车用动力技术路线再思考

文 | 刘宝华

在“双碳”目标和新能源汽车突飞猛进背景下汽车业该如何选择技术路线？

有国内经济学家在微博发文“建议推出五年内燃油车禁售时间表，河北以南，大力发展新能源、双碳，扩大内需”，3 天后又发微博阐述了禁燃的五大理由。

简单的“禁燃”二字背后是一连串的重大产业课题：电动化是否意味着放弃内燃机和燃油车？禁燃是否有助于“双碳”目标达成？汽车产业是否能承受短时间内强行切换技术路线？这些问题显然不是一两条微博能够厘清的。

在第三届车用动力系统国际高峰论坛在宁波前湾召开，来自国内外汽车行业的协会机构、科研院所、汽车厂商、产业链成员单位各环节重要嘉宾共商“双碳”时代的现实解决方案。

他们的结论是：“双碳”目标是我国能源结构调整、产业结构调整的重要推手，要实现这个目标，车用动力系统技术路线多元化是重要战略方向。

嘉宾演讲中涉及的技术路线包括高效发动机、混合动力、插电式混合动力、增程、氢氨、甲醇、合成燃料、纯电动、氢燃料电池等在没有一项技术能完美实现“双碳”目标的情况下，多种技术路线各有他们存在的合理性与优势，尤其是在电力实现绿电之前，有些技术路线比纯电动更加低碳高效。

“双碳”目标下的车用动力也不仅仅是个技术问题，这是一个复杂的系统工程，本届论坛嘉宾从能源、经济、市场、技术、人才多个角度展示了多年研究成果。丰田、奔驰、吉利、壳牌、比亚迪、东风、奇瑞、一汽、广汽等车企和供应链企业分享了他们的思考与实践。

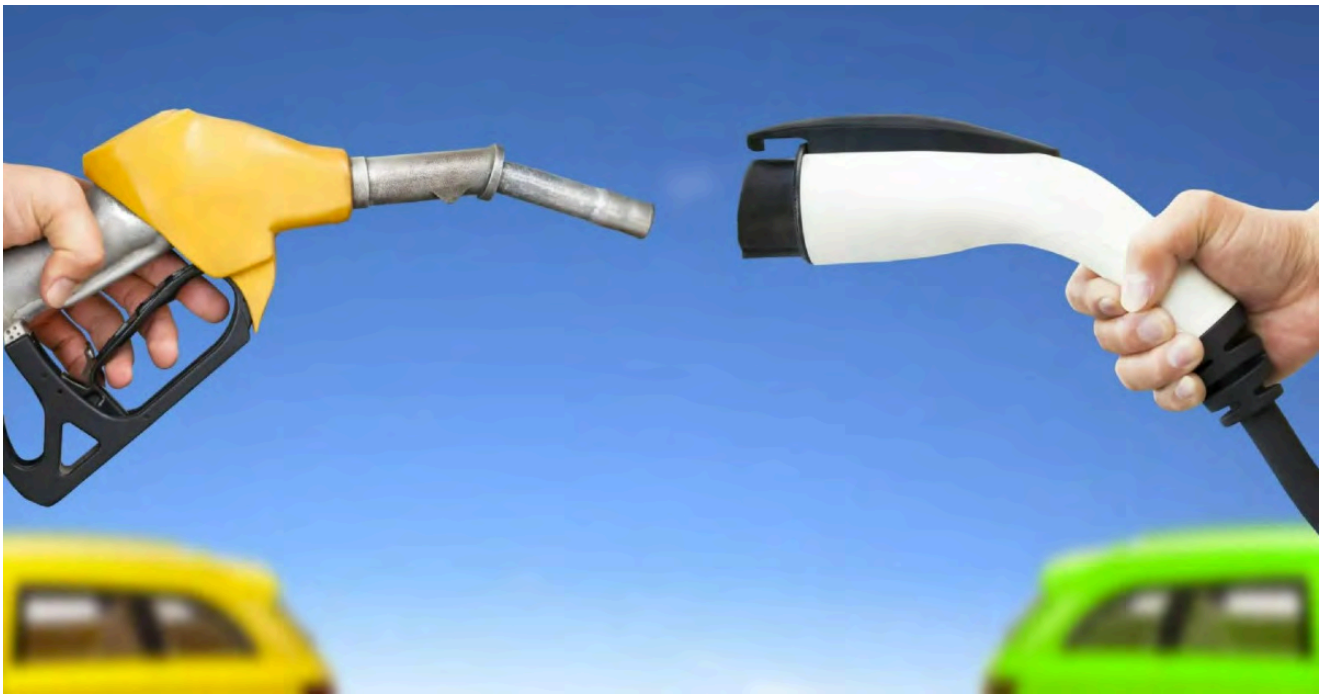
2015 年“汽车四化”概念被提出可以看做百年汽车业的一个分水岭，其中与车用动力密切相关的是电动化，从那时起，拥抱电动化就成为中国汽车业乃至全球汽车业的发展趋势，引发了一场轰轰烈烈的转型升级。

