

尽管被誉为“绿色先锋”，但当下，德国的能源系统仍很大程度依赖于化石燃料。

## 德国：新政府迎来“绿色”之考

文 / 成功 资料、数据整理 / 李晓平 李昌峰 陈静

得益于能源转型的成绩，德国在近年有了“绿色先锋”的标签。

2000年，德国颁布《可再生能源法》，开启了低碳发展的大幕。此后20年间，该国不断调整能源领域的发展路径，并被全球多国当作“样板”。但如果深入分析，会发现时至今日，尽管可再生能源消费量激增，但德国的能源系统仍在很大程度上依赖于化石燃料。

2021年11月24日，德国社民党、绿党和自民党达成联合执政协议。这份177页的协议将是新一届政府的主要执政纲领。实现减排、应对气候变化则是协议的重点内容。

其中，最能体现新一届政府减排决心的内容，莫过于对淘汰煤电时间的修改——从2038年提前至2030年。

新目标能否实现，很大程度上基于德国经济能源产业发展现状。从目前情况看，新政府绿色发展的决心很大，但面临的考验也不少。

### 经济增速“起起伏伏”

德国是高度发达的工业国，经济总量居欧洲首位、世界第四。2015~2021年，德国经济增速“起起伏伏”，2013、2018和2019年国内生产总值（以下简称GDP）同比增速均收于0~1.1%。2020年人均GDP为4.62万美元，约为我国人均GDP的4.4倍。

然而，受新冠肺炎疫情影响，2020年第二季度，德国GDP创50年来最大降幅，同比下降11.7%，环比下降10.1%，环比跌幅远高于2008/2009年金融危机时最糟糕时刻，货物和服务进出口、私人消费、设备投资均出现大幅下跌。

产业结构方面，服务业为德国的支柱产业，在国民经济中的比重较为稳定。2013~2020年，德国服务业增加值占GDP比重从62.19%小幅增至63.35%，工业增加值占GDP比重从26.78%降至26.49%，农业增加值占GDP比重从

0.94%降至0.74%。

基础设施方面，德国基础设施在欧洲各国中名列前茅，铁路、航运、水运和海运发达，能充分满足本国经济发展的需要，成为吸引各国投资者赴德投资的重要因素之一。

从投资环境的吸引力来看，德国的竞争优势体现在以下十大方面：强大的经济实力，较高的国际地位，高生产率，高素质劳动力，强大的创新能力，一流的基础设施，极具吸引力的激励机制，极具竞争力的税收政策，安全稳定的投资框架和高品质的生活。

## 转型步伐低于预期

德国是自然资源较为贫乏的国家，除硬煤和褐煤的储量丰富，其他多数能源都依赖进口。

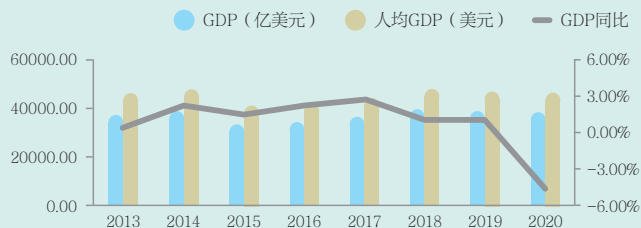
截至2020年年底，德国煤炭探明资源储量排名世界第六位、欧洲第二位，为359亿吨；截至2017年年底，德国石油探明储量排名全球第65位，为1768万吨，储采比仅为50年左右；截至2020年年底，德国天然气总探明储量约为2000亿立方米，储采比为4.4年。

不难看出，煤炭是德国本土范围内储量最丰富的能源品种。2013~2020年，德国煤炭产量基本呈震荡下降态势，尤其是在2018年年底，两家硬煤矿关闭后，德国煤炭产量出现大幅回落。2020年，德国为全球第九大煤炭生产国、欧洲第二大生产国，其褐煤产量仍为全球第一。

