

# 公路里程桩号与地理坐标匹配方法研究

王福广

中交一公局集团有限公司 100024

**摘要：**2019年全国部分道路里程发生变化，公路里程进行重新调整确认，导致新旧里程无法匹配应用。根据多功能道路智能综合检测车采集的桩号数据与地理坐标数据，通过应用动态分段和线性插值法，求出未知的整公里桩号与所对应的地理坐标。基于 ArcGIS Runtime 开发平台，将文中研究的算法进行验证，分析匹配方法的准确性。解决路网命名编号调整后，难以溯源调整历史属性信息、评定指标、历史养护维修等数据，为研究智能养护决策提供科学的参考依据，为道路管理者提供查询管理方法。

**关键词：**桩号；地理坐标；动态分段；线性插值；ArcGIS Runtime

## 1 前言

在交通行业中对道路位置信息的记录并不是使用实际的地理坐标，而是利用道路里程桩号。然而2018年3月交通运输部下发了《关于开展国家公路网命名编号调整工作的通知》（交公路发〔2018〕27号），各省级交通运输主管部门务必严格按照国家部署，对公路网相关交通标志调整、里程桩号传递、路网数据等进行更新。由于国家公路网命名编号调整，溯源调整后的里程桩与调整前里程桩无法匹配，追踪历史检测数据，进行对比分析，进行路面使用性能衰变模型建立带来了很大的阻碍<sup>[1]</sup>。在国内外研究中付开宇等利用 ArcGIS 提供的线性参考工具的动态分段进行数据处理，再根据里程桩推算的规则进行桩号推算<sup>[2]</sup>。方顺通过引入动态分段技术，将里程桩号作为建立路线系统的量测M值的校正参考依据，实现路段交通流量与空间矢量地图的匹配，使地理信息系统中的路线网络建立流量属性，为路网的进一步网络分析及研究决策提供科学的参考依据<sup>[3]</sup>。耿超等利用动态分段技术对交通事故黑点路段进行鉴别，在动态路段划分的基础上，得到事故发生黑点路段，进行交通事故提醒<sup>[4]</sup>。许哲谱、杨群基于核密度估计的沥青路面状况动态分段，利用线要素核密度估计对路面破损率、国际平整度指数、车辙深度进行分析，得到以核密度值为指标的连续变化路况地图<sup>[5-6]</sup>。以上方法能够解决车辆在公路上行驶只能位置定位，无法进行所在公路的里程桩号定位。但是存在方法单一、准确性等问题。基于此，本文提出了两种方法进行公路里程桩号与地理坐标匹配研究，并根据实测数据进行了验证分析。

## 2 里程桩号与地理坐标

### 2.1 里程桩号

里程桩号中的‘桩’指部分垂直埋入地下的长条状物体，多用于标识地面位置，而桩号则是用来标识和区别多个‘桩’的编号。在道路位置信息标识中主要使用里程桩号来表示，以“K千米数±米数”表示，桩号就是道路的“身份证号”，具有唯一性。桩号的表示用公里牌和百米桩来表示，图1为公里牌，上面的数字代表所在公路从起点到这个牌子的总距离，下面的字母和数字为该条公路的名称，G30代表连霍高速，2023代表从该高速起点到此共2023公里。图2为百米桩，在每两个邻近的“公里牌”之间会有9个，每两个距离为100米，主要作用是精确定位每公里百米以内的确切位置，2023代表从该高速起点到此共2023公里，1代表该位置是2023公里加100米的位置。



图1 公里牌



图2 百米桩

### 2.2 地理坐标

地理坐标是用纬度、经度表示地面点位置的球面坐标。在人们生活中主要应用大地坐标系进行投影转化，我国常用坐标系为1954北京坐标系、1980国家大地坐标系以及2000国家大地坐标系。在实际应用中，针对不同的需求，结合各种坐标系的特点，必须对地理坐标进行转换，以便于利用和进行辅助决策。在本文的研究中主要应用的投影坐标系统是2000国家大地坐标系。

