

线性技术进步观反思

——以电动汽车的发展为例

叶成城¹ 张立锟²

【内容摘要】 科技创新和技术进步并非一蹴而就，需要同时期各类技术的融合、工艺流程的积累以及市场竞争的检验。在科技竞争日益激烈的年代，人们对于科技创新的迫切期待却时常形成一种基于线性技术进步观的浪漫主义想象，例如高估技术进步的速度、无视市场机制在技术进步中的作用以及忽视技术发展的具体情境等。这种想象也带来诸多迷思，包括急于实现跨越式技术发展、迷信资本投入与结果成正比以及过于超前的技术伦理探讨。从电动汽车的发展经验来看，即便有先进的技术理念，实现技术进步也需要经历长期的探索、积累和市场检验的过程，因而需要建立一种务实和演进的技术进步观。

【关键词】 技术进步观 技术浪漫主义 技术创新 电动汽车

【作者】 1 叶成城，上海社会科学院国际问题研究所副研究员、马克思主义学院副教授；

2 张立锟，上海社会科学院国际问题研究所硕士研究生。（上海 200020）

【基金项目】 国家社科基金后期资助项目“早期西欧国家的构建与兴衰（1492—1848）”（21FGJB006）

引言：反思线性的技术进步观

科学技术是生产力的观念早已深入人心，人们对于科技创新的渴望与日俱增，但是这种迫切的期待也日渐形成一种线性的技术进步观，进而引发对于技术革命的浪漫主义想象。这种技术进步观时常忽视技术创新的基础，无论是对科技史的理解还是对当前技术创新规律的认知都出现了偏差，从而导致了技术进步中的“欲速不达”。技术创新远远不止理论层面的突破，同时还面临诸多经济、社会和工艺问题。忽视这些问题的线性技术进步观可以被视为“技术浪漫主义”，这



微信公众号



些观点往往对技术进步持诸多浪漫主义的想象，却忽视了实现技术进步与创新的诸多现实难题。具体而言，这些观点具有如下几方面的表现和特征。

第一，过高估计了技术进步的速度。由于忽视了技术进步的诸多基础，人们时常忘记了更加漫长的技术探索和沉寂阶段，尤其是处在享受科技进步成果的时期，容易将持续的技术突破视作常态。20 世纪的诸多技术浪漫主义想象最终都被当前经验所证伪。自 20 世纪 50 年代以来，智能机器领域的专家就定期预测，只需要几年时间就能实现与人类各方面都没有差别，具有认知、情感和社会智能的人工智能系统。^①20 世纪中后期，人们已经开始预测在新千年之际实现星际航行，在 2020 年实现完全自动的科技住宅，等等。进入 21 世纪之后，人们依然认为技术“奇点”很快会到来，即在 21 世纪中期以前，技术增长率将以近似垂直线的趋势增长。^②同样，在人工智能和区块链进入大众视野之前，3D 打印也被视作第四次工业革命的里程碑，但实际情况是它距离给工业生产带来颠覆性影响还很遥远。过往的很多预测往往聚焦于 30—50 年后的世界，但事后人类都远未实现上述预测目标，现实是连智能翻译和自动驾驶都没有完全实现，美苏的宇航员登月之后人类再未到达其他星球，智能家居尚没有实现，技术“奇点”则更加遥远。

第二，认为技术进步是由天才灵感和个人努力驱动的偶发或自发事件，即“发明的英雄史观”。^③这类看法往往具有相似的叙事和较短的因果链，即偶然事件导致发明或者科学定律的发现。最广为人知的当属伏尔泰著名的“苹果落地”与牛顿发现万有引力的童话。^④类似的还有瓦特的故事，“从研究普普通通的水壶这样简单的事物开始，一项最实用的现代发明（蒸汽机）终于成功了”。^⑤这些观点忽视了技术发明需要“站在前人的肩膀上”，迷信个人灵感而忽视技术积累使得人们常把太多荣誉归功于碰巧出现在那附近的某个聪明人。^⑥实际上，物理定律的发现和新技术的发明都是缓慢演进的结果。在瓦特改良蒸汽机之前，蒸汽机已经生产出 100 多台，瓦特只是在这些基础上加以调整；爱迪生的发明也只是对 1841—1878 年获得专利权的白炽灯的改进。^⑦当时技术的专利之争更加印证了技术发明的渐进性，在同一时代往往有很多人不约而同地在类似的方向作出相应的改进。^⑧

第三，对科学技术发展的规律缺乏了解，无视时空情境在技术进步中的作用。一些对于技术进步的想象脱离了具体的情境，无法匹配对政治社会的想象。一个经典的误区在于认为技术是可以实现飞跃的，忽视了文明的制度和先进的技术相辅相成，相信高新技术可以依靠大量投入在短期内实现飞跃，并促进国家的快速发展。另一个误区是对功能高度集成化的万能设备存在过于迫切的期待，例如早期人们曾一度致力于制造出功能更加多元、更加接近甚至超越人类的万能机器人。BBC 的科学记者昆汀·库珀(Quentin Cooper)写道，人们对于机器的想象在很大程度上被电影蒙蔽了(通常是像《西部世界》等电影中的印象)，以至于对机器人的实际发展程度缺乏真正的了解。^⑨然而在现实世界中，万能机器的实现存在诸多困境，许多机器制造商的目标太高，设计的机器比同时代超前了 15 年或更长时间，而最终的结果却让人失望。这些挫折再次凸显出，对于万能机器的期望与如今更为有限的技术之间存在巨大鸿沟。例如，人形社交机器人 Jibo 被设计成可以识别周围的人并与他们进行个性化互动，但是相较于售价不到 50 美元的普通智能音箱很难具有吸引力。^⑩

上述线性技术进步观更多的是基于理论上的误区，这些误区同样会对技术创新的现实基础带来影响，线性技术进步观的蔓延则在具体技术进步的过程中带来诸多迷思。首先，这类观念忽视了技术进步的工艺流程所需要的时间积累，无法认清时代的局限性更终只会带来失败。技

术发展需要时间,只有经过充分的时间积累才会知道哪些技术会得到发展并最终投入市场,因而超前的技术投资同样可能通过资源错配阻碍发展。最近的一个案例是脸书(Facebook)对于元宇宙的狂热所造成的(至少是短期的)决策失误。2021年10月,脸书公司改名为元宇宙(Meta),并把20%的员工调到了AR/VR事业部,然而Meta不仅没有制造出令人满意的VR产品,股价反而相较高点下跌了近七成,直到扎克伯格被迫逐渐回归传统业务之后才缓慢回升。实际上,VR的硬件表现非常依赖算力、显示和传感器等上游技术,还需要硬件、软件和内容三个必要的技术,以及三种方法(即用户交互、实现和应用)为基础。^⑪因此,VR技术在短时间内很难只靠资本投入就实现技术飞跃。因而有评论指出,Meta出于对元宇宙的迷恋,正在牺牲其核心商业模式,在元宇宙上下大赌注并不是一件坏事,这项技术会是变革性的,但它至少需要十年才能真正开始。^⑫

