基于FME利用高德路径规划AP实现公共服务设施可达性分析——以厦门山海健康步道为例

等时圈（siochrone），指从某点出发，以某种交通方式在特定时间内能到达的距离覆盖的范围（来自于网络）。（An **isochrones** is an isoline for travel time, that is a curve of equal travel time. Closely related is **isodistance**, which is a curve of equal travel distance. Typically these are based upon following transportation routes such as public transit, roadways, or foot paths rather than using a simple circle (a.k.a. buffer of a point, "as the crow flies" distance)（https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Isochrone））。如果以某一公共服务设施出入口为起点计算等时圈，即可了解该设施的服务半径，再进一步叠加居住小区，还可以分析服务人口。

一、高德路径规划 API 介绍

高德路径规划 API（https://lbs.amap.com/api/webservice/guide/api/direction#introduce）“是一套以 HTTP 形式提供的步行、公交、驾车查询及行驶距离计算接口，返回 JSON 或 XML 格式的查询数据，用于实现路径规划功能的开发。”路径规划返回结果参数包含“起点和终点距离（米）”和“预计时间（秒）”，通过返回的预计时间制作等时圈。现以驾车接口为例进行介绍。驾车路径规划接口含十几个参数（见图 1），其中四个为必选：起点经纬度、终点经纬度、返回数据及高德 key，见图 2；驾车路径规划中还有一个重要的参数，及驾

车选择策略（strategy），这个参数会影响驾车时间及距离。

- 请求参数

参数名称	含义	规则说明	是否必须	缺省值
key	用户唯一标识	用户在高德地图官网申请	是	无
origin	出发点	经度在前，纬度在后，经度和纬度用","分割，经纬度小数点后不得超过6位。格式为x1,y1|x2,y2|x3,y3。 由于在实际使用过程中，存在定位飘点的情况。为了解决此类问题，允许传入多个起点用于计算车头角度。 最多允许传入3个坐标对，每对坐标之间距离必须超过2m。 虽然对每对坐标之间长度没有上限，但是如果超过4米会有概率性出现不准确的情况。使用三个点来判断距离和角度的有效性，如果两者都有效，使用第一个点和最后一个点计算的角度设置抓路的角度，规划路径时以最后一个坐标对进行规划。	是	无
destination	目的地	经度在前，纬度在后，经度和纬度用","分割，经纬度小数点后不得超过6位。	是	无
originid	出发点poiid	当起点为POI时，建议填充此值。	否	无
destinationid	目的地poiid	当终点为POI时，建议填充此值。	否	无
origintype	起点的poi类别	当用户知道起点POI的类别时候，建议填充此值	否	无
destinationtype	终点的poi类别	当用户知道终点POI的类别时候，建议填充此值	否	无
		下方10~20的策略，会返回多条路径规划结果。（高德地图APP策略也包含在内，强烈建议从此策略之中选择） **下方策略 0~9的策略，仅会返回一条路径规划结果。** **下方策略返回多条路径规划结果** 10，返回结果会躲避拥堵，路程较短，尽量缩短时间，**与高德地图的默认策略也就是不进行任何勾选一致** 11，返回三个结果包含：时间最短；距离最短；躲避拥堵（由于有更优秀的算法，建议用10代替） 12，返回的结果考虑路况，尽量躲避拥堵而规划路径，**与高德地图的"躲避拥堵"策略一致** 13，返回的结果不走高速，**与高德地图"不走高速"策略一致** 14，返回的结果尽可能规划收费较低甚至免费的路径，**与高德地图"避免收费"策略一致**		

图 1 高德驾车路径规划 API 参数要求

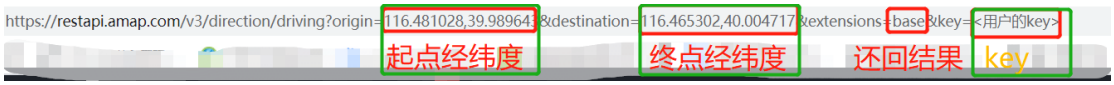

图 2 高德驾车路径规划 API 必填参数

二、模板设计思路

那如何通过这个驾车路径规划接口来计算等时圈呢？首先要确定起点，及需要计算等时圈的预估地域范围（即，半径范围）；其次，通过在这个半径范围内均匀的打点作为驾车的终点（等时圈的经度与打点密度相关），三是构建 URL 获取 json 数据，并解析出时间及距

离的数值，四是以每个终点到起点的时间为参数，进行插值分析得到等时圈图。

需要注意的是：一、预估半径的大小直接关系到等计算出的等时圈是否符合要求（如要 2 小时等时圈，却只计算出 1.5 小时或是 3 小时）；二、由于规划路径考虑路况，因此，不同时间计算出的等时圈会存在差异。

