DOI:10. 13216/j. cnki. upcjess. 2024. 01. 0004

基于大数据技术的 LNG 加注站智能选址方案设计

沙琦皓,胡文娟,江　军,许家栋
(中海石油气电集团有限责任公司,北京 100028)

摘要:为实现“双碳”目标,国家大力推动交通清洁能源的使用,因此合理布局和建设 LNG 加注站就非常重要。基于交通车辆卫星定位数据的算法技术,运用机器学习模型和大数据架构等先进技术,实现对 LNG 加注站的智能识别,并对路段流量和 LNG 重卡加注行为进行智能统计分析,搭建站点价值分析模型,进行 LNG 加注站的规划布局和建站选址。根据对交通大数据的分析,确定了全国 6 000 余个 LNG 加注站的位置分布和其中的高价值站点,借助地图进行标注并打造加注站数据系统,大幅度提高了 LNG 加注站选址的科学性及效率。

关键词:液化天然气;交通大数据;数据算法;LNG 加注站;布局选址
中图分类号:TU996. 8;U495;TE834　**文献标识码**:A　**文章编号**:1673-5595(2024)01-0029-07

一、引言

中国是世界上最大的能源消费国和碳排放国,碳排放量约占全球碳排放总量的三分之一。[1]随着基础设施的逐步完善以及大气污染治理要求的不断提高,中国提出“碳达峰碳中和”的战略目标,并不断推进能源生产和消费革命向纵深发展。天然气作为一种清洁低碳环保的化石能源,是国内外能源系统碳减排的重要抓手,肩负着能源消费从化石能源向可再生能源过渡的重要使命。[2]中国天然气表观消费量从 2000 年的 245 亿立方米跨越式增长至 2022 年的 3 663 亿立方米[3],增长了近 15 倍,天然气在一次能源消费中的比例已达到 8. 9%,并且力争于 2035 年达到 15%以上[4]。因此,在城市燃气、电力、工业、交通等多个领域,天然气都有广泛的应用前景。

相较于传统能源,天然气的碳排放量仅为同热值汽柴油排放量的四分之三[5],具有显著的环保优势;对比电力、氢能等其他类型的新能源,天然气的供应相对稳定,经济性好,且相关技术更为成熟。因此,天然气在交通领域能源转型的中前期将具有较大发展空间[6],国家也出台了一系列政策以支持车辆的“油改气”。

快速增长的 LNG 车辆“加气”需求离不开充足的气源保障,因此 LNG 加注站的合理布局和建设就尤为重要。传统的 LNG 加注站选址主要通过人工问询和实地车辆计数来确定,耗时耗力且数据质量不高,缺乏相对稳定可靠的判断标准,因此难以实现对市场的精准判断。2022 年 12 月 19 日,《中共中央 国务院关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》(简称《数据二十条》)指出,数据作为新型生产要素,要充分发挥数据要素倍增效应,激活数据要素潜能,增强经济发展新动能。数据作为现代生产要素,有明显区别于其他生产要素的要素特征与经济学特性。利用其倍增效应,与其他生产要素相融合,可以为经济的非线性增长注入新动能[7];利用好 IT 技术、数字化技术,发挥创新能力,可以实现数据资源真正的价值创造[8]。

本文基于交通车辆点位大数据,引入机器学习技术,探讨如何利用大数据技术挖掘交通数据价值,实现对 LNG 加注市场的及时感知和快速判断,高效准确地根据路段车流量、LNG 重卡加注行为和周边加注站经营状况等信息,综合规划站点布局,为 LNG 加注站的建站选址提供科学有效的数据参考,助力天然气行业在交通领域的发展。

二、LNG 加注业务及大数据技术的应用

(一)LNG 在交通领域的应用

作为车辆燃料的动力主要有两种:LNG 和

收稿日期:2023-03-28
作者简介:沙琦皓(1991—),男,广东化州人,中海石油气电集团有限责任公司工程师,研究方向为信息化建设、数据分析。

CNG。其中,CNG 为压缩天然气,以高压气体的形式储存在车辆燃料箱中;LNG 为液态天然气,以低温液态的形式储存在车辆燃料箱中。同体积下 LNG 密度大于 CNG,因此,LNG 车辆比 CNG 车辆能行驶更远的距离,尤其是在长途货运领域,LNG 车辆较 CNG 车辆应用前景更广泛。截至 2022 年年底,全国重卡保有量约为 900 万辆,其中柴油重卡占比超过 90%[9],因此柴油重卡的 LNG 重卡替代是响应国家“油改气”政策、实现交通领域治污减排的重点。2012—2022 年是全国 LNG 重卡保有量快速上升的阶段(见图 1),尤其是 2020 年,LNG 重卡销量超过 10 万辆。截至 2022 年年底,全国合计 LNG 重卡保有量近 60 万辆。[9]