德国石油产量在2005~2020年间呈现震荡下降态势，从145324太焦降至80303太焦，年均降幅约3%。为保证石油供应，德国通过几条管道和海港进口石油。管道方面，最大的两条分别是俄罗斯的德鲁日巴管道（Druzhba pipeline）以及意大利的里雅斯特管道（Trieste）。海港方面，威廉港是德国唯一的深水港，德国大部分国际石油贸易的船只都停靠于此。

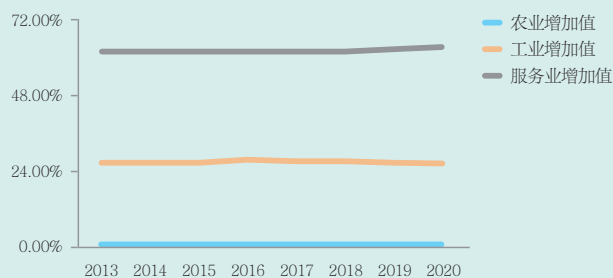
然而，对石油进口的依赖也导致德国石油供应存在不确定性。2019年4月24日至6月17日期间，向乌克兰、波兰、德国、匈牙利和斯洛伐克供应原油的德鲁日巴输油管

## 2013~2020年德国GDP及同比和人均GDP



>> 数据来源：世界银行、能研智库

## 2013~2020年德国主要产业增加值在GDP中的占比



>> 数据来源：世界银行

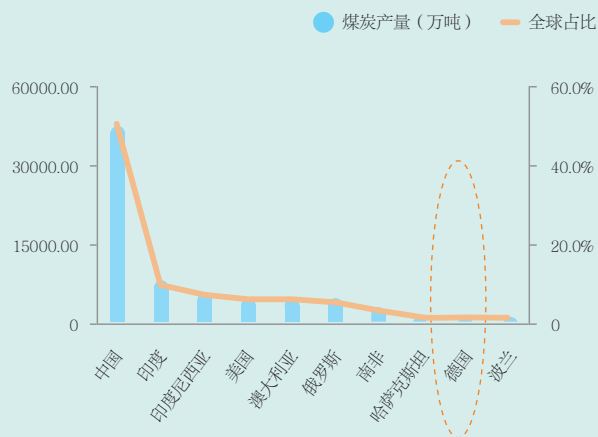
道受到污染，导致德国石油供应中断。

德国天然气供应在近年基本呈现直线下降趋势，从2013年的86亿立方米降至2020年的45亿立方米。进口是德国获取天然气的主要途径。德国没有液化天然气（LNG）终端，但它通过天然气管道与欧洲其他国家紧密相连。

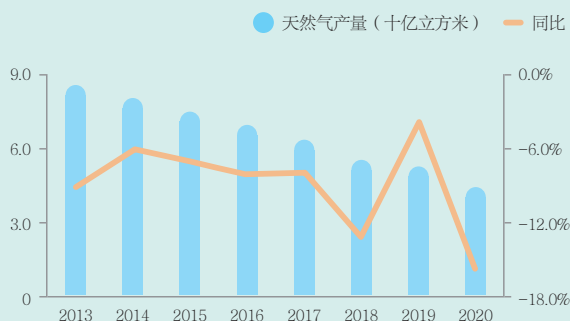
目前，德国进口天然气的管道主要有三条：一是通过北溪管道和亚马尔—欧洲管道从俄罗斯进口天然气；二是通过Norpipe和Europipe I和II从挪威进口；三是通过管道与邻国（丹麦、荷兰、比利时、卢森堡、法国、瑞士、奥地利、捷克共和国和波兰）进行天然气贸易。

德国的能源转型在能源生产上表现突出。2008~2018年的10年里，德国化石燃料产量下降了三分之一。尽管可再生能源的使用量激增，但德国的能源系统仍在很大程度上依赖于化石燃料。在一次能源供应总量和最终消费总量