三、模板介绍

模板全览，编写完成的基础版的等时圈计算模板见图 3、图 4。

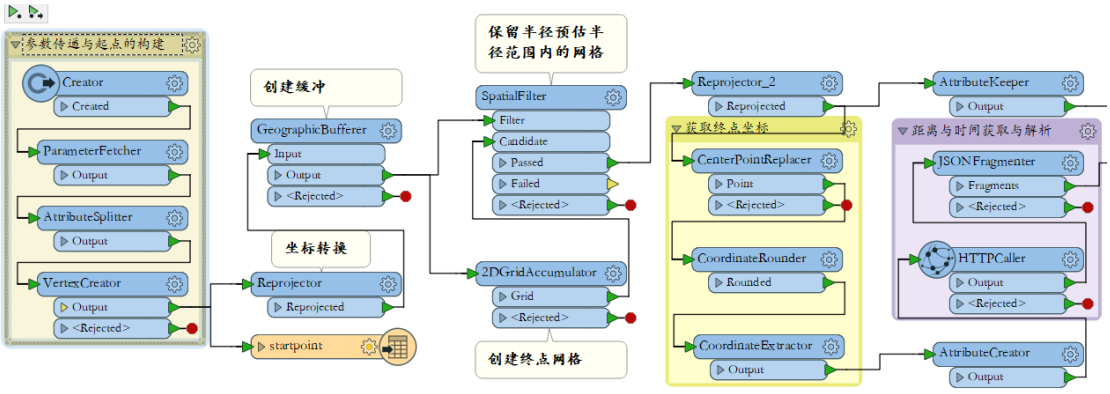

图 3 基础版的等时圈计算模板（1）

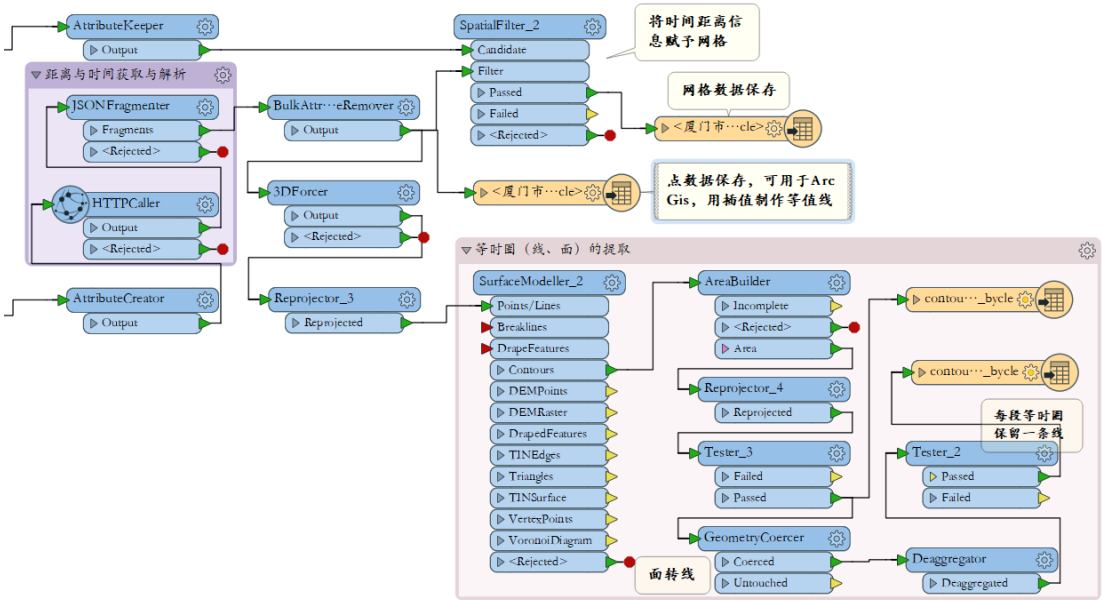

图 4 基础版的等时圈计算模板（2）

1、设定自定义参数。为了便于重复使用及构建自定义转换器，首先，先定义构建 URL 必需的起点经纬度、预估半径、网格密度及高德 key，见图 5，需要注意的是这些都为必要参数，因此参数设定时“optional”（可选）不能打钩，这样未填写参数将无法按“确定”键，以保证参数的完整性。

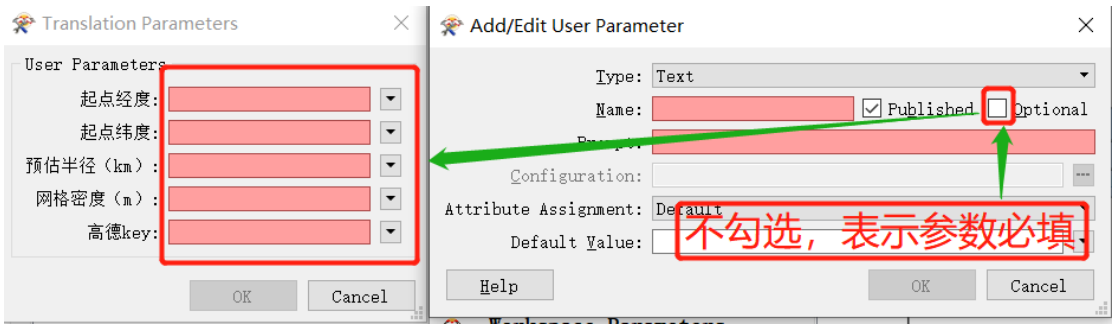

图 5 必要参数设定的注意事项

2、用户参数的获取与起点的构建。“Creator”构建模板的起点；“ParameterFetcher”用于获取用户自定义参数，参数设置见图 6，这些属性都为过程属性，命名都以“_”开头，这是为了便于后面批量的删除；“AttributeSplitter”将经纬度集拆分；“VertexCreator”创建起点几何图形。

