

# 南非清洁能源发展最新进展及启示

张维冲, 孟浩, 李维波

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

**摘要:** 南非作为金砖五国之一, 其清洁能源发展在全球气候变化中具有重要的影响力。随着 2015 年 12 月中非全面合作伙伴关系的建立, 中国与南非将在风能、太阳能、核能等新能源领域具有广阔的合作发展空间。本文在分析南非清洁能源概况的基础上, 系统总结了南非清洁能源战略规划、政策进展以及重要经验, 结合我国实际提出了南非对我国新能源发展的启示。

**关键词:** 南非; 清洁能源; 低碳发展战略

**中图分类号:** X382.47 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2016.11.003

“彩虹之国”南非矿产资源丰富, 深井采矿等技术居于世界领先地位。南非属于中等收入的发展中国家, 经济在非洲众多国家中领先, 近些年的发展更是令人瞩目<sup>[1]</sup>。2010 年, 南非加入“金砖国家”(BRICS), 2015 年作为“创新使命”倡议发起国, 显示了其重要的国际地位和影响力。今年是中国与南非建交 18 周年, 双方经贸合作呈现跨越式发展。南非积极响应中国“21 世纪海上丝绸之路”的倡议, 2015 年中非新型战略伙伴关系又提升为全面战略合作伙伴关系, 中国和南非能源领域合作呈现新的广阔空间。

由中国、印度、巴西和南非组成的“基础四国”, 在应对气候变化和经济发展的格局中, 同发达国家据理力争, 是发展中国家共同利益的代表者, 发挥着重要的影响力和作用。全面了解南非的低碳发展路径和经济状况, 对于中、南两国加强清洁能源合作和深入发展具有重要的参考意义, 同时可为我国低碳经济的发展提供借鉴。

## 1 南非能源现状

### 1.1 资源能源现状

根据 BP 清洁能源 2016 年统计报告, 南非的石油和天然气探明储量很少, 而煤炭资源比较丰富, 2015 年底探明储量为 301.56 亿吨, 占世界总量的 3.4%, 储产比<sup>①</sup>为 120 年。

从电力来源结构看, 根据南非 2010—2014 年度电力来源的平均值, 得到南非近五年的电力能源分布, 如图 1 所示。其中煤炭所占比例高达 92.79%, 而太阳能、核能、风能、水能等低碳能源总和仅为 7.21%。随着近几年新能源技术和基础设施的不断推进, 清洁能源比例正在慢慢增长, 但在南非的整体能源结构中显得微不足道, 煤炭仍然是南非发电的最主要来源。在诸多能源中, 煤炭属于高碳能源, 南非大量使用煤炭发电, 无疑会大大增加碳减排压力。

《非洲发展报告 2015》<sup>[2]</sup>指出, 目前在非洲有近 6 亿人口处于无电可用的状态。南非的电力供应能力

第一作者简介: 张维冲 (1991—), 男, 在读研究生, 主要研究方向为科技政策与管理。

收稿日期: 2016-10-27

① 储产比, 即储量/产量比率, 是指用任何一年年底所剩余的储量除以该年度的产量, 所得出的计算结果表明如果产量继续保持在该年度的水平, 这些剩余储量可供开采的年限。

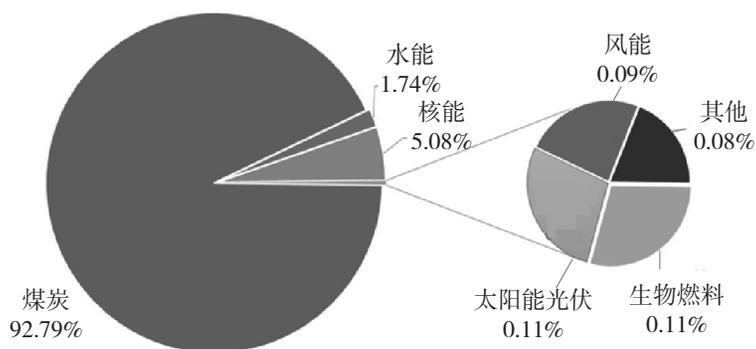


图1 2010—2014年南非电力来源分布

数据来源: 国际能源机构

占到整个非洲的60%，是非洲第一电力大国。然而近年来，由于电力基础设施薄弱、电缆盗窃、系统维护积压等原因，南非电力供应问题频现，发电量常常不足，主要大城市均出现大量拉闸限电情况<sup>[3]</sup>。

