

“交通-通信-能源”三网融合关键技术研究

张鼎霖¹ 朱熙豪² 汪内利² 倪双静²

1 浙江数智交院科技股份有限公司 综合交通运输理论交通运输行业重点实验室

2 浙江省机电设计研究院有限公司

DOI:10.12238/bd.v7i6.4109

[摘要] 我国的经济社会正在由原本的高速发展向高质量发展转变,各类高新技术的快速发展为社会经济高质量发展创造了无限可能。其中,先进技术与传统行业的融合发展成为实现经济高质量发展的重要途径。“交通-通信-能源”三网融合发展便是较为典型的代表,其中的现代通信技术和信息技术能够有效赋能传统交通业,使其借助先进的技术优势拓展发展方向和服务功能,已经成为促进能源转型和建设交通强国的必经之路。因此,下文首先分析“交通-通信-能源”三网融合的可行性和系统架构,并对其中的关键技术进行探讨,以期通过关键技术的融合促进传统交通行业的绿色智慧发展。

[关键词] 交通; 通信; 能源; 三网融合

中图分类号: U172.6 **文献标识码:** A

Research on Key Technologies for the Integration of Transportation, Communication, and Energy Networks

Dinglin Zhang¹ Xihao Zhu² Neili Wang² Shuangjing Ni²

1 Zhejiang Intelligent Transportation Institute Technology Co., Ltd. Key Laboratory of Comprehensive Transportation Theory and Transportation Industry

2 Zhejiang Mechanical and Electrical Design and Research Institute Co., Ltd

[Abstract] China's economy and society are transitioning from high-speed development to high-quality development, and the rapid development of various high-tech industries has created infinite possibilities for high-quality socio-economic development. Among them, the integration and development of advanced technology and traditional industries has become an important way to achieve high-quality economic development. The integrated development of the three networks of transportation, communication, and energy is a typical representative. Modern communication technology and information technology can effectively empower the traditional transportation industry, enabling it to expand its development direction and service functions with advanced technological advantages. It has become a necessary path to promote energy transformation and build a strong transportation country. Therefore, the following text first analyzes the feasibility and system architecture of the integration of the "transportation communication energy" three networks, and explores the key technologies in it, in order to promote the green and intelligent development of the traditional transportation industry through the integration of key technologies.

[Key words] Transportation; Communication; Energy; Triple network integration

引言

社会经济高速发展的形势下,能源供应需求也随之增大,且对交通和通信的服务需求也呈现逐年上升趋势,其中交通与能源的交集和联系主要体现在信息、能量和用户等层面,交通与通信之间的联系也日渐紧密。在此种背景下,相关研究中提出了“交通-通信-能源”三网融合发展的理念,认为三网融合发展有助于推进经济和能源的可持续发展。现代能源利用背景下,急需

建立起能源利用网络,高效集成能源,并对能源进行合理分配与利用,交通作为能源消耗中的关键组成,也需坚持低碳发展原则,实现绿色转型目标。能源网和交通网的建设均离不开信息技术的支持,为此,研究“交通-通信-能源”三网融合关键技术势在必行。

1 “交通-通信-能源”三网融合的可行性分析

交通网、能源网和信息网均属于十分重要的惠民网络,三网

融合发展有助于促进基础设施的融合建设,实现多技术和多学科交叉发展和技术创新。目前来看,我国在能源、交通和通信方面的基础设施建设已经基本完成,三网服务效率均十分可观,这也为三网融合发展奠定了较好的基础。从技术创新层面来看,产生了“能源+汽车”的电动汽车和电气轨道交通,实现了绿色运输工具的创新。同时“能源+信息”的融合还生成了智能电网技术,“交通+信息”生成了车联网和自动驾驶技术等,多种技术的融合使得三网融合的条件和环境日渐成熟。当前,三网融合技术在电动汽车充电服务中的应用取得了较好的应用成果,通过市场调查发现,用户反响较好,将来可以进一步探索其在无线充电技术中的应用,为用户带去更好的服务体验。特别是基础设施的建设成果较好,且技术发展速度较快,这些因素均能为三网融合创造良好的条件,综合多方面因素,三网融合的前景可观,具备较好的可行性。

2 “交通-通信-能源”三网融合的系统架构

“交通-通信-能源”三网融合系统主要由物理层、感知层、平台层和应用层共同组成,其中物理层主要包括系统运行中所需的关键物理设备和多种用户终端,如通信基站、电缆线、交通设施、发电机组和通信终端等;感知层则主要包括数据采集终端、通信网络、计算资源和传感器,主要起到获取物理层关键运行数据,对物理层运行状态进行全面监测的作用;平台层是由服务于系统运行的关键平台组成,是将感知层获得的数据为主要依据,通过对数据进行处理和计算后进行技术融合,形成功能各异的系统平台,如交易监管平台、数据储存平台和调度平台等。平台融合的过程中,通常是通过制定边界和协议的方式来保护信息安全;应用层主要面向用户需求,可基于物理层、感知层和平台层的信息和技术打造相关服务功能,为客户提供可靠的用能服务和出行引导服务等,应用层的功能性往往决定着系统建设的质量。