中国汽车工程学会名誉理事长付于武认为，在当前全球面临能源危机、气候变化等严峻的挑战之下，发展方向清洁智能化的车用动力系统是实现汽车产业转型升级、提升国际竞争力、推动绿色低碳发展的必然选择。

丰田汽车研发中心（中国）有限公司北京创新中心主任坂井光人在此次论坛上分享了公司在高效发动机上取得的技术进步——已经量产的 TNGA 混动发动机的最高热效率是 41%，在最近的研究中最高热效率达到了 48%，同时实现了氮氧化物的低量排放，下一步的目标是结合创新型的燃料技术使热效率达到 50%。

国家信息中心副主任徐长明一如既往地以数据说话，他在本次论坛上分享了两个观点：第一，新能源汽车市场将继续快速发展，但是未来几年的增速和渗透率的增幅将同步下降；第二，插电式混动和增程将成为新能源汽车的亮点。

第二个观点有具体调研数据支撑：100 辆新型插电混动车中有 73 个家庭只有一辆车，全社会只有一辆车的家庭占比是 84%，有两辆车以上的家庭只占 16%，“这又是一个使用场景



的丰富，原来的纯电动是家庭第二辆车，现在新型插电式混合动力已经变成家庭的一辆车。”

如果用一个词概括第三届车用动力系统国际高峰论坛的内容，“多元化”会高票当选。

能源与投资遵循相似的原则：不把鸡蛋放在一个篮子里，能源多元化、燃料多元化、车用动力多元化成为共识。

英国伯明翰大学教授、伯明翰先进汽车研究和教育中心主任徐宏明认为，总体上来说，汽车驱动系统电动化是不可逆的大趋势，首先乘用轿车几乎会百分之百走向电动化；

电力合成燃料 e-Fuel 的欧盟新协议给沿用燃油车作为选项带来一个契机，但是能源效率和生产率低、成本过高，且产量将会受碳捕捉能力规模的限制，商业化应用之前有许多挑战需要突破。

另一方面，燃料技术面临燃料电池和动力电池技术持续进步、成本逐渐降低的竞争：

从更长远来看，氢是可再生能源最重要的储存载体，其全生命周期能源效率最高，氢发动机和燃料电池会首先在重型车上一争高下：

对于各种能量载体而言，能量密度、碳排放等指标需要用整个动力系统的重量和体积而不是通过子系统单元指标测算来衡量，单个运行点的能源效率之间比较没有太大意义，未来汽车能源需要在整个全生命周期和系统运行范围内实现零碳化和效率最大化。

“中国是全球最大的汽车市场，地域辽阔，各地资源禀赋、气候条件不同，加上使用场景各异，暂时难以有一种技术路线可以独步天下。”

壳牌（上海）技术有限公司亚太及中国润滑油技术总经理文海认为 2060 年整个中国汽车电气化比例达到 60% 就能够实现 2060 碳中和目标，此前绝大部分分析认为这个比例要达到 80%。60% 之外的 40% 要依赖于现有传统燃料。

澳大利亚国家工程院外籍院士、南方科技大学创新创业学院院长、清洁能源研究院院长刘科是本次论坛观点最犀利的嘉宾之一，他认为碳中和有很多事情可以做，但核心是能源转型，目前主

