

高速公路网电动汽车充电站选址与定容分析

姜 迅

云南省交通投资建设集团有限公司, 云南 昆明 650000

[摘要]现代高速公路是我国交通运输的重要基础设施,一般长途出行的车辆都会选择高速公路来行驶,而电动汽车在近些年的发展水平持续上升,电动汽车的普及能够改善能源利用问题,促进环境健康发展减少噪音污染,但是电动汽车对于充电需求的不断增长,对充电站建设提出更高的要求。因而文章对高速公路网电动汽车充电站选址与定容问题进行分析与研究。目的在于对高速公路电动汽车运行的基本特征进行明确,对电动汽车充电站选址期间需要注重的问题以及依据原则进行掌握,并在确定充电站选址之后对充电站容量确定方法进行分析。通过研究获得结论,实现对高速公路网运行的基本特征、高速公路网电动汽车充电站选址与定容方法的掌握,最后结合文章参与的充电站规划项目对选址和定容效果进行阐述。

[关键词]高速公路网;电动汽车充电站;选址;定容

DOI: 10.33142/sca.v5i1.5550

中图分类号: U491.8

文献标识码: A

Location Analysis of Electric Vehicle Charging Network and Fixed Capacity Charging Station on Expressway

JIANG Xun

Yunnan Communication Investment & Construction Group Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract: Modern expressway is an important infrastructure of transportation in China. Generally, vehicles for long-distance travel will choose expressway. The development level of electric vehicles has continued to rise in recent years. The popularization of electric vehicles can improve energy utilization, promote the healthy development of the environment and reduce noise pollution. However, the demand for charging of electric vehicles is increasing, put forward higher requirements for the construction of charging stations. Therefore, this paper analyzes and studies the location and capacity of electric vehicle charging station in expressway network. The purpose is to clarify the basic characteristics of expressway electric vehicle operation, grasp the problems that need to be paid attention to during the location selection of electric vehicle charging station and the basis principles, and analyze the determination method of charging station capacity after determining the location of charging station. The conclusion is obtained through the research to master the basic characteristics of the operation of the expressway network and the location and capacity determination methods of the electric vehicle charging station in the expressway network. Finally, the location and capacity determination effect are described in combination with the charging station planning project participated in by the article.

Keywords: expressway network; electric vehicle charging station; site selection; constant volume

引言

电动汽车作为新能源汽车在交通发展与生态绿色发展当中发挥着重要作用,而高速公路建设的覆盖范围也越来越广泛,高速公路范围内的电动汽车流量逐渐扩大,对高速公路电动汽车充电站基础服务设施有了更大的需求以及更高的要求,必须要加强高速公路电动汽车充电站建设的合理性以及充电服务质量和效率,从而满足电动汽车在高速公路上行驶的充电需求。

如今全球变暖、恶劣天气等问题逐渐凸显出来,问题的严重性有目共睹,汽车尾气排放是现代污染产生的主要结构,因而汽车行业的环保强化问题深受人们的关注,电动汽车应用新能源进行运行能够有效降低汽车行驶期间的二氧化碳排放量,从而发挥环保的作用。电动汽车的顺畅运行需要能够获得充足的电能,电动汽车充电设施的建设活动也随着电动汽车的高效发展而陆续开展起来,从而2014年开始我国就在新能源转型方面投入了大量的精力

和政策支持,截至2020年我国的电动汽车数量已经超过了五百万,这为我国电动汽车产业发展带来了更广阔的发展空间,同时也带来了较大的挑战。以往电动汽车应用发展期间,城际之间电动汽车充电基础设施不足,严重影响了电动汽车的推广发展,因而我国针对这一情况推行了加大高速公路服务区电动汽车充电站建设力度的政策。在这一政策实施落实下,依据高速公路网运行的实际情况,来合理进行充电站选址与定容是首要任务,也是实现充电站项目工程建设水平和运行能效提升的基础。只有充电站位置建设保持合理,才能切实为电动汽车的推广运行提供有效助力。

