引文格式：张立宪,马天宇,吴飚,等. 存量路政管理路产路权桩号与坐标转换研究[J]. 地理空间信息, 2024, 22(8): 68-71. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.08.015

存量路政管理路产路权桩号与坐标转换研究

张立宪[1]，马天宇[1]，吴　飚[1]，李平安[2]
（1.云南省公路路政管理总队（云南省综合交通发展中心），云南 昆明 650031；2. 交通运输部公路科学研究院，北京 100088）

摘　要：针对路政管理中路产路权桩号系统与公路基础数据路网桩号不对应的问题，提出一种融合遥感影像和动态分段技术的桩号转坐标方法。该方法以公路基础数据桩号系统为依据，利用遥感影像并结合路政管理人员经验，首先将路政管辖路段匹配至公路路网，然后利用路政管辖路段与路产路权附属设施的关联关系，将路产路权匹配到公路路网上；最后利用ArcGIS平台提供的经纬度坐标计算方法，获取匹配后的路产路权位置坐标。该方法能实现存量路政路产路权转换到公路路网，研究结果可以应用于桩号系统不完全统一的路网，及其附属设施之间的相互转换、线性参照系统中线性事件测量值与线性要素测量值不一致等领域。

关键词：路产路权；里程桩号；桩号转坐标；动态分段；公路基础数据
中图分类号：P228　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）08-0068-04

Research on the Conversion of Pile Number and Coordinates of Existing Road Property Rights in Road Administration

ZHANG Lixian[1], MA Tianyu[1], WU Biao[1], LI Ping'an[2]
(1. Yunnan Provincial Highway Administration Corps (Yunnan Comprehensive Transportation Development Center), Kunming 650031, China;
2. Research Institute of Highway Ministry of Transport, Beijing 100088, China)

Abstract: Aiming at the problem of inconsistency between the road property rights mileage station number system and the highway network mileage station number system in road administration, we proposed a coordinate conversion method that combining remote sensing images with dynamic segmentation technology. Based on the mileage station number system of basic highway data, utilizing remote sensing images, combining the experience of road management personnel, we matched the road section under the jurisdiction of road administration to the highway network at first. And then, we matched the road property rights to the highway network by using the association relationship between the road section under the jurisdiction of road administration and the ancillary facilities of road property rights. Finally, we used the longitude and latitude coordinate calculation method provided by the ArcGIS platform to obtain the matched coordinates of the road property and right of way position. This method can achieve the conversion of existing road property rights to the highway network. The research results can be applied to the mutual conversion between the road network and its affiliated facilities that are not completely unified in the pile number system, or in areas where the measured values of linear events and linear feature in the linear reference system are inconsistent.

Key words: road property right, mileage station number, the conversion of mileage station number and coordinate, dynamic segmentation, basic data of highway

随着北斗卫星导航系统在交通运输行业的广泛应用，具备导航、定位功能的终端系统将实时采集、获取交通事件位置坐标信息。人们通过这些以经度、维度坐标格式呈现的位置信息难以直观、方便判断交通事件存在的具体位置。交通路网作为典型的线性要素，在记录与这些线性要素相关联的点或线的位置信息时，通常采用相对位置来描述和记录[1]。因此，在公路管理、养护、运营等工作实践中，公路路政管理、工程技术等人员通常采用易于理解、直观的公路里程桩号记录公路沿线点、线的位置或交通事件信息[2]。

由于体制机制、业务管理模式、信息系统建设历程不同等原因，公路管养部门负责采集并更新的公路路网及其桩号信息未实现与公路路政管理部门共享，加之路政路产路权管理中还存在大桩号与小桩号混用等问题，导致路政业务系统的路产路权桩号系统与公路管养部门的公路路网桩号系统不尽一致，难以单独利用动态分段技术根据路线编号、路线名称、桩号等信息将路政路产路权数据定位到公路路网以及转换为

