

经济预测分析

第 03 期

国家信息中心

2022年01月19日

新时期我国能源安全评价指标体系构建及评估

内容摘要：能源安全是能够以合理的价格获取稳定、足量、清洁的能源供给以满足需求，并且不会对环境造成负面影响，进而保障经济社会稳健运行和持续协调发展的能力和状态。本文从能源可用性、可获性、可持续性、技术发展四个维度构建出能源安全评价指标体系。评价结果显示，2001年以来我国石油、天然气、煤炭三大化石能源安全水平明显提升，我国能源安全状况总体趋于好转。但同时，我国石油、天然气对外依存度不断攀新高，安全风险依然较大。此外，在“双碳”目标硬约束下，煤炭清洁高效利用对保障我国能源安全具有重要战略意义。

能源是国民经济的命脉，能源安全直接影响国家安全、可持续发展以及社会稳定。随着国民经济持续稳定增长、工业化和城市化进程的不断推进，我国能源消费总量已跃居世界第一位，能源对经济社会发展的瓶颈制约也日益显现。因此，构建一套科学合理的评价指标体系，探究我国能源安全水平和变化趋势，对推进我国经济社会可持续发展、维护国家安全具有重要的意义。

一、能源安全的基本内涵

不同时期对于能源安全的定义不尽相同。20世纪60年代以前，世界各国以国内能源供应作为能源安全的基本内涵。全球化的推进使得国际可获得性和价格稳定性被纳入能源安全的基本内涵。随着气候变化以及各国环保意识的增强，能源的环境影响也逐渐受到关注。

综合国内外相关理论，新时期下的能源安全应该是能够以合理的价格获取稳定、足量、清洁的能源供给，并且不会对环境造成负面影响，进而保障经济社会稳健运行和持续协调发展的能力和状态。能源安全主要包含四个方面：一是能源来源稳定可靠，保障能源供应的持续性；二是能源数量和质量双优，能源数量要满足经济发展的需要，同时能源开发清洁高效；三是能源的经济性，能源的获取成本合理，确保以可接受的成本享有充足的能源供给；四是能源消费及使用不以牺牲环境为代价，不对人类自身的生存与发展环境构成任何威胁。

二、我国能源安全评价指标体系的构建

能源安全作为一个复杂的系统，其评价指标体系的构建是基于能源安全的基本内涵，按照目的性、科学性、系统性、全面性、可操作性等原则，综合考虑诸多影响因素以及“四个革命，一个合作”能源安全新战略等，构建出由能源可用性、能源可获性、能源可持续性、能源技术发展四维度组成的16项能源安全评价指标体系。

表 1 能源安全评价指标体系

目标层	准则层	指标层	指标属性
能源安全	能源可用性	储量占世界总储量比重	正指标
		储采比	正指标
		人均能源储量	正指标
	能源可获性	能源产量占世界总产量比重	正指标
		国内生产集中度	正指标
		能源自给率	负指标
		能源价格波动率	负指标
		能源进口量占世界总贸易量比重	负指标
		能源进口集中度	负指标
	能源可持续性	经济实力	正指标
		碳排放强度	负指标
		环境污染治理投资率	正指标
		能源消费强度	负指标
	能源技术发展	地质研究程度	正指标
		能源替代率	正指标
能源加工转换效率		正指标	

能源可用性主要反映的是能源资源禀赋，是能源安全系统的基础和支撑，对能源安全具有关键性的作用和影响。能源可用性体现了能源安全的“数量维”，衡量指标包括储量占世界总储量比重、储采比、人均能源储量等。

①能源储量占世界总储量的比重：国内能源的可采储量与世界能源的可采储量比值，反映国内资源富集程度，属于正指标。

②能源储采比：国内探明的能源可采储量与当年能源采出量比值，反映国内能源在外界中断下的可供开采时间，属于正指标。

③人均能源储量：国内能源储量与人口总数比值，反映人均占有的能源资源量，属于正指标。人均能源储备量越多，能源供给量越多，能源安全水平越高。

能源可获性主要反映的是国内外市场获取所需能源的能力，为能源安全系统提供能源获取渠道，特别是在全球一体化背景下，能源可获性对能源安全的作用越来越重要。能源可获性体现了能源安全的“空间维”，衡量指标包括能源产量占世界总产量比重、能源生产集