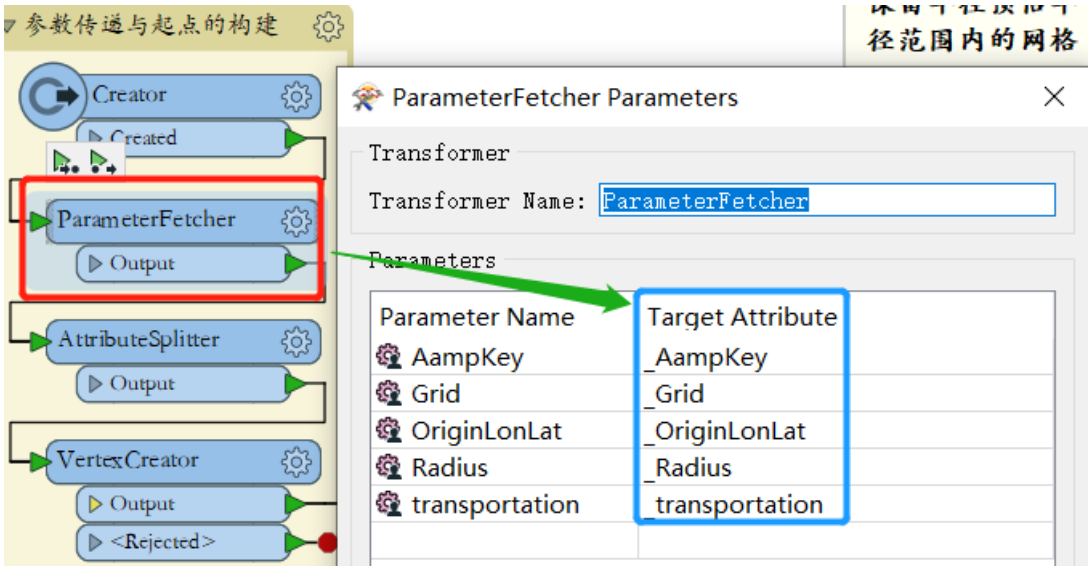

图 6 “ParameterFetcher”参数设定

3、预估距离缓冲构建及网格划分。一是由于传入的坐标参数为经纬度，做缓冲分析是按照长度度量单位，需用“Reprojector”将地理坐标系转为平面坐标系；二是“GeographicBufferer”，以起点为中心，以预估距离为半径画圆（当然也可以画成方形“End Cap Style”选“Square”即可）；三是“2DGridAccumulator”，以“GeographicBufferer”生成的圆形的外接正方形为主体，以网格密度（大小）为划分单元划分网格；四是用“SpatialFilter”过滤“GeographicBufferer”创建网格，仅保留缓冲区内的网格。

4、网格中心坐标的提取与 URl 的构建。用“Reprojector”将平面坐标转化成地理坐标，并用“CenterPointReplacer”提取网格的中心点，提取的中心点与网格叠加效果见图 7；接着用“CoordinateRounder”，对中心点坐标小数点设置保留 6 位有效数字（这是因为高德的接口经纬度坐标小数点后面的数据不能超过 6 位，否则会报错），并用“CoordinateExtractor”，提取网格中心点坐标作为路径规划的目的地坐标；最后用“AttributeCreator”，构建用于获取行驶/步行/骑行/驾车路径的 URL 见图 8。