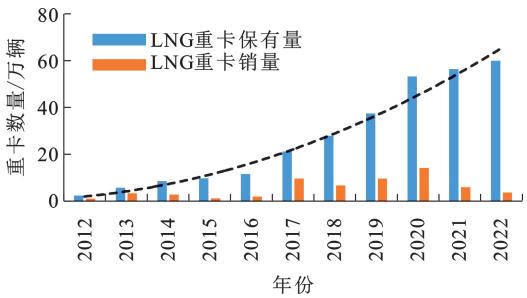

图 1 2012—2022 年 LNG 重卡保有量与销量

目前,重卡“油改气”较有成效的区域有两类:一类是新疆、陕西、内蒙古等天然气资源大省,其天然气供应充足;另一类是山东、河北等过境物流量巨大的省份,其对天然气的需求量大。市场供需两旺,十几个 LNG 接收站、上百个天然气液化工厂、数千座 LNG 加注站和数十万辆 LNG 重卡一起,构成了一个闭环运行的“油改气”产业。[10] 随着近年来 LNG 车辆加注场景逐渐从以城市公交为主转向以国道重卡为主,增量的 LNG 加注站应聚焦国道、高速分布情况,选择条件较好的物流通道、物流园区以及重要港口进行布局。

(二)LNG 加注业务

LNG 加注业务属于 LNG 产业链中下游环节,如图 2 中海石油气电集团 LGN 产业链所示,其 LNG 加注业务是企业销售业务中的重要业务板块。企业为了进一步提高天然气市场份额,除在价格、服务方面吸引客户外,优化 LNG 加注站网络布局,拥有更多、更优质的 LNG 加注站是提高企业竞争力最为直接的手段。

LNG 加注站业务链是一种“车—站—车”的模式(见图 3),LNG 加注站是其中最关键的枢纽,向上,依靠专用的 LNG 槽车将 LNG 从液源地(如 LNG 接收站和 LNG 液化工厂)运输至 LNG 加注站供液,储存到加注站的储罐中;向下,通过站点的加注枪向 LNG 车辆(以 LNG 重卡为主)进行加注。对于这种“车—站—车”的业务链,如果能够获取并分析 LNG 槽车及 LNG 重卡的车辆行驶交通大数据,找出车辆的行驶规律和特点,利用 LNG 槽车会在 LNG 加注站供液的特性,就可以识别出 LNG 加注站的位置和采购频率;利用 LNG 重卡会在 LNG 加注站加注的特性,就可以分析 LNG 加注站的加注车辆数,从而估算站点销售情况。借助对交通大数据的分析,抓住 LNG 加注站业务链的两端,实现对 LNG 加注站的识别和站点经营情况分析,就可以提升公司对 LNG 加注市场的透视感知能力,为 LNG 加注站开发选址提供重要的参考。

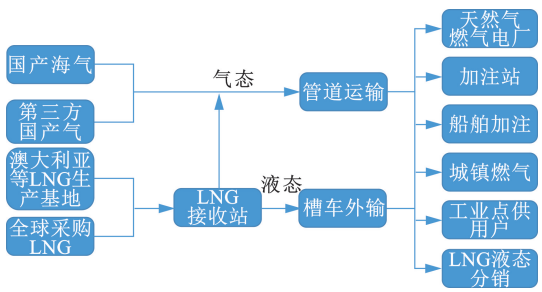

图 2 中海石油气电集团 LNG 产业链

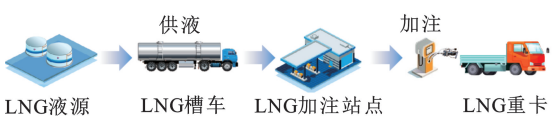

图 3 LNG 加注站业务链

(三)大数据技术的应用

随着新一代信息技术的迅速发展和快速普及,人类生产生活已经与信息技术相互交融,全球数据量出现爆发式增长。海量集聚的数据中蕴含着前所未有的社会价值和商业价值,政府和企业可通过分析处理大规模的用户数据,得到传统数据分析方式无法获知的隐藏价值,从而为公众和客户提供更加迅速、准确的公共服务及产品,大数据研究领域也因此受到了社会各界的广泛关注。[11]

