# 中国实现能源变革转型的关键问题

中国能源变革转型将是一个长期的过程，与经济、产业的变革转型相呼应，与社会、环境、科技、外交等各种问题渗透交织在一起。在这过程中既要保障能源安全，又要促进产业发展；既要满足短期的需求，又要有长远的规划；既要实现能源规模，又要不断提高能源效率；既要考虑各方的利益，又要保障人类的共同福祉。

□ 赵 刚

能源是国民经济的命脉，其变革转型“牵一发而动全身”。换言之，能源从来都不是单纯的行业发展问题，行业内无法做到一锤定音，也无法靠一己之力来完成，它需要的是一个涵盖产业、贸易、科技、环境、外交等在内的一体化解决方案。因此，谈能源变革转型，固然离不开能源本身，但又必须跳出能源，才能避免“头痛医头脚痛医脚”的误区。如今，中国仍处于“三期叠加”特殊时期，要实现能源变革转型，需要妥善解决好以下几个关键问题。

## 筑牢能源外交之屏

短期内，中国的能源禀赋没法突变，产业结构也不会巨变，供需两个方面的特征决定了中国能源变革无法一蹴而就，而是要经历一个长期的转型过程。在此渐进式的过程中，必须始终确保能源安全。能源一旦不安全，势必影响经济安全，进而危及国家安全。一句话，安全是变革转型的前提。那么，如何确保能源安全？短期来看，国内产能相对稳定，要维持经济持续增长所需的能源暂时只有从外部发力，要保障源源不断的能源进口。根据统计数据，中国能源的对外依存度已达16.3%，其中原油高达60.69%，天然气高达31.89%。而且，原油进口来源主要集中在动荡的中东地区，高达50.7%，进口来源国为沙特阿拉伯、俄罗斯、安哥拉、伊朗、阿曼、委内瑞拉等，这为中国能源安全增加了很多的不确定性。鉴于能源变革转型存在一个较长的缓冲期，在这个时间段内，中国必须依靠高超的外交能力，利用好“一带一路”战略的重大机遇，妥善解决能源进口问题，既不能在贸易来源上过度依赖某个国家，也不能在输送渠道上受制于人，从而保障能源安全。

## 磨亮能源科技之剑

以能源进口的方式保障能源安全非常必要，但并非长久之计，毕竟国际形势风云突变，无法做到完全可控。在推进能源变革转型的过程中，如何确保能源安全，满足经济发展的能源需求？还是要回归到内部发力，要通过推动持续的科技创新，努力在化石能源和可再生能源、新能源领域实现重大技术突破，不断优化能源结构，提高能源效率。研究表明，未来30年全球能源消费总量将增加56%，而目前中国综合能源效率还不足40%，技术创新力不足，燃气轮机、电力电子等核心技术和关键装备与国外差距较大。最新发布的《能源技术创新“十三五”规划》提出，“十三五”期间将集中力量突破重大关键技术、关键材料和关键装备，实现能源自主创新能力大幅提升、能源产业国际竞争力明显提升，能源技术创新体系初步形成。因此，在很长一段时间内，中国将不断加强能源技术研发，大力推进能源技术创新，缩小与国际先进水平差距，争取跻身世界能源科技强国之列。

## 推动清洁能源之兴

当前，中国在清洁能源方面的投资、生产、装机量在世界上都是领先的。美国能源经济和金融分析研究所的报告显示，2016年中国海外新能源投资大增60%，达到创纪录的320亿美元，在全球新能源市场位居首位。据国际可再生能源机构估计，全球新能源领域的810万个就业岗位，有350万个是在中国创造的，美国只创造了80万个。中国已成为“新能源的世界领头羊”。中国推进能源变革转型，清洁能源将在其中发挥重要的作用。最新发布的《能源发展“十三五”规划》指出，清洁低碳消费增量占能源消费总增量的70%以上，将是中国“十三五”期间能源供应增量的主体。清洁能源能否顺利发展，将会直接影响中国能源变革转型的进展。目前，清洁能源仍面临消纳矛盾突出、上网难的问题，国家发改委已发布《关于做好2017年电力供需平衡预测和制定优先发电权优先购电权计划的通知》，建立优先发电权计划、优先购电权计划报告制度，保障清洁能源发电、调节性电源发电优先上网。