### 2.3 数据来源

本文研究的数据来源主要为多功能道路智能综合检测车，检测车配置了定位系统。定位系统采用空间定位+距离定位组合定位方式，实现道路检测车行车过程中的高精度定位。在检测车工作过程中通过空间定位设备不断获取高精度单点定位（≤2.5m），将此刻采集到的各种原始数据（路面影像、平整度、车辙和前方影像等）打上位置标签，以便直接采用地理位置评价路面性能和标识需要维护的病害，检测过程中无需进行桩号修正，并保证无论以什么样的路径到达同一点的位置不会变化，从而实现零修正绝对定位。通过里程桩号与地理坐标的定义解释，实现精准定位与实际生产运营需求相结合，势必实现公路里程桩号与地理坐标进行匹配，将路况信息实现地图展示、查询、统计、分析以及处置等工作。多功能道路智能综合检测车采集数据存储主要是以文本的形式存储的，主要属性有脉冲、桩号、地理坐标（x, y, z）以及有效性。

## 3 桩号与地理坐标匹配方法

### 3.1 动态分段法

动态分段是对事件表中所存储事件的地图位置（形状）进行计算的过程。通过动态分段可将多组属性与线状要素的任意部分相关联动态分段是根据属性表中存储的相对位置信息，以及相应的线性数据，动态计算出进行数据上相对位置所对应的实际地理坐标的过程。动态分段正是因为表达不同属性，不用去分割实际的地理数据，而是动态计算出该属性对应的地理位置而得名。下面以甘肃境内兰海高速G75为列进行动态分段。兰海高速全长524公里，起点桩号为K0，起点名称为韩家河，终点桩号为K535+792，终点桩号名称为罐子沟，甘肃省四个管养单位进行管养，路面类型有沥青混凝土和水凝混凝土两种

类型，并且近两年进行了养护维修工程，以上信息以线性参考示意图表示如图2所示：

在动态分段主要涉及两种数据结构：路由和事件表。以数据说明 G75 兰海高速为动态分段中的路由，G75 中的里程桩号为节点数据 M 值。事件表在图 2 所示为点事件和线事件，A 代表点事件，是 G75 路由上距离起点位置为 21 公里的路况评定指标为“良”，B 也代表点事件，是 G75 路由上距离起点位置为 451 公里的路况评定指标为“优”。线段 CD 代表线事件，对应 G75 路由上管养单位为甘肃省公航旅。线段 EF 也代表线事件，对应 G75 路由上进行养护维修工程的路段。利用动态分段技术将点事件与线事件展示在地图上查看浏览。如图 3 所示，在动态分段中已知节点 1、2、3、4、5 的里地坐标与桩号 M 值，通过动态分段技术可以求得点事件 A 与点事件 B 的地理坐标以及线事件 CD 与线事件 EF 的地理坐标进行精准定位。节点 A、B 的 M 值和地理坐标可以通过节点 1、2、3、4 进行内插获得，节点 C 的 M 值和地理坐标可以通过节点 4、5 外推得出。

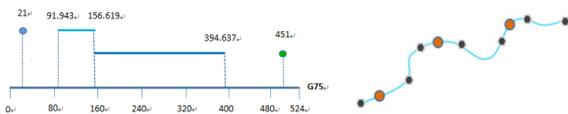


图 2 动态分段展示

图 3 G75 路由

表 1 G75 路由的节点信息

编号	X坐标	Y坐标	刻度值(M)
1	104.070904	34.501418	235.005
2	104.069717	34.485008	236.850
3	104.597123	33.585335	370.745
4	104.705304	33.506696	385.500
5	104.769354	33.445112	394.805

在动态分段主要涉及两种数据结构：路由和事件表。以数据说明 G75 兰海高速为动态分段中的路由，G75 中的里程桩号为节点数据 M 值。事件表在图 2 所示为点事件和线事件，A 代表点事件，是 G75 路由上距离起点位置为 21 公里的路况评定指标为“良”，B 也代表点事件，是 G75 路由上距离起点位置为 451 公里的路况评定指标为“优”。线段 CD 代表线事件，对应 G75 路由上管养单位为甘肃省公航旅。线段 EF 也代表线事件，对应 G75 路由上进行养护维修工程的路段。利用动态分段技术将点事件与线事件展示在地图上查看浏览。如图 3 所示，在动态分段中已知节点 1、2、3、4、5 的里地坐标与桩号 M 值，通过动态分段技术可以求得点事件 A 与点事件 B 的地理坐标以及线事件 CD 与线事件 EF 的地理坐标进行精准定位。节点 A、B 的 M 值和地理坐标可以通过节点 1、2、3、4 进行内插获得，节点 C 的 M 值和地理坐标可以通过节点 4、5 外推得出。

