

中国新能源汽车未来 10 年周期性和结构性趋势展望

欧阳明高

清华大学车辆与运载学院,清华大学碳中和研究院,北京 100084

摘要 中国新能源汽车行业经历 20 多年发展,核心技术与产业化已经实现全球领先,未来 10 年对于新能源汽车能否形成可持续发展模式至关重要。需围绕新能源汽车市场的不确定性探求和发现其中的确定性规律,对中国新能源汽车未来 10 年的周期性和结构性发展趋势进行分析与判断。主要结论包括:从目前到 2026 年,新能源汽车市场渗透率仍保持快速增长,以新能源汽车、锂电池、光伏电池“新三样”为代表,新能源革命将取得突破性进展;到 2030 年,新能源汽车盈利能力实现转正,新能源的发展将基于新能源汽车演化到新能源革命;到 2035 年,新能源汽车与新能源革命的重点将从技术革命转移到社会观念与商业模式革命。同时讨论了中国新能源汽车进入新发展阶段,可能存在内部竞争加剧、产能过剩、市场波动和不确定性增加等挑战,并提出了应对挑战和风险防范的可行解决方案。

关键词 新能源汽车;新能源革命;动力电池;智慧能源;模式革命

面向碳中和目标,全球正在经历第三次能源革命。第三次能源革命将以可再生能源为主体,以各种电池为主要动力,能源载体将会是电能和氢能,新的交通工具是新能源汽车。随着动力电池等核心技术不断进步,以及中国政府对新能源汽车产业支持政策的持续实施,中国新能源汽车市场快速增长,从 2011 年的年产销 6000 辆,发展到 2023 年 950 万辆,增长超过了 1500 倍,这是一项伟大的成就,是中国

首次在全球率先大规模导入高科技民用大宗消费品——新能源汽车,引领了全球汽车发展方向。

纵观中国新能源汽车发展历程,总体上经历了 3 个阶段,即前期的导入期、随后的成长期以及目前正在进入的快速成长期。从 2001 年科技部设立《电动汽车》重点科技专项开始,到 2009 年开始了公共领域新能源汽车“十城千辆”示范工程,以及 2010 年起展开了私人购买新能源汽车的补贴试点

收稿日期:2024-03-01;修回日期:2024-04-11

基金项目:清华大学-丰田联合研究基金专项

作者简介:欧阳明高,教授,中国科学院院士,研究方向为新能源动力系统,电子信箱:ouymg@mail.tsinghua.edu.cn

引用格式:欧阳明高. 中国新能源汽车未来 10 年周期性和结构性趋势展望[J]. 科技导报, 2024, 42(12): 6-13;

doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2024.03.01080

工作,从而发展到2023的新能源汽车市场的爆发式增长,年销量达到950万辆的大规模产业化阶段。新能源汽车发展进入新阶段也会迎来一系列新挑战,如电池安全问题、充电问题、专用电驱动底盘问题等。随着产业的快速发展,新能源汽车行业的技术创新活跃,技术迭代迅速,以上问题正在逐一解决。

然而中国新能源汽车市场未来10年仍面临诸多挑战和风险。例如产能过剩、充电基础设施建设不足、技术标准不统一等问题,可能对市场发展造成一定影响。行业需要制定相应的风险防范和解决方案,以确保新能源汽车行业的可持续发展。因此,面向交通领域的“双碳”目标,对未来10年新能源汽车的发展趋势进行深入的分析与研判至关重要,为探索可持续发展的模式提供支撑。

本文通过分析短期、中期和长期的新能源汽车发展趋势以及行业面临的挑战和风险,提出相关应对策略。

1 2026年前的短周期趋势:新能源汽车市占率快速提升

短周期内,新能源汽车市场占有率的快速提升归于2个主要原因,即经济环境和行业阶段的发展特征。

1.1 新能源汽车发展的经济环境

新能源汽车市场渗透率快速提升的第1个原因来自新能源汽车发展的经济环境,即行业外部发展环境。中国经济即将进入新一轮的扩张周期,诸多利好因素推动经济发展。例如,中央财经工作委会发布政策,鼓励消费品以旧换新和大规模设备更新。同时,物流效率不断提高等,代表着新一轮经济发展向上趋势的到来。以上3项均与新能源汽车息息相关。具体来看,以旧换新的核心是以新能源汽车为代表的大宗消费品的升级换代;在设备更新方面,是以商用车、工程机械等为主;在提升物流效率方面,运输卡车是重点之一。行业外部发展环境使汽车行业迎来了新的发展上升周期。