其次,无法区别国家和私营部门的创新协同分工,迷信资本投入与结果一定成正比。开创性的技术经常源于国家竞争和早期研发投入,但是工艺细节积累、新技术的推广和应用则来自市场逻辑。技术浪漫主义使得人们容易被概念炒作和运用迷惑决策,出现短视乃至欺诈行为,从而忽视了诸多技术实现的细节问题。以芯片产业为例,它是全球协作和依靠市场化的典型,在上下游的光刻机、芯片设计等领域涉及数百个行业。^⑬并且,这类工艺流程的经验积累需要大量时间来沉淀,包括美国在内的国家都没有能力实现芯片产业的自给自足。因而对于芯片产业而言,横向的诸多重复投资并不能形成短期内的技术突破,甚至容易导致技术发展路线的民粹化。因此尽管在“芯片热”期间媒体上甚至一度“捷报频传”,但试图违背客观规律,在短期内实现弯道超车无疑是一种技术浪漫主义的迷思,缺乏工程基础的“PPT造芯片”项目很难有实际作为。

最后,技术浪漫主义导致人们对于人工智能、元宇宙等伦理和法律问题的超前讨论。20世纪下半叶就有诸多关于智能机器出现自主意识或思想变异进而伤害人类的讨论,有无数的科幻场景表达了对人工智能的担忧,而对过度遥远的科技进步带来的伦理和法律讨论实际上也是对公共资源的浪费。除了人工智能所带来的风险这个“经久不衰”的领域之外,当前超前的伦理和法律探讨主要集中在元宇宙和虚拟现实领域,讨论其如何影响文化、社会、伦理、法律以及人类的未来。国外的部分媒体甚至存在道德恐慌,认为VR里的安全问题(尤其是性骚扰问题)必须得到重视,因为VR会触发相同的内部神经系统和心理反应,虚拟现实中的性骚扰等同于现实生活。^⑭许多对此进行伦理和法律反思的研究者可能仅仅基于新闻报道,而缺少真实的游戏体验。其实,VR性侵案中“高度仿真”的《VR chat》是一个穿模频繁、相对粗糙的游戏,游戏中的不良行为通过诸如为角色四周设置空气墙、屏蔽不良用语等简单补丁就可以轻易解决。^⑮此外,这类讨论还包括担忧沉浸式体验的成瘾性、虚拟空间的权利冲突、虚拟世界治理的风险等。这些观点过高地估计了虚拟世界的拟真度,认为存在一款同现实世界高度接近的(万能)设备让虚拟世界中的行为冲击现实道德,却忽视了技术创新的市场基础。因为出于成本控制以及安全考虑,传感器的数量适应程序基本要求即可,而不会遍布身体所有部位,并且在脑科学成功获得突破并普及前(例如Neuralink公司的大脑芯片接口),VR设备想要接近现实世界的感官几乎是无法做到的。

总体而言,由于诸多技术创新的现实问题,许多看似前沿的科技最终未必能够有足够的基础,对于这类技术的超前投入、过于迫切的规模效应以及过度频繁的伦理和法律探讨未必是有必要的。因为一旦技术未能通过市场考验而陷于停滞甚至被淘汰,那么诸多投入和讨论几乎都会成为无本之木,因而需要进一步讨论技术发展与普及的诸多基础。



从发明到创新：技术发展的生态、工程和市场基础

前文批判了对于技术发明的迷思及其在实践中可能带来的负外部性，需要进一步思考的问题是哪些因素可以成为技术发明或创新的主要动力。对于这些问题的思考往往是多学科、多角度的，技术的重要性使得学者尝试从各自的领域来探讨技术发明创新的原因，总体可以分为内部动力和外部动力两种视角。

内部动力的视角强调国家内部的制度、利益集团、人力资源乃至文化等因素对于技术创新的推动作用。以道格拉斯·诺斯(Douglass North)等人代表的制度经济学派侧重于讨论制度环境改善会推动技术进步，使私人收益率接近社会收益率。^⑩曼瑟·奥尔森(Mancur Olson)等学者则提出了分利联盟对先进技术应用阻碍作用，即分利联盟会减缓社会采用新技术的能力以避免由此带来的对资源的再分配，具体而言，它们可以通过非市场机制，诸如许可、安全监管、关税以及对教育和研究设施的操纵，将创新扼杀在萌芽状态。^⑪保罗·罗默(Paul Romer)的内生增长理论指出了人力资本对于技术进步的作用，埃尔赫南·赫尔普曼(Elhanan Helpman)和吉恩·格罗斯曼(Gene Grossman)则提出技术进步源于理性的经济决策者为了获得垄断利润而进行的投资。^⑫同时一些学者的研究表明，各国创业活动和经济空间结构的差异可能导致了技术进步的差异，即便在控制了知识存量和研发支出后，相同或互补产业在地理空间的集聚效应可以对技术革命起到积极影响。^⑬除此之外，一些研究者认为欧洲中世纪以来文化中的科学气质或者清教徒文化等要素推动了早期科技的进步，^⑭而弗兰克·道宾(Frank Dobbin)比较了不同的政治文化如何造成了美国、法国和英国在对待铁路这个新兴事物上的政策模式差异。^⑮

外部动力则强调诸如国际间的接触和竞争、大国权力转移、国际贸易与外商直接投资等外部因素如何影响技术进步。威廉·麦克尼尔(William McNeill)从大历史的视角阐述了国际间的交流和接触是科技传播和进步的重要动力，科技水平较低的民族会试图掌握新鲜事物，以便获得科技文化所赋予其拥有者的财富。^⑯同时国家间的竞争会通过强化官僚机构和国家能力等方式加快国家内部对新技术的使用，从而在竞争中获得优势。^⑰如在18—19世纪面临高强度竞争压力的欧洲，就比同时期的东亚有更强的动力去研发和应用先进的火器。^⑱也有研究指出，大国间的权力转移是世界范围内重大技术变迁背后的驱动力，领导国与挑战国出于国家安全的考虑，往往会加大对重大技术的资助和对高端技术的采购，从而推动重大技术变迁。^⑲一些研究也表明，到20世纪末期，国际贸易、国际教育交流和对外直接投资可以通过更为复合性的方式对国家的技术创新带来影响，无论制度如何都会通过溢出效应推动所在国的创新。^⑳