3 “交通-通信-能源”三网融合系统架构中的关键技术

3.1 物理层中应用的关键技术

3.1.1 三网联合优化技术

我国目前已经基本建成交通网、能源网和信息网的基础设施以及传输通道,并且形成较大体量的网络体系,呈现出结构复杂和节点密集分布的特征。进行三网融合建设时,需要基于已有的网络结构基础之上进行分布建设。为能建设出服务于三网融合系统的物理层,需做好三网联合规划设计工作,具体而言,要先对区域内已有的网络结构进行调研和分析,并且积极收集用能、通信和出行的相关数据,以明确好各自的供需关系,通过对已有数据的分析确定区域的三网融合扩建需求。结合当前的政策文件对能源网、交通网和通信网的建设做好空间和阶段的划分,有计划的实施三网基础设施建设方案,为三网融合系统的建设打下坚实的基础。对于已经建成的网络可以采取复杂网络理论对其结构特点进行分析,目的是找出已建网络中的薄弱环节以及关键节点,并且根据既有网络与区域发展的供需关系来综

合规划三网融合物理层系统,期间需要重点考虑成本因素、建设周期以及投资效益等。

3.1.2 三网连锁故障诊断技术

为能保障三网融合系统的物理层始终处于最佳运行状态,要着重关注设备终端的运行质量,对设备以及网络故障进行实时监测,确保能够及时发现故障隐患,快速排除故障问题,尤其是网络故障存在一定的传播风险,如不能及时管控和处理,很可能造成在整个网络系统中传播的问题。因此,在建设物理层时,还需积极引入科学可行的连锁故障诊断技术,目的是对故障问题进行及时排查,并基于网络连锁故障的发展规律从源头上解决和控制故障隐患。这主要是由于三网融合后的网络结构趋于复杂化,致使在系统运行中的故障连锁反应和传播规律均发生较大变化,传统的连锁故障诊断技术已经不再适用。为此,现阶段需要重点围绕能源-交通-信息网络的融合状况研究出符合三网融合发展的连锁故障诊断模型。主要方法为立足于传统能够连锁故障分析方法,并将关键节点和参数控制方法融入其中,通过量化分析的方式,明确故障发展时间,同时建模关键故障,提取故障特征,实现对连锁故障问题的准确分析。此外,还可根据复杂网络演化动力学、信息传播学和复杂网络理论等来揭示三网融合背景下的连锁故障传播演化规律。同时,借助灾害蔓延动力学模型还可实现对灾害影响的精准预测和分析,提高物理层的故障响应能力。

3.2 感知层中应用的关键技术

3.2.1 新型传感器技术

当前应用的传感器不仅功耗大、成本高,而且存在抗干扰能力差的弊端,很难满足三网融合的数据采集要求。从某一方面来讲,数据采集的水平直接关系到三网融合系统的感知能力,是决定其能否高效运行的重要基础,因此,现阶段的工作要点为及时更新传感器技术,保障对数据的高效采集与利用。为能实现对数据信息的高效采集,保障数据采集的全面性、时效性和准确性,需要基于三网融合系统中各类数据信息的特征量来研发新型传感技术,并积极开发新的敏感材料,此后对新型传感器在不同工况下的抗干扰能力进行测试,依据测试结果对传感器的封装工艺进行调整,使其达到最佳的作用效果。这里要求传感器要同时具备通信、测量和边缘计算等功能,同时对传感器的体积、能耗、延时性和精度也提出了较高的要求,应根据三网融合系统的信息获取需求开发出小体积、轻量化、低延时、高精度的传感器,使其能够满足三网融合的数据采集需要。

3.2.2 大数据分析技术

能源网、交通网以及信息网在独立运行时便会产生海量的数据信息,且每种网络结构均较为特殊和复杂,三网融合的形势下所产生的信息数据量也更为庞大,相关统计数据显示,每种网络用户均有上亿人,日常运行时产生的数据体量十分巨大。在当前的时代背景下,数据信息的利用价值十分突出,如能实现对海量信息的获取与分析,必定能够从中提取出大量有价值的信息,不仅有助于对三网融合状态的评估,还能为网络调度和优

化控制提供可靠的数据支持,可以认为,基于大数据技术能够对三网的高效融合与协同发展创造良好的条件。因此,需要集成多种先进的信息通信技术,如大数据技术、人工智能技术和物联网技术等对能源系统消费数据、交通运行数据进行汇总,并且生成大数据集,确保能够为能源生产、交通出行引导等提供可靠的数据支持。特别是在三网融合的过程中,对于各类数据的收集与分析还可帮助相关人员了解行业发展潜力,挖掘潜在用户,指导行业发展大方向。