1.2 新能源汽车发展的阶段特征

新能源汽车产业持续快速发展的第2个原因是新能源汽车发展的阶段特征,即行业内部的结构变化。新能源汽车的结构变化与周期性变化不同,一般与技术突破、产业结构等相关。

1) 从技术角度看,新能源汽车技术的发展正在从技术突破到性能优化、从电动化到智能化阶段,如2024年城市导航的自动辅助自动驾驶(navigate on autopilot, NOA)等系列技术将陆续实现产业化。

2) 从产品角度看,新能源汽车从适用常用工况到极端工况,如2023年春节出行,有消费者反映电动汽车还不能很好地适应冬季低温等极端工况,但随着技术进步和基础设施的不断完善,以上问题会逐步得到解决,如冬天采用先进的热管理系统为车辆供暖,在高速公路配备充足的大功率快速充电桩等。

与此同时,新能源乘用车车型将从中高级乘用车和经济型乘用车发展到家用主流A级紧凑型乘用车。电驱动系统将以纯电动乘用车为主,逐步发展到纯电动车和插电/增程电动车并重的模式,呈现电动化“双轮驱动”的格局。由于插电式混合动力车功能齐全,性价比高,具有短途低价用电、长途高效用油的优势,因此,家用A级紧凑型插电式混合动力轿车市场渗透率将大幅上升。

3) 从产业角度看,新能源汽车从增量探索发展到存量博弈。新能源汽车市场竞争比较激烈,这场竞争具有3个特征:一是新能源汽车行业本身的优胜劣汰;二是新能源汽车与燃油车的博弈到了决战阶段;三是自主品牌与合资品牌的博弈,目前到了白热化的程度。经过几十年发展,中国新能源汽车供应链已经从初始阶段的匮乏发展到了目前供应链充足和完善,为新能源汽车产业大发展奠定了基础。同时,从细分行业看,汽车行业电动化进程正在从乘用车电动化发展到重卡电动化的阶段。近几年,重卡电动化的发展开始加速。中国汽车工业协会数据显示,2024年1月份新能源乘用车同比增长101%,新能源重卡1月份同比增长151%^[1]。

2024年新能源卡车会比新能源轿车增长幅度大很多,预计2024年新能源重卡年产销有望突破7万辆,较2023年翻一番。

4) 从价格角度看,结构性趋势表现为从“电比油贵”到“油电同价”,再到“电比油低”的发展过程。10多年前锂电池价格高达5元/(W·h),目前已经降到0.5元/(W·h)以下。同时由于插电式混合动力汽车具备燃油车的全部功能,又具有纯电动车、混合动力车的节能、清洁等优势,在油电混合动力工况下,油耗低于4 L/百 km,完全超越燃油车,因此,插电式混合动力汽车将开始流行。目前市场上有2种典型的插电式混合动力车型,一种是增程式插电式混合动力汽车,其在混合动力工况时工作于串联式混合动力模式;另一种插电车型在混合动力工况时一般属于串并联混合动力,既可以工作在串联模式,也可以工作于并联模式,在高速公路工况可以切换至并联模式,是最省油的工作模式。而增程车型仅有串联模式,在高速路工况油耗较高。

5) 从市场角度看,新能源汽车车型呈现“两头挤”趋势。新能源汽车初期的“两头挤”是从优先发展新能源公交车和微型电动轿车逐步发展到中高级电动乘用车。而现在电动轿车的趋势则是由豪华电动轿车和经济型电动轿车向家用主流的A级电动轿车发展。

新技术往往遵循产品扩散规律,大致分为3个阶段。第一阶段是“创新者”购买,最初只有2.5%的“创新者”会购买创新产品,例如蔚来的豪华电动车,尽管售价高达50万~60万元,但仍然会有少数“创新者”购买创新产品来体验新技术。第二阶段是“早期采用者”购买,“早期采用者”可以将市占率提高到16%。现在进入第三阶段,“早期多数”消费者开始购买电动汽车,将电动汽车市占率从16%提升到50%。2023年电动汽车市场占有率为31%,预计2024年市场占有率提升5%~10%,达到36%~41%,年产销量达到1250万辆。