## 扼住生态恶化之势

从根本上讲，中国能源变革转型之所以如此迫切，与生态环境的加速恶化有直接关系。根据中国社科院的研究成果，当前中国环境质量总体有所改善，但由于多阶段、多领域、多类型的问题长期积累叠加，环境承载能力已经达到或者接近上限，环境污染重、生态受损大、环境风险高，生态环境恶化趋势尚未得到根本扭转，颗粒物（PM2.5、PM10）污染和臭氧污染防治问题突出，能源消耗产生的排放是导致污染的主因。从这个角度讲，能源变革转型与生态环境保护是一体两面，两者无法割裂。生态环境的变化情况是能源变革转型是否成功的指示器。国家也把生态文明建设和修复生态环境摆在压倒性位置，提出“党政同责、一岗双责、失职问责、终身追责”的要求。国务院最新发布的《生态文明建设目标评价考核办法》，对各省区市实行年度评价、五年考核机制，考核目标、评价指标对生态环境质量等体现“人民获得感”的指标赋予更高权重。生态环境保护不断加强，将倒逼能源变革转型速度的加快。

## 加速产业升级之路

中国能源变革转型，不是为了转型而转型，而是要满足经济发展及环境保护的要求，并落到产业优化升级与结构调整上。如今，生态环境持续恶化倒逼中国能源变革转型，高资本投入、高资源消耗、高污染排放、低成本竞争、低效率产出的产业发展模式难以为继，经济发展正朝向低能耗、低排放、低污染为基础的低碳模式转变。据统计，目前中国基建投资增速接近20%，固定资产投资总额占GDP的比重达到83%，第二产业增加值占GDP的比重为40.5%。中国仍是名副其实的世界工厂，水泥、煤炭、粗钢、铝等很多大宗商品的产量均占全球产量的50%左右甚至更高。当前，中国正大力发展战略性新兴产业，全面实施制造强国战略，加快推动“互联网+”行动计划，产业转型升级的步伐不断加快，产业由粗放型向集约型转变，从价值链的中低端向中高端上升，这从需求侧角度为能源变革转型提供了新的机遇。

## 构筑能源传输之网

中国能源资源分布与负荷分布不均衡，决定了能源在大范围流动的必要性。据统计，未来新增水电的80%分布在西南地区，风电的85%以上分布在“三北”地区，西北、内蒙古等地区的大型光伏电站占有较大份额，华北、华东、华中为电力受入地区，东北、西北为电力输出地区，跨区域进行电力优化配置的潜力很大。中国能源变革转型，需要解决能源的就近消纳和长距离输送问题，需要建设跨区域的电力网络，建设能源互联网，通过政府“看得见的手”和市场“看不见的手”的调节，加快构建公平、开放、高效的全国统一电力市场体系。2016年，国家发改委、国家能源局和工信部联合发布《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》，提出了未来十年中国能源互联网发展的路线图，认为能源互联网是推动中国能源革命的重要战略支撑。只有建立互联互通的能源互联网，推动能源的跨区域传输，才能更好地促进能源变革转型。

## 协调行业利益之争

利与义，是中国能源变革转型中不可回避的重大问题。中国是煤炭大国，燃煤成为大气污染的主要来源。从表面看，能源变革转型是行业问题，但背后其实涉及劳动就业、地区发展等深层次问题，能源结构调整将触及细分能源行业利益，但是基于环境保护的考虑，相关行业需要在大义面前让步，在国家的宏观调控下进行调整。从能源生产结构看，2016年，中国煤炭占比下降，降至70%以下，非化石能源占比提高到17%；从一次能源消费结构看，煤炭消费比重下降1.7个百分点，非化石能源和天然气消费比重分别提高1.3、0.4个百分点，清洁能源消费比重接近20%。总体来看，化石能源尤其是煤炭所占比重呈下降趋势，这也从侧面反映了煤炭产区的就业与发展受到一定程度的影响。中国实现能源变革转型，需要协调解决能源产地的就业与地区发展。

综上，中国能源变革转型将是一个长期的过程，与经济、产业的变革转型相呼应，与社会、环境、科技、外交等各种问题渗透交织在一起，必须提升能源外交水平，加大科技创新力度，提高产业化程度，增强环境保护能力，加强能源基础设施建设，妥善解决好安全与发展的问题、远与近的问题、质与量的问题、利与义的问题，既要保障能源安全，又要促进产业发展；既要满足短期的需求，又要有长远的规划；既要实现能源规模，又要不断提高能源效率；既要考虑各方的利益，又要保障人类的共同福祉。