收稿日期：2023-05-15。
第一作者简介：张立宪（1985—），硕士研究生，高级工程师，研究方向为交通运输地理信息系统，E-mail：guge1141@aliyun.com。

坐标数据，从而造成基于GIS平台的路产路权可视化管理和应用难以有效开展。为了满足路政业务管理对空间地理信息数据的需求，在对路政路产路权数据分析和研究基础上，本文提出一种融合遥感影像目视判别和动态分段技术的存量路政管理路产路权桩号信息转换为坐标的方法。

1　数据基本情况

1.1　公路基础数据情况

公路基础数据是交通运输行业的核心数据资产，以年为更新周期，真实反映了交通路网的家底情况和发展现状[3-5]。公路基础数据主要包括公路路段及其附属设施数据。其中，路段是不可细分的最小单位，采用Shapefile文件格式以真实、未偏移坐标存储路段空间位置数据（几何数据）。每条路段用唯一的路段编码标识，除此之外还包括路线编号，路线名称，行政区划代码，路段序列号，起点名称及桩号，止点名称及桩号，路段技术等级、行政等级、管养单位，路段长度，路面宽度，路基宽度等主要属性信息。公路路段桩号为标准桩号，由公路管养部门按照交通运输部的统一标准和要求进行更新和维护。

路段附属设施主要包括桥梁、隧道、涵洞、收费站、服务区、加油站等数据，其利用“路段编码”字段与路段进行关联，路段与附属设施存在一对多（1：N）的关系。以路段、桥梁、隧道为例，其实体关系图（entity relationship diagram，简称E-R图）如图1所示。

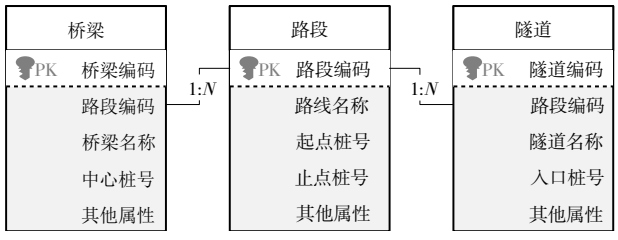


图1　公路基础数据实体关系图

1.2　路产路权数据

路产路权是路政管理的主要对象。路产路权数据反映路政管理的范围、内容，是开展路政管理业务的基础支撑。路产路权数据主要包括路政管理路段、桥梁、涵洞、隧道、交通标志、中央活动栅栏、失控车辆自救匝道、高挡墙、非公路交通标志、地下管线设施等要素。其中，路政管理路段是核心和基础，包括路段代码、路段名称、起止点桩号、路政管理机构等字段。其他要素作为路段附属设施，通过“路段代码”与路政管理路段关联，其实体关系图与图1类似。路产路权要素类型见表1。

表1　路产路权要素类型

路产路权名称	要素类型
桥梁	点要素
隧道	点要素
公路涵洞	点要素
公路交通标志	点要素
高挡墙	点要素
非公路交通标志	点要素
公路平交道口	点要素
公路中央活动栅栏	线要素
失控车辆自救匝道	线要素
地下管线设施	线要素
路政管理路段	线要素

2　线性参照系统和动态分段

公路路段数据是交通地理信息系统（GIS-T）的主要数据之一。在现有的GIS平台中，主要采用“弧段-节点”矢量数据模型组织路网数据。该模型由一组弧段及弧段两端的节点组成，而弧段又由构成路网的一系列有序坐标对组成，弧段的2个端点称为节点，即路段的起止点[6]。路网的属性数据则存储在与弧段相关联的属性表中。在交通管理过程中，大多数交通事件或信息都是动态的，与交通路网形成一对多的关系。如果对交通事件或信息的地理表达都强依赖于交通路网，则将存在大量的数据冗余，也不符合管理需要或习惯。比如，在对交通标志牌的存储或表示时，人们总是习惯记录交通标志牌的名称、所在路线及桩号等属性信息，不直接记录交通标志牌所属的路线空间信息。

