

# 电动化推动汽车动力源转型

卜新文

华域皮尔博格泵技术有限公司 上海 201999

**摘要：**汽车从动力源来区分，主要分为燃油、电动两大类。中国汽车动力源的发展，尤其在最近几年，从最初的传统燃油车主导转换为新能源汽车占主导的新格局，一些国家和地区也出台了明确的“禁燃”时间表。从能源战略、产业效率、环保影响及市场销售等多个角度进行分析，结果表明，电驱动是汽车当前及未来的主要动力模式。

**关键词：**能源结构；可再生能源；井边到轮边；产业策略；乘用车市场

DOI:10.16173/j.cnki.ame.2024.09.007

汽车经历了一百多年的发展，其动力源模式由电动、燃油相互交替扮演着重要的角色。最初有蒸汽、内燃机——煤气动力、柴油动力、汽油动力、电动车及氢燃料车等。

国外汽车发展历程上，汽车动力源最初为电驱动。虽然电动汽车在不断发展，然而，随着燃油车的技术飞速发展，电驱动被替代，因而电动技术被搁置一边。现在随着环保意识的提高和新能源技术的快速发展，电驱动汽车再次成为热门。

全球多个国家都制定了禁止燃油车的日期（见表1），我国也计划在2050年全面“禁燃”。

新能源汽车是全球汽车产业转型升级、绿色发展的主要方向，也是我国汽车产业高质量发展的战略选择。中国政府高度重视新能源汽车产业发展，党的“十八大”以来，我国率先确立了发展新能源汽车的国家战略，持续制定面向2020年和2035年的产业发展规划。当前，全球主要汽车生产国纷纷加大政策支持

表1 各国禁售燃油车时间表

| 时间   | 国家/地区 | 计划               |
|------|-------|------------------|
| 2025 | 荷兰    | 禁止在本国销售传统汽车      |
| 2025 | 挪威    | 禁售燃油车            |
| 2030 | 印度    | 禁售燃油车            |
| 2030 | 比利时   | 禁售燃油车            |
| 2030 | 瑞士    | 禁售燃油车            |
| 2030 | 瑞典    | 禁售燃油车            |
| 2030 | 德国    | 禁售传统汽车           |
| 2030 | 美国加州  | 禁止传统燃油车上市销售      |
| 2040 | 英国    | 停止出售汽油车和柴油车      |
| 2040 | 法国    | 停止出售汽油车和柴油车      |
| 2030 | 日本    | 新能源汽车销量占比应达到 70% |

力度，跨国车企也加大研发投入，这为全球新能源汽车产业发展注入了强大动力。当然，产业竞争也日趋激烈。

各发达国家及主流企业如此坚定地“禁燃”，如此明确地推动产品电动化，其动机和理论依据何在呢？本文将从能源策略、效率驱动及产业策略等方面逐一展开分析。

转型因素分析

1.能源策略

(1) 中国的电力能源结构 中国2022年发电量为8.848万亿kW·h，其中火电（即煤电）仍居主要地位，水电、风电和太阳能等可再生能源发电量还处于较低水平，如图1所示。但是从容量利用率方面来看，水电、风电以及太阳能等装机容量之和已经接近于火电，然而发电量不到火电的一半，容量利用率还有很大的提升空间。

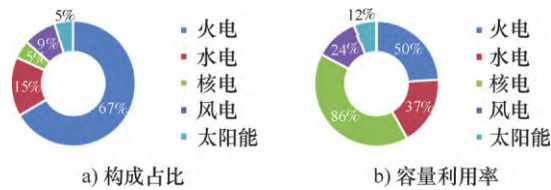


图1 中国电力能源构成及装机容量利用率

(2) 德国的电力能源结构 作为对比，摘取了德国电力能源构成，作为理解后续两国不同的产业政策的基础支撑。从图2所示可以看出，在2018年发电总量为0.65万亿kW·h的产出下，德国煤电、核电占比明显下降，风电、生物燃油及垃圾焚烧发电、太阳能发电占比明显上升。

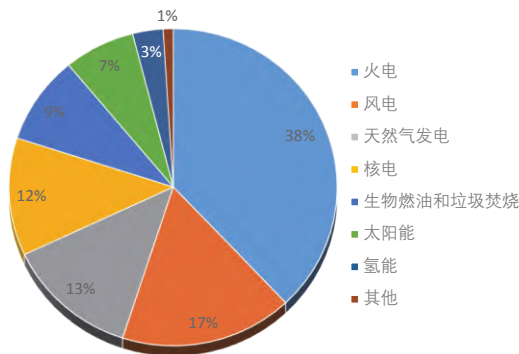


图2 2018年德国电力供应的不同一次能源占比

(3) 中德两国一次能源安全对比 从上述可知，中国几乎没有石油发电，天然气发电也非常少，每年近8亿t石油消耗，相当大的部分用于交通运输工具与非道路作业机械领域，而我国每年原油生产量仅为2亿t，故每年约有6亿t原油缺口，也就是75%的原油需要进口。解决对进口原油的依赖，显得尤为重要。

