

印度新能源开发策略 及对中国的启示*

刘社欣 亢升 李艳平

内容提要 随着人们对传统矿产能源环境负效应的深刻认知,可持续和绿色发展理念的形成,以可再生和环保为特征的新能源开发与利用备受各国重视。迫于经济社会发展的能源供给压力以及环保目标实现的当代诉求,印度已将新能源开发作为新世纪能源战略的重要内容。尽管受制于资金、技术等因素,但是印度在新能源领域仍取得不少进展,尤其在太阳能、风能、核能及生物能利用等领域成效显著且具启发意义。探究印度新能源开发的策略、特点及经验,裨益于同样重视新能源开发与利用的中国能源战略、政策与策略的优化。

关键词 新能源 风能 太阳能 开发策略 印度与中国

DOI:10.16304/j.cnki.11-3952/f.2015.02.016

已成为能源消费第四大国的印度,由于油气资源十分有限,在以合理价格持续供应能源方面日益面临着严峻挑战。加之矿产能源污染严重、对生态环境负面影响明显,新世纪以来,长期倚重矿产能源的印度紧随世界能源业发展步伐,开始调整能源结构,朝着减小矿产能源份额和增加新能源份额的方向迈进,努力增加太阳能、风能、生物能等低碳可再生能源与核能、

氢能等清洁高效能源在其能源构成中的比例,以建立支持经济社会持续发展的绿色能源供给体系。印度加强了新能源发展战略与政策的制定,加大了新能源开发领域的投资,加紧专业人才的培训和储备,紧锣密鼓地进行相关技术的研究和推广并积极开展国际合作。由于新能源产业已是国家间争夺的焦点和未来国际竞争的战略制高点,印度十分重视优化新能源开发策略,新能源开发已取得了很大进展。中国和印度在诸多方面有可比性和互鉴性,因此,印度新能源开发进路、策略与经验对同样重视新能源产业开发的中国弥足珍贵。

一、印度传统矿产能源供给现状 与问题

印度是一个矿产资源比较丰富的国家,如质优量丰的铁矿石、铝土矿、铬、白云岩、石灰岩和锰矿等世界有名。但在煤以外的传统能源资源方面,印度存在明显不足。作为一个人口已过12亿、举国追求快速崛起的发展中大国,印度面临着经济和社会发展的能源供给瓶颈。尽管印度是世界第七大能源生产国,产量占世界年均

*本文为国家社会科学基金青年项目“新时期印度对非洲外交及对中国的影响研究”(项目编号:10CGJ011)、华南理工大学中央高校基金资助项目“21世纪以来中印对非洲外交的竞合关系及对策研究”(项目编号:x2sxD2143040)和“广州市新岭南文化中心重点研究基地项目”的阶段性成果。

能源生产的2.49%，但能源年消费占到世界能源供给总量的3.45%，已是世界第四大能源消费国。人口已占世界总人口16.4%的印度，却是世界上人均能源消费量最低的国家之一。以电能人均消费为例，2006年，印度人均电量为503度，而同期加拿大为16766度、美国是13515度，澳大利亚是11309度。^①据最新数据计算，截至2014年3月31日财年里，印度发电量预计增长7%，达到9750亿度，人均年消费量约为812度。而据中国国家统计局初步统计，2013年中国的发电量为52451亿度，人均约3857度。在经济和人口快速增长的推动下，印度对电能的需求还会大增。国际能源机构(IEA)预测，在2020年时，印度至少需要327000MW的电能生产能力，这意味着印度需以年均增加约16000MW的电力生产能力发展。印度政府规划，在“十一五计划”(2007—2012年)期间实现78700MW的电能生产能力，但其中50500MW仍依赖煤电(Sharma等，2012)。据印度联邦电力局(ICEA)估计，印度供电峰值期间的电力短缺已从1.3%上升至26.1%。以目前印度人口的增长率看，2050年时印度的人口将多达15亿，随着人们生活水平提高对电力需求的增加，印度的电力供应缺口会进一步拉大，用电供需矛盾会更加突出(Bhardwaj，2013)。印度主要能源需求已从1990—1991年度的303.15百万吨油当量增加至2000—2001年度的432.75百万吨油当量和2011—2012年度的715百万吨油当量(图1)。

以印度储量丰富的煤炭资源为例，现有技术下的国内储量约为564.98亿吨，占世界储

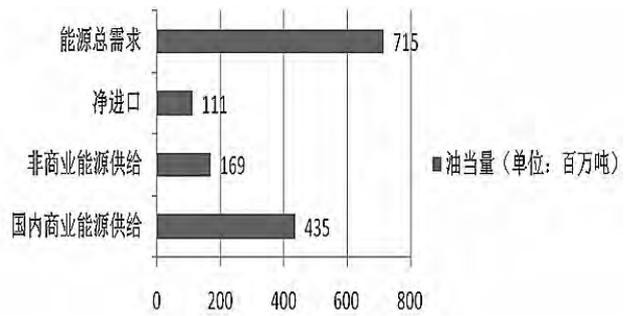


图1 2011—2012年度印度能源供给与需求额

注：1吨油当量=1.4286吨煤。

资料来源：Government of India Planning Commission, Eleventh Five Year Plan(2007—2012), Volume III

量的6.7%。但随着经济的发展，煤炭供需矛盾日益突出(表1)。据国际工业化学用品研究协会(ICRA)相关机构预测，未来若干年煤炭在印度能源供给中仍占重要地位，2035年时煤炭在其能源结构中的比重仍在44%—51%之间，煤炭进口量比重从2011—2012年度的16%上升至2016—2017年的27%，供给压力持续加大。

