

2022年12月 | DECEMBER 2022

“一带一路” 六国电力行业 绿色低碳化分析

GREEN AND LOW-CARBONIZATION ANALYSIS
OF THE POWER INDUSTRY OF THE SIX
COUNTRIES ALONG THE "BELT AND ROAD"



绿色创新发展中心
Innovative Green Development Program

致谢

感谢世界资源研究所（美国）北京代表处支持本报告的编写与出版，感谢刘爽、王衍、马子轶在项目实施过程中提供的技术支持，以及对本研究报告框架和内容定稿提供的帮助。

感谢印尼Institute for Essential Services Reform（IESR）能源转型项目经理Deon Arinaldo、北京绿色金融与可持续发展研究院国际合作中心主任程琳、水电水利规划设计总院有限公司部门主任姜昊、中国新能源电力投融资联盟秘书长彭澎、隆基绿能科技股份有限公司可持续发展经理汪子阜以及其他参加访谈与研讨会的国内外专家对本研究调研阶段或在项目研讨会中提供的意见和指导。

感谢iGDP同事胡敏、莫争春对完善报告内容提供的建议，汪燕辉、袁雅婷对报告的文本编辑和校对。

感谢张烨提供的报告版面设计。

报告作者

李鑫迪 绿色创新发展中心 分析师
奚 溪 绿色创新发展中心 分析师
杨 鹂 绿色创新发展中心 研究总监

免责声明：本报告内容和观点仅代表作者的个人理解和观点，旨在加强相关领域的讨论交流，不代表支持方、作者所属机构、调研专家学者的立场和观点。本报告内容采用数据和信息均来自公开的信息和渠道，我们力求准确和完整，但难免偶有疏漏，敬请谅解并指正。

引用建议：李鑫迪、奚溪、杨鹂. “一带一路”六国电力行业绿色低碳化分析. 2022. 报告. 北京: 绿色创新发展中心.

“一带一路” 六国电力行业 绿色低碳化分析

GREEN AND LOW-CARBONIZATION ANALYSIS
OF THE POWER INDUSTRY OF THE SIX
COUNTRIES ALONG THE "BELT AND ROAD"



绿色创新发展中心
Innovative Green Development Program

目录 | CONTENTS

图目录	iii	印度尼西亚	45
表目录	v	缩写和中英文	46
		宏观社会经济条件	47
研究方法	1	电力供需情况	48
六国总体情况	3	电力行业管理体制和市场机制	49
		现有装机和能源资源禀赋	51
		能源环境政策	52
		投资环境与双边合作	53
巴基斯坦	9		
缩写和中英文	10	波斯尼亚和黑塞哥维那	55
宏观社会经济条件	11	缩写和中英文	56
电力供需情况	13	宏观社会经济条件	57
电力行业管理体制和市场机制	14	电力供需情况	60
现有装机和能源资源禀赋	17	电力行业管理体制和市场机制	61
能源环境政策	19	现有装机和能源资源禀赋	64
投资环境与双边合作	20	能源环境政策	66
		投资环境与双边合作	67
津巴布韦	23		
缩写和中英文	24	孟加拉国	69
宏观社会经济条件	24	缩写和中英文	70
电力供需情况	26	宏观社会经济条件	71
电力行业管理体制和市场机制	27	电力需求发展空间	72
现有装机和能源资源禀赋	28	电力行业管理体制和市场机制	73
能源环境政策	30	电力市场机制与现状	75
投资环境与双边合作	31	现有装机和能源资源禀赋	75
		能源环境政策	78
南非	33	投资环境与双边合作	79
缩写和中英文	34		
宏观社会经济条件	34	附录1	80
电力供需情况	35	数据库指标	80
电力行业管理体制和市场机制	36		
能源环境政策	38	参考文献	83
现有装机和能源资源禀赋	42		
投资环境与双边合作	43		

图目录

图 1	六国2000-2020年人均GDP（2015年不变价）	3
图 2	六国人口增长趋势（2000年-2027年）	3
图 3	六国GDP增长趋势（2000年-2026年）	4
图 4	六国二氧化碳排放趋势（2000年-2020年）	4
图 5	六国减排及可再生能源发展目标	5
图 6	六国人均用电需求现状及预测	6
图 7	六国电力需求历史及预测（2000年-2035年）	6
图 8	六国通电率变化趋势（2015年-2019年）	7
图 9	六国2020年发电量结构	7
图 10	巴基斯坦能源消费、碳排放及人均GDP变化趋势（2000年-2020年）	11
图 11	巴基斯坦三产比重（2000年-2020年）	11
图 12	巴基斯坦GDP及GDP增长率（2000年-2027年）	12
图 13	巴基斯坦人口及人口增长率（2000年-2027年）	12
图 14	巴基斯坦发电量及结构变化（2016年-2021年）	13
图 15	巴基斯坦发电装机结构（2017年-2021年）	18
图 16	2021年巴基斯坦电力供应结构及2030年电力装机结构（吉瓦）规划预测	18
图 17	巴基斯坦燃料价格变化指数（2021年-2030年）	19
图 18	津巴布韦GDP历史趋势、结构及预测（2000年-2027年）	25
图 19	津巴布韦社会、经济、能源指标增长趋势（相对于2000年）	25
图 20	津巴布韦电力需求及最大电力负荷	26
图 21	津巴布韦历史装机量（2000年-2020年）（吉瓦）	28
图 22	津巴布韦光照资源	29
图 23	南非GDP历史趋势、结构及预测（2000年-2027年）	35
图 24	南非社会、经济、能源指标增长趋势（相对于2000年）	35
图 25	南非电力需求及最大电力负荷	36
图 26	南非发电装机容量（2000年-2030年）（吉瓦）	42
图 27	南非光照资源	43
图 28	印尼GDP历史趋势、结构及预测（2000年-2027年）	47

图目录

图 29	印尼社会、经济、能源指标脱钩趋势（相对于2000年）	47
图 30	印尼电力需求趋势	48
图 31	印尼电力工业实体关系	50
图 32	印尼历史发电量结构（吉瓦时）	51
图 33	波黑能源消费、碳排放与人均GDP变化趋势（2000年-2019年）	58
图 34	波黑三产比重（2000年-2020年）	58
图 35	波黑GDP和GDP增长率（2000年-2027年）	59
图 36	波黑人口及人口增长率（2000年-2027年）	59
图 37	波黑发电量结构变化（2013年-2020年）	60
图 38	波黑终端电力消费变化	60
图 39	波黑电力进出口情况（2013年-2021年）	61
图 40	波黑电力装机结构变化（2013年-2021年）	65
图 41	波黑能源供应结构（2019年）	65
图 42	孟加拉国GDP历史趋势、结构及预测（2015年不变价）	71
图 43	孟加拉国社会、经济、能源指标脱钩趋势（相对于2000年）	72
图 44	孟加拉国电力需求将快速增长	72
图 45	孟加拉国地图（用电需求主要集中在DHAKA和CHITTAGONG两个主要城市）	73
图 46	孟加拉国电力市场主要主体与关系	75
图 47	孟加拉国历史发电量结构以天然气为主（吉瓦时）	76
图 48	孟加拉国装机结构（2019年）	76

表目录

表 1	六国电力行业转型目标与行动	5
表 2	巴基斯坦电力行业参与主体	14
表 3	2020年和2021年巴基斯坦发电装机结构（分市场主体和燃料类型）	15
表 4	中国在巴基斯坦电力行业投资项目	21
表 5	津巴布韦《国家可再生能源政策》中新能源量化目标	30
表 6	津巴布韦《国家可再生能源政策》中其他重要量化目标	30
表 7	发电商许可证申请费	31
表 8	IRP2019装机量目标（单位：兆瓦）	38
表 9	印尼2021-2030年新增装机规划	49
表 10	印尼新能源潜力装机容量和利用率	51
表 11	印尼电力供应业务规划（RUPTL） 2021-2030 中计划的每年发电量结构（%）	52
表 12	2018年波黑可再生能源支持计划	64
表 13	孟加拉国新能源发电装机情况（2022年）	77
表 14	孟加拉国更新NDC中提出的可再生电源需求和投资需求	78
表 15	并网可再生能源发展计划（2018-2041年累计新增量）	79

研究方法



为支持中国企业和投资机构了解“一带一路”重点国家（简称：带路国家）的电力行业发展状况和趋势，课题组通过对东道国官方截止2022年11月出台的政策规划文件以及权威研究资料等进行收集、分析，参考国内外企业、金融机构和学术机构相关行业专家的建议，提出了反映各国电力绿色发展的路径、挑战和机遇的数据库指标框架（见附录1）。

在回顾国内外研究机构相关领域的研究与专家访谈的基础上，课题组从“一带一路”沿线三个大洲选择了具有一定代表性的6个国家开展研究工作，包括：位于南亚，经济快速发展、高度依赖化石能源但计划大力发展可再生能源的巴基斯坦以及传统和新能源资源禀赋均有限，但经济与电力行业发展空间巨大的孟加拉国；位于东南亚，处于快速发展中的人口和化石能源大国印度尼西亚；非洲国家中经济发展水平较高，有一定低碳转型经验的南非；同样位于非洲，发展水平较低但是可再生潜力巨大的津巴布韦；以及位于欧洲，可再生能源丰富并且是电力出口国的波黑。本报告从如下方面对六国情况进行分析，包括：

- 应对全球气候变化政策方向，特别是可再生能源发展的激励措施
- 当地宏观社会经济和能源供需特点及趋势
- 电力需求增长空间
- 电力市场供给结构、电价和成本
- 电力行业的发展规划及政策
- 电力市场管理体制
- 可再生及化石能源资源禀赋
- 投资环境及与中国双边关系

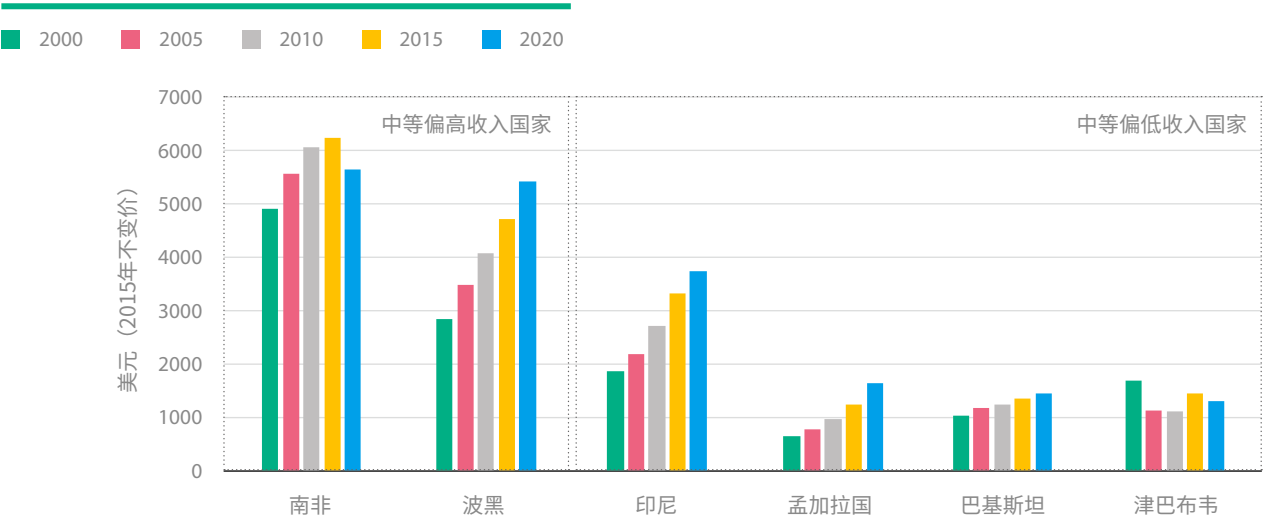
六国总体情况



六国均属于中等收入国家，GDP、人口和碳排放历史增速各异。南非和波黑属于中等偏高收入国家，2020年两国人均GDP分别为6259和5433美元（2015年不变价），印尼、孟加拉国、巴基斯坦和津巴布韦属于中等偏低收入国家，其中印尼人均GDP明显高于其他三个国家（图 1）。从增长趋势来看，位于亚洲的印尼、孟加拉国、巴基斯坦经济规模与人口基数大且增长强劲，而南非、波黑和津巴布韦增长较慢（图 2和图 3）。通过分析我们发现，由于经济规模较大，印尼和南非碳排放远高于其他国家；从碳排放增长趋势来看，与经济 and 人口增速相对应，三个亚洲国家碳排放增长明显（图 4）。

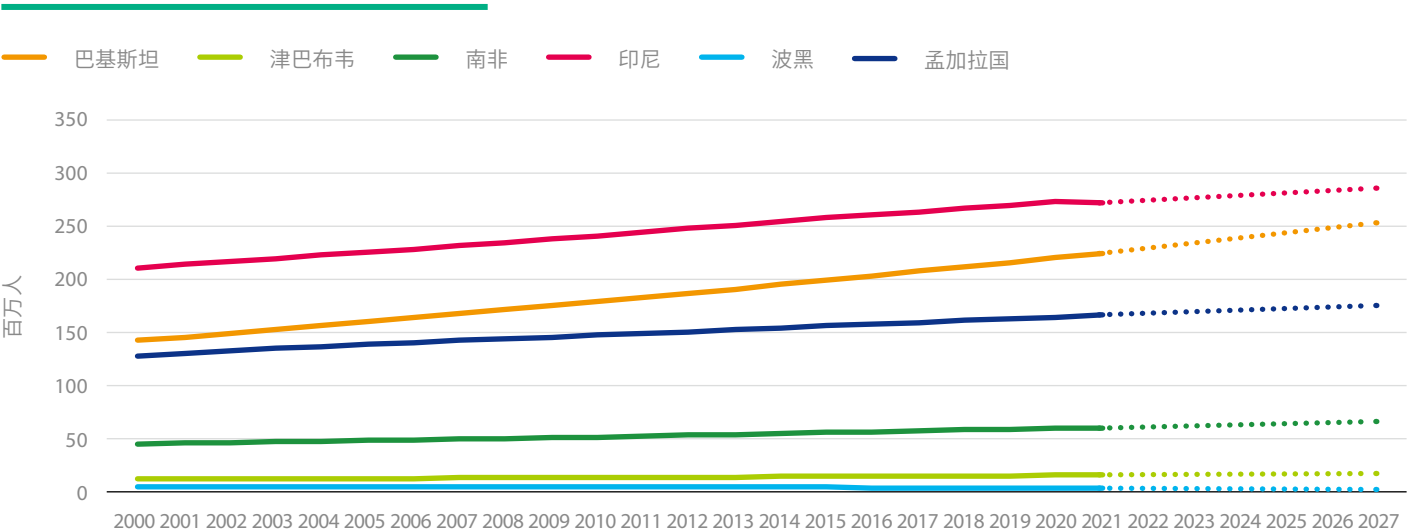
六国都提出了碳减排目标及相关举措。波黑、南非和印尼提出了碳中和目标，印尼和南非提出了到2050年电力部门碳中和的目标。各国分别提出了针对化石能源以及可再生能源发展的目标和举措。其中，印尼提出不再新建煤电的目标，巴基斯坦提出停止利用海外燃煤电厂的目标。针对现有煤电，南非和印尼两个煤炭大国近年先后开启了燃煤电厂提前退役的计划，并在发达国家支持下采取了公正转型相关行动。

图 1. 六国2000-2020年人均GDP（2015年不变价）



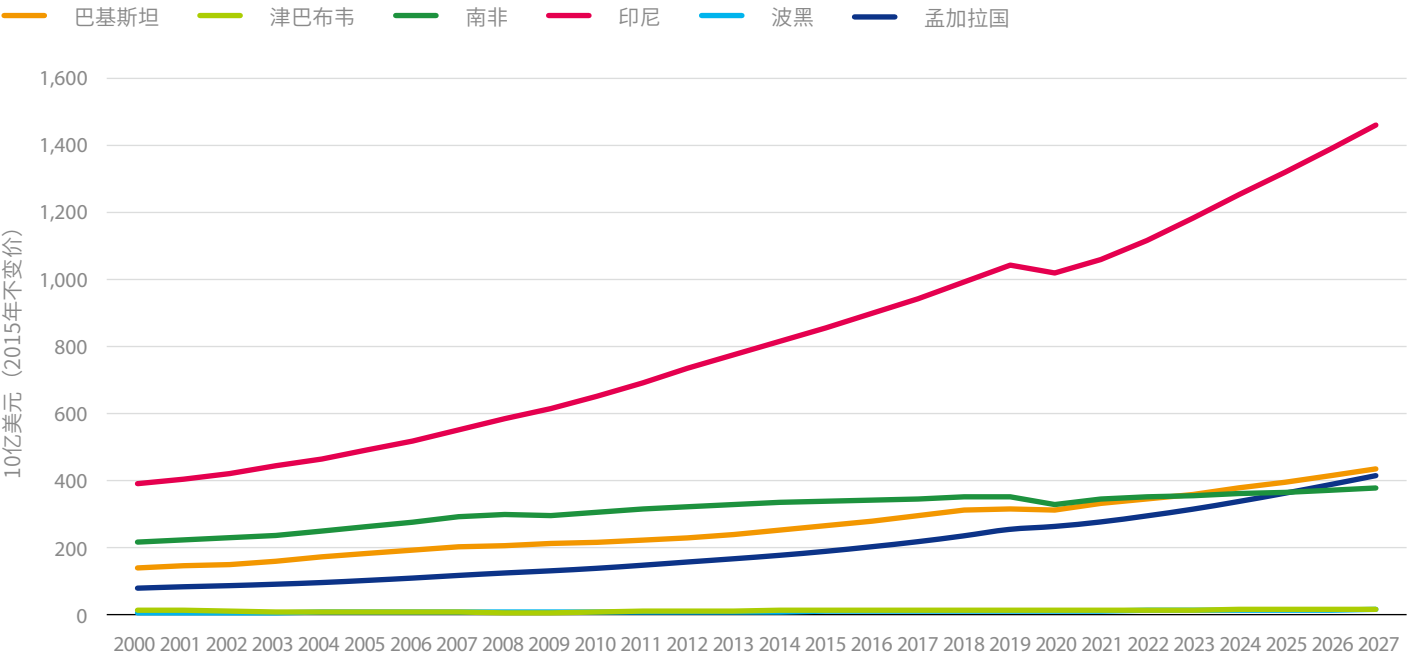
数据来源：世界银行

图 2. 六国人口增长趋势（2000年-2027年）



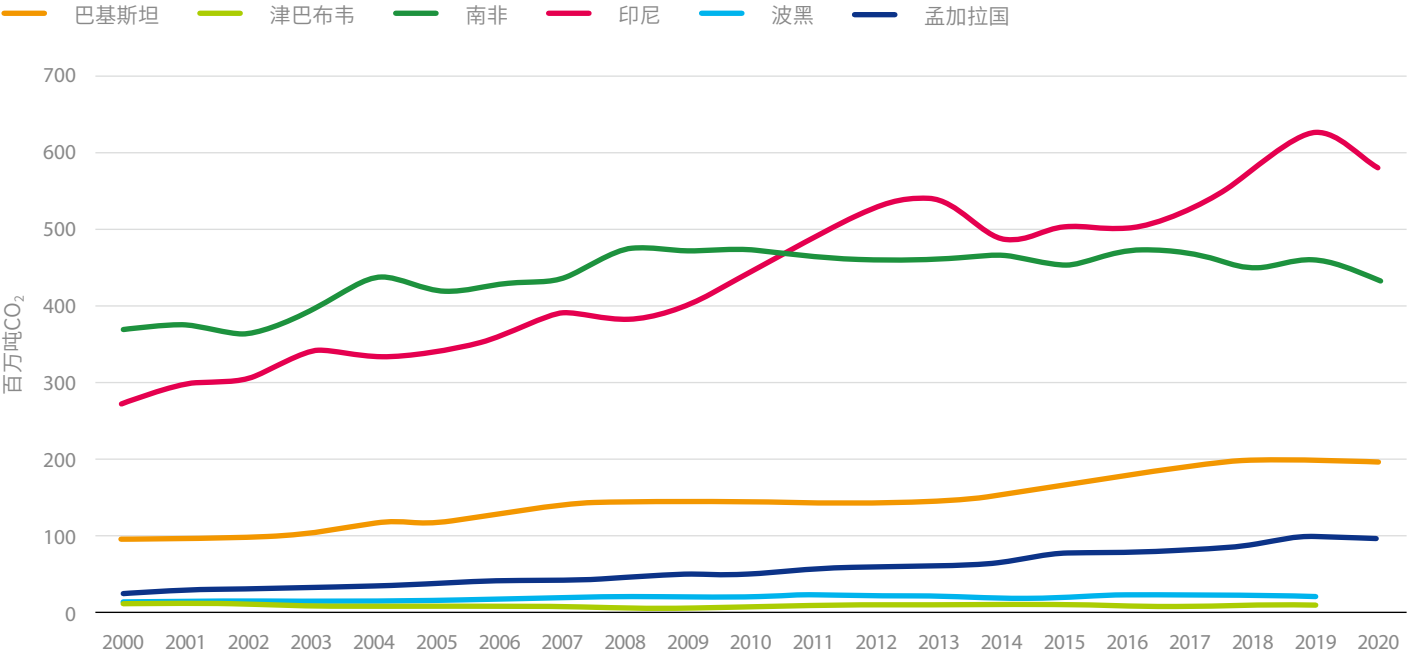
数据来源：世界银行和IMF

图3. 六国GDP增长趋势（2000年-2026年）



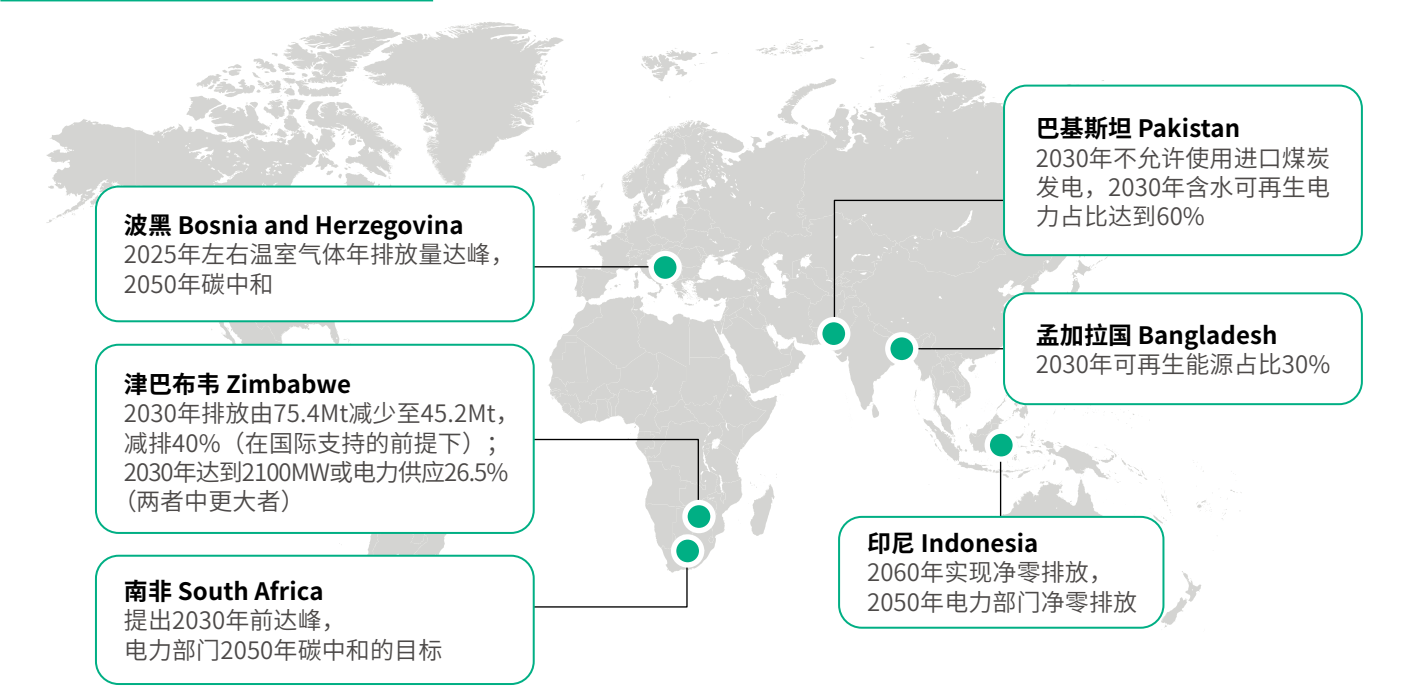
数据来源：世界银行和IMF

图4. 六国二氧化碳排放趋势（2000年-2020年）



数据来源：BP

图 5. 六国减排及可再生能源发展目标



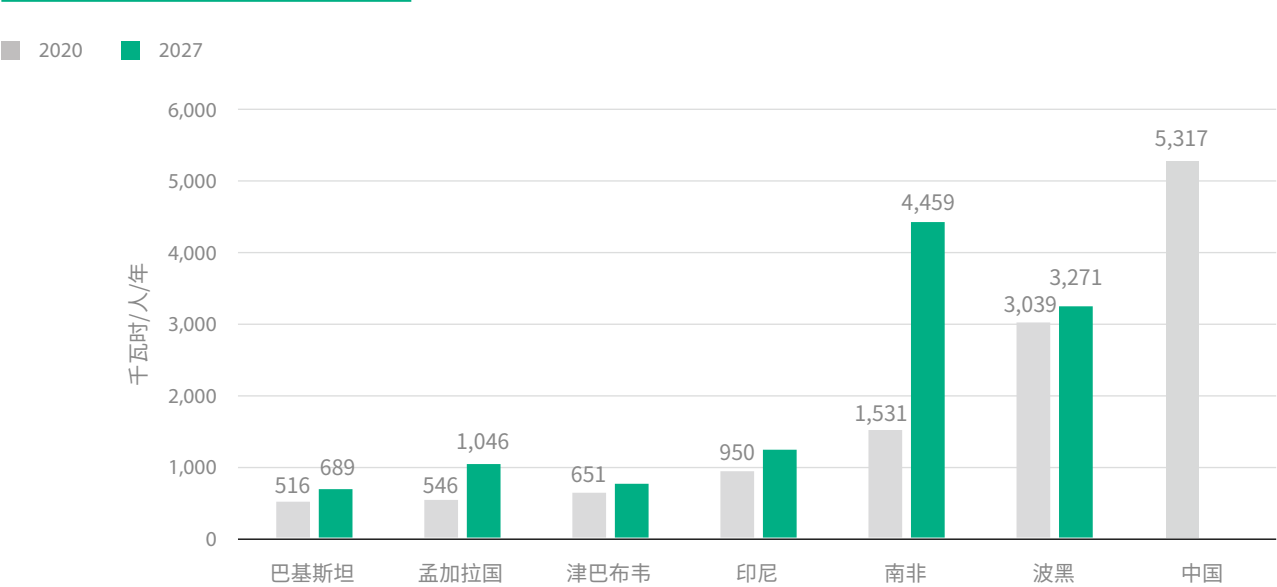
数据来源：依据各国NDC整理

表 1. 六国电力行业转型目标与行动

措施	巴基斯坦	波黑	津巴布韦	孟加拉国	南非	印尼
不再新建煤电厂	Y (仅针对进口 煤炭发电)	N	N	N	N	Y
可再生能源目标	到2030年, 可再 生能源发电占 比达到60%	根据能源共同 体和欧盟法律, 制定具有前瞻 性的2030年可再 生能源目标	到2030年, 可再 生能源装机容 量达到 2100兆 瓦 或26.5%的 电力供应来自于 可再生能源	到2030年, 可再 生能源占比达 30%	到2030年, 新增 风光装机容量 达到20吉瓦	到2025年, 新能 源占比达23%; 到2050年, 新能 源占比达31%
现有煤电提前退役计划	N	N	N	N	Y	Y

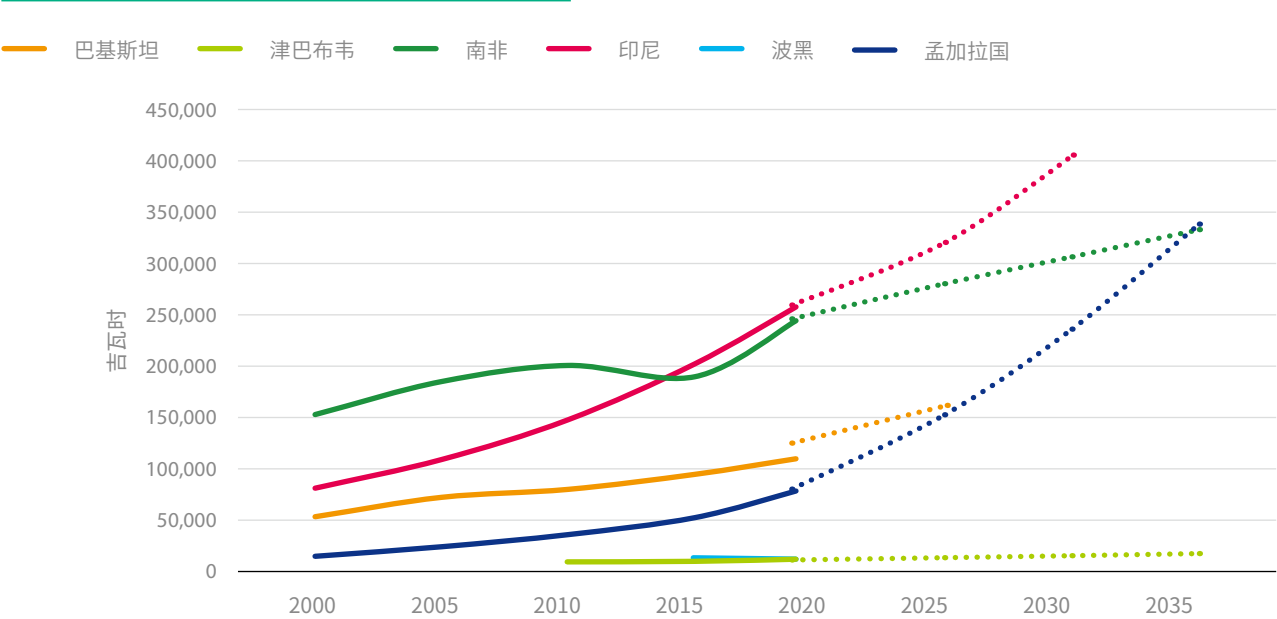
六国人均电力消费均处于较低水平，需求增长巨大，电力基础设施有待完善。六国人均用电量均低于中国平均水平，远低于美国等发达国家水平（图 6）。在人口和经济发展的推动下，根据各国官方规划或权威机构的预测，大多数国家电力需求将快速增长，其中印尼和孟加拉国的增长速度最快（图 7）。尽管波黑的人口已呈现负增长，但作为主要的出口商品，电力生产仍有发展与投资空间。截止到2020年，波黑已实现全部人口的电力覆盖，印尼已接近全部覆盖，孟加拉国通电率快速上升，津巴布韦电力基础设施有巨大发展空间，南非和巴基斯坦的通电率有较大发展空间，目前增长并不明显（图 8）。

图 6. 六国人均用电需求现状及预测



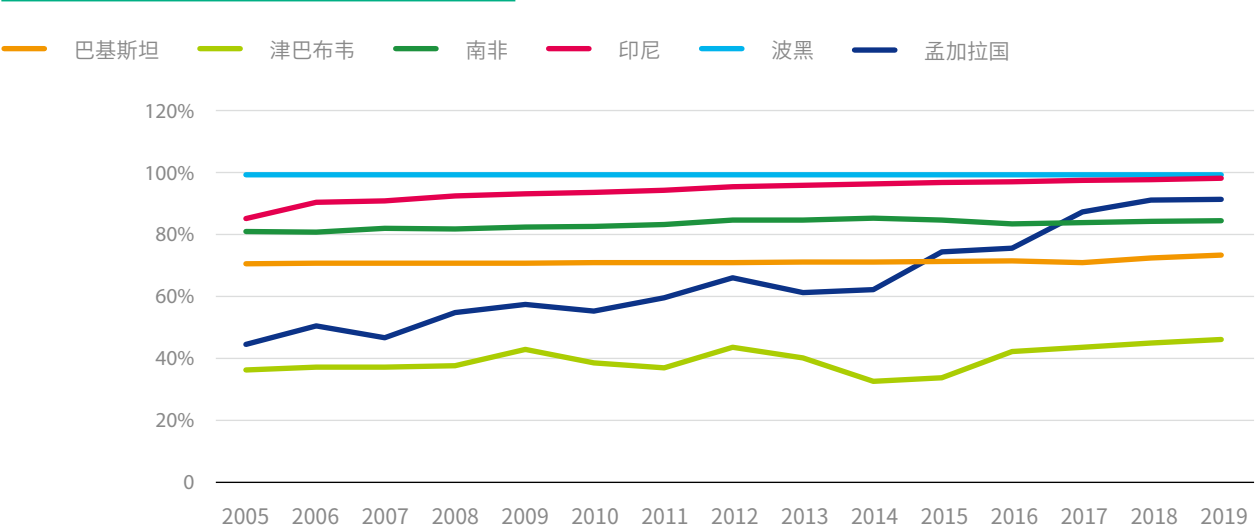
数据来源：IEA和各国官方预测，人口数据来自世界银行

图 7. 六国电力需求历史及预测（2000年-2035年）



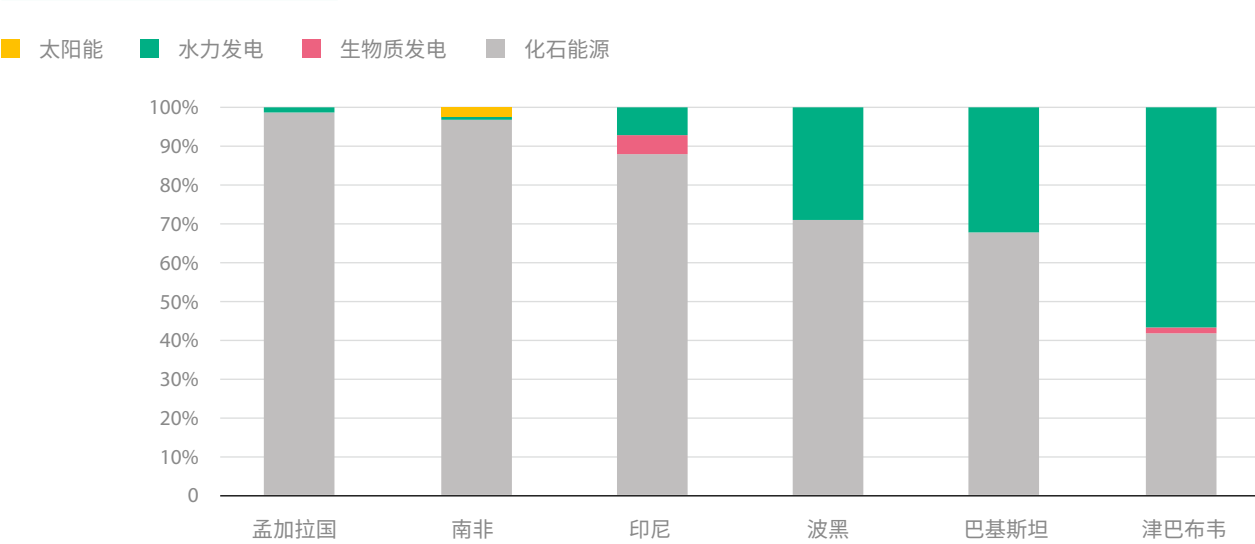
数据来源：IEA和各国官方预测

图 8. 六国通电率变化趋势（2015年-2019年）



数据来源：世界银行

图 9. 六国2020年发电量结构



数据来源：各国官方统计数据和IEA

六国电力供应和网络设施总体落后，电力结构不够清洁，可再生能源发展潜力较大，但有待加快建立和完善电力市场为非水可再生能源电力发展提供支撑。孟加拉国和印尼的电力供给落后其需求增长速度，巴基斯坦、津巴布韦和南非面临电力供应短缺问题或者有效电力供应不足的问题，波黑发电设施和电网系统较为陈旧。各国现有电源结构以化石能源为主，非水可再生能源发电占比较低（图 9）。

各国均拥有良好风电和光伏等非水可再生能源的开发潜力。但是，各国也面临着随着可再生电力渗透率的提升带来的可再生能源消纳问题，因此需要加快完善电力市场和加强基础设施建设。六个国家电力市场化程度普遍不高，大多为单一购买者模式，但独立发电商在可再生电力发展中的角色正在加强。市场化工具的发展大多在起始阶段。亟待进一步改革来为可再生电力提供良好发展环境。

巴基斯坦



巴基斯坦经济增长高度依赖于化石能源消费，能源利用效率总体较低。在GDP、人口保持中高增速和加快推进工业化进程的背景下，巴基斯坦未来能源消费需求将维持较快的增速。

巴基斯坦拥有一定的天然气和煤炭储备，水电资源较为丰富，总体仍属于能源资源匮乏地区，煤炭、石油和天然气消费主要依赖于进口。

短中期，巴基斯坦电力产能相对过剩，基本满足2030年预测负荷峰值的需求。但是，巴基斯坦电力机组设施和电网系统落后，并且电力行业深受电力市场循环债务等问题困扰，电力有效供给不足，总体处于缺电状态。巴基斯坦人均电力消费低，农村一半以上人口无法用电，大多数地区限电和断电经常发生。

在全球应对气候变化行动和经济复苏推动下，巴基斯坦政府承诺致力于发展更可持续清洁的电力行业，不再新建煤电项目，大力发展可再生能源。到2030年，风电、太阳能和生物质能等非水可再生能源电力占比将达到30%。为支持能源转型目标实现，在非水可再生能源发电、水电项目、电力输配系统、煤炭淘汰和可再生电力替代等领域，巴基斯坦到2030年的资金需求将达到1010亿美元，2040年额外新增需求650亿美元。