## 2020年世界煤炭产量前十名

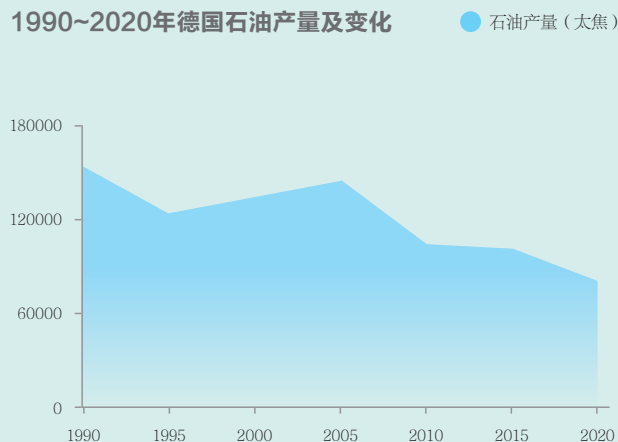


## 2013~2020年德国天然气产量及变化



>> 资料来源: BP

## 1990~2020年德国石油产量及变化



>> 资料来源: 国际能源署

中,石油和天然气是最大的来源,煤炭则是最大的发电来源。

从电力供应看,德国电力供应变化趋势近似倒“V”形。2013~2017年,德国发电量从638.7太瓦时增至652.9太瓦时,年均增速约0.4%。2018年起德国发电量逐步回落,2020年,德国发电量为571.9太瓦时,比上年下降6.2%。

从电力装机看,2005~2018年德国电力装机容量出现了快速增长,从1.28亿千瓦增至2.29亿千瓦,增幅超过78%。2019年,德国电力装机容量小幅增长。其中,非水可再生能源发电装机占比已超过化石燃料占比。截至2020年年底,德国可再生能源装机容量为13173.9万千瓦,同比增长5.2%。虽仍位列欧洲第一,但装机增速已经连续第三年回落。

非水可再生能源方面,德国在欧洲范围始终处于领军地位。

2011~2020年,德国风能和太阳能装机容量的年复合增长率分别达到9.0%和8.5%;海上风电装机容量的年复合增长率更是超过50%。此外,由于灵活的电力现货市场机制、强有力的电源调节能力、坚强的跨国输电网络和先进的新能源调度运行技术,德国的非水可再生能源装机率和发电比率都已排在欧洲前列。

截至2020年年底,德国风能装机容量达到6218.4万千瓦,2014年以来,德国风能发电量保持正增长。2020年,德国风能发电量为9.3太瓦时,同比增长28.1%,增速为近五年的新高。

德国太阳能产业在2000年后发展强劲。截至2020年年底,德国太阳能累计装机容量为5378.3万千瓦,同比增长9.7%。2020年德国太阳能发电量为4.9太瓦时,同比增长10%,连续两年实现正增长。

能源消费方面,2017年后,德国一次能源消费步入下行区间。2020年,受新冠肺炎疫情影响,德国一次能源消费总量出现显著下降,仅为12.11艾焦,同比减少7.2%,为1969年以来最低水平。

从一次能源消费结构看，化石能源仍然是绝对主导。2020年，石油在一次能源消费总量中占比最高，为34.8%，较上年下降0.9个百分点；天然气和煤炭分别为25.7%和15.2%。非水可再生能源在一次能源消费结构中占比为18.2%，比上年占比增长2.1个百分点。

显而易见，德国的经济发展仍然高度依赖化石能源。2013~2020年，德国石油消费量基本处于4.0~5.0艾焦。2020年受疫情影响，德国石油消费量出现大幅下降，约为4.2艾焦，较上年减少9.7%。德国拥有多样化的石油供应来源、连接良好的供应基础设施、自由的市场和高水平的石油应急储备，这些都有助于维持该国强大的石油供应安全。