就油气资源而言，印度是石油资源十分贫乏的国家，已探明储量仅为59亿桶(约8.05亿吨)，约占全球石油储量的0.5%(Dubey，2010)。年产石油不到3000万吨，而年消费量已超1亿吨。如果不能及时发现新油田，印度目前国内的石油探明储量只能维持到2016年。印度现在的人均消费和经济规模使其油气能源需求的增长还只是冰山之一角(亢升，2013)。为了实现8%左右的经济增长目标，印度的能源消耗将维持每年5%的增长率，2030年时，石油年进口量约为3亿吨，进口依存度将达91%以上。据国际能

表1 印度煤炭供求状况 单位：万吨油当量

年份	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2017
产量	13220	15570	16210	17020	18100	19430	21150	57560	50049
消费量	14420	17230	18440	19540	21290	23140	24580	62960	72099
净进口量	1200	1660	2630	2520	3190	3710	3430	5400	22050

资料来源：根据陈利君等(2011)和其他统计信息计算整理得到，其中2017年数据根据美国能源信息署(EIA)统计数字估算得到。

源署估算,印度将在2025年取代日本成为仅次于中美的世界第三大石油进口国,需求增速快于中国(Scott, 2011)。2012年度印度国内天然气的产量约1.04亿立方米,进口量达1.05亿立方米,2014年度将增至1.15亿立方米。^② 天然气安全供应面临资金和供给巨大压力。总理曼莫汉·辛格早于2004年“可再生能源日”讲话时就强调,印度必须发掘更多的替代能源以降低对油气和煤炭资源的依赖程度。可见,无论是现在还是将来,印度传统能源存在巨大供给瓶颈。

由于大量使用传统能源,印度环境污染越来越严重,几乎达到失控的状态。耶鲁大学和哥伦比亚大学联合推出的“环境绩效指数”(EPI)显示,2012年调查过的132个国家中,印度在“空气对人类健康影响”一项中排名倒数第一,在环境综合表现一项中排名第125,属于表现最差的后10国之一。在目前的印度产业结构中,以软件业为代表的服务业产值占据了大约55%的比重,而工业产值比例只维持在25%左右。由于相对高端的软件业几乎很难吸收社会中下层劳动力就业,为了充分发挥其人口资源优势并最终消除贫困,印度政府仍然希望将工业发展提升到一个适当的水平。印度非政府环保组织普遍认为,环境污染的噩梦“很可能刚刚开始”。因为目前以服务业为主的印度,未来几年以制造业为代表的工业需要快速追上,再加上薄弱的基础设施建设需要一个集中而快速的发展期,这些都将会给环境保护带来巨大压力。印度经济学院专门致力于环境问题研究的西瑞堪特·戈特博士认为,印度将不得不为环境的损害付出沉重的代价,这个代价的总额至少占到印度国内生产总值的4%。^③ 当今世界能源消费的大势

是绿色环保,抛开传统能源供给的数量困境,环保诉求亦需印度开发新能源。同时,印度约1/4(80000个左右)的村庄还没有电力供应,就是已有电力供应的多数农村,仍面临着经济社会发展电力需求增加的严峻挑战。但是,印度是一个太阳能、风能等可再生能源和核能、氢能等新能源资源丰富的国家,印度政府不仅看到了其优势,制定了短期发展风电、太阳能光伏电和核聚变发电等新能源的政策措施,而且制定和实施了加速发展太阳能、风能和生物能且将其作为主要能源供给选项的长远计划,大量的公共投资已用于这两种能源技术的开发并已形成一定的规模(Gottesfeld 和 Cherry, 2011),氢能和潮汐能开发利用亦取得长足进步。

二、印度新能源开发策略与特点

能源包括常规能源和新能源。常规能源通常是指煤炭、石油、天然气、水电等已被人类广泛利用的能源。新能源按照联合国的界定,是指可以通过新技术和新材料加以开发利用,不产生或很少产生污染,有利于生态良性循环的能源,主要指太阳能、风能、生物质能、地热能和海洋能以及由可再生能源衍生出来的生物燃料和氢燃烧所产生的能量(裴永刚, 2009),亦包括核聚变电能。印度是一个因经济快速发展而能源供应日趋紧张的国家,和中国一样,面临着能源结构优化问题的巨大压力(表2)。印度在维持经济发展、人民福祉提高与生态环境保护方面确实存在着平衡困境。政府一方面利用新技术提高传统能源利用率和降低消耗,另一方面也致力于发展更加高效、清洁和具有可持续利用前

表2 2010年BP统计的中印能源消费构成 单位:石油:百万吨,其他项:百万吨油当量

	石油	煤	天然气	核能	水电	总计
印度	148.5	245.8	46.7	3.8	24	468.9
中国	404.6	1537.4	79.8	15.9	139.3	2177

资料来源:根据 Palit(2012)整理得到

景的新能源。在新能源开发和利用方面,所运用的策略卓有成效并呈现出独特性。

1、确立太阳能利用目标,积极拓展太阳能光伏电产业

太阳能的利用一般包括光热转换和光电转换两种。尽管人类利用太阳能的历史非常久远,但其分散和单位面积含能低的特点,使其长时期内只是被简单地光热转换式利用。随着国际社会环保理念的高扬,减排共识的形成,太阳能安全、无污染与取之不竭的优势,使其开发利用的相关产业成为21世纪的朝阳产业,高端的太阳能光热利用和太阳能光伏电越来越受到重视,特别是太阳能光电转换技术成为各国的主要关切。尽管太阳能发电还存在成本高、转换效率低、稳定性差和存储困难等问题,但印度意识到太阳能产业的前景,在改进传统太阳能利用方式的同时,亦将发展太阳能光电技术与产业作为新世纪能源战略的重要任务之一。

