

**编者按：**我国能源革命的目标已经明确，未来，能源生产和消费将深刻变革、快速迭代。构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系，应如何立足国情，统筹考虑，并从全局高度制定发展战略？日前，本刊对中国工程院院士、中国能源学会会长倪维斗进行专访，请他就新能源发展战略、传统能源转型与未来能源体系构建等话题分享思想。倪院士认为，能源行业应该坚持系统观点、协同发展思维，要把合适的能源放在合适的地方，在合适的系统中与其他能源协同发展，发挥作用。在大力发展新能源的同时，也要高度重视煤炭清洁高效利用，不同能源品种应该扬长补短、优势互补、形成合力。



# 能源迭代宜合不宜搏

## ——访中国工程院院士倪维斗

文·本刊记者 王伟 彭慧文

### 新能源不能单打一

**《能源评论》：**发展新能源，是一场关乎能否赢得未来的“战役”。您如何看待新能源发展前景与策略？

**倪维斗：**从能源发展与迭代的趋势来看，风能、太阳能等新能源肯定要大力发展。我国已承诺，到2020年，非化

石能源占一次能源消费总量的比重将达到15%左右。但在现有条件下，新能源距离成为主力能源，甚至完全替代化石能源，还有一定距离，需要统筹考虑，不能单打一地发展新能源，需要协调好和其他能源的关系，合力前行。当前存在着一种过分强调新能源的倾向，这可能会导致新能源发展规划失之于偏、失

之于空、失之于制。

发展新能源，一定要规划先行，不能仅仅从资源角度，盲目建设风电场、光伏电站，需要系统考虑经济发展、新能源消纳以及配套电网建设问题，同时还要不断提升技术研发水平，争取让发电成本降下来，减少国家补贴。

**《能源评论》：**针对当前社会关注

任何一种能源单独来看都有它的优点和缺点，任何一种负荷也都有自己的特性。各个能源品种，不能各吹各的号、各敲各的锣。



的新能源消纳难题，您认为，应如何化解？

**倪维斗：**从根本上解决新能源发展问题，需要跳出新能源产业的小圈圈，通盘考虑与其他能源、当地经济如何统筹发展。

一个值得深入探讨的突破路径是，将新能源与煤化工产业结合起来。在我国风能、太阳能丰富的西北地区，煤炭资源也十分丰富，这些地区也面临着如何利用这些资源向全国提供清洁能源和发展地方经济的问题。那么，利用当地富余的新能源电力发展煤化工产业，用增加当地消纳的办法解决弃风、弃光问题，就可以一举多得。

**《能源评论》：**目前有哪些成熟的技术路线？您如何评价目前煤制气、煤制油技术？

**倪维斗：**我不赞成简单用煤制气、制油。因为目前的技术，不仅增加能源消耗，属于多此一举，而且造成的大气和水污染问题也很突出。

可以用负荷低谷的风电、太阳能发电，来电解水产生氧气和氢气，再通过煤化工协同系统合成甲醇。与传统系统相比，新技术增加了电解水环节的协同系统，省去了昂贵且高能耗的空分装置，大大减少了变换的气体量，煤炭中大部分碳元素进入甲醇产品而被利用，碳排放减少80%左右，甲醇产出增加约一倍。

如此，既可以解决新能源消纳问题，也解决了传统煤化工的碳排放问题，还可以促进当地工业发展，比如应

用于冶金领域，用来代替焦煤，达到能量和资源利用整体最优的效果。

## 多种能源需协同发展

**《能源评论》：**这实际上是煤化工的一种新思路——煤基多联产的发展路径，您认为这是否代表未来的方向？

**倪维斗：**对，煤基多联产也是降低我国燃煤排放的重要技术路径。传统的煤化工产业不仅凭空地增加了许多能源消耗，还面临着严峻的环境承载力问题，需要更新技术路线。建议发展以甲醇为中心的新型煤化工，通过电化共轨方式，打破不同行业之间的界限，按照系统最优原则进行集成与优化，达到系统的能源、环境、经济效益最优的目的。据测算，电化共轨系统的能源利用效率可以达到70%，远远高于燃煤电厂的效率，而且碳排放也大大减少。

**《能源评论》：**我注意到，您一直在强调，要坚持用系统思维解决能源问题。

**倪维斗：**任何一种能源单独来看都有它的优点和缺点，任何一种负荷也都有自己的特性。各个能源品种，不能各吹各的号、各敲各的锣，化石能源、核能、新能源，要综合系统地加以考虑，协同利用，让其各得其所、扬长避短，最大程度上促进能源系统的经济、低碳、可持续发展。