中国在巴基斯坦电力项目投资可以关注水电、风电等可再生能源项目、输配电网建设、火电灵活性改造和投资等领域。

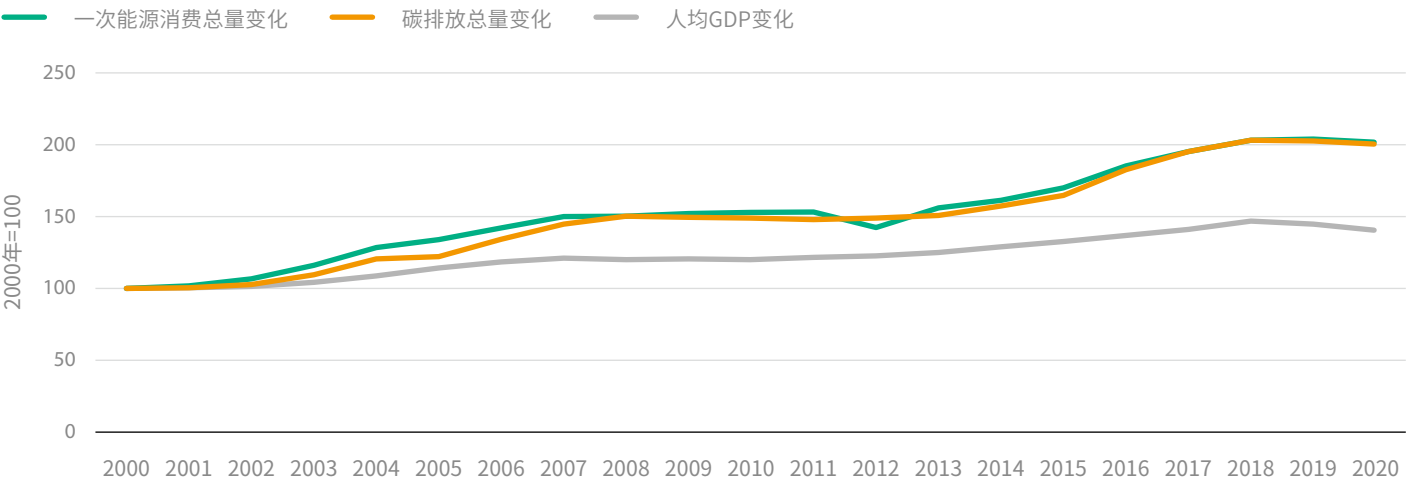
缩写和中英文

缩写	全名	中文
AEDB	Alternative Energy Development Board	替代能源发展委员会
AJK	State of Azad Jammu and Kashmir	克什米尔
BOO	Build-Own-Operate	建设—拥有一运营
BOOT	Build-Own-Operate-Transfer	建设—拥有一经营—转让
BP	British Petroleum	英国石油公司
CPPA-G	Central Power Purchasing Agency	中央购电处
CPPs	Captive Power Plants	自备电厂
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
GENCOs	Generation Companies	国有发电公司
GWh	Gigawatt hour	吉瓦时
EPC	Engineering Procurement Construction	工程总承包模式
IGCEP2021-2030	Indicative Generation Capacity Expansion Plan 2021-2030	指示性发电能力扩建计划 (2021-2030年)
IMF	International Monetary Fund	国际货币基金组织
IPPs	Independent Power Plants	独立电力生产商
KANUPP	Karachi Nuclear Power Plant	卡拉奇核电厂
KE	K-Electric Limited	卡拉奇电力公司
kWh	Kilowatt Hour	千瓦时
LOLP	Loss of load probability	电力不足概率
MW	Mega Watt	兆瓦
NCEC	National Committee on the Establishment of Carbon Market	碳市场建立国家委员会
NEPRA	National Electric Power Regulatory Authority	国家电力监管委员会
NTDC	National Transmission & Dispatch Company	国家输电和调度公司
PAEC	Pakistan Atomic Energy Commission	巴基斯坦核能委员会
PPAs	Power Purchase Agreements	电力购买协议
PPIB	Private Power and Infrastructure Board	私营电力和基础设施委员会
SPPs	Small Power Producers	小型发电厂
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	联合国气候变化框架公约
WAPDA	Water and Power Development Authority	水电发展署
WB	The World Bank	世界银行
	Take or Pay	照付不议
	Government of Pakistan Ministry of Energy Power Division	巴基斯坦能源部电力处

宏观社会经济条件

巴基斯坦经济增长与能源消费、碳排放变化呈现出明显同向增长趋势，并且GDP增长幅度低于能源消费和碳排放的增长幅度（图 10）。在2000-2020年的20年间，巴基斯坦人均GDP增长约1.4倍，一次能源消费总量和二氧化碳排放水平分别增长约2倍。巴基斯坦目前经济增长高度依赖于化石能源消费，能源利用效率不高。

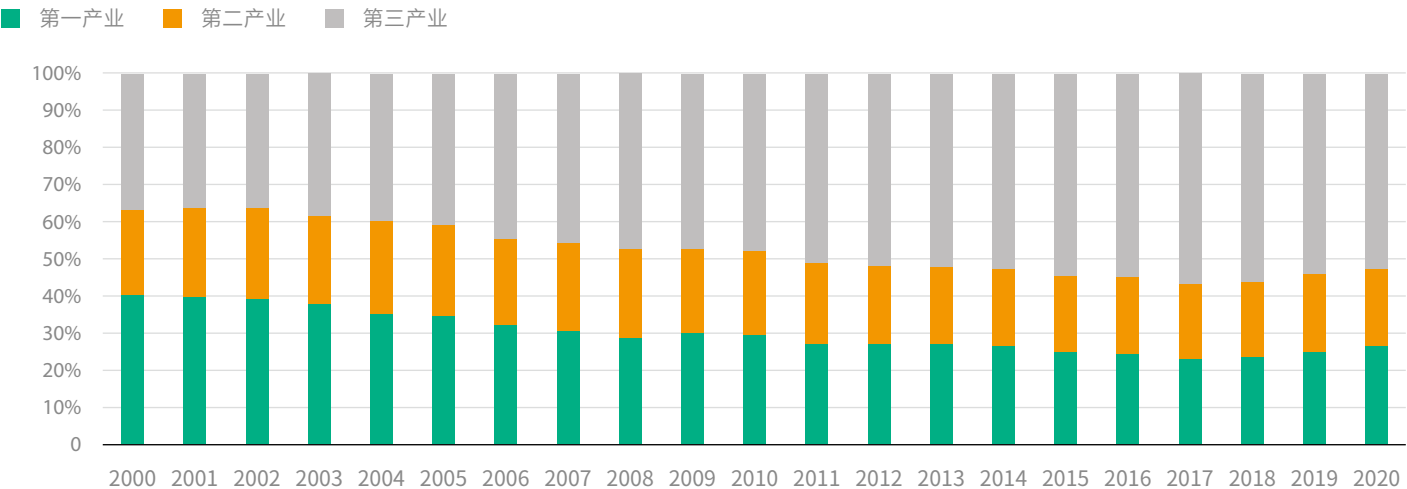
图 10. 巴基斯坦能源消费、碳排放及人均GDP变化趋势（2000年-2020年）



数据来源：BRITISH PETROLEUM, 2022; 世界银行, 2022

巴基斯坦产业结构调整进程较为缓慢。巴基斯坦三产结构目前呈“三、一、二”格局，经济增长高度依赖于农业和低端服务业，处于前工业化阶段。第一产业、第二产业和第三产业的比重从2000年的40：23：37调整为2020年的26：21：53。一产占比大幅下降，二产占比也呈缓慢下降的态势，而三产占比快速增加（图 11）。

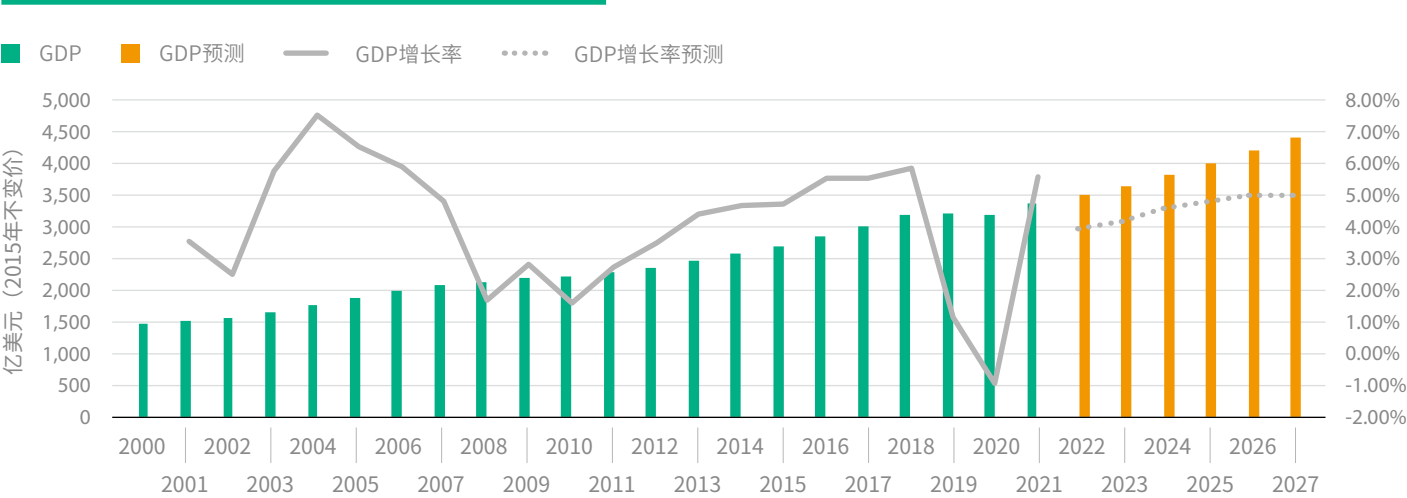
图 11. 巴基斯坦三产比重（2000年-2020年）



数据来源：世界银行, 2022

根据世界银行的标准，巴基斯坦属于中等偏下收入国家。过去20年，巴基斯坦GDP总量和人均GDP保持增长趋势，GDP总量和人均GDP分别从2000年的1465亿美元（2015年不变价）和1029美元（2015年不变价）增加到2021年的3373亿美元（2015年不变价）和1479美元（2015年不变价），GDP增长率年均增速约为4.07%。根据国际货币基金组织（IMF）2022年《世界经济展望》预测，在2022-2027年的未来五年，GDP增速预计以年均4.6%的速率增加（图 12）。

图 12. 巴基斯坦GDP及GDP增长率（2000年-2027年）

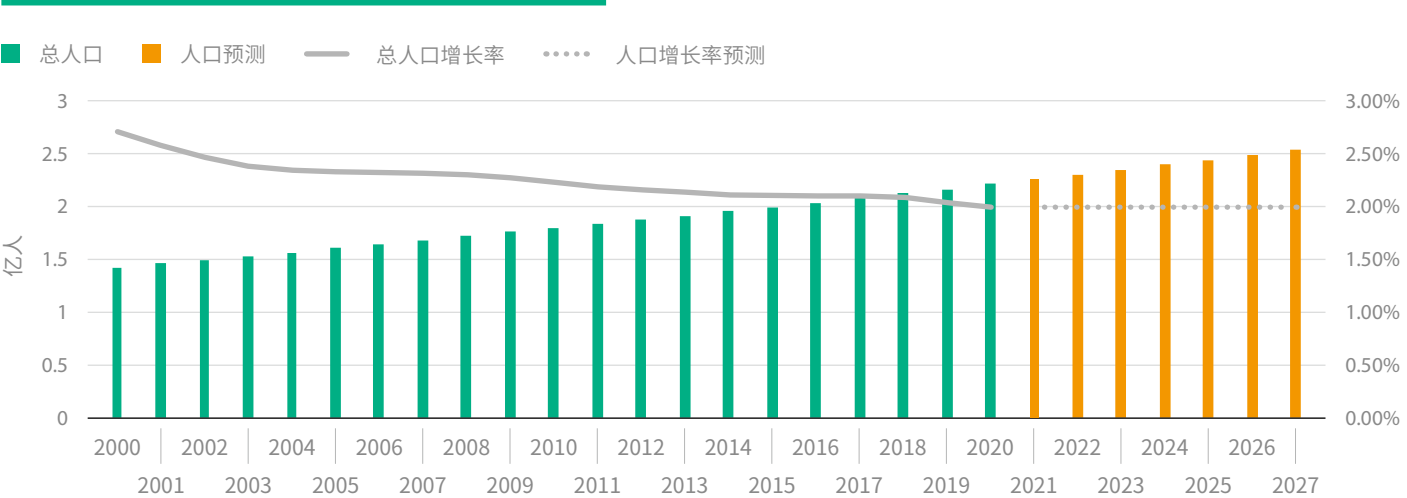


数据来源：国际货币基金组织, 2022; 世界银行, 2022

巴基斯坦是人口大国，未来人口仍会增加。巴基斯坦人口规模排名居全球第 5 位。人口数量从 2000 年的 1.42 亿增加到 2020 年的 2.21 亿。巴基斯坦也是全球人口增速最快的国家之一，过去 20 年人口年均增速达 2.24%。根据 IMF 2022 年《世界经济展望》预测，未来 5 年巴基斯坦人口增速仍将保持 2% 的速率（图 13）。

在 GDP、人口维持较高增速以及加快推进工业化进程背景下，巴基斯坦未来能源消费需求将呈现较快的增长趋势。

图 13. 巴基斯坦人口及人口增长率（2000年-2027年）



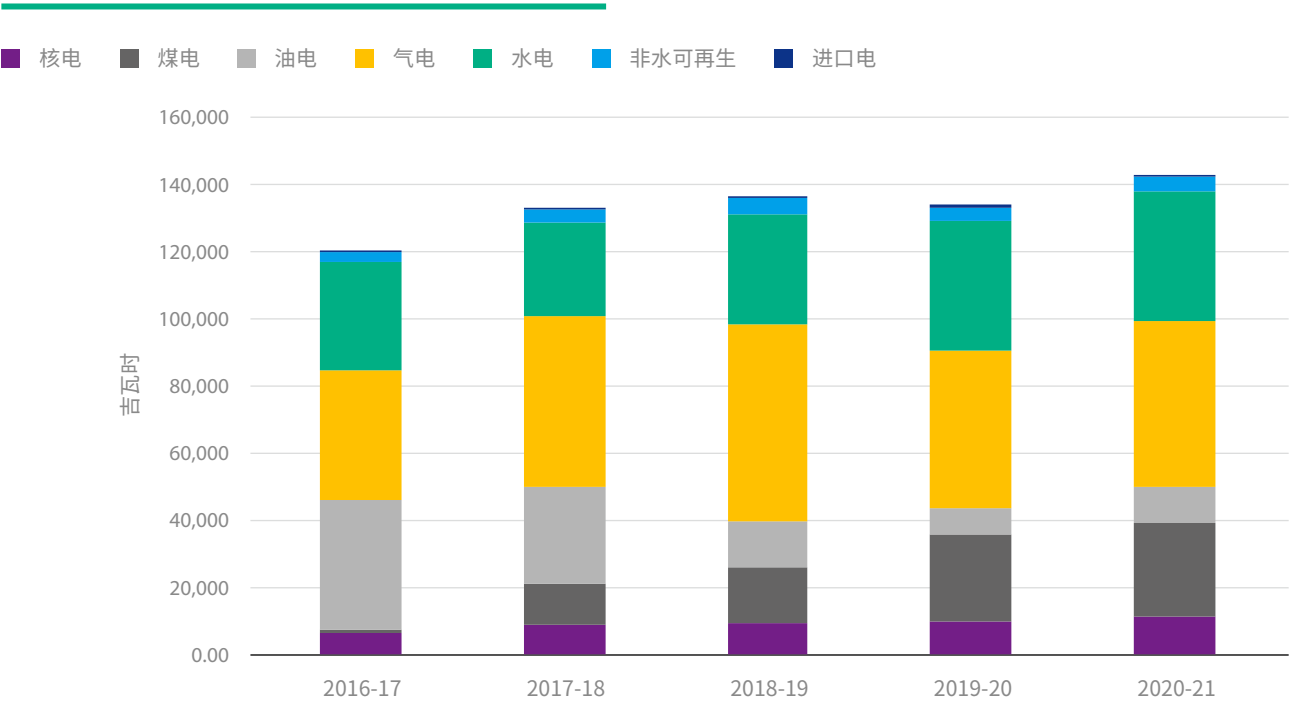
数据来源：IMF, 2022; 世界银行, 2022

电力供需情况

巴基斯坦人均电力消费低，未来会大幅度增加。根据2021年5月国家输电和调度公司（National Transmission & Dispatch Company, NTDC）发布的《指示性发电能力扩建计划（2021-2030）》（IGCEP（2021-2030））中提供的数据，2020年人均电力需求仅为516千瓦时，远低于邻国印度的水平（1208千瓦时），预计到2030年，巴基斯坦人均电力需求将上升到760千瓦时。巴基斯坦电力消费主要是满足居民生活部门（约占50%以上）、其次为工业、农业、商业等。巴基斯坦输配网建设落后，电力损失较大，如2020年电网覆盖率约为75%，输配电损失达到20120吉瓦时（约占发电量的19.75%）（NTDC, 2021）。

巴基斯坦火电占绝对优势，其次是水电。以2020-2021年度为例，火电发电量为88678吉瓦时，占总发电量的61.76%；水电发电量为38801吉瓦时，占比为27.02%；核电发电量为11090吉瓦时，占比为7.72%；非水可再生发电量为4522吉瓦时，发电量占比为3.15%。

图 14. 巴基斯坦发电量及结构变化（2016年-2021年）



数据来源：NEPRA, 2022

根据IGCEP（2021-2030）提供的最新电力需求预测，到2030年，巴基斯坦电力需求约172641吉瓦时至195244吉瓦时，峰值负荷需求将达到32015兆瓦至36369兆瓦。电力需求预测相对于上一版IGCEP 2020大幅下降。

巴基斯坦电力产能基本可以满足2030年负荷峰值需求。尽管未来几年，巴基斯坦电力容量供应相对过剩，但是由于电力行业基础设施落后，电厂运行状态不稳定等因素，巴基斯坦还无法实现产能最大利用，总体上仍处于缺电状态。IGCEP（2021-2030）提出，未来10年将有6447兆瓦的老旧火电机组安排退役，主要以燃气机组为主。

目前巴基斯坦电力供大于求，但发电设施和电网系统落后，发电效率低下，输配电损失高，导致限电和断电仍经常发生。巴基斯坦电力供应结构依赖水电，随着极端气候事件发生愈加频繁，干旱等问题将严重威胁巴基斯坦电力供应稳定性。

电力行业管理体制和市场机制

巴基斯坦电力行业涉及电力政策执行部门、电力行业监管机构、电力调度机构、发电企业、输配电企业等。

主要参与实体

如下表所示，巴基斯坦电力行业由国家电力监管委员会（National Electric Power Regulatory Authority, NEPRA）监管。火力发电公司主要包括独立电力生产商（Independent Power Plants ,IPPs）和国有发电公司（Generation Companies, GENCOs）。水电发展署（Water and Power Development Authority, WAPDA）负责经营和管理巴基斯坦大部分的水电站。IPPs由私营电力和基础设施委员会（Private Power and Infrastructure Board, PPIB）管理。可再生能源项目由替代能源发展委员会（Alternative Energy Development Board, AEDB）监督实施。核电发展由巴基斯坦核能委员会（Pakistan Atomic Energy Commission, PAEC）负责。

电力市场体系分为两个独立系统，分别是中央电力采购处（Central Power Purchasing Agency, CPPA-G）和卡拉奇电力公司（Karachi Electric, KE）。CPPA-G负责除KE范围的发电市场运行，旨在促进电力市场的发展，从单一买家过渡到竞争市场。此外，CPPA-G负责代表配电公司（Distribution Companies, DISCO）同发电企业进行电力采购。卡拉奇电力公司（KE）负责卡拉奇及其周边的电力市场，业务范围覆盖发电、输电和配电领域。

表 2. 巴基斯坦电力行业参与主体

发电			输电	配电
火电	燃油	4个国有发电公司（Generation Companies, GENCOs）、独立电力生产商（Independent Power Plants , IPPs）、卡拉奇电力公司（Karachi Electric, KE）	• 国家输电和调度公司（National Transmission & Dispatch Company , NTDC）	• 10个配电公司（Distribution Companies (DISCOs)） - FESCO - GEPCO - HEPCO - IEPCO - LEPCO - MEPCO - PEPCO - QEPCO - SEPCO - TEPCO
	燃气			
	煤炭			
	核电			
可再生能源	水能	水电发展署（Water and Power Development Authority , WAPDA）	• KE	• KE
	太阳能			
	风能			
	生物质能			
	水电 (hydel)			

数据来源：根据THE PAKISTAN CREDIT RATING AGENCY LIMITED, 2021整理

巴基斯坦发电结构按电源划分为水电、火电、核电、可再生能源发电（含风能、太阳能、生物质能）。截至2021年6月，CPPA-G系统电力装机容量占全国的93%，KE系统电力装机容量占全国的7%。自2002年巴基斯坦《电力生产政策》实施以来，火电IPPs占比快速增加。截至2021年6月，IPPs占火电装机比重为43%（表 3）。

表 3. 2020年和2021年巴基斯坦发电装机结构（分市场主体和燃料类型）

	2020		2021	
	装机量(兆瓦)	占比	装机量(兆瓦)	占比
CPPA-G 系统	35,735	92%	36934	93%
水电	9861	25%	9915	25%
WAPDA	9389	24%	9443	24%
IPPs	472	1%	472	1%
火电	23827	62%	24972	63%
GENCos	4881	13%	4881	12%
IPPs	17276	45%	17276	43%
SPPs/CPPs	340	1%	340	1%
核电	1330	3%	2475	6%
可再生能源	2047	5%	2047	5%
K-Electric 系统	2,984	8%	2838	7%
KE自有	2294	6%	2084	5%
IPPs	366	1%	366	1%
SPPs/CPPs	87	0%	151	0%
KANUPP	137	0%	1371	3%
太阳能	100	0%	100	0%
总计	38,719	100%	39,772	100%

注：分别是截至2020年6月和2021年6月的数据情况
数据来源：NEPRA, 2022

电力行业政策实施机构

巴基斯坦能源部电力处（Ministry of Energy Power Division）是联邦政府电力行业政策的实施机构，并负责组织协调省级政府及电力监管部门的政策实施，监管AEDB、NTDC、PPIB、CPPA等电力机构，负责管理循环债务以及电力项目不同阶段的实施工作。

行政监管部门

水电发展署 WAPDA

WAPDA是1958年议会法案（Act of Parliament）成立的自治性的法定机构，隶属于联邦政府。WAPDA由四个垂直部门负责包括电力部门、水务部门、财务部门和行政部门。2007年WAPDA电力部门经历重组，拆分为不同地区的15个独

立运行的公司实体，分别是NTDC，四个GENCOs，10个DISCOs。WAPDA目前主要集中于水能和水电资源的有效开发。截至2020年，WAPDA正在运营22个水力发电站，装机容量约为9861兆瓦，约占总份额的24%（THE PAKISTAN CREDIT RATING AGENCY LIMITED, 2021）。

替代能源发展委员会 AEDB

AEDB是联邦政府2003年成立的独立机构，致力于促进巴基斯坦可再生能源发展，加快提高替代能源和可再生能源利用比例。2006年，AEDB行政管辖权归入水电部（Ministry of Water and Power）。2017年水电部解散，电力部门转入能源部。AEDB将为可再生能源发电项目提供一站式服务，并协助投资者处理与联邦不同部门和省级政府的关系，监管可再生能源政策执行情况。

私营电力和基础设施委员会 PPIB

PPIB是1994年巴基斯坦成立的联邦政府部门，致力于加快电力行业私人投资（含水电）。截至2021年1月，全国约有84家IPPs在运营。私营电力项目包括外国和当地企业的合作关系，如巴基斯坦的Nishat, Sapphire, Attock, Engro and Fauji 集团等（THE PAKISTAN CREDIT RATING AGENCY LIMITED, 2021）。

巴基斯坦核能委员会 PAEC

PAEC负责农业、医疗和工业领域的核能应用和研发，以及管理和执行核电站项目等。

电力市场监管部门

国家电力监管委员会 NEPRA

NEPRA于1997年成立，负责统一管理全国电力市场运行，负责发放电力项目许可，制定及调整电价，制定业绩考核标准以及审批电力行业投资项目，编制国家电力规划等。

电力市场主体

中央购电处 CPPA-G

CPPA-G是巴基斯坦全国电力市场的运营公司，是电力市场的单一电力购买方。其核心业务包括1) 结算；2) 代表各配电公司（DISCOs）向发电企业购买电力；3) 融资；4) 法律和公司事务；5) 战略和市场发展；6) 监测和协调等。

国家输电和调度公司 NTDC

NTDC是电力系统运营公司，负责除KE区域之外的巴基斯坦全域范围内的发电设施的安全稳定运行和调度。调度规则是优先调度可再生能源和核能，对于火电厂，按照电量电价高低进行经济调度（Merit order）。

卡拉奇电力公司 Karachi Electric (KE)

KE是垂直管理的私营电力公司，负责KE地区的电力供应和调配。NTDC和KE电网系统互联允许KE按需从国网调入电力。

配电公司 Distribution Companies (DISCOs)

在配电侧，除了由 KE 公司负责卡拉奇地区外，其他地区由另外 10 个配电公司分别负责。配电公司负责将电力输配到终端用户，并负责收取电费，上交给中央购电处，再将收入支付发电企业和国家电网公司。

发电企业

在发电侧，巴基斯坦除了 4 个国有发电公司 (Generation Companies, GENCOs)、1 个水电公司以及 KE 公司所属的发电资产外，还包括独立电力生产商 (IPPs)。IPPs 项目最低股本金要求为项目总成本的 20%。IPPs 项目第一个 10 年享受平均电价为 6.5 美分/千瓦时的指示性电价 (按照年电厂容量因子 60% 计算) (Bulk Power Tariff)，并将项目寿命期间的平准电价为 5.9 美分/千瓦时 (1.776 卢比/千瓦时) 作为电价接受度的最终参数。实际支付电价由容量价格和电能量价格两部分构成，容量价格按月支付，包括偿债成本、固定运行和维护成本、保险费用和 ROE，确保 IPPs 免受购电量变化的影响。电能量电价按照 IPPs 实际上网电价支付。此外，根据卢比/美元汇率、燃料价格变化和通货膨胀情况，NEPRA 提供一个指数化调整电价机制 (NEPRA, 1994; THE PAKISTAN CREDIT RATING AGENCY LIMITED, 2021)。

电价机制及其他市场机制

巴基斯坦电力行业发电、输电和配电各环节的电价最终由 NEPRA 审核通过。发电端电价是基于发电企业 (IPPs 和 GENCOs) 与单一电力购买方 (CPPA-G) 的电力购买协议 (Power Purchase Agreements, PPAs) 确定。电价由三部分构成：1) 容量收费，包括偿债成本、电厂建设和设计成本、保险费用和 ROE；2) 能源收费，主要是燃料价格；3) 可变运维成本。其中，容量收费建立了依据汇率和利息变化进行指数调整的机制。容量收费采取“照付不议” (Take or Pay) 原则。输电价格包括支持缴纳 NTDC 的系统使用费，计算方法按照 NTDC 预期收入除以所有接入 NTDC 输电网络的 DISCOs 和大宗电力用户的最大需求指数之和。配电端的零售电价由发电价格、配电价格以及配电公司的固定收益构成，并考虑电力输配损失。NEPRA 确定终端用户电价。

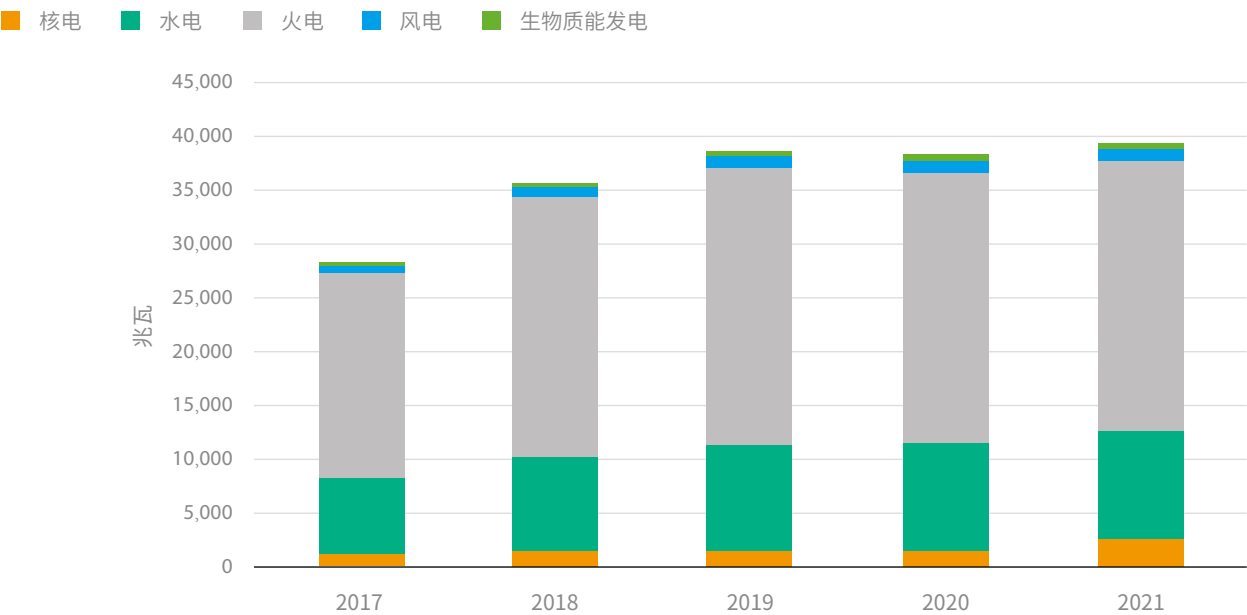
巴基斯坦有计划建立碳市场，增加财政收入和绿色就业机会，支持经济的可持续复苏。在联合国气候变化框架公约 (UNFCCC) 的支持下，巴基斯坦气候变化部开展了有关引入碳定价工具的研究，支持发展当地碳交易并参与国际碳市场。作为这项研究的结果，巴基斯坦总理批准成立了碳市场建立国家委员会 (National Committee on the Establishment of Carbon Market, NCEC)。NCEC 的主要任务是设计国内排放交易计划 (ETS) 框架，监测、报告和核查 (MRV) 基础设施和程序，利益相关者的能力建设和培训等 (GOVERNMENT OF PAKISTAN FINANCE DIVISION, 2022)。

巴基斯坦政府目前依靠融资或发债以政府补贴方式支撑电力行业运行，深受电力行业循环债务困扰。配电公司负责将电力输配到终端用户，并负责收取电费，上交给中央购电处，再将收入支付发电企业和国家电网公司。由于终端用户电费缴纳率很低，输配线路损失大、政府补贴不足，中央购电处长期拖欠电厂和国家电网，导致发电企业拖欠燃料供应企业的燃料费，进而导致电力供应链出现日益严重的循环债务问题。2020 年 11 月底，巴基斯坦循环债务累计达到 2.28 万亿巴基斯坦卢比 (PKR) (NEPRA, 2022)。近些年，为了解决这一问题，巴基斯坦不断调高销售电价，计划更新电网设备和启动智能电表计划 (何旭等, 2021)。

现有装机和能源资源禀赋

巴基斯坦电源结构以火电为主 (如图 15 所示)。截至 2021 年 6 月，巴基斯坦装机容量为 39772 兆瓦，其中火电装机容量为 25098 兆瓦，占总装机量的 63.11%；水电装机容量 9915 兆瓦，占总装机量的 24.93%；核电装机容量 2612 兆瓦，占比为 6.57%；风电、太阳能和生物质能装机容量合计 2147 兆瓦，占比为 5.40%。

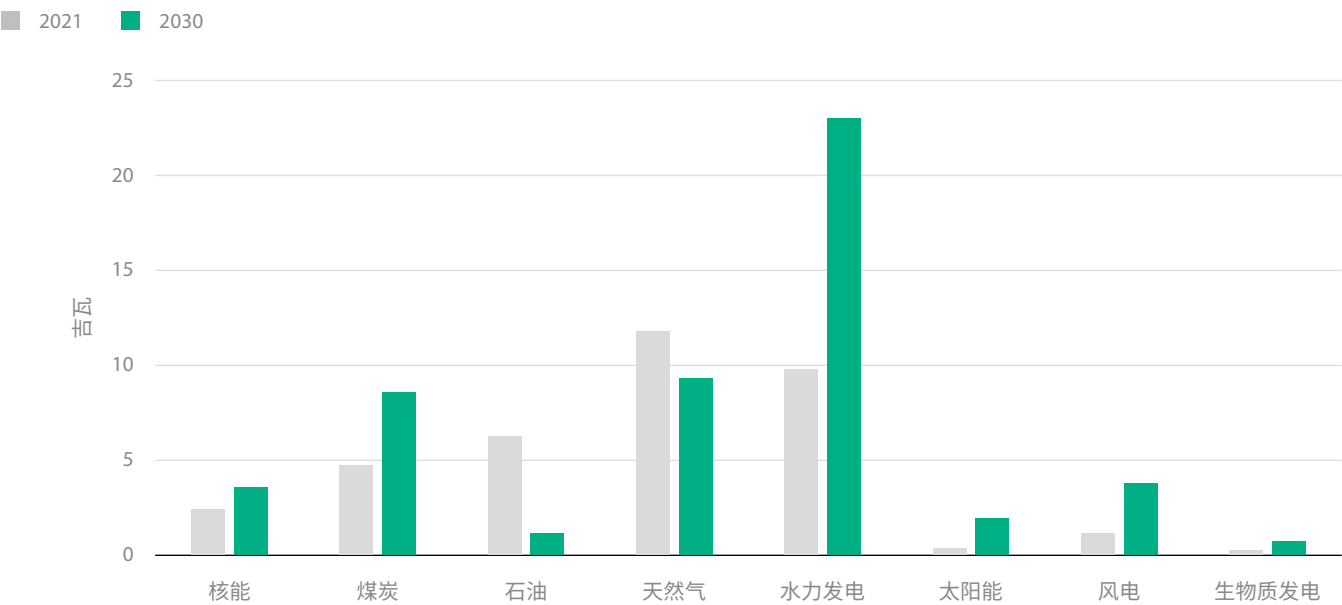
图 15. 巴基斯坦发电装机结构（2017年-2021年）



数据来源：NEPRA，2022

根据IGCEP（2021-2030），照常情景下，2030年巴基斯坦水电装机为第一电源，并占绝对优势，气电装机下降，煤电装机增长。风电和太阳能装机容量未来十年将分别新增2.56吉瓦、1.56吉瓦，到2030年两者装机容量为5.76吉瓦，低于气电9.37吉瓦的规划目标。

图 16. 2021年巴基斯坦电力供应结构及2030年电力装机结构（吉瓦）规划预测

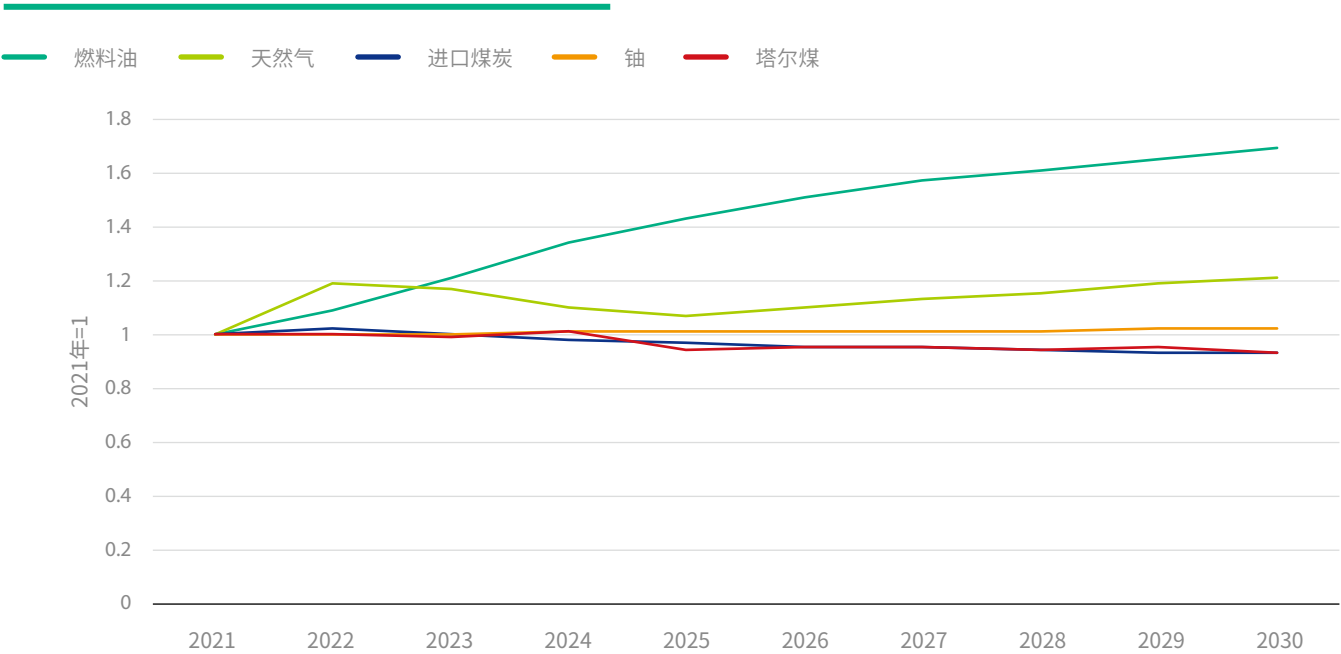


数据来源：GOVERNMENT OF PAKISTAN FINANCE DIVISION, 2022; NATIONAL TRANSMISSION & DISPATCH COMPANY（NTDC），2021

巴基斯坦是能源资源较为匮乏的国家，化石燃料消费主要依赖进口。根据BP数据，2020年底煤炭可证明总储量为3064亿吨，占全球可证明储量的0.3%，储采比为396；天然气可证明总储量为13.6万亿立方尺，约占全球的0.2%，储采比为12.6。根据世界银行数据，巴基斯坦太阳能资源和风能资源最大理论开发潜力分别为5.34千瓦时/平方米/天和43000吉瓦。尽管巴基斯坦拥有一定的天然气和煤炭储备，但煤炭、石油和天然气消费主要依赖于进口。巴基斯坦的水电资源较为丰富。