大数据技术作为一种对海量数据进行科学分析和有效处理的先进技术形式,相较于传统数据处理技术,其应用不仅可以实现数据处理量显著扩大,还可以实现各种复杂类型数据的快速处理,是如今实现数据价值挖掘、充分发挥数据倍增效应的重要手段。随着信息技术手段的提高,大数据技术在信息管理、企业管理、电子政务、金融、制造、交通、科研、教育、能源等各个领域的发展与变革中都发挥了重要作用。[12] 在交通领域,基于车辆实时定位数据、监控摄像等海量数据,大数据技术可应用于交通引导、运输优化、交通服务等多个方面。[13] 在交通大数据与能源行业结合的应用场景中,曹闯明等[14] 基于交通大数据,通过分析 LNG 槽车运行轨迹,实现了

LNG 槽车运单数据的生成以及 LNG 供需预测;杨勇生等[15]对长江干线 LNG 动力船加注站选址进行研究,搭建了 LNG 动力船加注站的选址影响因素模型,并基于港口数据进行聚类分析,从而找出合适的站点位置。目前,利用大数据技术在全国范围内进行 LNG 加注站的开发选址,仍具有很大的研究空间及重要的应用价值。

三、LNG 加注站智能选址技术框架设计

LNG 加注站智能选址的技术框架由数据的存储、处理和应用 3 部分组成(见图 4)。其中,存储的交通大数据主要包含 LNG 槽车、LNG 重卡的实时点位数据和全国国道、路段的原始数据;数据处理主要是应用大数据算法技术,搭建 LNG 加注站识别算法和路段流量及 LNG 重卡加注行为识别算法;打造的数据分析应用包括全国 LNG 加注站手册、站点价值分析模型和加注站数据分析系统。

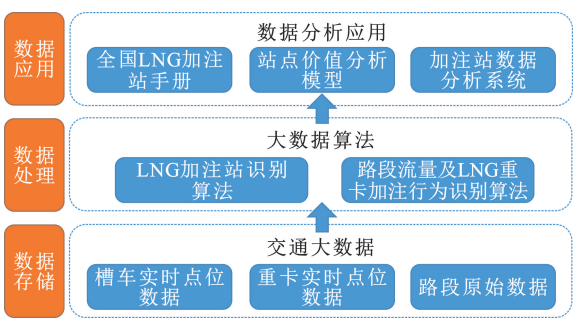

图 4　LNG 加注站智能选址技术框架

(一)交通大数据存储

本文研究的数据源为全国危化品和重卡车辆的北斗卫星定位数据,考虑到数据涵盖上千万车辆的日均数十亿条点位,数据规模达千亿级,常规的 MySQL 等普通关系型数据库及单个服务器节点无法满足这个数据量级的处理要求,因此整体数据处理架构采用了前沿的 Hadoop 架构。Hadoop 是一个由 Apache 基金会开发的分布式系统基础架构,主要解决海量数据的储存和分析计算问题,由于其开放性,已逐步形成了 Hadoop 大数据技术生态圈,具体构成如图 5 所示。本文中的 Hadoop 架构及相关组件使用情况如下文所述。

1. 大数据服务器集群搭建

利用 13 台服务器搭建集群,组建 HDFS 分布式文件系统,该集群具有高可靠性、高扩展性、高容错性、低成本等特点,可以存放海量车辆点位数据。其分布式架构采用 YARN 进行资源调度,调度系统能够根据每个节点的负荷自动分配计算任务,充分利用 CPU 内核的底层并行机制,为分析结果的稳定输出提供了坚实保障。

