

# 肯尼亚清洁能源的调研和思考

## Investigation and Reflection on Clean Energy in Kenya

刘琨

Kun Liu

长江勘测规划设计研究院, 中国·武汉 湖北 430010

Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan, Hubei, 430010, China

**【摘要】**肯尼亚位于非洲东部,赤道横贯其中部,东非大裂谷纵贯南北,境内多高原,是中国“一带一路”战略在非洲的重要节点。肯尼亚政府在其2030年远景规划中,将能源业、基础设施和建筑业、农业、制造业、采矿业、旅游业、批发和零售业、金融服务业和信息产业等列为重点发展领域。为积极响应国家“走出去”号召,拓展非洲新能源市场,我公司专业人员组成工作组赴肯尼亚拜访了肯尼亚能源与石油部、能源监管委员会、肯尼亚电力公司KenGen,肯尼亚投资署,并对当地电力及清洁能源发展现状进行了考察,调研成果为开拓非洲新能源提供了有价值的参考。

**【Abstract】**Kenya is located in the eastern part of Africa. The equator runs through the middle part. The rift valley in East Africa runs through the north and south with many plateaus in the territory. In its Vision 2030, the Kenya Government has listed energy, infrastructure and construction, agriculture, manufacturing, mining, tourism, wholesale and retail, financial services and information industries as key areas of development. In order to expand the new energy market in Africa, our professional team visited Kenya's Ministry of Energy and Petroleum, Energy Regulatory Commission, Kenya Electric Power Company KenGen, Kenya Investment Agency, and inspected the development status of local electricity and clean energy. The research results provide valuable reference for developing new energy sources in Africa.

**【关键词】**非洲;肯尼亚;清洁能源

**【Keywords】**Africa; Kenya; clean energy

**【DOI】**<https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v3i1.1206>

## 1 背景

目前,全球清洁能源开发不均衡,受技术、资金和市场等因素影响,第三世界国家和地区的清洁能源未能得到有效开发利用。根据世界能源理事会2016年报告,全球仍有12亿人口无法获得电力供应,其中大部分分布在“一带一路”沿线的亚、非发展中国家。因此,这些沿线国家迫切需提升自身的清洁能源开发能力,从而更有效地应对环境容量紧迫、能源安全威胁以及国内可持续发展等问题。

肯尼亚位于非洲东部,赤道横贯其中部,东非大裂谷纵贯南北,境内多高原,平均海拔1500m,总人口约为4500万,人口主要分布着内罗毕、蒙巴萨、基苏木等大城市。是中国“一带一路”战略在非洲的重要节点。肯尼亚政治稳定,经济运行平稳,也是联合国在全球的四大总部城市之一。肯尼亚也是东非地区性大国,也是东非第一大经济体,法律制度健全,各行业商协会和贸易促投机构活跃,不断吸引各国商界人士到肯尼亚投资和发展,肯尼亚政府在其2030年远景规划中,将能源

业、基础设施和建筑业、农业、制造业、采矿业、旅游业、批发和零售业、金融服务业和信息产业等列为重点发展领域。

2018年4月,我公司专业人员组成工作组赴肯尼亚就当地清洁能源开发进行了实地调研。在肯尼亚期间,工作组拜访了肯尼亚能源与石油部、能源监管委员会、肯尼亚电力公司KenGen,肯尼亚投资署,并与联合国工业发展组织UNIDO肯尼亚总部的官员进行了座谈。对当地电力及清洁能源发展现状进行了考察。

## 2 电力发展现状

### 2.1 装机容量及发电量

肯尼亚的电力供应以水电为主,其次是火力发电和地热发电。近年来肯尼亚政府鼓励开发清洁能源,生物发电和风力发电有所发展,但规模很小。高性价比能源在企业成长、工业化和国家经济发展中都发挥着重要作用。截至2017年底,肯尼亚国内总装机约2400MW,以水电为主,总发电约8TWh。其中肯尼亚电力公司KenGen 2017年总装机达

1631MW,其中水电 820MW,地热 530MW,火电 253.5MW,风电 255MW。据肯尼亚能源部官员介绍,到2025年肯尼亚计划装机容量将达到5000MW。