巴基斯坦发电主要依赖天然气、煤炭和石油等化石能源，但是国内化石能源贫乏，燃料主要依赖进口，发电燃料成本过高。燃料价格的不确定性和可获得度成为制约巴基斯坦长期发电扩张计划的关键决定因素。IGCEP（2021-2030）预测巴基斯坦未来燃料油和天然气价格会上升，煤炭价格有小幅下降（图 17）（NTDC, 2021）。

图 17. 巴基斯坦燃料价格变化指数（2021年-2030年）



数据来源：NTDC, 2021

能源环境政策

巴基斯坦提交至UNFCCC秘书处的《2021年巴基斯坦更新国家自主贡献》（Pakistan's updated Nationally Determined Contributions 2021）中提出，到2030年，可再生能源电力（含水电）占比达到60%，并且完全禁止进口煤炭。从2020年起，暂停新建燃煤电厂，不允许使用进口煤炭的煤电厂发电，搁置两座新的燃煤电厂的计划改为支持水力发电项目。为支持能源转型目标实现，综合在建可再生能源项目、额外水电项目、电力传输网络、煤炭淘汰和可再生电力替代等方面的资金成本，巴基斯坦能源转型资金到2030年将达到1010亿美元，2040年还额外需要650亿美元（GOVERNMENT OF PAKISTAN, 2021b）。

巴基斯坦政府发布的《国家电力政策》（National Electricity Policy 2021）确定了电力部门发展的定性目标和政策方向，并提供了支持目标实现电力部门决策的关键指导原则和框架（GOVERNMENT OF PAKISTAN, 2021a）。

2021年5月，NTDC编制出台了《指示性发电能力扩张计划（2021-2030年）》（IGCEP 2021- 2030）。IGCEP提供全国（不包括KE覆盖地区）未来10年发电量扩展计划的年滚动发布的指示文件，由NTDC根据电网规范编制，每年更新，并由NEPRA监管机构批准发布，用于支持国有和私营发电设施的电力采购。IGCEP 识别每年不同电源的新增容量和投运日期，满足电网规范的一年电力不足概率（LOLP）不超过1%的要求，满足长期负荷增长预测和储备要求，以及提供最低成本的最优发电扩展计划。2020年4月，NTDC公布了《指示性发电能力扩张计划（2047）》（IGCEP 2047）。这一文件提供了2020-2047年期间不同电源的新增容量和投运日期。

2020年8月，巴基斯坦政府正式批准《替代与可再生能源政策2019》（Alternative and Renewable Energy Policy 2019, ARE 2019）。ARE 2019旨在为进一步推动巴基斯坦替代和可再生能源发展提供路线图，以及提高可再生电力的市场竞争性。这项政策文件涵盖支持所有国有或者私营的替代能源或者可再生能源项目，包括生物质能、地热能、海洋能、太阳能、风能、储能、氢能等。AER 2019提出，非水可再生能源发电量占比从目前的3.15%提高到2025年的20%和2030年的30%。

在全球气候变化和煤电退出背景下，中国在巴基斯坦的电力项目投资可以集中水电、风电等可再生能源项目、输配电网建设、火电灵活性改造和投资等领域。

投资环境与双边合作

商务部等最新公布的《对外投资合作国别（地区）指南：巴基斯坦（2021年版）》对巴基斯坦投资环境提供了详细阐述，相关信息如下：

对于外国投资方面，除国家安全和公共安全禁止或限制领域外，巴基斯坦几乎所有经济领域均向外资开放，外国和当地投资者享有同等待遇。在融资条件方面，外资企业与当地企业享受同等待遇。外商可以采取绿地投资或者并购等方式在巴基斯坦投资。

在国际合作方面，巴基斯坦已与32个国家（包括中国）签有投资保护协定，与54个国家（包括中国）签有避免双重征税协定。此外，巴基斯坦在区域经济合作中比较活跃，迄今已与中国签署中巴自贸协定第二阶段议定书。

关于主权信用评级，2020年8月，国际评级机构穆迪对巴基斯坦主权信用评级为B3，展望为稳定。2021年5月27日，国际评级机构惠誉（Fitch）对巴基斯坦主权信用评级为B-，展望为稳定。2020年8月，国际评级机构标准普尔（S&P）将巴基斯坦评级维持在“B-”级，展望为稳定。

关于全球竞争力排名，世界银行《2020年全球营商环境报告》显示在190个经济体中，巴基斯坦位列108位（商务部等, 2022）。

我国和巴基斯坦电力行业领域的合作项目逐渐转向绿色电力领域，如风电、光伏和水电合作项目等（表 4）。

表 4. 中国在巴基斯坦电力行业投资项目

项目名称	电力类型	装机容量 (兆瓦)	工程投资	商业模式	状态
达沃 (DAWOOD) 风电项目	风电	50	1.15亿美元	投资	商业运行
Jhimpir风电项目	风电	99	2.52亿美元	B00	商业运行
萨察尔风电项目	风电	49.5	1.1亿美元	EPC	商业运行
三峡巴基斯坦风力发电二期项目	风电	49.5	1.12亿美元	B00	商业运行
中兴能源巴基斯坦光伏电站项目	光伏	900	15亿美元	直接投资	一期工程 并网发电
苏吉吉纳里水电站项目	水电	884	19.62亿美元	B00T	建设中
卡洛特水电站项目	水电	720	16.5亿美元	B00T	建设中

津巴布韦





津巴布韦本身煤炭和水力资源丰富，因此供电高度依赖煤电和水电。但是现有机组已经难以满足本国现有电力需求，同时机组老旧而水电和煤电均受气候风险影响较大，电力行业供需不平衡。津巴布韦作为发展中国家，又饱受限电之苦，其电力需求发展空间巨大。考虑到津巴布韦光照资源丰富，平准化度电成本较低，再加之其对可再生能源友好的政策环境，投资津巴布韦的光伏电厂可有较大发展空间。

缩写和中英文

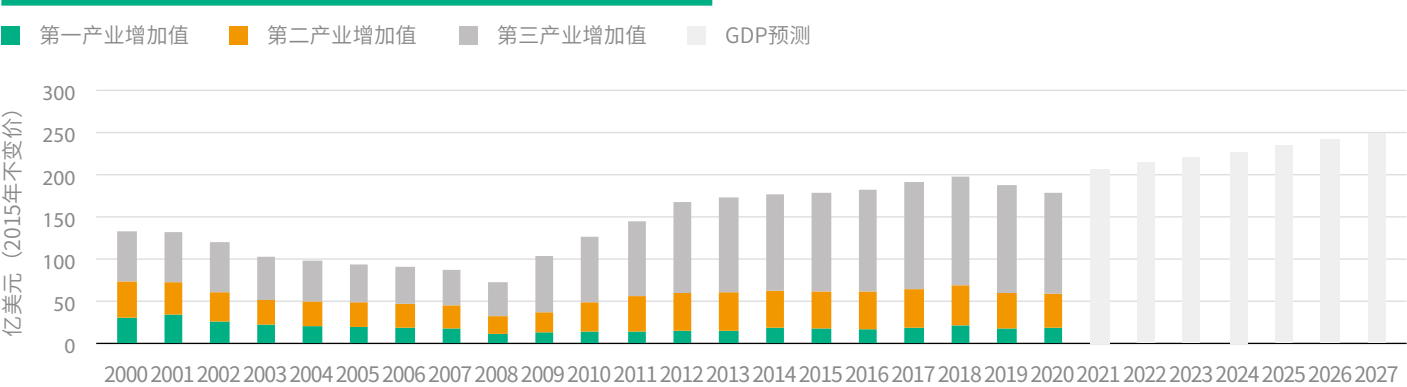
缩写	全名	中文
NDC	Nationally Determined Contribution	国家自主贡献
PPP	Public-Private Partnership	公私合作
BOOT	Build-Own-Operate-Transfer	建设—拥有一经营—转让
PFI	Private Finance Initiative	私有部门融资
BOO	Build-Own-Operate	建设—拥有一运营
BLT	Build-Lease-Transfer	建设—租赁—转让
DBFO	Design-Build-Finance-Operate	设计—建设—融资—运营
IPPs	Independent Power Producers	独立发电商
SIPP	Small Independent Power Producer	小型独立发电商
SAPP	South Africa Power Pool	南部非洲局域网
ZESA	Zimbabwe Electricity Supply Authority	津巴布韦电力供应公司
ZERA	Zimbabwe Energy Regulatory Agency	津巴布韦能源管理局
MEPD	Ministry of Energy and Power Development	津巴布韦能源电力发展部
ZPC	Zimbabwe Power Company	津巴布韦电力公司
ZETDC	Zimbabwe Electricity Transmission and Distribution Company	津巴布韦输配电公司
FiT	Feed-in Tariffs	上网电价补贴
NREP	National Renewable Energy Policy	《国家可再生能源政策》

津巴布韦共和国位于非洲南部，毗邻南非、博茨瓦纳、赞比亚及莫桑比克，是一个内陆国家。面积39万平方公里，赞比西河 (Zambezi River) 和林波波河 (Limpopo River) 为境内两大主要河流。津巴布韦于1980年独立后，由穆加贝 (Mugabe) 担任总统长达37年。2017年津巴布韦军方发动政变，此后由姆南加古瓦 (Mnangagwa) 担任总统至今。姆南加古瓦任职后，津巴布韦并没有马上进入稳定发展的阶段，加之新冠疫情影响，发展速度远不如预期。随着疫情影响逐渐减弱，津巴布韦经济发展有望步入正轨。尽管较为严重的贫困问题和人民质疑政府的腐败问题仍给津巴布韦带来一定的政治不稳定性，基本来说在2023年选举中现任总统及执政党预期将连任，能够维持政局的基本稳定 (FITCH SOLUTIONS)。

宏观社会经济条件

津巴布韦虽面临着贫困问题，但仍是一个可观的经济体，其国内生产总值 (GDP) 为20亿美元 (2015年不变价) 左右，人均GDP在1307美元 (2015年不变价) 左右，皆为非洲中上游水平。根据国际货币基金组织预测，津巴布韦GDP将以每年3%的幅度稳步增长，在2027年可达到24亿美元 (2015年不变价) 左右。自2008年津巴布韦GDP触底反弹后，经济增长主要来自第三产业，小部分来自第二产业，如此也导致一产在经济结构中占比逐年下降 (世界银行, 2022c)。

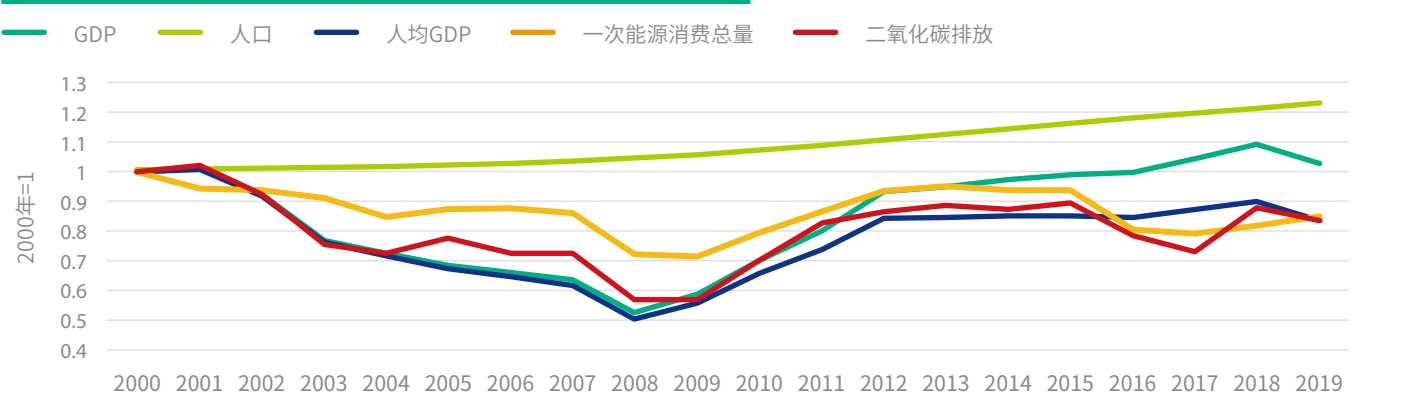
图 18. 津巴布韦GDP历史趋势、结构及预测 (2000年-2027年)



数据来源：IMF, 2022b; 世界银行, 2022c

津巴布韦人口在2020年将近1500万 (世界银行, 2022c)，2027年人口预计将增至1700万左右 (IMF, 2022b)。尽管津巴布韦人口一直稳步上升，其一次能源消费基本与人均GDP挂钩。同时，津巴布韦碳排放水平也与能源消费高度相

图 19. 津巴布韦社会、经济、能源指标增长趋势 (相对于2000年)



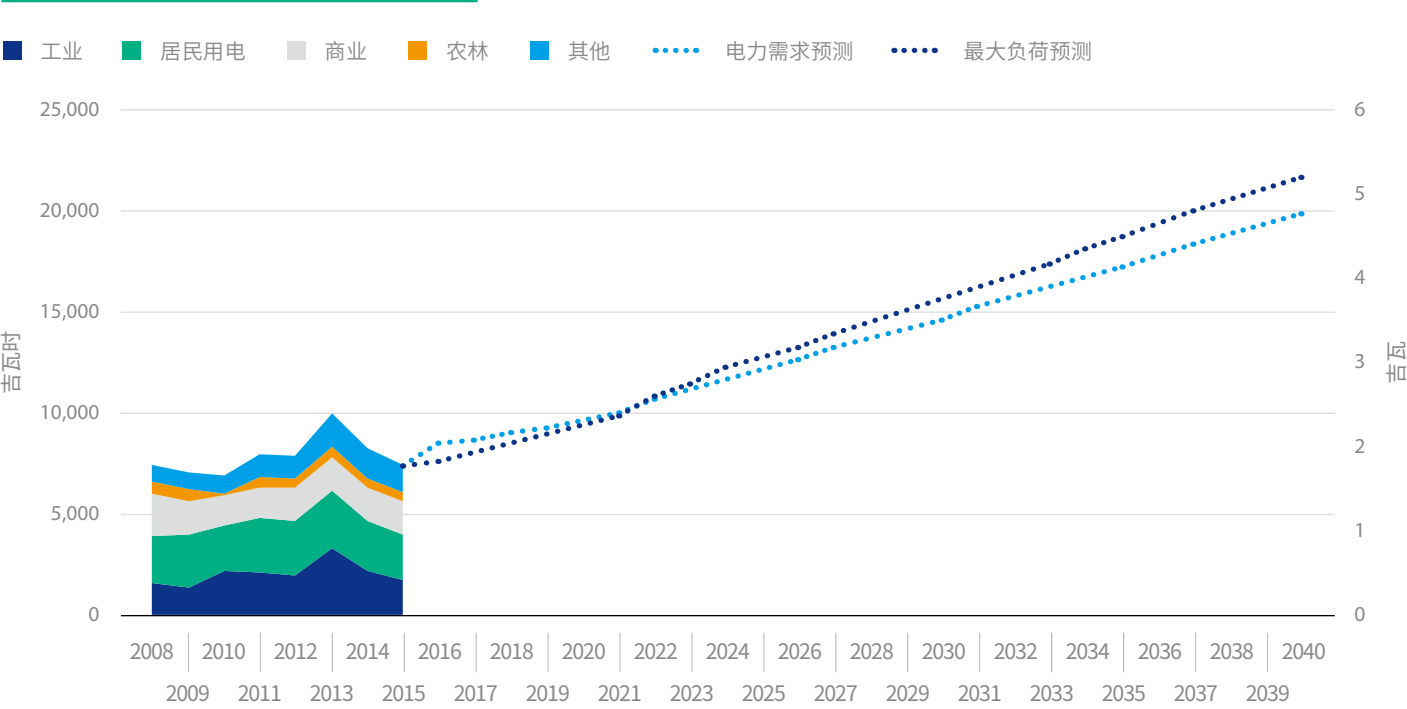
数据来源：IEA; 世界银行, 2022c

关，主要由于其能源清洁度尚未产生明显改变。津巴布韦于2021年9月24日提交了最新的国家自主贡献（NDC），其中提出在有国际支持的前提下，津巴布韦在2030年人均温室气体排放相比BAU减少40%。在NDC的减排情景（Mitigation Scenario）中，全经济面人均温室气体排放在2030年将达到2.3吨CO₂e（GOVERNMENT OF ZIMBABWE, 2021）。这也符合国际气候治理的“共同但有区别责任原则”。

电力供需情况

津巴布韦地处非洲南部，是南部非洲局域网（South Africa Power Pool, SAPP）的成员，也是SAPP总部所在地。在2017年，SAPP发布了局域网规划，其中根据各国电力主管部门提供的数据总结了在售电量并对未来的电力需求进行了预测。根据SAPP规划数据显示，2015年及以前，津巴布韦每年售电量大约在8000 吉瓦时上下，居民用电为主，工、商业分别紧随其后。根据津巴布韦电力供应公司（Zimbabwe Electricity Supply Authority, ZESA）提供的预测，津巴布韦电力需求将持续增长，从2015年的7000多吉瓦时在2030年和2040年分别达到将近14616吉瓦时和19884吉瓦时。其中尖峰电力需求也会从2015年的1785兆瓦攀升至2030年和2040年的3757兆瓦和5204兆瓦（TARUVINGA, 2022）。

图 20. 津巴布韦电力需求及最大电力负荷



然而，津巴布韦的实际电力需求可能远远大于电网现有和预测的总量。津巴布韦电力覆盖率较低，在2020年也仅有53%左右的人口能相对稳定用电（世界银行, 2022c）。在2022年的一次采访中，ZESA负责人提出，2030年津巴布韦应该达到100%电力覆盖（ZWINOIRA, 2022），这意味着津巴布韦实际电力需求很可能至少是现有售电量的两倍并会持续攀升。此外，已经上网的用户的用电需求也已经远大于实际售电量。在2012年就有津巴布韦相关的限电通报（EYEWITNESS NEWS, 2012），而限电一直持续不断（MAWONDE, 2015; ZWINOIRA, 2022; KUYEDZWA, 2022; MARAWANYIKA, 2021）。2022年7月，津巴布韦输配电公司（Zimbabwe Electricity Transmission and Distribution Company，

ZETDC) 发出公告提醒用户限电力度将持续加强 (PINDULA NEWS, 2022; TARUVINGA, 2022)。ZESA的负责人在同年采访中提到津巴布韦现有的容量缺口即已达到1600兆瓦 (ZWINOIRA, 2022)。大量的电力缺口主要来自现有主要发电厂设备老旧、维修不到位,同时也来自持续增长的用电需求 (MARAWANYIKA, 2021)。目前津巴布韦也依靠来自南非、赞比亚、莫桑比克等邻国的进口电力 (NS ENERGY)。总体而言,津巴布韦电力市场目前供不应求,有极大的发展空间。

电力行业管理体制和市场机制

主要参与实体

津巴布韦能源管理局

津巴布韦能源管理局 (Zimbabwe Energy Regulatory Agency, ZERA) 由2011年颁布的《能源监管法案》 (Energy Regulatory Act) 建立,隶属于津巴布韦能源电力发展部 (Ministry of Energy and Power Development),旨在公平、公开、有效且有成本效益地管理津巴布韦整体能源行业。ZERA主要监管的商品为电力、油气类产品,管理对象包括津巴布韦电力行业的国有企业、天然气公司、石油公司和其他独立发电商 (Independent Power Producers, IPPs)。ZERA的主要职责包括:

- 发展能源行业以增加能源可得性和能源安全
- 监管能源行业、发放许可证、定价及制定其他相应行业安全、质量等标准
- 能效和环境保护,确保能源相关项目有相应的环境影响评估
- 能源市场改革和良性竞争
- 开展研究发展等相关工作,尤其关注可再生能源发展
- 主要利益相关方沟通咨询,包括政府、公司、消费者等 (ZERA, 2019b)

津巴布韦电力供应公司及子公司

津巴布韦电力供应公司 (Zimbabwe Electricity Supply Authority, ZESA) 是一个国有公司,负责电力行业全链条服务,包括发电及输配电,也是国家电网的唯一主要供电商。ZESA在SAPP中代表津巴布韦。ZESA旗下有四个子公司,其中:

- 津巴布韦电力公司 (Zimbabwe Power Company, ZPC) 为发电公司,负责所有主要电厂。其中最大电厂包括煤电厂旺吉电厂 (Hwange) 和水电站卡里巴电站 (Kariba) 均有中资合作 (水电十六局, 2022; 谢, 2020; 中国电建核电公司, 2022; 中国电力建设集团有限公司, 2018)。
- 津巴布韦输配电公司 (Zimbabwe Electricity Transmission and Distribution Company, ZETDC) 负责输配电业务。
- ZESA另有两个子公司, Zesa Enterprises负责电力相关的投资业务, PowerTel Communications (Private) Limited是互联网供应商。

基本来说,津巴布韦发电主要来自ZPC,且大型机组均为ZPC所有并负责运营维护。ZETDC负责维护电网的输配电设施并负责从电厂购电后向用户售电。

独立发电商

津巴布韦主要电力来自于国企ZPC所拥有的电站,但仍有小部分电力来自IPPs。津巴布韦的IPPs主要发电技术为生物质能、小型水电和光伏。先运行的项目基本为完全自发自用或与电网签订购电协议,目前仍有更多在建项目,部分采取自发自用余电上网的模式。但目前IPPs体量较小,总共在130兆瓦左右 (ZERA, 2015, 2019a)。

电力市场机制

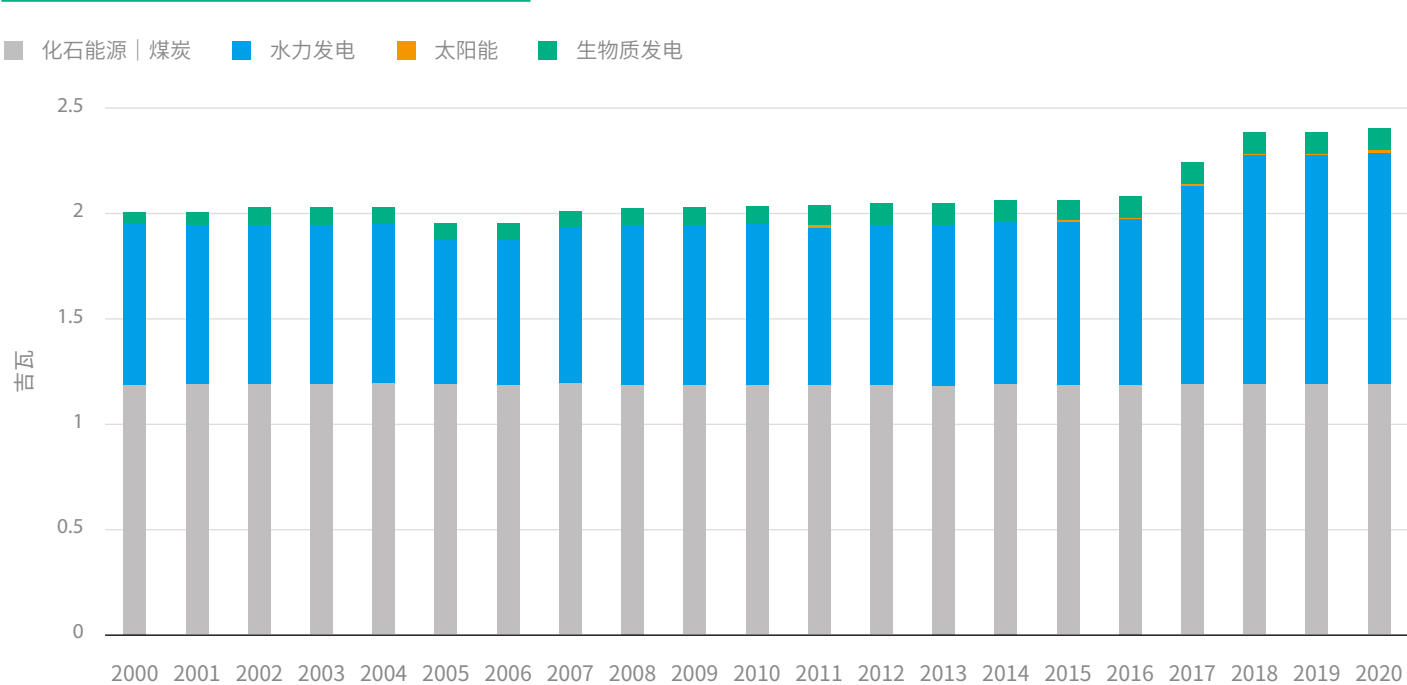
津巴布韦电力市场结构相对简单，主管和监管主体为ZERA，负责市场规则制定、定价等重要职责。目前津巴布韦发电主要来自国企ZPC，且大型机组均为ZPC所有并负责运营维护，基本是国企垂直垄断。但是津巴布韦也允许独立发电商发电自用或向电网售电。ZERA要求所有100kW以上的电厂，无论自发自用或发电上网均需向ZERA备案申请许可证（ZERA, 2015）。ZETDC负责维护电网的输配电设施并负责从电厂购电后向用户售电。

津巴布韦上网电价基本遵从由ZERA发布的《电价法》（The Tariff Code）（ZERA, 2013）。近年发布的《国家可再生能源政策》中提出为小型水电、生物质和地热项目提供上网电价补贴（Feed-in Tariffs, FiT），而光伏和光热项目则为竞价上网。津巴布韦将对其风能资源进行全面评估，评估结束后五年风电享有上网电价补贴，之后竞价上网（REPUBLIC OF ZIMBABWE MINISTRY OF ENERGY AND POWER DEVELOPMENT, 2019）。

现有装机和能源资源禀赋

津巴布韦所有大型电厂均归国企ZPC所有，以煤电和水电为主。其中最大的火电厂为旺吉（Hwange）电厂，自1980年代建成后有920兆瓦装机量（ZPC）。旺吉电厂附近也有津巴布韦主要的煤矿和相应的炼焦等煤炭行业设施（NDHLOVU, 2021; MUKEREDZI, 2020）。随着国家电力需求的增长，在中资支持下，旺吉电厂开始扩建600兆瓦新建机组，尽管由于疫情和其他政策原因导致初期进展缓慢（谢, 2020），2022年8月扩建工程的8号机组已完成扣缸（中国电建核电公司, 2022）。卡里巴（Kariba）电站是津巴布韦最大的水电站，自1956年起建有750兆瓦装机量，后扩建300兆瓦机组并于2018年投产（ZPC），扩建项目由中国电建承建（中国电力建设集团有限公司, 2018）。ZPC也拥有个别略小型火电厂，同为二十世纪中期修建（ZPC）。此外，津巴布韦也有少量独立发电商，以分布式光伏、小型水电和分布式火电为主（ZERA, 2019a）。

图 21. 津巴布韦历史装机量（2000年-2020年）



数据来源：EIA; ZPC

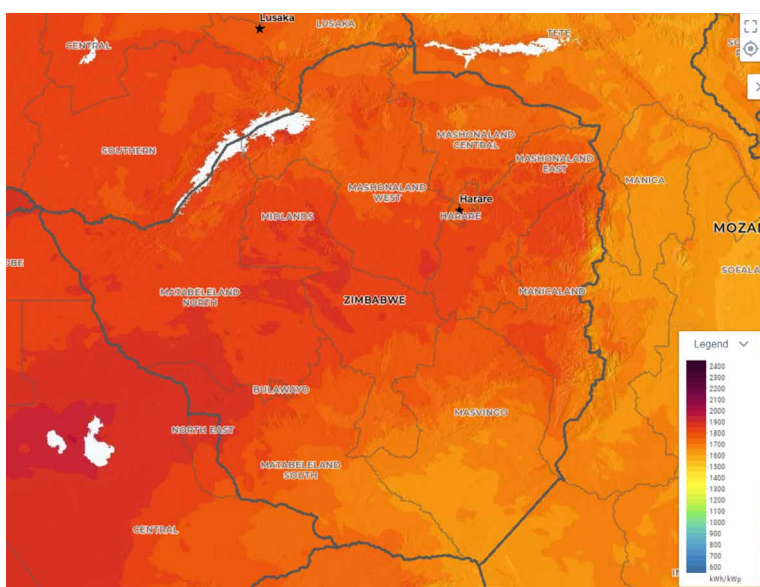
尽管津巴布韦有2400兆瓦左右的总装机，但其机组并不能满载发电，在2022年发电装机量仅为984兆瓦（MAWONDE, 2015）。值得一提的是，津巴布韦限电严重一大重要原因是旺吉和卡里巴等火电、水电站的老旧机组亟待修葺（MARAWANYIKA, 2021）。因此，津巴布韦电力供不应求的原因除了本身装机不能满足迅速增长的电力需求外，也来自于现有装机年久失修导致的供电缺口（NDHLOVU, 2021）。

现有机组还面临着更加严峻的气候风险。目前津巴布韦国内主要发电厂为煤电和大型水电，在气候变化的背景下，这两种电源不能成为可持续且安全的电源，并且其所受影响已经开始体现。一方面，气候变化已经导致卡里巴电站所依靠的赞比西河水量减少，使水电站无法满载运行

（NS ENERGY）；另一方面气候政策也给未来煤电的发展带来极大不确定性（例如，旺吉电厂扩建项目工期拖长也与中国气候政策相关），同时煤电也对稳定的燃料和冷却水供给有较大依赖。由此可见，津巴布韦未来的能源发展需要突破传统能源，转而更多发展太阳能等新能源。

津巴布韦光照资源十分丰富，根据世界银行全球太阳能地图（Global Solar Atlas）2020年的估算，在考虑到土地类型等限制后，津巴布韦的实际光照潜力在4.86 千瓦时/千峰瓦/天（kWh/kWp/day），在非洲地区排名第六，世界排名前三十；其平准化度电成本仅为七美分¹，排名与光照潜力相仿（ESMAP, 2020）。津巴布韦购电价格长期在10美分左右，高于光伏的平准化度电成本，且输配电公司ZETDC已宣布电价上涨（VALELA, 2022），所以在津巴布韦投资光伏将有较大发展潜力。

图 22. 津巴布韦光照资源



数据来源：ESMAP, 2020

¹ 全球太阳能地图报告采用IRENA 2018可再生能源成本数据的LCOE公式。

津巴布韦煤炭资源

津巴布韦本身有较为丰富的煤炭资源，官方数据估计储量大约在120亿吨左右，主要在旺吉地区。因此，津巴布韦政府希望将旺吉地区发展为煤炭中心，而大量煤炭开采、加工和发电等煤炭产业的投资也来自中国（NDHLOVU, 2021）。尽管津巴布韦有相对丰富的煤矿资源，由于气候环境等因素影响，国内环保组织对于扩大开采煤矿规模颇有微词，甚至采取法律手段（NDHLOVU, 2021）。考虑到津巴布韦国内对发展煤炭有一定阻力，而中国承诺对外不再投资新建煤电，津巴布韦大力发展煤炭产业的前景不确定性较强。

能源环境政策

由于津巴布韦煤炭资源相对丰富，除水电外国家主要电力来源为煤电，近年该国政府在中国为主的资金支持下对煤炭开采和煤电发展有较大侧重（NDHLOVU, 2021; TONDERAYI MUKEREDZI, 2020）。在国际气候行动的背景下，再加之其国内太阳能资源丰富，津巴布韦政府对能源系统减排脱碳有较高的积极性，出台了一系列能源、气候和环境相关政策。在其最新的国家自主贡献中列出多项相关政策措施，其中《国家可再生能源政策》较新且较全面地为可再生能源发展画出蓝图（REPUBLIC OF ZIMBABWE MINISTRY OF ENERGY AND POWER DEVELOPMENT, 2019）。

国家可再生能源政策

《国家可再生能源政策》（National Renewable Energy Policy, NREP）于2019年8月出台，协同《展望2030》（Vision 2030）政策对津巴布韦发展成中上收入经济体的规划，在原本的《国家能源政策》的基础上，重点关注为可再生能源协助国家达到长期能源安全和可持续发展。NREP提出几项重要量化目标，包括到2025年非大型水电可再生能源装机量达到1100兆瓦或非大型水电可再生能源电力供应占比为16.5%（两者中更大者）（表 5），2030年达到2100兆瓦或电力供应占比达26.5%（两者中更大者）。2030年在新老建筑屋顶安装25万个太阳能热水器，并鼓励开展生物沼气、光伏微电网和光伏水泵等项目（表 6）。

表 5. 津巴布韦《国家可再生能源政策》中新能源量化目标

年份	新能源发电量合计(吉瓦时)	新能源装机量(兆瓦)	新能源发电占电力需求比重
2025	2400	1100	16.5%
2030	4600	2100	26.5%
小型水电		150	
并网光伏		1575	
风电		100	
生物质和其他新能源		275	

表 6. 津巴布韦《国家可再生能源政策》中其他重要量化目标

技术	数量(个)
太阳能热水器 (Solar Water Heaters)	250000
家用生物质处理装置 (Domestic Biogas Digesters)	8000
机构用生物质处理装置 (Institutional Biogas Digesters)	288

除了量化目标以外，NREP也提出了结构性的改变措施，以鼓励可再生能源领域的投资，其中包括补贴、电网购电机制、优化行政流程、离网技术、本地可再生制造业和本地技术转移。NREP提出一系列关于可再生电力项目的购电机制和相应补贴，其中：

- 由于技术和成本不断更迭，太阳能光伏和光热项目采用竞价上网，没有补贴
- 小型水电、生物质和地热项目有上网补贴电价
- 由于津巴布韦没有全面的风能潜力评估，风能在潜力评估结束后五年有上网补贴，之后竞价上网
- 为打破政府垄断，创造市场竞争机制，NREP提出要求每年电网采购来自国企的可再生电力不能超过50%，而所有项目必须有至少30%本地组成（Domestic Content）
- 为可再生能源提供相应税收优惠政策，如延续之前的光伏免税政策等
- 可再生能源项目许可证费用减免

表 7. 发电商许可证申请费

技术	容量因子	比例	发电许可证申请费(美元)		
			1-10 兆瓦	10 兆瓦以上	
			固定	固定	非固定收费 (每25 兆瓦)
传统发电厂	0.8	100%	10000	20000	10000
光伏	0.23	29%	2875	5750	2875
生物质	0.6	75%	7500	15000	7500
小型水电	0.55	69%	6875	13750	6875
地热	0.72	90%	9000	18000	9000
风电	0.3	38%	3750	7500	3750

此外，NREP也意图加快行政程序，并设立牵头机构（Nodal Agency）协助推进行政流程：

- 监管机构批准许可证和上网备案申请时间各不应超过120天，逾期视为批准
- 5兆瓦以下可再生能源项目的环评要求可以有所减免，5兆瓦以上环评批准期不应超过30天
- 开放商可将新建牵头机构视为处理所有可再生能源项目的主要机构，可提供信息、咨询及工具等
- 牵头机构应与相关部门协调其他相关事宜，如土地征用等

最后值得一提的是，尽管NREP提供了一系列利好可再生能源项目的措施，其相关条款还未完全形成具体法律法规，其成效仍有待体现。

投资环境与双边合作

中国与津巴布韦有良好且持久的合作关系。商务部的《对外投资合作国别（地区）指南：津巴布韦》指出，中国是津巴布韦第二大贸易伙伴，长期参与该国基础建设，连续多年是津巴布韦最大的外资来源地。尤其在电力行业，津巴布韦最大的两大电厂卡里巴水电站和旺吉电厂的扩建维护均有中方参与。

南非





南非是非洲国家中对能源转型意愿表达较为强烈的国家之一，有来自国家和国有电力公司具体的政策和规划以支持能源和电力的公正转型。南非目前较为依赖煤电，但已经开始开发更多可再生能源项目，并有相应的政策鼓励独立发电商提供可再生能源电力。同时南非有可能加大国内天然气行业发展，以气电作为灵活性电源。

南非经济发展受供电不足掣肘，加之其较为明确的气候能源目标及相对丰富的自然资源，政府有强烈意愿发展电力行业中的可再生能源，为可再生电力投资者带来可观投资机会和空间。

缩写和中英文

缩写	全名	中文
NDC	Nationally Determined Contribution	国家自主贡献
IPPs	Independent Power Producers	独立发电商
DMRE	Department of Mineral Resources and Energy	矿产资源和能源部
NERSA	National Energy Regulator of South Africa	南非国家能源管理局
Eskom		南非国家电力公司
REIPPPP	Renewable Energy Independent Power Provider Procurement Programme	可再生能源独立发电购电项目商项目
REFIT	Renewable Energy Feed-in Tariff	可再生能源上网补贴项目
IPPPP	Independent Power Producer Procurement Programme	独立发电商采购项目办公室
RMIPPPP	Risk Mitigation Independent Power Producer Procurement Programme	风险缓解独立发电商购电项目
SAPP	South Africa Power Pool	南部非洲局域网