### 1.2 能源生产现状

2015年南非石油炼厂产量（常压蒸馏能力）为407千桶/日，占世界总量的0.5%；炼厂产能为520千桶/日，占世界总量的0.5%，这也接近南非近10年的平均水平。煤炭产量142.9百万吨油当量（Mtoe），占世界总产量的3.7%。

除常规能源外，南非清洁能源生产主要有风能、核能和太阳能。

#### (1) 风能

根据南非官方数据，直到2012年，南非的风电装机容量还仅为10MW，但此后逐年增长，2013年为30MW，2014年为606MW，到2015年达到483MW。另据国际能源机构的数据，南非风电累计装机容量如图2所示。未来4年，南非计划新增风电装机容量3000MW，到2020年累计装机容量实现5600MW。

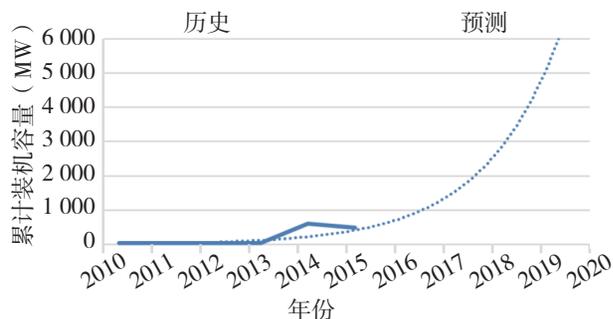


图2 南非风电累计装机容量

数据来源: 国际能源机构

#### (2) 核能

在非洲国家中，南非可以说是发展核电的“先锋”，是非洲唯一拥有核能发电能力的国家。南非共建有两个核反应堆用于发电：1984年建成“KOEBERG-1”，1985年建成“KOEBERG-2”，地点都在开普省Duynefontein，装机容量均在970MW左右。2015年南非核电总产能10965.14GWh，占该国电力总产能的4.73%。

在南非政府的总规划下，南非到2030年前要将其核电装机容量提升到9.6GW。为此，南非斥巨资800亿美元进行6~8个核电厂项目的招标，吸引了全球诸多核电企业，包括美国、俄罗斯、法国、韩国等多国的核电巨头公司，中国的国家电力投资集团与中广核集团也已联手参加竞标。

#### (3) 太阳能

南非太阳能发展起步较晚，2011年才开始实现太阳能供电，此后连年大幅度增长，如图3所示。其中多数是太阳能光伏发电，少数有集中式太阳能发电。2016年南非西开普省乔治太阳能机场正式启用。这是目前非洲首个、也是全球第二个真正依靠太阳能供电的机场。目前初期装机容量已经达到750MW，能够满足机场部分日常用电需要。不少太阳能跨国公司认为，南非市场极具发展潜力，前景广阔。

### 1.3 能源消费现状

2015年南非石油消费量为6.49亿吨，占世界石油消费总量的0.7%。天然气（不包括转化成油的天然气，但是包括煤制气和气制油过程中所损耗的天然气）消费量为50亿立方米，占世界消费总量的0.1%。南非天然气主要依赖从非洲其他国家进口，

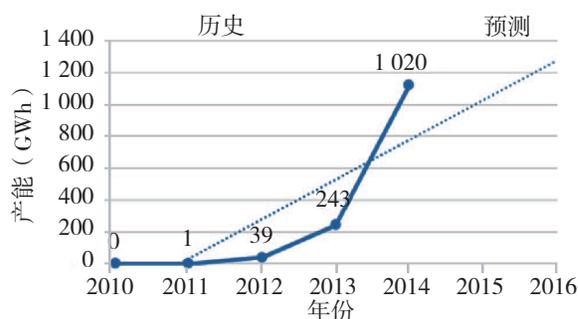


图3 南非太阳能发电产能

数据来源：国际能源机构

2015年南非管道天然气进口40亿立方米，液化天然气贸易很少。煤炭消费量为85.0Mtoe，占世界煤炭消费总量的2.2%。一次能源消费量124.2Mtoe，占世界总消费量的0.9%。清洁能源中，水电消费只有0.2Mtoe，包括风能、地热、太阳能、生物质能和垃圾发电在内的可再生能源消费1.0Mtoe，占世界总消费量的0.3%。核能消费量约3.0Mtoe。