由于交通事件、附属设施等信息都存在或附属于交通路网的某一路段或位置，这些信息依赖于交通路网，具有一维线性分布特征。基于这个特征，在表达与交通路网相关的交通信息或事件时，采用线性参照系统（LRS）进行储存、查询和显示则具有较大优势。

线性参照系统是沿线性要素分布或存储线性事件的一维坐标系统[7]，即用线性参考方法将线性事件分布于线性要素上的方法。线性参考系统主要包括3个核心要素：线性要素、线性参考方法、线性分布事件[8]。动态分段技术就是线性参照系统的一种线性参考方法，通过记录公路网的相对位置，简化了数据存储[9-11]。

ArcGIS作为当前主流的GIS平台软件，具有完备的线性参照系统技术和方法。ArcGIS将线性要素描

述为路径（Router），沿路径要素分布的点要素、线要素和连续要素描述为事件（Event）。路径是一种特殊的要素类，在任何节点处不仅包含 x 、 y 坐标，还包括线性要素的测量值，即 M 值。交通路网作为线要素，其里程桩号就是 M 值。

3 转换方法研究

3.1 研究现状

线性参照系统和动态分段技术作为GIS-T的核心技术，国内众多研究人员开展了大量研究及应用工作[12-16]。这些研究主要介绍了动态分段技术的工作原理，然后将路网相关的信息（事件）利用动态分段技术定位到路段，被定位的交通信息（事件）的桩号与路网桩号的关系较为清楚和单一，本文研究的路政管理存量路产路权数据为多年累积的、桩号体系较为复杂的历史数据，具有一定的创新性，对交通运输管理中桩号系统不统一的数据转换具有实践意义和参考价值。

3.2 融合遥感影像和动态分段技术的转换方法研究

3.2.1 总体思路

按照符合实际、简单易用、方便管理、节约成本的原则，充分利用已有空间地理信息数据和高分辨率卫星遥感影像数据资源，发挥路政路产路权巡查优势，以动态分段技术为核心，深入研究路政路产路权数据桩号与公路路段数据桩号的对应关系。总体流程如图2所示。

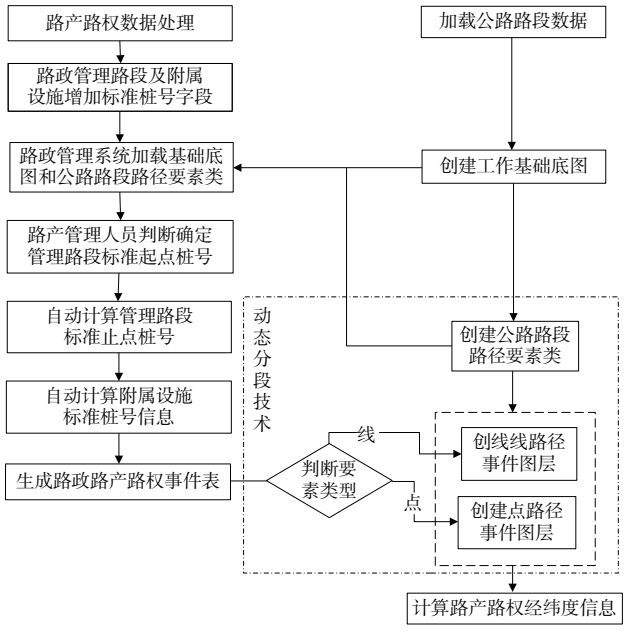


图2 总体流程

3.2.2 路政管理路段桩号转换

路政管理路段数据反映了路政管理机构职责范围内的管辖路段基础信息，是路政管理路产路权的核心和基础，主要包括路段代码（RoadDM）、路线名称（RoadMC），起点桩号（StationSKey），止点桩号（StationEKey）、路段里程（RoadDistance）等字段。在桩号转换中，需要依托路政机构路产管理人员的力量，以公路路段、基础底图为工作基础，借助高分辨率卫星遥感影像和使用公路路段路径要素类，由路政管理人员通过遥感影像目视判别并结合实际经验，获取路政管理路段起点对应的公路路段桩号，作为创建路政管理路段线路径事件图层的测量值。步骤为：①改造路政管理系统；②获取路政管理路段起点在公路路段对应位置的桩号；③将路政管理路段定位到公路路段。