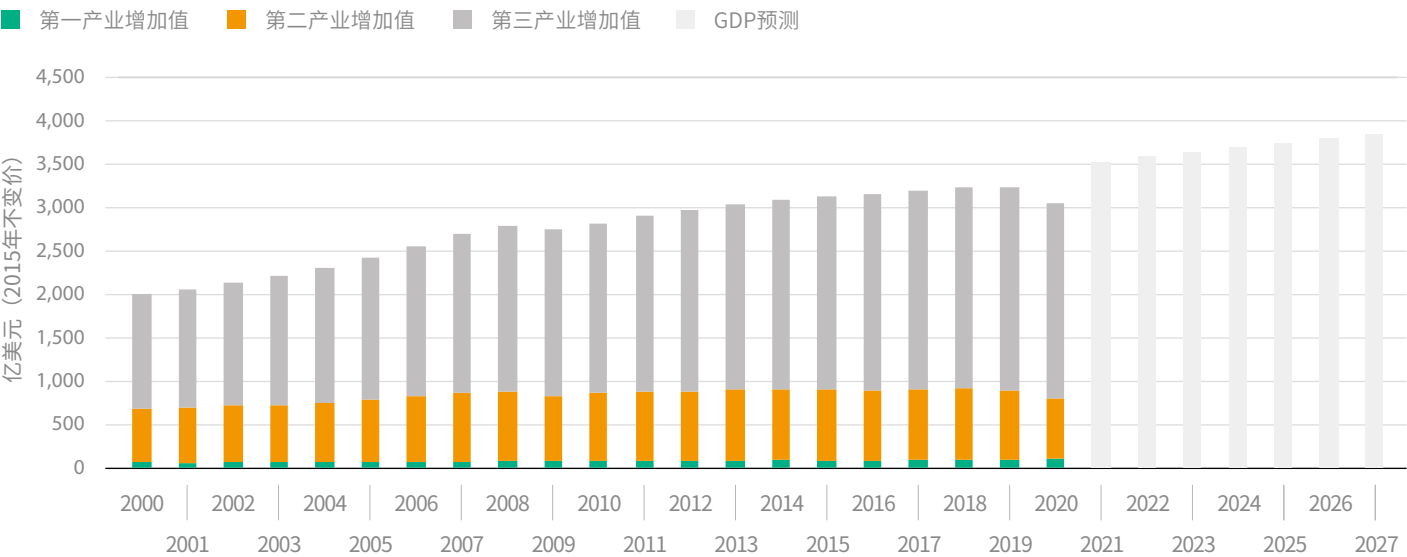
南非共和国位于非洲大陆最南端，毗邻纳米比亚、博茨瓦纳、莱索托、津巴布韦、莫桑比克和斯威士兰，东邻印度洋，西接太平洋。面积约为122万平方公里，国内矿产资源丰富。南非是一个多语言多民族国家，自1961年退出英联邦成立共和国后，白人执政政府推行种族歧视和种族隔离等政策，直至1994年进行了首次部分种族大选，由曼德拉担任总统。现任总统为拉马福萨（Cyril Ramaphosa），现执政党为非洲人国民大会（简称“非国大”）。尽管南非的种族问题有所缓解，但仍有一定遗留问题。2022年10月，南非再次当选联合国人权理事会成员。南非金融、法律等体系相对完善，基础设施相对健全，并有不断壮大的中产阶级（商务部, 2021）。

宏观社会经济条件

南非是非洲第二大经济体，仅次于尼日利亚，属于中等收入的发展中国家，2020年国内生产总值（GDP）为3356亿美元（2015年不变价）左右，人均GDP在5659美元（2015年不变价）左右。然而，过去十年南非经济表现不理想甚至下滑，2019年人均GDP甚至低于2008年（OECD, 2022）。世界银行认为南非的经济发展受阻原因一部分是受到电力供应不足的影响。中国商务部则认为，南非政府推动经济复苏的计划为中务实合作提供良好契机（商务部, 2021）。根据国际货币基金组织预测，南非GDP将以每年1%的幅度增长，在2027年可达到2848亿美元（2015年不变价）左右。南非经济增长主要来自第二产业，第三产业总量变化相对较小，而第一产业过去二十年将近翻一番但占比极小，因此整体经济仍由工业发展推动。

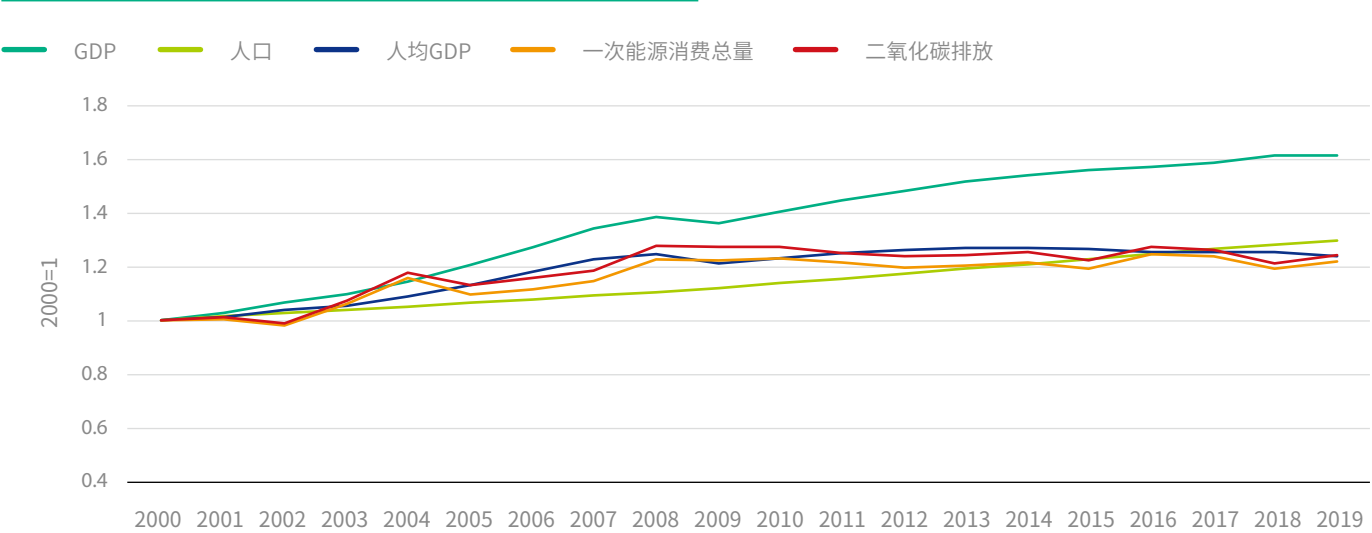
南非人口在2020年近6000万（世界银行, 2022c），2027年人口预计将增至近6600万左右（IMF, 2022b）。南非人口一直缓慢上升，而其一次能源消费与人均GDP有一定相关性，但有一定浮动。同时，南非的碳排放水平与能源消费总量高度相关，可以体现其能源结构基本没有较大改变，清洁度也没有上升。南非于2021年9月27日提交了最新的国家自主贡献（NDC），提出南非温室气体排放将遵循“达峰-平台-下降”的趋势：到2025年，南非将把温室气体排放量控制在3.98-5.1亿吨CO₂e；到2030年，控制在3.5-4.2亿吨CO₂e（南非共和国, 2021）。南非也提交了低排放发展策略（Low Emissions Development Strategy），其中提出南非会为控制全球温室气体排放做出相应贡献、认真考虑IPCC提出的1.5度温升目标，并强调了公正转型和气候适应的重要性（南非共和国, 2020）。同时，南非电力公司（Eskom）作为具有垄断地位的国企也在其公正能源转型计划中提出2050电力部门碳中和的目标（ESKOM, 2021b）。

图 23. 南非GDP历史趋势、结构及预测（2000年-2027年）



数据来源：世界银行, 2022c; IMF, 2022b

图 24. 南非社会、经济、能源指标增长趋势（相对于2000年）

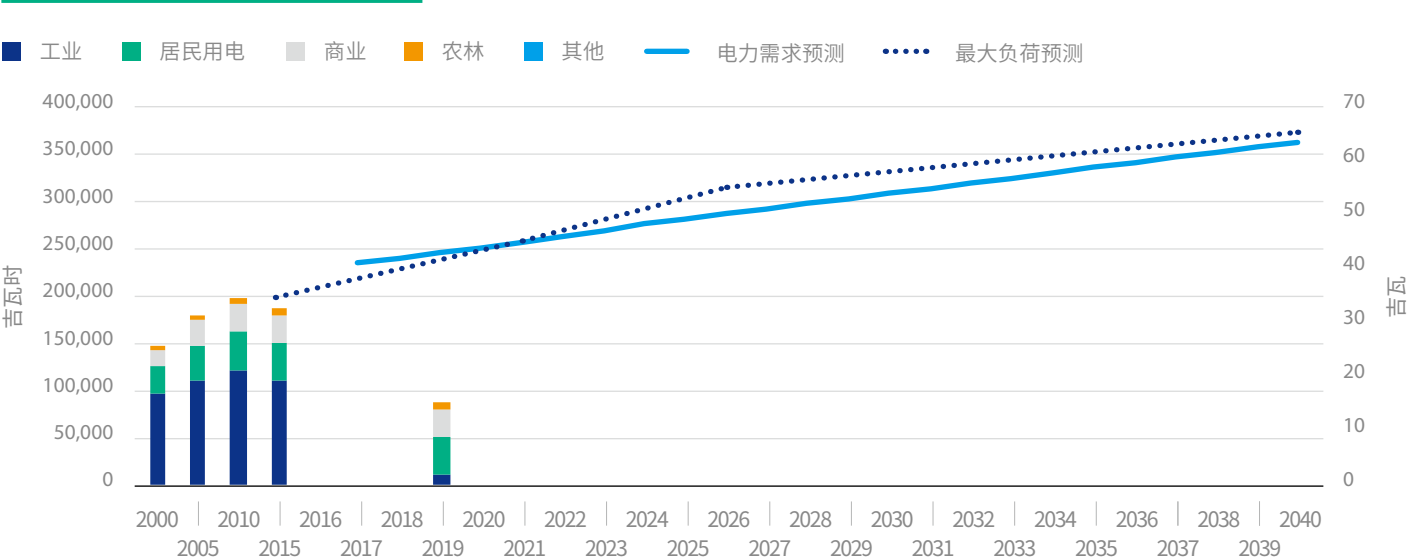


数据来源：世界银行, 2022c; IMF, 2022b

电力供需情况

南非地处非洲南部，是南部非洲局域网（South Africa Power Pool，SAPP）的成员，由国企南非电力公司（Eskom）代表交易。在2017年，SAPP发布了局域网规划，其中根据各国电力主管部门提供的数据总结了在售电量并对未来的电力需求进行了预测。南非提交至SAPP的数据主要依据南非的《综合能源规划2019》（Integrated Resource Plan, IRP）及之前的辅助研究。根据IRP预测显示，南非电力需求在25万吉瓦时的基础上仍会稳定逐渐上涨。南非的电力需求主要来自工商业，其中采矿业能耗极高。但采矿业能耗已经有下降趋势，未来需求增速也缓于其他行业。未来南非的制造业和商业电力需求增速较大。

图 25. 南非电力需求及最大电力负荷



数据来源：DMRE, 2019c; IEA; SAPP

然而，从图 25可以看出，IRP在作出的预测远高于来自IEA数据表明的实际发电情况。南非电力用户饱受限电之苦，自2008年起开始拉闸限电，而近年限电量更是惊人。根据EskomSePush，一个追踪Eskom限电的手机应用显示，截至2022年11月，2022年限电量已经超过2021年全年的两倍，远超往年最高值（ESKOMSEPUSH, 2022）。而导致限电的原因有多种。首先，南非煤矿资源丰富，在种族隔离时期大量兴建煤电厂，如今的煤电厂大多为当时所建，年限已久。而在南非经济发展、用电需求增长的基础下，发电容量并没有相应及时得到补充，所以老旧机组长期运行，导致没有足够的时间进行设备维修维护。同时，具有垄断性质Eskom的腐败等原因也使得南非整体电力设施状况每况愈下，再加之煤电成本上升，导致煤电发电能力疲软，而气电发电由于基础设施限制也难以弥补电力缺口，整体导致南非电力供不应求（BRIERS, 2022; WROUGHTON, 2022; BUSINESSTECH, 2022b）。此外，南非的老旧煤电厂大多不符合排放标准，需要资金进行减排改造以合规运行，但考虑到限电问题已经严重，政府考虑允许部分煤电厂在不符合排放标准的情况下仍旧运行（DMRE, 2019c）。

在Eskom限电严重的情况下，南非电力用户选择增加自备柴油发电机和安装分布式光伏系统以保证电力稳定供应。甚至有专家断言，五年后南非电网将不需要Eskom（BRIERS, 2022）。在大电网极不稳定的情况下，南非预计会有极大的分布式发电发展潜力。同时，近几年Eskom开放市场，允许独立发电商向电网售电，其中主要为可再生能源发电（NERSA, 2020a）。这也是为了协助南非达到其电力清洁化转型的目标。总体而言，南非将会有较大的分布式和集中式电力发展空间，尤其是清洁能源。南非希望尝试一系列电力市场改革以缓解现有的能源和电力危机，这一内容将在下文详细讨论。

电力行业管理体制和市场机制

主要参与实体

南非矿产资源和能源部 DMRE

2019年5月29日，南非矿产资源和能源部两个部门合并为矿产资源和能源部（Department of Mineral Resources and Energy, DMRE），以更好的服务于国家发展计划（DMRE, 2019b）。DMRE有六个办公室（Programme）：

- 行政
- 矿产及石油管理
- 采矿、矿产及能源政策发展
- 矿井健康与安全监察
- 项目管理、协调及监督（主要为矿产及能源资源可及）
- 核能（DMRE, 2019a）

DMRE负责撰写发布综合能源规划等重要政策文件，也负责发起独立发电商项目等，详情请见下文相关章节。

南非国家能源管理局 NERSA

南非国家能源管理局（National Energy Regulator of South Africa, NERSA），依据2004年颁布的《国家能源监管法案》（National Energy Regulator Act）建立，隶属于DMRE。NERSA监管电力和管道输送的天然气及石油行业，政府希望通过由统一的监管部门管理能源行业以减少垄断、鼓励竞争并推动经济发展。具体就电力行业来说，NERSA的职责主要分为四个部分，并由四个部门管理（NERSA, 2020b）：

- 许可证和合规部：负责所有电力行业相应的许可证，保证许可证持有者合规运营

- 定价：规定电价机制并批准电价定价
- 电力基础设施规划：负责电力发展规划和其他新能源和节能措施的发展
- 监管改革：改革输配电行业和国际电力交易

南非国家电力公司 Eskom

南非国家电力公司（Eskom）是一个国有公司，负责电力行业全链条服务，包括发电及输配电，也是国家电网的唯一主要供电商。Eskom在SAPP中代表南非。Eskom有三个部门，分别负责发电、输电和配电。在南非电力市场改革中，对Eskom的改革为重要议题，将在下文详述。

根据公司官网信息，目前Eskom负责南非90%的发电量和全部的输电，而配电由Eskom和市政供电公司分别承担，其中Eskom负责约一半的配电（MANUEL, 2018; ESKOM, 2021a）。Eskom有30座电厂，共计46466兆瓦装机量。同时，Eskom也参与和负责一次能源的开发与采购，主要为煤炭资源（ESKOM, 2021a）。

独立发电商 IPPs

南非主要电力来自于国企Eskom所拥有的电站，但仍有小部分电力来自独立发电商（Independent Power Producers, IPPs）。2011年南非发起了可再生能源独立发电购电项目商项目（Renewable Energy Independent Power Provider Procurement Programme, REIPPPP），通过竞价上网的方式从独立发电商购电，在2019年达到近6500兆瓦的装机量，其中主要为可再生能源（AYAMOLOWO 等, 2022）。目前DMRE开始了REIPPPP第六轮的招标。

电力市场机制

南非目前的电力市场有部分独立发电商参与发电，同时配电有部分由市政供电公司负责，但是整体还是处于由国企Eskom垂直垄断的状况。除了独立发电商在REIPPPP下竞价上网，基本不存在市场化的大宗或零售电力交易市场。Eskom的电价由NERSA批准，以保证Eskom一定盈利的基础定价，但事实上目前的电价已经不能覆盖Eskom所有的成本（ESKOM, 2021e）。随着煤电成本上涨，南非电价也在上涨。

南非曾经有迅猛的经济发展，但近些年愈发严重的拉闸限电严重影响了经济民生，甚至可能成为国家级的灾难。同时，早在2009年起，南非政府就有意减少碳排放，先后通过上网补贴和IPP竞价上网的方式鼓励可再生能源发展。指导南非能源和电力发展的IRP2019也提出了多项可再生能源电力发展目标（DMRE, 2019c）。为了解决限电危机并进一步减少温室气体排放，南非对其电力市场和对国企Eskom提出了一系列的改革转型方案。

能源环境政策

综合能源规划2019

从2010年起，南非政府就开始通过《综合能源规划》的方式对国家电力发展进行规划。最新的一版能源规划基于更早年的研究基础上于2019年完成制定，其对2017-2050年电力发展作出预测，指导国家完成公正、清洁的能源转型，主要包括以下几个重要决定：

- 短期能源安全问题
 - 通过短期电力采购项目填补电力供应空缺（此处指后来发起的RMIPPPP，详情请见下文）
 - 延长核电厂寿命20年

o 支持Eskom达到环境标准，同时平衡能源安全问题（即不强制关停所有不符合排放标准的煤电厂）

- 支持公正转型（下文详述Eskom公正转型计划）
- 大力发展可再生能源，包括光伏、光热、风电和生物质能及生物沼气发电项目
- 新建煤电厂必须采用高效清洁技术，并着手考虑CCS和CCUS项目的发展
- 气电将作为灵活性电源替代现有的柴油调峰电厂，协助可再生能源消纳，同时加大天然气探索和开采，并加强气电和天然气相应基础设施建设
- 在考虑到国家经济压力的前提下准备未来新建2500兆瓦核电
- 通过局域电网（即SAPP）调入更多水电
- 大力发展储能
- 发展分布式电源（DMRE, 2019c）

按照IRP2019模型研究，最终规划以下装机量目标：

表 8. IRP2019装机量目标（单位：兆瓦）

	煤电	煤电 (退役)	核电	水电	储能	光伏	风电	光热	油气	其他(分布式、热电联产、 生物质、垃圾焚烧)
现状	37149		1860	2100	2912	1474	1980	300	3830	499
2019	2155	-2373					244	300		按短期容量和 电量缺口分配
2020	1433	-557				114	300			
2021	1433	-1403				300	818			
2022	711	-844			513	400	1000	1600		
2023	750	-555				1000	1600			500
2024			1860				1600		1000	501
2025						1000	1600			502
2026		-1219					1600			503
2027	750	-847					1600		2000	504
2028		-475				1000	1600			505
2029		-1694			1575	1000	1600			506
2030		-1050		2500		1000	1600			507
2030年总装机量	33364		1860	4600	5000	8288	17742	600	6380	
占有所有装机量比(兆瓦占比)	43		2.36	5.84	6.35	10.52	22.53	0.76	8.1	
占年发电量比(兆瓦时占比)	58.8		4.5	8.4	1.2*	6.3	17.8	0.6	1.3	

数据来源：DMRE, 2019c

开放IPP市场

在种族隔离结束后的南非政府加强了对Eskom的控制，在1998年的能源规划中提出Eskom和私企应七三开划分电力市场，但是由于2000年代中期供电不足、能源短缺等原因，最终没有形成有效的政策框架鼓励私有企业进入电力市场发电，仅有个别几个购电协议（Power Purchase Agreement, PPA）为较短的工厂自备电厂PPA，总量不超过400兆瓦。

同时，南非在非洲地区是较早开始关注温室气体减排和新能源发展的国家之一。早在2003年政府就提出了可再生能源目标，但是由于没有明确的政策解释和支持，该目标并没有实现。而在2009年，NERSA开始可再生能源上网补贴项目（Renewable Energy Feed-in Tariff, REFiT），为可再生能源提出较高的补贴电价，但是由于采购和许可证的流程不清晰等原因该项目也没有带来可观的可再生能源发展。随后，NERSA和能源部等机构也提出对REFIT的补贴电价做出调整，带来了更大的不确定性。

2010年11月，DMRE和国库与南非发展银行达成协议，建立了独立发电商采购项目办公室（Independent Power Producer Procurement Programme, IPPPP）。2011年8月，能源部取消了REFIT并开始了REIPPPP，以竞价上网的方式从独立发电商购电。IPPPP办公室由一名前国库公私合作部门的高级主管负责，有成功与私有资本合作的经验，最终有效且成功地推动了REIPPPP的发展（AYAMOLOWO 等, 2022; IPPPP, 2016; EBERHARD 等, 2014）。

总体来说，南非的REIPPPP是一个成功案例，为社会资本提供了透明、有效且清晰的投资框架和机制，通过市场机制降低电价并保证盈利，鼓励了可再生能源的发展（EBERHARD 等, 2014）。目前REIPPPP已经完成了五轮竞标，有88个正在运行的项目，并开始了第六轮竞标（IPPPP; DMRE, 2022）。相比之前的竞标，第六轮竞标要求项目提供辅助服务并增加了项目最大装机量的限制。另外，第六轮竞标对IPP有一些经济发展要求，包括：

- 至少49%由南非实体持股；
- 至少30%由项目公司的黑人持股；
- 至少2.5%由项目公司的本地社群持股（RICHARDS 等, 2022）。

同时，考虑到南非的限电危机，NERSA在2020年又发起了风险缓解独立发电商购电项目（Risk Mitigation Independent Power Producer Procurement Programme, RMIPPPP）。与REIPPPP发展可再生能源的目标不同，RMIPPPP旨在解决IRP2019提到的电力供应短缺问题，同时希望在中长期减少使用较为昂贵的燃油调峰电厂，对电源是否为可再生没有特别要求。由于项目目的的特殊性，项目要求竞标项目必须可以在早五点至晚九点半接受调度且需最迟在2022年12月投产，但允许不同地区的电厂联合为一个项目竞标，而中标项目则会最终按经济性调度。RMIPPPP竞标过程受到一系列因素影响（无法达到环评标准、中标争议、非可再生能源且境外实体持股等）最终使得中标项目达成财务结算的日期从2021年7月31日一再延后，直到2022年6月才有三个项目成功签署协议，7月19日达成财务结算（IPPPP; SEMPLE, 2021）。

ESKOM重组

Eskom作为老牌国企，对南非电力市场在发电和输配电上基本有绝对垄断地位，而这样的垄断随着市场发展也逐渐带来了许多问题，包括低效管理运行、腐败、投融资资金缺口等，最终导致了南非电力供应灾难性的短缺。早在1998年的能源政策白皮书中，DMRE就提出对Eskom进行重组，分为发电和输配电两个公司，但始终未能实现。在2019年DMRE提出IRP2019的同时，南非政府同时再次提出了Eskom在改革后电力供应行业的路线图（Roadmap for Eskom in a Reformed Electricity Supply Industry），要求Eskom重组为三个子公司，分别为发电、输电和配电，其中输电应为第一个分离出的子公司（南非共和国, 2019）。然而，这一动议带来了工会的强烈反抗，在经济萧条导致的裁员已经较为

严重的背景下，由于担心更多人失去工作，工会组织了罢工反对任何由于Eskom重组所带来的裁员，也反对Eskom重组可能导致的私有化（NISELOW, 2019; NICOLSON, 2019）。加之Eskom债台高筑，导致Eskom重组至今尚未实现。

截至2021年底，Eskom内部完成了发电、输电和配电三个独立部门的建立，而下一步则是要将三个部门分为三个法律上完全独立的子公司，而输电公司的独立已经在进程中（ESKOM, 2021g）。在2022年南非共产党选举大会上，现任总统拉马福萨再次强调了Eskom重组的重要性，并指出南非应该学习中国电力改革和纵向分离重组等重要经验，通过市场竞争合理降低电价（BUSINESSTECH, 2022a）。

输电行业发展

随着南非电力系统转型和Eskom重组，为了更好地解决电力危机、消纳可再生能源、进一步提升电力可及等种种问题，输电设施的发展也成为了关注重点。尤其考虑到Eskom重组中第一个独立出来的子公司为输电公司，并且IRP2019要求2025年前有9.8吉瓦而2026-2030年间要有17吉瓦新建装机需要上网，Eskom发布了《输电发展计划（2022-2031年）》（The Transmission Development Plan, TDP）。

Eskom目前拥有33158公里的输电线，变压器容量为154500MVA（ESKOM, 2021a）。按照TDP规划，Eskom计划在接下来十年内新建8400km的超高压输电电路和119个变压器，以达到58970MVA的变压器容量。但同时，TDP也提出由于Eskom的财务情况，如果资金不能及时到位将会极大影响TDP的执行（ESKOM, 2022）。

南非公正转型

Eskom公正转型计划

Eskom拥有的绝大多数装机 (>80%) 均为煤电厂，是世界大气污染物排放最严重的主体，同时也是南非最大的温室气体排放源（COCKS, 2021; OMARJEE, 2021）。为了缓解大气污染物排放，也为了减少温室气体排放，Eskom发布的《公正能源转型计划》（Just Energy Transition, JET）提出了到2050年电力部门碳中和的目标，并在2020年建立了JET办公室，负责公正转型的相关工作。总体来说，Eskom的JET计划希望达到退煤和发展可再生能源的目标，并同时保证就业和电力可及等社会公正目标（ESKOM, 2021d）。具体而言，JET办公室的主要工作目标包括：

- 加速：重新利用退役煤电厂，通过自建和PPA发展可再生能源，发展气电作为辅助和过渡能源
- 催化：南非本地的清洁、可持续工业化发展和电动汽车发展
- 扩大：社会影响力工作、培训等，研究开发氢能和储能等技术，通过微电网普及电力可及
- 优化：绿色资金来源和合作关系
- 增加：通过披露增加Eskom JET计划的透明度（ESKOM, 2021b）

煤电厂退役及重新利用和旗舰项目KOMATI电厂

Komati煤电厂位于南非的Mpumalanga，于1961年投产，共九个机组，装机量为1000兆瓦。自1980年代起，由于产能过剩、运维成本增加和新建机组等原因，Komati电厂被一度封存。从2006年起Komati电厂机组逐渐恢复运行发电

Eskom煤电污染

Eskom煤电厂因设备老旧大多不能达到环境管理标准，使Eskom成为二硫化氢排放量最大的主体，其在2019年排放量接近中国整体电力系统的两倍。这样的污染也给南非人民的健康带来极大的负面影响。研究表明，南非每年至少有5000人因煤电污染而死亡，而煤炭产区近四分之一家庭的小孩患有哮喘，也是全国平均水平的两倍（COCKS, 2021; OMARJEE, 2021）。

以填补供电缺口。但Komati电厂长久以来的高成本和机组老化问题并未得到解决，自2017年起Komati个别机组就因为经济性基本停止运行（TSHWANE, 2018）。在Eskom发起JET计划后，Komati电厂成为煤电厂转型的第一个试点项目（ESKOM, 2021c）。

目前，Komati电厂转型项目得到了世界银行等机构近五亿美元的资助，并在2022年10月完全停运退役了所有煤电机组。其中，世行提供了4.395亿美元，Canadian Clean Energy and Forest Climate Facility提供了4750万美元，Energy Sector Management Assistance Program提供了1000万美元。Komati的煤电机组将被220兆瓦可再生能源发电机组替代，其中包括150兆瓦光伏、70兆瓦风能和150兆瓦储能。同时Komati还有其他几个公正转型的项目，包括一个农光一体项目，试验光伏板下种植新型农作物，并将本地可引用的水引至其他农用地；一个微电网组装工厂，其中可雇佣低技术工种，扩大弱势群体就业；一个技术培训中心，培养可再生能源人才。Komati电厂转型项目希望达到协助向可再生能源过渡的转型，同时兼顾其带来的正面社会影响，不牺牲弱势群体的就业和电力可及（CREAMER, 2021; MACKAY, 2022; WORLD BANK, 2022b; NHEDE, 2022; NS ENERGY, 2021）。关于项目的可行性分析可以参见Komati转型项目的社会经济影响研究（URBAN-ECON DEVELOPMENT ECONOMISTS, 2022）。

Eskom希望把Komati的转型应用到其他几个即将退役的煤电厂，包括Grootvlei（1.2吉瓦）、Hendrina（2吉瓦）和Camden（1.56吉瓦）（NS ENERGY, 2021），未来仍需更多资金投入。

SERE风电场

Sere风电场由世界银行资助，于2015年正式投产，总装机量为105.8兆瓦。虽然Sere在JET办公室建立前就已投产，其根本意义仍是在协助南非向清洁能源转型，所以也属于JET工作的一部分（ESKOM, 2021f; WORLD BANK）。

微电网项目

为了保证持续推进较为偏远的农村地区电力可及，Eskom也开始开发一系列微电网试点项目。第一个模范试点项目在Free State，配有30kW的光伏板和90千瓦时的锂电池，可以为14座房屋和120个家庭提供电力（CREAMER, 2021; ESKOM, 2021c）。未来Eskom和南非计划持续推进微电网发展，为偏远地区提供电力可及。

国际公正能源转型合作和资助

在2021年11月举办的COP26会议上，南非政府与法国、德国、英国、美国及欧盟一同宣布了公正能源转型合作伙伴关系（Just Energy Transition Partnership, JETP），旨在为南非接下来三到五年的能源系统转型提供资金，并协助其达到NDC的目标。在此项国际合作中，最重要的部分是资助国提供85亿美元的资金，主要用于电力行业、电动汽车制造和绿氢产业发展。JETP的85亿美元中仅有3亿多为赠款，其余主要为优惠贷款和商业贷款（UNFCCC, 2022）。

然而，JETP的款项远远不能满足南非为达到其转型目标所需的资金。南非林业、渔业和环境部长Barbara Creecy提出，南非需要1万亿南非兰特，而JETP提供的资金仅为1500亿南非兰特，为总需求的15%。因此，南非的公正转型仍需更多的私有资本介入（CREAMER, 2022; UNFCCC, 2022）。

转型挑战

公正能源转型是能源转型的重要部分，南非的公正能源转型面临不少挑战。一方面，来自工会及代表工人的部分非国大政客，其中矿产资源部长（现任DMRE部长）Gwede Mantashe在2021年表示Eskom退煤计划等同于“经济自杀”。早在Eskom重组时，工会就发动了集体罢工，以阻止由Eskom重组和转型导致的失业和裁员。同时，很多人担

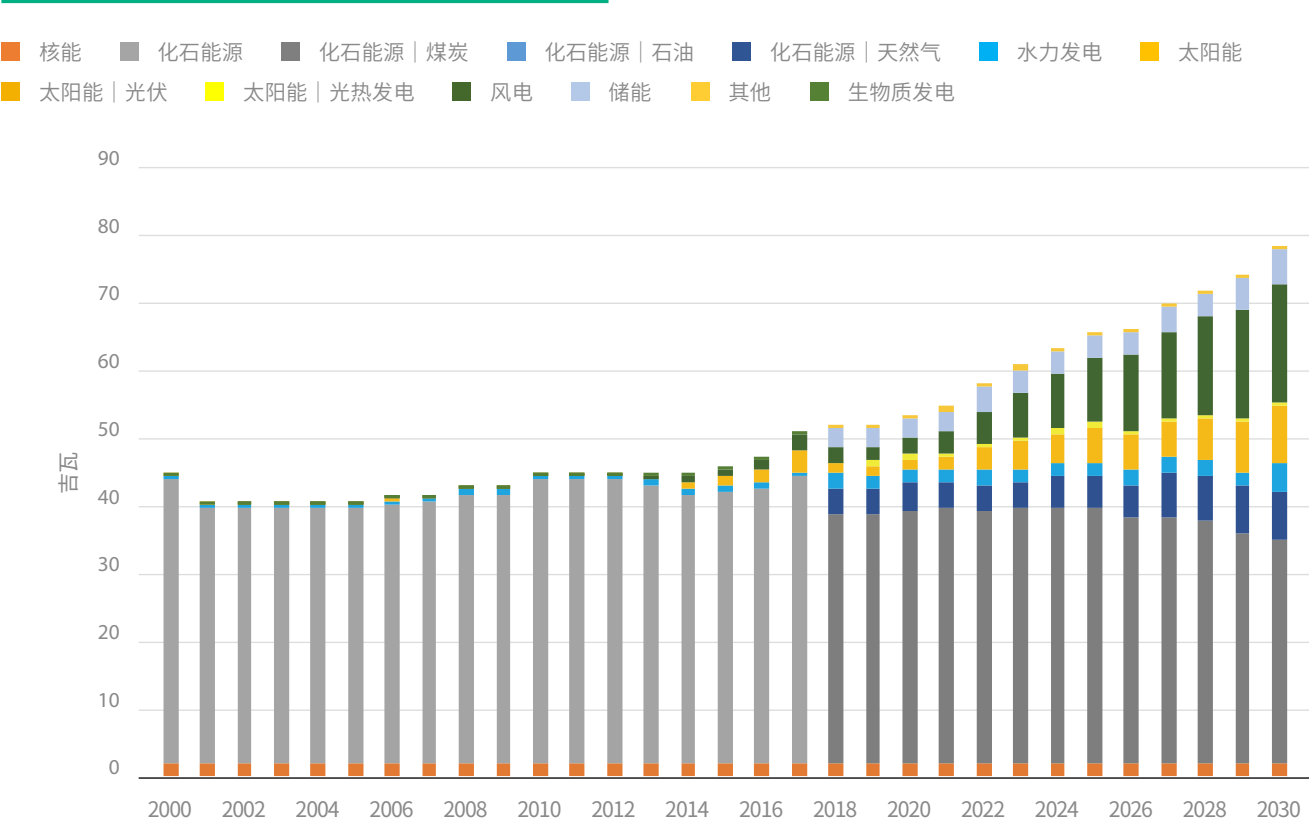
心Eskom重组会带来公司的私有化，由此影响贫困人群的电力可及，其中包括南非劳工部长Thulas Nxesi。退煤的另一背景则是Eskom和政府大力推动IPP竞价上网，而工会和工人们认为是可再生能源IPP的加入导致煤电厂关闭和工人失业（BUSINESSSTECH, 2022a; WINNING, 2021; NISELOW, 2019; COCKS, 2021; TSHWANE, 2018）。

然而，支持公正转型的人并不同意这些观点。时任能源部长Jeff Radebe指出，许多煤矿本身就已经基本资源殆尽即将关停，而以新能源为主的IPP项目可以带来61000份工作。Eskom也指出，关停的煤电机组均为经济性原因导致，与IPP并无直接关系。总体来说，南非的公正能源转型路径希望在能源结构转型的基础上同时保障社会民生，而专家也指向中国的转型路径作为借鉴案例（TSHWANE, 2018; LABSON, 2022）。

现有装机和能源资源禀赋

南非是煤炭大国，并有一定的煤炭行业，目前全球排名第五，对其经济本身贡献重大，所以在过去煤电成本低的情况下兴建了大量煤电厂（COCKS, 2021）。根据IRP2019, 2018年煤电装机占南非总装机的72%（DMRE, 2019c）。根据Eskom官网, Eskom现有38773兆瓦煤电装机，另有2409兆瓦燃油调峰电厂，考虑到绝大多数IPP项目均为可再生能源，基本可以判断Eskom拥有的装机量约等于南非所有煤电和油电装机（不考虑自备电厂或自备电机等分布式能源）（ESKOM, 2021a）。

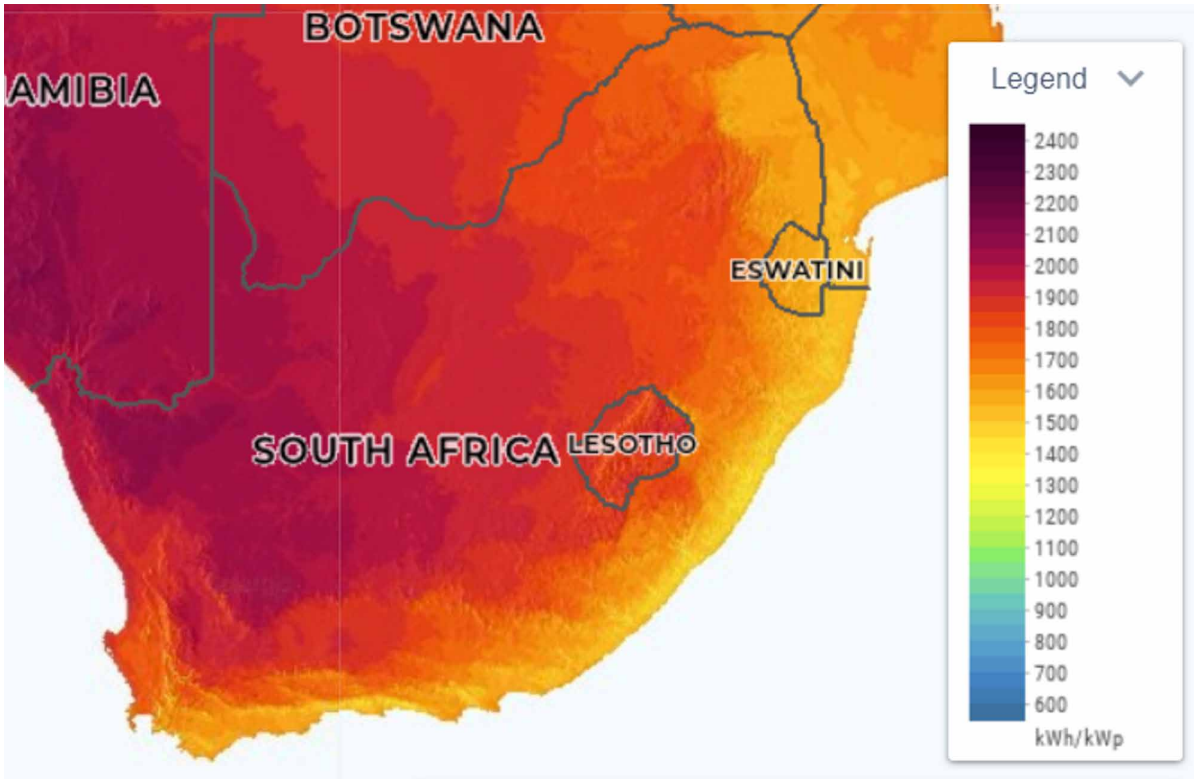
图 26. 南非发电装机容量（2000年-2030年）（吉瓦）



数据来源：2017年为EIA数据，2018年起为IRP2019预测

南非光照资源十分丰富，根据世界银行全球太阳能地图 (Global Solar Atlas) 2020年的估算，在考虑到土地类型等限制后，南非的实际光照潜力在5 千瓦时/千峰瓦/天 (kWh/kWp/day)，在非洲地区排名第四，世界排名第十五；其平准化度电成本为11美分²，相比光照潜力排名较靠后 (ESMAP, 2020)。然而，由于南非煤电成本极高，2021年居民电价达到17美分/千瓦时，远远高于光伏的平准化度电成本，加之政府大力鼓励开发新能源，所以在南非投资光伏将有较大发展潜力。

图 27. 南非光照资源



数据来源：ESMAP, 2020

此外，IRP2019也提出要更多发展气电，截至2030年前将有3000兆瓦新建气电厂上线，代替现在较为昂贵的油电调峰电厂，以协助消纳可再生能源。然而，目前南非油气供应完全依赖进口，因此政府也在加紧探索国内的油气资源。南非在Karoo和其南部海域分别找到新的天然气储量 (BUSINESSTECH, 2021b, 2021a)。DMRE官网显示，研究表明Karoo地区有大约390 tcf (1104亿立方米) 的页岩气储量，但这个储量还未被证实 (DMRE, 2017)。对于Karoo地区的页岩气探索已经开始 (BUSINESSTECH, 2021a)。不过，南非的油气探索及开采可能会因为环境影响和气候变化等原因受到重重阻力。2022年，环保组织将壳牌告上法庭，要求其停止在南非东海岸线的油气探索活动，最终法院判环保组织胜诉，停止壳牌的探索权 (ELTON, 2022)。