科学决策

# 技术创新的观念亟待反思

技术创新取决于深厚的知识积累，一个民族国家的创新政策应该着眼于创新文化的深谋远虑、基础性学科的漫长积累特别是基础研究、应用研究和技术创新之间的合理布局。

□ 安维复

在我国，创新已经成为高频用语，从各种社会政策的表述到寻常百姓的社会生活，创新用语几乎无处不在。然而，对技术创新的本质及其流程的误解却比比皆是。技术创新并非像我们想象的“造出一件新产品”那么简单，如果一个国家或民族在一定时期内出现创新能力贫弱，问题可能很复杂。为了解答这个问题，我们必须探索技术创新的深层结构。在这个问题上，习近平总书记思虑甚远，他强调指出：科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。普及科学知识、弘扬科学精神、传播科学思想、倡导科学方法，在全社会推动形成讲科学、爱科学、学科学、用科学的良好氛围，使蕴藏在亿万人民中间的创新智慧充分释放、创新力量充分涌流。这就是说，技术创新的结果是富含高科技成果的新产品、新工艺或新服务，它的主体结构是基础研究及其重大突破，但它的深层机理则是这个民族或国家的科学观念和文化修养。

## 技术创新有其深刻的文化根源和知识积累

仔细研判几乎无处不在的“创新”术语，我们不难发现这样一个令人不安的现实：强调创新重要意义的多，但切实洞察技术创新的内在本质及其社会运作方式的严肃论证并不多见。在这些并不多见的论述中，将创新定义为“高科技成果的转化”，可能是最具广泛认同和最具操作性的论断之一。

表面看来，技术创新作为“高科技成果的转化”可能是最为稳妥的论断，然而，问题恰恰就出在这里：是不是每一项高科技成果都应该或能够转化成可以带来商业效益的技术创新？像蒸汽机、电动机和计算机那样的技术创新是不是只来自于一种高科技成果？如果某项或某些（也许暂时）不能导致技术创新的“高”科技成果（如欧几里得几何学和牛顿的力学原理）是不是也应受到国家的关注特别是创新政策的支持？一个国家是否可能在科学观念、创新文化和技术理念等方面不做任何变动的情况下就会出现革命性的技术创新？在技术创新问题上，文化和观念的社会功能不得不察。

技术创新，特别是革命性的产业革命，有其深刻的文化根源和知识积累。其一，技术创新基于基础研究；其二，基础研究需要长期的积累。放眼人类文明特别是创新文化的历史长河，我们或许会有所发现：即使像我国的“两弹一星”这样的工程类创新，都包含有数十件甚至上百件发明，这些发明又依托数个甚至数十个基础性研究成果，这些基础性研究成果都经历了数十年、数百年甚至上千年的知识积累，更不用说像蒸汽机、电动机和计算机等这些颠覆性的重大产业创新。以计算机为例，1642年法国数学家帕斯卡采用齿轮装置制成了最早的十进位加法器，1678年德国数学家莱布尼兹的计算机已经可以进行十进位的乘除运算，200年后巴贝奇才制成第一部由程序控制的通用分析机，直到20世纪中期的1945年，数学家冯·诺依曼才设计出全新的存储程序式通用电子计算机方案，1964年集成电路的使用才使得计算机走向产业化的道路。因此计算机的技术创新包含了几百年的多学科积淀，其中包括数学和逻辑学、物理学特别是材料学、制造技术和社会管理等多要素的集成。某项技术创新可能出自某人之手，但它的根基确是民族国家在文化传统、科学观念和基础研究的长期积累。

一项高科技成果必然转化成一项技术创新产品或服务的线性思维是错误的，一项孤立的高科技成果可能永远也不可能转化成新产品或新服务。从这个角度看，在诸多技术创新的定性描述中，有一种说法虽未必严密，但大致是正确的：在100项基础研究中，只能产生10项技术发明，在10项技术发明中，可能只有一项具有商用创新价值。换言之，一项可商用的创新，得需要10项技术发明的培植，而这10项技术发明则需要100项基础研究的支撑。再换言之，耗时一年的商用创新，需要10年的技术发明积累，而10年的技术发明积累则需要100年的基础研究。

## 破除创新政策的误区

沿着上述思路，我们或许可以这样定义技术创新：以大量相关基础研究为依托的、有众多关联的技术发明所构成的某项可商用或可产业化的新产品或新服务，换言之，技术创新是长期且大量的基础研究和发明性专利积累到一定程度的必然结果。