目前国内外关于电动汽车以及电动汽车充电站的相关研究比较丰富,国外的相关研究起步比较早,主要是针对电动汽车分类、电动汽车能源补给方式、选址理论方法等方面的内容进行研究,通过以往的研究可以发现电动汽车正处于持续发展和上升发展的状态,国家对于电动汽车发展的支持力度比较强建设一个高效的充电桩网络已成

为各国政府和制造商提高电动汽车普及率的一项重要任务,规划好的充电站点可以显著降低项目建设成本,在国内的相关研究当中对于电动汽车充电站选址方面的研究更多的是规划城市内区域范围,对于高速公路的电动汽车充电站的相关研究非常少,虽然有很多关于电动汽车充电站选址的方法研究,也提出了多样化的选址原则和理论方法,如排队论、遗传算法、粒子群算法等。因而本文就针对高速公路网的电动汽车充电站选址和定容进行分析,以补充电动汽车充电站相关研究的全面性。尤其高速公路网是城际之间的重要交通结构,我国的高速公路结构当中电动汽车充电站的建设水平比较低,充电站基础设施资源匮乏,对高速公路网充电站建设进行针对性研究具有价值性。

1 高速公路网运行的基本特征分析

高速公路作为人们长途出行的重要方式,电动汽车在高速公路行驶的数量越来越多,在高速公路基础设施当中强化电动汽车充电站建设,对于高速公路发展和电动汽车发展都是非常重要的任务,目前我国高速公路网当中的电动汽车充电站建设水平还比较低,发达城市高速公路充电站建设数量比较多,中小城市非常少,而电动汽车充电站建设当中,选址与定容是两个关键点。

1.1 高速公路网结构特征

高速公路网结构是多条单向运行的交通道路相互交叉、交汇而组建而成,高速公路在相应的地点区域都会设置入口与出口,在高速公路区域中间会设置相应的服务区,包含各项基础服务设施,高速公路的沿途路径比较长,双向行驶的道路之间相互隔绝,道路两边的充电站服务也具备独立性。

一条高速公路会向着一个方向延伸,中间设置的岔路数量非常少,并且高速公路是对称的结构,单向行驶不能逆行,若是电动汽车错过了一个充电站之后,就需要继续行驶比较长的距离,到下一个充电站获取充电服务。

1.2 高速公路电动汽车运行特点

高速公路电动汽车用户的充电需求产生,都是在高速公路路途行驶的过程中,因而充电需求属于过路需求,在进行高速公路网电动汽车充电站选址期间需要进行综合考虑,以保证站点位置能够充分满足用户的充电需求,而充电站的定容与地区高速公路车流量之间有着直接的关联性,一般电动车充电的时间都比较长,如何能够减少排队情况,就需要对站内的充电桩数量进行合理的规划。

2 高速公路用户充电需求

高速公路电动汽车用户在高速公路当中行驶时,会根据实际情况产生充电行为,用户选择哪个位置的充电站,对充电需求也有直接的影响^[1]。电动汽车续航里程是电动汽车运行发展的一个重要阻碍性影响因素,在高速公路网当中行驶路途都比较远,在实际高速公路行驶期间很多用户会由于续航里程问题而产生的焦虑,从而对充电需求进行考虑,当电动汽车的电量剩余比较少的情况下,就会对剩余电量是否足够支撑到下一个充电站点而感到担心焦

虑^[2]。简单的来说,在高速公路行驶到达一个充电站时,若是电动汽车的剩余电量没有达到能够让用户产生焦虑的值时,用户就会自主判断剩余电量能够达到下一个站点,若是足够就不会进行充电,若是不充足就会进行充电,而当达到一个站点时剩余电量已经达到焦虑值就会直接进行充电。假设电动汽车用户每一次都会将电充满,当到达充电站时就会对是否需要充电进行判断,在站点当中通过对用户充电行为进行判断,就能够对用户充电需求归属进行明确^[3]。