### 3.2 线性插值法

线性插值是内插方法的一种，一般是指数学上的直线内插，利用等比关系，是用一组已知的未知函数的自变量的值和与它对应的函数值来求一种未知函数其它值的近似计算方法，是一种求未知函数，数值逼近求法。在道路里程桩与地理坐标推算中具有实际的意义。在道路综合检测车采集的数据中，间隔 5 米的桩号会进行一次地理坐标的采集，如表 1 所示，已知桩号 K350+999 的地理坐标为 (99.368740, 40.241790)，桩号 K351+004 的地理坐标为 (99.368684, 40.241796)，如何用线性插值求出整桩号 K351 的地理坐标。我们可以通过线性插值法计算出整桩号 K351 的地理坐标。线性插值总是将 X 表达成 0 和 1 之间，0 对应 X 的最小值 99.368684，1 对应 X 最大值 99.368740，桩号 K351 在线段中占的比例是 20%，则 x 可

以根据公式：

$$(x-\min) / (\max-\min) = 0.2$$

将最小值与最大值带入计算得出 99.368695，相应求解 y 值也是首先缩放 Y 值，则计算公式为：

$$0.2 * (\max Y - \min Y) + \min Y = 0.2 * (40.241796 - 40.241790) + 40.241790 = 40.241791$$

由以上线性内差可以计算出 K351 的地理坐标为 (99.368695, 40.241791)。

## 4 实验系统

通过应用动态分段和线性插值法，对甘肃省境内 G30 连霍高速进行桩号与地理信息匹配应用。将多功能道路智能综合检测车采集的数据利用 ArcGIS 进行了处理分析，并对 G30 兰海高速整桩号点利用精度为 2 厘米手持 GPS 进行了数据采集。最后结果如图 4，红色代表应用线性插值算法处理的结果，绿色是用动态分段处理的结果所示：



图 4 G30 数据处理结果

表 3 动态分段与线性插值结果展示

代表点	桩号	动态分段 (x, y)	线性插值 (x, y)	实测值 (x, y)
A	2022	(102.007880, 38.229037)	(102.007875, 38.229038)	(102.007876, 38.229038)
B	2023	(101.996750, 38.230794)	(101.996705, 38.230801)	(101.996715, 38.230808)
C	2024	(101.985633, 38.232552)	(101.985530, 38.232568)	(101.985535, 38.232560)
D	2025	(101.974542, 38.234585)	(101.974433, 38.234610)	(101.974439, 38.234609)

## 5 结束语

通过两种方法比较，为了高精度展示公路基本信息与动态信息，利用线性插值法更能精确匹配桩号与地理坐标，动态分段在长下坡与弯道公路上匹配进度误差比较大。本文基于两种方法建立路网的路段矢量数据与静态数据与动态数据等相关属性的匹配对应关系，可以有效的解决基于线性特征的动态分析问题。并可以基于 A R C G I S 等应用软件对路网图层进行其他网络的分析等研究，为研究决策提供依据，为交通一张图提供技术支撑。

## 参考文献

- [1] 徐益飞, 朱明, 聂上森. 基于 BIM+GIS 公路设计在三维场景下点定位方法探索[J]. 地质灾害与环境保护, 2021, 32(01): 91-95.
- [2] 付开宇, 李兵, 刘云. 基于 ArcGIS 的公路里程桩号推算方法实现[J]. 昭通学院学报, 2019, 41(02): 98-102.
- [3] 方顺. 基于 ARCGIS 动态分段技术的路段流量可视化分析[J]. 交通科技与经济, 2012, 14(02): 91-94.
- [4] 耿超, 彭余华. 基于动态分段和 DBSCAN 算法的交通事故黑点路段鉴别方法[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2018, 38(05): 131-138.
- [5] 许哲谱, 杨群. 基于核密度估计的沥青路面状况动态分段方法[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2020, 40(02): 10-20.
- [6] 章彦. 公路协同巡查系统中公路专题地图的制作及应用[D]. 东南大学, 2018.