上述两类理论各自从相对宏观的视角阐述了影响技术发明的因素，但是这些理论较少提及技术发明和技术创新之间的理论缺口，即讨论技术发明到创新应用所需要的基本条件。创新不同于发明，发明如果只留在工作间里则对社会发展没有什么影响，发明要在一个竞争性市场中生产和出售则需要企业家的能力，如果一项发明成果进入经济生活并改变其走向，影响资源的分配，它就变成了一项创新。^㉑卡萝塔·佩雷斯(Carlota Perez)认为，各类技术转型只能在同社会变革、政治变革和生产组织的诸多互动中发生。^㉒一项技术从理论或实验阶段到具体的应用并改变人们的生活，需要其他配套技术的协同、诸多的工艺积累以及市场的接受度，本文分别称之为生态基础、工程基础和市场基础。

第一，技术创新的生态基础指的是特定技术在理论上或实验室阶段出现之后，还需要同一时

代其他观念和技术的支持,从而使其大规模生产成为可能。经济合作与发展组织(OECD)将发展创新视作一个利用基础研究和应用研究的成果,引入有用的或改进现有的材料、设备、产品、系统和过程的阶段。^②创新不是一个人自发的发明,它分三步发展:第一个阶段将应用研究与基础研究联系起来,第二个阶段是实验开发,第三个阶段则包括生产和推广。^③试想一个现代人“穿越”到冷兵器时代并“带去”火器的先进理念,但是由于制造火器需要大量的工程学、化学和冶炼技术的支持,理念和图纸再先进也很难制造火器。布莱恩·阿瑟(Brian Arthur)认为:“技术的集合的创造是一个自我创造的过程:新技术的构成来自那些已经存在的元素,而这些新元素又能为进一步的建构提供建构模块。”^④因而,技术创新是周边生态进行互动的过程,并在现有的生产资料基础上实现突破,换言之,先进的技术理念需要同一时代的诸多配套技术支持以及与之相适应的环境才能实现。

第二,技术创新的工程基础意味着技术创新需要以商业化和可控成本的方式将技术发明加以具现化,因而新的技术发明需要具备有效的原材料和生产工艺。约瑟夫·熊彼特(Joseph Schumpeter)认为,技术创新意味着生产手段(即原材料和力量)的新组合。^⑤企业通过不断研发、摸索和试错从而尽可能地以较高效率和较低成本实现利润最大化,除了横向的同业竞争之外,工程基础更为重要的是纵向的积累改进,企业的创新同时还需要通过不断改进组织、材料、过程等,进而在生产效率上逐渐超越过去,从而使得工艺在时间上不断沉淀,最终实现逐步盈利并扩大利润。尤其对于精密的工业而言,纵向的时间沉淀更加需要经验积累或者说所谓的“工匠精神”,而非资本的增加或基础理论的突破,横向的投资和政策支持只能起到少量的辅助作用,并不能够带来立竿见影的成效。

第三,技术创新的市场基础包括与之匹配的市场、机遇以及面临的市场壁垒和竞争等。技术进步的速度是不一样的,一次技术革命往往存在一个完整的生命周期,经历范式构建、高速扩散、高速增长和接近饱和四个不同的时期。^⑥创新是新观念的发明和实施的过程,这些观念由那些长期从事市场交易并判断其行为结果的人开发和实施,具体而言,技术进入市场需要五个步骤,分别是想象、孵化、示范、推广和维系。^⑦当一家公司想要利用新技术开发一种没有市场需求的产品时,即使由此产生的想法可能是创新,但如果不能找到与之相匹配的市场需求,或者可以为它们开发一个新的市场,最终可能仍然是无用功。^⑧诸多技术驱动型公司的历史经验表明,颠覆性技术理念不会必然带来商业成功,技术发展的结果必须与市场需求相匹配,更为成功的经验是找到一个重视颠覆性技术当前特征的新市场,这是营销挑战而不是技术挑战。^⑨许多技术创新没有成功是因为从未实现预期中的需求,或者长期没有被整合到市场体系中进行商业化,同时一些技术也因为无法达到所承诺的效果从而失去了改进其工程基础或生态基础的资源。

总体而言,上述三个基础意味着技术进步并非是一个简单的、线性的过程,而是基于诸多的时空情境、工艺积累和市场竞争前提所出现的复杂的多重系统效应。^⑩下文将从电动汽车的发展历史来看技术创新的基础。在进行进一步讨论之前,还有三方面问题需要进一步说明。第一,本文着重于讨论新兴技术应用普及的过程,重点思考技术发明到创新的缺口是如何被弥补的。这个阶段更重视具体情境下市场的作用,较少会涉及企业、政府、大学以及军工部门等主体之间的互动,这些互动主要作用于新技术的孵化阶段或者说实验室阶段,而本文主要讨论的问题则侧重于市场化阶段技术与情境的适应性问题,政府对市场价格的少量干预(如补贴)可以视作市场基础的一部分。第二,从方法论的角度来看,本文采用的是案例内的“时序比较”方



法，^⑧考察在不同情境(生态基础、工程基础和市场基础)之下，燃油汽车和电动汽车在创新和应用上的差异，下文将从时间维度展示电动汽车如何从正面案例变为负面案例，最终又接近于正面案例。第三，在对技术浪漫主义的部分批评中，本文将部分科幻观点作为“靶子”，这并非是一种对“稻草人”的攻击，而是因为部分科幻观点是典型的线性技术观，即基于单一或少量要素改变的反事实，但实际情况是这些要素的变化需要前后成千上万因素的改变。科幻观点所带来的潜移默化且深入人心的影响并不仅仅局限于荧屏，例如在投资或产业规划的过程中，认识到技术的演进特征可以更快地反思和识别现实中的“科幻故事”，减少对许多尚不成熟的新兴产业不切实际的投入。

从电动汽车发展史看技术创新的基础

在汽车发展史上，根据自身携带动力装置的不同，汽车种类可以分为蒸汽机驱动的蒸汽汽车、内燃机驱动的燃油汽车以及以电能驱动的电动汽车。受到第一次工业革命中蒸汽机的发明和应用的影 响，1769 年法国发明家尼古拉斯·约瑟夫·古诺(Nicolas Joseph Cugnot)制造了世界上第一辆可以载人的蒸汽动力汽车，但由于蒸汽汽车不灵敏、发动和里程都受到蒸汽锅炉的影响等缺陷，对其进行推广存在诸多困难。^⑨因此，汽车技术的竞争最终变成了电动汽车和燃油汽车(分别简称电车和油车)之间的角逐。