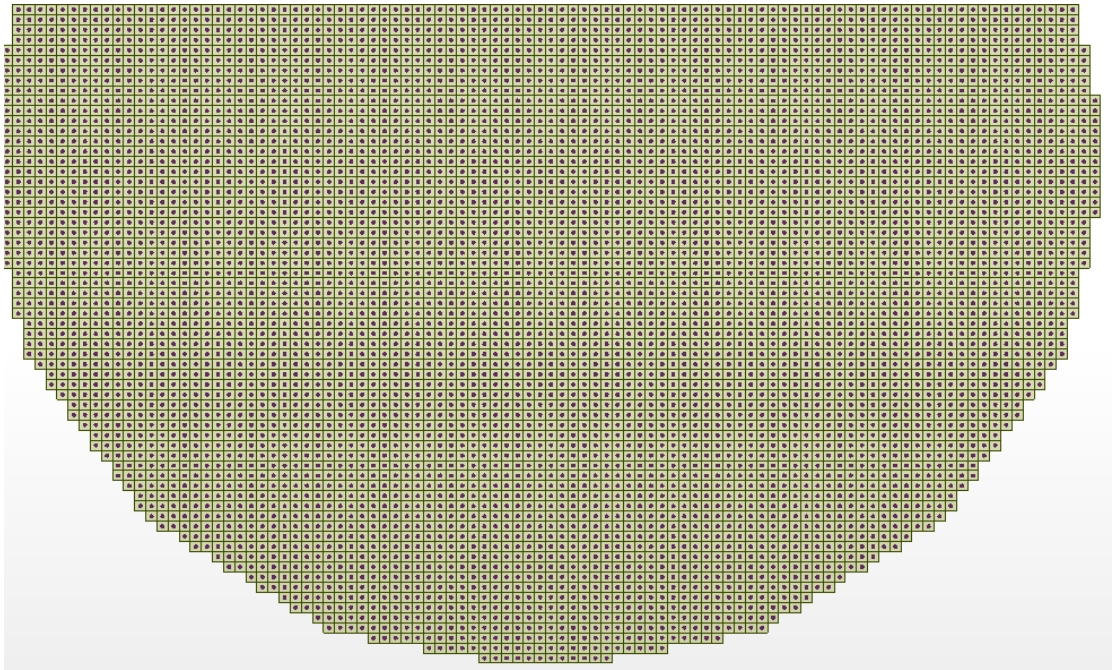

图 7 网格与中心但坐标叠加效果

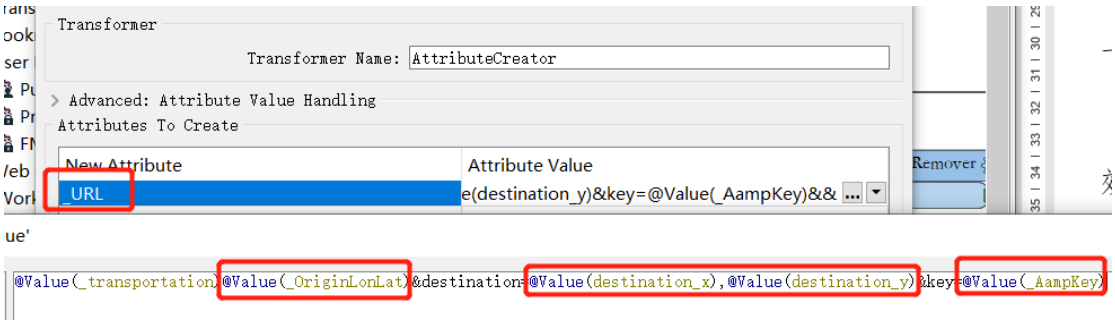

图 8 “AttributeCreator”参数设定

5、时间数据的获取与保存。一是“HTTPCaller”，以前面构建的“_URL”为网址获取规划路径的响应体；二是“JSONFragmenter”，提取时间与距离数据，“JSON Query”设定了三个条件，这主要是因为驾车、公共交通与骑行等 3 种路径规划的 JSON 数据机构不同，需要不同的解析参数，见图 9；接着通过“SpatialFilter”，将获取的距离与时间属性传递给网格，并保存成“shp”文件，可用于 ArcMap 中进一步的可视化分析。

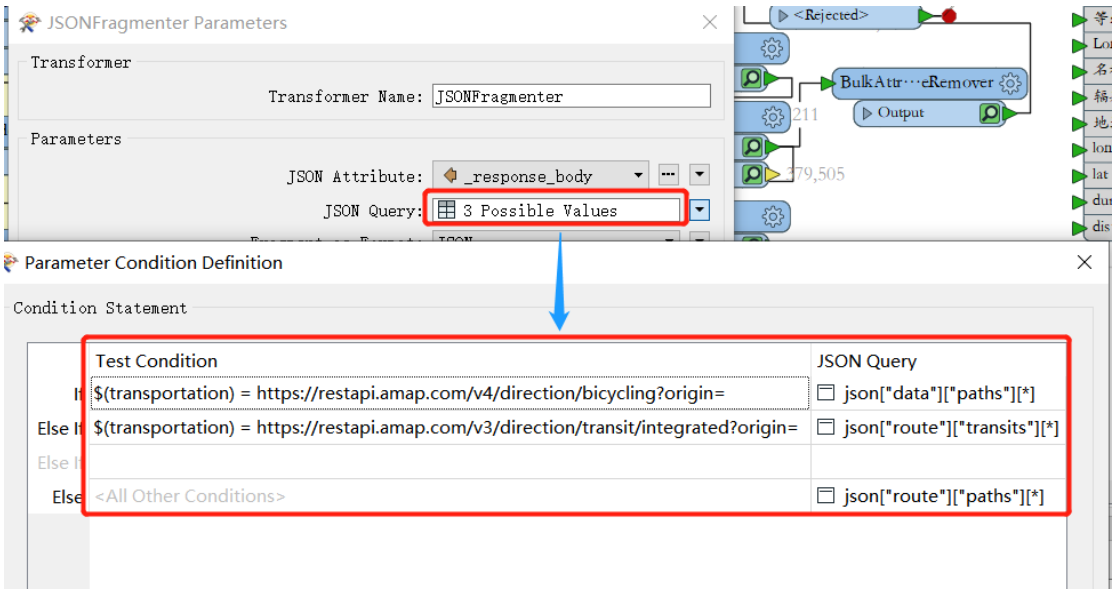

图 9 “JSONFragmenter”参数设置

6、等时圈面/线的获取。一是“3DForcer”，以时间为“Elevation”将平面数据转换为三维数据；二是“Reprojector”，将地理坐标转换成平面坐标；三是“SurfaceModeller”，三维平面的构建，需要设置“Output Contour Interval”（等高线间隔，这里设定为“120”，即两分钟，这个建议定义为自定义参数）这个转化器将产生多种数据，这里用到的是“Contours”端输出的数据，当然也可以将“DEMRaster”输出端的数据保存下来用于可视化展示；四是“AreaBuilder”，“Contours”端输出的等值线构建面（等值面），并用“Tester”，保留需要的等值面；用“GeometryCoercer”将等时圈面转成线（“Geometry Type”选“fme_line”），并用“Deaggregator”，将等时圈的两条边打散，最后用 “Tester”，保留一条等时圈线，参数设置见图 10。