当前，德国计划逐步淘汰燃煤发电。为了就煤炭淘汰计划达成广泛的社会共识，联邦政府于2018年6月成立了增长、结构变化和就业委员会。它汇集了来自环境协会、科学家、工会、经济、能源协会以及来自受影响地区的代表。2019年1月，该委员会提交了报告，建议到2038年完全淘汰燃煤发电。如果条件允许，可以将淘汰时间提前到2035年，这一选择将在2032年进行评估。

作为子目标，该委员会建议到2022年关闭1250万千瓦的燃煤电厂，到2030年关闭2560万千瓦的燃煤电厂。此外，该委员会还提议，煤矿地区、煤矿工人、纳税人和燃煤电厂所有者将获得数十亿欧元的过渡性援助。

德国政府已接受委员会的建议，并正在制订落实委员会建议的法例。根据欧盟委员会的建议，政府于2019年5月批准了400亿欧元的过渡性经济援助计划。

2017年以来，德国总用电量呈现下降趋势。2020年德国总用电量为557.5太瓦时，同比减少3.33%。

德国拥有一个约37000千米的超高压线路网络。这个电网的电压分别为220和380千伏，是安全供电的基础。未来，电网体系需要进一步扩大，以最优的整合能力，将陆上和海上风力发电场生产的绿色电力输送到消费中心。

## 减碳面临三大挑战

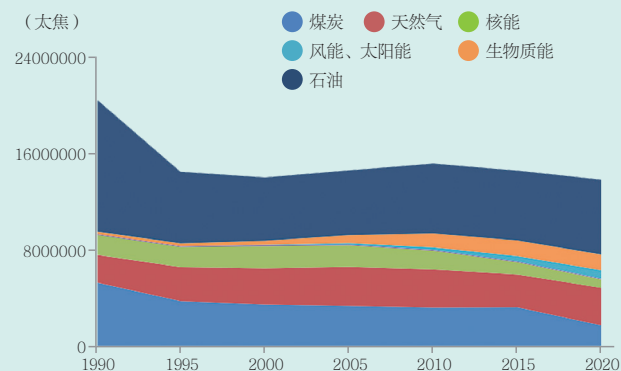
德国位于欧洲的中心位置，是欧洲电力流动的枢纽，直接与九个邻国交换电力。这些跨国流动的电力主要不是合同商定的交货，而是过境数量和循环流动。