2026年前,预计新能源汽车的市占率会快速上升。乐观估计,2024年新能源汽车市占率为40%,2025年接近50%,2026年超过50%是大概率事件,2026年底前新能源汽车将会成为汽车市场

的主导。

2 到2030年的中周期发展趋势:从新能源汽车发展到新能源革命

2.1 新能源革命步入爆发阶段

在全球低碳转型与新能源革命浪潮中,中国快速实现了从跟跑、并跑到领跑的转变。新能源汽车、储能电池和光伏电池全面快速发展。2023年,中国新能源汽车年产销达950万辆^[2],锂电池产销8.8亿kW·h,光伏和风电新增2.9亿kW。中国海关统计数据显示,2023年中国新能源汽车、锂电池、光伏电池,“新三样”出口额1.06万亿元,首次突破万亿元大关^[3]。到2030年,对以“新三样”为代表的新能源革命的进展有如下判断。

1) 新能源汽车。新能源汽车保有量预计可达1亿辆左右^[4],市占率将突破70%。

2) 储能电池。全球锂离子电池出货量有望达到50亿kW·h,估计中国将占50%~60%,即25亿~30亿kW·h。

3) 氢能。绿电价格大幅下降,从而带动制氢成本大幅降低。2023年,中国绿电谷价各地区普遍达到0.15元/(kW·h),这使制绿氢的成本与煤制灰氢成本大体相当,也就是到达了制绿氢的经济性拐点,2030年中国绿氢产量预计达到500万~1000万t。

4) 可再生能源发电。基于中美两国政府间协议《中美关于加强合作应对气候危机的阳光之乡声明》^[5]:2030年全球可再生能源装机量力争达到2022年的3倍,即35亿kW,其中水电和生物质发电装机量预测合计为5亿kW^[5],届时风力发电和光伏发电的发电总装机量将达到30亿kW,使2024—2030年平均每年风电和光伏装机增加约2.8亿kW的目标具备了可行性。如果2030年风电和光伏总装机量达到30亿kW,风电和光伏发电量预计超过4万亿kW·h,将占中国社会总用电量的35%左右;加上水电、核电以及生物质发电量2.7万亿kW·h^[6],则非化石能源发电总量将达到社会总用电量的约60%。

5) 核心技术突破与应用。未来新能源革命的核心技术方面,可以预测:2030年左右,下一代全固态锂离子电池技术有望实现产业化;届时全光谱利用的钙钛矿与晶硅叠层光伏电池的效率将超过30%,并有望推广应用;全链条绿色氢能技术系统性产业化有望突破;全自动驾驶智能化电动汽车将商业化推广;全系统耦合的车-网互动与“车-能-路-云”智慧能源系统会大规模推广。

6) 技术协同发展规划。基于对未来展望来定位现在的发展规划,核心要从动力电动化发展到低温充电、超级充电和双向充电等。面向市场需求,各种充电创新技术不断涌现。充电功率达350 kW以上的超充是市场迫切需求的,但是挑战也很大,尤其是在北方冬天低温工况下使用尤为困难。国内开发了国际领先的-20℃快速预热—快充系统,预热3~5 min再超级快充。速热超充一体示范站在2022年北京冬奥会达到很好的示范应用效果。

2.2 新能源汽车发展推动新能源革命

随着新能源汽车的大规模发展,电能补充和新型电网不再是单独发展,而是一体化协同发展。以新能源汽车超级快充为例,提高超级充电的效率仅靠增加充电机的功率是不够的,因为增加功率后,电池可能无法承受其较高的充电电流。即使新的电池可以适应高功率充电,老旧电池未必能够适应。同时,电池的安全与衰减管理以及寿命评估也是一个非常复杂的问题,需要考虑电池整个生命周期的性能衰退问题。另外,过大的充电电流会导致严重的发热损耗,因此必须提高系统电压以减小电流。为适应这种情况,电动汽车的电压制式已经从400 V提高到800 V,相应的电气系统也需要进行改造。此外,电网无法承受大功率充电带来的冲击,因此不能直接从电网获取电力。

为解决这个问题,需要通过储能系统来隔离充电对电网造成的冲击,再将储存的能量释放出来。因此,“光-储-充-换”一体化的微电网应运而生。之前新能源发电并网的各单项技术发展很快,但都有随机波动性,发展规模大了则相互干扰,供需无法平衡,导致电网安全性问题。城市配电网不可能