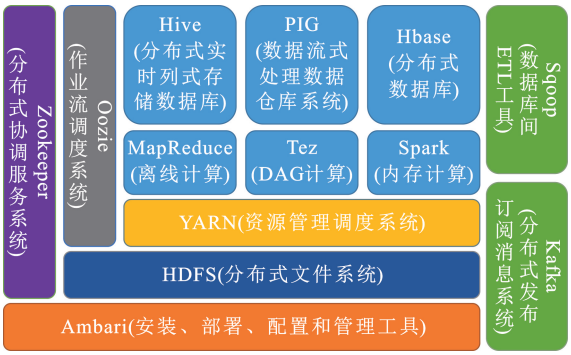

图 5　Hadoop 大数据技术生态圈

2. LNG 槽车数据相关字段及处理方式

在算法的底层,使用 Kafka 对接实时的 LNG 槽车数据,包括槽车的车牌号、车牌颜色编码、车辆归属省行政区域编码、车辆归属运输行业编码、车辆归属地市编码、车辆当前归属省行政区域编码、定位时间、系统接收时间、经度、纬度、车载终端速度、行驶记录仪速度、总里程、方向角、海拔等信息,然后通过 Spark 进行实时处理;此外,还通过高德地图以及百度地图互联网接口接入全国商户(气站、工厂、服务区、餐饮点、宾馆、小区等)的基础信息及其经纬度,作为算法判别车辆停留点类型的参数库之一,结合预先设定的接液点、卸液点参数库,最终输出槽车相关的结果数据。

3. LNG 重卡数据相关字段及处理方式

相比 LNG 槽车数据,LNG 重卡数据高了 1 个数量量级,而 MapReduce 计算框架能够赋予算法计算海量数据的能力。算法使用了 MapReduce 计算框架对接 Hbase 里的离线重卡数据进行并行计算,包括重卡车牌号、车辆类型(重型货车、中型货车、牵引车等)、燃料类型(天然气、燃油)、车牌颜色编码、车辆归属省行政区域编码、车辆归属地市编码、车辆当前归属省行政区域编码、定位时间、系统接收时间、经度、纬度、车载终端速度、行驶记录仪速度、总里程、车辆所属承运商等信息。结合全国高速、国道的路段信息参数,包括路段编号、路段所在省份、路段所在城市、路段组成经纬度列表、路段类型(国道、高速)等字段,最终输出重卡的结果数据。

(二)交通大数据处理

1. 大数据算法

(1)LNG 加注站识别算法

围绕 LNG 槽车向 LNG 加注站供液的业务环节,通过对 LNG 槽车行驶轨迹的特征识别和分析,筛选出 LNG 加注站位置信息,实现基于大数据的 LNG 加注站智能识别。其算法主要分为 3 个步骤:第一步,基于危化品车辆的实时点位大数据,根据槽车会去 LNG 液源接液的特点,通过对车辆行驶轨迹

的特征识别,筛选出全国范围内的 LNG 槽车;第二步,应用大数据和人工智能技术,将 LNG 槽车停留点与接收站/液厂的接液区域进行匹配,结合停留时长,判断出槽车的接液行为作为运单的起点,然后利用梯度下降树模型,输入所有停留点的特征值,并考虑多次分卸的可能性,通过大量的机器学习与训练,最终判定卸液点,从而形成槽车运单,包括车牌号、接卸液时间、接卸液地点、接卸液运距等信息;第三步,通过对算法识别的 LNG 槽车运单卸液地进行人工核实,进而识别出全国范围内的 LNG 加注站位置信息。具体 LNG 加注站识别算法的逻辑关系如图 6 所示。

