

对于依赖化石能源且电力系统灵活性偏弱的哈萨克斯坦来说，提高能源效率是个系统工程，需要在摸清“家底”的前提下选择适合的策略。

哈萨克斯坦： 能源转型提效路在何方？

文 / 成功 焦敬平 朱皓轩 倪健领

10月18日，哈萨克斯坦能源部部长在政府例行工作会议上表示，该国将启动“清洁煤炭”项目，希望借此“实现对煤炭高效利用”。

“提高效率”是哈萨克斯坦近年能源政策的关键词之一——《哈萨克斯坦2050年战略》提到“增加可再生能源以及煤炭和石油替代品的使用，提高能源效率”；该国政府近年推动落实的“创新路线图”中也强调了“提高能源使用效率”。

对依赖化石能源且电力系统灵活性偏弱的哈萨克斯坦来说，提高能源效率是个系统工程，需要在摸清“家底”的前提下选择适合的策略。

在化石能源领域推广绿色技术

哈萨克斯坦化石资源丰富，煤炭、石油、天然气储量

分列全球第十、第十二和第十六位。2021年，哈萨克斯坦煤炭产量约为1.16亿吨，约占全球煤炭产量的1.4%；石油产量在近年稳定在180万桶/日左右；天然气产量则在近两年呈下降走势，2020年产量为319.7亿立方米。

哈萨克斯坦的经济发展依赖化石能源。据统计，化石能源占该国一次能源供应总量的98.5%，其中煤炭占比接近一半，天然气占比为27.5%，石油占比为23.9%，风能、太阳能和其他能源仅占0.2%；化石能源也是该国能源消费的绝对主力，2021年占比达到96%，煤炭在一次能源消费总量中占比最高，为54.7%，较上年增加2个百分点；天然气和煤炭分别为19.1%和22.1%。

哈萨克斯坦发电结构的清洁化程度较低。截至2021年1月，哈萨克斯坦发电总装机容量为2360万千瓦，超过82%为火力发电，其中燃煤发电是1340万千瓦，燃气发电是

600万千瓦。

也是在这一年，哈萨克斯坦总统托卡耶夫表示，作为实现《巴黎协定》目标和国家碳中和计划的一部分，该国正在考虑在2050年前关闭所有燃煤电厂，鉴于煤炭资源出口等因素，煤炭消费量会逐步下降，在今后20年内，煤炭仍是哈萨克斯坦国内的主要能源来源。

此外，哈萨克斯坦计划通过技术手段提升能源使用效率。《哈萨克斯坦2050年战略》指出，到2050年，使“替代”和“绿色”能源技术的项目发电量占全国总发电量的一半；2021年出台的《环境法》更进一步提出，将引入碳预算和相关政策，支持哈萨克斯坦污染企业（包括发电厂）引入最佳可得技术。

提升电力系统灵活性

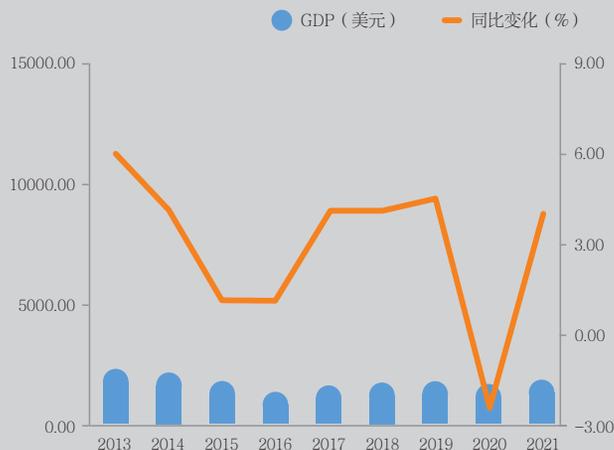
哈萨克斯坦的电力系统分为三个区域：由三条500千伏的线路连接的南北能源区（以下简称“北区”和“南区”）以及一个独立运行的西区（以下简称“西区”）。

北区是哈萨克斯坦主要煤矿的所在地，这里拥有世界上最大的煤矿——将军煤矿。据统计，该国总发电装机的70%都位于北区。电力除了为本地的采矿业和冶金业提供支撑，还通过高压线路输送到南区，并与俄罗斯统一电力公司的系统实现电力互济。