表1 肯尼亚历年全社会用电量

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
总装机容量 (MW)	1,627	1,690	1,800	2,195	2,333	2,341
峰值负荷 (MW)	1,194	1,236	1,354	1,464	1,512	1,586
电力销售总额 (GW·h)	6,123	6,341	6,581	7,244	7,655	7,912
用电客户数量	1,753,348	2,038,625	2,330,962	2,767,983	3,611,904	4,890,373

## 2.2 主要发电公司

肯尼亚发电行业主要有两大国有电力公司和六大独立发电商(以下简称IPP)。

国有的肯尼亚发电公司(KenGen)以下简称是肯尼亚最大的发电商。KenGen为内罗毕证交所上市企业,70%股份国有,30%股份由私人投资者持有。该公司旗下发电装机量占肯尼亚全国总装机量的70%。国有的地热发电公司(以下简称GDC)是在地热发电领域专项监管地热发电勘探、开发、打井的政府全资企业。

六大私人资本投资的IPPs分别为: Iberafrika 电力公司(108MW,火力发电), Or power 4 公司(86MW,地热发电), Rabai 电力公司(90MW,火力发电), Tsavo 电力公司(74MW,火力发电), Mumias Sugar 公司(26MW,混合发电), Imenti 公司(0.3MW,小水电)。

## 2.3 输配电公司

目前肯尼亚的电力传输标准主要有220kV,132kV,66kV三个标准。

肯尼亚能源和照明公司(以下简称KPLC),目前全面负责电力传输、配电、向终端客户销售等工作,并通过签署PPA直接从发电商处购买电力。未来将逐步侧重于配电和终端售电工作,将132kV及以上的高压、远距离输电功能让渡给肯尼亚电力传输公司(以下简称Ketraco),并且通过支付输电费(wheeling charge)的方式使用Ketraco资产传输高压电力。KPLC受肯尼亚国有公司法案的监管(State Corporation Act),同时又是内罗毕证交所上市公司,由肯尼亚政府和国家社保基金(NSSF)共同持有50.1%的股权,由公众持有49.9%的股权。未来肯尼亚规划引入的私人配电公司(Private Distribution Companies)也将与KPLC展开配电领域的竞争。

Ketraco是成立于2008年的国有独资公司。企业经营范

围是规划、设计、建设、拥有、运营、维护新的高压输电设施(高于132kV)。该高压输变电网络将构成肯尼亚国家输电电网的骨干和专供跨区域远距离、高压输电。

在发电领域,考虑到肯尼亚5000MW远景规划明确将加大发展地热和IPP的发电能力,KenGen目前的垄断地位将受到GDC和IPPs的共同挑战。

在输配电领域,Ketraco建设自己的高压输电完整系统尚需时日。在建设过程中和高压输电职能完全由KPLC向Ketraco转移前,两者具有一定的输电领域竞争关系。在上述过程结束后,Ketraco将成为KPLC的上游企业,Ketraco收取Wheeling Cost的高低将直接影响KPLC的公司收益。