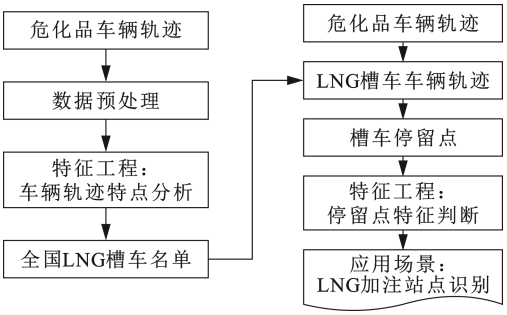

图 6 LNG 加注站识别算法

(2)路段流量及 LNG 重卡加注行为识别算法

围绕 LNG 加注站向车辆加注的业务环节,对 LNG 重卡车辆的行驶轨迹进行分析,一方面,可以结合搭建的路网模型计算路段重卡流量;另一方面,可以结合 LNG 加注站位置信息,识别出 LNG 重卡的加注行为。其算法同样分为 3 个步骤:第一步,建立可用性高的全国路网模型,通过距离截断、交叉点截断等方法,将原始的百万条无序的基础路段聚合成符合业务需求并且具有可视化的交通路段,组成全国高速、国道的路网模型;第二步,输入全国 900 余万辆重卡车辆,在进行必要的轨迹纠偏和去重后,将轨迹经纬度和路段经纬度进行匹配计算,输出车辆在指定时间、指定路段内的路段车流量;第三步,输入全国近 60 万辆 LNG 重卡的轨迹数据,通过对车辆行驶轨迹的特征识别,找出 LNG 重卡车辆停留点,通过分析停留点位置与 LNG 加注站位置的匹配情况,识别出 LNG 重卡的加注行为,并实现 LNG 加注站重卡进站加注流量的动态统计。路段流量及重卡加注行为识别算法的逻辑关系如图 7 所示。

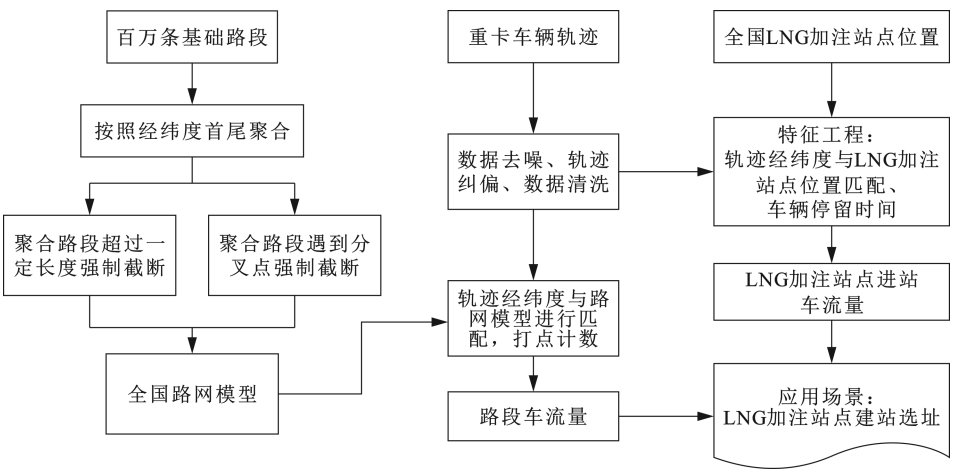

图 7 路段流量及 LNG 重卡加注行为识别算法

2. 大数据算法应用

大数据相较于传统的数据集,具有 4V 特点,即规模性(Volume)、多样性(Variety)、价值(Value)和实效性(Velocity)。[16] 由于大数据的高复杂度和高计算成本,难以使用传统数据挖掘方法来分析处理数据,需要使用到机器学习算法,其分类如图 8 所示。常规的机器学习算法根据输入输出特点,主要分为有监督学习、无监督学习和强化学习 3 类。本文在车辆原始点位去噪纠偏和槽车停留点特征分析两个场景使用到大数据算法技术。这两个场景特点是利用现有的数据样本对算法进行模型训练,根据已知的输入输出值训练出正确的判断逻辑。由于目标值具有离散的特点,符合有监督学习中分类算法的特点,因此,本文采用了 K 最近邻分类算法和梯度下降树两种算法。

(1)车辆原始点位去噪纠偏

在对车辆原始点位的预处理中,除基本的数据关联、分类和筛选外,最重要的是实现异常点识别和轨迹去噪纠偏。通过北斗定位系统自动抓取的车辆原始点位,难免会因为信号干扰、误差等原因,出现个别异常点位,若不提前对异常点位进行纠正或者删除,就会影响后续的轨迹判断。根据数据输入和目标值都是离散的特点,本文使用了 K 最邻近分类算法实现异常点的识别。

