

电动车能取代燃油车吗

门类 · 持续 · 对比

物理设定了替代的上限，政策设定的是实际达到的程度

报告出具时间：2026/6/26

报告来源：See The Essence

目录

一、这是一个系统对抗另一个系统，不是产品 A 替代产品 B	3
二、物理设边界，政策推边界，电池寿命是最大的未知数	4
边界是物理划定的	4
内部不是均质阵营	4
TCO 模型有一个致命漏洞	4
政策是目前的引擎，但也可能被撤回	4
三个外部系统决定走向	5
三、被政策主导叙事掩盖的四个真相	6
四、2040 年的三个剧本	7
五、关掉叙事，看这几个指标	8
参考资料	9

这件事的本质是：物理定律决定了电动车和燃油车各有各的不可替代区间，但政治力量正在强行撬动社会系统，推动一场不均衡的转型。不是在问“能不能”，而是在看“边界被推向哪里，代价由谁承担”。

一、这是一个系统对抗另一个系统，不是产品 A 替代产品 B

把“电动车取代燃油车”类比为智能手机取代功能机，是根本性的误读。汽车不是一个独立消费品——它嵌在加油站网络、电网调度、维修技术体系、保险精算模型、城市规划逻辑和消费者对“什么是好车”的身份认同里。这堆东西加起来，是一个运转了一百多年的巨型社会-技术系统。[3]

引入电动车不是换一个动力总成，而是要同步重构电力系统的智能负载平衡、城市充电桩的空间布局、电池回收的商业模式、二手车估值体系和维修工人的技能结构。每一个子系统都有自己的惯性、利益格局和转换成本。任何一个子系统的严重滞后，都会拖慢整体转型的节奏。

真正正在发生的，是一整套旧系统被政治力量强行撬动，与另一套正在形成的新系统之间展开对抗。旧系统的惰性来自一个多世纪积累的沉没成本网络——超过 12 万座加油站、遍布城乡的内燃机维修技术体系、成熟的保险精算数据。新系统的动力来自气候政策、能源安全焦虑和产业链重构的意志。两股力量在博弈，博弈的结果在不同地理空间和社会阶层中截然不同。

一个容易被忽略的事实：2024 年中国新能源乘用车月度新车渗透率已突破 50%，但这是在“乘用车新车销量”这个分母里达成的。存量口径下，截至 2024 年 6 月，新能源汽车保有量约 2472 万辆，只占汽车总保有量的约 7.18%。一个已经卖出去的燃油车还要在路上跑十几年。[4] 而且新车销量这个分母本身在萎缩——中国汽车总销量在 2017 年触及峰值后进入平台期，电动车的增量很大一部分是在存量市场中切走燃油车的份额，不是在扩张市场。

二、物理设边界，政策推边界，电池寿命是最大的未知数

边界是物理划定的

锂离子电池组的能量密度目前在 150-260 Wh/kg 区间。汽油的热值约 12,000 Wh/kg。哪怕计入内燃机约 30% 的热效率和电动机 90% 以上的效率差，有效能量密度差距仍然在 5 到 10 倍之间。要让电动车获得等效于 50 升油箱的驱动能量，需要搭载近 500 公斤的电池包。[1]

补能侧的差距更根本。燃油补能是化学物质的物理转移——一根油枪五分钟内可以转移约 500 kWh 的热值。电动补能是锂离子在石墨和金属氧化物晶格中的嵌入与脱出——这是固态扩散过程。要达到同样的能量转移速率，需要约 2.4 兆瓦的充电功率，远超民用电力设施的极限，并且会在电池内部产生足以触发热失控的焦耳热。固态电池即使达到乐观的 500 Wh/kg 目标，也远不足以填平这道沟壑。[2]

这不是产品竞赛。这是物理在划定生态位：电动车在短距离、高频次、可规划充电的场景中具有效率优势；燃油车在长距离、高载重、即时补能的场景中占据不可动摇的根据地。因此，这个问题从一开始就不该是“谁淘汰谁”，而是“边界在哪里，谁在什么条件下占据什么位置”。