大规模改造,高压输电网在2030年之前也不大可能有大变化,因此,需要建立“车-能-路-云”一体化产业生态解决此问题。通过大规模的新能源汽车与电网的互动以及能源的协同运作,形成智能能源系统,该系统可以划分为3个主要应用场景。

1) 第一个场景是“线”上场景,即高速公路。在这个场景下,建设“光伏-储能-充电-换电-氢”综合能源系统,沿高速公路建立充换电一体站,为重型卡车提供换电服务,而换电站备用电池组则充当储能电池供电站使用。电动乘用车通过超级充电来补电,同时换电站两侧设置光伏发电板以自行发电。该系统代表了沿高速公路的能源与交通融合的典型模式。

2) 第二个场景是“面”上场景,即分布式光伏发电。目前全国都在大力推广“房屋-车辆-能源-道路-云端”一体化系统,即在建筑物上方安装光伏发电板,将建筑物内部的空调等设备作为负载,将建筑物下方电动汽车的电池组用作储能设备。将它们连接在一起构成一个系统,并将所有建筑物连接起来,形成一个虚拟电厂。这个系统可以与配电网进行互动,调节电网的波动。

3) 第三个场景是“点”上场景,例如矿山、煤矿、油田、港口和工业园区等。可以建立“电力-氢能-热能-车辆-电网”一体化系统。该系统中包含氢能,因为在构建零碳能源系统时,需要使用氢气作为长周期储能。这里的“车”是指包括电动汽车在内的各种电动化移动机械,未来还会包括各种电动无人装备,如移动机器人。实际上,移动机器人和智能电动汽车具有相同的基础共性技术,这里的“车”既是负载又是储能装置。

2.3 新能源电力与新能源汽车协同发展

新能源汽车与新能源电力系统的互动关系体现在新能源汽车的电池和氢燃料电池对新能源电力发展的助力作用。同时,新能源电力也助力新能源汽车的发展。目前有人对电动汽车是新能源汽车提出质疑,一旦实现了源网荷储和车网互动,纯电动汽车将成为市场主流,并将真正成为新能源汽车的代表,这是其发展逻辑。在该模式下,电动车可以低价充电、高价放电,届时电动汽车车载电池

越多,收益也越多。购买电动汽车可以实现盈利,是到2030年可能实现的场景。

总之,2030年将是新能源革命的爆发期,新能源电力和新能源汽车实现协同发展,新能源汽车带动新能源的发展,新能源又助力电动汽车成为真正的新能源汽车。

3 2035年长周期趋势:从技术革命到社会观念与商业模式革命

3.1 社会观念与商业模式变革的重要性

前文论述了新能源汽车技术革命的重要性,但社会观念、商业模式的变革对新能源汽车的发展同样重要,目前是相对滞后的。这种滞后给新能源汽车的可持续发展带来很多严峻的挑战。当前社会上存在一些对新能源汽车的负面舆论,甚至可以说观念冲突和负面情绪已经达到了非常激烈的程度。例如,一些经济界人士对产业政策的成功持怀疑态度,认为新能源汽车离开补贴就无法生存。此外,还有一些人崇洋媚外,不相信中国能够创新。例如,有人认为中国的电动汽车只是依靠特斯拉开放专利才发展起来的,这是完全没有根据的传言,但被广泛传播。这是因为他们不相信中国人能够进行创新。还有一些自称很懂汽车的人,总是对新能源汽车的合理性提出质疑,例如认为电池回收问题无法解决。实际上,这主要是因为生产和回收过程中的能耗和排放问题,一旦可再生能源得到发展,使用绿色能源来制造和回收电池这些问题就迎刃而解了。此外,还有一些跨国企业的战略是明确的,但战术执行却很拖沓。这是因为他们目前还在销售燃油车赚取巨额利润,而中国电动汽车企业的发展对他们的电动汽车业务造成了巨大的压力,所以他们犹豫不决。还有一种普遍的心态可以理解,就是人们对于产业化初期的技术总是挑剔,对于尚未产业化的技术总是充满了美好的想象。

这些问题将随着新能源汽车市场占有率占据主导地位和新能源革命的爆发逐步得到解决。但还有一个问题是,与国际汽车跨国集团燃油车的盈利状况相比,中国新能源汽车的整体盈利情况确实