3.2.3 路政管理路段附属设施桩号转换

利用“路段代码”将路政管理路段与附属设施关联，根据路政管理路段公路起点桩号，计算附属设施在公路路段对应位置的桩号。

当附属设施为点状要素时：

$$ZF_s = Z_g + F_s \tag{1}$$

当附属设施为线状要素时：

$$ZF_s = Z_g + F_s \tag{2}$$

$$ZF_e = Z_g + F_e \tag{3}$$

式中， Z_g 为路政管理路段公路起点桩号； F_s 为路政管理路段附属设施起点桩号； F_e 为路政管理路段附属设施止点桩号； ZF_s 为路政管理路段附属设施标准起点桩号； ZF_e 为路政管理路段附属设施标准止点桩号。

完成路政管理路段附属设施标准起止点桩号计算后，参照“3.2.3”节的计算方法，利用动态分段将路产路权设施定位到公路路段上。

以杭州至瑞丽高速公路（G56），云南段中的楚雄至大理高速公路上，行达连坝至天申堂路段公路交通标志牌路产路权为例进行简要说明。

1）路段匹配。获取路政管辖路段达连坝至天申堂路段起止点在公路路网对应路段的桩号。根据公式（2）， Z_g =2 400， F_s =0， F_e =59.3。则匹配后该路段的标准起点桩号 ZF_s =2 400+0=2 400， ZF_e =2 400+59.3=2 459.3，根据该桩号即可将路段匹配至公路路线上。

2）交通标志附属设施匹配。路政管辖路段公路交通标志牌为点状要素，包括警告标志、禁令标志、指示标志、指路标志、旅游区标志、道路施工安全标志、其他辅助标志7类。达连坝至天申堂路段共有交

通标志牌452个。限于篇幅，随机选取10个交通标志牌进行匹配，根据公式（1）的计算方法，匹配结果示例如表2所示。

表2　公路交通标志牌匹配示例

路线代码	路政管理公路交通标志牌			公路标准起点桩号（Z_g）	交通标志标准桩号（ZF_s）
	MarkName	StationKey（F_s）	RoadDM		
G56	表示及禁令理由的标志	1.20	2 010 0 504 1 743 4 512 895	2 400	2 401.20
	地点、距离标志	7.00			2 407.00
	限制速度标志	14.20			2 414.20
	行驶方向标志	22.15			2 422.15
	收费站预告及标志	28.40			2 428.40
	地点、距离标志	36.00			2 436.00
	禁止车辆停放标志	39.18			2 439.18
	解除限制速度标志	47.80			2 447.80
	道路交通信息标志	53.30			2 453.30
	地点、距离标志	58.00			2 458.00

3.3　经纬度计算

利用ArcGIS的“Calculate Geometry”工具即可获取路产路权经纬度。对于线状路产路权，分别计算起止点经纬度；对于点状要素，则计算起点经纬度。

4　结　语

桩号系统作为公路的重要参照定位系统，在交通管理中广泛应用。本文对存量路政管理路产路权桩号系统与公路管养部门负责维护和更新的公路网标准桩号关系进行研究和分析，梳理两者桩号系统的关联关系，以高分辨率卫星遥感影像、公里路网数据、基础地理数据等为工作底图，利用ArcGIS平台提供的动态分段技术和方法将无坐标信息且桩号系统混乱的存量公路路政路产数据定位到公路路段上，可实现存量路政路产路权数据空间化，为路政路产路权GIS可视化管理和应用提供了较好的方案。此外，该方案也适用于新增、变更路产路权定位和坐标转换。然而，在公路网里程桩号存在断链时对动态分段和路产路权定位和坐标转换的影响方面尚需进一步研究。