印度位于世界上太阳能最丰富的地区之一,每年约有250—300天的光照日,每平方米领土每天可获得4—7千瓦时热能,印度拥有巨大的太阳能利用潜力。政府重视实施建筑项目的太阳能光热系统安装,但太阳能光伏发电技术系统(SPVES)是其最重要的关切之一。2008年6月30日,辛格总理宣布了印度的太阳能计划。政府举着“太阳之国印度(Solar India)”的大旗,启动了名为“国家太阳能使命(National Solar Mission)”的国家级行动计划,这项计划着眼于2050年太阳能光伏电产业。其宏远目标是,在2020年之前,使太阳能发电能力达到20000MW(兆瓦),在2030年和2050年之前,分别达到100000MW和200000MW。在2012年前,印度政府设定的光伏发电目标占印度电力需求的10%,为此超过19个光伏电池制造厂投入生产。另外,印度还迅速扩大太阳能照明系统及大型太阳能光伏发电厂。可是,在目前的技术和设备条件下,印度的太阳能光伏电成本较高,仍存在

人不敷出的问题。印度政府希望通过技术升级,在2020年前实现太阳能光伏电销售额与投入额持平,在2030年前实现太阳能光伏电成本低至煤炭火电成本的水平,在2050年时成为印度能源构成的基础并在与核电的竞争中胜出。印度计划在2022年之前,除了新增的太阳能热容器装备之外,还增加12GW(12000MW)的太阳能光伏发电设备,在农村增加2000万个太阳能灯及与之相匹配的铅酸蓄电池(LAB)(Gottesfeld和Cherry, 2011)。目前,印度的太阳能发电装机容量与所定阶段目标只差1000MW。太阳能电价已从2011年的每度0.35美元降至2012年的0.17美元,约有110万印度家庭已采用了太阳能照明系统。^④在印度,太阳能发电运用于不同领域,约105万个光伏电太阳能利用设备或电站已在运行。印度还安装了价值约82万卢比、总容量约29MW的其他太阳能光电照明系统,包括509894万盏太阳能灯、256673个家庭照明系统、47969万个街道照明系统和5000个太阳能光电水泵系统。印度亦制定了太阳能电池生产的优惠政策。^⑤在印度的广大农村,政府特别倡导太阳能灯项目,把开展这一社会福利项目美称为“照明十亿人运动”。配合这一项目,印度对太阳能电存储装备的发展亦十分重视,因为在远离发电站、又以太阳能光伏电或风电为主要电力来源的农村,电能存储装备发展十分关键。在可预见的将来LAB因其成本相对低廉和存储性能良好而成为主要的存储方式。同时,印度政府对本国太阳能发电相关产业实行保护,如2011年12月19日,印度对中国太阳能电池板的反倾销调查就是明证。

2、发掘风电潜力,争做风电世界强国

风能是分布广泛、取之不竭和干净廉价的能源,印度很早就掌握了利用风能的技术,但风电业的大规模发展则是印度独立以后的事业。印度具备发展风电的良好条件:陆地三面环海,大部分地区处于热带季风活动范围,风力资源

非常丰富,潜在风电产能达45000MW。早在20世纪80年代初,印度就启动了风电项目,在20世纪90年代初,由于看到风电利用经济前景的私人资本的大量介入,以及印度政府免税、贷款支持等优惠政策扶持,印度的风能利用特别是风电业得到长足发展,尤其是在1994年至1996年间获得快速发展。此三年期间,印度的风电装机容量分别为235.535、382.113、169.032MW,分别是这一时期其他年份(1999年除外,这一年印度的风电装机容量亦达到143MW)的约3至5倍。经过长期的技术和经验积累,其风电利用技术比较先进,装机容量也较大。90年代中期时,印度风电新机组安装量超过了原计划500MW的2倍以上。到2000年9月,印度的风电总装机容量已达到1219.735MW。某些邦,如泰米尔纳杜邦等更是成绩斐然,一个邦的风电装机容量就达784.55MW(图2)。

近年来,印度政府又出台了一系列鼓励风电发展的举措:如风电销售的前五年免税;建立风电创业园;为私人投资提供各种优惠服务;通过建立风电技术中心加快风电技术的转让;十种风电设备专用部件进口免关税;免去风机整机制造25%税的特殊税收政策等。另外,为了支持农村风能利用,还制定了专门的优惠政策和发展策略。比如,降低甚至免除风电开发者的设备进口税和第一年使用的税费等;建立了风电发展指导机构;建立联合开发的“风能工业园”,

让私人、联邦政府、联邦能源部、各地能源局联合为私人投资者提供风机安装和维修、土地租赁、项目开发、电力并网和安全运营等的费用(龙泽强,1995)。这样的联合体已在中央邦、泰米尔纳杜邦和卡纳塔克邦等成立和试运行。印度实施的这些措施不仅减少了风电发电场的建设周期,还大大节约了成本。