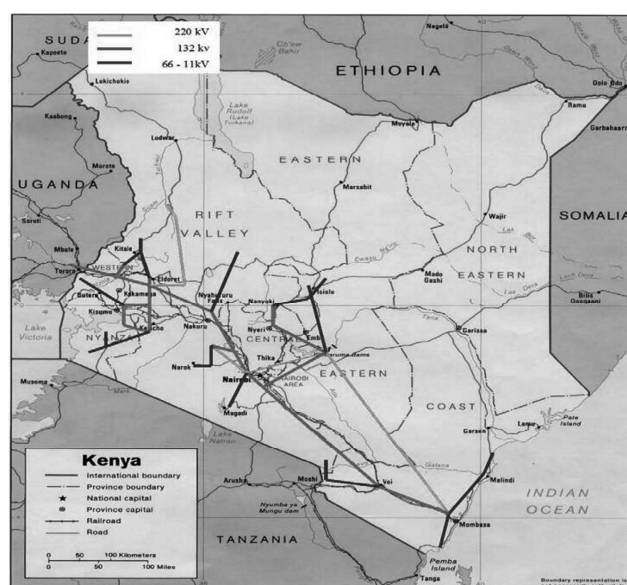


图1 肯尼亚电网主接线图

## 2.4 监管机制及电价水平

肯尼亚能源法案(Energy Act)对现有能源领域参与者及其职能做出了详细规定。

能源和石油部(The Ministry of Energy and Petroleum),负责制订和细化能促进能源发展和环境保护的能源政策。

能源监管委员会(Energy Regulatory Commission,ERC),负责能源领域的具体监管,比如电价的设定和监管,监管和执行能源法规。ERC对各种来源的电力能源实施全方位监管,包括风力发电、水电、地热发电、太阳能电力等。ERC负责向发电企业颁发发电许可(generation license)牌照。该发电许可牌照可以为附条件许可(conditional license)。另外发电企业融资担保所需的购电协议(PPA)需要ERC的确认和批准,ERC也公布了肯PPA的指导格式条款。能源仲裁庭(Energy Tribunal)负责仲裁能源领域纠纷的独立法人。乡村电气化署(Rural Electrification Authority),肯尼亚为实施农村电气化于2007年设立的专项监管机构。

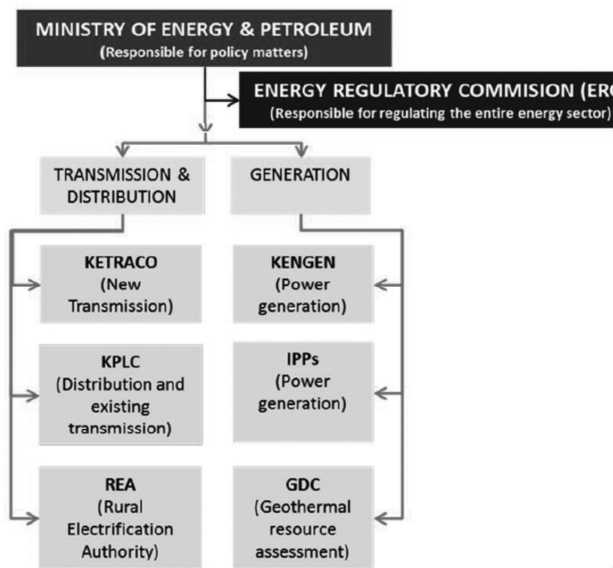


图2 肯尼亚电力监管机制结构图

肯尼亚的销售电价由能源监管委员会(ERC)确定。肯尼亚的现行的销售电价见表2。据能源监管委员会官员介绍,肯尼亚政府正在进行下一个五年电力发展计划的审核,目标是为其国民提供最小费用的电力供应。政府希望采取有效措施,使居民的用电价格降低20%左右。发电企业的上网电价也期望降低至USD 0.07 - 0.09/kW·h。

表2 肯尼亚销售电价表

销售价(KES), 不含VAT	电量价 (kWh)	容量价 (per kVA)
DC (民用, 240 V)	小于 50kWh: 2.50	n/a
	50-1,500 kWh: 12.75	
	大于 1,500 kWh: 20.57	
SC (小商户, 240 V)	13.5	n/a
CH (商户, 415 V)	9.2	800
CI2 (商户, 11 kV)	8	520
CI3 (商户, 33 kV)	7.5	270
CI4 (商户, 66 kV)	7.3	220
CI5 (商户, 132 kV)	7.1	220
IT (民用热水)	13.5	n/a

## 2.5 电力发展规划

为保证国民经济的正常发展,肯尼亚政府制定了《能源复兴计划》(Energy Sector Recovery Project)及《肯尼亚远景2030》(Kenya Vision2030),计划在2020年前电网覆盖率超过40%,近几年肯尼亚电力与照明公司对外招标主要是输配电网改造项目。肯尼亚政府预计未来20年内,每年仍将有200MW左右的电力供应缺口需要通过发展电力基础设施或进口弥补。为此,东非共同体成员国已达成协议,将在近几年实现电网的互联,以使共同体成员国在面临电力短缺时能相互支援。肯尼