德国已采取措施改革其电力市场监管，以确保间歇性可再生能源发电系统更顺畅整合。然而，随着可再生能源的进一步增长，更多的挑战浮出水面。

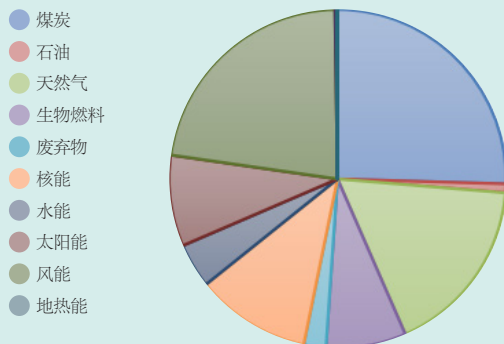
第一是国内能源供应形势严峻。

德国长期以来一直拥有高度安全的电力供应，但根据彭博新能源财经的数据，2014年，德国电力市场的过剩电量相当于需求峰值的17%。德国电力基准合同价格自2010

## 1990~2020年德国一次能源供应总量及变化

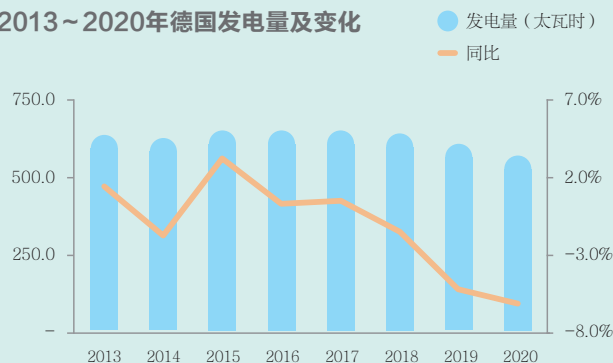


## 2020年德国发电结构



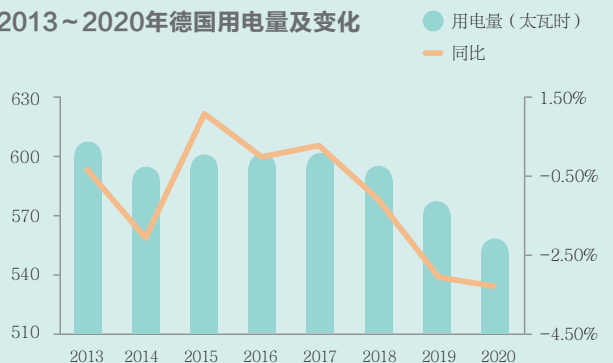
>> 资料来源：国际能源署

2013~2020年德国发电量及变化



&gt;&gt; 资料来源: BP

2013~2020年德国用电量及变化



&gt;&gt; 资料来源: Statista

年年底以来下跌了超过36%。同时，由于可再生能源发展过快，备用电量日趋紧张。仅2019年6月，德国电网就屡次面临严峻形势：连续三天发现可用电量严重不足。需求峰值时，供需缺口达到600万千瓦。为了稳定电网，德国需要从周边国家紧急安排电力进口。

未来的供应形势或将更加严峻。德国提出的“2022年年底逐步淘汰核电以及2030年淘汰煤电”目标，意味着国内电力供应缺口或将继续扩大。如果再不建设新的发电设施，备用容量或将大幅下降。尤其是在德国西部和南部区域，现有火电机组大量关闭后，区域内的工业区将因缺电受到影响。此外，在电力需求高、但可再生能源供应较低的情况下，从可调度的能源向间歇性的可再生能源的转型也会导致新的问题。

另外，德国或将从电力净出口国转为电力净进口国。2019年6月，德国电力出现近5年以来的首次净调出，而且连续4个月出现净调出。此外，德国周边的一些国家还在关闭电厂。例如，荷兰正在逐步退出煤电，比利时有关停止使用核能的讨论也可能导致该国核电站的关闭。以此推测，整个欧洲电网或将出现电力供应缺口，德国也很难独善其身。

此外，德国风电行业发展出现了明显恶化的情况。德国沿海（北海）的5个州（梅克伦堡—前波莫瑞州、不来梅、汉堡、石勒苏益格—荷尔斯泰因州和下萨克森州）的州长联名给时任总理的默克尔写了一封公开信，表示“德国风电行业已经到了最危险的时刻”。2014~2018年间，德国陆上风电年均新增装机高达270万千瓦，而2019年这个数字只有50.7万千瓦。

第二是环境可持续性堪忧。

从环境可持续性上看，德国能源转型进程远远落后于预期的目标。根据Agora Energie Wende测算，2019年，德国二氧化碳排放量约为8.11亿吨二氧化碳当量，同比下降约5.1%，但仍比之前制定的2020年7.5亿吨的目标高出6100万吨。而且，二氧化碳排放的下降主要由可再生能源发电量创纪录、二氧化碳价格上涨以及气候回暖等偶发因素造成，很难持续。

到目前为止，德国的二氧化碳减排成果均来自电力行业，电力行业的减排成果主要得益于两方面的努力：一是可再生能源装机和绿色电量的提升；二是关停旧的煤电机组。电力行业的成就尚未在交通、建筑或工业领域得到复制。