#### 1.4 清洁能源现状

整体上看，南非能源结构中，煤炭占主导地位，近几年来清洁能源方兴未艾。核能、水能、光伏、生物燃料、风能用于发电还处于小规模阶段，对南非这样拥有约122万平方公里面积和5000余万人口的国家来说，还远远满足不了未来经济社会发展对低碳能源的巨大需求。而地热能、光热发电、潮汐能等其他新能源还未曾被开发利用。南非政府高度重视未来新能源发展，明确提出到2030年将新能源装机容量比重提升到21%<sup>[4]</sup>。过去五年，南非在清洁能源领域的投资累计超130亿美元，这使南非成为非洲领先的新能源投资市场<sup>[5]</sup>。在南非政府的部署与推动下，近两年风能、太阳能光伏新增装机容量明显增长：一方面通过吸收投资，改善承载力相对薄弱的输电网；另一方面通过竞拍，将大部分风能和太阳能项目分配给一些国内和国际领先的项目开发商。

## 2 低碳发展战略、计划及政策进展

南非近年来高度重视发展风能、太阳能、核能等新能源。综合南非政府官方网站的信息和国际科学技术发展报告的相关内容，归纳出2010—2015年南非清洁能源发展的战略、计划和政策进展，如

表1所示。

南非新能源近5年的发展规划主要可以归纳为以下几个方面：

(1) 积极出台新能源技术路线规划，目前已经发布核能、氢和燃料电池、生物燃料、太阳能技术、电动汽车技术路线图，并详细设定了发展目标、重点领域、关键技术及政策与相关细节。

(2) 各部委分工协作，统筹协调，由内阁决定最终实施方案。包括南非科技部、矿能部、环境旅游部、能源部、财政部在内的部委系统先后发布各类新能源战略规划草案，报内阁批准，保证了南非新能源发展路径的系统性、战略性和可操作性。

(3) 积极开展国际合作。通过参与国际低碳能源技术研究，学习发达国家先进知识和生产技术；通过绿色融资，开展与国际知名企业的合作，或直接引进新能源生产力。

(4) 重视同民间组织、企业家、社会各界的联系，充分调动人民积极性。通过宣传新能源、组织民调、开展高级会议等形式，使民众充分认识到发展低碳经济的必要性和新能源发展的前景，以获得广泛支持。

## 3 南非清洁能源发展经验

南非清洁能源发展虽然起步较晚，但作为后起之秀，发展方式值得关注和借鉴。

(1) 较为完善的顶层设计，强化组织管理与综合治理

南非的低碳经济和气候弹性社会发展很大程度上依赖于国家层面的宏观设计，部委体系综合联动，自上而下，统筹实施。可再生能源财政补贴、可再生能源保护价格和碳税的征收等<sup>[6]</sup>都是国家层面规划治理的范例。在应对全球气候变化问题上，南非也积极组织研讨，发布《应对全球变化十年研究计划》（草案），制定行动计划方案，参与发起二十国“创新使命”倡议，为全球温室气体治理做出贡献。