这一思维方式可以归纳为五个“合适”：把合适的能源放在合适的地方，在合适的系统中与其他能源合适的协同，发挥合适的作用。这会涉及到六个

方面的协同问题：化石能源与新能源协同，供能和用能协同，高品位和低品位能源协同，供能和产业协同，集中和分布式供能协同，电、气、热、车网协同。

《能源评论》：这种能源协同思想如何落实？

倪维斗：对于一种能源资源，应该从战略高度考察它在整个能源系统中的合理位置，不是研究它在理论上的作用，而是要研究它应该干什么、适合干什么。

以天然气为例，从热力学角度来说，高品位燃料低品位利用会造成能量损失。用天然气做煤炭可以做的事情，用来采暖、发电，有一点暴殄天物。

好钢要用在刀刃上，我国的天然气应该用于辅助新能源调峰。相比于燃煤机组，燃气轮机的优势在于可以模块化拼装，具有快速调节出力的天然优势，非常适合与新能源搭配，用于“熨平”新能源发电的波动性与间歇性。

## 没有煤炭清洁化都是空谈

《能源评论》：您如何评价煤炭行业在未来能源体系中的地位？

倪维斗：到2050年，我国总能耗将达到65亿吨标准煤的水平，届时，煤炭在我国一次能源中的占比仍然会在40%左右，需求量不会少于25亿吨标准煤。因此，要促进能源系统优化，需要多种能源发挥协同作用，也要充分认识煤炭的清洁高效利用，对节能减排、能源转型的促进作用。如果不在煤炭的清

洁利用上下大力气研发，其他一切只能是空谈，低碳就会成为一句口号。

《能源评论》：但在很多人看来，煤炭本质上就是一个高污染能源品种，控煤呼声也一直很高，究竟应当如何认识和处理好煤炭与经济发展、环境保护之间的关系？

倪维斗：需要强调的是，煤炭行业对我国的经济发展曾经发挥了极大的作用，煤炭过去、现在、将来相当长时间内，仍然是我国的主力能源。推进能源革命，就必须走煤炭清洁高效利用之路，下大力气、花苦工夫去研发突破相关技术。现在一味搞去煤化，要打倒煤、要革煤的命，这就有点忘了本，不能卸磨杀驴，不能飞鸟尽良弓藏，更不能见煤就烦，见煤就砍。

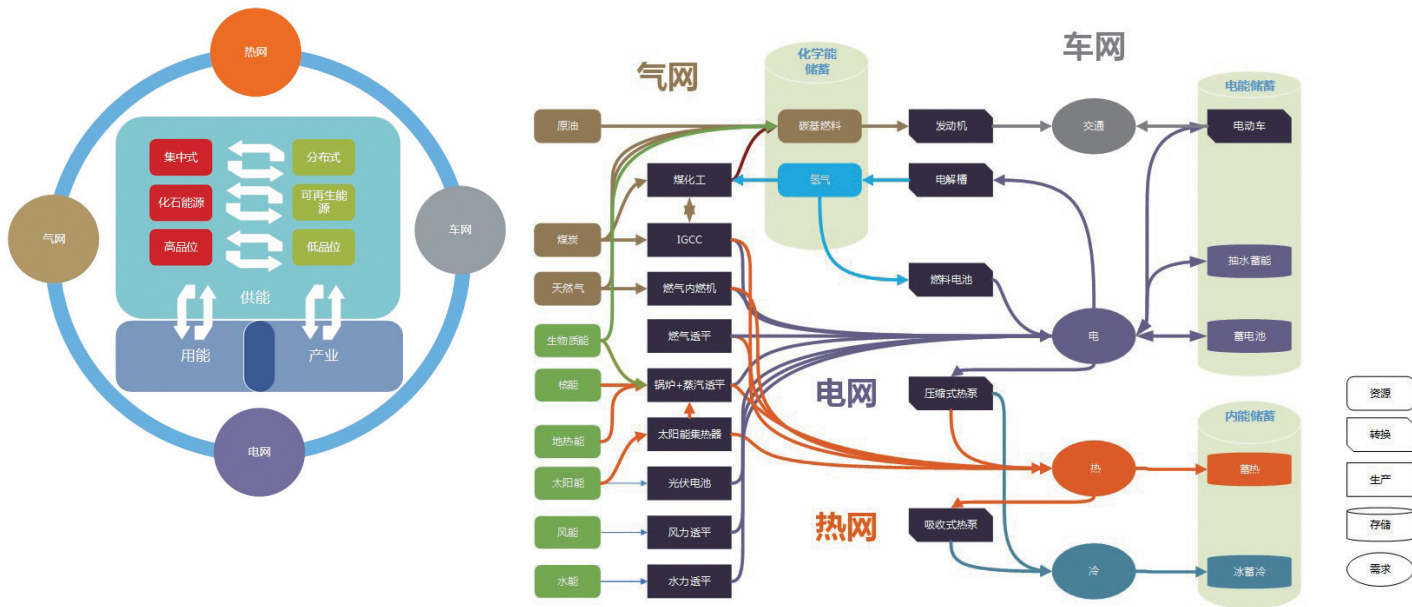
实事求是地说，燃煤污染确实存在，但问题不在于要不要燃煤，而在于怎么燃煤。没有脏的能源，只有脏的使用方式。停留于老技术、沿袭老套路已经行不通，煤炭工业需要革新，需要有新的思维。