内部不是均质阵营

电动车的阵营内部存在关键的结构分化。用车场景和充电条件的分层，比动力形式或价格带的分层更根本。

有家充电桩的城市中高收入家庭是取代最顺利的群体。对他们而言，电动车的体验（安静、加速线性、在家补能不用去加油站）甚至优于燃油车，全生命周期成本优势切实存在。网约车司机和物流车队是另一个快速转型区——日均行驶里程高，能源成本节省足以覆盖电池衰减风险，商业逻辑直接驱动决策。[5]

但分化不只在消费端。在供给侧，动力电池环节高度集中——前五名厂商占据全球近 80% 份额，中国企业占据主导——而整车制造环节相对分散，新势力不断涌入。产业链的话语权从精密机械制造（发动机、变速箱）转移到了电化学和半导体（电池、IGBT/SiC 功率器件），这彻底改变了产业进入壁垒和利润分布格局。[6]

TCO 模型有一个致命漏洞

目前推动电动化的核心经济论证是全生命周期成本（TCO）平价——购置溢价被能源和维保成本优势覆盖。但这个计算有个致命盲区：电池衰减后的更换成本。

锂离子电池的日历寿命和循环寿命意味着，一辆 8 到 10 年的电动车如果残值已归零而换电成本高达数万元，它的 TCO 模型将崩塌。问题在于，绝大部分当前售出的电动车尚未经历完整生命周期——我们是在用新车前三年的表现来推断 15 年后的事。第一代大批量销售的电动车（如早期特斯拉 Model S、日产聆风）正进入十年车龄阶段，初步证据指向一个令人不安的可能性：如果换电成本与二手车残值的比值接近或超过 1，低端电动车的实际全生命周期成本可能显著高于当前的乐观预测。[9] 而低端市场恰恰是政策推动渗透率的主力军。

二手车市场是检验这一点的终极试金石。目前电动二手车残值曲线仍然陡峭，交易量有限。一个功能正常的二手车市场是成熟汽车生态的必要组成部分，而电池健康度的标准化评估体系、梯次利用的商业闭环，以及消费者对二手电池的信任——这三样东西目前都还没到位。

政策是目前的引擎，但也可能被撤回

推动这场演化的动力中，政策的作用压倒性地强于市场自发力量。中国的“双碳”目标与能源安全诉求、欧盟的 2035 禁燃令、加州的 ZEV 积分制度——这些不是市场需求的内在表达，而是国家力量在主动重塑产业结构。政策通过双重机制运作：正向激励（补贴、牌照优惠、税收减免）和负向约束（燃油车限行、禁售时间表、碳排放积分罚款）。当政策的力度足以改变相对价格和便利性，消费者行为就会偏移。

但政策可以被加码，也可以被撤回。德国在 2023 年底突然终止电动车补贴，当季销量应声暴跌。政策依赖性电动车目前阶段的结构特征，不是暂时的过渡现象。

有一种反向正反馈可能在未来触发：当电动车渗透率越过 20-30% 的临界区间，加油站因车流量下降开始亏损关闭、内燃机维修技术人员因业务萎缩退出市场、二手燃油车价格预期走低——这一“燃油系统解锁”的过程会加速转型。但全球范围内尚无任何大规模经济体完整经历这一拐点。挪威在 2023 年电动车新车渗透率超过 80%，其加油站网络已开始收缩，但挪威是一个拥有庞大石油财政和独特电力结构（水电占比超 90%）的 550 万人口国家，其经验难以直接外推到。[7]

三个外部系统决定走向

这场转型不是封闭的技术竞赛。电网、原材料供应链和城市空间政治这三个外部系统与它的互动，决定了走向。

电网方面，如果电动车的充电负载管理不与电网协同，局部配变的过载和峰谷矛盾的加剧会触发电力系统的物理和政治约束。V2G（车网双向充电）技术提供了“电动车作为分布式储能”的图景，但实现它需要的是充电桩、车辆 BMS、电网调度系统和电价机制的全面标准化——这不是技术问题，而是制度和利益协调问题。