(2) 跟踪国际前沿发展动态，有针对性地开展研发与示范

科技创新是国家发展的内在动力，南非重视发展能源科技与可再生能源开发，积极同各国及国际组织合作，借鉴国外经验，增强国家能源技术竞争

表 1 2010—2015 年南非清洁能源发展的相关战略规划及关键行动

规划与关键行动	主要内容
2010 年	<p>《2010—2013 财年》战略规划 由科技部制定。重点支持具有地理优势的生物经济、氢与能源、全球变化科学等关键领域。</p> <p>内阁批准气候变化政策草案 以《绿皮书》形式向社会各界征求意见, 以《白皮书》形式发布实施。强调: (1) 在重点、行动与资源分配上, 平衡对待气候变化适应性与减排、强化科学与政策互动, 加强知识管理和传播, 为气候变化响应政策提供全面信息; (2) 在适应气候变化上, 政府干预的重点是与人民健康直接相关的水、农业和卫生等; (3) 减排重点在于, 温室气体排放应遵循高峰、平台和下降的长期减排曲线; (4) 减排干预的重点优先考虑就业、扶贫或者绿色增长。</p> <p>《综合资源规划 2010》草案 由能源部公布。勾勒未来 20 年南非电力供应与发展蓝图。规划到 2030 年南非电力供应组合为: 煤炭发电 48% (2010 年约为 90%), 核电 14% (2010 年约为 6%), 可再生能源 16%, 开式循环燃气轮机 9%, 抽水蓄能发电 6%, 中等指标的燃气发电 5%, 进口水利发电 2%。其中清洁与可再生能源电力将大幅提高。</p>
2011 年	<p>《国家可持续发展战略》和《国家增长计划》 由内阁批准发布。提出南非将采取一系列行动, 确保向“资源节约、低碳和创新就业”的绿色经济转变。其中, 以太阳能、风能、氢燃料电池等技术研发为代表, 激励可再生能源的可持续发展。</p> <p>《绿色经济协议》 政府协同企业家和民间组织联合签署, 为期 10 年。意在减少对资本密集型行业的依赖, 鼓励发展绿色经济。</p> <p>《国家应对气候变化政策白皮书》 由内阁批准发布。明确提出了应对气候变化的目标、原则和战略, 分析了适应气候变化重点领域所面临的挑战并提出相应对策。认为技术本地化和创新是国家气候变化政策和绿色经济的发动机, 政府需要资助相关机构进行研发。</p> <p>《碳税》政策草案 由财政部出台, 面向社会各界征求意见。采用的征税方法有两种: 对于化石燃料碳含量征收上游税; 对于使用化石燃料生产的物品征收下游税。2009 年 7 月, 南非对火力发电每度征收 2 南非兰特, 这是该国引入的首个碳税, 2010 年 9 月又对新上市的轿车和轻型商务车征收碳排放税, 在全球首征轻型商用车二氧化碳排放税。</p> <p>《综合资源规划 (电力) 2010》 由内阁批准发布。为未来 20 年电力发展勾勒蓝图。规划到 2030 年南非电力供应组合为: 煤炭发电 45.9% (2010 年约为 90%), 核电 12.7% (2010 年约为 6%), 可再生能源 21.0%, 开式循环燃气轮机 8.2%, 抽水蓄能发电 3.3%, 中等指标的燃气发电 2.6%, 进口水利发电 5.3%, 其他发电 1%。未来 20 年南非要新增核能 9 600 兆瓦, 风力发电 9 200 兆瓦, 太阳能光伏 (PV) 8 400 兆瓦, 聚光太阳能发电 (CSP) 1 200 兆瓦。</p>
	<p>绿色能源投资 高达 55 亿美元, 增长率居全球第一。</p>
2012 年	<p>广泛发展双边合作 南非清洁能源项目吸引各国企业投资: 勘探石油天然气 (美国); 逆变器生产 (荷兰); 开展光伏项目 (挪威); 建设风电厂 (印度); 发展风力发电 (丹麦); 建设光伏电站 (美国)。</p> <p>氢化工发展计划 财政支持重点向绿色能源倾斜, 充分发挥丰富的氟石储备和氟化工工艺及产品研发能力的优势。清洁能源和环保产业成为新的经济增长点。</p>