在这些政策促动下,印度风电事业进入了快速发展期。2005年印度风电装机量为4430MW,位居亚洲第一;2006年超过传统风电强国丹麦,跃居世界第四位,达到6270MW;到2008年,印度的风电装机容量已达9587MW(图3),年增长率为22.1%,是仅次于美国、德国、西班牙和中国的世界第五大风力发电国(Dwivedi, 2011)。2009年印度风能发电增加了1270MW。^⑥印度最大私营电力企业塔塔电力公司计划到2017年前投资28.8亿美元,形成2000MW风电能力和250MW太阳能发电能力,从而使绿色能源占到其发电总量的25%。^⑦另外,印度还在风能抽水项目、风电充贮器项目发展方面迈出了较大步伐。印度风电在亚洲处于领先地位,成本已能与常规能源发电相竞争。印度风能专家认为,印度可开发利用的风能资源至少为20000MW。印度政府已制定出风能利用和风电商品化计划,出台了风能开发优惠政策,印度风电发展前景广阔。

3、聚焦核聚变发电技术,拓展核能技术国

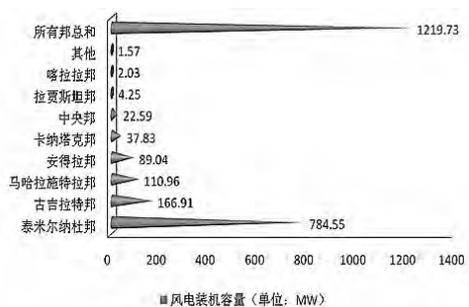


图2 1991—2000年印度风电装机容量

资料来源:根据 Jagadeesh (2001) 和 Dwivedi (2011) 整理得到

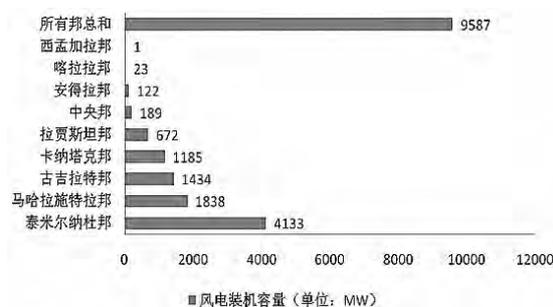


图3 2008年印度风电装机容量

际合作

出于对石油、天然气等传统资源枯竭的担忧及环境安全考量,以及以风能、太阳能为主的再生新能源效率不高、发展成本高昂与电能贮存技术瓶颈的近期考虑,目前,核能仍是唯一高效、清洁并能大规模稳定供应和相对具有成本优势的能源供应途径,尤其是核电供应方面。目前,世界上约有437座正在运行中的核电反应堆,还有大量正在兴建的核反应堆。就核能商用的历史来看,较大的事故只有3起,分别是苏联的切尔诺贝利核电站、美国的三里岛核电站、日本的福岛核电站,核能尤其是核电利用还是相对安全的。关键是,这些事故进一步增强了人们对核能利用安全的关注,促使科学家和管理人员优化技术与管理,使核能为人类经济社会发展和民众福祉提高发挥更大作用。尤其是国际原子能机构(IAEA)倡导的“核反应堆和核燃料循环系统国际创新项目(INPRO)”,已通过国际合作,在核电发展目标、设备质量要求和安全标准等方面达成共识,以国际技术合作的方式尽量减少事故隐患,核反应堆中心熔化事故在新设计中已避免。只要国际通力合作,技术分享,核电大事故率为零完全可能。

印度的核电项目早在20世纪50年代初就由巴巴博士提出设想,经过长期努力,印度的核电技术已比较先进,商用核能与核电技术能力已跨越技术瓶颈达到国际先进水平。在印度,核电是仅次于传统矿产资源发电、水电和可再生能源发电的第四大主要电力来源。目前,印度运行中的20多座核反应堆多数是自主研发的重水反应堆,另有300MW的重水反应堆项目已完成设计,建成后能提供更加安全的核电供应。印度特别注意吸取福岛核电站事故的教训,已组织专家调查团从地壳稳定程度、生态环境、技术稳定性等诸多方面评估核电项目的安全性,并形成较系统全面的调查报告(Joshi等,2013)。尤其是在加压重水反应堆(PHWR)方面,因为技术成

熟和稳定,主要运用于印度的商电发展。第一组16个PHWR的核电产能为220MW,并可放大升级至540MW。印度已投入使用的2座540MW的核反应堆都正常运行,而且具有极高的安全性,成为印度核电事业的典范。另外,印度是一个铀矿藏不足而钍储量几乎占世界1/3的国家,印度正在积极发展钍燃料运用技术。印度制定了三级核能核电发展计划,重水反应堆技术是第一级,从目前的成效看非常成功,为第二、三级核电发展创造了良好条件。

核聚变属于高技术、高成本和高风险的能源项目,但其巨大的能源生产潜力和不排放大量烟尘、二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物,不造成“温室效应”的优越性激励着印度政府重视核聚变技术及其发电产业发展。许多印度政治家和社会人士从保障印度能源安全和能源独立性的角度倡议和支持政府的核能发展计划。核电,尤其是亚临界系统(ADSS)具有十分广阔的前景,在技术可行性、安全性、能源潜力等诸多方面能解决印度人多能源紧张的现实问题。“南亚地区能源合作与发展倡议”的发起者沙宾德拉·辛格博士就指出:“核能为印度的能源独立提供了一个非常好的方法。”^⑧辛格总理也强调,印度的民用核项目能使印度在可持续发展的基础上实现能源独立。从1948年成立原子能委员会,1954年组建原子能部,在20世纪50年代中期建成亚洲第一座实验性核反应堆并于1974年成功引爆核装置,印度的核能发展计划从未中断。截止到2006年,印度已拥有22座核电站(包括在建的7座),3900MW装机容量,占整个电力供应的3.1%(时宏远,2011)。另据印度国有核电有限公司(NPCIL)消息,2013—2014年度,印度有4730MW的核电装机容量,发电量达到35333千兆瓦时,可见印度核电项目发展不慢。

