

共建“一带一路”·第一现场

中巴经济走廊是“一带一路”重要先行先试项目。自2013年启动建设以来，中巴经济走廊帮助巴基斯坦显著改善电力状况，提高了民众生活质量，为经济和工业发展创造了条件。

着力供给绿色能源

巴基斯坦首都伊斯兰堡以东约55公里，旁遮普省北部的杰赫勒姆河上，卡洛特水电站全力发电。水电站主控室内，24岁的巴基斯坦员工坦兹尔·拉赫曼和巴中同事一起，实时观察着电脑屏幕上显示的水电站运行指标。

“我的任务是监测水电站的运行，包括水库水位以及发电设备等。一旦出现跳闸等故障，我会第一时间通过发布电脑指令或现场操作排除故障。”拉赫曼在项目上工作了近两年时间，对自己的工作已经相当熟悉。

卡洛特水电站是中巴经济走廊首个水电投资项目，总装机容量720兆瓦。2022年6月投入运营以来，在中巴双方员工共同努力下，水电站实现了安全生产、零事故、零损失等目标。

中国建设者把先进技术和绿色理念融入项目，专门成立健康、安全与环境团队，针对当地运营特点制定了159部管理制度和88部技术标准，将环保和生物多样性保护措施落实到位。到2023年6月，水电站累计发电36.4亿千瓦时，可满足当地500多万人的用电需求，相当于节约标准煤约159万吨，减少二氧化碳排放约398万吨。

“水电站的特点是没有污染，且一建建成发电成本非常低。杰赫勒姆河流经旁遮普省主要农业区，卡洛特水电站水库储备有利于下游灌溉用水实现更为合理的调节。”中国三峡南亚投资有限公司综合部副主任里汗·海德介绍，国际能源价格近年来大幅上涨，水电以其低廉的价格受到青睐，巴方希望水电站能够以最大效能发电，在满足用电需求的同时降低用电成本。

如何满足巴方实现发电最大化的需求？如何在已有条件下，解决好这一关系当地切实利益的难题？“我们在分析研究当地特点基础上，决定采用具有独特运营特点的径流发电模式。”卡洛特电厂厂长助理张清波告诉记者，水电站多采用水库发电模式，每天的发电量固定，水库水位根据上游来水上下浮动。卡洛特水电站采用的径流发电模式，让水库长期保持在较高水位，以此增强水电站的水头和势能。

张清波指着主控室电子大屏幕上的数字说：“通过经验积累和数据分析，我们确定水库水位保持在461米左右为最优，雨季汛期稍有下降。不过，上游来水量每天不同，需要每5小时根据上游水情预报对发电安排进行动态实时调整。水电站的运营复杂度加大，精细化管理难度增加，但这样做实现了最大的发电效能，更好地满足了当地的用电需求。”

挖掘当地资源禀赋

巴基斯坦北部地区处于喀喇昆仑山脉、喜马拉雅山脉、兴都库什山脉的交汇之地，高山雪水汇流形成以印度河为主体的水系，雨季水资源较为丰富，具备建设水电站的理想自然条件。在中巴经济走廊框架下，位于巴基斯坦西北部开伯尔—普什图省昆哈河上的苏吉吉纳里水电站建设正在稳步推进。

“从水体落差、流速等各项指标来看，这里有着修建水电站的良好条件，但地势险峻的多山环境也给我们的建设施工带来了挑战。”苏吉吉纳里水电站施工管理技术队副队长隋学华说。根据项目设计，苏吉吉纳里水电站需要建设深达737.94米的压力竖井群，其深度相当于从山顶垂直向下开挖240层楼，施工难度很大。

山体地质条件复杂，压力竖井建设遇到多重困难。隋学华将231名中巴工程师和技术人员混编成班组，由技术水平高、经验丰富的工程师带队，最终建设任务提前21天完成，加快了水电站建设的整体进展。