续表 1

	规划与关键行动	主要内容
2013 年	太阳能技术路线图	指导未来 5 ~ 10 年发展, 涉及集中式太阳能的开发和推广; 光伏技术; 太阳能加热和冷却技术; 节能减排研发, 分布式发电、扩展式独立发电和对国家电网供电以及对碳燃烧减轻依赖等方面。
	碳税征收政策安排	从 2015 年 1 月 1 日起, 将以每吨 120 南非兰特的标准, 对每家公司 40% 的碳排放征收碳税, 且征收比例将每年递增 10%, 直到 2020 年。政府承诺, 到 2020 年将二氧化碳排放量减少 34%, 到 2025 年减少 42%。
	制定电动汽车工业路线图	规定了《汽车生产与发展计划》框架下具体的电动汽车激励措施, 凡达到每年生产 5 000 辆电动汽车的汽车厂商, 可享受政府提供的 35% 投资现金返还。对购买电动汽车的消费者, 将采取个人所得税退税、减少增值税和车辆登记费等激励措施; 开展公众教育。
2014 年	国家气候变化监测与评估体系	由国家温室气体清单体系和国家应对气候变化监测与评估体系组成。气候变化监测与评估体系的主要目标是通过跟踪向低碳经济的转变和气候融资, 来跟踪南非向气候弹性社会 (Climate Resilient Society) 的转变。
2015 年	《南非气候变化 2015 年报告》	南非公布的第一份年度进展报告, 用 12 个板块报告了对气候变化和行动的监测结果。这些文件代表了气候变化检测和评估框架的主要输出, 叙述了环境事务部气候变化部门整理的过去几年的信息。
	预期适应结果监测系统 (DAO)	描述南非适应气候变化的动态状态。环境事务部正统筹监测国家的进展, 以完成预期结果。
	参与发起“创新使命”倡议	其主要内容包括: 参与国寻求五年内清洁能源研发的政府投资翻倍; 发挥私营部门在清洁能源投资上的引领作用; 采取透明、高效的方式实施“创新使命”; 共享各国的清洁能源研发活动的信息。

力<sup>[7]</sup>。南非依托特有的地理自然优势与本国国情, 偏重开发与矿产相关的能源技术, 比如开发以铂等国家富有资源为基础的燃料电池催化剂。

### (3) 充分利用金融手段发展当地能源经济

首先, 南非是目前国际公认的投资热土, 政府通过广泛吸引外资, 不断拉动当地工业发展。其次, 南非政府利用金融手段鼓励清洁能源发展。南非把“气候融资”(Climate Finance)定义为: 支撑国家向低碳和气候弹性经济过渡的所有金融资源<sup>[8]</sup>。南非政府一直在用一些金融办法支持国家的气候政策。虽然它们大多数对气候变化的适应和缓解只有间接影响, 但仍有许多量化的赠款对减缓气候变化有直接的影响。主要的公共气候财政拨款有直接的气候变化影响, 包括城市能源效率和需求侧管理补助、扩大公共工程项目补助、Eskom 公司的集成需求管理 (IDM) 补助、环境事务部对碳捕集和封存的资助。通过这些补助, 从 2009 年到 2013 年, 南非政府已经支付了 210 亿南非兰特 (约

合人民币 103.21 亿元)<sup>[9]</sup>。

### (4) 建立了系统的考评机制和清洁能源发展的长效机制

建立国家气候变化监测与评估体系、预期适应结果监测系统 (DAO) 等测评机制, 能有效跟踪南非低碳发展足迹, 预测未来发展路径, 使政策实施与战略规划更加清晰透明<sup>[9]</sup>。在联合国气候变化框架公约下, 南非到 2025 年温室气体排放水平限制在 614 兆吨二氧化碳, 2010 年其碳排放水平为 518 兆吨, 隐含的碳排放空间为 96 兆吨。许多计划和项目正在全国范围内实施, 其中包括大部分能源效率提升计划和项目。这些是缓解气候变化和建设气候快速恢复能力的良好发展基础, 是大规模战略性措施, 在国家层面具有重要意义。

### (5) 主动加强国际清洁能源合作

随着世界多极化发展, 发展中国家和新兴市场越来越成为不可阻挡的历史潮流。非洲也逐渐成为公认最具发展潜力和经济增长最快的大陆之一, 是

全球经济增长新的一极。南非越来越多地参与国际性事物, 积极参与各类能源合作。除积极主导参与非洲范围内的南部非洲发展共同体(SADC)和非洲发展新伙伴计划(NEPAD)等组织, 还广泛与德国、美国、日本等发达国家联系, 开展科技合作。