² 全球太阳能地图报告采用IRENA 2018可再生能源成本数据的LCOE公式。

投资环境与双边合作

前文已多次提到，南非煤电机组年久失修，除新建机组外平均年限已有41年，而新建煤电厂也有各种技术问题，不能有效填补供电缺口。Eskom提出目前南非至少有4000兆瓦的电力供应缺口，而IRP2019也提出了更高的新建机组目标。为满足IRP2019的目标，南非至少需要680亿美元资金，而考虑到Eskom已经债台高筑，Eskom和南非政府公开鼓励私有资本介入市场投资新能源等新建装机（EBERHARD, 2021）。

中国与南非自1998年建交，两国关系一直友好，并实现了从伙伴关系、战略伙伴关系到全面战略伙伴关系的重大跨越。商务部的《对外投资合作国别（地区）指南：南非》指出，中国连续12年保持南非最大贸易伙伴国地位，南非则连续11年成为中国在非洲的第一大贸易伙伴国。2020年南非政府宣布的经济重建和复苏计划包含一系列基础设施建设项目，是中南务实合作的良好契机。

中资企业在南非投资主要分布在约翰内斯堡地区和各省的工业园中，投资项目涉及纺织服装、家电、机械、食品、建材、矿产开发以及金融、贸易、运输、信息通讯、农业、房地产开发等多个领域。主要投资项目有中钢集团铬矿项目、金川集团铂矿项目、河北钢铁集团铜矿项目、第一黄金集团黄金项目、海信集团家电项目、北汽南非汽车工厂项目等（商务部, 2021）。

印度尼西亚



印度尼西亚经济呈稳定增长态势，人口众多，电力需求将持续快速增长。由于拥有丰富的煤、天然气等化石能源，且发电成本较低，目前印尼的电力主要来源于燃煤电厂，其次为燃气电厂。

印尼于2021年宣布了2060年碳中和的目标，并承诺不再新建煤电厂。根据官方规划，煤电装机量可能从2026年前后开始减少，届时新能源电力将逐渐支撑起新增的巨大电力需求。印尼地热，水能，风光等清洁能源潜力较为丰富，开发程度很低，发展潜力较大。印尼政府出台了一系列政策来激励新能源领域的投资，但是目前新能源定价机制仍需要更大力度的改革。

缩写和中英文

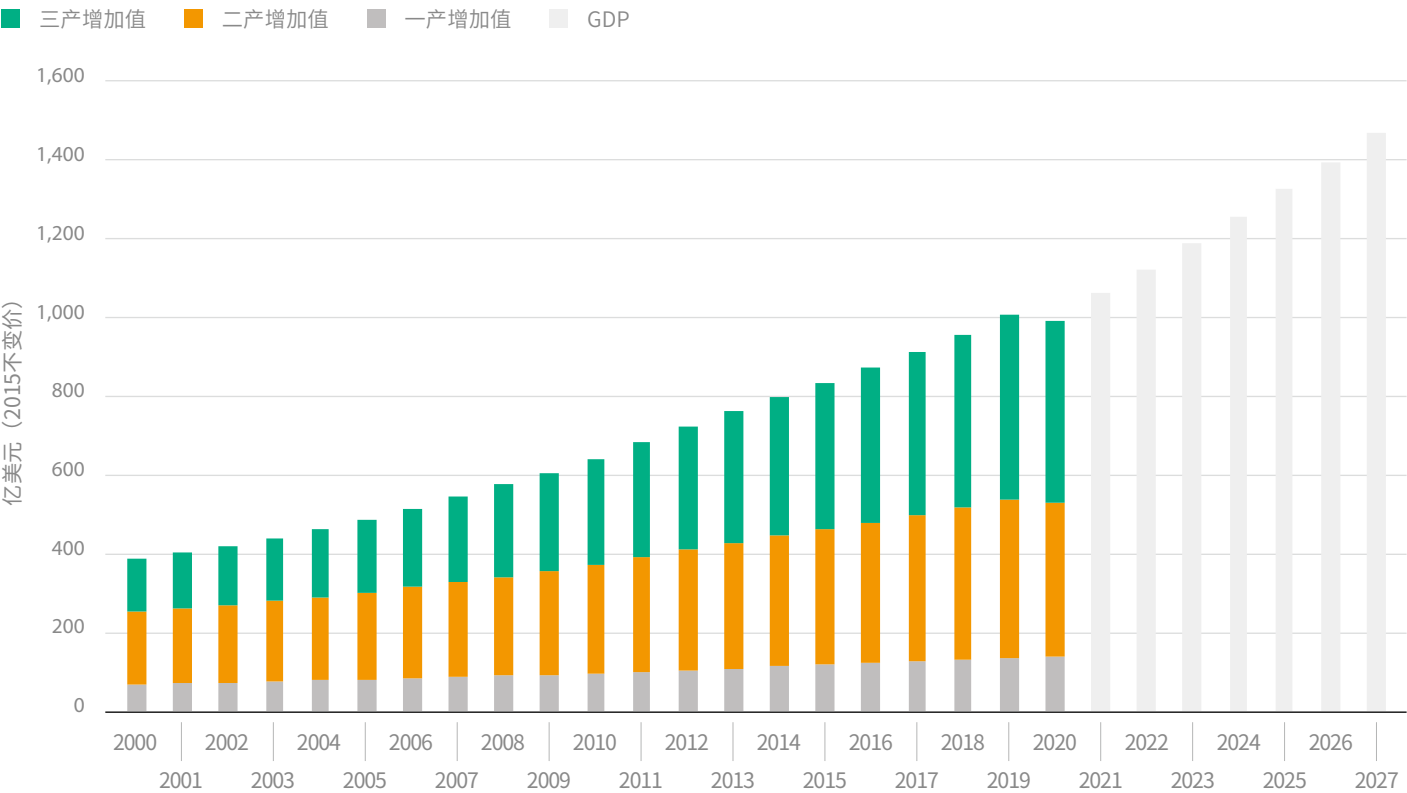
缩写	全名	中文
NDC	Nationally Determined Contribution	国家自主贡献
PPP	Public-Private Partnership	公私合作
BOOT	Build-Own-Operate-Transfer	建设—拥有—经营—转让
PFI	Private Finance Initiative	私有部门融资
BOO	Build-Own-Operate	建设—拥有—运营
BLT	Build-Lease-Transfer	建设—租赁—转让
DBFO	Design-Build-Finance-Operate	设计—建设—融资—运营
IPPs	Independent Power Producers	独立发电商
PPA	Power Purchase Agreement	购电协议
ADB	Asian Development Bank	亚洲发展银行
RUPTL		电力供应业务规划
MEMR	Ministry of Energy and Mineral Resources	能源和矿产资源部
RUEN	Ministry of Energy and Mineral Resources	国家能源计划
RUKN	National Energy General Plan	国家电力计划
SOE	National Electricity Master Plan	国有企业
BPP	State-owned Enterprise	当地基准电价
EBT		利用新能源或可再生能源生产的电力

印度尼西亚共和国（简称印尼）位于亚洲东南部，由17508个岛屿组成，74%的国土面积为海洋。印尼拥有2.76亿人口（世界银行, 2022d），是世界第四人口大国，其中近56%人口集中在爪哇岛（商务部国际贸易经济合作研究院 中国驻印度尼西亚大使馆经济商务处 等, 2020）。爪哇岛贡献了全国近3/4的制造业GDP和70%的服务业GDP，因此能源需求和电力需求远超其他地区（IEA, 2021）。印尼共有一级行政区（省级）34个，包括首都雅加达、日惹、亚齐三个地方特区和31个省。由于地处热带，印尼全年气候温暖湿润，平均气温25-27摄氏度。印尼自然资源较为充裕，拥有丰富的石油、天然气以及煤等矿产资源（商务部国际贸易经济合作研究院 中国驻印度尼西亚大使馆经济商务处 等, 2020）。

由于自身地理气候特点，印尼容易遭受自然灾害的影响，因而非常关注应对气候变化与气候适应领域。2021年印尼更新的国家自助贡献（Nationally Determined Contribution, NDC）中提出了到2030年相较于BAU情景的2.87 GtCO₂e，无条件减少29%的温室气体排放，以及有条件减少最多41%的目标。在能源结构调整方面，印尼提出到2025年，一次能源中新能源与可再生能源占比不低于23%，到2050年不低于31%的目标（印尼, 2021）。

宏观社会经济条件

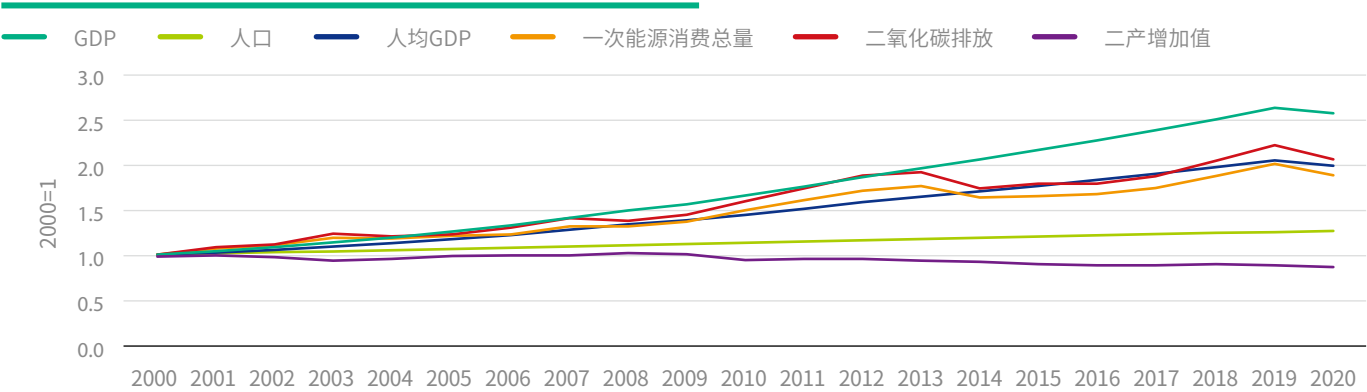
图 28. 印度尼西亚GDP历史趋势、结构及预测（2000年-2027年）



数据来源：世界银行，2022d；IMF，2022a

印尼是东盟最大的经济体，也是世界第十四大经济体（印尼, 2021）。二十一世纪以来，印尼GDP一直以4%~7%的速度较快速增长，国内消费为印尼经济发展提供了稳定动力。2020年，印尼经济受到了新冠疫情的很大影响，但经济已经开始复苏，2022年GDP增长预计将达到5.1%（世界银行, 2022a）。

图 29. 印尼社会、经济、能源指标脱钩趋势（相对于2000年）



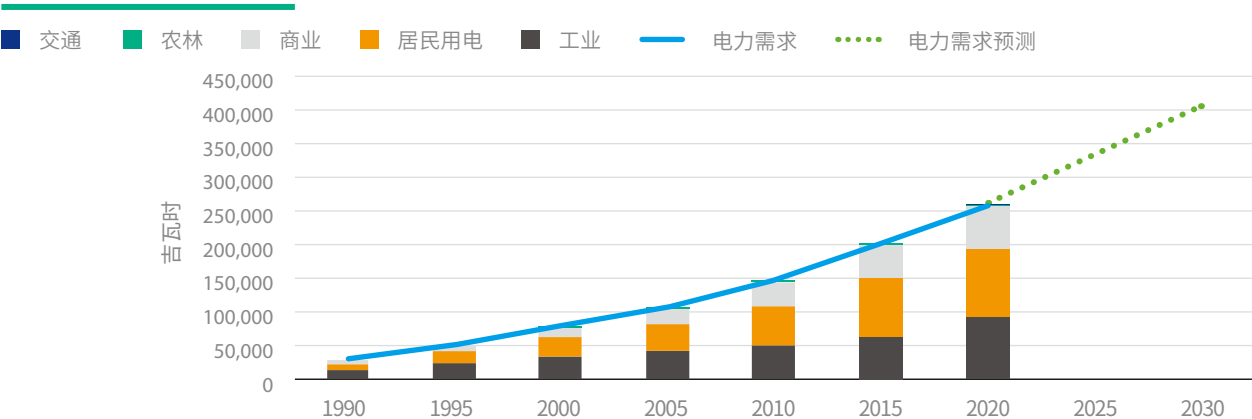
数据来源：世界银行, 2022d

如图30所示，印尼的人口仍保持增长，但增速已经放缓，2020年人口增速为1.07%（世界银行, 2022d），未来5年可能进一步下降到0.84%（IMF, 2022a）。印尼第二产业增加值占比已经开始下降，但能源消费和碳排放仍呈现上升态势，与人均GDP呈现出很强的相关性。

电力供需情况

在人口和经济规模增大的驱动下，印尼电力需求将稳步增长，而电力供应相对滞后，难以满足日益快速增长的需求。印尼工业发展方向主要为外向型制造业，包括采矿、纺织、轻工等行业（商务部国际贸易经济合作研究院 中国驻印度尼西亚大使馆经济商务处 等, 2020），随着印尼人口持续增长和国内电气化率的提高，加之社会从COVID-19疫情中逐渐恢复，电力需求将持续快速增长。PLN发布的《印尼电力供应商业计划（RUPTL）（2021-2030年）》中预测，2021到2030年间电力需求将以4.4%的速度增长（OCED, 2021）。目前印尼的电网覆盖率约为97%（世界银行, 2022d）。不同岛屿间电气化率差别很大，一些主要为农村的岛屿（如东努沙登加拉，巴布亚）远低于其他地区，这些地区也得到在增加电力设施方面的政策支持（KEITH BURNARD 等, 2016）。PLN的RUPTL 2021-2030预测，到2030年，电力用户将从目前的1210万增加到2440万。

图 30. 印尼电力需求趋势



数据来源：世界银行, 2022d

长期以来，印尼快速增长的电力需求主要由燃煤和燃气机组满足，一些遥远岛屿的电力则更加依赖于燃油电厂（MATTHEW HALSTEAD 等）。PLN最新的电力供应计划也反映了印尼的气候与能源转型目标：为满足新增的电力需求，

从2021到2030年印尼需要总计40吉瓦的新发电机组，其中新能源发电预计提供24.8%的发电量，煤电将提供59.4%的发电量（PLN, 2021）。65%的装机量将由独立电力生产商（IPPs）提供，其余装机量则归属PLN；从电源类型来看，IPPs提供的装机量中有45%左右为新能源发电（EBT），PLN提供的装机量中有64%为新能源发电。由于印尼的煤电机组仍旧非常年轻，一些煤电厂已经被批准，在2021到2030年间大量新老煤电机组将继续运行（OCED, 2021）。

电力行业管理体制和市场机制

主要实体

政府部门

能源和矿产资源部（Ministry of Energy and Mineral Resources, MEMR）是印尼能源主管部门，下设专注于石油和天然气、矿产、煤炭、电力，以及新能源和可再生能源和节能的各部门。MEMR负责有关印尼能源和矿业资产的政策和决策，包括技术方案和项目的实施。MEMR负责制定国家能源计划（RUEN）和国家电力计划（RUKN）。

其他几个政府机构和部委对需要遵守的能源部门制订的法律和政策进行监管。公共工程和公共住房部负责管理水的使用权，包括作为水力发电站吸收的部分运营成本的水使用税。环境和林业部负责批准为地热项目、水电项目以及输电和配电线路使用林地。此外，该部还为资源开采和能源生产制定并执行环境标准和法规。国有企业部负责包括PLN在内的国有企业（SOE）的公司治理，包括与能源相关的企业。该部作为政府的股东代表为国家国有企业服务（FLORIAN KITT 等, 2020）。

国家电力公司

印尼国家电力公司（Perusahaan Listrik Negara, PLN）是印尼国有企业，拥有全国大约2/3的发电设备，除极少数政府批准的特例外，还掌控全部输配电设施。PLN每年编写和发布电力供应业务规划（RUPTL），RUPTL中会提供未来10年的电力需求预测以及满足未来需求的输电和发电扩展计划，由MEMR批准。

私有部门

为缓解电力供应紧张，印尼逐渐开放发电市场，约15%的电力由独立发电商（Independent Power Producers, IPPs）生产（戴立, 2019），发电技术包括传统化石能源、生物质能、小型水电和光伏等。先运行的项目基本为完全自发自用或与PLN签订长期售电协议（PPA），根据RUPTL 2021-2030，IPP在未来10年预计将提供大于60%的新增装机量。

表 9. 印尼2021-2030年新增装机规划

发电厂开发商	PLN	IPP
装机量 (EBT) (吉瓦)	9.144	11.779
装机量 (非EBT) (吉瓦)	5.125	14.527
装机量 (合计) (吉瓦)	14.269	26.306
占比	35.2%	64.8%

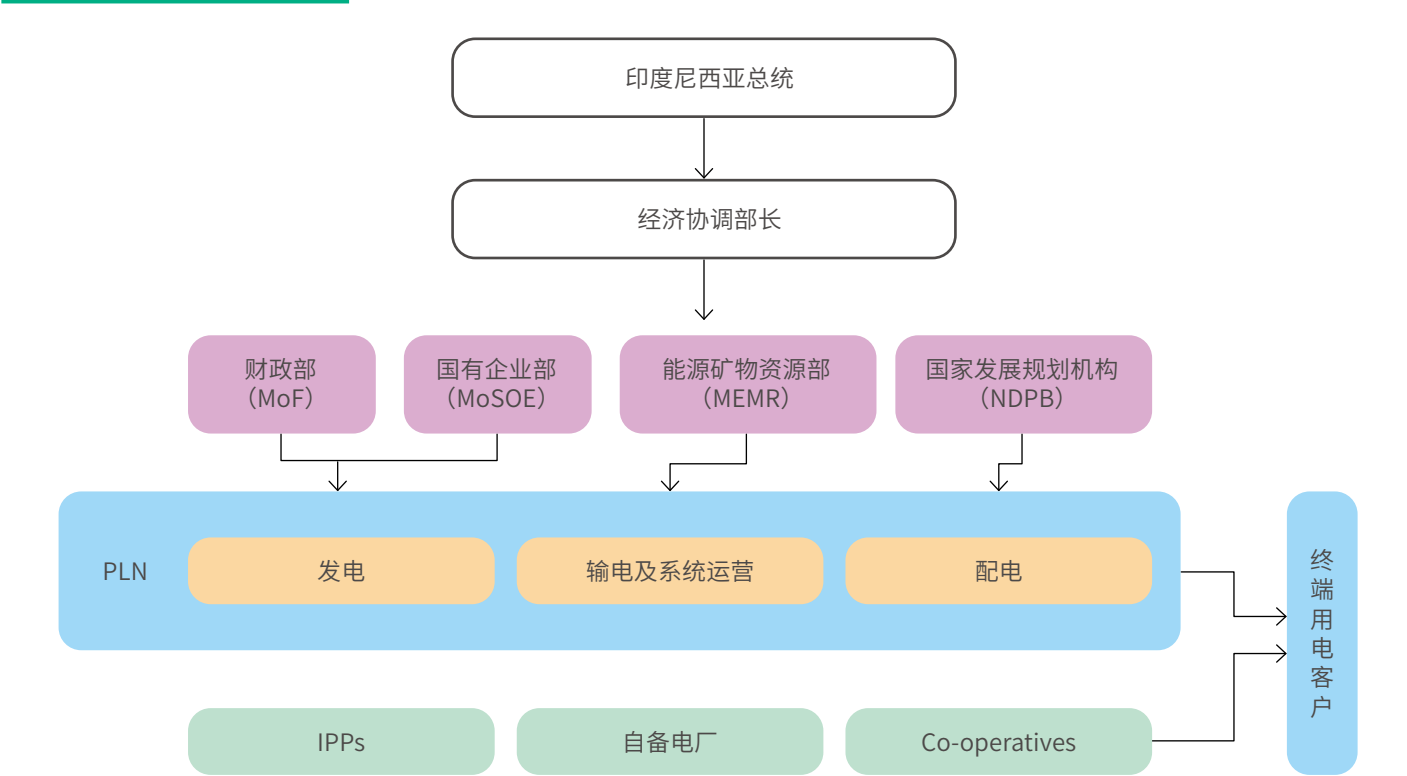
数据来源：《RUPTL 2021-2030》，其中EBT为利用新能源或可再生能源生产的电力。

电力市场机制

印尼电力市场为单一购买者模式（Single Buyer，又称为购电垄断）。国家电力公司PLN掌握全国主要的发电机组，IPP可以参与电力生产，但是只能售电给PLN。PLN还承担着全国绝大多数输配电和电力零售业务。

根据MEMR 2020年最新规定（MEMR Reg 4/2020），IPP不再需要将其设施的所有权转让给PLN，以此为投资者提供了更多的灵活性，旨在加速印尼的可再生能源发展。

图 31. 印尼电力工业实体关系



数据来源：课题组基于文献（IAEA, 2015）整理

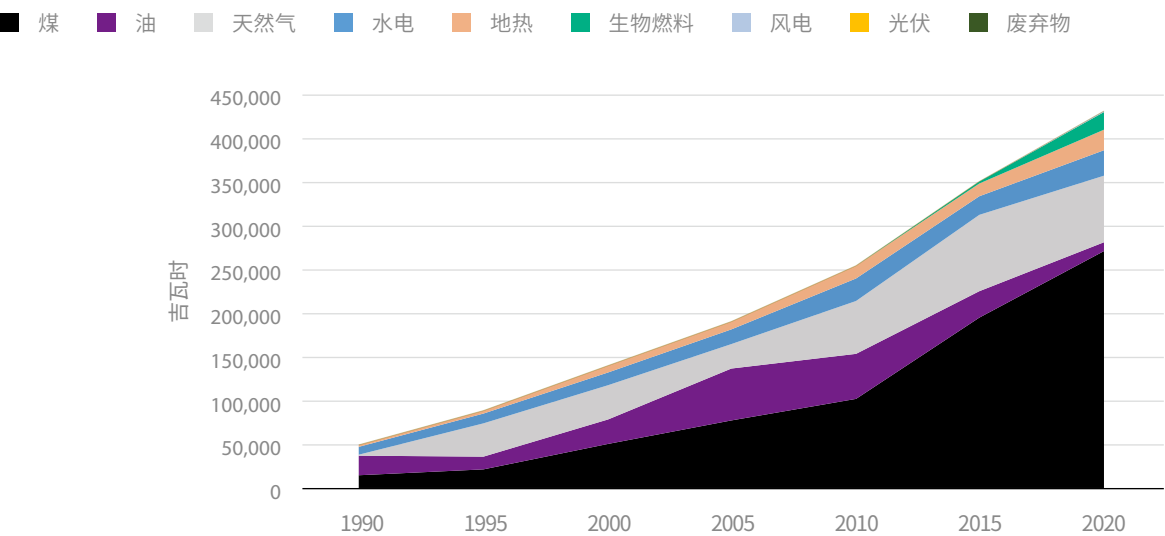
新能源电价机制

印尼的电价由政府监管。目前可再生能源的电价机制是：对于光伏、风能、潮汐能、生物质能和沼气，其电价不高于当地基准电价（BPP）的85%，如果当地BPP高于国家BPP，则价格上限更高。BPP每年由MEMR制定。

水力、地热和城市垃圾发电的价格上限为BPP。如果当地的BPP小于或等于国家的BPP，则电价根据双方的协议确定。然而，可再生能源的上网价格必须获得部长批准（Reg MEMR 50/2017），在基准电价（BPP）基本由煤电决定、没有额外补贴的情况下给可再生电力价格“封顶”，并不利于可再生能源的成本回收及发展。

现有装机和能源资源禀赋

图 32. 印尼历史发电量结构



数据来源：IEA

2020年，印尼的电力生产以燃煤机组为主，其次为天然气。印尼有丰富的煤炭与油气储备。2020年，燃煤发电占全部发电量比例高达63%，火力发电占比为83%，水电占比7%，地热发电占比5%，生物质能发电5%，风电与光伏占比微乎其微。

印尼可再生能源资源禀赋良好，地热资源十分丰富。巴厘岛等一些岛屿光伏发电效率很突出，容量因子高达18%左右（DEON ARINALDO 等, 2019）。水力和地热开发利用率相对较高，太阳能和风能利用率非常低。根据RUEN的数据，到2015年，印尼太阳能和风能利用率不到0.1%（PRESIDENT OF THE REPUBLIC OF INDONESIA, 2017）。

表 10. 印尼新能源潜力装机容量和利用率

新能源	潜力装机 (兆瓦)	现有装机 (兆瓦)	利用率(截止到2015年)
地热能	29544	1438.5	4.87%
水力发电	75091	4826.7	6.43%
小规模水电	19385	197.4	1.02%
生物质能	32654	1671	5.12%
太阳能	207898	78.5	0.04%
风能	60647	3.1	0.01%
潮汐能	17989	0.3	0.00%

数据来源：2017 RUEN （PRESIDENT OF THE REPUBLIC OF INDONESIA, 2017）

从成本来看，2019年，印尼的地热发电在可再生能源中平准化度电成本低至4.5美分/千瓦时，竞争力最强。其次为生物质能，在4.68到11.4 美分/千瓦时之间。并网光伏为5.84到10.28 美分/千瓦时之间。陆上风电平均最高，平准化度电成本在7.5到16.1美分/千瓦时之间，远高于煤电和气电的发电成本（DEON ARINALDO 等, 2019）。

能源环境政策

印尼于2021年11月联合国气候变化框架公约缔约方第26次大会（COP26）举行期间向UNFCCC提交了更新的NDC，提出到2030年相较于BAU情景的2.87 GtCO₂e, 无条件减少29%排放, 有条件减少最多41%的目标, 延续了2016年版本的减排目标。在能源部门，提出到2025年，一次能源中新能源与可再生能源占比不低于23%，到2050年不低于31%的目标。

同时，印尼也于COP26上宣布了于2060年实现净零排放的目标，PLN宣布了电力部门2050年净零排放的目标。MEMR和PLN发布的《电力和公用事业部门支持印尼实现2050年的碳中和的智能策略》中提出了相当具有雄心的能源转型目标与煤炭退出计划：该战略计划在2026年开始淘汰煤炭，到2040年可再生能源将达到能源结构的三分之一（ANISSA SUHARSONO 等, 2022）。

2022年11月，在二十国集团（G20）首脑峰会举行期间，美国、日本等十个国家开启了与印尼公正能源转型伙伴关系（JETP）的长期合作，十国承诺在3到5年内首先投入100亿美元，以期通过撬动来自公共与私有部门的200亿美元用于支持印尼发展可再生能源，推动煤电的退役，并承诺支持当地受影响的工人与社区（美国白宫, 2022）。

从《电力供应业务规划（RUPTL）（2021-2030年）》对于化石能源和新能源占比的规划中可以看出，未来煤炭仍将是印尼发电主要消费的能源，占比将在2025年下降到60.95%，在2030年达到59.37%。煤炭退出产生的电力缺口将主要由水力发电与地热发电来填补，燃油机组也将逐步退出，天然气发电占比基本持平，具体情况如表 11所示。

表 11. 印尼电力供应业务规划（RUPTL） 2021-2030 中计划的每年发电量结构（%）

电源类型	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
水力	6	6	6	6	8	9	9	9	9	10
地热	6	6	6	6	7	7	8	8	8	8
其他新能源	1	1	2	3	8	7	6	6	6	6
天然气	17	18	18	17	16	15	15	16	16	15
油	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0
煤炭	67	66	67	68	61	62	62	60	60	59
其他新能源潜力	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
调入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

数据来源：课题组基于（ANISSA SUHARSONO 等, 2022）翻译整理

为促进新能源发展，MEMR发布了一系列政策，在2017年发布的50号条例，对新能源的补贴上网电价进行了规定，但为了控制上网电价，规定新能源上网电价不能超过BPP的85%或100%（详情请见以下电价机制章节），并无法对新能源投资起到很大促进作用。2020年，MEMR修订50/2017并发布了2020年4号条例，为根据独立发电商（IPP）计划开发的可再生能源项目（“可再生能源IPP”）的采购带来了三个显著的变化：（i） PLN有可能重新使用直接任命机制，（ii） 取消了这些项目完全按照建设、拥有、运营和转让（BOOT， build-own-operate-transfer）计划开发的要求，（iii） PLN必须优先购买可再生能源IPP的电力（基于必须运行的制度），这对这些工厂的发电能力没有任何限制。但MEMR 4/2020并没有改变MEMR 50/2017制定的可再生能源定价制度（ASHURST, 2020）。

在煤电方面，于2022年11月举办的G20峰会上，ADB与Cirebon Electric Power（CEP）以及国家电力公司PLN在印度尼西亚ETM国家平台下，就第一个煤电厂的提前退休计划签署了谅解备忘录，660兆瓦的Cirebon-1电厂位于西爪哇，其将在资助下比技术寿命提前15年左右退役。

针对海外投资，从2021年3月4日起，印度尼西亚根据2021年关于投资业务部门的第10号总统条例（Presidential Regulation No. 10 of 2021 on Investment Business Sectors）提出的新投资清单（常被称为“Positive list”）正式生效。新的清单放宽了之前对于海外在电力市场投资的限制，包括完全放开所有规模的发电、电力输配等的外资所有权的限制（ASHURST）。

投资环境与双边合作

随着人口和经济的不断发展，印尼的电力需求将继续快速增长。2021年，印尼和电力部门做出了减少碳排放的承诺，不再新建燃煤电厂，计划在2060年实现碳中和，并在2021年的电力供应规划中体现了能源结构低碳转型的决心。印尼有较为丰富的清洁能源资源，特别是地热资源，也有相对可观的风、光资源，且开发程度很低。随着中长期内燃煤电厂退出，清洁能源将逐渐填补印尼扩大的电力需求缺口，清洁能源将有较大发展潜力。印尼的电力市场机制相对完整成熟，中国企业也在当地参与了较多投资项目，中印双边合作较为紧密。近年来，为促进新能源发展，并吸引私有部门的投资，印尼政府陆续出台和修订政策和规定，并放宽对外资在电力部门投资的种种限制。

由于印尼是群岛国家，岛屿之间实现电网连接困难较大，很多岛屿的电网是独立的。且不同岛屿的电力需求、电力普及率、新能源资源禀赋差别较大，电网和供电能力的建设将对政府财政造成较大负担，带来不确定性。目前世界形势异常复杂多变，也给各国的电力系统低碳转型，特别是化石能源非常丰富的印尼带来了挑战。此外，印尼的新能源电价机制仍存在上限，研究普遍提出印尼新能源电价机制还需要力度更大的变革。

多年来，印尼第一大贸易伙伴是中国，日本是印尼的重要合作伙伴与投资来源国，印尼与澳大利亚、马来西亚、美国、欧洲等国家或地区合作密切。印尼货币为印尼盾。根据世界银行《2020年营商环境报告》，印尼的营商便利度在全球190个经济体中排名第73位。中国对外承包工程商会发布的《“一带一路”国家基础设施发展指数（2022）》中显示，印度尼西亚发展环境排名第9、发展需求排名第1（商务部国际贸易经济合作研究院 中国驻印度尼西亚大使馆经济商务处 等, 2020; 中国对外承包工程商会, 2022）。中国企业在印尼参与了大量的独立发电厂BOOT项目，作为售电方与PLN签署购电协议（PPA）。

波斯尼亚和黑塞哥维那



波斯尼亚和黑塞哥维那（简称：波黑，BiH）未来GDP低速增长，人口负增长，电力需求较为稳定。但是，电力是波黑的第一大宗出口商品，电力行业是投资重点领域。

波黑煤炭资源较为丰富，同时也是巴尔干地区水能、太阳能和风能等可再生能源最丰富的国家之一。波黑电力结构以煤电和水电为绝对主导。波黑最新承诺的2030年碳减排目标考虑了1050MW煤电新建或者更新改造的排放空间。同时，波黑是欧洲能源共同体成员国之一，正努力争取加入欧盟，未来电力行业和环境能源政策等领域无疑将向欧盟发展目标、政策措施和标准靠拢。波黑提出了2050年碳中和目标，承诺加快发展非水可再生能源和逐渐取消煤炭相关补贴。

波黑政治体制机制比较特殊，由波黑联邦和塞族共和国两个实体和一个特区组成。电力市场政策须在国家层面和两个实体层面通过才能正式生效。复杂的政体相应导致电力行业监管和运作结构相对复杂，投资方需要了解投资所在地的监管机制和法律政策具体要求。

缩写和中英文

缩写	全名	中文
APCP	Action Programme for Coal Phase-out	淘汰煤炭的行动方案
BD	Br ko District	布尔奇科特区
BiH	Bosnia and Herzegovina	波斯尼亚和黑塞哥维那
EIA	U.S. Energy Information Administration	美国能源信息署
ERRA	Energy Regulators Regional Association	波黑监管者区域委员会
EUR	Euro	欧元
FBiH	Federation of Bosnia and Herzegovina	波黑联邦管辖区
FERK	Regulatory Commission for Energy in Federation of Bosnia and Herzegovina	波黑能源联邦电力监管委员会
FiT	Feed in Tariff	固定上网电价模式
GAWB	Green Agenda for the Western Balkans	绿色议程宣言
GWh	Gigawatt hour	吉瓦时
IEA	International Energy Agency	国际能源署
ISO	Independent System Operator of BiH	独立系统运营商
kWh	Kilowatt-hour	千瓦时
MEMI FBiH	Ministry of Energy, Mining and Industry of FBiH	波黑联邦能源、采矿和工业部
MFTER BiH	Ministry of Foreign Trade and Economic Relations of BiH	波黑对外贸易和经济关系部
MW	Mega Watt	兆瓦
MWh	Megawatt Hour	兆瓦时
NDC	Nationally Determined Contributions of Bosnia and Herzegovina (NDC) for the period 2020-2030	国家自主贡献
OIEiEK	Operator za obnovljive izvore energije i efikasnu kogeneraciju	可再生能源和高效热电联产运营商
PA	Parliamentary Assembly of Bosnia and Herzegovina	波黑议会
RCC	Regional Cooperation Council	区域合作理事会

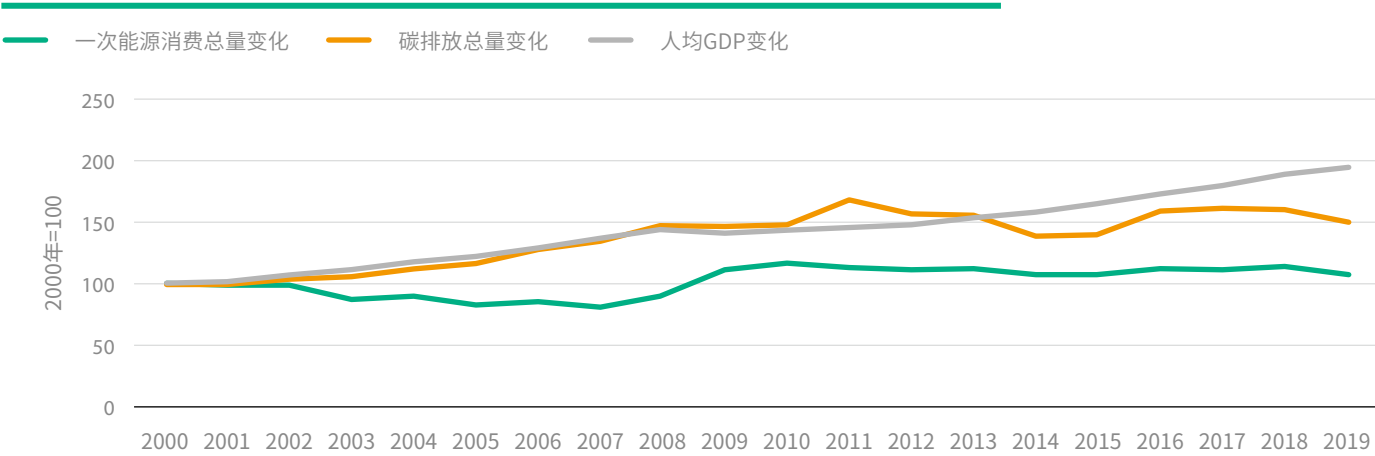
缩写	全名	中文
RERS	Regulatory Commission for Energy of RS	塞族能源监管委员会
RS	Republika Srpska	塞族共和国管辖区
RSMEMI RS	Ministry of Energy, Mining and Industry of	塞族共和国能源、采矿和工业部
SERC	State Electricity Regulatory Commission	波黑国家电力监管委员会
SPPs	Small Power Producers	小型发电厂
US ITA	US International Trade Administration	美国国际贸易管理局
	Law on Transmission of Electric Power, Regulator and System Operator of Bosnia and Herzegovina	波斯尼亚和黑塞哥维那电力传输、监管机构和系统运营商法
	Law Establishing the Company for the Transmission of Electric Power in Bosnia and Herzegovina	建立波斯尼亚和黑塞哥维那电力传输公司法
	Law Establishing an Independent System Operator for the Transmission System of Bosnia and Herzegovina	波斯尼亚和黑塞哥维那输电系统独立系统运营商法
	Tariff Pricing Methodology for Services of Electricity Transmission, Operation of ISO and Ancillary Services	输电服务、独立电力系统运营商的系统运营和辅助服务的电价定价方法
	Decision on tariffs for electricity distribution services in the Brčko District of BiH	关于波黑布尔奇科地区配电服务费的决定
	Decision on tariffs for electricity supply within universal service in Brčko District of BiH	关于波黑布尔奇科地区普遍服务范围内的电力供应价格的决定
	Action plan for using the renewable energy sources of BiH for the period until 2020	2020年前波黑可再生能源利用行动计划
	Elektroprenos Bosne i Hercegovine	波黑电力输送公司
	Energy framework strategy of BiH until 2035	2035年前波黑能源框架战略
	Long-Term Transmission Network Development Plan 2015-2024	2015-2024年长期输电网络发展计划
	Climate Change Adaptation and Low Emissions Growth Strategy of BiH to 2025	波黑2025年适应气候变化和低排放增长战略