南区最大的问题是电力不足。这一区域的电力供应来源较为多元，包括燃煤发电、燃气发电、水力发电等，但电力总量不足。目前，南区每年电量缺口大约为135.31亿千瓦时，缺口主要靠北区的电能补齐。南区最大电力装机来自于江布尔省的一家天然气冷凝发电厂，但该发电厂近年一直在大幅减少出力，2020年发电产能利用率仅为17%。利用率下降是因为其所发电力的价格竞争不过北区低价电。从资源禀赋看，该区域未来可以发展太阳能发电和风电。但目前，当地电力系统缺乏灵活性调节能力，一旦新能源电源装机过多，或将给电力系统的整体安全带来影响。

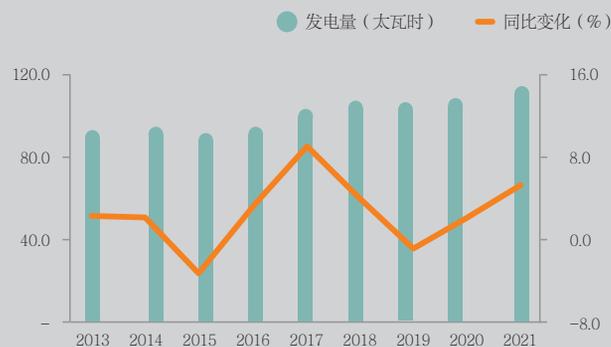
西区是哈萨克斯坦主要油气田的所在地，当地电力系统也和油气密切相关——发电所需的能源来源主要是油气

2013~2021年哈萨克斯坦GDP及同比变化



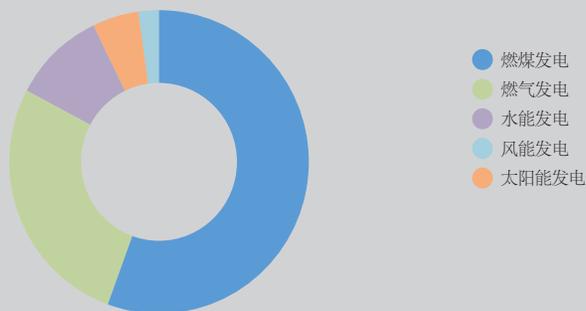
>> 数据来源：世界银行

2013~2021年哈萨克斯坦发电量及同比变化



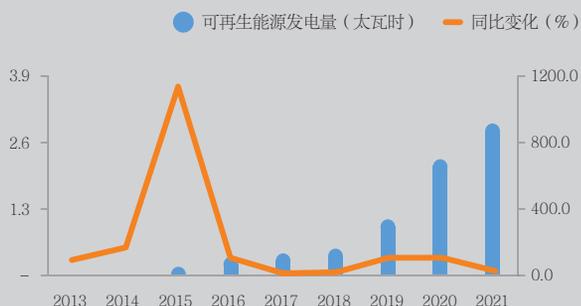
>> 数据来源：bp

2021年哈萨克斯坦发电装机结构



>> 数据来源：赛普克斯能源

2013~2021年哈萨克斯坦可再生能源发电量及同比变化



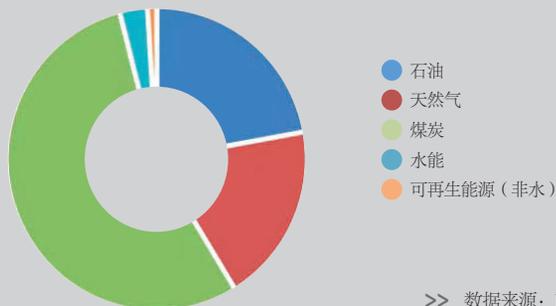
>> 数据来源：国际可再生能源署

2013~2021年哈萨克斯坦可再生能源发装机容量及同比变化



>> 数据来源：bp

2021年哈萨克斯坦一次能源消费结构



>> 数据来源：bp

田，而生产的电能也主要用于油气田的勘探，并通过4条高压线路向俄罗斯输送。

整体看，哈萨克斯坦本国电力系统缺乏灵活性，当前，该国主要依靠与俄罗斯电力系统并行运行来解决不平衡的问题。随着更多间歇性的可再生能源加入本国能源系统，灵活能力不足将给电力系统的稳定运行带来挑战，因此，提升系统灵活性非常重要。