要的能源是风能、太阳能、电动车氢能。

刘科用各种能源形式的能量密度对比、储存和运输成本对比提醒大家，人类当初选择像汽油这样在常温常压下为液体的燃料作为能源的载体不是偶然的，液体的能量密度高，陆上可以管路输送，非常便宜，海上可以很便宜地跨海输送（每升液体跨海输送成本不超过7分钱），甲醇也是在常温常压下的液体燃料，是最好的液体能源载体之一。“在可见的未来，完全放弃内燃机尤其是燃烧绿色燃料的内燃机，既不现实，也不科学”。

工信部甲醇汽车推广应用专家指导委员会秘书长魏安力尤其看好甲醇，因为相比氢能氨燃料、电动车等路线，甲醇制备技术成熟储、运、用安全便捷，尤其是实现碳中和（甲醇可以有效利用二氧化碳资源）、保障国家能源安全的有效路径之一。

魏安力认为：我们应该坚定地走自己的能源道路，不要受欧洲2035禁燃提案这些外部声音的干扰。他强调，中国是世界排名第六的石油生产大国，年产2亿吨石油，党中央提出“加大油气资源勘探开发和增储上产力度”，未来还会有较大的产量。这就是我们国家的能源消

费政策。一个石油产出和消费大国，不必去学欧盟实施“禁燃”。

橡树岭国家实验室研究员、交通能源演化模型项目首席科学家欧士琪讨论了18种不同的渗透模型下的温室气体排放，最终结论是：“除非应用极端条件，否则要求美国乘用车市场在交通电气化途径下实现2050年净零碳排是不现实的。"

他提出一个疑问，“我们应该认识到IPCC（联合国政府间气候变化专门委员会）报告并没有明确提出交通方面的净零排放需求，这一事实引发了我们对发动机和其他技术在能源转型作用方面的思考，是否我们必须要杜绝发动机和其他相关的传统能源技术呢？这是值得我们思考的。”

欧士琪的研究还得出其他几个结论，例如“美国的乘用车市场，要在2050年实现百分百的纯电动汽车销量是相当困难的”“对于消费者而言，搭载内燃机的插电式混合动力汽车或低碳燃料的传统车到了2050年在美国市场依然是有一定吸引力的”。

第一汽车集团有限公司研发总院首席专家李金成认为，现在不存在绝对优势的技术路线，不同技术路线均有不确定性。PHEV、BEV已经成为相对确定的技术路线，应该得到长期的发展，中短期内HEV仍有降碳的潜力。

他说：“现在我们没有一个确定的技术路线没有任何缺点，无论是EV还是PHEV，包括燃油车各有各的优缺点。燃油车就是不能满足碳排放指标，EV车和PHEV车都还有成本的问题，EV车还有里程焦虑、气候售虑、安全焦虑等问题。”

他对主流技术路线做预测：“2045年之后可能BEV、PHEV能够各占50%左右的市场碳中性燃料可能有10%～15%左右的市场HEV在2030年之前或者2040年之前应该还是有一席之地，最终取决于成本是什么样的，这是我们不同技术路线的窗口期。”

中汽数据有限公司产品与技术战略部乘用车研究室室主任陈川认为新能源渗透率到2025年达到47%左右，插电式混合动力会成为未来几年的主要增长动力到2030年新能源渗透率将达到70%。

吉利汽车高级副总裁、乘用车动力总成专业委员会理事长、汽车先进动力系统分会主任委员王瑞平的分享概括了整个论坛的核心观点与共识。

她认为，车企如何选择技术路线与自身的资源禀赋、之前的技术积累密切相关，不是一定要选择某一个路线。如果多积累电动技术，转型增程式比较容易；如果在传统架构下的资源比较丰富，也不要轻易丢掉，转型增程、混动都是很好的选择。新能源补贴退出后，纯电动的成本会上升，混动和插电是对技术转型有利，且容易增量的一条路径。

对未来汽车动力技术路线的判断，王瑞平旗帜鲜明地支持多元化，“中国是全球最大的汽车市场，中国地域辽阔，各地资源禀赋、气候条件并不相同，加上使用场景各异，暂时难以有一种技术路线可以独步天下”。MFC