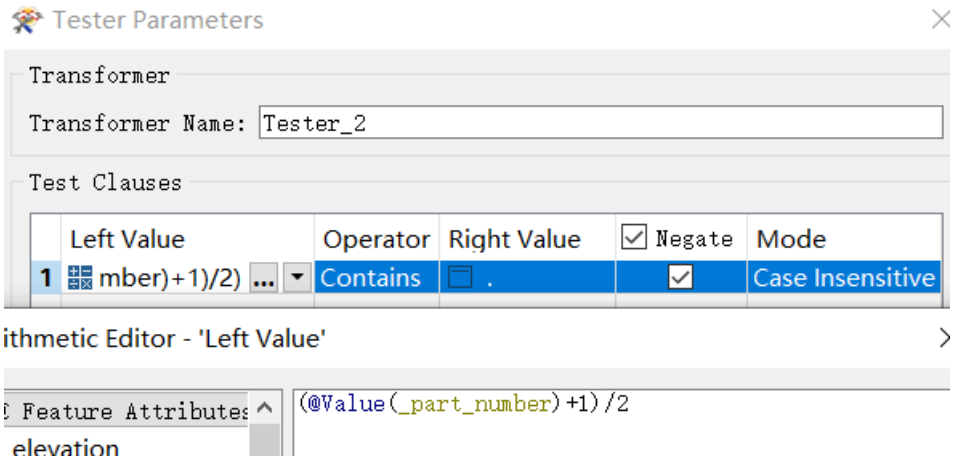

图 10 “Tester”参数设置

四、可视化结果展示

等时圈的计算可能涉及到两种形式(纯属个人简单理解)：一种是，按照行政区范围，即计算以某点为起点到达行政区范围内的所有位置，这种就会产生大量非闭合的线，这种情况采用栅格或者多边形的形式展示可能更合适。