K 最邻近分类算法(K- Nearest Neighbor)的核心思想是,如果一个样本在特征空间中的 K 个最相邻的样本中的大多数属于某一个类别,则该样本也属于这个类别,并具有这个类别中样本的特性。该方法只依据最邻近的一个或者几个样本的类别来决定待分类样本所属的类别,也就是 K 最邻近分类算法在类别决策时,只与极少量的相邻样本有关。因此,本文选用 K 最邻近分类算法,根据车辆一段时间的连续点位位置进行拟合分析,从而找出与前后相邻点位偏差较大的异常点位,提前进行纠正或删除,以保证后续的轨迹判断准确。

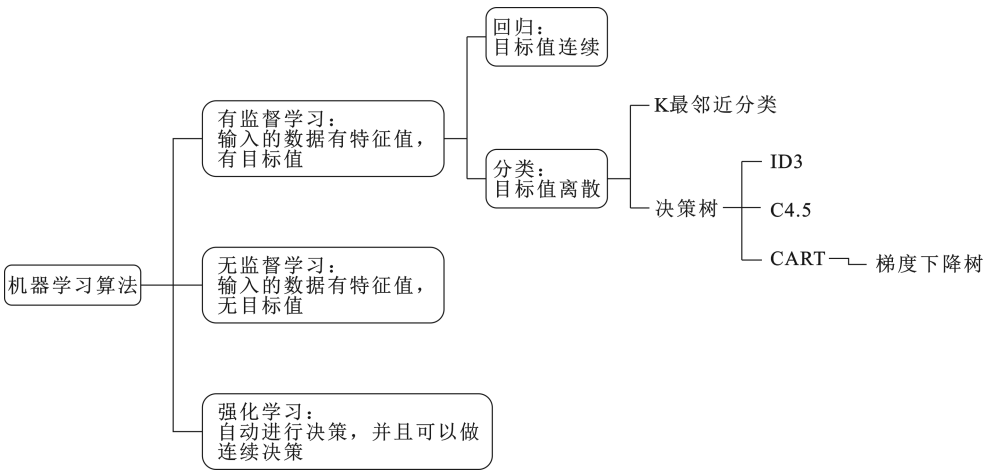

图 8　机器学习算法

(2)槽车停留点特征分析

在 LNG 槽车停留点特征分析场景中,需要根据槽车在停留点的停留时长、停留点与出发点距离、停留点与用气终端距离等特征进行综合判断分析。从槽车接液后的众多停留点中找出可能性最大的实际卸液点,从而生成完整的 LNG 槽车运单数据,并需要同时考虑二次卸货、串货等特殊情况。对此,本文采用梯度下降树算法,并根据算法中涉及的特征值参数不多但精度要求较高的特点,利用 GridSearchCV 进行调参和验证。

决策树是一类模仿人脑在日常生活中处理决策问题的方法[17],在得到问题结论即最终决策的过程中,数据中各特征子决策判断的逐步累积使求解范围不断缩小,最终确定最优决策。决策树算法主要有 ID3、C4. 5 和 CART 三种特征划分方式[18],其中 CART 根据基尼指数进行特征划分,梯度下降树算法采用的就是 CART 特征划分方式。在本研究的场景中,需要根据槽车停留点的特征进行梯度迭代判断,如停留时长是否满足要求、停留点与出发点距离是否超出经济运距、停留点是否属于服务区等,因此选择梯度下降树进行处理。

GridSearchCV(网格搜索和交叉验证)是一种决策树调参和验证方式。网格搜索,搜索的是参数,即在指定的参数范围内,按步长依次调整参数,利用调整的参数训练学习器,从所有的参数中找到在验证集上精度最高的参数,这其实是一个训练和比较的过程。GridSearchCV 可以保证在指定的参数范围内找到精度最高的参数,它要求遍历所有可能参数的组合,因此网格搜索适用于 3、4 个(或者更少)的超参数,本研究的场景涉及了槽车停留点的停留时长、停留点与出发点距离、停留点与用气终端距离 3 个参数,因此选用该调参方式最合适。

(三)交通大数据应用

基于大数据算法分析的数据结果,与线下实际数据进行抽样比对验证,数据准确度达 80%以上,且实时性、全面性超过了市面上大多数的资讯数据,可以满足实现 LNG 加注站智能选址的需求。针对企业决策层、管理层和执行层对于车辆加注业务的不同数据分析需求场景,在大数据算法的输出结果基础上,通过对数据的进一步加工处理、统计分析和可视化展现,可以实现 3 类数据分析应用:全国 LNG 加注站手册、站点价值分析模型和加注站数据分析系统。通过 LNG 加注站智能选址方案的数据分析应用,可以随时随地查阅各类加注站信息,锚定具有市场潜力的加注站进行发力,卡点布局,构建并不断优化 LNG 加注网络,助力企业车辆加注业务的高质量发展。