在交通领域，自2012年以来，二氧化碳排放量增长了

近6%。乘用车的增加抵消了每千米排放量的减少，导致总体上呈负平衡。在工业领域，二氧化碳排放量从1.8亿吨增至1.96亿吨。建筑行业的二氧化碳排放量有所下降，但仅从1.3亿吨降至1.17亿吨，降幅仅为10%。

第三是电力成本居高不下。

电价其实是能源转型能看到最明显的问题。德国的电价世界第一高，该国家庭用电价格比欧洲平均水平高出约45%。居民用电价格居高不下的主要原因是税费高，尽管采购和销售成本下降了16%，但自2012年以来，税费上涨了17%。《可再生能源法》的征税从3.6欧分/千瓦时提高至6.4欧分/千瓦时，这对德国不少民众来说是不小的挑战。在德国，税费占家庭电价的54%，远高于欧洲37%的平均水平。

## 绿电前景仍然可期

尽管面临困难，但德国的能源转型起步早、基础好，前景仍然可期。

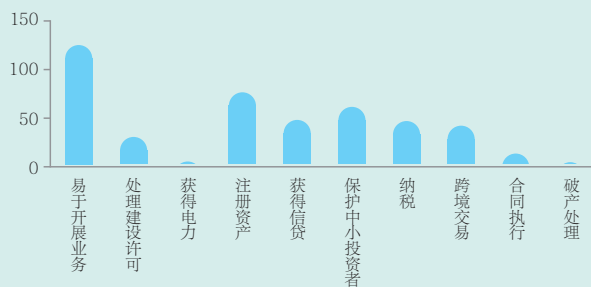
从政策支持方面看，德国的能源转型规划旨在推动德国向低碳发展，到本世纪中叶建立无核能源系统。战略有三个具体目标：一是各部门节能减排（能效优先）；二是只要有经济和生态意义，就直接使用可再生能源；三是通过增加可再生电力来满足剩余的能源需求。

从自身发展条件方面，德国可再生能源发展潜力仍较大，特别是太阳能和海上风能方面。根据美国国家可再生能源实验室（NREL）测算，德国的太阳能广度发展潜力和美国阿拉斯加相当。

海上风能发电方面，根据欧洲风能协会（Wind Europe）测算，德国在北海海域的部分海上风能发电潜力超过2亿千瓦，是北海在欧洲最大的近海发电潜力水域；而德国在波罗的海海上风能的潜力则估计超过8000万千瓦。

根据《2020年营商环境报告》，德国营商环境位列全球第22名，处于全球头部。德国在易于处理建设许可、获得电力、合同执行、破产处理等方面具备优势，在全球处于领先地位，但在易于开展业务和注册资本等方面排名相

## 2020年德国营商环境情况排名



>> 数据来源：世界银行

对靠后。

从劳动力供应情况看，德国显现出一个优势、两个劣势。

优势是劳动力素质高。德国通过大规模、系统化的职业教育创造了高素质劳动力，保证了“德国制造”的口碑。对于德国人来说，通往职业教育的道路在很早的人生阶段就开始铺设。德国学生在十岁左右时进入中学，无须进行统一考试，依据小学成绩、教师鉴定、家长意见以及学生志趣等进行分流，入读四种不同类型的中学。其中文理中学（Gymnasium）课程侧重学术理论，明确以升读大学为方向，其余三种中学基本是为学生十六岁以后的职教学习做准备。

劣势一是德国劳动力不足。德国联邦劳动局局长德特勒夫·舍勒今年表示，德国国内的劳动力正在耗尽，该国每年需要吸引约40万外来移民以应对这一趋势。随着人口老龄化等趋势的发展，德国适龄劳动人口在2021年一年内就减少近15万人，未来数年间，这一趋势将愈演愈烈。

劣势二是劳动力成本较高。根据德国联邦统计局的数据，2018年，德国平均每小时劳动力成本为35欧元，比欧盟（28个成员国）平均水平26.60欧元高出32%，在欧盟成员国中排名第六。■

（作者均供职于能研智库）