亚与水电资源较为丰富的邻国埃塞俄比亚签署协议,计划从埃塞俄比亚进口电力。东非共同体成员国还计划在水电资源丰富的刚果(金)建设大型水电站,以缓解东非地区的供电紧张状况。

## 3 清洁能源发展

### 3.1 水电

肯尼亚拥有相当大的水电潜力,目前现有的水电站占全国年发电量的50%以上且主要为KenGen所有。据估计,具有经济意义的未开发水力发电潜力为1,449MW,其中1,249MW用于30MW或更大的项目。这些潜在项目的平均能源产量估计至少为每年5,605GW·h。该水电潜力位于五个地理区域,代表着肯尼亚的主要流域:维多利亚湖盆地(295MW),裂谷盆地(345MW),阿西河流域(84MW),塔纳河流域(570MW)和Ewaso Ngi'ro北河流域(146MW)。

肯尼亚现有小水电站按所有者分类可以分为私有和国有2大类。大多数商业私有的水电站运营良好,然而大多数国有水电站都需要维护和修整。肯尼亚政府委托国家资源评估机构启动国家小水电潜在建设地点的可行性研究,希望通过技术和财政可行性吸引更多外国投资者来推动水电行业发展。

#### 3.1.1 小水电开发的优势

目前,仅32%的肯尼亚人民能享受到电力资源。肯尼亚政府推出了多样化的电气化方案,致力于让70%的肯尼亚人民在2017年获得电力支持。政府推进清洁能源开发受建设和运营成本的影响,而小水电相对大型水电站所受的限制较少。大型水电站有相对较高的投资成本,未来可能因高人口密度和环境变化而进行大规模的重新规划;小型水电站此类问题影响可能性较小。

非洲开发银行通过其管理的非洲持续能源基金向肯尼亚政府援助建设一座小水电站。该水电站位于梅鲁郡,装机容量7.8MW,项目金额1.02亿肯肯先令(约合99.2万美元)。非洲持续能源基金由丹麦、英国、美国和意大利等多国政府设立,旨在通过援助支持非洲的中等规模清洁能源发电项目,整个资金池9500万美元。

#### 3.1.2 小水电站开发的障碍

水电站开发建设很容易受降雨和气候变化影响,事实上,肯尼亚的电力和能源短缺确实受到了肯尼亚不可预测的降雨规律所影响。

肯尼亚小水电清洁能源项目的资金仅来自有限的私营部门,虽然当地银行对清洁能源开发有浓厚的兴趣,但依然没有在为项目开发提供长期的资金支持方面付诸行动。

肯尼亚缺少技术支持也阻碍了小水电的投资和开发。因

此,肯尼亚小水电开发依然空间较大。

### 3.2 风电

肯尼亚境内风资源条件十分丰富,整个国家东部和北部都为风能可开发区域,潜力巨大。其北部山区风速最大区域的年平均风速可达10~11m/s。预计现有技术条件下该风速年发电小时数在3500h以上,远高于国内1800h的商业运行投资评判经验标准(该发电小时数下项目资本金收益率为8~9%)。

根据该国已建成风电场数据估算,风电场建设成在2.2~3.2USD/W之间,约为国内的2倍。上网电价为11美分/kW·h,略高于国内0.57元/kW·h。此次考察了解到,在肯尼亚当地投资风电场情况与小水电基本相同,需与该国最大的能源企业KenGen合作开发,且上网电价需视具体项目开发情况与其商定。

综上,上网电价若能与已建成项目保持一致,项目具有一定的可行性。若能够降低建设成本至接近国内造价水平,则项目具有较高的盈利空间。

### 3.3 太阳能

肯尼亚太阳能资源条件极好,年辐射量约10000MJ/m<sup>2</sup>,远远好于中国国境内太阳能辐射最强地区青藏高原,预计年等效发电小时数可达2000h,几乎为国内三类地区的2倍甚至以上。肯尼亚政府也通过取消太阳能设备进口增值税费等措施,积极推进太阳能产业发展。目前,超过2,000个机构都安装了太阳能设备,总输出量达到2MW。随着肯尼亚对太阳能产能需求的进一步提升,太阳能电池板产业预计将迎来15%的增长,这也展现了太阳能市场的巨大潜能。