据了解，苏吉吉纳里水电站设计总装机容量884



本版责编：韩秉宸 陈尚文 版式设计：蔡华伟

中巴经济走廊能源合作

『推动改善巴基斯坦能源结构』

本报记者 牟宗琮 程是颖 杨迅 薛丹



①

兆瓦，预计2024年建成投运，每年可为巴基斯坦提供32亿千瓦时清洁电能。

以过硬技术和丰富经验，充分挖掘巴基斯坦的天然资源禀赋，构成了中巴经济走廊能源合作的一条主线。除了利用水资源和山地落差大的优势发展水电项目，巴哈瓦尔普尔光伏电站、大沃风电项目等一系列新能源项目，利用本国丰富的太阳能和风能资源，打开了未来能源发展的新空间……

“10年间，中巴经济走廊推动改善巴基斯坦能源结构，让巴基斯坦看到了未来走向可持续电力发展格局的希望。”巴基斯坦智库全球丝绸之路研究联盟创始主席泽米尔·阿万说。

破解区域供需矛盾

旁遮普省是巴基斯坦人口密集区，作为经济中心和工业中心，也是全国用电版图上需求量最大的一块区域。由于该省地处内陆，能源依靠外部输送，成本高企且长期面临供给不足的困境，阻碍了省内拉合尔、费萨拉巴德等地工业发展的脚步。

2021年9月，中巴经济走廊默蒂亚里—拉合尔（默拉）直流输电项目投入运营，跨越886公里，实现大规模“南电北输”。截至2023年10月1日，项目累计为巴基斯坦输电327亿千瓦时。该项目是目前巴唯一投产的直流输电项目，年送电量可达巴全网用电量的21%，其60%的输电线路途经沙漠地区，有效节约大量土地资源。

“走廊电力项目投产前，巴基斯坦电网长期拉闸限电，不仅是因为发电能力不足，还有一个重要原因是输电和配电网陈旧老化、线损率高，特别是在夏季等用电高峰期，电网不堪重负，停电成为常态。”中国国家电网下属中国电力技术装备有限公司第三事业部总经理、巴基斯坦默拉直流输电公司首席财务官汪波说，默拉直流输电项目提升了巴基斯坦电网的整体输电能力，解决了南北之间的供给和需求结构性矛盾，同时也增强了巴电网的稳定性，为巴电网平稳运行发挥重要支撑作用。

“在巴基斯坦南部，由于缺少工业大负荷用电需求，而且交流电网只能就地成网、就地供电，使得很多电厂，包括光伏和风电项目所发电量，不能实现当地消纳，电送不出去就会被白白浪费。”汪波分析说，直流输电技术适用于点对点长距离大容量输电，能够实现长距离外送，也为新能源电厂在巴南部的有效平稳运营和发展提供了必要的技术支撑。

穆尼·卡亚尼是一名生活在伊斯兰堡的出租车司机，“现在夏季用电高峰期，市区每天只停电1至2



②

个小时，甚至都不停电，农村地区停电时间也大幅减少。”

“10年来，由于中巴经济走廊助力供电和输电问题得到比较好的解决，很多学生做家庭作业不用再点蜡烛，巴基斯坦的工业生产也获得了稳定的保障。”巴基斯坦独立新闻记者扎米尔·阿萨迪深有感触。

“巴基斯坦电力问题包含发电、输电、配电以及社会管理等多个环节，其解决需要综合施治。”巴基斯坦可持续发展政策研究所“一带一路”和全球治理区域研究中心主任哈桑·达乌德认为，中巴经济走廊促进了巴电力发展格局的大幅改善，让巴基斯坦逐步走出电力短缺困境。



③



④



⑥

图①：巴基斯坦卡洛特水电站大坝。 本报记者 任彦摄
图②：巴基斯坦卡洛特水电站项目巴方员工正在作业。 本报记者 薛丹摄
图③：在巴基斯坦默蒂亚里—拉合尔直流输电项目现场，中巴工程师对设备开展日常检修。 本报巴基斯坦分社 萨义德·迈赫迪摄
图④：2023年6月10日，工人在巴基斯坦苏吉吉纳里水电站吊装最后一台机组转子。 中国能建葛洲坝海投公司供图
图⑤：2023年春节假期期间，巴基斯坦默蒂亚里—拉合尔直流输电项目中巴员工在值守工作之余共度春节。 本报记者 程是颖摄
图⑥：巴基斯坦默蒂亚里—拉合尔直流输电项目穿越旁遮普省南部的沙漠地带。 邹未摄