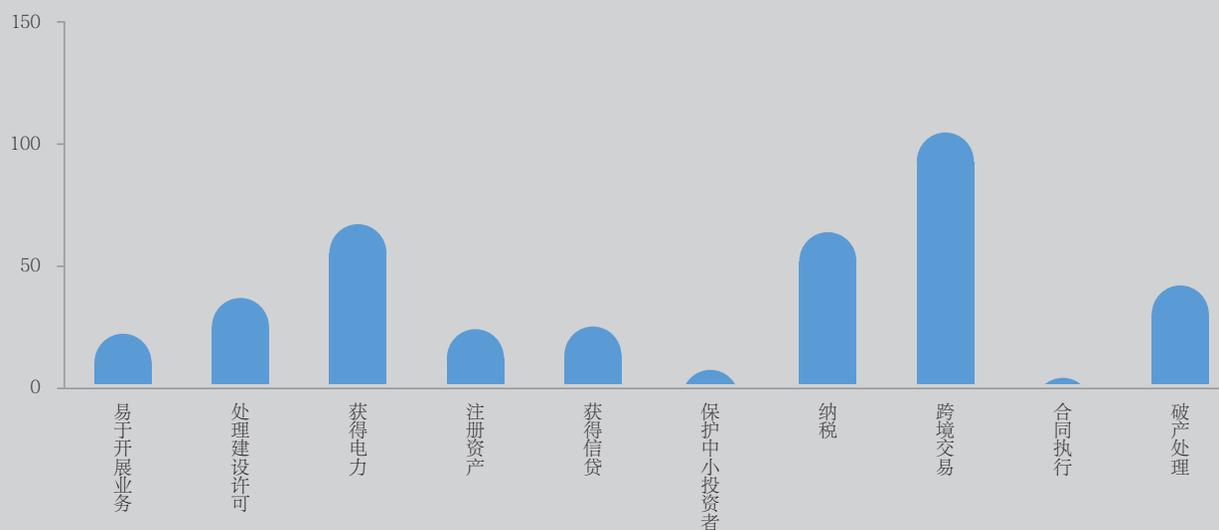
加快清洁能源的多元开发

2016年，哈萨克斯坦签订了《巴黎协定》，承诺到2030年将温室气体排放量减少到1990年水平的15%；在2020年12月召开的联合国气候变化大会上，哈萨克斯坦进一步宣布，将在2060年前实现碳中和目标，扩大可再生能源在国家能源结构中的占比。

哈萨克斯坦的水能资源丰富，开发潜力达到1700亿千瓦，北部的额尔齐斯河盆地、东南部的伊犁河盆地以及南部的锡拉里盆地、塔斯盆地和楚河盆地都是大型水电开发前景较好的地区。该国小型水电也颇具开发潜力，相关研究表明，哈萨克斯坦拥有超过400个具备开发条件的小型水电站备选地址，总装机容量约190万千瓦。

哈萨克斯坦的风电和光伏发电是发展绿色电力的后备力量——风电潜在产能高达18.20亿千瓦时/年，全国有超过5万平方千米的平原土地平均风速超过6米/秒。阿拉木图地区是该国风电开发潜力最集中的区域之一，特别是准格尔峡谷地区，年均风速高达9.7米/秒，每千瓦风力装机容量可产生4400千瓦时/年的清洁电力；该国年均光照时长可达2200~3000小时，光照强度为年均每平方米1300~1800千瓦时，特别是在南部的广袤山区，有效辐射

2020年哈萨克斯坦营商环境指数



>> 数据来源：世界银行

远高于平原地区。除了良好的光照条件之外，该国硅储量也较为丰富。

哈萨克斯坦的地热资源尚未得到详细勘探，但据估计，该国地热资源潜力约为970亿吨油当量，与哈萨克斯坦的石油和天然气资源总量相当。大约3/4的地热资源位于该国的西部地区，最具开发潜力的资源主要分布于南部的阿雷西和东南部的阿拉木图、扎尔肯特等自流盆地。

从近年的装机量看，哈萨克斯坦的可再生能源已经实现了较快增长——2019~2021年，该国可再生能源装机连续三年保持15%的增速，截至2021年年底，可再生能源累

计装机容量达到708.6万千瓦，相较2018年年底完成了翻倍。但从总体电力装机占比看，可再生能源发电占比仅为10%左右。

为了让上述资源实现充分开发，该国政府也提出了具体的目标，如新的《生态法典》就提出，计划到2030年将可再生能源发电量占比提高4倍，从3%提高至15%。在前文提及的政府例行工作会议上，哈萨克斯坦政府总理则指出，至2035年，哈萨克斯坦需要建成1亿千瓦的新能源项目。■

(作者均供职于能研智库)