波黑位于欧洲巴尔干半岛西部。波黑政治体制比较特殊，由波黑联邦（Federation of Bosnia and Herzegovina, FBiH）和塞族共和国（Republika Srpska, RS）两个实体组成，并单设由中央政府直属的布尔奇科特区（Brčko District, BD）。

宏观社会经济条件

回顾过去20年，波黑经济发展呈现与一次能源消费、二氧化碳排放弱脱钩的趋势。如图 33所示，在2000-2019年间，人均GDP增长幅度始终高于一次能源消费总量的变化，在人均GDP保持增长的同时一次能源消费总量在2010年左右达峰并处于平台期。人均GDP增速与碳排放量变化在2009年后呈现偏离，2009-2013年期间碳排放量增长速度快于人均GDP增速，2013年后两者变化趋势扭转，碳排放量增速放缓，人均GDP仍保持增长。碳排放量在2011年达峰后震荡下降。总体而言，2020年相比2010年，人均GDP增长约2倍，一次能源消费总量基本不变，二氧化碳排放增长1.5倍。

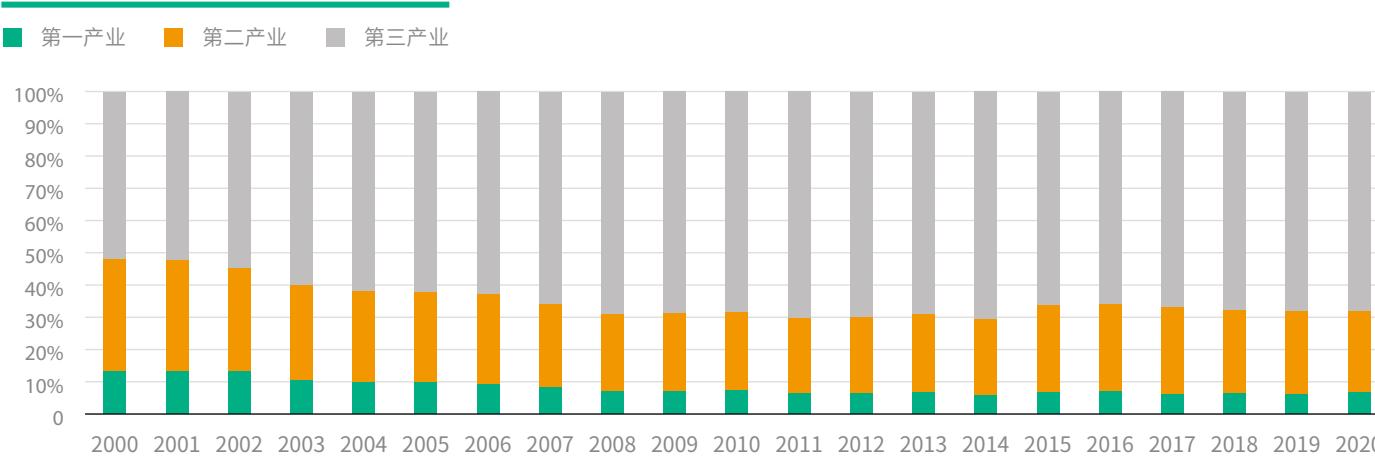
图 33. 波斯尼亚和黑塞哥维那能源消费、碳排放与人均GDP变化趋势（2000年-2019年）



数据来源：世界银行, 2022; 美国能源信息管理局, 2022; 世界资源研究所, 2020

波黑产业结构呈现稳定的“三、二、一”特征。2020年波黑三次产业结构为7：25：68，经济增长主要依靠服务业拉动（图 34）。

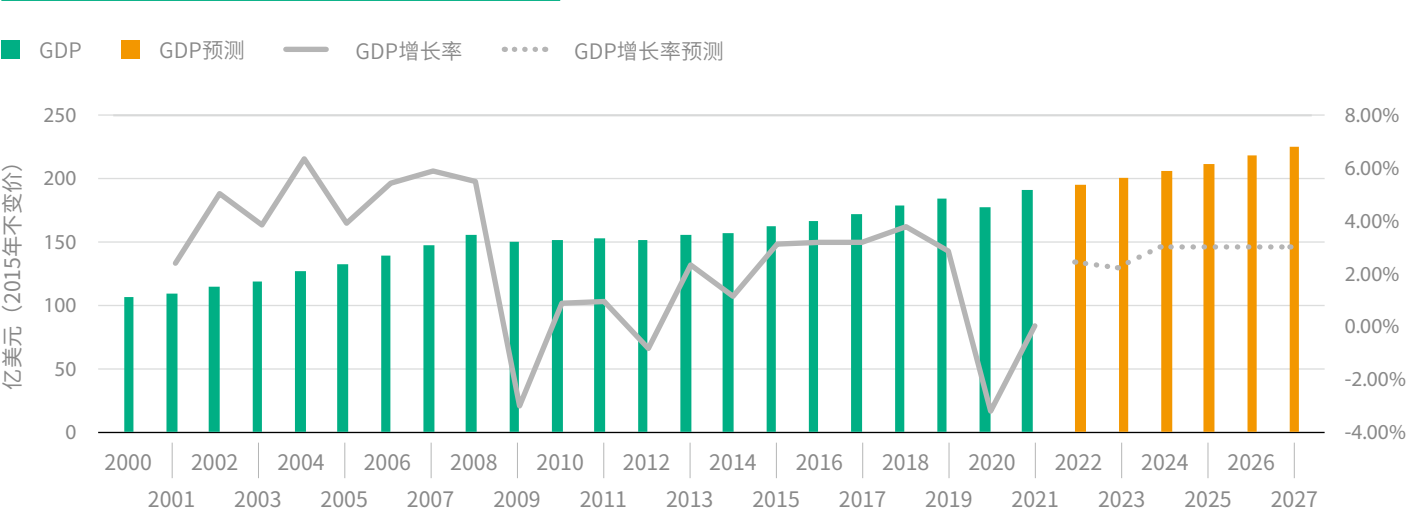
图 34. 波黑三产比重（2000年-2020年）



数据来源：世界银行, 2022

根据世界银行标准，波黑为中等收入国家，2020年GDP总量和人均GDP分别约为178亿美元（2015年不变价）和5433美元（2015年不变价）。过去20年，波黑经历了2009年和2020年两次经济衰退，这两年经济增速分别下降到-3%和-3.2%。波黑经济增长较为缓慢，最高值出现在2018年，GDP增长率曾达到3.74%。根据IMF的《2022年世界经济展望》预测，在2022-2027年的未来五年，GDP将以年均3%的速率增长（图 35）。

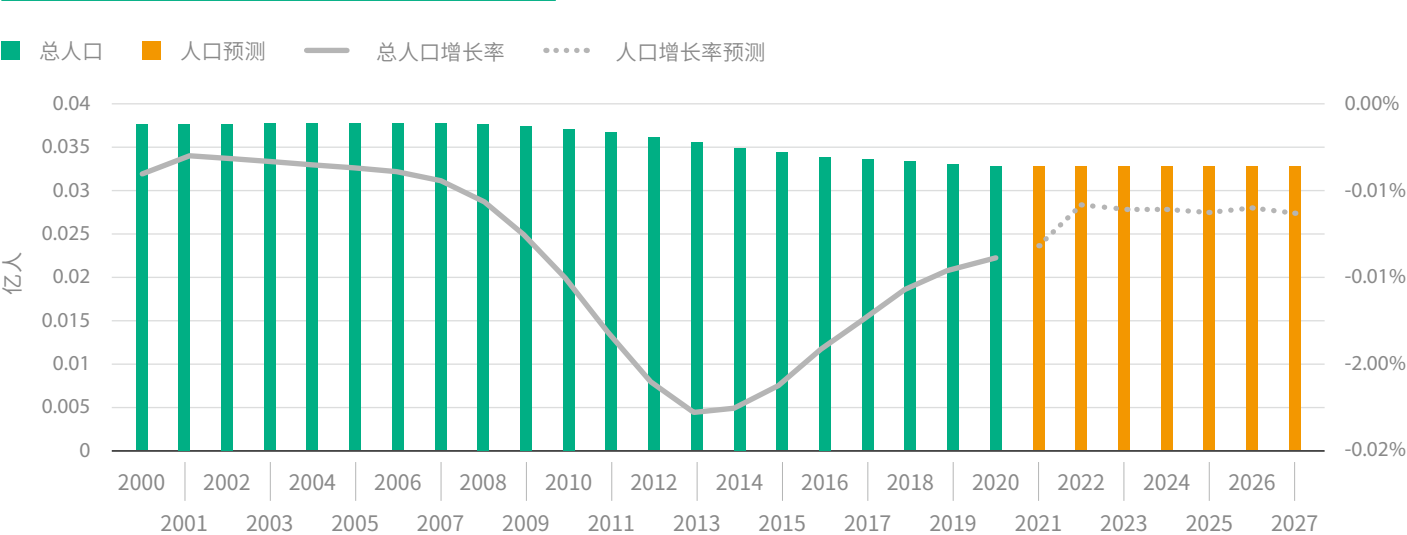
图 35. 波黑GDP和GDP增长率（2000年-2027年）



数据来源：IMF, 2022; 世界银行, 2022

波黑人口呈减少趋势，从2000年的375万人减少为2020年的328万人。根据IMF的2022年《世界经济展望》预测，未来5年波黑人口规模基本不变。世行预测2030年和2050年波黑人口分别下降到310万人和260万人（图 36）。

图 36. 波黑人口及人口增长率（2000年-2027年）

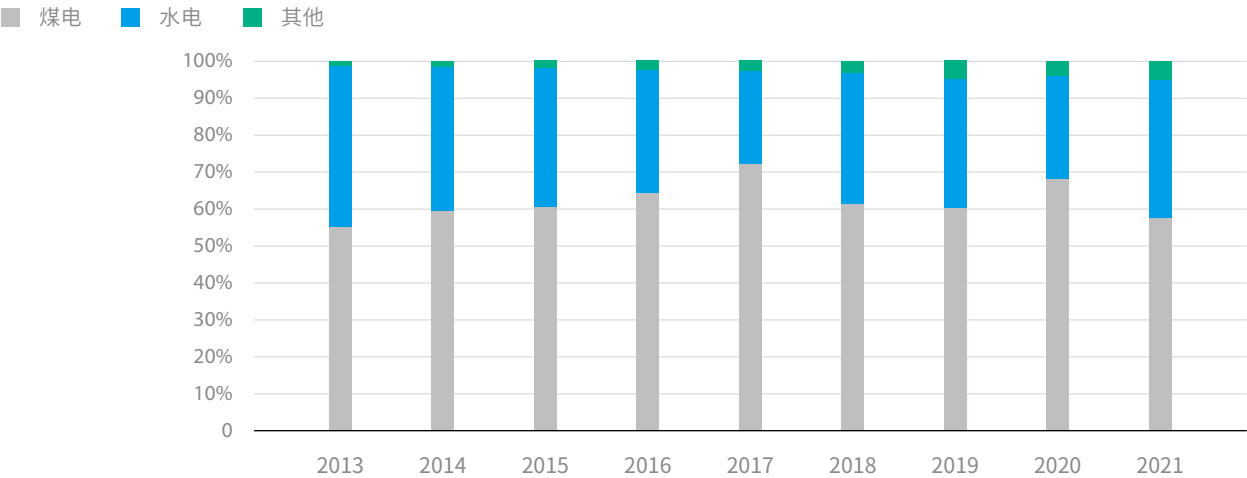


数据来源：IMF, 2022; 世界银行, 2022

电力供需情况

从发电量结构来看，煤电是波黑的主力电源，占比始终高于55%，2017年曾达到72%。2021年，波黑总发电量为17055.44吉瓦时。其中，火电9820.98吉瓦时，水电6316.99吉瓦时，风电并网381.81吉瓦时。波黑出口电力8197.66吉瓦时；进口电力3312.00吉瓦时（STATE ELECTRICITY REGULATORY COMMISSION, 2017, 2021）。截至2021年，波黑已建成119个小水电站，但发电量仅占全国全部发电量的2.54%（AZEM KURTIC, 2022）。

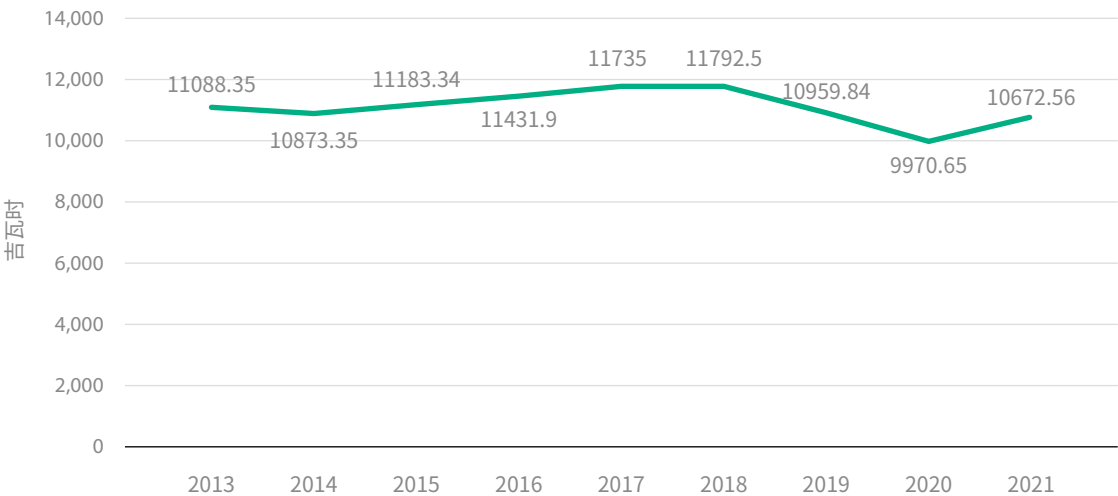
图 37. 波黑发电量结构变化（2013年-2020年）



数据来源：国家电力管理委员会, 2017, 2021

2021年波黑电力消费总量为12170吉瓦时，电力用户1570415个，其中居民用户占比92%，其他消费用户占比8%。近些年，波黑电力终端消费较为平稳，基本在10000~12000千瓦时之间波动。

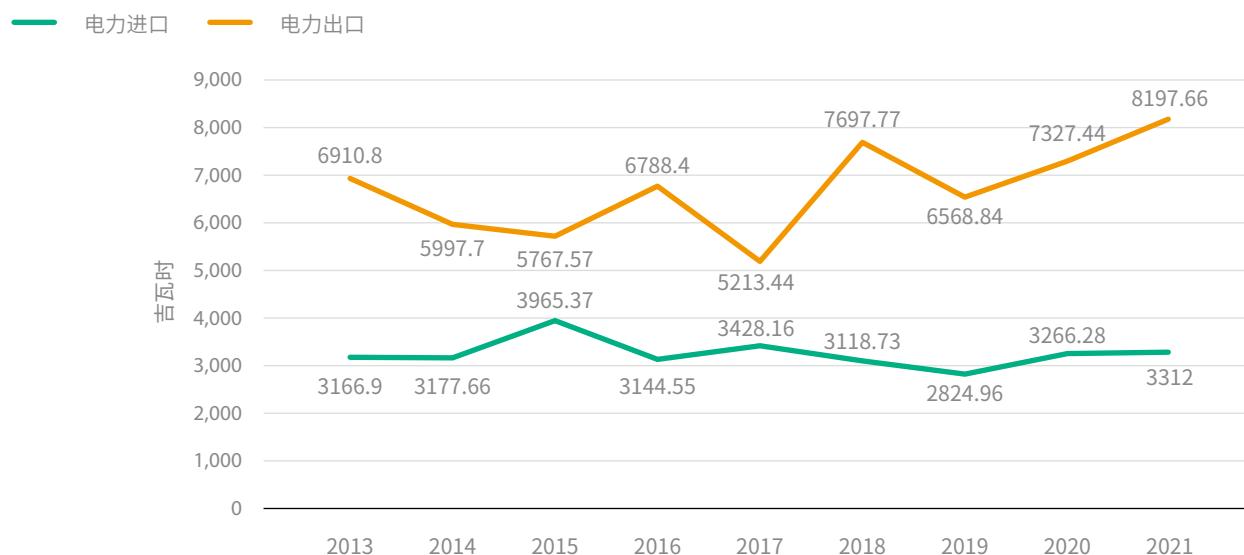
图 38. 波黑终端电力消费变化



数据来源：国家电力管理委员会, 2017, 2021

波黑是电力净出口国，主要向包括欧盟在内的区域市场出口电力（ENERGY COMMUNITY, 2021）。

图 39. 波黑电力进出口情况（2013年-2021年）



数据来源：国家电力管理委员会, 2017, 2021

电力行业管理体制和市场机制

波黑不属于欧盟成员国，但作为能源共同体所有成员国之一，波黑有义务执行能源共同体关于能源、环境、竞争和可再生能源等相关法律。波黑电力行业管理和市场运行涉及国家层面和两个实体层面的多家监管和实施机构，监管和运作结构比较分散和复杂。两个政治实体负责制定和实施本辖区内的电力相关法规政策及标准。

立法基础

波黑电力市场建立、运作、管理和实施主要依据三个关键法律文件。

波黑议会（PA）2002年通过了《波斯尼亚和黑塞哥维那电力传输、监管机构和系统运营商法》（Law on Transmission of Electric Power, Regulator and System Operator of Bosnia and Herzegovina）。该法案规定了国家电力监管委员会、独立系统运营商和电力传输公司的建立和工作，并界定了这些机构的职能和权限，旨在促进和推动在波黑建立一个电力市场和区域电力市场（THE PARLIAMENTARY ASSEMBLY OF BOSNIA AND HERZEGOVINA, 2002）。

《建立波斯尼亚和黑塞哥维那电力传输公司法》（Law Establishing the Company for the Transmission of Electric Power in Bosnia and Herzegovina）的目的是建立一个单一的输电公司，并确保波黑全境内以规定的质量标准持续供应电力。该法案旨在促进波黑电力市场的建立，并将其纳入区域电力市场和区域能源发展活动（THE PARLIAMENTARY ASSEMBLY OF BOSNIA AND HERZEGOVINA, 2004b）。

《波斯尼亚和黑塞哥维那输电系统独立系统运营商法》（Law Establishing an Independent System Operator for the Transmission System of Bosnia and Herzegovina）的目的是建立一个独立的系统运营商，并确保波黑全境内以规定的质量标准持续供应电力，促进在波黑建立一个竞争性的电力市场，并将其纳入区域电力市场和区域能源发

展活动。该法案的制定依据现有的国际惯例和适用的欧盟指令（THE PARLIAMENTARY ASSEMBLY OF BOSNIA AND HERZEGOVINA, 2004a）。

能源主管机构

在国家层面，波黑对外贸易和经济关系部（Ministry of Foreign Trade and Economic Relations of BiH, MFTER BiH）负责波黑全境范围内能源管理事务，包括制定政策和基本原则，负责协调和整合国际机构和实体之间的战略计划制定。

在波黑联邦层面，波黑联邦能源、采矿和工业部（Ministry of Energy, Mining and Industry of FBiH, MEMI FBiH）负责波黑联邦辖区内能源相关的立法建议，确保能源市场正常运作，以及管辖区内与电力和能源部门相关的其他任务。

在塞族共和国层面，塞族共和国能源、采矿和工业部（Ministry of Energy, Mining and Industry of RS, MEMI RS）负责塞族共和国辖区内能源相关的立法建议，确保能源市场正常运作，以及管辖区内与电力和能源部门相关的其他任务（NEDŽIDA SALIHOVIĆ-WHALEN, 2015）。

电力行业监管和机构

波黑电力部门包括三家电力监管机构以及两家国家层面电力输送机构。国家层面包括国家电力监管委员会（State Electricity Regulatory Commission of Bosnia and Herzegovina, SERC），独立系统运营商（Independent System Operator of BiH, ISO）和波黑电力输送公司（Elektroprenos Bosne i Hercegovine）。在实体层面上，塞族共和国和波黑联邦也分别设立了本辖区内的电力监管委员会。能源电力相关的政策需要在国家层面和两个实体层面两个层面通过才能正式生效（NEDŽIDA SALIHOVIĆ-WHALEN 等, 2020）。

国家层面

国家电力监管委员会（SERC）按照《波斯尼亚和黑塞哥维那电力传输、监管机构和系统运营法》要求成立，作为波黑国家层面的电力市场监管机构，负责全国电力体系的监管，包括电力输送、输送系统的运作和国际电力贸易，以及布尔奇科地区电力生产、分配和消费等，负责确定电价标准和电网接入链接条件等。SERC具有独立法人地位的非盈利性机构，由波黑议会负责监管（ENERGY REGULATORS REGIONAL ASSOCIATION, 2022b）。

波黑独立系统运营商（ISO）按照《波斯尼亚和黑塞哥维那电力传输、监管机构和系统运营法》依法成立，负责管理波黑全境内输电网的运行和调度，并指导、安排和协调电网的维护、建设和扩展，保证稳定和可靠的电力供应。ISO是独立于其他电力市场主体和电力生产、分配和供应活动的非盈利性国家级电力系统运营商。ISO由塞族共和国和波黑联邦两个实体拥有，在波黑全境负责输电网络的运行和调度。ISO BiH相关工作由SERC监管（THE PARLIAMENTARY ASSEMBLY OF BOSNIA AND HERZEGOVINA, 2004a）。

波黑电力输送公司Elektroprenos Bosne i Hercegovine在波黑国家电力监管委员会（SERC）监管下，负责建立负责波黑地区高压输电电网的输送、维护、建设、扩容和管理等工作（THE PARLIAMENTARY ASSEMBLY OF BOSNIA AND HERZEGOVINA, 2004b）。

波黑联邦和塞族共和国两个实体层面

波黑联邦

波黑联邦能源监管委员会（Regulatory Commission for Energy in Federation of Bosnia and Herzegovina, FERK）

是波黑联邦行政管辖区内的电力市场监管机构，具体负责监督和管理电力的生产、分配和供应，以及电力市场。

可再生能源和高效热电联产运营商（Operator za obnovljive izvore energije i efikasnu kogeneraciju ,OIEiEK）于2013年成立，主要支持可再生能源和高效热电联项目建立电力赎回和激励制度等，并由DERK进行监管。

塞族共和国

塞族能源监管委员会（Regulatory Commission for Energy of RS, RERS）是塞族行政管辖区内的电力市场监管机构，负责监督和管理电力的生产、分配和供应，以及电力市场，并负责可再生能源开发利用。

发电企业

目前，波黑有三家国有发电公司，分别是JP Elektroprivreda BiH、JP Elektroprivreda HZHB、MP Elektroprivreda RS。JP Elektroprivreda BiH覆盖波黑联邦波什尼亚克族地区，发电量约占波黑发电总量的50%；JP Elektroprivreda HZHB覆盖波黑联邦克罗地亚族地区，发电量约占波黑发电总量的10%；MP Elektroprivreda RS负责塞族行政管辖区，发电量约占波黑发电总量的40%。

JP Elektroprivreda BiH和JP Elektroprivreda HZHB是负责电力生产、输配、供应和贸易的垂直一体化企业。MP Elektroprivreda RS下属11个分支机构（五个配电机构、五个发电企业和一个研究中心）。Komunalno Brčko是负责布尔奇科特区（BD）电力分配和供应，没有任何发电能力，这三家发电企业来满足电力需求（NEDŽIDA SALIHOVIĆ-WHALEN, 2015）。

波黑电力供应以燃煤发电和水力发电为主，近几年开始发展风电、太阳能光伏发电。波黑小水电和光伏电以私人投资为主，波黑正在建设一些私人投资的生物质能电力项目、风电项目，波黑也正在考虑建设或重建燃用褐煤的发电厂。

电力市场机制

波黑电力市场由国家电力监管委员会（SERC）负责制定规则和条例，规范电价制定方法。2021年，SERC出台了《输电服务、独立电力系统运营商系统服务、辅助服务的电价定价方法》（Tariff Pricing Methodology for Services of Electricity Transmission, Operation of ISO and Ancillary Services），规定了输电网费用、独立系统运营商运营电价、系统服务电价和辅助服务的电价制定方法。电价适用于接入400kV、220kV、110kV电压水平的电力用户。电价构成包括：峰值容量、接入输电网络的发电设施注入的有功功率、提取的有功功率、过度提取的无功功率。电价水平可按照如下标准区分，包括季节性电价、日电价、取决于尖峰负荷时长的电价、取决于消费水平的电价（SERC, 2021）。

波黑上网电价构成包括设备运营、维护、更换、建设和重建的合理成本，以及合理的投资汇报、摊销、税收，也包括环境和消费者保护。上网电价确定程序必须确保上网电价以事实为基础，符合《波黑电力传输、监管机构和系统运营商法》和《输电服务、独立电力系统运营商系统服务、辅助服务的电价定价方法》规定的一般电价制定原则和标准（SERC, 2021）。

2021年12月，SERC通过《关于波黑布尔奇科地区配电服务费的决定》（Decision on tariffs for electricity distribution services in the Brčko District of BiH）和《关于波黑布尔奇科地区普遍服务范围内的电力供应价格的决定》（the Decision on tariffs for electricity supply within universal service in Brčko District of BiH），于2022年1月正式生效。根据这些决定，配电的平均电价保持在相同的水平，而为居民客户和接入0.4千伏商业客户的供应平均价格分别增加了3.77%和3.17%。

从2012年开始，波黑采用固定上网电价制度（FiT, Feed-in Tariff）鼓励新能源发电，两个实体分别确定本辖区的补贴电价。此外，塞族共和国将上网电价溢价（FiP, Feed-in Premium）制度也纳入了可再生能源支持框架中。FiP制度是指在大型可再生能源发电企业在公开市场的电力销售价格上加收溢价（补贴金额）的制度。FiT定价制度是只对可再生能源电力设定保障性收购配置并采用固定价格收购（BOSNIA AND HERZEGOVINA, 2020）。2018年波黑可再生能源支持计划如下表所示。

表 12. 2018年波黑可再生能源支持计划

项目类型	支持计划	塞族共和国	波黑联邦
水电	FIT	(0.0606 – 0.0714) €/千瓦时	(0.06 – 0.144) €/千瓦时
	FiP	(0.0164 - 0.0272) €/千瓦时	-
风电	FIT	0.075 €/千瓦时	(0.073 – 0.187 €/千瓦时)
	FiP	0.0307 €/千瓦时	-
生物质能	FIT	(0.1159 – 0.1234 €/千瓦时	(0.12 - 0.24€/千瓦时)
	FiP	(0.0714- 0.0791)	-
太阳能	FIT	(0.0949- 0.1402) €/千瓦时	(0.093 – 0.208 €/千瓦时)
	FiP	(0.0507- 0.0956) €/千瓦时	-

数据来源：波黑, 2020

根据2019年塞族共和国公布的《可再生能源和高效热电联产法修正案》（The Law on the Amendments to the Law on Renewable Energy Sources and Efficient Cogeneration），可再生能源电力企业可以享受有诸多支持政策，包括优先接入电网、保障性电力收购、固定上网电价，以及获得溢价的权利（波黑, 2020）。

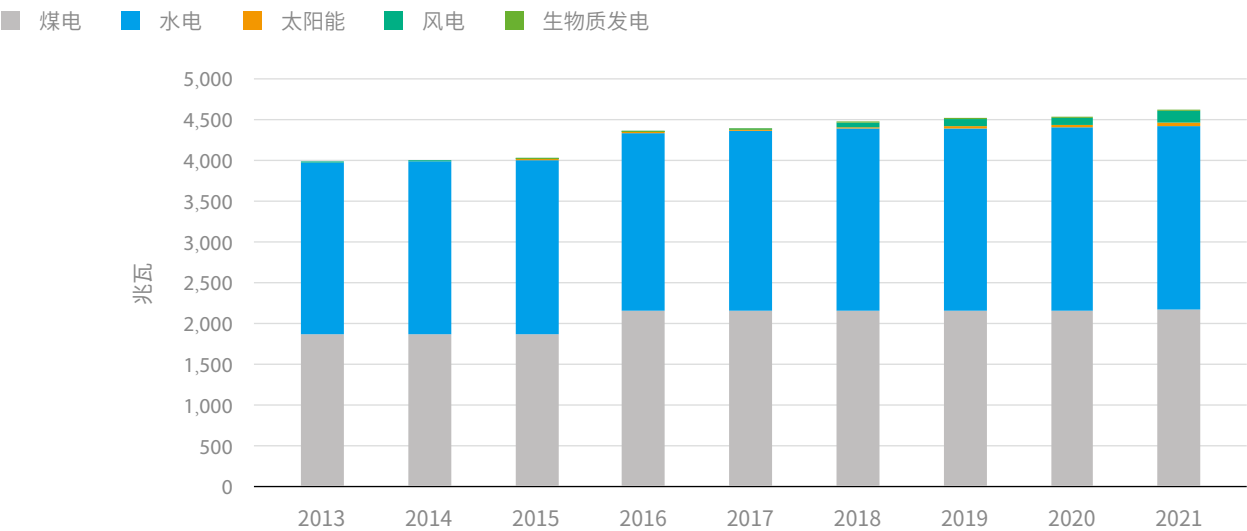
波黑联邦政府发布的《可再生能源使用行动方案》（Action Plan for Usage of Renewable Energy Sources in the Federation of BiH）规定了波黑联邦行政区内电力、供热（制冷）、交通的终端能源中可再生能源占比的约束性目标，并且鼓励水电、太阳能、风能、生物质能电力的发展（波黑, 2020）。

波黑成立专门工作组，研究讨论一系列推动可再生能源支持改革计划，旨在降低可再生能源的支持成本，并在完全自由电力市场环境下促进可再生能源项目。目前工作组针对大型可再生能源项目和小型可再生能源项目分别提供了不同支持方案建议，提出大型可再生能源项目采用FiP支持模式，小型可再生能源项目仍采用FiT定价模式。不同可再生能源技术的大型和小型区分标准目前还没有确定（波黑, 2020）。

现有装机和能源资源禀赋

波黑电力装机以水电和煤电为主，基本各占半壁江山，风电是波黑第三大电源，其次是太阳能发电。太阳能发电项目于2015年开始运行，大型风电项目于2018年开始运行，生物质能发电装机容量较少。波黑可再生能源发电市场主要以独立发电企业为主，国有发电企业为辅。2020年，独立发电企业发电量占可再生能源发电量的76.4%，国有发电企业占比为23.6%。目前，波黑可再生能源激励政策主要针对于10兆瓦以上的水电、风电、光伏发电和生物质电厂。到2035年，波黑希望风电发电量占比超过小水电电量占比（佚名, 2017）。

图 40. 波黑电力装机结构变化（2013年-2021年）

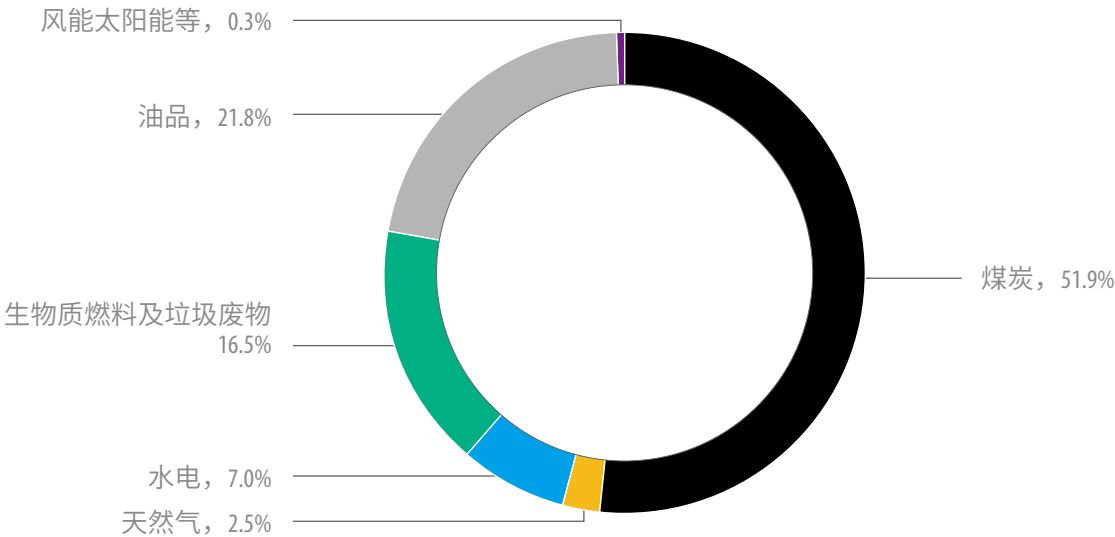


数据来源：国家电力监管委员会, 2017, 2021

根据美国国际贸易管理局（US International Trade Administration, US ITA）提供的数据，波黑煤炭储备官方估计约为50亿吨，煤炭年产量约为1500万吨（美国国际贸易管理局, 2022），波黑没有油气储备。波黑得益于其地理区位优势，是巴尔干地区水能、太阳能和风能等可再生能源最丰富的国家之一。根据世界银行数据，波黑太阳能资源为3.66千瓦时/平方米/天。

尽管如此波黑能源供应目前仍高度依赖化石能源。2019年一次能源供应中，化石能源（煤、油和气）占比为76%，非化石能源（生物质燃料、水能、太阳能及光伏）占比为24%。

图 41. 波黑能源供应结构（2019年）



数据来源：国际能源署, 2022

波黑监管者区域委员会（Energy Regulators Regional Association, ERRA）网站提供电价和天然气价格数据库，付费用户可以获得1998年以来发电、批发和重点用户电价和电力消耗量，以及天然气批发和终端用户价格（ERRA, 2022a）。

波黑电力用户分为居民用户和其他类型用户。2021年波黑平均电价为77.66 欧元/兆瓦时，比2020年电价（78.99 欧元/兆瓦时）低1.7%。其中居民平均电价是71.73 欧元/兆瓦时，其他类型用户平均电价为93.11 欧元/兆瓦时（STATE ELECTRICITY REGULATORY COMMISSION, 2021）。居民用天然气价格约为0.66马克/立方米，工业用天然气价格0.86马克/立方米（商务部国际贸易经济合作研究院等, 2021）。

能源环境政策

气候政策

2021年4月，波黑正式向UNFCCC秘书处提交了第二次强化国家自主贡献。波黑目前的年温室气体排放量的全球占比低于0.1%。针对2030年和2050年，温室气体减排目标承诺为：

- 2030年实现的无条件减排目标：2030年相对于2014年下降12.8%，相对于1990年下降33.2%；有条件减排目标：2030年相对于2014年下降17.5%，相对于1990年下降36.8%；
- 2050年实现的无条件减排目标：2050年相对于2014年下降50%，先对于1990年下降61.7%；有条件减排目标：2050年相对于2014年下降55%，先对于1990年下降65.6%。

波黑2030年承诺的温室气体减排目标考虑了新建1050兆瓦煤电厂或者更新改造的排放空间（波黑, 2022）。

2021年3月，波黑部长会议通过了《2020-2030年波黑减排计划》，提出基于《巴黎协定》和欧盟《西巴尔干绿色议程》，该计划旨在全球范围内减少碳排放，到2050年实现碳中和。

2020年11月，波黑签署了西巴尔干地区《绿色议程宣言》（the Green Agenda for the Western Balkans）（GAWB）。波黑在应对气候变化、可再生能源发展和环境政策与欧盟保持一致，承诺本国2050年实现碳中和。根据能源共同体和欧盟法律，波黑承诺制定具有前瞻性的2030年能源和气候目标，制定并实施综合的能源和气候计划，通过将气候行动纳入部门政策，减少西巴尔干经济体的温室气体排放；承诺引入碳定价工具和以市场为基础的可再生能源支持计划，努力减少并且逐渐退出煤炭补贴，严格遵守国家援助规则，积极参与西巴尔干地区转型期的煤炭区域倡议（区域合作理事会, 2020）。根据区域合作理事会2021年10月公布的《绿色宣言实施方案》，为寻找社会可接受的以及公正的淘汰燃煤发电路径，西巴尔干地区应建立一个脱碳委员会致力于在2024年底前制定一个淘汰煤炭的行动方案（Action Programme for Coal Phase-out（APCP））。APCP应制定淘汰燃煤发电的时间表以及各项措施行动，防止和减轻潜在负面影响（区域合作理事会, 2021）。

2013年10月8日，部长会议通过的《波黑2025年适应气候变化和低排放增长战略》（Climate Change Adaptation and Low Emissions Growth Strategy of BiH to 2025）提出，在2025年左右波黑温室气体年排放量达峰，并且人均排放水平低于欧盟27国人均水平。到2025年，将煤电厂的能源生产效率至少提高到40%，新增至少150兆瓦可再生能源发电能力（包括、生物质（热电联产）、水力发电和风力发电）。

能源/电力转型政策

2022年，波黑联邦实体的联邦议会下院众议院的立法者赞成修改其管辖区内的《电力法》，保护河流和生物多样性，禁止小型水电站建设（AZEM KURTIC, 2022）。

2018年10月，波黑部长会议通过《2035年前波黑能源战略框架》（Energy framework strategy of BiH until 2035），这是一份非约束性的框架协议，主要包括新建能源设施、增加可再生能源电力生产、投资输电网络、维持矿山生产和进行现代化改造。根据该框架，波黑联邦计划新建17座水电站、11座风电站；塞族共和国计划新建33座水电站、3座风电站（商务部国际贸易经济合作研究院等, 2021）。

2016年，SERC批准《波黑独立系统运营商（ISO BiH）：2017-2026年指示性电量发展计划》（Independent System Operator in BiH（ISO BiH）：Indicative Production Development Plan 2017-2026）。该计划覆盖波黑所有发电类型（包括火电、风电、水电和太阳能发电），并提供有关：1）生产能力参数；2）前期输电网的平衡性能；3）前期波黑的发电量和消费量；4）2016年输电网的电力平衡；5）2017-2026年的消费预测；6）综合可再生能源；7）2017-2026年输电网的电量和电力平衡等信息。

2016年，SERC通过《2015-2024年长期输电网络发展计划》（Long-Term Transmission Network Development Plan 2015-2024），该计划要求在2015-2024年间输电网损失率约为2.2%。

