

欧洲与中国能源转型的竞赛

▶ 何继江

2019年7月至2020年10月，我对欧洲24国进行能源转型考察，前后持续了近16个月。

考察是个学习过程，考察引发比较，激发思考，这样的比较一旦开始，就没有终点：对欧洲与中国的国情的比较；对欧洲与中国能源转型情况的比较；对欧洲各国能源转型差异的比较；对现场考察与文献的比较；与考察团成员的交流和与关注我的读者间进行的对话也是一种比较——不同人看到同一个东西的看法有许多差异；回国后的总结不仅是文本的总结，同时也是身在中国对欧洲与中国的另一种比较。不断切换视角的多重比较能够带来更深入的思考。基于这些比较，以及进而的反思，形成六个关键词，与读者分享。

这六个词是：差距、差别、经验、教训、自信、赶考。

差距

欧洲国家为应对石油危机启动的向可再生能源的转型起步比中国早，为应对碳中和进一步加速能源转型的进程也比中国快。作为能源转型的先行者，欧洲的能源转型为世界各国推进碳中和提供了重要的范例。在很多方面，中国相比欧洲还有很多差距。欧洲在低碳、零碳和负碳技术方面起步早，欧洲在电力系统和供热系统方面贡献的技术方案为中国展现出较为清晰的路线图。欧洲以2050年碳中和为重要目标，以可持续发展为体系目标的生态文明建设政策体系值得中国学习。最关键的差距，是对环境和生态的重视。需要特别强调的一点是，欧洲注重环保是由于环境倒逼促进了技术和社会的共演化。欧洲在农业文明时代属苦寒之地，在工业革命



何继江，清华大学社科学院能源转型与社会发展研究中心常务副主任

期间对环境造成了极大破坏。正是在环境破坏的极大压力下，欧洲开始探讨可持续发展道路，事实上，北欧的确已经走出了经济社会发展与资源脱钩，与碳排放脱钩的发展模式。

差别

中欧之间有很多差别，中国的能源转型对于欧洲并不是简单的追赶或模仿。

一是能源消费特征有明显差别。中国的工业化和城镇化还在进程中，能源消费还有较大的增幅。中国人口高密度，特别是超大规模城市，对可再生能源保障能力构成巨大挑战。一万多平方公里的北京，人口超过德国的鲁尔工业区，也超过4万多平方公里的荷兰，甚至超过45多万平方公里的瑞典的人口。而北欧地区的城市还没有人口超过百万的。北欧地区供热系统脱碳化的经验，用于解决中国的超大城市的供热系统脱碳化是远远不够的。荷兰人口密度是欧洲人口密度最高的国家之一，同时，荷兰又是欧洲可再生能源比例倒数第一的国家，它所面临的困难是中国相当大部分地区也要面对的挑战。



奥地利分布式光伏



斯洛文尼亚山村的民居光伏车棚



二是经济发展阶段有差别。

北欧农村电气化程度很高，热泵等系列低碳供暖技术很普遍。中国农村的清洁供暖无法直接借鉴欧洲的供暖技术方案，是因为太多农民收入水平无法承担价格昂贵的可再生能源供暖方案。

三是生活方式有差别。在欧洲，烤箱和洗碗机几乎是标配。然而必须要反思的是，这两项生活方式是高碳的。前者耗电，后者耗水。对于加工面食，欧洲人很少用“蒸”的方式，而在中国，“蒸”很

普遍，如馒头、包子等。“蒸”是一种更低碳节能可持续的炊事方式。欧洲在工业化进程演化出牛肉和牛奶作为重要的补充蛋白质的食品，而中国的豆腐作为蛋白质的摄入方式，碳强度要明显少于牛肉和牛奶。我们要继续享受豆腐，并且要积极向欧洲向世界分享这种低碳的美食。

四是技术演进路径有差别。在交通工具现代化的进程中，中国的技术演化已经与欧洲有所不同。中国的电动化走得比较快，特别是电动自行车。相比汽车，电动自行车的减排效益巨大，而且对城市空间的占用要小得多。这使得中国的交通能源转型与欧洲的交通能源转型在路径上已有不同。

中欧之间的诸多差距，既表明中国要面对比欧洲国家更多的挑战，也意味着中国的碳中和会有一些与欧洲不同的碳中和方案和路径。



德国民居供热的多能互补
(太阳能集热板与冷凝式燃气锅炉)



鲁尔博物馆仿煤炭传送带的自动扶梯

经验

有一些经验是欧洲国家在能源转型方面交过的学费，可以帮我们省掉一些学费。

煤电和 CCS (二氧化碳捕集、利用和埋存) 在碳中和方案中的角色有多重要? 20 多年前, 欧洲开始推进能源转型的时候, 认为未来的碳中和世界不可能没有煤电, 因此 CCS 是与煤电配合的关键选择之一。然而经过 20 多年的探索, CCS 并未如当年的