(一)19 世纪末—20 世纪初：电车的首个黄金时代

电车并非是近年来才兴起的新发明，早在 19 世纪后期，电车就经历了黄金时代，直到 20 世纪初，电车的市场占有率都超过油车。1834 年，美国发明家托马斯·达文波特(Thomas Davenport)制造出世界上第一辆直流电驱动的汽车。^⑩1859 年，法国发明家加斯东·普朗特(Gaston Plante)发明了世界上第一块可充电的铅蓄电池，为电车的兴起奠定了基础。^⑪19 世纪下半叶，法英两国最早制造出首批实用电动汽车并投入市场，美国则在 1897 年的纽约出租车队中首次实现电车的商用。^⑫在早期的市场竞争中，电车存在天然的优势。

首先，从工程基础来看，电车比油车的工艺更加简单。电车的核心系统只包括电池、电机、电控三项技术，操作也更加简单，没有换挡结构，无须齿轮变换。而油车启动和换挡都很繁琐，蹲在汽车保险杠面前手摇启动容易导致驾驶人肩膀错位、手臂骨折的事故。^⑬其次，电车在早期市场基础上同样更加占据优势。当时汽车是上流社会少数人享有的奢侈品，是地位的象征。^⑭因而用户体验的重要性远高于价格，电车比油车更优雅，宽大奢华，清洁无气味、噪声小、无振动，而油车在当时被称为“爆炸车”，不仅动静更大，产生的废气也较难闻。再次，当时的生态基础决定了消费者可以接受其缺陷。一方面，随着电力越来越普及，给电车充电也变得相对容易。另一方面，电车适合在城市中进行短途旅行，而当时只有城市拥有平坦的路面，城市外糟糕的路况意味着不需要对汽车的续航性能有更高的要求。^⑮因此，续航里程没有成为阻碍电车发展的因素，电车很快在城市居民中流行起来，并深受上流社会女性的欢迎。

在上述三个因素的影响之下，电车在早期的市场竞争中一度占据优势，电车的发展在 20 世纪初进入全盛时代。在 1904 年以前，电车约占纽约、芝加哥、波士顿道路上所有动力车辆的三分之一。^⑯早期的电车凭借着操作方便、环保、优雅、适合市内代步等优点吸引上流社会的购买，占有较高的市场份额，成为最受欢迎的汽车技术。

(二)20 世纪 10—70 年代：油车的兴起与电车的消亡

尽管电车在早期竞争中的优势较为明显，但发明家也在不断努力提升油车的性能。在 1910 年后，油车在生态基础、工程基础、市场基础上的协同演进，使其劣势得到了克服，而电车的竞争力逐渐下降，在市场上面临着消亡的境地。

首先，生态基础的改变在克服油车劣势的同时也放大了电车的劣势。一方面，发动机、电动启动器、消声器等技术的改进使得油车的性能不断完善。杜里埃兄弟在吸收欧洲汽车技术的基础上，成功试制了美国第一辆单气缸内燃汽车，而亨利·福特(Henry Ford)在 1906 年制成了时速为 25 英里的内燃汽车。^④内燃汽车由于热效率高，功率和速度范围广，续航的优势变得更加明显。此后，消声器的发明使得油车噪声大的问题得到了较好的解决。查尔斯·凯特林(Charles Kettering)在 1912 年推出电动启动器，取代了手动曲柄启动，克服了油车启动困难的弊端。^⑤另一方面，基础设施建设在油车与电车的技术竞争中发挥了重要作用，快速的公路建设使得油车逐渐展现优势。^⑥随着加油站的日渐普及和油价的不断下降，加油变得远比充电方便，这使得油车的续航里程远超过电车。与此同时，随着美国公路网络的建设，公路远距离旅行的需求开始增加，这让定位为城市内代步工具的电车逐渐显得不合时宜。

其次，工程基础的变革进一步增加了油车的规模效应。随着各类配套技术的成熟，油车的缺陷开始被逐渐克服。福特汽车发明的流水线生产使得汽车成为 20 世纪的代表性技术。1908 年，福特公司开始生产 T 型车，比以往的福特产品价格更加低廉、性能更好，第一年就售出了 10607 辆。^⑦为了应对市场需求的增长，福特引进零件通用制，并建成世界上第一条汽车的流水装配线，以实现高效率的标准化生产。到了 1918 年，美国公路上一半的汽车都是福特的 T 型车；而到了 1927 年，T 型车的销售量已经达到了 1500 万辆，创造了美国全国性的汽车文化，将福特的竞争对手远远地甩在了身后。^⑧汽车价格从最初的 950 美元骤降至 269 美元，这相当于美国一个四口之家年收入的 11%，并且由于分期付款的出现，购买车辆的年度负担不到家庭总收入的 5%，从而几乎让所有家庭都买得起汽车。^⑨

最后，汽车的市场定位也发生了重大变化。福特汽车带来的“价格革命”使得电车处于明显的价格劣势。福特服务于大众化的市场，大规模销售系统的发明保障了产品能够大量售出，而欧洲的竞争者主要是服务于为数不多的富有阶层。^⑩油车的价格已经形成了对电车的巨大优势：电车在 1912 年以 1750 美元的价格出售，而 T 型车只需要 550 美元。^⑪受到 T 型车价格降低的影响，油车得到了大规模的推广和应用，人们对廉价微型汽车的需求也不断增加。

总之，在大规模量产带来的价格优势、完善的公路建设和石油价格低廉等因素的影响下，油车实现了爆发式增长，占据绝大多数市场份额，最终逐渐成为人们生活中不可或缺的一部分。自福特汽车之后，西欧和日本的汽车公司也开始开发并推广廉价的油车以满足更多人的需要，涌现了丰田、大众等知名汽车企业。尽管电车厂商们没有放弃努力，但是在无情的市场竞争中，大量电车厂商在 20 世纪 10 年代退出了市场。1929 年，美国底特律电车公司申请破产，这也标志着电车逐渐退出了历史舞台。

(三)20 世纪 70 年代至 21 世纪初：电车重获关注

20 世纪 20 年代末到 70 年代是油车发展的黄金时代，但是到 70 年代以后，油车的普及也带来了一系列新问题。油车尾气排放加剧温室效应和酸雨等日益严峻的环境问题，国际形势导致石油的供应更加不稳定等，又使得美国国会开始推动电车的研发。^⑫这些因素都促使人们重新致力