1. 编制全国 LNG 加注站手册

对于一家经营车辆加注业务的企业来讲,了解加注市场基本信息,如加注站的位置分布、销售情况等,是做好销售策略制定的基本前提。本文基于 LNG 加注站识别算法,对全国 LNG 槽车近几年的行

驶轨迹进行分析,识别出了全国 5 000 余个加注站的精确位置。在此基础上,通过与资讯公司、企业内部掌握情况等多方数据源提供的加注站清单进行交叉比对,并经过人工卫星地图核验和电话逐一核实,整合出全国 6 000 余个 LNG 加注站(含停运站点)的具体信息,并依此编制了《全国 LNG 加注站手册》。手册覆盖了全国 31 个省份(由于资料有限,手册中不包含香港及澳门特别行政区、台湾省的 LNG 加注站信息),涉及全国 400 余条路段,包含经纬度、所属公司、所属道路、联系电话等信息。与传统方式获取的 LNG 加注站清单相比,《全国 LNG 加注站手册》数据更为全面准确,并且可以根据 LNG 加注站识别算法定期更新完善;同时,对每个站点的信息都进行了人工的核查和补充,可以满足业务细化的分析需求。依靠“黄页”式的《全国 LNG 加注站手册》,企业可随时查询任意 LNG 加注站的详细信息,并根据手册中的联系方式进行洽谈合作。

2. 搭建站点价值分析模型

传统的站点开发摸排工作存在耗时长、工作量大且难以保证数据全面性的缺点。通过充分挖掘大数据价值,借助路段流量及 LNG 重卡加注行为识别算法,计算出全国国道、高速的路段车流量以及 LNG 加注站每日的重卡进站加注流量,从而实现基于站点进站加注流量的 LNG 加注站经营情况分析,并结合企业的加注业务规划目标及开发策略,进一步搭建站点价值分析模型。与传统的人工走访问询方式相比,站点价值分析模型可以按照指定的规则从全国 LNG 加注站中自动筛选出高价值的站点推荐清单。企业借此可以快速定位优质站点,为后续的站点开发锁定目标范围,可以大幅提高站点开发的科学性和效率。

3. 打造加注站数据分析系统

为了更好地服务于企业的站点开发工作,可同步打造加注站数据分析系统。系统集成大数据算法和站点价值分析模型的数据分析成果,前台采用 B/S 架构,以地图的形式展示全国加注站位置分布信息,并通过图例区分基于站点价值模型的站点推荐优先级。考虑到国道及高速是 LNG 加注站的重要布局区域,地图可高亮显示国道及高速等主要路段,并在地图上展示路段流量数据。此外,系统支持“自助”式的站点分析查阅,包括对于站点推荐优先级、所属公司、所属路段等信息的筛选分析,在地图上点选查看某个站点动态详情信息,可以根据自身掌握的实际情况对站点进行新增或者修改,也可以导出 LNG 加注站明细。

依托“沙盘”式的加注站数据系统,一方面,支持企业从宏观角度了解各区域的站点分布情况,决策管理层可以依此对加注站网络布局进行战略规划;另一方面,借助系统的“自助”式的站点分析查阅功能,企业可以更有针对性地进行站点的开发,并根据实勘情况随时调整更新,从而将加注站数据系统打造成车辆加注业务的“作战地图”。

四、结语

大数据技术作为一种处理海量数据的技术,其对数据价值的挖掘已经逐步在各行各业产生了深远的影响,对传统的业务模式带来革命性的变革。通过深度融合数字技术与加注终端业务,将交通车辆的卫星点位数据转化可供识别的数据分析结果,辅助 LNG 加注站布局选址,一方面,可以解决 LNG 加注站开发难、踩点累的业务痛点,大幅提高 LNG 加注站开发的效率和质量,实现企业加注产业的业务模式创新;另一方面,也是企业践行国家的号召,利用数字化赋能,推动天然气清洁能源在交通领域的应用,助力绿色交通发展。未来随着后续“气化长江”“气化珠江”“气化运河”“气化沿海”等政策的进一步推动,LNG 动力船也将会有广阔的发展前景。将大数据分析手段从陆路扩展到水路,通过分析 LNG 动力船实时位置,辅助 LNG 船舶加注站的建站选址,推动绿色航运的发展也将是一个值得探索和研究的方向。

参考文献:

[1] 贾爱林,程刚,陈玮岩,等. 双碳背景下中国天然气供需形势预测[J]. 石油勘探与开发,2023,50(2):431-440.