斯洛文尼亚村庄的建筑普遍安装了排水设施

预想那样快速发展，反而，电力系统的技术进步使越来越多欧洲国家认可未来的碳中和电力系统是可以不要煤电的，这样可以节省 CCS 的巨大社会成本。

CCS 技术仍然很重要，它与生物质能源相结合，形成负碳的 BECCS（生物质能源二氧化碳捕集与埋存）方案，即使到全球实现碳中和的时候，仍然会继续发挥作用。

另外还有生物能源的探索。生物能源曾经作为替代石油的战略选项，受到高度重视。然而生物能源的生产需要太多的土地，引发“能源吃人”的社会问题。德国现在有 14% 的耕地用于种植生物能源，如果把这些面积全部用来安装光伏和风电，发的电能超过全德国的能源需求。有了欧洲的弯路，中国不必考虑大规模种植生物能源的方案，可以专心钻研如何把农林剩余物和餐厨垃圾等方面的生物能源资源利用好。

欧洲养殖业的探索和挑战也值得中国借鉴。欧洲在山区地带大规模退耕还草，发展养牛业一举几得：一、提供牛奶和牛肉等高蛋白食品；二、使土地生产力得到恢复；三、有利于旅游业；四、牛粪制沼气，以 CNG（压缩天然气）形式给汽车供气。然而，面对碳中和，奶牛的甲烷排放成了一个突出的问题。中国的奶牛养殖业既要学习欧洲的经验，又要从现在开始积极探索如何更好地解决奶牛的

甲烷排放问题。

教训

欧洲能源转型也有许多特别需要警醒的教训。

德国的交通能源转型相比其电力系统的转型进程差了不是一点。1990 年，德国电力系统中可再生能源占比不到 5%，到 2020 年达到 45.4%，然而德国交通系统的可再生能源 2008 年的时候大约占比 7%，之后却有所下降，直到 2020 年才回升到 2008 年的水平。

交通能源转型缓慢的一个重要原因是德国强大的汽车工业对于碳中和态度消极，政府和民众也没有好的办法来应对这种情况。然而到现在，德国人发现德国电动汽车产业发展相比中国和美国等国滞后，在国际竞争中处于落后态势，德国汽车产业面临的挑战非常严峻。

法国的战略犹豫也是一个教训。对于零碳能源，是选择核电还是可再生能源，法国很长时间在战略上犹豫。结果核电无法新建机组，光伏发展也远远落后于德国。现有核电到期退役后，法国将建设一个怎么样的零碳电力系统？

资源诅咒是最需要警醒的。煤炭资源丰富的波兰，可再生能源发展不理想。光照资源丰富的意大利和西班牙，虽然光伏发展得还不错，但供热能源



瑞典法伦市大铜山著名的矿坑

却明显更依赖于天然气，转型进程慢于北欧，经济发展水平也明显落后于北欧。

自信

在德国的考察中，发现德国电动汽车基础设施和充电服务体系显著落后于中国，在 2019 年底那个时间段，大约比中国要落后一年到一年半，这是个有些令我意外的考察收获。不经意间，中国的电动汽车、电池产业已经走在世界前沿，中国农村的交通电动化程度更是远超欧洲。

中国的光伏更是具有领先全球的优势，所到之处，看到许许多多中国的光伏产品。英国最大的户用储能 VPP 调频项目是用中国浙江艾罗网络能源科技公司生产的光伏储能系统实现的；荷兰最大的光伏电站是由中国杭州的正泰新能源公司投资建设的；瑞典林雪平市光伏停车场用中国浙江龙焱公司生产的碲化镉光伏组件；瑞典的特隆赫姆 powerhouse 净零能耗建筑的光伏是采用的中国中环公司的硅片。中国已经是世界碳中和产业的世界工厂。2020 年中国山东户用光伏近 20 万户，平均装机量达到 33 千瓦。这样的单户装机规模与中国光伏的便宜是分不开的。中国正在为全世界生产质优价廉的光伏产品。中国的光伏不但将为中国的碳中和做出关键贡献，还将为全世界各国的碳中和做

出不可忽视的贡献。

欧洲人正在为牛肉的高碳排放而苦恼，投入大量精力财力研发素肉制品，我注意到，中国淡水养殖业提供的鱼类是相对低碳的蛋白质，而中国的豆腐也是非常低碳的蛋白质来源。中国的豆腐、淡水渔业都有为世界的碳中和做出巨大贡献的机会。

面向碳中和，中国已经有了太多可以自信的资本。碳中和是一场全球的创新竞赛。但没有谁站在竞赛的终点上。

2020 年 11 月，我在中欧工商峰会上发言提出，中德中欧间发起每人一千瓦光伏的竞赛。会后，我把我的发言情况邮件发送给合作伙伴弗朗霍夫太阳能研究所的一位德国研究员。他回复邮件说，衷心希望在这场竞赛中，环境会成为最终的胜利者。

赶考

1949 年，在党中央从河北西柏坡前往北京时，毛泽东曾说：“我们是进京赶考，一定要考出好成绩！”在 2021 年 3 月举行的中央财经工作会议上，习近平总书记说：“实现碳达峰、碳中和是一场硬仗，也是对我们党治国理政能力的一场大考。”

我们正在从工业文明时代走进生态文明时代，这是人类文明的赶考，一定要考出好成绩！

我也非常确信，中国能够考出好成绩！

放眼全球，中国能源转型的探索，中国碳中和目标的实现，必将成为人类文明的重要成果，并将为全人类所共享。

中国将通过贡献新产品、新技术和新治理模式，推动世界的能源转型，成为“全球生态文明的参与者、贡献者和引领者”，为打造人类命运共同体，为人类文明的可持续发展做出伟大贡献。🌱