肯尼亚现有太阳能发电装机总量约55MW,为中资企业投资建设。该项目建设成本为2.49美元/W,约为国内同等规模太阳能电站建设成本的2.5倍。上网电价为12美分/kWh,与国内三类地区上网电价基本相同。

与风电开发模式类似,外资投资该国太阳能发电行业需与KenGen合作开发,且上网电价需视具体项目开发情况与其商定。若能够降低建设成本至接近国内造价水平,则项目具有较高的盈利空间,且开发潜在市场空间巨大。

### 3.4 投融资政策及规定

#### 3.4.1 投资规定

肯尼亚鼓励投资的相关法律为《外国投资保护法》,鼓励投资的领域有:农牧渔业、旅游业、基础设施、交通运输、信息与通讯技术、能源、水资源与卫生服务、制造业、服务于培训、金融等。2015年7月,肯尼亚财政部长宣布废除外资对本地公司所有权限制,以吸引外国投资。此后,除战略性行业外,外资可以百分之百拥有肯尼亚当地上市公司股份,之前该比

例为75%。

肯尼亚主要的企业形式有:公司、在肯境外注册公司的分公司、合伙组织。肯尼亚对外国自然人在当地开展投资并无特殊限制,且暂无中资企业在当地开展并购遭遇阻碍的案例。

#### 3.4.2 对中国企业投资合作保护政策

(1)中国与肯尼亚签署双边投资保护协定;

(2)目前中国与肯尼亚正在进行避免双重征税协定谈判的前期准备工作。

#### 3.4.3 融资条件

在肯尼亚的外国企业可向当地银行申请融资业务,在融资条件方面,外国企业与当地的企业享有同等待遇。金融机构在对投资项目进行评估是将重点关注项目的商业可行性以及开发价值,如是否有利于推动肯尼亚国内经济发展、改善社会和经济环境、创造和保持外汇收入、促进本地原材料的使用、增加肯尼亚国民工作机会,以及有效使用国外和肯尼亚本国技术等。

### 3.5 主要问题分析

(1)肯尼亚电力基础设施严重不足,政府加快电力发展的雄心较大,但是面临资金短缺等一系列的挑战。

(2)肯尼亚电力需求增速慢。据ERC官员介绍,目前的电力发展速度能适应电力需求的增长并有过剩。政府准备采用降低上网和销售价格的手段,刺激消费。就目前的收入水平来说,一般的居民消费者,尤其是农村居民,还是较难承受大量的电力。此外经实地考察,肯尼亚整个国家的工业发展较为有限,工业电力需求并不大也是制约电力发展的主要因素。

(3)电力系统输配电电压等级为220kV、132kV、66kV、33kV、11kV。其输配电系统较为落后,尤其是配电系统很落后、线损大,配电网的99%电杆和变电站架构采用木杆,中低压电器设备自动化程度低,电网安全运行隐患较大。

(4)肯尼亚的电力建设项目主要采用工程总承包(EPC)的形式,总承包商需要负责项目实施中的设计、采购及供应、施工建设等各个环节,对业主和监理负责,同时需要管理大量的分包商和供应商。肯尼亚的电力项目前几年基本上是由欧洲国家承建的,现在印度、日本和中国也在参与其工程建设。对于大型建筑工程,当地雇佣英国监理,这些监理人员的素质高,具有相关的技术、经济、法规和管理的综合知识以及丰富的实践经验。

(5)在肯尼亚开发水电和风电、太阳能等,需要有合作伙伴。肯尼亚电力公司(KenGen)在当地具有垄断地位,从跟肯尼亚电力公司交流中可以看出,他们也希望有外部资本注入,但在电力需求、尤其是高耗能的工业大规模发展,较快增长前,大量发展会导致电力过剩。