需要改善,以下就这个问题的底层逻辑展开探讨。

3.2 新能源汽车的盈利能力分析

对新能源汽车的盈利能力主要从技术革命阶段、与燃油车竞争形式以及新的商业模式变革3方面进行分析。

3.2.1 新技术革命的特征

1) 第一个阶段是技术构建平台。这个阶段是需要投入大量资金的过程。例如蔚来汽车科技有限公司,每年投入数百亿用于研发,但销量并不大。而国际汽车大企业的燃油车基本不需要再投入太多资金,他们可以利用多年积累的经验 and 品牌实现集中变现,自然能够盈利。新能源汽车处于投入期,而传统燃油车处于变现期,所以会出现这样的差距。

2) 第二个阶段是场景定义产品。在根据需求开发产品的过程中,不一定能够盈利。同时,会出现一个困境,如果把产品卖得贵,市场就会缺乏需求;如果降低价格,又很难盈利。这是新兴事物必然要经历的阶段。新能源汽车发展需要结合多种场景,不同于传统汽车应用模式的新的场景为实现盈利提供了可能。

3) 第三阶段是模式创造价值。燃油车是通过品牌溢价效应实现盈利。以前在自主品牌燃油车领域,同样一辆车,自主品牌的售价无法达到预期,但如果换成国际品牌的车标,就可以加价10万元,这就是品牌溢价的效应。然而品牌的建立需要时间周期和积累,包括销量的积累、技术的积淀以及服务信誉的建立。只有经过长时间的积累,才能够发挥品牌的价值。

3.2.2 电动汽车是科技平权的产物

由于产品性能差异变小,导致竞争加剧。例如,加速性和噪声水平通常是燃油车技术比拼的技术点,而在电动汽车中相对容易解决。国际汽车大企业不选择转型电动化的原因是,一旦科技平权实现,垄断就会被打破。国际大公司通常倾向于建立技术壁垒,提高门槛,让其他竞争者无法进入,只有技术垄断才能赚取高额利润。新能源汽车的电动化只是基础,而智能化能增加附加值,提供更多想象空间。例如,特斯拉通过提供自动驾驶软件付费服务来改变传统汽车商业模式,在美国是可行的;

但在中国,该商业模式不太可能成功,因为全自动驾驶软件价格较高,大多数中国消费者不会购买。

3.2.3 推动商业模式变革,电动-智能-低碳一体化改变商业模式

在中国,新能源汽车有望颠覆传统的汽车行业的商业模式。中国的换电重卡是一个成功的商业模式创新范例,关键在于合理分配整个价值链,使新型生产关系适应新的生产力。观察上一轮信息革命的情景,可以清楚地看到这个规律。大多数中国互联网企业并非专注于信息技术创新的生产力革命,如芯片和系统软件的开发。相反,它们主要从事信息技术革命的生产关系调整,例如阿里巴巴、滴滴和美团等。然而,目前中国的新能源轿车似乎还没有出现真正改变商业模式的成功典范。因此,轿车要实现电动化、智能化和低碳化的“三化”一体化才有可能改变商业模式。除了电动化和智能化之外,还需要加入低碳化。一方面,汽车企业不仅依靠销售汽车盈利,还可以从低碳化中获

益,例如,特斯拉在2023年通过碳积分交易收入达到17.9亿美元^[7]。另一方面,车-网互动将电动化(电池储能)、智能化(车联网)和低碳化(新能源电力)三者结合成一个闭环。因为车-网互动需要预测车辆的出行特征,所以需要车联网的支持,而车-网互动可以将这三者融为一体。从燃油汽车到电动汽车,类似于座机电话到手机电话的转变,仍然是通信功能;从电动汽车到智能化电动汽车,类似于智能手机的出现,增加了娱乐和社交功能;再加上低碳化,就是真正的新能源智能化电动汽车,成为“人员-信息-能源”三位一体的多功能移动终端,既是信息终端,也是能源终端,同时也是人员物流的终端。新能源智能化电动汽车具有交通、娱乐和盈利的完整功能,并且将来绿色消费还可以获得碳汇收益。因此,可以预测未来车-网互动有望改变传统汽车商业模式(图1)。