中度、能源自给率、能源价格波动率、能源进口量占世界总贸易量比重、能源进口集中度等。

①能源产量占世界总产量比重：国内能源生产量与世界能源总产量比值，反映能源的国内生产供给能力，属于正指标。

②能源生产集中度：国内前 5 位企业能源生产量与国内能源生产总量比值，反映能源生产供应的稳定程度，属于正指标。

③能源自给率：能源进口量、能源出口量的差值（能源净进口量）与能源消费总量比值，反映能源消费中来自国外市场的份额，即能源的自我保障能力，属于负指标。

④能源价格波动率：报告期、基期的能源价格变化与基期能源价格比值，反映能源价格的波动程度，即国际市场获取能源的不确定因素，属于负指标。价格波动率越小，能源进口价格稳定性越高，越有利于能源进口安全。

⑤能源进口量占世界总贸易量比重：能源进口量与世界能源总进口量（或总出口量）比值，反映能源的进口规模和程度，属于负指标。

⑥能源进口集中度：中国前 5 位国家（或地区）能源进口量与能源总进口量比值，反映能源进口多元化程度，即能源进口市场集中风险，属于负指标。

能源可持续性主要反映的是能源可负担性和可接受性，保障能源安全系统的稳定和协调，涉及国家保障、经济支撑、环境保护等诸多因素。能源可持续性体现了能源安全的“时间维”和“质量维”，衡量指标包括经济实力、碳排放强度、环境污染治理投资率、能源消耗强度等。

①经济实力：一定时期内的国内生产总值（GDP），反映经济对进口能源的支付能力，属于正指标。

②碳排放强度：二氧化碳排放总量与 GDP 比值，即单位 GDP 碳排放量，反映能源使用过程中的环境保护程度，即能源消费的清洁性，

属于负指标。

③环境污染治理投资率：环境污染治理投资总额与 GDP 比值，反映国家环境质量的重视程度及投入水平，属于正指标。环境污染治理投资越高，越有助降低能源消费带来的环境污染。

④能源消费强度：能源消费总量与 GDP 比值，即单位 GDP 能源消耗量，反映能源利用效率，即经济增长对能源的依赖程度，属于负指标。当前我国能源消费仍以化石能源为主，能源消费强度越低，能源利用效率越高，单位 GDP 消费的化石能源越少。

能源技术发展主要反映的是能源开发利用的技术水平，对能源安全起着驱动和支撑作用。当前新一轮能源技术革命正在孕育兴起，能源技术成果不断涌现，正在并将持续改变世界能源格局，使得能源技术发展成为能源安全的重要维度。能源技术发展保障和驱动着能源安全稳定有序运行，衡量指标包括地质研究程度、能源替代率、能源加工转换效率等。

①地质研究程度：地质勘查费用投入与 GDP 比值，反映能源勘查开发程度，属于正指标。地质研究程度越高，越有助于发现更多的能源储备。

②能源替代率：水电、核电、风电等可再生能源消费量与能源消费总量比值，反映非化石能源与化石能源之间相互支撑的强度或替代率，属于正指标。

③能源加工转换效率：一定时期内能源经过加工转换后，产出的各种能源数量与投入加工转换的各种能源数量比值，反映能源生产设备和工艺的水平，属于正指标。

三、我国三大化石能源安全状况及变化趋势

基于能源安全评价指标体系，以熵值法对各个指标进行赋权，对我国石油、天然气、煤炭三大化石能源的安全状况进行评价和分析。

（一）我国石油安全水平先降后升

2001年以来，我国石油安全水平先降后升，总体上升趋势明显，表明我国石油安全状况总体是趋于好转的。具体来看，2001—2003年，我国石油安全水平出现下降，由0.2251下降至0.1857，这主要是由于我国加入WTO后经济快速发展，导致石油需求骤增，加之石油可用性的短期波动下降导致的。2004年以后，我国石油安全水平逐步回升，原因在于：一方面伴随着我国开放程度的不断提升，石油可获性不断改善，如进口来源集中度等向着提升安全的方向变化，另一方面国内也更加关注能源技术进步和可持续发展，石油储量、储采比、地质研究程度及能源替代率等指标都在好转。其中，2004—2014年我国石油安全水平呈现快速上升趋势，由0.2686上升至0.6818，年均增长0.0451；2015—2020年呈现缓慢的上升趋势，由0.6814上升至0.7767，年均增长0.0158。近年来我国石油安全水平增长缓慢，更多是受制于石油可用性，如储采比、人均石油储量等增长缓慢，甚至出现下降趋势。可以看出，可用性和能源技术是制约石油安全水平提升的主要因素。