[2] 陈蕊,白桦. 近年国际天然气市场回顾及 2025 年展望[J]. 中国石油大学学报(社会科学版),2019,35(5):1-7.

[3] 沈鑫,周淑慧,吴春华. 中国天然气市场发展 2022 年回顾与 2023 年展望[J]. 国际石油经济,2023,31(4):25-36.

[4] 马新华,张国生,唐红君,等. 天然气在构建清洁低碳能源体系中的地位与作用[J]. 石油科技论坛,2022,41(1):18-28.

[5] 华贲,李亚军. 从战略高度认识和推进天然气替代交通运输燃料[J]. 天然气工业,2012,32(4):83-88.

[6] 范静静,王建良,黄辉,等. “双碳”目标下中国天然气发展定位及潜在路径研究[J]. 煤炭经济研究,2022,42(8):38-47.

[7] 何苏燕. 数据生产要素化及其价值创造机制研究[J]. 企业经济,2023,42(1):79-87.

[8] Teece D J. Explicating Dynamic Capabilities: The Nature and Microfoundations of (Sustainable) Enterprise Perform-

ance[J]. Strategic Management Journal, 2007, 28(13): 1319-1350.
[9] 蒋春辉. LNG 重卡减碳比较研究[J]. 专用汽车,2022(9):1-5.
[10] 汪晔."油改气"与"煤改气"的回顾与展望[J]. 世界石油工业,2020,27(3):25-33.
[11] 周宇,曹英楠,王永超. 面向大数据的数据处理与分析算法综述[J]. 南京航空航天大学学报,2021,53(5):664-676.
[12] 倪晨皓. 大数据技术应用现状及发展趋势研究[J]. 中国管理信息化,2021,24(16):179-180.
[13] 赵启林. 浅析大数据技术在交通领域的应用[J]. 科技传播,2020,12(8):103-104.
[14] 曹闯明,李明清,许家栋,等. 基于交通大数据的 LNG 供需预测[J]. 煤气与热力,2021,41(11):36-39.
[15] 杨勇生,周亚民,许波桅. 长江干线 LNG 动力船加注站选址研究[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版),2016,35(6):141-147.
[16] Manyika J, Chui M, Brown B, et al. Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity [M]. Washington: Mc Kinsey Global Institute, 2011.
[17] Hofstadter D. The Man Who Would Teach Machines to Think[J]. The Atlantic, 2013: 309525.
[18] 李旭然,丁晓红. 机器学习的五大类别及其主要算法综述[J]. 软件导刊,2019,18(7):4-9.

责任编辑:曲　红

Intelligent Location Design of LNG Filling Stations based on Big Data Technology

SHA Qihao, HU Wenjuan, JIANG Jun, XU Jiadong

(*CNOOC Gas and Power Group*, *Beijing* 100028, *China*)

Abstract: In order to achieve the "double carbon" goal, China has vigorously promoted the use of clean energy for transportation. As a result, the reasonable layout and construction of LNG filling stations become really important. Based on the traffic vehicle satellite positioning data, the advanced technologies such as machine learning model and big data algorithm architecture are used for the intelligent identification of LNG filling stations. Besides, with these technologies, the intelligent statistical analysis of road section flow and LNG heavy truck filling behavior is carried out, and the site value analysis model is built to carry out the layout planning and location selection of LNG filling stations. Based on the analysis of traffic big data, the location distributions of more than 6 000 LNG filling stations and the high-value stations in our country are determined, which are marked with maps. The data system of filling stations is built, which greatly improves the scientificity and efficiency of LNG stations' location selection.

Key words: LNG; traffic big data; data algorithm; LNG filling station; layout and location selection

英文编校:马志强