总之,新能源汽车的电动化、智能化和低碳化分别是新能源革命过程的上、中、下3场。

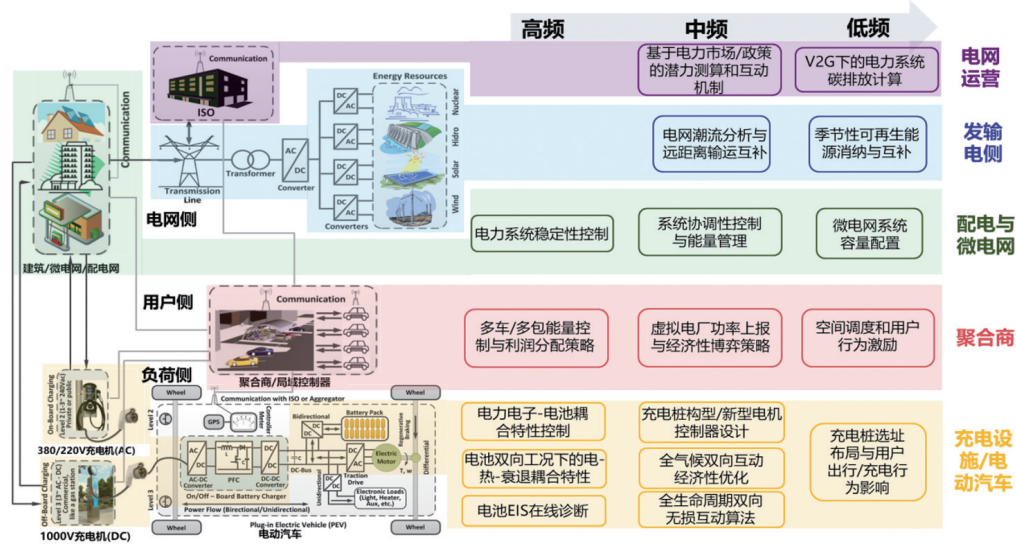


图1 电动汽车-智慧能源技术体系

4 新能源汽车发展过程中的挑战和风险防范

随着新能源汽车技术的快速发展和市场占有率的快速提升,新的问题和挑战不断涌现,需要提

前预判和防范。

4.1 技术颠覆的风险

以全固态电池为例,很多企业和机构发布固态电池产业化的消息,但其中很多以固态电池的名义来混淆全固态电池和固液混合电池。对现有电池

产业来说,固液混合电池并非颠覆性技术,而全固态电池具有颠覆性的潜在风险,尽管目前还未构成实际威胁。但应该保持警惕,未雨绸缪。全固态电池的技术门槛较高,难度较大,不应急于求成,否则可能会欲速不达。面向该技术的联合突破的需求,2024年1月中国全固态电池产学研协同创新平台成立^[8],旨在推动政府、产业界、学术界高度重视和共同参与,共同努力,保持中国电池产业的可持续领先优势。

4.2 商业颠覆的风险

从燃油汽车到电动汽车,其产品性能差异逐渐变小,同质化竞争加剧,电动轿车目前处于投入期,面临盈利困难。跨国汽车公司在燃油车领域积累了大量经验,投资较少且盈利较好,因此他们现在也纷纷投资中国的新能源汽车企业,这是可以理解的市场行为。然而,也需要警惕新能源汽车企业被大规模收购的风险。

4.3 技术路线的风险

当前,人工智能革命正以迅猛的势头发展,大型模型创新呈现爆发式增长的趋势。在智能驾驶领域,特斯拉的全自动驾驶(FSD)测试里程已经超过3亿英里,并且测试里程还在以指数级的速度增长。特斯拉的Dojo超级计算机也已开始量产。此外,特斯拉的FSD和Open AI的Sora项目遵循相同的理念和底层逻辑,即将视频生成模型作为世界模拟器来预测车辆的移动趋势,从而生成自动驾驶指令。特斯拉正朝着实现完全自动驾驶的目标迈进。传统基于规则的自动驾驶算法的泛化能力不足,面临许多“长尾”问题,难以实现全自动驾驶。因此,当前全自动驾驶技术的路线正在被重新塑造,这可能会带来一些风险。人工智能革命的发展势头迅猛,速度提升快,可能引发有史以来最大的技术革命,需要引起高度重视^[9]。

4.4 政策滞后的风险

为推动新能源汽车与新能源电力之间的互动发展,加速电力市场化改革,放开用户侧市场,推行实时电价至关重要。因此,实现车网互动的发展主要是一个改革问题,而不仅是国家投入的问题。此外,目前推行的新能源汽车双积分政策中的积分价