按照这种理解，我们应该注意在创新政策上的几个误区或误解。

误解之一：片面理解“万众创新”。“万众创新”作为鼓励创新广泛参与的社会动员是绝对必要的，在蒸汽机时代、电气化时代乃至计算机时代的开创阶段，都曾经出现过众多创新者围绕核心技术及其产业进行创新的“井喷”现象。但归根到底，那些影响产业及其社会的技术创新必然出自集技术能力与商业能力于一身的少数精英之手（如苹果的乔布斯），或发明者与企业家的合作（如微软）。据此，国家或政府的有限资源应该主要投入在真正富有知识含量的创新方案上，而不是在众多缺乏知识深度的大众化“项目”上“撒芝麻盐”。

误解之二：批评有关高校和研究机构的研究成果被“束之高阁”“不能转化成现实的生产力”等等，可能是太过功利的短视。按照上述观点以及发达国家的经验，高校和研究机构的研究成果本来就应该是“为科学而科学”的自由探索，这些“束之高阁”的科学发现和发明专利充分积累到一定程度，自然会“溢出”可商用的创新产品或服务。

误解之三：有些人也认识到基础研究对技术创新的极端重要性，于是便“聪明”地想出利用国外的基础研究资源，而我们只着力于高附加值的商用环节。从理论及实践两个维度看，基础研究及其商用创新具有鲜明的地缘性或地域性，如美国的斯坦福大学及其邻近的硅谷，北京的中关村等等。尽管近年来创新的全球

化或网络化趋势日益明显，但主导权仍然控制在核心技术的原发者手中，即便引进国外研发机构入驻，依然不能摆脱价值链的被动地位。

据此，我们可以推导出有关创新政策应该深入检讨的思想观念。

第一，力戒创新政策顶层设计的日常化或流俗化，重建创新范畴的严肃性、专业性和经典性。创新的确是事关民族存亡的大事，但比创新的社会功能更为紧要的是肃清对创新的误解。要围绕国家重大战略需求，着力攻破关键核心技术，抢占事关长远和全局的科技战略制高点。成为世界科技强国，必须拥有一批世界一流科研机构、研究型大学、创新型企业，能够持续涌现一批重大原创性科学成果。这就要求首先应该定义技术创新的基本内涵及其评判标准，而且对技术创新所含有的高科技成果的认定要有可操作的评价指标和认定程序，同时拒斥假冒创新之名的伪劣之作或平庸之作。从而使全社会都能认同并践行技术创新的神圣性和超越性。

第二，力戒创新政策安排的项目化和功利性，全力建立健全技术创新所依仗的知识系统以及知识系统与产业组织之间的“创新机制”。由于技术创新需要深广的基础研究及其重大突破，而且创新性的产品或工艺开发具有“厚积薄发”的发生机制。这就意味着，创新政策的导向应该是创新性产品的源头——具有深广产业前景的基础研究及其知识系统，需要加大对创新之源的社会支持力度特别是政策倾斜和经费投入，避免急功近利的短期效应。

第三，力戒创新政策运行中的畏难情结和对外依赖心理，不遗余力地打造国产的核心技术，以真正实现自主创新的战略布局。正如习近平总书记所说，只有把核心技术掌握在自己手中，才能真正掌握竞争和发展的主动权，才能从根本上保障国家经济安全、国防安全和其他安全。不能总是用别人的昨天来装扮自己的明天。不能总是指望依赖他人的科技成果来提高自己的科技水平，更不能做其他国家的技术附庸，永远跟在别人的后面亦步亦趋。我们没有别的选择，非走自主创新道路不可。某些创新政策以全球化为名依仗核心技术的“外包”来推动产业升级的理念是错误的，至少是不健全的。决定国家命运包括产业存亡的核心技术，必定是我们自己创造的，必定出自我们自己的研究机构、高等院校和高科技企业。这就意味着，为了获得及存有作为国家重器的核心技术，各级政府的创新政策应聚焦相关的研究机构、高等院校和高科技企业，谋划10年甚至更长的周期，重在基础研究层面的重大突破，铸就独立于世的国家重器，涵养可持续百年的知识积淀及其创新文化。

总之，技术创新取决于深厚的知识积累，一个民族国家的创新政策应该着眼于创新文化的深谋远虑、基础性学科的漫长积累特别是基础研究、应用研究和技术创新之间的合理布局。任何急功近利可能适得其反。基础研究及其“为科学而科学”的社会心态是决定性的环节，让全社会关注基础研究，需要戒除功利主义的错误观念。

科技创新