前面有介绍通过接口计算的等时圈与交通状况有关，现在就以栅格展示不同时段驾车等时圈的变化（见图 10）。

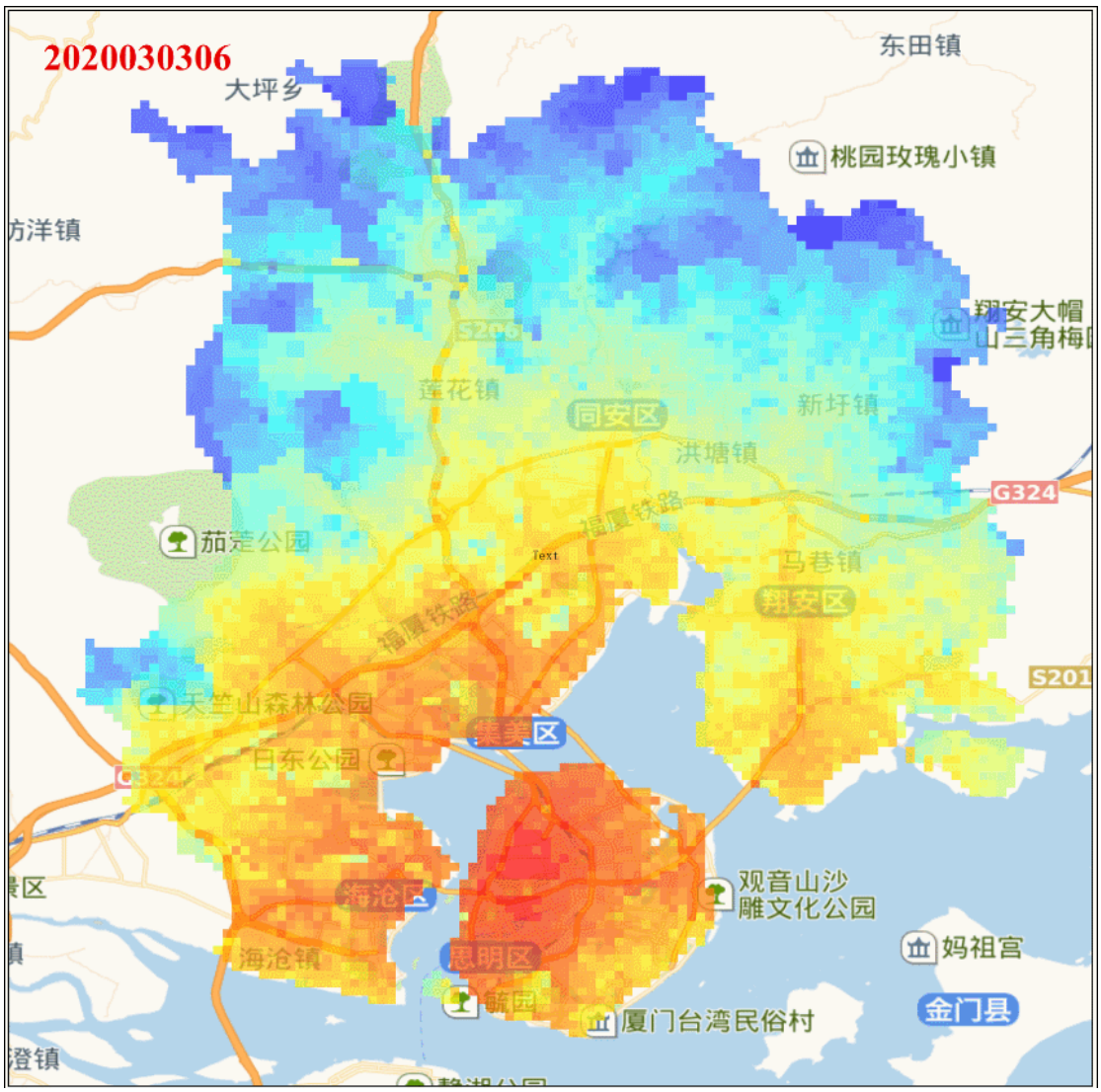

图 10 不同时段等时圈的变化

第二种就是等时圈的定义的方式，下面展示以步行与骑行到达厦门市体育中心的计算结果，效果见图 11 至图 14；

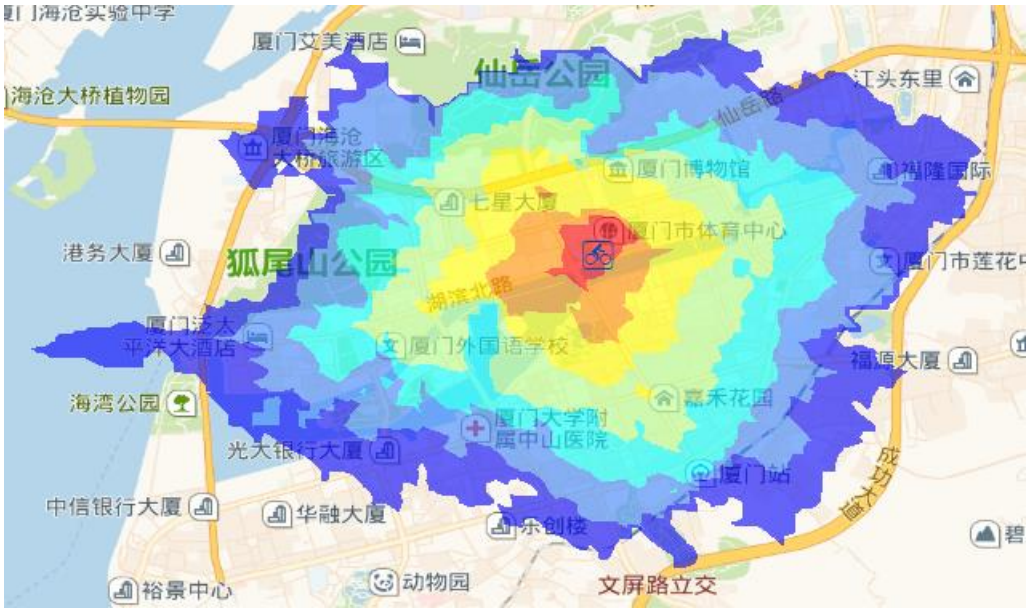

图 11 步行等时圈效果（未叠加等时线）

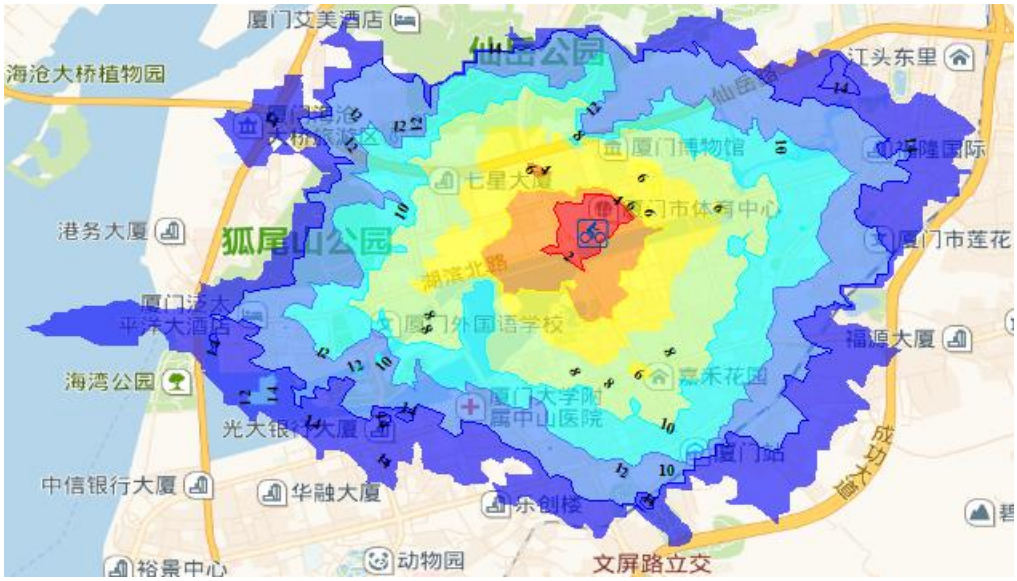

图 12 步行等时圈效果（叠加等时线）

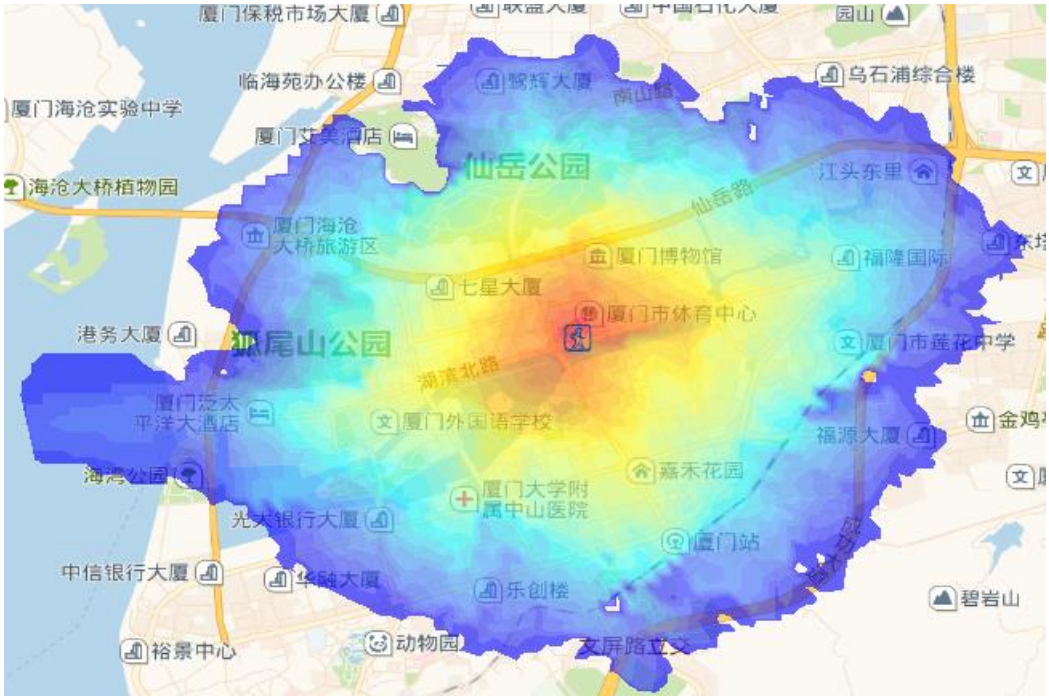

图 13 骑行等时圈效果（未叠加等时线）

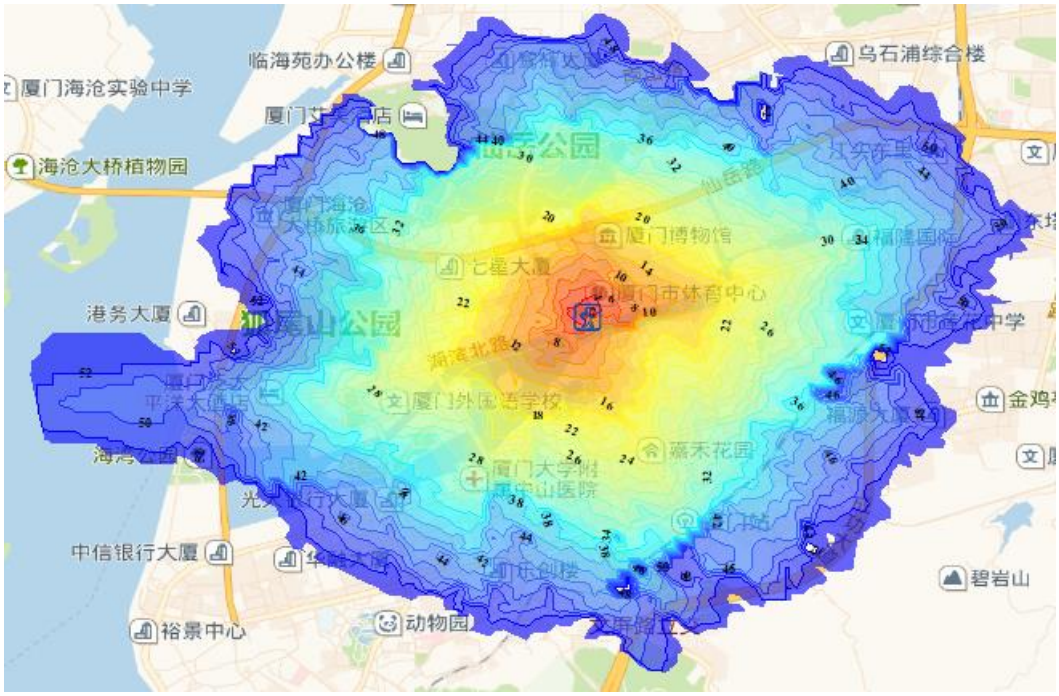

图 14 骑步行等时圈效果（叠加等时线）

五、厦门山海健康步道可达性分析

厦门山海健康步道全长约 23 公里，起于邮轮码头，终于观音山梦幻沙滩，沿线串联筼筜湖、狐尾山、仙岳山、圆山、薛岭山、

虎头山、金山、湖边水库、五缘湾、虎仔山、观音山等的厦门岛的“八山三水”。今年 1 月 1 日，开放后，游客爆棚；这种大人流量是否能长期维持，很大部分取决于其便利性，即可达性。

厦门山海健康步道，有数十个出入口，其中一级口有 10 个，二级口 36 个，三级口数十个，三级口绝大部分位于公园内部，因此本次以一二级口进行可达性分析。由于这涉及多个出入口，因此需要对前面的模板进行调整，现简单介绍模板的思路。

与单点计算差别有两点，一是在于图 1 的“SpatialFilter”这个转换器后边增加了 3 个转换器，见图 15。由于用多个点进行缓冲及用“2DGridAccumulator”划分的网格进行难于构建与出入口相对应的终点的经纬度（未设定分组，分组可以解决这个问题，但会导致其他问题），这里用“FeatureMerger”将所有网格分配给每个出入口，并用“SpatialFilter”（采用分组）将与各个出入口划定的缓冲区内的网格与出入口的相关属性进行挂接。