(6)肯尼亚境内风资源条件极其优越,且处在负荷中心附近,消纳条件较好,若能够降低建设成本至接近国内造价水平,则项目具有较高的盈利空间。太阳能资源条件极好,全国范围内均可开发,且潜在市场巨大。

#### 4. 结论和建议

通过此次实地调研,肯尼亚普遍存在电网基础设施普遍欠佳,输配电损失严重的问题,另外当地工业发展非常有限,工业需求不大是制约电力发展的主要因素之一,同时当地缺乏开发小水电的技术和能力,大部分项目缺乏前期研究,尽管部分区域风光资源条件十分优越,但是风电光伏项目相当稀少,且均处于前期阶段。目前,国内企业参与非洲清洁能源开发主要的方式是清洁能源项目建设(如水电站工程总包)和设备出口(如风力涡轮和光伏太阳能板)。在今后的中非清洁能源合作中,企业如何在光伏、风电、地热等领域扮演投资、项目开发和合作伙伴的角色,更深度地参与非洲清洁能源开发将是很大的挑战。

(1)必须建立在非洲投资清洁能源的风险控制机制。虽然近20年来,非洲政治和地区安全总体稳定,但非洲依旧是目前世界上投资风险较大的地区,政治局势的不确定性仍然存在。

(2)建议考虑采用分布式能源打包开发的模式接入肯尼亚及非洲市场。目前国内水电厂兼并、收购、建设、技术改造的成功经验由来已久,实施规范化的连锁发电厂管理模式,实现规模化协同效应的现代化,提高了用水效率和企业盈利能力。光伏电站小巧灵活的特点十分适用于特殊的用电需求和接入条件,大片离网地区使得太阳能光伏发电更具经济活力,其中包括独立发电系统和一部分迷你和微型电网。在非洲开发微、小水电,在电网建设不能同步的情况下,效益可能很难达到一定的水平,但是由于风电、光伏自身的灵活性,采用分布式打包建设形式,接入简单或者采用独立离网模式,就地消纳,十分符合非洲当地的用电需求。

(3)以规划咨询先行,产业联盟跟进的方式参与当地经济和社会发展。中国企业在非洲应注意履行企业社会责任,如通过培训和雇佣当地劳动力,为非洲提供更多的就业机会;帮助非洲国家加强基础设施建设,推动当地的经济的发展。这些措施有利于中国企业获得更多的支持,反过来也将促进其在非洲当地的发展。努力实现企业在非洲的“本土化”。目前,除了央企和省属国企外,广大民营企业也十分热衷于进入非洲清洁能源市场。由于缺乏对当地法律法规和商业文化的深入了解,跨国投资和经营中常见的“水土不服”和相关风险可能会在一定时期内凸显出来,因此要加强中国企业在非洲投资的经验教训的分享和统一协调机制,更快地实现“本土化”。

#### 参考文献

[1]Role of public-private partnerships in the performance of small energy projects in Kenya: a case of small hydropower projects in Bungoma country (Vol. 6 | No. 2 | February 2017, International Journal of Advanced Research in Management and Social Sciences ISSN: 2278-6236).

[2]陈吉勇.浅谈肯尼亚电力建设现状及发展规划[J].科技广场,2014,(4):224-230.

Chen Ji-yong. Brief Discussion on the Current Situation and Development Plan of Electric Power Construction in Kenya[J]. Science Mosaic, 2014,(4):224-230.

[3]Kenya National Bureau of Statistics. Economic Survey[M].2013.

[4]Ministry of Energy and Petroleum, Kenya. 5000 + MW by 2016 Power to Transform Kenya, Investment Prospectus 2013-2016[R].2013.

[5]陈超.肯尼亚电力市场现状及规划浅析[J].电力讯息,2017,(10):224.

[6]刘海林,李斯胜.非洲电力市场分析[J].水电与新能源,2016,(11):53-55.

Liu Hailin, Li Sisheng. Analysis of the Electric Power Market in Africa[J]. Hydropower and New Energy, 2016,(11):53-55.

[7]Development of a Power Generation and Transmission Master Plan, Kenya Long Term Plan 2015-2035 Volume I—Main Report.