

# 电动汽车的发展和四网四流融合

习近平总书记对能源革命、汽车革命做了一系列精辟指示,并提出2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和的目标。电动汽车出现于1834年,比内燃机汽车还要早50年,电动汽车的发展也是时起时伏,很大程度上决定于技术、政策、企业、市场、资本等要素,其中最重要的是政策驱动和市场驱动的良好互动。中国当前的政策、技术、市场互动良好,同时,由于我们的市场最大,中国已连续6年成为全球电动汽车产销量最大的国家。

## 1 四网四流融合产业发展

消除电动汽车的续航焦虑应该从四网(能源网、信息网、交通网、人文网)四流(能源流、信息流、物资流、价值流)融合的理念来解决。从汽车行驶的需求,使用者的方便友好,电池的性能、最佳工况和安全性,电力系统和充换电设施的能力,碳排放指标等综合考虑解决。在碳达峰和碳中和的目标和政策下,应该出台单位耗电量的碳排放指标,可以指导电池的发展方向。

研发智慧能源是能源转型的重要措施。能源之所以能“聪明”起来,主要是尊顺人一信息—物理系统三位一体的理念,产生智能。通过各种能源的耦合,将废弃无用的能源转换为有用的能源,同时促进碳中和。比如电网中有不同的能源发电:水力、太阳能、风能、化石燃料、核电等,如果有多余的太阳能和风能而电网无法接受,可以通过电解过程,利用太阳能发电和风电,将水电解为氢气(将能源流转化为物资流)。这些氢气可以就地利用或运送到距离合理的加氢站,用于驱动氢燃料电池汽车。这里氢气在耦合优化各种能源起了很重要的作用,氢气可以耦合优化电力能源和化工能源。因为氢气有两个属性,既是



陈清泉,原籍福建省漳州市。中国工程院院士、英国皇家工程院院士、匈牙利工程院荣誉院士、乌克兰工程院院士、香港工程科学院院士暨特别顾问,香港大学荣誉教授,世界电动车协会创始主席,国际院士科创中心创始人。研究方向为先进电机驱动、电动汽车、智慧能源、四网四流融合的工程哲学和关键技术。

能源又是物资,既是燃料又是材料。中国在太阳能和风能的装备容量和增长率方面在世界名列前茅,但对我国能源结构改进的贡献还较小,原因是太阳能、风能的不稳定性及设备闲置率高。同时,为接纳太阳能和风能,火电厂做了各种让步措施,导致火电厂不能在最佳工况工作而带来附加能耗。因此要综合思维,采用四网四流融合理念从根本上解决。

智慧能源和新能源汽车息息相关,要实现智慧能源有3个载体:一是综合能源服务系统;二是智慧建筑,如建筑物采用太阳能光伏板,利用太阳能发电;三是电动汽车,电动汽车是一种移动的能源载体,是分布式的能源,众多的电动汽车可逐渐发挥平衡电网的作用。

虽然当前的电厂还是以煤为主,但是在双碳目标引领下,中国势必形成高比例新能源电量的电力系统。按照预测,2060年时中国57%左右的电量来自新能源发电。

国家的能源结构已逐渐发

生变化,电动汽车的能源也会走向清洁化。

## 2 汽车革命

汽车革命的主要内涵是电动化、智能化、网联化。汽车革命要与能源革命、信息革命联动起来。智能网联汽车不仅是交通工具,而且是物联网的节点、大数据的源泉、宽带移动的智能终端、5G通信的推动者,智能网联汽车本身又是计算机和移动分布能源。

在核心技术和卡脖子技术方面,我们要自立自强,集体攻关。例如,车体的轻量化,电池的材料、结构和安全性,动力总成的一体化,汽车电子芯片,高精度传感器等。

成功开发的基本要素包括以下方面:完善的观念,量化的目标,先进的材料,先进的拓扑结构,先进的分析能力和仿真,先进的测试和鉴定平台,法规标准,智能制造和销售。在人工智能赋能和V2X(车用无线通信技术,可以将汽车和万物相连)环境下,不断重新定义汽车。

纯电动汽车、插电式混合动力汽车、燃料电池汽车是互补而不是互相取代。从动力机械来说,就是电动机和内燃机,从能源来说,是电力(二次能源),氢气(二次能源),汽油、柴油(一次能源)。通过四网四流融合的理论,不同类型的车辆和相应的能源,可以优化互补。加油站、加氢站、充换电站可以适当融合。根据用户需求和能源及基础设施情况,用户可选用一种或两种类型的汽车。我们的目标是绿色能源、智慧出行,也就是绿色、环保、可持续发展的能源;无排放、无交通堵塞、无交通伤亡、舒适、高效的出行。

陳清泉

(香港大学电机电子工程系,香港)