《能源评论》：作为我国煤炭消费的半壁江山和能源主力，火电行业需要如何创新高效清洁利用？

倪维斗：实际上，我国的燃煤发电技术在世界范围内都是领先的，发电效率在2006年就已经超过了美国，而且前沿技术还在不断取得突破。例如上海外高桥第三发电厂发电煤耗已经达到276克/千瓦时，每立方米废气中只含有二氧化硫18毫克、氮氧化物17毫克、烟尘8毫克，被国际能源署称为是全球最

现在一味搞去煤化，要打倒煤、要革煤的命，这就有点忘了本，不能卸磨杀驴，不能飞鸟尽良弓藏，更不能见煤就烦，见煤就砍。推进能源革命，必须走煤炭清洁高效利用之路，下大力气、花苦工夫去研发突破相关技术。

## 能源系统协同图



清洁的电厂。现在该厂又提出一个新的方案：其核心技术就在于，通过两次再热，汽轮高低位双轴布置，仍维持600摄氏度的蒸汽温度，节省了价格高昂的管道材料，发电煤耗可降至251克/千瓦时。

未来，火电行业需要继续下大力气研究应用降低煤耗和排放的技术。以火电机组的平均煤耗为例，目前每千瓦时煤耗为318克，如果能够再降低10克，每年可节约5000多万吨煤炭。按照有关部门测算，2020年火电行业改造完成后，每年可节约原煤约1亿吨、减少二氧化碳排放1.8亿吨，电力行业主要污染物排放总量可降低60%左右。

### 电能替代是未来方向

《能源评论》：火电行业用煤只占我国煤炭消费的50%，其余的煤炭使用

方式，您认为如何实现清洁高效利用？

倪维斗：实际上，现在造成大气污染的主要是散煤燃烧。我国目前大约有50%的煤炭被消耗在了发电以外的其他生产和生活领域，大量的工业窑炉、工业锅炉、采暖锅炉等都是对排放没有控制的小锅炉，使用的又是廉价的低阶煤，因煤炭不能充分燃烧，尾部烟气又不处理，导致了大量污染物排放。

目前，我国的电气化水平电力占终端能源消费的比例在22%左右，仍然处于较低水平。以人均生活用电为例，我国仅为450千瓦时左右，美国、加拿大等发达国家均在4400千瓦时以上。在工业和生活领域，实行电能替代、清洁替代，可以大幅度提高能效，减少污染物排放。

对于农村地区的散煤燃烧，需按照“分散能源分散用，农村能源农村用”

的原则，充分利用农村地区的生物质材料，就地解决农民用能问题。具体办法是将秸秆打碎，利用固体成型技术压缩成体积小、密度大、热值高的颗粒，使用专门的炉灶燃烧。此举不仅可以减少农村地区的散煤燃烧，也可以解决多年来一直困扰政府部门的秸秆野烧问题。

《能源评论》：您如何评价电能替代的意义？

倪维斗：电能替代是未来的发展方向，对促进节能减排具有重要意义。研究显示，电能占终端能源消费比重每提升1个百分点，单位GDP能耗可下降4%左右。

列宁曾说过：“共产主义就是苏维埃政权加全国电气化”。对于我国而言，这句话可以改为，“党领导下的法治社会加上电气化，等于全面建成小康社会”。