于提高电池性能，创造出更加清洁的环保交通工具。

电池技术在该时期取得了一定的进展。锂离子电池的基础是在 20 世纪 70 年代的石油危机期间奠定的。1990 年美国加州零排放法案提出后，越来越多采用新电池技术的电车出现了。通用汽车公司在 1996 年首次把铅酸电池运用到电车 EV1 中，同年，日产公司成功研发出世界上第一辆搭载圆柱形锂离子电池的电车，而丰田公司则在 1997 年把镍氢动力电池运用到普锐斯车型上。

尽管发明家和车企不断开发新型电池以完善电车性能，但是由于电池受到其化学和物理性质的限制，仍不具备与汽油发动机相匹敌的动力。尽管汽油的燃油效能低下，但是汽油的能量密度是锂离子的 20 倍，并且油车仅需 5 分钟的加油时间，这些都是电车无法企及的。^⑤同时，电车制造所需要的材料费用很高，当时缺乏量产工艺，导致整车价格仍处于劣势，再加上电车的配套设施不完善，人们仍然只愿意购买技术成熟、价格低廉的油车。此外，电车的发展还受到石油巨头的打压，因为它威胁到了石油寡头和金融巨头的利益。^⑥总体而言，由于没有配套的生态基础尤其是电池技术的突破，续航里程一直是电车的痛点，再加上缺乏实现量产的工程基础，生产成本过高而又缺乏市场基础，因此这一时期电车虽然隐约开始成为一种发展的方向，但仍然未能被推广。

（四）21 世纪以来：电车重新具备竞争力

经过前期的技术积累和突破，电车在 21 世纪逐步迎来了发展的契机。2012 年，特斯拉打败宝马、保时捷等 11 家老牌汽车公司，被《汽车族》杂志评为年度汽车，并被称为“美国仍具有伟大创造力的有力发明”，成为第一个获此殊荣的非燃油汽车。^⑦电车能够在近年来实现如此快速的发展主要有以下原因。

首先，电池技术的突破以及其他芯片与自动驾驶技术的出现形成了电车逐步普及的生态基础。一方面，电池技术（尤其是锂电池技术的突破）是电车发展的核心。锂电池通常被认为是工程上的胜利，其能量密度是铅酸化学物质的 3 倍，比金属氢化镍的能量高 50%。^⑧进入 21 世纪以来，锂电池逐步实现规模化、产业化和高镍化，其电池技术的进步逐渐缩小了电车与油车在续航里程上的差距，同时锂电池的价格也大幅下降，其成本在过去 30 年下降了 97%。^⑨另一方面，电车比油车更接近于电子产品，有利于芯片和人工智能等各类技术的集成。电车以触摸屏代替传统仪表盘的设计已经得到了广泛的运用，其自动驾驶功能也逐步完善，如特斯拉 Model S 被称为“一台在轮子上运行的计算机”。^⑩

其次，电车制造的工程基础革新使其实现了量产，大幅降低了价格。2019 年，特斯拉公司将原本设计中需要组装的多个独立零件进行重新设计，并率先使用超大型压铸机一次压铸成型。这为特斯拉 Model Y 车型的后车底单件铸造省去了 79 个零件，实现了 40% 的成本降低和 10% 的减重。^⑪采用该技术的 Model Y 车型的制造时间从 1—2 小时缩短至 45 秒—2 分钟，制造过程减少了 300 台机器人，节省 30% 的占地面积，并节省了大量人工成本，例如主流汽车工厂焊装车间要配 200—300 名工人，而一体式压铸车间只需要 20—30 名工人。^⑫此外，为降低材料的运输成本、更快地制造电池，特斯拉在内华达州与上海等地建立“超级工厂”，以实现电池和电车的共同生产，又进一步提高了电车的生产效率。

最后，电车的市场基础也在逐步完善。一方面，由于油价存在更大的波动和不确定性，而电力的供应相对便宜且稳定，人们购买电车的意愿也不断上升。同时充电设施的增加使得电车

的续航变得更加方便。2021 年，公共电动汽车充电站的部署增加了近 40%。^⑥另一方面，环保需求逐渐增加使得电车受到更多青睐，2050 年实现碳中和已经成为世界各国的共识。不少国家已经公布了禁售燃油车的时间：英国在 2020 年宣布将在 2030 年禁售燃油车，^⑦欧洲议会则要求到 2035 年实现所有在欧盟国家中销售的新汽车和货车都必须是零排放车辆。^⑧同时，各国政府通过补贴鼓励电车的生产和消费：在中国，2021 年购买纯电车可享受 1.3 万—1.8 万元补贴；^⑨美国为购买电车提供了 7500 美元的退税补贴；^⑩欧洲多数国家对购买纯电车的补贴为 3000—6000 欧元。^⑪

随着新兴电池和人工智能技术的出现，再加上制造工艺的突破以及环保需求的增加，电车开始重新占有市场。据国际能源署(International Energy Agency, IEA)统计，全球在 2022 年售出的所有新车中有 14% 是电动汽车，而 2021 年是 9% 左右，2020 年不到 5%。全球电动汽车支出在 2022 年超过 4250 亿美元，比 2021 年增长 50%，对开发电动汽车和电池技术的初创公司的风险投资也在蓬勃发展，2022 年达到近 21 亿美元，比 2021 年增长 30%。^⑫种种迹象表明，电车逐渐成为未来发展的趋势之一，甚至在未来有取代油车的可能性。

(五)小结

从早期电车的风靡一时到销声匿迹，从福特汽车几十年的汽车霸主地位到特斯拉汽车兴起，可以看到一项技术的进步和在市场的推广是一个渐进的过程。如表 1 所示，一项技术要成为一个时代的主导性技术往往需要生态基础、工程基础以及市场基础的共同演进，如果任何一个方面没有得到发展，该项技术就较难实现推广。电车具有结构简单、操作方便、噪声小、无污染等优势，1912 年《科学美国人》指出，“电车的原理如此简单，实际上只有两件事可以进行广泛改进，即电池和电机。”^⑬然而自两百多年前诞生至今，电池技术的进步非常缓慢，爱迪生等科学家都尝试过改进电池，但这在 18—19 世纪却是无法实现的。最初电车由于油车的诸多缺点和较低的长途旅行需求而被接受，并随着油车的缺陷逐步改进而被淘汰，直到最近十年因为生态基础、工程基础以及市场基础的改善又出现取代油车的可能性。尽管电车的核心技术没有出现太大变化，但是却因为相关基础的变化而导致了在创新和应用层面截然不同的结果。