3 高速公路网电动汽车充电站选址与定容分析

3.1 FRLM 续航选址

FRLM 续航选址模型就是通过车辆行驶里程限制进行全面综合的考虑,根据路径需求来确定选址^[4]。针对高速公路网和电动汽车续航里程的特点情况,可以建立一个X到D点的直行路径结构: X—A—B—C—D,其中X与D对应的就是高速公路的出入口结构,其中X—A路径20千米,A—B路径80千米,B—C路径100km,C—D路径120km。如果在X高速公路入口处设置第一个充电站,那么电动汽车开始的电量就为100%,若是在入口不设置充电站,电动汽车电量就设置为50%。当电动汽车电量与行驶里程之间等价,那么两者之间的关系就为正相关线性^[5]。

在建设的路径当中充电站建设的组成一共有{A},{B},{C},{D},{A,B},{A,C},{A,D},{B,C},{B,D},{C,D},{A,B,C},{A,C,D},{B,C,D},{A,B,C,D}这14种模式,在建设充电站时,需要对整体路径的长度与电动汽车行驶最大里程进行分别计算,充电站选址距离间隔和分布,需要保证电动汽车能够顺利的完成整体行驶路径。而对于充电站的数量需要保证充足性,但是也不宜过多,否则会造成资源利用率偏低,导致浪费的情况发生。而且高速公路充电站的建设也伴随着成本的问题,充电站数量也会受到限制。在具体选址时,首选在车流量比较大的区域,从而让有限的充电站能够更好、更充分的满足高速公路的电动汽车充电需求^[6]。

3.2 高速公路网电动汽车充电站地址的选择

3.2.1 根据地理特点考虑选址

在充电站选址时,需要对高速公路网的路径分布、岔路设置、服务区建设等地理特点进行综合的考虑,从电力网络规划的角度来看,作为中低压配电系统的重要组成部分,充电站选址应与高速公路配电系统现状、近远期规划、建设与改造等相融合,应尽可能接近负荷中心并满足负荷平衡、电能质量和供电可靠性等方面要求^[7]。同时从电动汽车用户方面考虑,选址需要在需求较大和充电便利的区域。

3.2.2 相邻站点的服务范围考虑

当电动汽车的放电深度超过50%并在70%之内范围时进行充电,对电池使用寿命的延长有助益,因而电动汽车的合理续航里程为电动汽车从动力电池组处于最佳放电深度开始放电直到最大放电深度时所能行驶的里程。以此,两个相邻充电站的距离需要满足高速公路行驶路径需求,

距离需要适中,对相邻站点服务范围进行考虑,初步筛选站点分布密度^[8]。

3.2.3 高速公路车流量发展性考虑

高速公路与电动汽车的发展水平一直都处于上升的状态,充电站的选址需要依据充电需求,也就是要参照高速公路网的车流量情况以及用户的购买力,而随着高速公路交通运行规模的扩大,电动汽车有充电需求的用户数量也会随之提升,还需要从发展性思维进行考虑。

3.2.4 充电站建设运行成本的考虑

高速公路网充电站属于基础服务设施,强化建设是必然趋势,但是需要投入大电量的人力、物力与资金,需要对建设运行成本进行考虑,要保证充电站建设位置区域和数量整体运行之后能够保持经济性,资源充分利用不闲置。

3.3 电动汽车充电站容量的确定分析

3.3.1 充电需求点分析

电动汽车充电站的定容,需要依据充电需求来确定^[9]。要对高速公路网电动汽车行驶车流量水平进行明确,然后将高速公路网的充电需求点进行划分,车流量大、电动汽车行驶密集的区域就作为一个需求点,对于车流量相对较小的相邻区域可以整合设为一个需求点。以需求点的规划情况,来对充电需求进行明确,为充电站容量确定奠定基础。

3.3.2 充电需求分配模型分析

在充电站选址确定的基础上,容量确定就是关键,根据高速公路充电站的需求位置和需求,然后通过明确充电需求点到充电站位置的距离,来进行需求点的分配方案规划,确定每个充电站分配到的充电需求,将其进行相加求和,从而确定每个充电站的容量。充电站容量需求,与高速公路充电站建设位置服务区域的电动汽车数量(N)、电动汽车行驶每公里的电能消耗(μ_1)、电动汽车一天行驶的里程(μ_2)等参数有关联,将上述三个参数数值进行相乘就能够计算得到充电站的充电需求量,就能够确定充电站的容量^[10]。