格偏低,激励作用有限,需要随着新能源汽车的发展不断进行优化。同时,应考虑碳市场政策,使新能源汽车相比燃油车能够获得更多绿色属性变现的机会。否则,可能出现电动汽车高投入却难以盈利,而燃油汽车低投入却能够获得较好利润的局面,这是需要警惕和防止的。

4.5 产业进程的风险

在电动汽车产业的发展过程中,还需要注意产业进程中的风险。尽管中国的新能源汽车市场占有率已经向50%迈进,但仍需加快发展速度,不能拖延新旧能源转换的进程。如果陷入纠结和徘徊中,产业化进程会变得很长,问题会变得更加。因此,应当将2030年将新能源汽车市场占有率提升到70%以上作为目标,并加快实现这个目标的步伐。虽然有风险,但是不可怕,机遇比挑战更大。

总之,中国新能源汽车经历了严寒的考验,偶尔可能还会有倒春寒。无论如何“春天”已经来了,让我们面朝大海,迎接“春暖花开”。

参考文献(References)

- [1] 中国汽车工业协会. 2024年2月汽车工业产销情况简析[EB/OL]. (2024-02-16)[2024-05-02]. http://www.caam.org.cn/chn/4/cate_34/con_5236363.html.
- [2] 中国信息与产业化部. 2023年中国品牌乘用车市场份额达56%[EB/OL]. (2024-03-16)[2024-05-20]. https://author.baidu.com/home?from=bjh_article&app_id=1705891320214183.
- [3] 生态环境部. 关于加强合作应对气候危机的阳光之乡声明[EB/OL]. (2023-11-16)[2024-04-20]. https://www.mee.gov.cn/xxgk/hjyw/202311/t20231115_1056452.shtml.
- [4] 中国汽车工程学会. 《节能与新能源汽车技术路线图2.0》正式发布[EB/OL]. (2020-01-16)[2024-04-20]. <http://www.sae-china.org/news/society/202010/3957.html>.
- [5] 人民日报. 2023年我国货物贸易进出口好于预期,实现促稳提质目标:“新三样”产品出口突破万亿元[EB/OL]. (2024-01-20)[2024-04-20]. https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202401/content_6925819.htm.
- [6] 新华网. 汽车大讲堂 | 欧阳明高:《新能源汽车逆袭之路》[EB/OL]. (2023-10-13)[2024-04-20]. <http://www.xinhuanet.com/auto/20231013/c29f9a387ea84783a212d3dbc-ad68450/c.html>.

- [7] 周孝信. 双碳目标下我国能源电力系统发展趋势研究 [M]. 雄安: 新能源科学与交通电动化国际论坛, 2023.
- [8] Jennife. Tesla hits record high sales from carbon credits at \$1.79B[EB/OL]. (2024-01-20) [2024-04-20]. <https://carboncredits.com/tesla-hits-record-high-sales-from-carbon-credits-at-1-79b>.
- [9] 新华网汽车. 欧阳明高:多元化发展固态电池技术路线 [EB/OL]. (2024-01-24) [2024-05-03]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1788961321596255800&wfr=spider&for=pc>.

Prospects for the cyclical and structural trends of China's new energy vehicles in the next ten years

OUYANG Minggao

School of Vehicle and Mobility, Institute of Carbon Neutrality, Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract With more than twenty years of development, China has become a world leader in the core technologies and industrialization of new energy vehicle (NEV) industry. Therefore, it is a great concern to China to ensure the sustainable development of new energy vehicles (NEVs) for the next ten years. This research aims to explore and uncover the laws of certainty from the uncertainty of NEV market, and to analyze and predict the cyclical and structural trend of NEVs' development over the next ten years in China. The main conclusions are as follows: From now to 2026, the market penetration of the NEV will continue to maintain a rapid growth. The new energy revolution, with NEVs, lithium batteries and photovoltaic cells as its three emerging pillars, will make a breakthrough. By 2030, NEVs will achieve profitability. Based on the development of NEVs, the development of new energy will turn into a new energy revolution. By 2035, the priorities of NEVs and the new energy revolution will change from the technological innovation into social concepts and business models reforms. The paper also discussed the possible challenges, including intensified internal competition, overcapacity, market fluctuations and increased uncertainty, which may impede China's NEVs to enter a new level of development, Meanwhile, it proposed feasible solutions to respond to these challenges and risks.

Keywords new energy vehicle; new energy revolution; power battery; smart energy; business model revolution ●



(责任编辑 傅雪)