表 1 电动汽车技术创新的发展历程

时期	生态基础	工程基础	市场基础	结果
1870—1910 年	缺乏电池技术突破	工艺简单、材料昂贵	市内代步工具，富人客户为主	最受欢迎的汽车技术
1910—1970 年	缺乏电池技术突破	工艺简单、材料昂贵	续航能力不足，油价低廉	迅速被燃油车取代
1970—2000 年	铅酸电池、镍氢电池技术突破	工艺简单，但对手工艺更成熟	续航能力不足，油价上升	实验室阶段的复兴
2000—2020 年	锂电池技术、搭载集成芯片、自动驾驶等技术	实现量产，成本大幅下降	重视环保，续航能力提升	开始逐步取代燃油车

务实演进的技术进步观及其当代启示

通过前文所述可以看到，尽管技术革命带来诸多便利，但是技术创新受到生态基础、工程基础和市场基础的制约。电动汽车包含了诸多对未来的美好憧憬，但从技术史的视角来看，先进的



理念如果缺乏同一时代上述基础的支持，往往无法取得预期的进展，甚至给社会发展或技术推广带来负面影响。对技术发展的热情需要一些“冷思考”，即一种更加现实而非线性的技术进步观，技术应用的过程往往是缓慢及演进的，因而长期来看，脚踏实地地稳步推动工艺流程的改进、促进现有各类技术的融合与交互，同时鼓励市场化的竞争反而可能是促进技术进步的最快途径。上述讨论也可以为当前中国的科技发展和赶超带来如下几个方面的启示。

首先，国家层面对技术发展的规划应当更加灵活和相机抉择，避免对远期规划进行不切实际的展望。由于技术创新是各类技术协同演进的过程，相关技术的变化会产生复杂的多重系统效应，因而对于未来的憧憬也需要更加务实的态度并正视其中的诸多不确定性。一项技术的突破需要诸多相关技术的配套、工艺流程的积累和市场用户的认可，这一过程时常充满许多变数，其变化的速度经常比我们想象的更快或更慢。例如，最初人们可能低估了门户网站和购物网站对大数据和人工智能发展所起到的推动作用；同时也高估了突破车载电池技术的进步速度，以至于电车的复兴需要上百年时间。过去对于“三十年后科技水平”的预测多数都存在偏差，这也在一定程度上表明了技术发展路线需依靠生态、工程和市场基础之间的共同作用，单纯依靠未来规划很难准确把握技术发展的方向，需要对未来的不确定性保持敬畏，更加灵活的做法是基于现有信息不断调整技术发展的方向。

其次，坚持市场在推动技术创新中的主体地位，避免混淆实验室中的“发明”和达到市场化阶段的“创新”。由于技术进步需要各层面的协同，很难预料哪些技术最终可以带来革命性的社会效益，哪些技术最终会因为缺乏市场优势或工程实现的基础而被束之高阁。应对这种不确定性最为有效的方法是通过市场竞争迫使企业优化管理和工艺的流程，通过市场竞争检验新技术的可靠性。数学和物理问题的突破和技术发明可能在很长时期内都无法改变生活。电动汽车的案例表明，许多技术在基础理论上并不复杂，结果却是在当时看来也许近在咫尺的技术距离真正实现非常遥远。以芯片行业为例，尽管在基础理论上并不存在无法跨越的鸿沟，但在实验室制造和大规模量产之间却存在巨大的缺口。新技术从技术配套、工程积累到最终被市场接受的三个步骤都缺一不可，这不仅仅是如何制造的问题，而是如何以更高效率量产有价格竞争力的产品，因而技术创新需要依靠市场竞争的磨砺而非仅仅不计成本地实现实验室中的突破。

再次，需要进一步加大对具体工程基础的重视，重视从技术发明到(具备盈利能力的)技术创新的转化过程。从国家层面来看，需要警惕和避免不计成本的过度扩张和营销行为，而应大力支持那些致力于优化具体工程基础的企业，因为后者显然更加具备可持续发展的潜力。从19世纪末20世纪初美国现代化的历程来看，美国科技发展的重要特征是吸收了欧洲的基础理论成就，侧重于广泛开展应用科学研究和工艺技术的发明更新，几乎所有对美国技术发展作出重大贡献的那些人们耳熟能详的人物(例如爱迪生、特斯拉、贝尔等)都更接近于企业家或工程师，而不是理论物理学家。对于后发国家而言，工程上的积累比基础科学突破更为重要，而且这并不意味着工程的改良是容易的，从实验室到量产的距离，并不比一个发明从无到有的过程更短。因为工艺流程需要大量时间沉淀，是一个极其耗时且需要“干中学”的过程。这一过程的重要性在于，能够通过对组织和工艺不断改进，融合各类新兴技术，降低成本和提升效率，并让同行竞争者逐渐模仿，最终让私人的收益率接近于社会收益率。

最后，应当避免过早或过度地讨论许多尚未成熟技术的未来场景以及法律和伦理问题，这也可能造成公共资源的浪费。一方面，尽管许多新技术具有开创性，但是技术的成熟需要上述的诸

多基础,过去不乏看似先进的“黑科技”由于无法经受市场检验或在工程上无法实现而被弃用,或者更为常见的是对社会生活的改变远低于预期——试想如果元宇宙最终仅成为相对小众的娱乐工具,那么以其在未来被广为接受作为前提的诸多法律和伦理的超前讨论的意义就会大打折扣。另一方面,对于未来科技的诸多法律和伦理讨论的隐含前提是能够准确预测某项技术的应用场景和实现形式。早期对人工智能的法律和伦理思考是以万能人形机器人作为前提,讨论机器人的自主意识、生命权以及产权等,但如果万能机器人未能在与专业化机器人的竞争中获得优势,那么前期法律和伦理的讨论就会缺乏现实基础。

注释:

① Michael Haenlein and Andreas Kaplan, “A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence,” *California Management Review*, vol.61, no.4, 2019, pp.5-14.

② 雷·库兹韦尔:《奇点临近》,李庆诚等译,北京:机械工业出版社,2011年,第2页。

③⑦ 参见贾雷德·戴蒙德:《枪炮、病菌和钢铁:人类社会的命运》,王道还、廖月娟译,北京:中信出版社,2022年,第246—249页,第262—263页。

④ 伏尔泰:《哲学书简》,闫素伟译,北京:商务印书馆,2018年,第66—67页。

⑤ 侃侃:《中外名人故事》,北京:北京联合出版公司,2017年,第186页。

⑥ 马特·里得利:《自下而上:万物进化简史》,阎佳译,北京:机械工业出版社,2022年,第IV页。

⑧ 参见胡翌霖:《什么是技术?》,长沙:湖南科学技术出版社,2020年,第132—136页。

⑨ Quentin Cooper, “Robot Realities Fail Fictional Fantasies,” *BBC News*, November 18, 2014, <https://www.bbc.com/future/article/20120330-robot-realities>.

