPandas/ Shapely: 1. 收录判定： 目 标路段 (HERE/ OSM) 与 Google 基准进 行 \$1 \text{m} \$ 缓冲区交集运 算。若交集长度 大于 \$5 \text{m} \$ 视为 收录。 2. 拓扑一致性： 检查路段端点的 地理距离 (如 \$< 1 \text{m} \$) 是否 与 Google 端点 吻合。

3. 功能需求 (Functional Requirements)

3.1. 核心数据提取与处理 (Backend - Python)

编号	功能名称	描述
FR1.1	Google 基准数据提取	根据 T1 和 T3 生成采样点，调用 Nearest Roads 和 Speed Limits，将结果合并为包含几何、Place ID、Speed_Limit 的 GeoJSON。
FR1.2	HERE 数据提取与转换	调用 HERE API 提取 T4 指定图层数据，解析后转换为 GeoJSON，并映射 Speed_Limit 属性。
FR1.3	OSM 数据提取与准备	执行 T5 定义的 Overpass QL 查询，并清洗数据。转换 GeoJSON，映射 maxspeed 标签到 Speed_Limit。
FR1.4	差异 GeoJSON 生成	生成三个独立的 GeoJSON 文件，供前端加载。

3.2. 可视化与用户界面 (Frontend - Flask/Mapbox)

编号	功能名称	描述
FR2.1	地图初始化	居中于 T1 定义的区域，使用 Mapbox GL JS 渲染。
FR2.2	多图层叠加展示	加载三个 GeoJSON 数据源，分别对应 Google、HERE 和 OSM 路网。
FR2.3	路网几何差异可视化	使用 Mapbox Expression Filters 实现： — Google 基准路段 : 显示为 T8 灰色 。 — HERE 缺失路段 : Google 有，HERE 无。将 Google 路段高亮为 T8 红色 。 。 — HERE 独有路段 : HERE 有，Google 无。将 HERE 路段显示为 T8 蓝色粗线 。 。
FR2.4	属性覆盖率可视化	使用 Mapbox Style Specification 实现： — 限速缺失 : 如果路段的 SL_Missing 属性为 True，该路段以虚线或粗红色边框显示。

3.3. 结果量化报告 (Backend/Frontend)

编号	功能名称	描述
FR3.1	完整性指标计算	计算并输出（基于 T7 逻辑）： 1. HERE/OSM 路网收录率（% of Google Length）。 2. HERE/OSM 限速属性覆盖率（% of its own road length）。
FR3.2	统计信息展示	在地图界面侧边栏展示 FR3.1 的量化结果。

4. 可视化和运营规范 (Visual & Operational Specifications)

规范名称	细节描述
T8 样式规范	Google 基准: #cccccc (灰色) \ HERE 数据: #007cff (蓝色) \ OSM 数据: #3bb2d0 (青色) \ 高亮差异 (缺失/独有): #ff0000 (红色)
N1 API 配额/预算	初始使用免费额度。若调用量超出 \$25 \text{万次}/\text{月} (HERE) 和 Google Roads 的免费额度, 必须停止运行并发出警告。
N2 错误处理	API 调用失败应实现 指数退避重试机制 , 最大重试次数为 3 次 。
N3 数据存储	GeoJSON 临时文件存储在 /data 路径下, 并在每次 Flask 启动时清除旧数据。
N4 性能目标	端到端 (API 调用、数据处理、文件生成) 应在 90 秒 内完成。