另外，纵向调研国内一次能源的消费情况（见图3）也可以看出，可再生能源的开发使用比例上升促使煤炭使用占比明显下降，一方面可以淘汰落后产能，另一方面也可以降低碳排放。

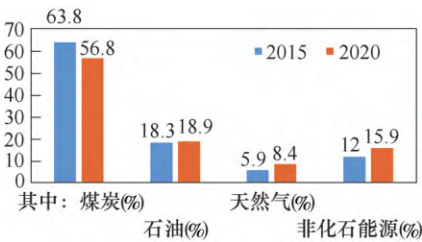


图3 2015及2020年中国一次能源消费占比

从一次能源的消费来看，德国2018年有约65%的一次能源还需要进口，按照占比主要为石油、天然气和煤炭，一次能源的进口比例如此之高，不能不有危机感。

2.效率驱动

车辆能源从井到轮边WTW（Well to Wheel）的效率如图4所示。

内燃机与纯电动车型WTW效率构成见表2。

从以上三种驱动能源的转换效率的比较发现，如果一次能源都是化石燃料，从井边到轮边，柴油车效率最高，可达37%；电动车次之，使用天然气时最高可到31%；纯汽油车最低，只到27%。

然而当纯电动车的一次能源为可再生能源时，得益于一、二次能源之间的转换效率成倍提升，电动车的WTW效率明显提升，提升程度为2~2.5倍，最高可达72%。

3.产业策略

(1) 特斯拉的计划 如特斯拉在宏图计划3里面的计算，通过对能量的重新发掘和转换，全球每年的一次能源使用量将从当前165.2pW·h（1p=10<sup>15</sup>）降至未来113.4pW·h，总量下降52pW·h，而且将全部用可再生

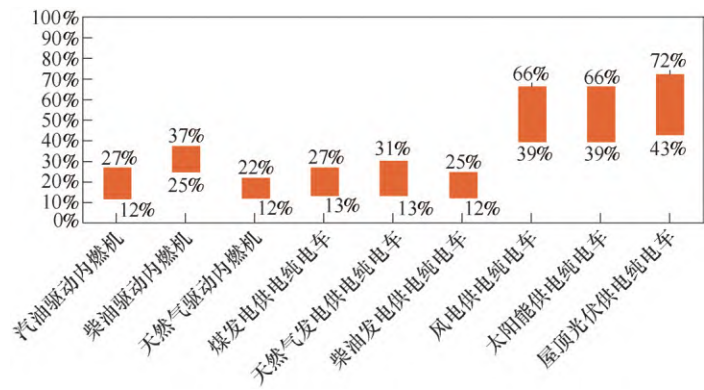


图4 内燃机与纯电动车型WTW效率

表2 内燃机与纯电动车型WTW效率构成 (%)

| 一次能源类型     | 原油<br>开采<br>提炼 | 运输 | 发电装置 |     | 输电   | 充电  | 整车  |     | WTW |     |
|------------|----------------|----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
|            |                |    | 最低   | 最高  |      |     | 最低  | 最高  | 最低  | 最高  |
| 汽油驱动内燃机    | 83             | 99 |      |     |      |     | 14  | 33  | 12  | 27  |
| 柴油驱动内燃机    | 89             | 99 |      |     |      |     | 28  | 42  | 25  | 37  |
| 天然气驱动内燃机   | 90             | 95 |      |     |      |     | 14  | 26  | 12  | 22  |
| 煤发电供电纯电车   | 92             |    | 32   | 42  | 92   | 95  | 50  | 80  | 13  | 27  |
| 天然气发电供电纯电车 | 86             |    | 34   | 51  | 92   | 95  | 50  | 80  | 13  | 31  |
| 柴油发电供电纯电车  | 88             |    | 32   | 40  | 92   | 95  | 50  | 80  | 12  | 25  |
| 风电供电纯电车    |                |    | 90   | 95  | 92   | 95  | 50  | 80  | 39  | 66  |
| 太阳能供电纯电车   |                |    | 90   | 95  | 92   | 95  | 50  | 80  | 39  | 66  |
| 屋顶光伏供电纯电车  |                |    | 90%  | 95% | 100% | 95% | 50% | 80% | 43% | 72% |

能源取代当前每年所需的133.7pW·h的化石能源，解决了可持续发展的基础问题，如图5所示。

(2) 德国政府的产业策略 由于占德国国内一次能源一半以上的石油和天然气完全依赖进口，而核电又作为非安全性能源被全面禁止，所以德国政府就只能扩大风能、生物燃料作为替代，由于生物燃料受传统资源限制并未达标，2023年3月，以德国为首的欧盟