由于核聚变属于新能源技术,具有十分巨大的能源和市场前景,印度是仅次于中国的世界第二大核聚变研究发展中国家。印度政府认

为核聚变将成为满足其未来电力需求激增的清洁能源,批准了参与建造先进核聚变反应堆的计划,并将向国际热核实验堆(ITER)工程项目提供6.2亿美元的支持寻找合作机会,同时与世界核技术强国美国签署民用核能使用协议,获取核燃料和核技术。随着2007年印度加入ITER计划,印度核聚变技术与能力实现了跨越式提升。印度计划在今后几年投资建成10座大型核电站,2020年前核电装机容量达到20000MW,核电比重达到7%—10%。印度的核能力目前已排在世界第九位,核电发展潜力巨大,而且相关技术比较先进。

4、重视生物能“技术门槛低”项目,发挥其社会正效应

生物能燃料固态、液态和气态间方便转化的特性,以及兼备常规矿产能源和新能源属性的特点使其应用十分广泛,主要包括燃料乙醇、生物柴油、生物沼气、生物丁醇、生物发电等。印度发展生物质能源具有良好的条件:包括6390万公顷不适宜农作物生长的荒地,其中高原山地占19.4%,退化林地占14.1%,退化耕地占26.6%;其他不适宜农作物生长的如冰川、贫瘠的荒地、内陆沙漠、海岸、沟壑地、沼泽以及由于人类活动后遗弃的土地如轮垦地、废弃的矿山地和退化的草地等(杨翠柏,2008),这些都可为印度生物能源的开发创造条件。

印度大约70%的人口居住在农村,印度的经济和社会发展不考虑其农村发展是不可能的。为了促进农村发展,现代的电力和能源供应必不可少,因为持续和廉价的能源供应对减贫、提升公共健康和生活水平,促进经济社会快速发展意义深远。可是,印度面临着巨大的农村能源供给挑战。尽管印度政府自独立以来一直倡导发展农村电力,直到今天,近3亿的农村人口还没有实现安全稳定的供电,远低于世界平均水平。8.36亿的农村人口没有现代化的烹饪用能源供给系统,主要采用燃烧木材等传统供热方式

获得烹饪用能源,不仅污染环境还对妇女、儿童等人群的健康造成巨大威胁(Palit等,2013)。为此,印度早在20世纪60年代就开始在农村使用沼气,但直到80年代,即第六个“五年计划”期间才开始了农村沼气项目的大规模开发工作。印度“新能源和可再生能源部”(MNRE)为农村沼气项目提供主要财政支持,用于建设沼气厂、相关技术人员培训等。该项目已成为印度可再生能源项目的基石,也是印度政府资助额最大的一个项目,不仅为农村烹饪提供了清洁和高效的能源,也支持了印度国家能源建设计划(Hemaiswarya等,2012)。

2004年开始, MNRE发起了“村庄能源安全项目”(VESP)活动,尽管2012年以后,由于面临各种挑战没能持续大规模进行,但沼气利用、生物油开发、生物发电等项目的开展,对印度农村的新能源开发还是起到了很大的促进作用。近10年中,印度已经安装了约250万个以户为单位的沼气生产厂,这些沼气厂每年产生的热能约相当于燃烧1000万吨的木材,同时每年还生产了大约5000万吨的浓缩有机肥。另外,公共厕所沼气复合使用系统已使部分边缘城市2000万人受益(徐向阳,2010)。印度各级政府不断提供财政资助或其他激励措施促进生物能利用项目的开展,尤其像沼气这样的低技术门槛和低投资项目。印度利用清洁发展机制(CDM)开发的生物质能源项目大约占印度全部注册生物质项目的1/3左右,对实现能源供应多元化和农村脱贫十分有益。另外,生物制氢、生物发电,生物柴油、生物乙醇、生物燃料等都是农村有十分良好发展前景的能源生产方式,技术也逐渐成熟。尽管在农村推广这些能源存在经费难题,但为印度清洁与可再生能源发展方向之一。

5、跟进氢能利用技术革新步伐,致力发展“氢能经济”

氢由于燃烧值高、不污染环境、资源丰富、受限因素少等,将成为21世纪最具优越性的新

能源,而且因“零碳”而从市场中脱颖而出。加之作为燃料的氢能与现有能源系统易兼容、可储存、与电力互补性强等特点,发达国家的氢能发展不再单纯停留在普通利用上,已产生了“氢能经济”新理念,即除了发展氢燃料和氢电之外,还可成就拥有广大商机的“绿色产业”。印度亦从“氢能经济”的角度开发氢能,2003年就加入了“国际氢能经济合作组织”,以推动其氢能利用研究和产业化进展,印度高质量的氢燃料电池和镍氢电池是最大成果。在印度政府部门大力资助下,印度氢燃料电池技术的许多方面甚至达到了世界先进或领先水平,已成为其氢电充分开发利用的基础和平台,围绕氢能产业的设备制造业亦有不少进展。

总之,在新能源领域,无论是印度政府还是民间都寄予厚望,印度已是推进世界最大新能源项目的国家之一。为了实现其新能源利用特别是新能源发电产业化目标,印度已拟订了相关方案,并进行积极和大量的投资和建设。目前,印度已是世界第二大沼气利用国、第五大风能和光伏电生产国。印度新能源的发展后劲十足,随着新能源设备的不断安装及生产能力的提高,可再生能源(除去大型水电)已占到印度能源供给量的6%强,并在进一步的快速发展过程中。但是,印度的新能源利用才刚刚开始,整体还不发达,新能源在其能源需求总量中的贡献率还比较小,印度实现能源消费结构“绿色化”目标仍任重道远。