投资环境与双边合作

根据商务部等最新公布的《对外投资合作国别（地区）指南：波黑（2021年版）》，波黑的电力项目投资是采用特许经营投资承包模式，通过建立战略合作伙伴关系+BOT（建设-经营-转让）或PPP（公私合作合营），以BOT模式为主。联邦和塞族共和国两个实体的具体实施模式有部分差别（商务部国际贸易经济合作研究院等, 2021）。

中国在波黑的投资和承包工程合作尚处于起步阶段，但发展潜力巨大。2016年8月，东方电气公司承包建设的波黑斯塔纳里30万千瓦火电站项目正式完工并交接，开始执行运维合同；2018年8月，项目质保期结束，顺利移交业主。这是中资企业首次在波黑参与基础设施建设的项目（商务部国际贸易经济合作研究院等, 2021）。

孟加拉国



孟加拉国经济与人口增长迅速，人均电力消费水平较低，电力需求增长空间巨大。目前发电结构以燃气和燃油电厂为主，煤电占比较低。孟加拉国可再生能源潜力非常有限，同时化石能源匮乏，贫煤缺油，本地较为丰富的天然气资源产量已经开始下降并将在中长期枯竭，目前对于进口化石能源的需求快速上升。由于成本优势，煤电将在短中期内有较快发展。目前没有关于煤电退出的讨论。

为满足电力需求并履行其应对气候变化的承诺，孟加拉国需尽快发展可开发的新能源，由于可用土地的限制，分布式光伏将有较为可观的前景。除此之外，还需要发展核电并从邻国进口更多水电，这将需要大量的电网基础设施与相关投资。

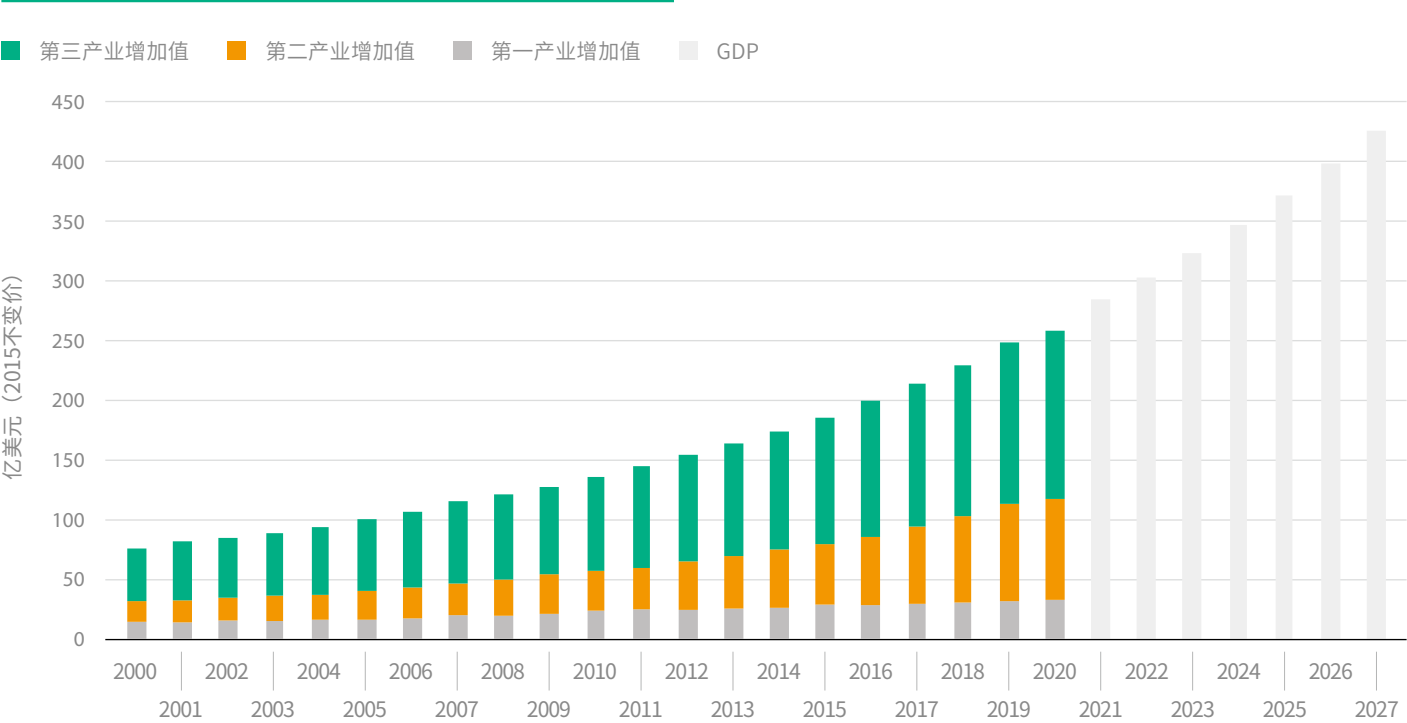
缩写和中英文

缩写	全名	中文
NDC	Nationally Determined Contribution	国家自主贡献
PPP	Public-Private Partnership	公私合作
BOOT	Build-Own-Operate-Transfer	建设—拥有—经营—转让
PFI	Private Finance Initiative	私有部门融资
BOO	Build-Own-Operate	建设—拥有—运营
BLT	Build-Lease-Transfer	建设—租赁—转让
DBFO	Design-Build-Finance-Operate	设计—建设—融资—运营
IPPs	Independent Power Producers	独立发电商
SIPP	Small Independent Power Producer	小型独立发电商
MPEMR	Ministry of Power, Energy and Mineral Resources	孟加拉电力、能源和矿产资源部
SREDA	Sustainable and Renewable Energy Development Authority	可持续和可再生能源发展局
BERC	Bangladesh Energy Regulatory Commission	孟加拉国能源管理委员会
BPDB	The Bangladesh Power Development Board	孟加拉国电力发展委员会
APSCL	Ashuganj Power Station Company Ltd.	阿术甘杰电力公司
EGCB	Electricity Generation Company of Bangladesh Ltd.	孟加拉发电公司
NWPGCL	North West Power Generation Company Ltd.	西北发电公司
REB	Rural Electrification Board	农村电气化委员会
WZPDCL	West Zone Power Distribution Company Ltd.	西区配电有限公司
NLDC	National Load Dispatch Center	国家电力调度中心
NESCO	Northern Electricity Supply Company Ltd.	北方电力供应有限公司
BIFPCL	Bangladesh-India Friendship Power Company (Pvt.) Ltd.	孟加拉-印度友谊电力公司
BBPCL	Bay of Bengal Power Company (Pvt.) Ltd.	孟加拉湾电力公司
PPA	Power Purchase Agreement	购电协议
DPDC	Dhaka Power Distribution Company Ltd.	城市电网公司
PGCB	Power Grid Company of Bangladesh Ltd.	孟加拉国电网公司
RPCL	Rural Power Company Limited	农村电力公司
JICA	Japan International Corporation Agency	日本国际协力机构
EA	Electrical Advisor	电力顾问
CEI	Chief Electrical Inspector	电力检查主管

孟加拉人民共和国（The People’s Republic of Bangladesh）位于南亚次大陆，连接着中国、印度和东盟三大经济体，地理位置优越。大部分地区属于亚热带季风型气候。孟加拉国有八个行政区，首都为达卡市（Dhaka），第二大城市是位于孟加拉湾东北湾的港口城市吉大港（Chittagong），吉大港贡献了全国80%的国际贸易与40%的工业产值（商务部国际贸易经济合作研究院 中国驻孟加拉国大使馆经济商务处 等, 2020）。

宏观社会经济条件

图 42. 孟加拉GDP历史趋势、结构及预测（2015年不变价）

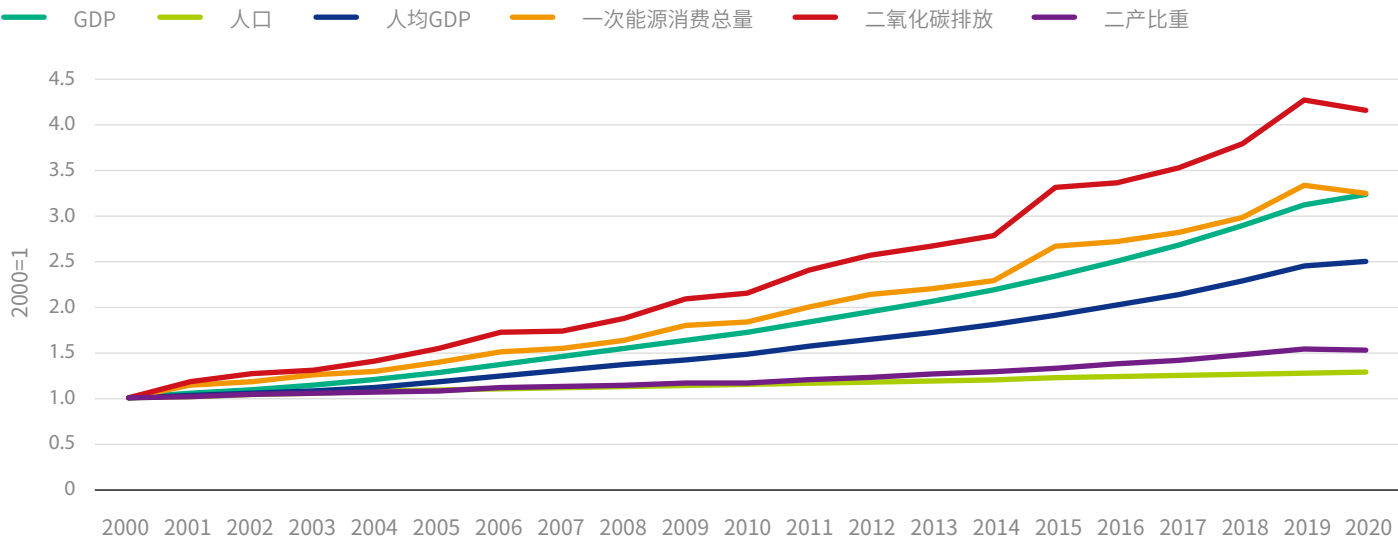


数据来源：世界银行，2021；IMF，2021

孟加拉国是南亚地区乃至全球最具经济发展活力的国家之一。从2010年以来，GDP增速基本保持在6%以上，并且有加快的趋势，2019财年实现8.15%的经济增长。IMF预测2022年孟加拉国经济增速将恢复至新冠疫情前的水平。2020年，孟加拉国人口数量为全球第八，人口增速1%左右，有放缓趋势，但劳动力充沛，人口红利较为明显。孟加拉国处于快速工业化阶段，根据世界银行数据计算，第二产业占比持续增长，从2000年的21%增长到2020年的32%左右。服装加工业是其支柱产业（商务部国际贸易经济合作研究院 中国驻孟加拉国大使馆经济商务处 等, 2020；IMF, 2022a）。

根据IEA数据（IEA, 2022），孟加拉国本土的天然气产量已经于2017年左右达到峰值并开始下降，但天然气需求仍迅猛上升，因此对于进口的天然气依赖更加明显，2020年大约40%的终端消费天然气通过LNG进口提供。孟加拉国本地煤炭产能比较有限，从2015年左右需求开始大幅上涨，2020年本地生产煤炭仅能满足约13%的终端煤炭需求，其余均依靠进口。

图 43. 孟加拉国社会、经济、能源指标脱钩趋势（相对于2000年）

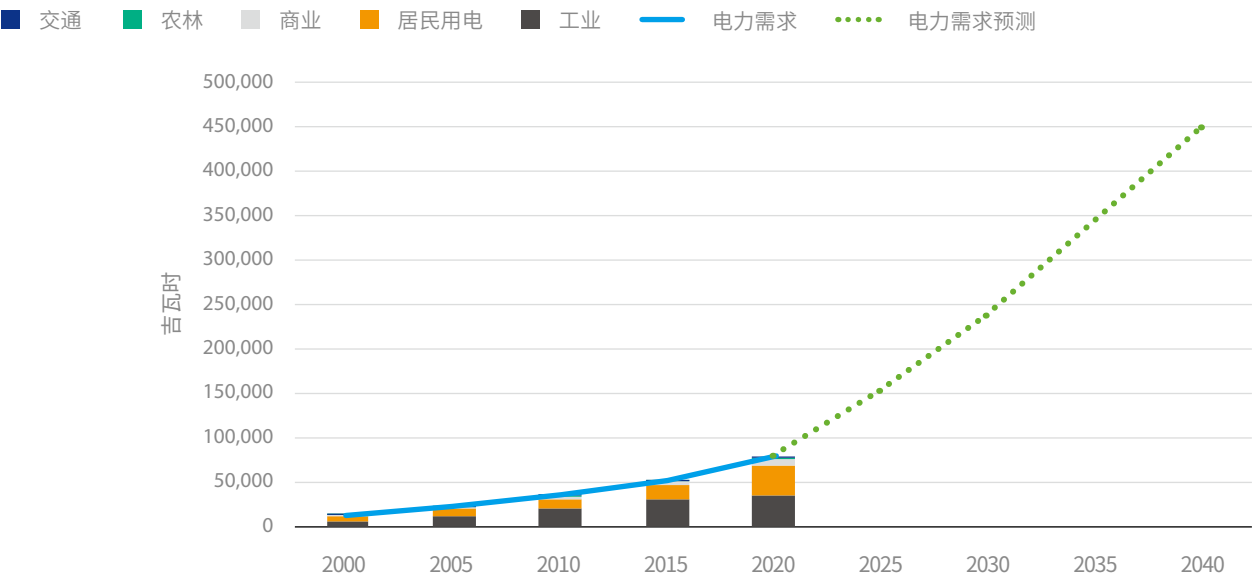


数据来源：课题组基于世界银行, IMF, BP公布数据计算

电力需求发展空间

孟加拉国人均用电量约为483千瓦时，约为邻国印度人均用电量的二分之一，中国的十分之一，发展空间较大。根据孟加拉国电力公司的预测，到2041年，较2020年提高四倍；到2103年提高至2391千瓦时的水平。此外，在人口、经济的稳定增长、工业发展、电力供应的覆盖范围扩大的推动下，根据电力司预测，孟加拉国电力需求将快速增长。

图 44. 孟加拉国电力需求将快速增长



数据来源：历史数据来自IEA，预测数据来自孟加拉能矿部电力司（MPEMR Power Division）的Revisiting PSMP 2016报告

电力需求目前将持续集中在首都达卡和港口城市吉大港区域，但随着电力供给更多转移到南部和西北部，供需间的地理不平衡将对电网基础设施建设产生巨大需求。

图 45. 孟加拉国地图（用电需求主要集中在DHAKA和CHITTAGONG两个主要城市）



数据来源：WorldAtlas.com

电力行业管理体制和市场机制

主要实体

政府部门

发电、输电和配电方面的所有事项和政策相关问题由孟加拉电力、能源和矿产资源部电力司（Ministry of Power, Energy and Mineral Resources, MPEMR Power Division，后文简称电力司）负责处理。电力司于1998年在MPEMR下成立。截止到2022年11月，电力部门最新的官方规划文件是于2016年在日本国际协力机构JICA（Japan International Corporation Agency）支持下发布的《电力综合发展计划》（Power System Master Plan（PSMP）2016），该计划于2018年被更新。

孟加拉政府（GoB）于2014年在Power Division下成立了可持续和可再生能源发展局（Sustainable and Renewable Energy Development Authority, SREDA），旨在促进和传播可持续能源，同时解决可再生能源和能源效率问题。

Power Cell于1995年在电力司下成立，以促进部门改革的实施和促进私营部门的发展（USAID, 2021）。电力司下的EA&CEI（Electrical advisor, EA; Chief Electrical Inspector, CEI）负责计划及财政。

孟加拉国能源管理委员会（Bangladesh Energy Regulatory Commission, BERC）负责制定规则和条例，以确保管理、运营和关税确定的透明度。该委员会于2006年颁布了《发电许可条例》，并于2008年颁布了《输电和配电许可条例》。2007年发布了发电电价条例，2010年发布了输电和配电的条例。

国有发电公司

孟加拉国电力发展委员会（The Bangladesh Power Development Board, BPDB）主要负责除达卡和西部地区以外的城市地区的主要发电和配电。该委员会隶属于孟加拉国政府电力、能源和矿产资源部电力司。

除BPDB之外，国有发电企业还包括BPDB的子公司阿术甘杰电力公司（Ashuganj Power Station Company Ltd., APSCL）、孟加拉国发电公司（Electricity Generation Company of Bangladesh Ltd., EGCB）、西北发电公司（North West Power Generation Company Ltd., NWPGL），以及非BPDB子公司的农村电力公司（Rural Power Company Limited, RPCL）。

国有电力输配公司

孟加拉国的输电归属孟加拉电网公司（Power Grid Company of Bangladesh Ltd, PGCB），PGCB负责全部220kV及以上电网，PGCB是BPDB的子公司（USAID, 2021）。

在BPDB之外，配电被横向分为首都地区的城市电网公司（Dhaka Power Distribution Company Ltd., DPDC）和孟加拉国达卡电力公司（Dhaka Electric Supply Company Limited, DESCO），以及农村地区的农村电气化委员会（Rural Electrification Board, REB）。城市配电公司包括西区配电有限公司（West Zone Power Distribution Company Ltd., WZPDCL）和北方电力供应有限公司（Northern Electricity Supply Company Limited, NESCO）等。

调度机构

PGCB管理着国家电力调度中心（National Load Dispatch Center, NLDC），该机构负责预测电力需求并根据经济性最优（Merit order）进行发电机组的调度。然而调度主要是通过人工手动在表格中处理，这可能也导致了燃油发电机组和成本较高的机组被优先于成本更低的机组调度（USAID, 2021）。

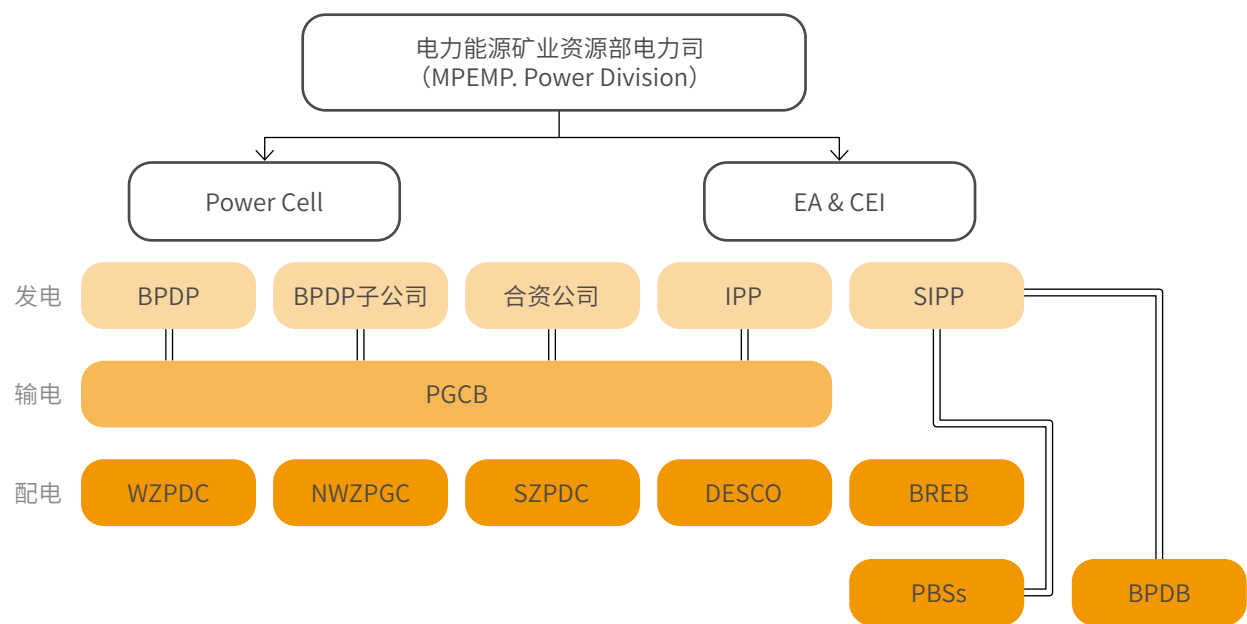
合资企业

BPDB与其他组织/公司建立了合资企业，包括BPDB和RPCL的合资公司BR Power Gen Ltd.，BPDB和印度NTPC的合资公司孟加拉-印度友谊电力公司（Bangladesh-India Friendship Power Company (Pvt.) Ltd., BIFPCL），以及BPDB和中国CHDHC成立的合资公司孟加拉湾电力公司（Pvt.）（Bay of Bengal Power Company (Pvt.) Ltd., BBPCL）。

私有部门

为满足电力需求，孟加拉国政府出台政策鼓励通过PPP、RPP、IPP等方式推动电力行业发展。私有部门包括独立发电商（IPP），小型IPP（SIPP）和租赁电厂（Rental或RPP）。

图 46. 孟加拉国电力市场主要主体与关系



图片来源：课题组参考文献（BPDB, 2021; 陈伟, 2017）绘制

孟加拉国国内国有与私有两类投资主体的装机容量接近。2020年总装机容量为20,383兆瓦，其中包括9,717兆瓦的国有装机量，622兆瓦为合资项目，7332兆瓦为IPP/SIPP，1301兆瓦的租赁电厂和1,160兆瓦的印度进口电力（BPDB, 2021）。

电力市场机制与现状

孟加拉国电力市场为单一购买者模式（Single Buyer，又称为购电垄断）。IPP需要通过和BPDP签订购电协议（PPA）来销售生产的电力，电价为商议协定电价。输电由孟加拉国电网公司PGCB负责。BPDP将购买的电力供应给其负责的4个区域，并且售卖给负责不同地区城市、农村的5个配电公司。

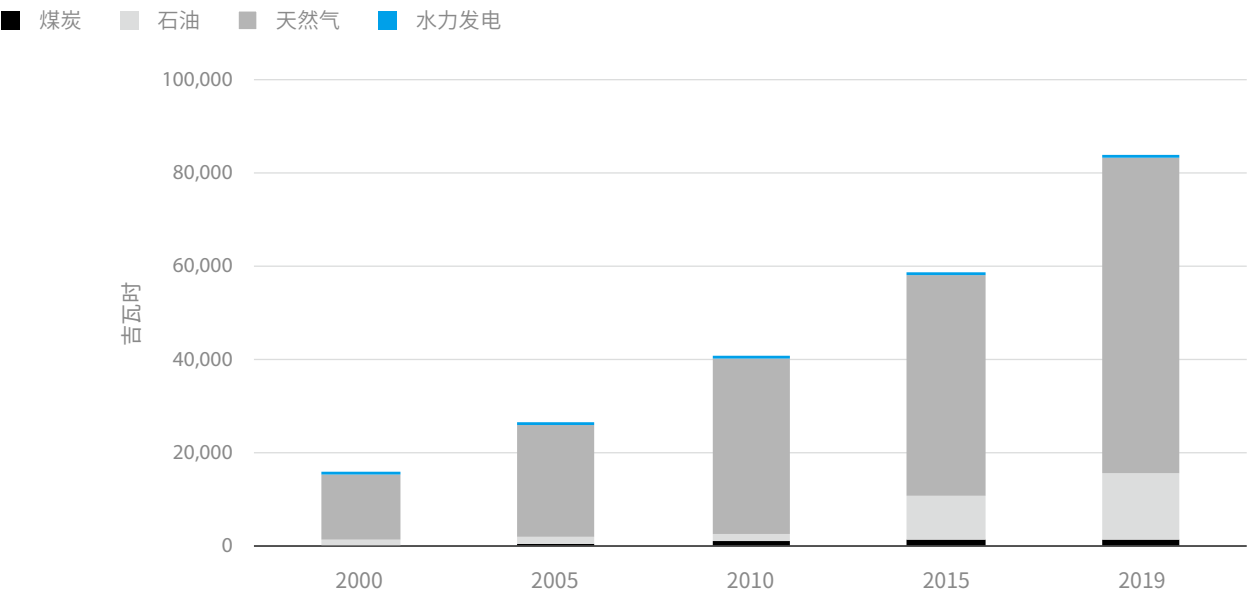
一些研究表明，尽管已经有政府补贴，但BPDP仍亏损严重，这主要是由于BPDP上网电价的设定低于平均发电成本，导致BPDB每生产一千瓦时就产生约1 塔卡（BDT）的损失（HASAN MEHEDI AND ISMAIL ALI, 2021）。

现有装机和能源资源禀赋

现有电源结构

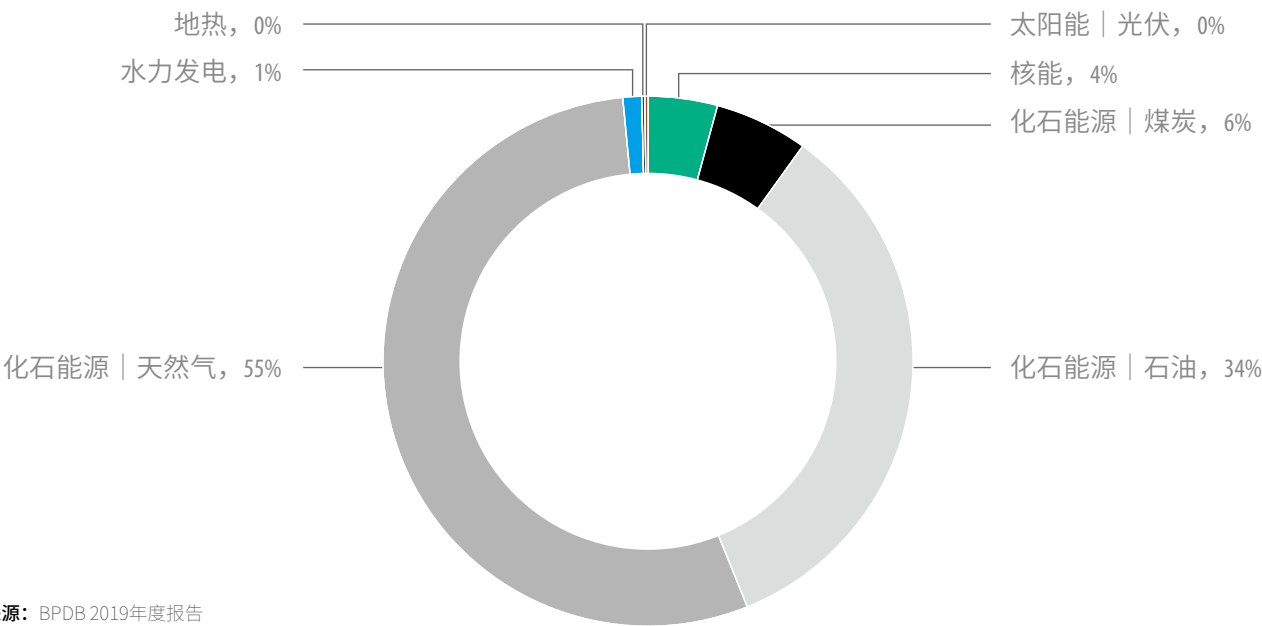
由于当地较为丰富的天然气储量，孟加拉国的现有发电量主要为天然气发电，其次为重油、柴油发电，煤电占比2%左右。燃油电厂由于成本较高，且对环境负面影响较大，利用小时数远低于燃气电厂。2004年以来，由于燃油发电、煤电和调入电力的明显增长，燃气发电占比呈下降趋势，2019年占比约为70%，燃油发电占比约为10%（INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT COMPANY LIMITED（IDCOL），2021）。同时，孟加拉国于2013年起从印度调入电力，调入电量逐渐增大，2020年约占用电量的9%左右（BPDB, 2021）。

图 47. 孟加拉国历史发电量结构以天然气为主



数据来源：IEA

图 48. 孟加拉国装机结构（2019年）



数据来源：BPDB 2019年度报告

表 13. 孟加拉国新能源发电装机情况（2022年）

项目类型	分布式（兆瓦）	并网（兆瓦）	合计（兆瓦）
太阳能发电	356.24	358.6	714.84
风力发电	2	0.9	2.9
水力发电	0	230	230
生物质能发电	1.09	0	1.09
合计	359.33	589.5	948.83

数据来源：SREDA网站, 数据为截止到2022/11/24的装机情况（SREDA, 2021）

根据SREDA数据，截止到2022年11月，孟加拉国可再生能源装机总量为948.83兆瓦，其中太阳能发电714.83兆瓦，并网太阳能发电358.6兆瓦，水电230兆瓦，风电仅有2.9兆瓦（表 13）。

资源禀赋

如前文所述，孟加拉国“贫煤缺油”，本地一次能源生产与消费以化石能源天然气为主，且本地天然气产量已经达峰并开始下降。

发展新能源是实现低碳发展的最重要举措之一，但由于可用土地面积以及地理气象条件的限制，孟加拉国新能源发展潜力较为有限。根据电力司的《电力综合发展规划（2016）》，包括以光电为主，加上风电、生物质能、垃圾焚烧发电、小型水电在内，孟加拉国仅有大约3700兆瓦的清洁电力装机潜力，其中风、光电总发电潜力约为4200吉瓦时，远低于其电力需求。孟加拉国水力资源开发程度较高，目前只有一座230兆瓦的中型水电站，除此之外只有小型水电站资源（小于1兆瓦）（POWER DIVISION MINISTRY OF POWER, ENERGY AND MINERAL RESOURCES, 2016）。

发展方向

在可再生能源中，孟加拉国光伏资源较为丰富，但由于可利用土地的限制，分布式光伏相较于集中式光伏的发展前景更为可观。另外值得注意的是，目前孟加拉国的电力需求高峰期是在晚上，因此光伏并不能在高峰用电时期发电。但随着经济和工业发展，孟加拉国的电力负荷曲线也会更加接近发达国家白天高峰、晚上低谷的用电特征，届时光伏发电可以支撑用电高峰需求（POWER DIVISION MINISTRY OF POWER, ENERGY AND MINERAL RESOURCES, 2016）。

面对增长的电力需求、温室气体减排的承诺以及有限的清洁电力发展空间，调入电力将在未来扮演比较重要的角色。从周边的不丹、尼泊尔、缅甸、和印度东北及西部调入清洁水电是孟加拉国电力计划中提出缓解电力缺口难题的解决途径之一。按照现有规划，孟加拉国计划逐步从印度调入电力，并扩展至尼泊尔（2030年前后）和缅甸（2040年前后开始）（陈伟, 2017）。

除此之外，孟加拉国也计划逐步发展核电来降低对天然气发电的需求，在2040年左右达到7000兆瓦装机量来提供基础负荷。孟加拉国现有一座核电站在建，预计2023年开始投产（WORLD NUCLEAR ASSOCIATION, 2022），第二座核电站正在选址论证过程中（商务部国际贸易经济合作研究院 中国驻孟加拉国大使馆经济商务处 等, 2020）。

能源环境政策

电力能源部门是孟加拉国政府重点、最优先发展的部门之一。2021年发布的《穆吉布气候繁荣计划2030》中提出“在国际和其他投资的支持下，到2030年可再生能源在能源消费中占比达到30%，到2041年达到至少40%，并实现电网的韧性和现代化”的目标。早在2009年，《孟加拉国可再生能源政策》中提出过“到2015年满足总电力需求的5%，到2020年满足10%”的目标，不过数据显示，目前本地新能源发电占比远低于该目标（INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT COMPANY LIMITED（IDCOL），2021）。

孟加拉国目前最新的电力规划文件是日本的国际协力署（the Japan International Cooperation Agency, JICA）于2016年协助孟加拉国完成《电力综合发展规划（2016）》，该规划分为短期（至2021年）、中期（至2031年）和长期（至2041年），旨在优先发展可再生能源，以替代燃煤发电。

孟加拉国在其NDC中提出2030年各行业的温室气体排放量相比BAU情景无条件减少27.56MtCO₂e（6.73%）的减排目标，其中26.3MtCO₂e（95.4%）将来自能源部门（GOB, 2021），电力部门2030年BAU情景下的排放95.14MtCO₂e无条件减少到87.13MtCO₂e。在有条件的情况下，2030年各部门的温室气体排放量将比BAU减少61.9MtCO₂e（15.12%）。

此外，NDC中提出到2030年的新能源行动计划，其中包括可再生电源总计达到911.8兆瓦，具体装机量如表 15所示。

表 14. 孟加拉国更新NDC中提出的可再生电源需求和投资需求

项目类型	累计装机量 (兆瓦) (2030年)	累计投资需求 (百万美元) (2021-2030年) (无条件情况下)	累计投资需求 (百万美元) (2021-2030年) (有条件情况下)
并网光伏	581	1208	1845
风电	149	333	600
生物质	20	35.4	71
沼气	5	32.1	64
新水电	100	204	2166
微电网光伏	56.8	260.5	260.5
合计	911.8	2073	5006.5

数据来源：孟加拉国NDC（GOB, 2021）

为了支持可再生电力的发展，孟加拉国政府与目前或可能即将投入使用的所有地面太阳能和风能项目签署了20年的购电协议，在20年内将以协议电价购买电力。这些项目中的大多数都是通过股权（20%）和贷款（80%）相结合的方式进行融资。股权投资来自于私有公司，而贷款融资主要来自于发展金融机构（DFI），例如亚洲开发银行、世界银行和国际金融公司（INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT COMPANY LIMITED（IDCOL），2021）。如表 15所示，在孟加拉国目前的规划中，私有部门的投资仍将占有较大比重。

表 15. 并网可再生能源发展计划（2018-2041年累计新增量）

发电企业	装机量(兆瓦)
BPDB	223
BPDB子公司	1660
私有部门	950
合计	2933

数据来源：课题组基于Revisiting Power System Master Plan 2016中Table 30整理

投资环境与双边合作

孟加拉国是第一个响应中国“一带一路”倡议的南亚国家，另外，孟加拉国一直大力推动孟中印缅经济走廊建设和孟印缅斯泰经合组织（BIMSTEC）等次区域合作组织进程。

根据中国商务部投资指南信息，世界经济论坛的《2020年全球竞争力报告》显示，孟加拉国在全球最具竞争力的141个国家和地区中，排第105位。截至2019年6月底，孟加拉国外汇储备为327.16亿美元。到目前为止孟加拉国未发生国家主权债务违约情况。

由于日本JICA长期深度参与孟加拉国电网的顶层规划，其在规划、用地、融资等方面的优势与影响力对于中方投资者来说不可小觑（陈伟, 2017）。

为鼓励私人与外国资本对电力部门投资，孟加拉国提供一些特别优惠激励措施。例如，投资建设独立电站（IPP 电站）享有投产后15年内免征所得税（商务部国际贸易经济合作研究院 中国驻孟加拉国大使馆经济商务处 等, 2020），以及对电力设备免征增值税和关税（冯一铭 等）等优惠。

企业层面，中资企业在孟加拉国参与的基础设施投资项目主要包括电站和公路类项目，主要通过PPP模式，电站项目大多签署购电协议。个别电站项目为外商私营投资，未与政府或孟加拉国国企合作，但也签有政府购电协议，作为项目运营收益保障。中资企业积极利用PPP模式（含BOT、BOOT、PFI、BOO、BLT、DBFO等多种模式），参与孟加拉国基础设施建设。中国企业在孟加拉国承包或参与了普尔巴里2x1000兆瓦超超临界燃煤电站二期项目，博杜阿卡利2x660兆瓦燃煤电站等项目（商务部国际贸易经济合作研究院 中国驻孟加拉国大使馆经济商务处 等, 2020）。2022年1月，由中国施朗德电力公司和孟加拉国当地企业Mostafa Motors的合资公司合作的孟加拉国首个农光互补电站获得政府批准并签署20年的购电协议，装机容量3.7兆瓦，预计于同年投产（中国能源报, 2022）。2022年3月，中国能建国际集团与Beringia Energy Global公司签署了位于孟加拉国吉大港区的巴哈拉查拉光伏项目EPC框架合同，项目装机量500兆瓦。

附录 1 数据库指标

一级分类	二级分类	指标	INDICATOR
发展规划 及目标	气候和环境目标	NDC	NDC
		碳中和政策	Net zero policies
		环境保护政策 电厂排放标准	Environment protection policies Power plant emission standards
		环境保护政策 环境社会影响评价要求等	Environment protection policies Environmental impact requirements
		环境保护政策 其他环境保护政策	Other environment protection policies
	电力行业政策	化石能源(煤电)退役	Fossil fuel phase out (coal)
		化石能源(油和天然气)退役或改造	Fossil fuel phase out or retrofit (oil and natural gas)
		新化石能源(煤电)政策	Construction of new fossil fuel plants
		可再生能源政策和目标	Renewable energy policy and targets
宏观 社会经济	综合信息	总人口(历史)	Population (Historical)
		总人口(预测)	Population (Projection)
		GDP(历史)	GDP (Historical)
		GDP(预测)	GDP (Projection)
		三产增加值和比重-第一产业	Value added (Agriculture and Forestry)
		三产增加值和比重-第二产业	Value added (Industry including construction)
		三产增加值和比重-第三产业	Value added (Service)
		一次能源消费总量	Primary energy consumption
		碳排放	Carbon dioxide emission
能源	能源资源情况	化石能源储量(煤油气)	Fossil fuel proved reserve (Coal, Oil and Natural gas)
		新能源资源最大理论开发潜力-太阳能	Renewable max theoretical potential Solar
		新能源资源最大实际开发潜力-太阳能	Renewable max practical potential Solar
		新能源资源最大理论开发潜力-风能	Renewable max theoretical potential Wind
	燃料对外依存度	煤炭进口在一次能源消费占比	Share of import in coal primary consumption
		原油进口在一次能源消费占比	Share of import in oil primary energy consumption
		天然气进口在一次能源消费占比	Share of import in natural gas primary energy consumption

一级分类	二级分类	指标	INDICATOR
电力行业 供需情况	电力需求	电力需求趋势 (历史)	Electricity demand
		电力需求趋势 (预测)	Electricity demand forecast
		人均电力需求趋势	Electricity demand per capita
		最大负荷 (Peak Demand) 趋势	Peak electricity demand Forecast
		电力覆盖率	Access to electricity
	电力供给	发电量和结构变化趋势	Generation mix
		装机量和结构变化趋势	Capacity mix
		不同电源的容量因子 (或利用小时数)	Capacity factor by type
		不同电源LCOE	LCOE by type
		不同电源建造成本	Construction cost by type
	电力对外依赖度	电力进出口占比	Electricity import and export
电力市场 机制	市场	垂直一体化垄断模式	Vertically integrated monopoly
		单一购买者模式 (购电垄断)	Single purchaser
		批发竞争模式	Wholesale competition
		零售竞争模式	Retail competition
		发电调度机制	Merit Dispatch
		私有化	Privitisation
		购电协议 (PPA)	PPA
	价格	上网电价形成机制	Tariff structure
		不同电源上网电价	On-grid tariff by fuel types