参考文献

[1] 郑全红. 基于ArcGIS与ArcObjects的线性参考系统的建立与应用[J]. 四川测绘,2005,28(3):114-117

[2] 段明华,王敬丰. GPS坐标与公路桩号转换研究[J]. 九江学院学报(自然科学版),2022,36(1):15-18

[3] 中华人民共和国交通运输部. 全国农村公路基础数据和电子地图更新方案(2016年)[EB/OL]. (2020-06-30)[2023-04-27]. https://xxgk. mot. gov. cn/2020/jigou/zhghs/202006/t20200630_3319754. html

[4] 杨欢,崔应寿,刘振华. GIS与遥感技术在农村公路基础数据更新管理中的应用[J]. 交通建设与管理,2022,58(4):80-81

[5] 袁胜古,阳柯,熊国清,等. 基于规则库的农村公路基础空间数据质检系统设计及实现[J]. 城市勘查,2018(5):11-15

[6] 高小明,唐新明,张春玲. 动态分段技术及其在GIS中的应用[J]. 测绘通报,2007(10):54-56

[7] 王广杰,何政伟,张新海,等. 线性参考系统与动态分段技术在公路GIS中的应用研究[J]. 测绘科学,2008,33(3):181-183

[8] 李清泉,左小清,谢智颖. GIS-T线性数据模型研究现状与趋势[J]. 地理与地理信息科学,2004,20(3):31-35

[9] 桂智明,晏磊,严明. 线性参考系统和动态分段在GIS-T中的应用[J]. 计算机工程与应用,2003,39(9):208-209

[10] 符韶华. 浅析动态分段技术在道路维护中的应用[J]. 北方交通,2014,36(9):98-100

[11] 王超,王泉,秦前清,等. 动态分段技术在GIS-T中的应用研究[J]. 测绘地理信息,2008,33(2):41-43

[12] 程亮,龚健雅,朱明媛,等. 线性参考系统技术在道路资产管理系统中的应用研究[J]. 测绘科学,2008,33(4):206-208

[13] 段东滨. 动态分段技术及虚拟桩在省级农村公路管理系统中的应用[J]. 福建建筑,2011,28(4):72-74

[14] 吕德昊,宋伟东,董山,等. ArcGIS中应用Python脚本实现地理数据的批处理[J]. 测绘与空间地理信息,2021,44(2):111-112

[15] 曲冠晨. 公路资产信息管理关键技术研究与实现[D]. 阜新:辽宁工程技术大学,2017

[16] 阳利锋,廖珊. 基于ArcGIS SOE的GPS与高速公路里程桩号转换服务实现[J]. 地理空间信息,2023,21(1):167-169

（上接第53页）

tainability,2016,8(2):160

[8] 高明杰,罗其友. 水资源约束地区种植结构优化研究:以华北地区为例[J]. 自然资源学报,2008,22(2):204-210

[9] 王禹植,薛联青,杨广,等. 水资源三条红线约束下玛纳斯河灌区种植结构优化研究[J]. 水电能源科学,2022,40(1):145-149

[10] 朱志明,李珍,刘春光,等. 宁夏水稻生产结构调整和布局优化建议[J]. 西藏农业科技,2022,44(2):79-83

[11] 冯伟东,张益民,杨明进,等. 宁夏水稻产业结构调整的途径思考[J]. 中国稻米,2021,27(2):84-88

[12] 刘钰,汪林,倪广恒,等. 中国主要作物灌溉需水量空间分布特征[J]. 农业工程学报,2009,25(12):6-12