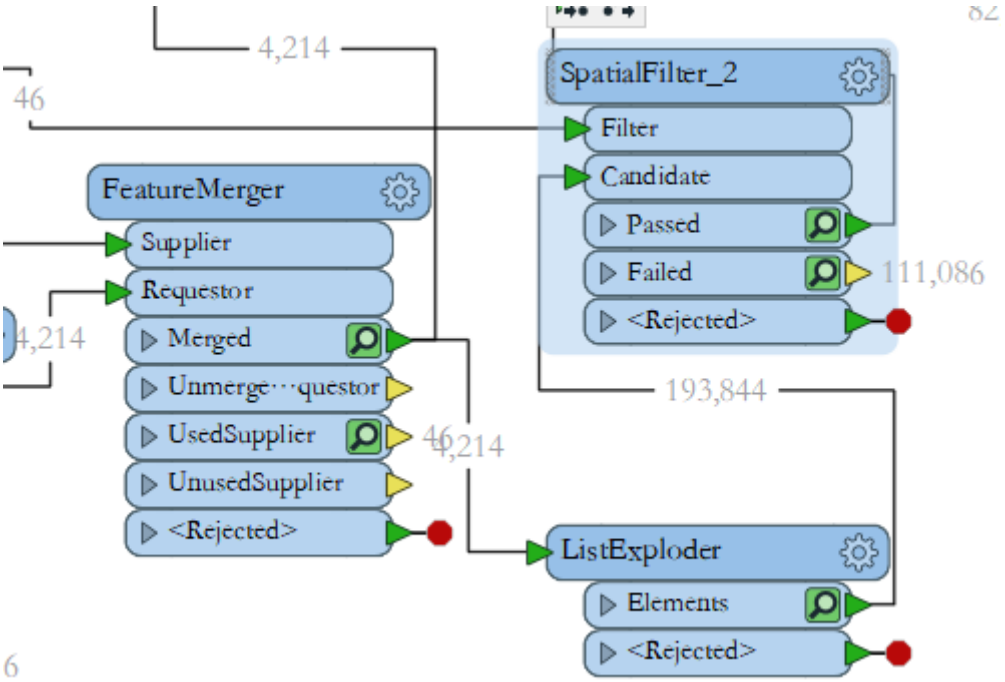

图 15 多点计算模板变化

二是“JSONFragmenter”后增加“Sorter”对计算的结果按照网格的行列号记性排序，接着用“Sampler”保留时间最短的网格。

计算出等时圈后，调用高德 POI 矩形搜索接口获取等时圈内的居住及商务楼宇分布，最后进行可视化。步行（10-30 分钟）及公交（20-60 分钟）可达性及居住商务楼宇分布（数量）见图 16、图 17。

图 16 步行 10-30 分钟可以到达步道的范围及小区变化

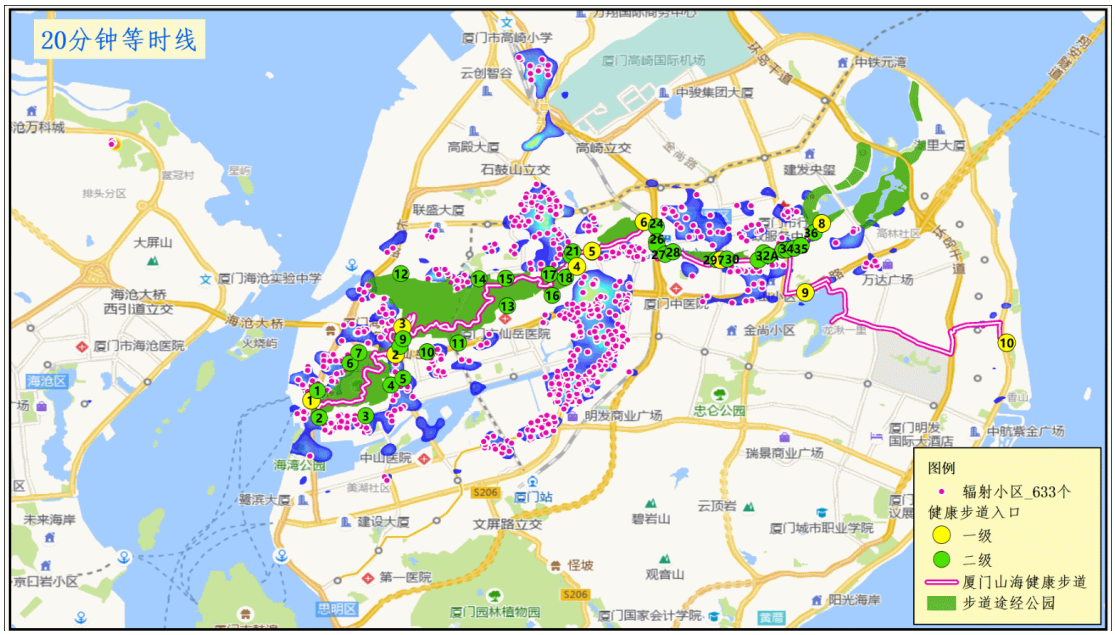

图 17 公共交通出行 20-60 分钟可以到达步道的范围及小区变化

（注：所有的底图均为高德地图）