⑩ Richard Waters, “Dead Robots Raise Questions on How Far Home Technology Has Come,” *Financial Times*, August 10, 2018, <https://www.ft.com/content/e92c5b9a-9c59-11e8-9702-5946bae86e6d>.

⑪ 参见 Sang-Min Park and Young-Gab Kima, “Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges,” *IEEE Access*, vol.10, 2011, pp. 4209-4251.

⑫ Barbara Ortutay, “Meta, Formerly Facebook, Faces Historic Drop as Stock Tanks,” *Associated Press News*, February 4, 2022, <https://apnews.com/article/technology-business-media-social-media-facebook-cf74bc789988e7e48f3e2fcd80ddfa8>.

⑬ 参见 John Orton, *The Story of Semiconductors*, New York: Oxford University Press, 2004; 李滨、陈怡:《高科技产业竞争的国际政治经济学分析》,《世界经济与政治》

2019年第3期。

⑭ 参见 Rachel Metz, “Harassment Is a Problem in VR, and It’s Likely to Get Worse,” *CNN Business*, May 5, 2022, <https://edition.cnn.com/2022/05/05/tech/virtual-reality-harassment/index.html>; Tanya Basu, “The Metaverse Has A Groping Problem Already,” *MIT Technology Review*, December 16, 2021, <https://www.technologyreview.com/2021/12/16/1042516/the-metaverse-has-a-groping-problem/>.

⑮ 路强:《数字虚拟世界的伦理基底——以“VR性侵”为中心》,《探索与争鸣》2022年第7期。

⑯ 道格拉斯·诺斯、罗伯斯·托马斯:《西方世界的兴起》,厉以平、蔡磊译,北京:华夏出版社,2009年;道格拉斯·诺斯:《经济史上的结构和变革》,厉以平译,北京:商务印书馆,2010年。

⑰ Mancur Olson, *The Rise and Decline of Nations: Economic Growth, Stagflation, and Social Rigidities*, New Haven: Yale University Press, 1982, pp.62-64; Joel Mokyr, “Technological Inertia in Economic History,” *The Journal of Economic History*, vol.52, no.2, 1992, pp.325-338.

⑱ Paul Romer, “Endogenous Technological Change,” *Journal of Political Economy*, vol.98, no.5, 1990, pp.71-102; Gene Grossman and Elhanan Helpman, *Innovation and Growth in The Global Economy*, Cambridge: MIT Press, 1993.

⑲ Masahisa Fujita and Jacques-François Thisse, *Economics of Agglomeration Cities, Industrial Location, and Regional Growth*, Cambridge: Cambridge University Press, 2002; Zoltan Acs and Attila Varga, “Entrepreneurship, Agglomeration and Technological Change,” *Small Business Economics*, vol.24, no.3, 2005, pp.323-334.

⑳ 托比·胡弗:《近代科学为什么诞生在西方》,周程、于霞译,北京:北京大学出版社,2010年;玛格丽特·雅各布:《科学文化与西方工业化》,李红林等译,上海:上海交通大学出版社,2017年。

㉑ Frank Dobbin, *Forging Industrial Policy: The United*



States, Britain, and France in the Railway Age, New York: Cambridge University Press, 1994.

② 威廉·麦克尼尔：《西方的兴起：人类共同体史》，孙岳等译，北京：中信出版社，2015年，第18页。

③ William McNeill, *The Pursuit of Power: Technology, Armed Force, and Society Since AD 1000*, Chicago: University of Chicago Press, 1982.

④ 叶成城：《全球技术史视野下的火器革命与文明动力机制》，《探索与争鸣》2022年第2期。

⑤ 黄琪轩：《大国权力转移与自主创新》，《经济社会体制比较》，2009年第3期；黄琪轩：《霸权竞争与欧洲技术革新》，《科学学研究》2010年第11期。

⑥ Mark Zachary Taylor, "International Linkages and National Innovation Rates: An Exploratory Probe," *Review of Policy Research*, vol.26, no.1, 2009, pp.127-149; Kuiyin Cheung and Lin Ping, "Spillover Effects of FDI on Innovation in China: Evidence from the Provincial Data," *China Economic Review*, vol.15, no.1, 2004, pp.25-44.

⑦ 参见乔纳森·休斯、路易斯·凯恩：《美国经济史》，邱晓燕等译，北京：北京大学出版社，2011年，第370页。

⑧ Carlota Perez, "Structural Change and Assimilation of New Technologies in the Economic and Social Systems," *Futures*, vol.15, no.5, 1983, pp.357-375.

⑨ OECD, *The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Development*, Paris: OECD, 1962.

⑩ Benoît Godin, "The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of An Analytical Framework," *Science, Technology & Human Values*, vol.31, no.6, 2006, pp.639-667.

⑪ 布莱恩·阿瑟：《技术的本质》，曹东溟、王健译，杭州：浙江人民出版社，2014年，第187页。

⑫ 参见约瑟夫·熊彼特：《经济发展理论》，何畏、易家祥等译，北京：商务印书馆，1991年，第73—77页。

⑬ 卡萝塔·佩蕾丝：《技术革命与金融资本：泡沫与黄金时代的动力学》，田方萌等译，北京：中国人民大学出版社，2007年，第28—37页。

⑭ 这类观点参见 Vijay Jolly, *Commercializing New Technologies: Getting from Mind to Market*, Boston: Harvard Business Press, 1997.

⑮ David Ullman, *The Mechanical Design Process*, New York: The McGraw-Hill, 2010, p.97.

⑯ Clayton Christensen, *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Boston: Harvard Business Press, 1997, pp.258-259.

⑰ Robert Jervis, *System Effects: Complexity in Political and Social Life*, Princeton: Princeton University Press, 1998.

⑱ 时序比较的方法讨论参见 John Gerring, *Case Study Research: Principles and Practices*, New York: Cambridge University Press, 2007, pp.152-154.

⑲ 刘世恺、刘宏编著：《汽车百年史话(第二版)》，北京：人民交通出版社，1996年，第20—25页。

⑳ C. C. Chan and K. T. Chau, *Modern Electric Vehicle Technology*, New York: Oxford University Press, 2001, p.1.