南非同中国之间的南南合作互补性强, 更是展现出了强大的生命力。过去 10 余年来, 中、南经贸合作呈现跨越式发展。国家统计局数据显示, 2013 年, 中、南经贸额达到创纪录的 651 亿美元, 中南各领域合作驶入“快车道”。南非是中国在非洲最大的贸易伙伴国, 中国也已成为南非第一大进口来源地、第一大出口市场和第一大贸易伙伴国。2015 年, 在中国、南非两国元首的见证下, 《中国国家电网公司与南非电力 Eskom 国有控股有限公司战略合作备忘录》签署, 两国大型国有电力企业正式启动战略合作, 更是为能源领域合作打开了广阔空间。

#### 4 南非新能源发展对中国的启示

通过上述对南非清洁能源发展的分析, 得到以下几点启示。

(1) 重视能源部门协调, 增强新能源发展顶层设计

南非部委体系中有能源部和矿能部直接管辖能源事务, 高度重视能源开发与利用, 而中国的能源局作为副部级政府机构, 在能源的统筹治理上难免会遇到问题。完善的组织机构能为解决能源问题和应对气候变化提供基本保障。我国可借鉴南非经验, 设立国家能源部, 着力从国家宏观管理体制统筹安排, 重视能源局等专门的管理机构, 配合完善的微观制度框架体系, 宏观、微观结合, 有力保障清洁能源发展, 应对气候变化。

(2) 实施重大战略规划, 进一步完善技术框架体系

南非各部委近 10 年陆续发布了核能、非生物燃料、矿能、综合资源、太阳能、电动汽车技术的战略规划和路线图, 同时组织发布了《奔向知识经济: 创新十年规划》《可再生能源框架》《应对气候变化长期减排设想》《国家可持续发展战略》《综合资源规划(电力)》《国家增长计划》《国家应对气候变化政策白皮书》等综合规划, 系统完整地构建了南非低碳经济的发展路径。我国应借鉴南非

经验, 以深化科技体制改革与科技计划制定为契机, 打造由重点专项、重点研发计划、国家自然科学基金项目、人才(基地)项目等构成的完善的清洁能源科技计划资助体系, 加强清洁能源技术研发、示范、推广与应用。

(3) 多措并举, 促进低碳经济发展

南非提出向低碳经济和气候弹性社会<sup>[9]</sup>迈进, 通过多种途径实现目标, 该经验值得我国学习。首先, 广泛动员社会各界参与, 联合企业家、民间组织签订协议, 鼓励共同发展绿色经济, 获得广泛共识; 发挥媒体宣传作用, 开展能源效率行动, 从居住、制造、交通等领域的用能方式入手, 改变用能行为, 重视终端能源利用, 提升能源利用效率; 定期组织大型研讨会, 发挥学界学科带头作用, 充分挖掘智库的深度和警示功能, 为清洁能源的发展做好前瞻工作。其次, 通过金融手段刺激低碳发展。科技创新是未来新能源行业发展的决定性因素, 政府和有实力的大企业应侧重对新能源共性技术和关键技术的长线投资。资本的流动具有极高的敏锐性, 更有很强的导向性。借鉴南非经验, 通过投资技术和关键基础设施, 建立低碳信贷、绿色信贷基金、节能减排促进基金等融资服务体系, 增强清洁能源市场信心, 推动清洁能源上中下游企业发展。

(4) 整合系统的信息监测平台

借鉴南非建立国家气候变化监测与评估系统、预期适应结果监测系统经验, 我国应着手成立国家级清洁能源与气候变化信息监测平台, 一方面对各省份区域的能源利用和减排效果建立考核机制, 另一方面由能源部门牵头、各部委协调配合, 建立清洁能源发展的长效监测机制。在中国经济的快速发展中, 市场释放了很大潜力, 计划也同等重要。步入低碳经济, 系统性规划的关键影响因素越来越多, 复杂性也越来越高, 计划越来越难, 未来需要充分利用信息化平台和技术。