（二）我国天然气安全水平大幅提升

类似于石油安全变化趋势，2001年以来我国天然气安全水平总体表现出明显的上升趋势，表明我国天然气安全状况趋于好转。具体来看，2001—2002年我国天然气安全水平出现一定的下降，由0.1803下降至0.1527。2003年以后开始逐步回升，由2003年的0.1656上升至2020年的0.8288，年均增长0.0376。相对石油安全水平，我国天然气安全水平期初相对较低，近年来增长较快且明显高于石油安全水平，这主要是由于随着气候变化以及节能减排、环保意识的增强，我国加大了清洁能源天然气的勘探开发利用，提高了其可用性、可持续性、技术发展等的安全性，而石油、煤炭等传统能源的开发利用难度逐渐增加。

值得注意的是，我国石油、天然气的对外依存度不断创出新高，安全风险依然较大。随着国民经济的快速发展，我国对油气的需求快速提高，油气供应缺口不断扩大，推动了其对外依存度不断提升，目前石油对外依存度已超过 70%，天然气对外依存度已超过 40%。2020 年我国原油进口量 5.4 亿吨，同比增长 7.3%，石油对外依存度高达 73%；天然气进口量 1888 亿立方米，同比增长 9.8%，对外依存度高达 43%。未来，伴随着我国经济的发展，油气需求将同步增长，对外依存度将在相当长的时间内保持上升趋势，特别是在大力治理环境污染和提高大气质量的大背景下，天然气对外依存度将保持快速攀升的态势。

而且，油气国际竞争也更趋激烈，利用境外油气资源不确定性突出。近年来发生的利比亚战争、伊朗核问题等地缘政治事件，都增加了国际油气供应的不确定性，特别是美国已成为世界第一大油气生产国，油气出口快速增长，对全球油气市场的影响力明显增强，中美贸易摩擦将进一步推动国际油气秩序重构。同时，印度及东盟国家经济快速发展，能源消费持续增长，这些国家与我国同样具有缺油少气的资源特征，将使我国利用境外油气资源面临更加激烈的竞争。此外，油气进口高度集中，导致我国油气供应极易受到国外政局的影响和控制，其中石油进口超过一半来自中东地区，严重超出世界 30% 的安全标准；天然气进口也主要来源于少数几个国家，如气态天然气主要来自土库曼斯坦，液态天然气主要来自澳大利亚、卡塔尔、印度尼西亚、马来西亚。能源通道也存在较大隐患，我国能源输入通道比较单一，过度依赖海上集中运输能源，石油进口约 80% 通过马六甲海峡，形成了制约我国能源安全的“马六甲困局”。总之，我国长期缺乏国际油价的话语权叠加全球经济格局深度调整和地缘政治博弈加剧，都将加大我国油气安全风险。

（三）我国煤炭安全水平稳步提升

2001年以来我国煤炭安全水平也呈现先下降后上升的趋势，但总体上升趋势明显，表明我国煤炭安全状况越来越好。具体来看，2001—2002年我国煤炭安全水平有所下降，由0.2257下降至0.2157，2003年以后呈现平稳上升趋势，由2003年的0.2204上升至2020年的0.7396，年均增长0.0291。相对石油和天然气安全水平，我国煤炭安全水平波动程度最小，这主要是由于我国是一个以煤炭为主的能源生产和消费大国，煤炭的可用性和可获性状况一直较好，如煤炭储量、煤炭生产集中度、煤炭自给率等都相对较高。其中，2016年我国煤炭安全水平最高，这主要是由于煤炭可用性达到较高的水平；近年来由于环境问题，我国严格控制煤炭的开发利用，使得碳排放强度和单位GDP煤炭消耗不断下降，煤炭安全水平不断上升。

我国是煤炭生产和消费大国，是我国能源安全保障的压舱石、稳定器，关系着国家经济命脉和能源安全。在全国已探明的化石能源资源储量中，煤炭占94%左右，是自主保障能力最强的能源。尽管煤炭在一次能源消费中的比重将逐步降低，2020年已降至56.8%，但在相当长时间内煤炭的主体能源地位不会改变，这就决定了煤炭行业在实现“双碳”目标中需要承担更重责任。未来在“双碳”目标硬约束下，煤炭的清洁高效利用对我国发挥煤炭资源优势、缓解石油资源紧张局面、保障能源安全、保护生态环境都具有重要战略意义。

综上所述，2001年以来我国石油、天然气、煤炭三大化石能源安全水平总体表现出明显的上升趋势，表明我国能源安全状况总体是趋于好转的。

（执笔：尹伟华）

编辑部地址：北京三里河路58号国家信息中心预测部

联系电话：68557142，68557122

电子邮箱：gxfx@sic.gov.cn

邮编：100045

传真：68558210