原材料供应链方面，锂、钴、镍的地理分布比石油更集中——刚果（金）供应全球约 70% 的钴，锂加工产能高度集中于中国。如果“电动化替代”只是将地缘依赖从中东产油国转移到一个不同的资源集中区，那么“能源安全”的叙事就需要重新审视。[8]

城市空间政治方面，充电基础设施的布局如果完全由市场利润驱动，会密集覆盖人口稠密、购买力强的大都市核心区，而在人口稀疏、基础设施老旧的地区形成空白。这种“电动化的城市岛屿”和“燃油化的内陆海洋”并存的空间格局，正在多个国家浮现。

三、被政策主导叙事掩盖的四个真相

物理设上限，政策定程度。电动车在物理上不可能完全替代燃油车，但这和政治上是否继续推行“尽可能替代”之间，没有任何矛盾。物理设定了替代的上限，政策设定的是实际达到的程度。中国的逻辑是清晰的：电动车解决的不只是碳排放，更是石油对外依存度超过 70% 的安全问题，而交通运输消耗了中国约一半的成品油。从这个角度看，哪怕电动车永远无法替代长途卡车，在城市通勤领域将燃油消耗量压下来，本身就是政策目标的实现。物理真相和政治目标可以同时成立，互不否定。

电池寿命问题是 TCO 论证的阿喀琉斯之踵。当前的 TCO 计算几乎普遍假设电池寿命等于整车寿命，且衰减后的车辆仍具有合理残值。这两个假设都没有被市场验证过。由此引出一个价值判断：当前的政策补贴在多大程度上是在补贴早期使用者？而这些使用者多为已拥有家充条件的中高收入家庭。

取代的成功与空间不公的再生产同时发生。电动化在宏观层面降低了城市尾气排放，削弱了石油对交通系统的单点扼制，但这些宏观收益的分配不均等。在低收入多子女家庭、没有固定停车位的老旧社区居民、或以一辆二手燃油皮卡为全部生产资料的手艺人那里，电动车目前提供的方案——更贵的购车价、更高的保险费用、依赖公共充电的补能不确定性——不是改善而是压力。改善的到来取决于公共充电基础设施是否被当作类似“村村通路”的公共品来建设，而非交由市场按其利润逻辑自然渗透。从全球尺度看，锂矿开采在智利阿塔卡马盐沼消耗当地水资源，刚果（金）的钴矿开采存在童工问题——为减缓全球变暖而推动的电池革命，是否让采矿区承担了不成比例的生态和人力代价？[10]

“取代”这个说法的流行本身就是权力运作。政策制定者将其定义为“能源革命的必经之路”，传统车企将其重新定义为“百年未有的技术转型”，环保组织将其描述为“拯救地球的赎罪券”，科技媒体将其包装为“比手机更性感的下一代智能终端”——每一种叙事都在争夺合法性，每一种叙事都在服务于特定的利益格局。当公众讨论的框架从“要不要转”变成了“什么时候转”“买哪款好”，取代就已经不是在交通领域发生的，而是在话语领域完成了的。谁定义了问题，谁就控制了答案的范围。

四、2040 年的三个剧本

最可能：分层稳态。基于已有的物理约束、政策惯性和投资锁定，最可能的情况是在 2040 年前后形成稳定的分层格局。城市乘用车市场在新车销售层面完成高度电动化（70-90%，取决于地区政策），但存量仍包含大量燃油和混动车辆。长途货运保留柴油/混动主力地位，部分固定线路切换到换电重卡。乡村和偏远地区长期维持燃油/混动主导。欧洲和中国率先逼近各自物理和政策天花板，东南亚、非洲和拉美在电力基础设施限制下走一条慢得多的转型之路。推动这一走向的关键能动者是中国政府（拥有产业政策、补贴工具和电网调度权力）和比亚迪、特斯拉（拥有规模产能和成本控制能力）。传统石油企业和中东产油国有动力通过价格战和政策游说延缓进程，但其杠杆在主要推动国（中国、欧盟）内部正在减弱。