近年来, 大数据、云计算、人工智能技术呈井喷式发展, 给各行各业带来了新的增长点。政府应吸纳优秀企业在这方面的成熟经验, 把信息技术更多地引入政府治理与管理中, 使政府信息化管理更具效率、更智能。

(5) 进一步增强国际投资与合作

目前, 中国已经成为世界第二大可再生能源发

电国, 各类新能源技术在国际上也有很大优势: 中国光伏产业增长最快, 中国成为世界太阳能光伏电池生产第一大国; 中国是风电设备制造大国, 风能利用占全球的 26.5%, 排名世界第一<sup>[10]</sup>; 水电发展一直处于世界领先水平, 在水电规模、发展速度方面均为世界之最, 2015 年占全球水电消费总量的 28.5%<sup>[11]</sup>; 氢能源开发也发展迅速, 是世界第二大氢气生产国<sup>[12]</sup>。

中国已经有实力走出去, 帮助更多发展中国家发展低碳经济。在全球化经济不断发展的今天, 能源资源的全球化配置是大势所趋<sup>[13]</sup>。而今后这种资源的配置将更多地体现在装备与技术的流通上。中国需要同南非等发展中国家深化新能源领域投资与合作, 优势互补, 共同发展低碳经济, 为应对全球气候变化做出更多贡献。■

#### 参考文献

- [1] OECD. OECD Economic Surveys South Africa Overview 2015[R]. Paris: OECD, 2015.
- [2] African Development Bank Group. African Development Report 2015[R]. Tunisia : AFDB, 2015.
- [3] Inglesi-Lotz R. Pouris A. On the causality and determinants of energy and electricity demand in South Africa: A review[J]. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 2016, 11 ( 7 ) : 626-636.
- [4] Eskom. South Africa's Future Energy Mix and Role Out [R]. Sunninghill: Eskom, 2011.
- [5] 北极星太阳能光伏网. 过去五年南非可再生能源投资超 130 亿美元 [EB/OL]. [2016-10-20]. <http://guangfu.bjx.com.cn/news/20160628/746309.shtml>.
- [6] Eberhard A, Kåberger T. Renewable energy auctions in South Africa outshine feed-intariffs[J]. Energy Science & Engineering, 2016, 4 ( 3 ) : 190-193.
- [7] 谢成锁, 安建基. 南非国家创新体系建设的新进展 [J]. 全球科技经济瞭望, 2010, 25 ( 7 ) : 22-28.
- [8] Clair G M. Tracking climate finance inflows to South Africa[A]. Climate Change Expert Group (CCXG) Global Forum[C], Paris: Gaylor Montmasson-Clair. 2013: 3-14.
- [9] Government S A. South Africa's First Annual Climate Change Report[R/OL]. [2016-10-11]. [https://www.environment.gov.za/otherdocuments/reports/monitoring\\_climatechange\\_responses](https://www.environment.gov.za/otherdocuments/reports/monitoring_climatechange_responses).
- [10] 黄守坤, 段小云. 新能源产业发展的现状及国际比较 [J]. 价值工程, 2013 ( 31 ) : 4-6.
- [11] BP. 《BP 世界能源展望》2016 版 [R]. London: BP plc, 2016.
- [12] 张国有. 对中国新能源产业发展的战略思考 [J]. 经济与管理研究, 2009 ( 11 ) : 5-9.
- [13] 江泽民. 对中国能源问题的思考 [J]. 中国核电, 2008, 1 ( 2 ) : 5-19.

## The Latest Development and Enlightenment of Clean Energy in South Africa

ZHANG Wei-chong, MENG Hao, LI Wei-bo

( Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038 )

**Abstract:** As one of the BRICS countries, South Africa's clean energy development has an important influence in global climate change. With the establishment of a comprehensive cooperative partnership between China and Africa in December 2015, China-South Africa cooperation has a broad space for development in new energy fields, such as wind energy, solar energy and nuclear energy. Based on the survey of energy overview in South Africa, this paper summarizes the strategic planning, policy progress and important experience of clean energy in South Africa, and puts forward the enlightenment of South Africa on China's new energy development.

**Key words:** South Africa; clean energy; low carbon development strategy