三、对中国的启示

对中国来说,经济持续快速增长及庞大的人口数量导致的能源供给压力,以及近年来环境保护诉求骤升的影响,中国政府对传统化石能源的使用提出了提高利用效率和降低减排量的严格要求,限制煤等污染严重能源的大量使用和鼓励使用清洁与可再生新能源成为大势所

趋,并将受到政府和社会各界的认同与强力支持。中国政府已提出,到2020年时,可再生能源的供给量要达到整个新能源供给量15%的目标,尤其是在没有能源稳定供给的农村地区。中国2/3以上的领土年日照时数超过2200小时,还有大量扩展风电的区域,加之生物能、核能、氢能等,新能源开发的潜力巨大。而且,新能源开发利用将再次引发“能源革命”和以创新能力为核心的综合国力竞争,决定着一国未来的世界地位,甚至对国际经济政治格局产生明显影响,因此备受各国政府关注。中国和印度的国情、发展目标、能源问题及发展战略与政策相近,目前的努力方向亦存在交集。因此,探究印度新能源开发策略及特点,对中国来说具有较高的借鉴意义。

首先,中国需成立专设的高级别的新能源管理部门。从传统能源供给为主向新能源供给为主转变会面临较高的转型成本和发展风险,靠企业和社会自发自愿推进不现实也不牢靠,必须要发挥政府的引介和推动作用,印度的经验说明了这点。早于1981年印度就设立了“其他形式能源委员会”(CASE);1982年正式成立“非传统能源部”(DNES);1992年成立了世界唯一的政府部门级别的“国家非常规能源部”(MNES),另外还有一个专门进行融资的“印度可再生能源发展机构”(IREDA)。2004年,印度计划委员会成立了研究综合能源政策的专家委员会,2006年完成了综合能源政策报告的最终稿,同年成立了“新能源和可再生能源部”(MNRE),全面负责新能源领域内的所有事务,涵盖制定与执行政策、组织和协调研发项目、国际交流合作等。中国能源问题出现较印度晚些,相应的能源管理机构建设明显不足。相较印度,中国的新能源管理部门隶属于国家发展改革委成立的能源局,任务协调归属国家能源委员会,这样的运行机制显然使能源局在管理包括新能源在内的能源项目中加大了运行成本和降低了

运作效率,不利于对能源事宜担负起切实的管理责任,也不利于能源开发利用的综合协调。如中国氢燃料电池技术的开发研究大都采用科技项目的方式,由相关的研究机构具体执行,缺乏全国范围的协调和统一管理,容易形成各自为政、分散和重复研究的局面。从印度新能源管理机构看,印度的新能源部是一个综合管理部门,负责新能源的所有事务并有效地发挥协调、统筹和全面规划的作用。因此,我们应借鉴印度的经验,成立国家级的新能源专门管理机构,整合、协调全国新能源技术的开发研究,实现资源配置的最优化和效益的最大化,提升中国新能源技术开发研究和产业化的整体水平。

其次,中国需构建立体有效的新能源开发扶持政策体系。新能源开发是一个具有战略导向的高技术产业,应有一个长远、能操作的规划而非分散的短期安排。况且,目前的新能源开发和使用成本高于常规能源,政策支持对其发展和市场化至关重要,印度政府深谙此理。印度政府新能源政策的主要内容包括:确立新能源发展战略目标、完善新能源补贴政策 and 激励制度、设立专门的新能源管理部门、加大新能源科技投入、开展新能源国际合作。并在以下方面展开积极工作:为新能源科技的研究、开发及论证提供预算支持;为新能源机构提供资金便利;通过财政刺激和免税措施等促进国内私营投资和国际金融投资;促进新能源企业和常规能源企业的市场竞争。如在补贴政策上,增加新能源生产能力的补贴为1美元/瓦,潜在补贴为0.07美元/瓦;接近商业化和有明确时间进度表的新能源技术开发由国家投资支持。印度的新能源政策是对各个环节进行全面规划、实施并推广,包括融资、科研、激励、监督和评估等,而且具有规范化、持续性、灵活性等特点,从而能为整体发展提供一个可操作的结构框架,并在其价格激励、财政补贴、税收政策、信贷扶持、投资融资、进出口贸易等方面形成系统化政策扶持体系。中国

政府也拟定了新能源中长期发展规划,但在发展新能源的配套政策措施方面存在明显不足,如在投资融资、技术标准、对外贸易、政府采购、税收激励、人才培养、管理咨询等方面的配套措施不够完善;关于新能源操作层面的措施并不配套,如光伏发电的上网电价补贴细则有待细化等,这些无疑会减弱新能源开发者的热情(裴永刚,2009)。因此,目前中国不能将新能源的开发和利用从赢利标准经营,要按微利或战略行业经营,加大科研、推广和经营的政策扶持,理顺政、企、社三者间的关系与责任,在相互借力中实现商业化和规模化发展目标。