最危险：断裂式转型。如果电网智能化改造和充电基础设施的建设速度跟不上电动车保有量的增长，而禁燃时间表又被政治表态锁定、无法回调，可能的结果是电力系统局部崩溃、充电排队常态化、居民用电与充电负荷在晚高峰激烈冲突。公众信任将被透支，政策可能遭遇激进反弹——已有国家在补贴退坡后出现消费者“悔买”潮。更隐蔽的风险在电池回收端：如果 2020 年代销售的电动车在 2030 年代集中退役，而梯次利用和拆解回收的产业能力尚未规模化，结果是大规模的环境二次污染和原材料浪费。这个时间窗口正在收窄。电网公司的配网投资速度和城市政府的充电桩规划能力，是决定是否触发这一风险的守门人。

最意外：内燃机技术飞出。一个低概率但不可忽略的可能是，内燃机技术出现突破性改进——合成燃料、氨燃料动力或某种高效新型燃烧循环——在保持能量密度优势的同时，大幅降低全生命周期碳排放。如果这种技术路线的成本显著下降，它可能在长距离和重载领域巩固燃油的不可替代地位，甚至重新向中端乘用车市场渗透。合成燃料的成本下降曲线取决于绿色氢能和碳捕集两端的平行突破，而这两端目前都处于商业化早期。大型石油企业有动力投入这一方向的研究，但资金规模相对于其传统业务仍属边缘探索。

五、关掉叙事，看这几个指标

判断这场转型的真实进度和代价，不需要盯着渗透率新闻。以下是真正值得追踪的东西。

电池退役潮的数据。 第一批规模化退役的电动车电池的实际衰减曲线和换电成本数据，将在2027-2032年间涌现。在此之前，所有关于“电动车在经济上已经可以全面替代燃油车”或“电动车全生命周期成本更高”的判断，都应该带着“我们还没看到完整证据链”的审慎态度。

充电基础设施的空间分布。 不是全国总量，而是按城市/乡镇/高速公路/偏远地区分层的密度数据。如果城市充电桩密度达到每平方公里几十个而乡镇仍是个位数，替代就不是在“普及”，而是在“极化”。

可能错误的两个普遍假设。 “禁燃令等于取代”——政策可以规定新车不能卖燃油车，但存量燃油车仍将在路上行驶十几年。一个被禁售但不被禁行的产品，其生态系统的消亡速度可能远慢于政策制定者的预期。挪威已是前车之鉴：电动车渗透率全球最高，但加油站和维修体系依然在为人均一台的战略遗留内燃机车提供服务。“充电像加油一样方便是迟早的事”——这可能是一个根本性的物理误解。加油是流体物理转移，充电是电化学扩散过程，二者的能量转移速率上限不在同一量级。让充电“足够方便”是可能的——通过更密集的目的地充电、在工作和商场停车时顺便补能。但让充电“像加油一样快”在大众市场场景下，物理上可能根本不可行。

参考资料

[1] 锂离子电池与汽油能量密度对比分析，基于 US DOE 与电池制造商公开技术参数整理。 [2] “锂离子电池快速充电的热限制与安全边界,” Journal of Power Sources, 2023. [3] Frank W. Geels, “The dynamics of transitions in socio-technical systems,” Technology Analysis & Strategic Management, 2005. [4] 中国公安部，全国机动车和驾驶人统计数据，截至 2024 年 6 月。 [5] 中国汽车工业协会，2023-2024 年新能源汽车月度产销数据。 [6] SNE Research，全球动力电池出货量与企业市场份额，2023 年全年。 [7] “Norway’s EV revolution and its limits,” Financial Times, 2023 年 12 月。 [8] 国际能源署（IEA），“Global EV Outlook 2024,” 2024 年 4 月发布。 [9] 多项二手车交易平台电池衰减数据综合，包括车 300、瓜子二手车等平台公开报告，截至 2024 年。 [10] Amnesty International, “This Is What We Die For,” 2016 年 1 月发布。