一级分类	二级分类		指标	INDICATOR
电力行业 政策和管理体制	政策工具	市场化工具	绿色证书配额	Renewable energy credit
			电价补贴及其他激励政策等	Electricity price subsidies and other incentives
			上网电价补贴	Feed-in-Tariff
			碳市场	Carbon market
			碳税	Carbon tax
			碳价区间	Carbon price range
		管制型政策	标杆上网电价政策	Uniform on-grid tariff
			可再生能源配额制 (RPS)	RPS
			针对可再生能源的招标书	RFP
			可再生能源项目融资等政策	Renewable power plants financing and tax incentive policies
		财政和融资政策	化石能源融资等政策	Fossil fuel power plants financing and tax incentive policies
		绿色金融体系	清洁能源基金等	Clean energy funds
	电力行业参与实体		投资主体	Investment entities
			监管机制	Power industry regulatory system
			监管机制 主管部门(政策制定与市场运行管理)	Power industry regulatory system Administration and planning
			监管机制 监管部门(发放许可/制定审核电价等)	Power industry regulatory system Regulation
			发电企业	Power generation enterprises
			输配企业	Transmission and distribution enterprises
			电力调度机构等	Dispatch agencies
投资环境			外国投资特殊规定	Foreign investment policies
			主权信用评价	Sovereign credit evaluation
			全球竞争力排名	Global competitiveness rankings
			全球营商环境排名	Global business environment ranking
			外汇环境	Exchange policies
			双边合作项目	Bilateral collaboration

参考文献

- 陈伟, 2017. 孟加拉国电力市场分析及电力营销研究[J]. 电力经济, 32 (6) .
- 戴立, 2019. 燃煤电站购电协议 (PPA) 两部制电价设计规则解析[J/OL]. 能源研究与信息, 35 (3) . DOI:10.13259/j.cnki.eri.2019.03.005.
- 冯一铭, 周保中, 周畅游, 等. 孟加拉国电力市场研究[J].
- 何旭, 若夕子, 2021. 巴基斯坦电力市场及中巴核电合作策略分析[J]. 中国核电, 14 (5) .
- 商务部, 2021. 对外投资合作国别 (地区) 指南: 南非 (2021版) [Z/OL]. (2021) [2022-11-25]. <http://www.mofcom.gov.cn/dl/gbdqzn/upload/nanfei.pdf>.
- 商务部等, 2022. 对外投资合作国别 (地区) 指南: 巴基斯坦 2021年版[EB/OL]. (2022-01) [2022-05-25]. <http://www.mofcom.gov.cn/dl/gbdqzn/upload/bajisitan.pdf>.
- 商务部国际贸易经济合作研究院, 中国驻孟加拉国大使馆经济商务处, 商务部对外投资和经济合作司, 2020. 对外投资合作国别 (地区) 指南-孟加拉国 (2020年版) [R].
- 商务部国际贸易经济合作研究院, 中国驻印度尼西亚大使馆经济商务处, 商务部对外投资和经济合作司, 2020. 对外投资合作国别 (地区) 指南-印度尼西亚[M].
- 商务部国际贸易经济合作研究院等, 2021. 对外投资合作国别 (地区) 指南: 波黑 (2021年版) [R/OL]. (2021) [2022-06-05]. <http://fec.mofcom.gov.cn/article/gbdqzn/>.
- 水电十六局, 2022. 水电十六局津巴布韦卡里巴南岸水电站维保团队获业主点赞[EB/OL]//广东省水力发电工程学会. (2022-02-23) [2022-08-22]. <http://www.gdshe.org/Item/16483.aspx>.
- 谢登, 2020. 津巴布韦国家主流媒体聚焦旺吉燃煤电厂扩机项目[EB/OL]//国际煤炭网. (2020-11-25) [2022-08-22]. <https://coal.in-en.com/html/coal-2588531.shtml>.
- 佚名, 2017. Energy Efficiency Action Plan in Bosnia and Herzegovina 2016[R/OL]. (2017-04-04) . https://www.energy-community.org/dam/jcr:d5da6e89-291c-4e97-b978-85804d98d040/BIH_NEEAP_2016_2018_042017.pdf.
- 中国电建核电公司, 2022. 津巴布韦旺吉电站扩建工程八号机组汽轮机扣缸工作完成[EB/OL]//国际电力网. (2022-08-11) [2022-08-16]. <https://power.in-en.com/html/power-2410364.shtml>.
- 中国电力建设集团有限公司, 2018. 中国电建津巴布韦卡里巴南岸水电站扩机项目并网发电[EB/OL]//中国对外承包工程商会. (2018-03-06) [2022-08-17]. <https://www.chinca.org/cica/info/18030610071711>.
- 中国对外承包工程商会, 2022. 2022年度“一带一路”国家基础设施发展指数报告[EB/OL]. (2022) [2022-11-27]. <https://en.chinca.org/CICA/TBARI/TP/22090110123211>.
- 中国能源报, 2022. 孟加拉国首个农光互补电站获批_光伏_新闻_风光储网[EB/OL]. (2022) [2022-11-24]. <http://www.fgc360.com/news/show-11734.html>.
- ANISSA SUHARSONO, LUCKY LONTOH, 2022. Indonesia's Energy Policy Briefing[R].
- ASHURST, 2020. MEMR Regulation 4/2020: Changes to the tendering regime for Indonesian Renewables IPPs | Ashurst[EB/OL]. [2020] [2022-10-08]. <https://www.ashurst.com/en/news-and-insights/legal-updates/membr-regulation-4-2020---changes-to-the-tendering-regime-for-indonesian-renewables-ipp/>.
- ASHURST. Relaxation of Indonesia's foreign investment rules[EB/OL]. [2022-10-11]. <https://www.ashurst.com/en/news-and-insights/legal-updates/relaxation-of-indonesias-foreign-investment-rules/>.
- AYAMOLOWO O J, MANDITEREZA P T, KUSAKANA K, 2022. South Africa power reforms: The Path to a dominant renewable energy-sourced grid[J/OL]. Energy Reports, 8: 1208-1215. DOI:10.1016/j.egyr.2021.11.100.
- AZEM KURTIC, 2022. Bosnia's Federation to Ban Small Hydropower Plants[EB/OL]. [2022-06-07]. <https://balkaninsight.com/2022/06/07/bosnias-federation-to-ban-small-hydropower-plants/>.
- BOSNIA AND HERZEGOVINA, 2020. Third Progress Reports under Renewable Energy Directive 2009/28/EC as adapted by the Ministerial Council Decision 2012/04/MC-EnC[R/OL]. [2020]. <https://cms.law/en/int/expert-guides/CMS-Expert-Guide-to-Electricity/Bosnia-and-Herzegovina>.
- BOSNIA AND HERZEGOVINA, 2022. Nationally Determined Contributions of Bosnia and Herzegovina NDC for the period 2020-2030[EB/OL]. [2022-06] [2022-06-05]. <https://unfccc.int/documents/497155>.
- BPDB, 2021. Bangladesh Power Development Board Annual Report [2019-2020][R].
- BRIERS S, 2022. Outrage: load shedding in South Africa[EB/OL]// Architectural Review. [2022-10-12] [2022-11-26]. <https://www.architectural-review.com/essays/outrage/outrage-load-shedding-in-south-africa>.
- BRITISH PETROLEUM, 2022. Statistical Review of World Energy 2022[R/OL]. [2022]. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>.

BUSINESSTECH, 2021a. South Africa makes shale gas find in the Karoo, says energy minister[EB/OL]. [2021-05-18][2022-11-21]. <https://businesstech.co.za/news/energy/491515/south-africa-makes-shale-gas-find-in-the-karoo-says-energy-minister/>.

BUSINESSTECH, 2021b. The gas discoveries off South Africa's coast could be 'game changers'[EB/OL]. [2021-02-11][2022-11-25]. <https://businesstech.co.za/news/business-opinion/467398/the-gas-discoveries-off-south-africas-coast-could-be-game-changers/>.

BUSINESSTECH, 2022a. ANC wants a 'second Eskom' to be introduced in South Africa: report[EB/OL]. [2022-07-15][2022-11-27]. <https://businesstech.co.za/news/energy/607228/anc-wants-a-second-eskom-to-be-introduced-in-south-africa-report/>.

BUSINESSTECH, 2022b. South Africa's horror year of load shedding – here's how it compares[EB/OL]. [2022-10-03][2022-11-26]. <https://businesstech.co.za/news/energy/630667/south-africas-horror-year-of-load-shedding-heres-how-it-compares/>.

COCKS T, 2021. The cost of coal in South Africa: dirty skies, sick kids[N/OL]. Reuters, 2021-11-04[2022-11-28]. <https://www.reuters.com/business/cop/cost-coal-south-africa-dirty-skies-sick-kids-2021-11-04/>.

CREAMER T, 2021. From a coal-to-gas conversion to a microgrid factory, Eskom builds Komati's just energy transaction case[EB/OL]. [2021-08-03][2022-11-28]. <https://www.engineeringnews.co.za/article/from-a-coal-to-gas-conversion-to-a-microgrid-factory-eskom-builds-komatis-just-energy-transaction-case-2021-08-03>.

CREAMER T, 2022. Just energy investment plan to be released for public comment after COP27 unveiling[EB/OL]. [2022-10-18][2023-01-09]. <https://www.engineeringnews.co.za/article/just-energy-investment-plan-to-be-released-for-public-comment-after-cop27-unveiling-creecy-2022-10-18>.

DEON ARINALDO, MENTARI PUJANTORO, 2019. Levelized Cost of Electricity in Indonesia, Institute for Essential Services Reform [IESR][R/OL]. [2019][2022-10-04]. <https://iesr.or.id/wp-content/uploads/2020/01/LCOE-Full-Report-ENG.pdf>.

DMRE, 2017. DMRE > Mineral Policy & Promotion > Shale Gas[EB/OL]. [2017][2022-11-28]. <https://www.dmr.gov.za/mineral-policy-promotion/shale-gas>.

DMRE, 2019a. About Us | Department: Energy | REPUBLIC OF SOUTH AFRICA[EB/OL]. [2019][2022-11-28]. https://www.energy.gov.za/files/au_frame.html.

DMRE, 2019b. DMRE[EB/OL]. [2019][2022-11-28]. <http://www.dmr.gov.za/>.

DMRE, 2019c. Integrated Resource Plan 2019[Z/OL]. [2019-10-17][2022-11-21]. <https://www.energy.gov.za/IRP/2019/IRP-2019.pdf>.

DMRE, 2022. Request for Qualification and Proposals [RFP] under Bid Window 6 of the Renewable Energy Independent Power Producers Procurement Programme [REIPPP][Z/OL]. [2022-04-06]. <https://www.ipp-projects.co.za/PressCentre>.

EBERHARD A, 2021. South Africa's troubled power utility is being reset: CEO sets out how[EB/OL]/The Conversation. [2021-09-17][2022-11-27]. <http://theconversation.com/south-africas-troubled-power-utility-is-being-reset-ceo-sets-out-how-168097>.

EBERHARD A, KOLKER J, LEIGLAND J, 2014. South Africa's Renewable Energy IPP Procurement Program : Success Factors and Lessons[R/OL]. Washington, DC: World Bank[2022-11-28]. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/20039>. DOI:10/south-africas-renewable-energy-ipp-procurement-program-success-factors-lessons.

EIA. International - U.S. Energy Information Administration [EIA][EB/OL]. [2022-08-22]. <https://www.eia.gov/international/overview/world>.

ELTON C, 2022. Shell banned from oil exploration on South Africa's Wild Coast[EB/OL]/euronews. [2022-09-02][2022-11-21]. <https://www.euronews.com/green/2022/09/02/victory-for-the-planet-south-african-court-revokes-shells-oil-and-gas-exploration-rights>.

ENERGY COMMUNITY, 2021. Bosnia and Herzegovina: Annual Implementation Report[R/OL]. [2021-11-01]. https://www.energy-community.org/dam/jcr:90f246f0-0e7e-469e-8895-d2bc4538ec58/IR2021_Bosnia_Herzegovina.pdf.

ENERGY REGULATORS REGIONAL ASSOCIATION, 2022a. ERRA Tariff Database: Electricity and Natural Gas Tariffs[EB/OL]. [2022]. <https://erranet.org/erranet-tariff-database/>.

ENERGY REGULATORS REGIONAL ASSOCIATION, 2022b. State Electricity Regulatory Commission [SERC][J/OL]. <https://erranet.org/member/serc-bih/>.

ESKOM, 2021a. Company Information[EB/OL]. [2021-01-14][2022-11-27]. <https://www.eskom.co.za/about-eskom/company-information/>.

ESKOM, 2021b. JET Fact Sheet #1[Z/OL]. [2021-10-13][2022-11-28]. https://www.eskom.co.za/wp-content/uploads/2021/10/JET_Factsheet13Oct2021.pdf.

ESKOM, 2021c. JET projects underway[EB/OL]. [2021-09-17][2022-11-28]. <https://www.eskom.co.za/about-eskom/just-energy-transition-jet/jet-projects-underway/>.

ESKOM, 2021d. Just Energy Transition [JET][EB/OL]. [2021-08-23][2022-11-28]. <https://www.eskom.co.za/about-eskom/just-energy-transition-jet/>.

ESKOM, 2021e. Multi-Year Price Determination [MYPD] 5 Revenue Application for FY2023 – FY2025[EB/OL]. [2021-06][2022-11-28]. https://www.eskom.co.za/wp-content/uploads/2021/12/Eskom-Holdings-Summary-Submission_MYPD5.pdf.

ESKOM, 2021f. Sere Wind Farm - Fact Sheet[EB/OL]. □2021-08□[2022-11-28]. <https://www.eskom.co.za/wp-content/uploads/2021/08/RW-0000-Sere-Wind-Farm-Rev-3.pdf>.

ESKOM, 2021g. Update on the implementation of Eskom's turnaround plan[EB/OL]. □2021-12-15□[2022-11-27]. https://www.eskom.co.za/wp-content/uploads/2021/12/InterimResultsPartB_Presentation.pdf.

ESKOM, 2022. Transmission Development Plan 2022-2031[EB/OL]. □2022-02□[2022-11-27]. <https://www.eskom.co.za/wp-content/uploads/2022/02/TransmissionDevelopmentPlan2022-2031.pdf>.

ESKOMSEXPUSH, 2022. It's finally time. You have to tell your friends and family to download the app - you can't keep telling them when they'll have loadshedding. <https://esp.info> <https://t.co/Cx3VJIV7Lw>[EB/OL]//Twitter. □2022-11-21□[2022-11-26]. <https://twitter.com/EskomSePush/status/1594714625534492672>.

ESMAP, 2020. Global Photovoltaic Power Potential by Country[R/OL]. Washington, DC: World Bank. <https://globalsolaratlas.info/global-pv-potential-study>.

EYEWITNESS NEWS, 2012. 17 hours of load-shedding in Zim[EB/OL]. □2012-05-19□[2022-08-15]. <https://ewn.co.za/2012/05/19/17-hours-of-load-shedding-in-Zim>.

FITCH SOLUTIONS. Zimbabwe's Political Stability To Remain Fragile, Despite Lower Covid-19 Risks[EB/OL]. [2022-08-22]. <https://www.fitchsolutions.com/country-risk/zimbabwes-political-stability-remain-fragile-despite-lower-covid-19-risks-15-02-2022>.

FLORIAN KITT, KELSEY YATES, 2020. Indonesia energy sector assessment, strategy and road map[R]. Asian Development Bank.

GOB, 2021. Nationally Determined Contributions □NDCs□ 2021 Bangladesh □Updated□[J].

GOVERNMENT OF PAKISTAN, 2021a. National Electricity Policy 2021[R].

GOVERNMENT OF PAKISTAN, 2021b. Pakistan's updated Nationally Determined Contributions 2021[EB/OL]//UNFCCC. □2021□[2022-05-24]. <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Pakistan%20First/Pakistan%20Updated%20NDC%202021.pdf>.

GOVERNMENT OF PAKISTAN FINANCE DIVISION, 2022. Pakistan Economic Survey 2020-21: Climate Change[EB/OL]. □2022□. https://www.finance.gov.pk/survey/chapters_21/16-Climate%20change.pdf.

GOVERNMENT OF ZIMBABWE, 2021. Zimbabwe Revised Nationally Determined Contribution[Z/OL]. □2021-09-24□[2022-06-21]. <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Zimbabwe%20Revised%20Nationally%20Determined%20Contribution%202021%20Final.pdf>.

HASAN MEHEDI AND ISMAIL ALI, 2021. The Power Sector of Bangladesh 2021 Excess Capacity and Capacity Charge is weighing down the

Bangladesh Economy: Increase efficiency in an emergency manner with transition to 100% Renewables[R]. Bangladesh Working Group on External Debt □BWGED□.

IAEA, 2015. IAEA Country Nuclear Power Profiles 2015 Edition, Indonesia[EB/OL]. □2015□[2022-10-08]. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/CNPP2015_CD/countryprofiles/Indonesia/Indonesia.htm.

IEA, 2021. An Energy Sector Roadmap to Net Zero Emissions in Indonesia[R]. IEA.

IEA, 2022. Bangladesh - Countries & Regions[EB/OL]//IEA. □2022□[2022-11-23]. <https://www.iea.org/countries/bangladesh>.

IEA. Data Browser[R/OL]. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=ZIMBABWE&fuel=Energy%20supply&indicator=TESbySource>.

IMF, 2022a. IMF Data[EB/OL]//IMF. □2022□[2022-09-09]. <https://www.imf.org/en/Data>.

IMF, 2022b. World Economic Outlook Database[R/OL]. □2022-04□. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2022/April>.

INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT COMPANY LIMITED □IDCOL□, 2021. IDCOL □2021□: Mujib Climate Prosperity Plan-Decade 2030. Power Sector Analysis. Study on behalf of CVF-V20[R]. Infrastructure Development Company Limited □IDCOL□.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2022. Bosnia and Herzegovina Country profile[EB/OL]. □2022□[2022-06-05]. <https://www.iea.org/countries/bosnia-and-herzegovina>.

INTERNATIONAL MONETARY FUND, 2022. World Economic Outlook 2022[EB/OL]. □2022□. <https://www.imf.org/external/datamapper/datasets/WEO>.

IPPPP, 2016. About Us[EB/OL]. □2016□[2022-11-28]. <https://www.ipp-projects.co.za/Home/About>.

IPPPP. Project Database[EB/OL]. [2022a-11-28]. <https://www.ipp-projects.co.za/ProjectDatabase>.

IPPPP. RMIPPPP Press Centre[EB/OL]. [2022b-11-28]. <https://www.ipp-rm.co.za/PressCentre/>.

KEITH BURNARD, SHELLY HSIEH, NOOR MIZA MUHAMAD RAZALI, 等, 2016. Reducing emissions from fossil-fired generation Indonesia, Malaysia and Viet Nam[R/OL]. OECD, IEA[2022-10-04]. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/45dcf04d-1377-4b7e-913b-0ac421987001/ReducingEmissionsfromFossilFiredGeneration.pdf>.

KUYEDZWA C, 2022. Zimbabwe's load shedding to worsen as work starts on Kariba Dam project[EB/OL]//Fin24. □2022-01-22□[2022-08-22]. <https://www.news24.com/fin24/Companies/Industrial/zimbabwes-load-shedding-to-worsen-as-work-starts-on-kariba-dam-project-20220112>.

LABSON S, 2022. South Africa's proposed electricity industry reform: lost in translation?[EB/OL]. //The Conversation. □2022-08-10□[2022-11-27]. <http://theconversation.com/south-africas-proposed-electricity-industry-reform-lost-in-translation-187789>.

MACKAY C, 2022. Microgrid, agriculture repurposing projects initiated for Komati[EB/OL]. □2022-05-06□[2022-11-28]. <https://www.engineeringnews.co.za/article/microgrid-agriculture-repurposing-projects-initiated-for-komati-2022-05-04>.

MANUEL C, 2018. 南非电力愿景[J/OL]. 中国投资[2022-11-25]. http://www.tzzs.com/type_fmgs_post/11447.html.

MARAWANYIKA G, 2021. If you think South African load shedding is bad, try Zimbabwe's[EB/OL]. //TechCentral. □2021-09-13□[2022-08-15]. <https://techcentral.co.za/if-you-think-south-african-load-shedding-is-bad-try-zimbabwes/200394/>.

MATTHEW HALSTEAD, TOM MIKUNDA, LACHLAN CAMERON. Policy Brief: Indonesian Feed-in Tariffs: challenges & options[R/OL]. [2022-10-04]. <https://cdkn.org/sites/default/files/files/ECN-Policy-Brief-Indonesian-Feed-in-tariff-140304.pdf>.

MAWONDE A, 2015. Zesa explains load-shedding[EB/OL]. //The Herald. □2015-09-23□[2022-08-15]. <https://www.herald.co.zw/zesa-explains-load-shedding/>.

MUKEREDZI T, 2020. 倒向煤电的津巴布韦能源政策[EB/OL]. //中外对话. (2020-12-01) [2022-08-22]. <https://chinadialogue.net/zh/4/68907/>.

NATIONAL ELECTRIC POWER REGULATORY AUTHORITY, 1994. Policy framework and package of incentives for private sector power generation projects in Pakistan[R/OL]. □1994-03□. <https://nepra.org.pk/Policies/Power%20Policy%201994.pdf>.

NATIONAL ELECTRIC POWER REGULATORY AUTHORITY, 2022. State of Industry Report 2021[R/OL]. □2022□. <https://nepra.org.pk/publications/State%20of%20Industry%20Reports/State%20of%20Industry%20Report%202021.pdf>.

NATIONAL TRANSMISSION & DISPATCH COMPANY □NTDC□, 2021. Indicative Generation Capacity Expansion Plan □IGCEP□ 2021-30[EB/OL]. □2021-05□[2022-05-25]. <https://nepra.org.pk/Admission%20Notices/2021/06%20June/IGCEP%202021.pdf>.

NDHLOVU L, 2021. Bucking global shift to cleaner energy, Zimbabwe digs deeper into coal[N/OL]. Reuters, 2021-08-30[2022-08-22]. <https://www.reuters.com/article/us-zimbabwe-energy-coal-idUSKBN2FV00R>.

NEDŽIDA SALIHOVIĆ-WHALEN, 2015. CMS Expert Guide to electricity law and regulation: Bosnia and Herzegovina[EB/OL]. □2015-01□. <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-electricity/bosnia-and-herzegovina>.

NEDŽIDA SALIHOVIĆ-WHALEN, INDIR OSMIĆ, ZLATKO MAŠOVIĆ, 2020. Renewable Energy Law and Regulation in Bosnia and Herzegovina[EB/OL]. □2020□. <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-renewable-energy/bosnia-and-herzegovina>.

NERSA, 2020a. Electricity Licences: Approved Licenses and FAQs | Nersa[EB/OL]. □2020-09-17□[2022-11-25]. <https://www.nersa.org.za/electricity-overview/electricity-licences/>.

NERSA, 2020b. Electricity Overview[EB/OL]. □2020-09-18□[2022-11-26]. <https://www.nersa.org.za/electricity-overview/>.

NHEDE N, 2022. Eskom to Repurpose Komati Coal Plant with 220MW of Renewables[EB/OL]. □2022-11-21□[2022-11-28]. <https://energycapitalpower.com/eskom-komati-coal-220mw-renewables/>.

NICOLSON G, 2019. STRIKE, Inc: Cosatu marches against Eskom restructuring and possible retrenchments[EB/OL]. //Daily Maverick. □2019-02-13□[2022-11-27]. <https://www.dailymaverick.co.za/article/2019-02-13-cosatu-marches-against-eskom-restructuring-and-possible-retrenchments/>.

NISELOW T, 2019. Cosatu takes to the streets over Eskom, job losses. Here's what you need to know[N/OL]. Business, 2019-02-13[2022-11-27]. <https://www.news24.com/fin24/cosatu-takes-to-the-streets-over-eskom-job-losses-heres-what-you-need-to-know-20190213>.

NS ENERGY, 2021. Eskom to retire 8-12GW of coal-fired power generation by 2031[EB/OL]. □2021-08-18□[2022-11-25]. <https://www.nsenergybusiness.com/news/eskom-coal-fired-power-plants-shutdown-plans/>.

NS ENERGY. Kariba South Power Station, Zambezi River, Zimbabwe[EB/OL]. [2022-08-22]. <https://www.nsenergybusiness.com/projects/kariba-south-power-station/>.

OCED, 2021. RUPTL 2021-30: PLN steps up ambitions to accelerate clean energy investments in Indonesia[EB/OL]. □2021□[2022-09-22]. <https://www.oecd.org/environment/cc/cefim/indonesia/RUPTL-2021-30-PLN-steps-up-ambitions-to-accelerate-clean-energy-investments-in-Indonesia.pdf>.

OECD, 2022. South Africa Economic Snapshot - OECD[EB/OL]. □2022-11□[2022-11-25]. <https://www.oecd.org/economy/south-africa-economic-snapshot/>.

OMARJEE L, 2021. Eskom is now the world's worst-polluting power company, according to data analysis[N/OL]. Business, 2021-10-05[2022-11-28]. <https://www.news24.com/fin24/companies/industrial/eskom-is-now-the-worlds-worst-polluting-power-company-according-to-data-analysis-20211005>.

PINDULA NEWS, 2022. ZESA Announces Increased Nationwide Load-Shedding[EB/OL]. □2022-07-14□[2022-08-22]. <https://www.thezimbabwean.co/2022/07/zesa-announces-increased-nationwide-load-shedding/>.

PLN, 2021. RUPTL 2021-30[Z/OL]. □2021□[2022-09-22]. <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2021/10/materi-diseminasi-2021-2030-publik.pdf>.

POWER DIVISION MINISTRY OF POWER, ENERGY AND MINERAL RESOURCES, 2016. Power System Master Plan 2016[R]. Government of the People's Republic of Bangladesh.

PRESIDENT OF THE REPUBLIC OF INDONESIA, 2017. Presidential Regulation No. 22 of 2017 on National Energy General Plan □RUEN) [Z].

REGIONAL COOPERATION COUNCIL, 2020. Sofia Declaration Green Agenda for the Western Balkans[EB/OL]. □2020-11-10□. <https://www.rcc.int/docs/546/sofia-declaration-on-the-green-agenda-for-the-western-balkans-rn>.

REGIONAL COOPERATION COUNCIL, 2021. Action Plan for the Implementation of the Sofia Declaration on the Green Agenda for the Western Balkans 2021-2030[R/OL]. □2021-10-06□. <https://www.rcc.int/docs/596/action-plan-for-the-implementation-of-the-sofia-declaration-on-the-green-agenda-for-the-western-balkans-2021-2030>.

REPUBLIC OF INDONESIA, 2021. Updated nationally Determined Contribution[Z].

REPUBLIC OF SOUTH AFRICA, 2019. Roadmap for Eskom in a Reformed Electricity Supply Industry[Z/OL]. □2019-10□[2022-11-27]. https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/201910/roadmap-eskom.pdf.

REPUBLIC OF SOUTH AFRICA, 2021. South Africa updated first NDC[Z/OL]. □2021-09-27□[2022-11-21]. <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/South%20Africa%20updated%20first%20NDC%20September%202021.pdf>.

REPUBLIC OF SOUTH AFRICA. South Africa's Low Emissions Development Strategy[J]. 88.

REPUBLIC OF ZIMBABWE MINISTRY OF ENERGY AND POWER DEVELOPMENT, 2019. National Renewable Energy Policy[Z].

RICHARDS M, STOLP J, 2022. REIPPPP Bid Window 6 Request for Proposals: Key Takeaways | White & Case LLP[EB/OL]. □2022-05-17□[2022-11-27]. <https://www.whitecase.com/insight-alert/reipppp-bid-window-6-request-proposals-key-takeaways>.

SAPP. South Africa Power Pool □SAPP□ Pool Plan 2017[R/OL]. sapp.co.zw/sapp-pool-plan-0.

SEMPLE P, 2021. RMIPPPP – a disappointing outcome[EB/OL]. □2021-09-28□[2022-11-28]. <https://futuregrowth.co.za/insights/rmipppp-a-disappointing-outcome/>.

SERC, 2021. Tariff Pricing Methodology for Services of Electricity Transmission, Operation of ISO and Ancillary Services[R/OL]. □2021-11□. https://www.derk.ba/DocumentsPDFs/Metodologija_zaziradu_tarifaprecisceni_tekst_4Nov2021-en.pdf.

SREDA, 2021. RE Generation Mix | National Database of Renewable Energy[EB/OL]. □2021-11-24□[2022-11-24]. <https://ndre.sreda.gov.bd/index.php>.

STATE ELECTRICITY REGULATORY COMMISSION, 2017. Report on Activities on the State Electricity Regulatory Commission in 2017[R/OL]. □2017-12□. <https://www.derk.ba/DocumentsPDFs/BIH-SERC-Annual-Report-2021.pdf>.

STATE ELECTRICITY REGULATORY COMMISSION, 2021. Report on Activities on the State Electricity Regulatory Commission in 2021[R/OL]. □2021-12□. <https://www.derk.ba/DocumentsPDFs/BIH-SERC-Annual-Report-2021.pdf>.

TARUVINGA M, 2022. Zimbabwe load shedding to worsen[EB/OL]// NewZimbabwe.com. □2022-07-14□[2022-08-15]. <https://www.newzimbabwe.com/zimbabwe-load-shedding-to-worsen/>.

THE PAKISTAN CREDIT RATING AGENCY LIMITED, 2021. POWER GENERATION: An Overview[R/OL]. □2021-01□. https://www.pacra.com/sector_research/Power%20Sector%20-%20PACRA%20Research%20-%20Jan'21_1611329371.pdf.

THE PARLIAMENTARY ASSEMBLY OF BOSNIA AND HERZEGOVINA, 2002. Law on Transmission of Electric Power, Regulator and System Operator of Bosnia and Herzegovina[R/OL]. □2002□. <https://www.derk.ba/DocumentsPDFs/Zakon%20o%20prenosu%20regulatoru%20i%20operateru%20sistema%20el%20energije%2025%2004%202006%20EN.pdf>.

THE PARLIAMENTARY ASSEMBLY OF BOSNIA AND HERZEGOVINA, 2004a. Law Establishing an Independent System Operator for the Transmission System of Bosnia and Herzegovina[R/OL]. □2004□. https://www.derk.ba/DocumentsPDFs/ISO%20Law%20published%20in%20Official%20Gazette%20july%2029_2004clean.pdf#:~:text=This%20Law%20establishes%20a%20non-profit%20Independent%20System%20Operator,in%20the%20entire%20territory%20of%20Bosnia%20and%20Herzegovina.

THE PARLIAMENTARY ASSEMBLY OF BOSNIA AND HERZEGOVINA, 2004b. Law Establishing the Company for the Transmission of Electric Power in Bosnia and Herzegovina[R/OL]. □2004□. http://www.derk.ba/DocumentsPDFs/Transco%20Law%20published%20in%20Official%20Gazette%20july%2029_2004clean.pdf.

THE WORLD BANK, 2022. World Development Indicators Database[EB/OL]. □2022□. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=BA>.

TONDERAYI MUKEREDZI, 2020. Zimbabwe's energy policy still favouring coal over renewables[EB/OL]//China Dialogue. □2020-12-01□[2022-08-16]. <https://chinadialogue.net/en/energy/zimbabwe-energy-policy-still-favouring-coal/>.

TSHWANE T, 2018. Jobs issue plagues green energy[EB/OL]//The Mail & Guardian. □2018-05-18□[2022-11-28]. <https://mg.co.za/article/2018-05-18-00-jobs-issue-plagues-green-energy/>.

UNFCCC, 2022. 12-Month Update on Progress in Advancing the Just Energy Transition Partnership □JETP□[EB/OL]//UN Climate Change Conference □COP26□ at the SEC – Glasgow 2021. □2022-11-10□[2023-01-09]. <https://ukcop26.org/12-month-update-on-progress-in-advancing-the-just-energy-transition-partnership-jetp/>.

URBAN-ECON DEVELOPMENT ECONOMISTS, 2022. SOCIO-ECONOMIC IMPACT STUDY FOR THE SHUTDOWN AND REPURPOSING OF KOMATI POWER STATION: FINAL INTEGRATED REPORT[EB/OL]. □2022-10□[2023-01-09]. https://cisp.cachefly.net/assets/articles/attachments/89500_komati_seia_final_integrated_report_october_2022.pdf.

U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION □EIA□, 2022. Bosnia and Herzegovina[EB/OL]. □2022□. <https://www.eia.gov/international/data/country/BIH/infographic/total-consumption-infographic?pd=44&p=00000001&u=0&f=A&v=mapbubble&a=-&i=none&vo=value&t=C&g=none&l=249--23&s=315532800000&e=1546300800000>.

US INTERNATIONAL TRADE ADMINISTRATION, 2022. Bosnia and Herzegovina - Country Commercial Guide[EB/OL]. □2022-08-01□. <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/bosnia-and-herzegovina-mining>.

USAID, 2021. POWER SECTOR REFORM IN BANGLADESH SCALING UP RENEWABLE ENERGY □SURE□[R]. United States Agency for International Development.

VALELA L, 2022. Zimbabwe: Zesa Hikes Local Currency Rates[N/OL]. The Herald, 2022-05-16[2022-08-08]. <https://allafrica.com/stories/202205160205.html>.

WINNING A, 2021. South Africa faces isolation if it sticks with coal, Eskom CEO says[N/OL]. Reuters, 2021-09-01[2022-11-28]. <https://www.reuters.com/world/africa/south-africa-faces-isolation-if-it-sticks-with-coal-eskom-ceo-says-2021-08-31/>.

WORLD BANK, 2022a. Overview of Indonesia[EB/OL]//World Bank. □2022□[2022-09-08]. <https://www.worldbank.org/en/country/indonesia/overview>.

WORLD BANK, 2022b. World Bank Group President David Malpass' Visit to Komati Power Station Highlights the Plant's Repurposing from Coal to Clean Energy[EB/OL]//World Bank. □2022-11-07□[2022-11-25]. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2022/11/07/world-bank-group-president-david-malpass-s-visit-to-komati-power-station-highlights-the-plant-s-repurposing-from-coal-to>.

WORLD BANK, 2022c. World Development Indicators[R/OL]. □2022-04-27□[2022-05-18]. <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/>.

WORLD BANK, 2022d. World Development Indicators | DataBank[EB/OL]. □2022□[2022-06-01]. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.

WORLD BANK. Sere Wind Farm Stands Ready to Provide Electricity to Thousands of South Africans[EB/OL]//World Bank. [2022a-11-28]. <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2014/11/13/sere-wind-farm-stands-ready-to-provide-electricity-to-thousands-of-south-africans>.

WORLD BANK. World Bank Open Data | Data[EB/OL]. [2022b-01-06]. <https://data.worldbank.org/>.

WORLD NUCLEAR ASSOCIATION, 2022. Nuclear Power in Bangladesh[EB/OL]. □2022□[2022-11-23]. <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/bangladesh.aspx>.

WORLD RESOURCES INSTITUTE, 2020. Climate Watch[EB/OL]. □2020□. climatewatchdata.org/ghg-emissions.

WROUGHTON L, 2022. South Africa plunged into darkness during power crisis[N/OL]. Washington Post, 2022-07-08[2022-11-26]. <https://www.washingtonpost.com/world/2022/07/08/south-africa-power-loadshedding-eskom/>.

ZERA, 2013. The Tariff Code[Z/OL]. □2013-09□. <https://www.zera.co.zw/wp-content/uploads/2019/09/ZERA-Tariff-Code-2019.pdf>.

ZERA, 2015. FAQs[EB/OL]//ZERA. □2015-10-22□[2022-08-19]. <https://www.zera.co.zw/faqs/>.

ZERA, 2019a. Independent Power Producers[EB/OL]//ZERA. □2019-11-23□[2022-08-16]. <https://www.zera.co.zw/electricity3/ipp/>.

ZERA, 2019b. Mandate[EB/OL]. □2019-06-28□[2022-08-22]. <https://www.zera.co.zw/mandate/>.

ZPC. Stations - Zimbabwe Power Company[EB/OL]. [2022-08-16]. <https://www.zpc.co.zw/powerstations>.

ZWINOIRA T, 2022. Zesa begs for US\$2,5bn war chest to end load shedding[EB/OL]//The Zimbabwe Independent. □2022-04-01□[2022-08-15]. <https://www.theindependent.co.zw/2022/04/01/zesa-begs-for-us25bn-war-chest-to-end-load-shedding/>.



绿色创新发展中心（北京绿色伙伴咨询有限公司）是专注绿色低碳发展的战略咨询机构，通过跨学科、系统性、实证性的政策研究、梳理、比较和评估，推动低碳环境解决方案的精细化和可实施度。我们和所有利益相关方合作，共同推动中国实现零排放的未来；立足本土，讲述中国绿色低碳发展故事。

联系方式

中国北京市朝阳区秀水街1号建外外交公寓7-1-51

邮编：100600

电话：86-10-8532-3096

传真：86-10-8532 2632

邮箱：igdpooffice@igdp.cn

www.igdp.cn

世界资源研究所介绍

世界资源研究所成立于1982年，是一家独立的全球性智库和行库。我们在全球拥有12个国别和区域办公室、汇聚1700多名专家和工作人员，工作范围辐射50多个国家。40年来，我们一直通过开拓性的研究方式和工具、庞大多元的数据平台和敏锐客观的分析观点为科学决策提供参考和支持，并产生实际影响。2008年，世界资源研究所在中国北京开设了首个国别办公室，一直致力于“构建资源可持续、社会包容、经济繁荣的人类共同体”，通过“参与全球治理，提供可持续发展的综合解决方案”，不断优化资源配置、更新机构、力求以更好的成果服务于中国的发展战略。

联系方式

世界资源研究所（美国）北京代表处

北京市东城区东中街9号东环广场写字楼A座7层K-M室

邮编：100027

电话：86 10 6416 5697

传真：86 10 6416 7567

www.wri.org.cn