第三,中国需加强新能源技术开发的国际合作。新能源开发利用属高新技术,各国协同努力才会发展更快;新能源也是人类共有利益追求,合作才会共赢。因此,广泛开展国际合作与交流既可节约国家投资,又能较快地取得国际先进技术成果和管理经验。印度在新能源技术开发方面特别重视国际合作,如印度与欧盟建立了新能源战略合作伙伴关系;印度、巴西与南非合作进行生物质燃料的开发应用研究;印度与美国合作建设第一个研制、测试可再生能源设备的金奈经济特区;印度与以色列的合作涉及多项新能源技术研发领域。特别是印度借助新能源清洁发展机制(即CDM,是唯一涉及发展中国家的“灵活机制”,也是实现低碳经济和能源可持续发展的重要经济手段,是发展中国家与发达国家合作共赢的一种机制)获得了新能源利用的先进技术和设备,不仅激活了国内新能源设备市场,也加速了国际新能源技术交流。而且印度CDM项目更多是从能源多元化安全供应、提高民众福祉和中小企业技术创新能力的角度出发,尝试在全球范围内开展新能源技术交流与合作。中国的新能源开发已意识到国际合作的重要性,但合作广度和力度还欠缺,且开发者过多地关注于经济效益,这种功利性战略和政策选择,严重制约了中国与新能源技术先

进国家的合作。CDM项目的实施有助于中国吸收额外的资金、促进技术转让,促进新能源产业发展。因此,中国应充分利用好CDM等新能源国际合作机制,真正促进新能源技术和产业的发展。

第四,中国需完善新能源开发与产业化发展的立法。印度把发展新能源作为实现可持续发展的重要选择加以重视,通过加强立法,出台相关强制性的法律法规,或指导性的政策消除新能源开发政策推行中的障碍,特别是激励和规范非政府组织和私人团体投资和开发新能源的法律法规,对印度新能源技术和产业的发展功不可没。中国修订了《可再生能源法》后,新能源技术和产业发展得到很大促进,但许多法律规定还未真正落实,需要相关法律法规配套。另外,印度有关规范民营企业开发新能源的立法经验值得中国学习与借鉴。

最后,要注意相关贮电设备的回收和再利用工作。新能源利用的最大问题不仅仅是转换效率问题,还关涉到十分重要的能量贮存特别是电能贮存技术。十八大召开以来,环保问题日益受到中国政府和民众的关注,环境保护相关立法更加严格和成熟。特别是在贮存电能方面目前采用的LAB方式,不仅存在基本原料开采和加工阶段受严格环保立法约束难以大规模展开的掣肘,中国和印度一样,还存在LAB制造原材料获取困难和提高冶炼加工技术的瓶颈。同时,LAB废旧设备因数量庞大又存在严重的污染隐患,回收、再利用和无害处理问题日显迫切。促进LAB电池回收再利用相关产业的发展,也是促进新能源产业可持续发展的重要举措之一。

中国提出了“生态中国”、“美丽中国”的要求,就要着力推进绿色发展、循环发展和低碳发展,形成节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生产方式、生活方式等,为民众创造良好的生产生活环境。中国能源发展应沿着减小化

石能源份额、增大新能源份额、建立能源可持续发展体系的路径前行,在这一过程中,要采取长期、持续、稳定的政策措施,有步骤、分阶段地大力发展具有规模效应的新能源产业。中国应本着平等、互利、互惠的原则开展新能源领域的对外交往,增进新能源技术、管理和研发人才的交流,扩大新能源设备贸易,推动更多新能源项目的投资合作,促进世界各国新能源的共同发展,特别是中印之间新能源领域的合作意义更加深远。尽管新能源开发利用受一国相关技术进步、开发成本、国家法律和政策、传统化石资源价格及利用效率、能源使用国际标准等因素的影响,其发展之路并非坦途或充满挑战。但是,随着人类科学技术的进步,特别是电能转化和贮存技术的进步,如生物电利用和锂电池的出现,加之新能源的环保与可持续优势,新能源仍会成为各国能源供给的战略选择。关键是,以可再生能源为主的新能源的运用,可以大大降低对煤炭、石油和天然气等资源的过分依赖,不仅节省外汇和保护环境,还会促进国家经济与社会的良性发展。因此,尽管新能源利用还处于初期发展阶段,但中国应在相关技术与产业发展方面,既要有良好的政策引导,充分市场竞争,又要有社会和民众积极支持,政府与民间协同创新,国内与国际密切合作,共同为新能源的发展营造最佳发展环境,为中国新能源产业在国际上占有一席之地未雨绸缪。

注释:

① Dwivedi, R.M., *Energy Sources And Policies In India*, New Delhi: New Century Publications, 2011, Preface, PP.10.

② 《印度有可能成为天然气净进口国》, <http://www.chinapipe.net/national/2013/18133.html>。

③ 《环境难题绊住印度发展》, http://news.xinhuanet.com/world/2007-12/02/content_7183437_1.htm。

④ 《印度积极推动太阳能发电》,《建材发展导

向》2012年第3期,第68页。

⑤《2012年印度新德里新能源展》, <http://www.vooc.com/exhibition/85734.html>。

⑥《2009年全球风能发电增长31%》,《水力发电》2010年第3期,第30页。

⑦《印度企业开拓能源业务点评》, <http://www.chinairn.com/doc/70290/548083.html>。

⑧ Temple, D., The Iran-Pakistan-India pipeline: The intersection of energy and politics, Institute For Peace And Conflict Studies, New Delhi, April 2007, PP.14-15.

参考文献:

①陈利君等:《中印能源合作战略与对策研究》,中国社会科学出版社2011年版。

②亢升:《印度博弈非洲石油业市场份额对中国的影响与对策分析》,《宏观经济研究》2013年第5期。

③龙泽强:《印度的风能开发》,《太阳能》1995年第4期。

④裴永刚:《印度新能源政策及其评析》,《国土资源情报》2009年第9期。

⑤时宏远:《试析印度的能源政策》,《国际论坛》2011年第1期。

⑥徐向阳:《能源供应安全视角下中印生物质能源利用的比较》,《自然资源学报》2010年第10期。

⑦杨翠柏:《印度能源政策分析》,《南亚研究》2008年第2期。

⑧《印度积极推动太阳能发电》,《建材发展导向》2012年第3期。

⑨Bhardwaj, S.A., Indian nuclear power programme - Past, present and future. Indian Academy Of Sciences, Vol.38, Part 5, 2013.