㉑ 郎为民：《特斯拉：改变世界的汽车》，北京：人民邮电出版社，2015年，第4—5页，第9—11页。

㉒ Curtis D. Anderson and Judy Anderson, *Electric and Hybrid Cars: A History*, North Carolina: McFarland & Company, 2010, p.140; David A. Kirsch, "The Electric Car and the Burden of History: Studies in Automotive Systems Rivalry in America, 1890-1996," *Business and Economic History*, vol.26, no.2, 1997, pp.304-310.

㉓ 戴吾三：《技术创新简史》，北京：清华大学出版社，2016年，第104页，第108页。

㉔ Matt Ridley, *How Innovation Works: And Why It Flourishes in Freedom*, New York: HarperCollins Publishers, 2020, pp.60-63, pp.60-63.

㉕ Gijs P. A. Mom and David A. Kirsch, "Technologies in Tension: Horses, Electric Trucks, and the Motorization of American Cities, 1900-1925," *Technology and Culture*, vol.42, no.3, 2001, pp.494-495.

㉖ ㉗ Curtis D. Anderson and Judy Anderson, *Electric and Hybrid Cars: A History*, North Carolina: McFarland & Company, 2010, p.4, p.138.

㉘ 丁则民等编：《美国内战与镀金时代：1861—19世纪末》，北京：人民出版社，2005年，第82—83页。

㉙ Josef Taalbi and Hana Nielsen, "The Role of Energy Infrastructure in Shaping Early Adoption of Electric and Gasoline Cars," *Nat Energy*, vol.6, no.10, 2021, pp.970-976.

㉚ 约翰·菲亚尔卡：《汽车战争：电动汽车的兴起、衰落和复苏》，马芳武等译，北京：机械工业出版社，第XIV页。

㉛ 罗伯特·戈登：《美国增长的起落》，张林山等译，北京：中信出版社，2018年，第153—163页。

㉜ 苏珊·斯特兰奇：《国家与市场(第二版)》，杨宇光等译，上海：上海人民出版社，2019年，第79页。

㉝ Michael H. Westbrook, *The Electric Car Development and Future of Battery, Hybrid and Fuel-Cell Cars*, London: The Institution of Engineering and Technology, 2001, p.18.

㉞ Rebecca Matulka, "The History of the Electric Car," September 15, 2014, U.S. Department of Energy, <https://>

www.energy.gov/articles/history-electric-car.

⑤⑤ Charles J. Murray, *Long Hard Road: The Lithium-Ion Battery and the Electric Car*, Indiana: Purdue University Press, 2022, p.276, p.187.

⑤⑥ 阿什利·万斯:《硅谷钢铁侠:埃隆·马斯克的冒险人生》,周恒星译,北京:中信出版社,2016年,第236页,第240页。

⑤⑦ David L. Chandler, “Study Reveals Plunge in Lithium-Ion Battery Costs,” *MIT News*, March 23, 2021, <https://news.mit.edu/2021/lithium-ion-battery-costs-0323>.

⑤⑧ Iqtidar Ali, “Tesla Model Y Giga Casting and Structural Battery Innovations,” *Tesla Oracle*, September 23, 2020, <https://www.teslaoracle.com/2020/09/23/model-y-giga-casting-structural-battery-innovations-battery-day-part-1/>.

⑤⑨ 刘宝华:《特斯拉为什么要做一体式铸造的车身?》,澎湃新闻,2022年5月18日, https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_18070455.

⑥① IEA, “Electric Vehicles,” September 2022, <https://www.iea.org/reports/electric-vehicles>.

⑥② Roger Harrabin, “Ban on New Petrol and Diesel Cars in UK from 2030 under PM's Green Plan,” *BBC News*,

November 18, 2020, <https://www.bbc.com/news/science-environment-54981425>.

⑥③ European Parliament, “EU Ban on the Sale of New Petrol and Diesel Cars from 2035 Explained,” <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20221019STO44572/eu-ban-on-sale-of-new-petrol-and-diesel-cars-from-2035-explained>.

⑥④ 财政部:《关于进一步完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》,中华人民共和国中央人民政府网,2020年12月31日, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-12/31/content_5575906.htm。

⑥⑤ Geogre Arkin, “Electric Car Subsidy: Does the Government Subsidize Electric Cars?” *Nexus*, October 27, 2022, <https://nexusautotransport.com/electric-car-subsidy/>.

⑥⑥ Felicity Bradstock, “Europe Is Subsidizing Its Way into Electric Vehicle Leadership,” *Nasdaq*, September 9, 2021, <https://www.nasdaq.com/articles/europe-is-subsidizing-its-way-into-electric-vehicle-leadership-2021-09-09>.

⑥⑦ IEA, “Global EV Outlook 2023,” <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>.

编辑 杜运泉

《探索与争鸣》2024 年征订通知

1. 《探索与争鸣》杂志简介

《探索与争鸣》是上海市社会科学界联合会主管主办的综合性理论刊物,系第三届中国出版政府奖提名奖期刊、国家社科基金资助期刊、中国人文社会科学权威期刊、中文社会科学引文索引(CSSCI)来源期刊、全国中文核心期刊、华东地区优秀期刊、上海市教育发展基金会重点项目资助期刊。

《探索与争鸣》杂志立足于“有学术的思想”,坚持“思想温暖学术,学术关怀现实”的办刊理念,坚持“提倡自由探索,鼓励学术争鸣”的办刊风格,坚持以当下性、公共性、跨学科、思想性为核心的办刊特色,追踪时代和改革大潮,捕捉学术前沿问题,勾连理论探索与学术争鸣,在全国学术期刊中独树一帜。近年来,《探索与争鸣》构筑了刊物、论坛、新媒体、丛书、青年支持计划五位一体的现代学术媒体发展新格局。

《探索与争鸣》杂志拥有一批著名学者组成的作者队伍,在国内外产生较为广泛的影响,

多篇文章被《新华文摘》《中国社会科学文摘》《高等学校文科学术文摘》《人大复印报刊资料》等重要二次文献转摘,刊发文章转摘率、引用率及发行量在全国同类刊物中位居前列。

2. 纸刊订购价格

国际大16开,每月1期,每期38元,全年456元。

3. 纸刊订阅方式:读者如在当地邮局订阅不便,可联系编辑部订阅,并选择以下付款方式:

(1) 银行转账:上海市社会科学事业发展研究中心(《学术月刊》杂志社),1001168029014410779,中国工商银行上海市联洋第二支行(务必备注“《探索与争鸣》订刊款”);

(2) 邮局汇款:上海市淮海中路622弄7号社联大楼401室《探索与争鸣》编辑部,邮编:200020(务必事先电话联系021-53066540、53060418)。