3.2.3 新型通信技术

在三网融合的形势下,所需服务的用户群也会随之增大,系统运行过程中的数据量增大,且呈现出海量、异构的特点,为保障三网融合发展的效率,应及时了解感知设备状态,并确保各类信息的及时交互和共享。鉴于此,需要打造一个兼容性较强、信息传播速度快、信息安全可靠的通信服务系统。为能达成上述目标,需开发出支持多种智能终端接入的通信网络,并且联合5G移动通信和电力通信形成高效率的通信传输通道,同时加大对本地通信芯片的研究力度,充分集成5G基站资源,强化通信效率,为三网融合发展提供可靠的通信支持。

3.3 平台层中应用的关键技术

能源网、信息网以及交通网均属于规模偏大的非线性网络结构,在热与气的能源网络和交通网中表现出慢变特征,而信息网和电网则表现为快变特征,三网结构上的差异导致三网融合存在时间跨度大、多时间尺度交叉融合的现象,这无疑会为三网融合的仿真带来更大的挑战,前期所采用的仿真技术已经难以满足三网融合下的仿真验证需求。因此,考虑采用多时间尺度联合仿真技术来支持三网融合发展,即利用网络流建模和分析的手段进行三网融合系统的多时空耦合状态分析,同时联合动态分析理论、稳态计算技术形成三网融合系统多空间尺度耦合模型。因三网融合的过程中需要面临各个网络响应时间不同的难题,需联合应用云计算技术和大数据分析技术等较为先进的信息技术从中长期动态和局部暂态的角度上形成全局稳态多时间尺度的仿真,确保在时间跨度较大的情况下,也能对三网融合过程进行仿真验证,为三网融合系统的建设提供较为可靠的依据。

3.4 应用层中应用的关键技术

鉴于用户层是直接服务客户的终端系统,需综合分析产业发展趋势的基础上,围绕用户需求这一核心,设计应用层的功能。具体而言,可通过对用户行为的分析,明确用户需求,并打造出用户与系统双向互动的应用层系统。现阶段的研究中绝大部分均是针对单一网络以及耦合网络用户行为的研究,一般是利用马尔科夫决策以及概率统计的方式来进行用户行为分析,并且反馈用户群体特征,对于用户出行、通信以及用能需求等进行

分别分析后,通常是采取价格激励的方式来引导用户消费。还有部分研究是从心理学的领域来研究用户行为,但实际上,对于用户行为的分析很难真实的反馈现实需求状况,实际上有很大部分用户存在不确定需求特征,这无疑会对系统运行带来不利影响,具体影响还有待进行进一步验证。

在现行的技术发展背景下,可以利用大数据技术和云计算技术等对社会化行为进行多元分析。其中,对于能源网的分析中,可以融入互联网思想,并从心理学、社会学等角度入手,建立起对应的数据库,用于体现用户行为特征。利用相关的数据处理和分析技术,能够深入挖掘用户群的交通出行和能源需求特征等,通过合理分析和预测有助于彰显用户群体的普遍出行规律和时空分布特点。应用层运行中,可以基于双向交互信息来进行数据分析,在数据驱动的作用下科学预测用户行为,并做出正确的决策。同时,还需在三网融合的过程中围绕气候、价格、环境和社会动态等对行为产生的影响进行分析,将其划分为不确定行为,且利用大数据分析技术来确定用户在面临不同影响因素时的响应特征,以此来揭示在不确定因素影响之下,对多元社会行为的影响机理。

4 结语

“交通-通信-能源”的三网融合可以起到降低运营成本提高土地资源 and 能源利用率等作用,同时,三网深度融合的形势下,还能弥补在传统行业发展中存在的不足,形成多种新业态,有助于革新行业发展方向,促进能源转型和推动交通强国战略的实施。特别是在“碳中和”战略的指导下,三网融合发展可以加速能源转型的进度,使得清洁能源成功代替不可再生能源,实现能源可持续发展的目标。此外,可以使信息技术更好的服务于交通和能源行业的发展,显著提升三网融合的决策效率,保障对信息资源的高效共享与利用。因此,在今后的工作中仍需不断探索三网融合的发展策略,以进一步提升三网融合发展的速度,促进三网同期发展。

[基金项目]

浙江省“尖兵”“领雁”研发攻关计划项目:(2023C01246)。

[参考文献]

- [1]胡海涛,郑政,何正友,等.交通能源互联网体系架构及关键技术[J].中国电机工程学报,2018,38(1):13.
- [2]黄侠,陈玲.能源互联网信息通信关键技术分析[J].通讯世界,2018,(6):2.
- [3]交通网,能源网,信息网“三网融合”新型基础设施建设试点的思考[J].交通建设与管理,2022,(5):4.
- [4]蔡雪松.面向城市交通领域的信息融合关键技术研究[D].华东师范大学,2019.