⑩Dubey, A., Trends In Indo-African Relations. New Delhi: Manas Publications, 2010.

⑪Dwivedi, R.M., Energy Sources And Policies In India. New Delhi: New Century Publications, 2011.

⑫Gottesfeld, P. and Cherry, C.R., Lead emissions from solar photovoltaic energy in China and India. Energy Policy, Vol.39, No.9, 2011.

⑬Government Of India Ministry Of New And Renewable Energy, Test Projects On Village Energy Security. Government Of India Planning Commission, New Delhi, April 2008.

⑭Government Of India Planning Commission, Integrated energy policy: Report of the expert committee. Government Of India Planning Commission, New Delhi, August 2006.

⑮Hemaiswary, S., Raja, R., Carvalho, I.S., Ravikumar, R., Zambare, V. and Barh, D., An Indian scenario on renewable and sustainable energy, sources with emphasis on algae. Applied Microbiology And Biotechnology, Vol.96, No.5, 2012.

⑯Joshi, J.B., Nayak, K., Singhal, M. and Mukhopadhyaya, D., Core safety of Indian nuclear power plants (NPPs) under extreme conditions. Sādhanā, Vol.38, No.5, 2013.

⑰Mabel, M.C. and Fernandez, E., Growth and future trends of wind energy in India. Renewable And Sustainable Energy Reviews, Vol.12, No.6, 2008.

⑱Palit, A., China-India Economics: Challenges, Competition And Collaboration. London And New York: Routledge, 2012

⑲Palit, D., Sovacool, B.K., Cooper, C., Zoppo, D., Eidsness, J., Crafton, M., Johnson, K. and Clarke, S., The trials and tribulations of the Village Energy Security Programmer(VESP) in India. Energy Policy, Vol.57, No.C, 2013.

⑳Scott, D.(Ed.), Handbook Of India's International Relations. London And New York: Routledge, 2011.

㉑Sharma, A., Srivastava, J., Kar, S.K. and Kumar, A., Wind energy status in India: A short review. Renewable And Sustainable Energy Reviews, Vol.16, No.2, 2012.

② Temple, D., The Iran-Pakistan-India pipeline: The intersection of energy and politics. Institute For Peace And Conflict Studies, New Delhi, April 2007.

③ Ummadisingu, A. and Soni, M.S., Concentrating solar power - Technology, potential and policy in India. Renewable And Sustainable Energy Reviews,

Vol.15, No.9, 2011.

(作者单位:华南理工大学新岭南文化中心研究基地)

责任编辑 徐敬东

(上接第133页)等方面都产生了不同程度的影响,旅游业发展已经成为推动我国社会变迁进程的重要力量。

五、结束语

旅游业已经成为我国国民经济的支柱产业以及各地区实现经济发展的重要支撑,经过多年的发展,旅游业对我国地方社会正在产生深远的影响。国内外对地方社会变迁的定量研究尚不多见,对于旅游业发展对社会变迁影响的定量研究则更是尚付阙如。随着当代社会的变迁问题越来越受到研究者的重视,旅游对社会变迁影响的定量化研究也是摆在我们面前亟待展开的一个研究课题。本文在系统总结已有文献研究结论的基础上提取出了相应的评价指标,结合专家咨询意见对指标进行了筛选,采用层次分析法根据专家打分对各指标赋予了权重,构建起了旅游业发展对社会变迁影响的评价指标体系。指标体系由经济变迁、人口变迁和社会文化变迁三个准则层构成,下设七个要素层即经济总量、经济结构、经济效益、人口社会情况、人口流动、文化影响和社会影响以及26个指标层,最后采用这一评价标准对我国旅游业发展对社会变迁的影响进行了分析,结果表明旅游业发展对我国经济变迁、社会文化变迁和人口变迁尤其是经济变迁产生了重要影响。

构建科学而系统的评价指标体系并对其进行验证值得进一步探讨和分析,文中对这一问

题进行了尝试性的初步探讨,还存在一定的不足之处,比如有些指标的量化标准需进一步探索,如何区分旅游业发展对社会变迁影响的量化指标和非旅游业发展背景下整个社会大变迁的量化指标等。只有这些问题都能得到很好地解决后,才能有助于构建出更加完善、科学和准确的评价指标体系。旅游业发展对区域社会变迁产生的具体影响和评价,也将会成为学者们未来研究的一个重要领域。

参考文献:

①刘利宁:《智慧旅游评价指标体系研究》,《科技管理研究》2013年第6期。

②刘振礼:《旅游对接地的社会影响及对策》,《旅游学刊》1992年第3期。

③吴晓山:《低碳旅游发展评价指标体系的构建》,《统计与决策》2011年第13期。

④张广海、高乐华:《旅游目的地文化变迁量化评价方法及实证研究》,《旅游科学》2008年第4期。

⑤张继涛:《乡村旅游社区的社会变迁》,华中师范大学博士学位论文,2009年。

⑥Coyle, G., Practical Strategy. London: Pearson Education Limited, 2004.

(作者单位:华侨大学旅游学院、浙江海洋学院经济与管理学院)

责任编辑 希雨