4 实例分析

就以云南地区的高速公路在2020年规划新建多种充电桩为案例,一共20万枪,模拟高速公路电动汽车模拟站点能用伏罗诺伊图现实如图1,按照伏罗诺伊图中的指示,每个划分出来的区域有且只有一个点,这个点就是拟建的充电站,各充电站服务区域内的充电需求可以确定如下: $M = \mu_1 \mu_2 N$,根据充电需求量可以计算充电站容量: $W = \delta \cdot M/24$ 。

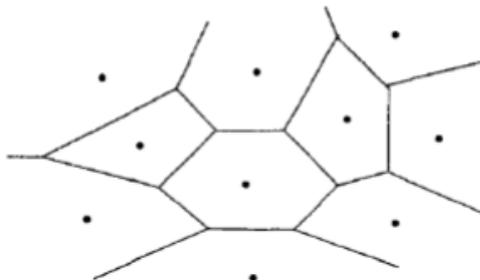


图1 伏罗诺伊图

该项目要求高速公路的主干线服务区充电总功率至少达到360kW的直流充电桩,具体选址和定容期间,在项目充电站地址选择和电充分配时依据及“车桩相适、适度超前”的原则和“滇中成网、干线联动、点状布局”的思路,将充电桩布设按“4、2、1”标准实施,根据高速公路服务区节点位置和车流量情况,并考虑服务区供电局供电负荷和场站空间大小等情况,将一类站数量设置为56,通过相应的计算总功率确定为15411kW,二类站数量设置为3,总功率定为111kW。

5 结束语

电动汽车的运行与发展,需要充分的电能支持,高速公路当中电动汽车行驶数量不断的增多,需要建设足够、完善的充电站来为其正常行驶提供电能补给,目前我国大部分高速公路的电动汽车终点站建设水平都较低,数量很少,需要加大建设规划力度,为电动汽车高速公路行驶提供保障。

[参考文献]

- [1]王妍,吴传申,高山.基于电动汽车行驶数据快速聚类的充电站选址优化[J].电力需求侧管理,2021,23(3):8-12.
- [2]曾鹏飞,吴长武.基于AHP和模糊评价的电动汽车充电站选址问题[J].综合运输,2021,43(4):73-81.
- [3]赵炳耀,陈璟华,郭经韬,等.基于Voronoi图和改进引力搜索算法的电动汽车充电站选址定容[J].广东工业大学学报,2021,38(3):72-78.
- [4]薛滨枫,毛晓波,潘湧涛,等.基于LSTM神经网络的电动汽车充电站需求响应特性封装及配电网优化运行[J].电力建设,2021,42(6):76-85.
- [5]李伟伟,夏咸琳,倪国林.电动汽车充电站谐波治理方案的设计[J].盐城工学院学报(自然科学版),2021,34(1):26-30.
- [6]张鑫,李琰,王文斌,等.基于阿里云的电动汽车充电站数据网关[J].单片机与嵌入式系统应用,2021,21(3):64-67.
- [7]潘裕馨.S公司电动汽车充电站风险分析与应对策略[D].上海:上海外国语大学,2021.
- [8]张艺涵,徐菁,李秋燕,等.基于密度峰值聚类的电动汽车充电站选址定容方法[J].电力系统保护与控制,2021,49(5):132-139.
- [9]邢毓华,师高翔.含风光柴蓄的电动汽车充电站容量优化配置方法[J].电气传动,2021,51(7):67-74.
- [10]赵为光,孙健,吴尚阳,等.电动汽车充电站与配电网的联合规划策略[J].黑龙江科技大学学报,2021,31(1):98-104.

作者简介:姜迅(1983.9-)男,工作单位云南省交通投资建设集团有限公司,专业机械工程,管理岗位,毕业学校湖北工业大学,硕士。