鼓励开发“电子合成燃料”作为替代，而不是直接从2035年以后完全禁止燃油车。

中国汽车市场分析

1.总体市场

2019年以后，汽车市场总体呈平稳发展态势，依

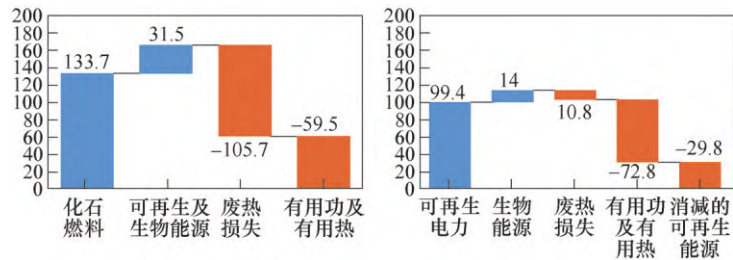


图5 Tesla的能源消耗构想 (pW·h)

据乘联会统计数据，2019—2023五年的狭义乘用车国内零售量分别为2068.6万辆、1929.2万辆、2015.7万辆、2054.2万辆和2170.5万辆（见图6）。

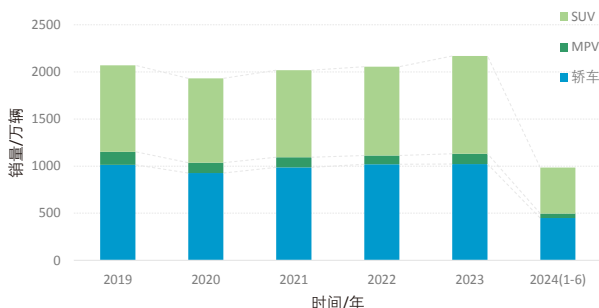


图6 近5年狭义乘用车零售市场变化

## 2. 新能源市场

同样来自于乘联会的数据，新能源汽车市场包括BEV和PHEV却在最近四年有了跨越式发展。2019—2023五年的狭义乘用车国内零售量分别101万辆、111万辆、298万辆、567万辆和774.4万辆（见图7），渗透率从4.9%猛增至35.7%，至2024年6月已达到48.6%，市场已经全面转型为新能源汽车产品。

从图6和图7可以很清晰地看出，在国内乘用车总量趋稳时，新能源车型销量占比在逐渐提升，从发展趋势来看，渗透率即将超过50%。

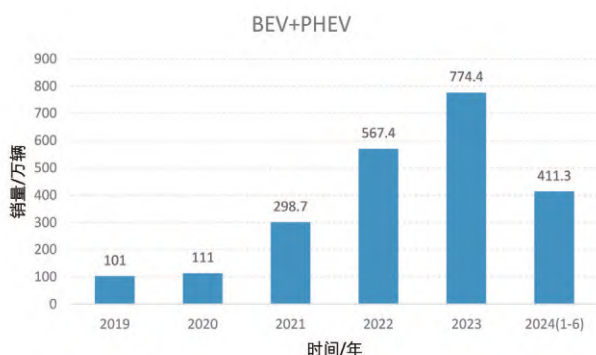


图7 近5年狭义乘用车新能源汽车零售市场

## 结语

1) 从能源策略上来看，风电、水电和太阳能等可再生能源还有广大的部署机会，进一步提升装机容量；从转化率上来看，通过加强电力上网、智能分析方式结合负载进行发电及建设储氢、电池储能等各类

储能电站，可再生能源容量利用率还有较大的提升潜力，以此可以实现能源结构重新部署。

按照2020年中国一次能源消费的数据，虽然相对于2015年可再生能源构成提升了近4个百分点，但是化石燃料消费依然占据了84.1%的比例。由于可再生能源装置的生产效率远远高于化石能源，未来通过以上各种结构调整措施，如TESLA的构想，在实现主要一次能源构成由煤、石油和天然气转向风电、水电和太阳能等可再生能源的同时，总消耗量也将极大程度地降低，从而大大加速去化石燃料的步伐。

2) 从能源使用端来看，以石油为例，国外发达国家除了交通出行，还有工业应用、集中发电和住宅取暖等使用场景，其一次能源使用中，石油占比约25%。对中国而言，由于没有石油发电、家庭供暖等使用需求，大部分消费用于交通出行，在此方面，可再生能源驱动的电动车，效率可比当前内燃车型提升2~2.5倍，也就是交通出行能源利用效率将有2~2.5倍的提升空间。驱动系统电动化以后，车辆能源总消耗量能够下降，原来每年需要进口75%的原油总量，也将会随着电动化的步伐逐步下降，最终完全摆脱对进口原油的依赖。

3) 最后，国内汽车行业总量逐步趋稳，但是电动化在高速增长，BEV和PHEV合并计算的新能源车型渗透率即将超过50%。虽然近年来PHEV增长的势头远高于BEV，但是随着固态电池、热泵系统及更多的能量回收技术的普及，纯电动车还有较大的增长空间，即使是PHEV，其使用场景也是纯电驱动多于混动模式，因此车端使用效率也会高达50%~80%，符合利用效率上升的预期。

结合智能驾驶在新能源车型更容易部署的这一因素，因此可以总结出：以汽车为代表的交通工具电动化，符合能源结构调整、环境污染控制、使用效率提升、消费者使用成本降低及成为更新技术的载体等各类需求，是汽车驱动系统发展的明确方向。AUTO1950