

能源合作，是共建“一带一路”的重点领域。在高标准、可持续、惠民生的目标指引下，众多清洁能源项目在“一带一路”沿线落地生根。相关数据显示，十年来，中国在“一带一路”沿线国家的绿色低碳能源投资已超过传统能源。

携手共进，镌刻着中国能源担当。一大批国有企业积极开拓海外市场，用开放包容的合作胸怀、艰苦奋斗的敬业精神和精细严格的自我要求，铺就了一条高效优质的清洁能源合作之路。

近日，笔者采访了中国能建葛洲坝集团阿根廷吉赛水电站项目、国家电投集团哈萨克斯坦札纳塔斯风电项目和东方电气集团安哥拉“柴光互补”项目的中国建设者。让我们跟随他们的步伐，跨越南美洲南端的寒冷高山，走过亚欧大陆中心地带的平缓荒漠，穿过非洲西海岸的辽阔草原，看中国智慧带来的绿电之光，如何照亮“一带一路”。



哈萨克斯坦札纳塔斯风电一期。 资料图片

清洁能源合作，照亮“一带一路”

刘乐艺 周好雨

圣克鲁斯河的“改造者”—— “用细节克服困难、用真诚交换信任”

提起南美洲，许多人第一时间想到的是亚马孙的热带雨林、复活节岛的石像，或者是激情的足球运动、热烈的桑巴舞蹈。

少为人知的是，南美洲不只有热带风光，在这片大陆的西南部，还坐落着世界上现存3个总面积仍在增长的冰川之一——莫雷诺冰川。它从巴塔哥尼亚高原上蜿蜒而出，冰块融化后汇入阿根廷湖，最终注入奔流的圣克鲁斯河。

“用圣克鲁斯河发电，实现能源自给自足”是萦绕在阿根廷人心头半个多世纪的梦想。如今，在莫雷诺冰川下游100多公里的地方，中国能建葛洲坝集团吉赛水电站项目（以下简称“吉赛水电站项目”），正在把阿根廷人的这一梦想变成现实。

“吉赛水电站项目由两个电站组成，分别是总统坝和省长坝。目前，总统坝已进入正式基坑开挖环节，下半年进入混凝土施工阶段；省长坝在进行混凝土浇筑的冲刺，为明年10月顺利截流做准备。”吉赛水电站省长坝施工管理部主任钟飞宏介绍，“我在项目上的这5年，可以说是一个用细节克服困难、用真诚交换信任的过程。”

说起困难，首先就是当地的大风、低温天气。

项目组曾有成员做过一个粗略统计：一年中有110天，施工现场都在刮大风，有时风速甚至会超过100公里每小时，稍不注意，施工人员就会遭到裹挟着灰尘沙砾的大风“袭击”。长达两三个月的“冬休期”更是让人无奈，钟飞宏说，“施工场地天寒地冻，无法进行大面积现场施工，我们只能在室内做些模板、钢筋加工之类的基本工作。”

为了“抢”出项目进度，能施工的时间就显得格外宝贵。“因此，哪怕场地刮大风的时候，我们也会戴着护目镜到现场去。在这种环境下施工，确保安全的每个细节都至关重要。”钟飞宏说。

特殊的自然环境带来的挑战远不止这些。由于施工现场距阿根廷重要水源莫雷诺冰川非常近，如何在推进吉赛水电站项目建设的同时，不破坏流域生态环境，成了对项目团队的重要考验。他们的解决方案突出了一个“细”字。

为保证在圣克鲁斯河中洄游的鱼群能正常繁衍，项目团队进行了详细的水情分析和环境评估，根据水流方向和速度，为鱼群设计了专门的鱼道；为保证水库下游人类的正常活动和动植物的舒适栖息，他们精细优化了生态放水底孔的截面尺寸，充分考虑水位和水流的变动，相应改变了施工方案。

在项目推进的过程中，中国工程团队精益求精的态度，不只成功应对了自然环境的挑战，也改变了当地人的基建观念。

由于阿根廷已有几十年没有大型水电站项目，高水平劳动力资源短缺，当地人认为是否使用最好的设备是施工效果的决定性因素，对实操技术并不重视，“最开始在现场施工时，甚至会出现在一个仓位里几个工人干，一群工人看的情况。”

为了解决这些问题，吉赛水电站项目“理论实践、双管齐下”，利用一切机会提高当地工人的实操水平。

吉赛水电站项目专门从国内引进了8名经验丰富的班组长，请他们在现场进行指导操作和培训，将本领和技能传授给当地工人。钟飞宏说，“不管是混凝土钢筋模板的备仓，还是混凝土浇筑振捣，一切技术要点和细节他们都手把手教授。”

当刮大风或下雨时，施工现场的休息室就成了理论培训教室，中国建设者会把保温建模和冲毛养护等技术要点，巨细靡遗地向当地工人进行详细讲解。渐渐地，当地人“设备决定工程建设质量”的观念被扭转，依靠精细化管理、有效资源调配和施工细节把控的“中国方案”广受认可。

据悉，吉赛水电站建成后，年均发电量可达49.5亿千瓦时，预计可满足150万阿根廷家庭的日常用电，每年为阿根廷节省近11

图①：2021年7月28日，安哥拉“柴光互补”项目奎托电站升压站调试后，中方建设者为当地工作人员培训。

史占飞摄

图②：安哥拉“柴光互补”项目桑扎蓬博电站。

史占飞摄

图③：阿根廷吉赛水电站项目上，阿根廷员工在交流。

刘芋彤摄

图④：位于巴塔哥尼亚高原上的阿根廷吉赛水电站项目营地。

唐进摄



②



①



③



④

亿美元的油气进口开支，甚至可以实现对巴西、巴拉圭等邻国的电力出口。

“新石头”小镇的“驭风师”—— “不仅建起了风电场，更架起了中哈两国人民的‘连心桥’”

从空中俯瞰，40座超过30层楼高的风车，挥舞着巨大扇叶，如同手擎宝剑的巨人，日夜与风沙搏斗，将不竭电力送往千家万户，为哈萨克斯坦南部城市——札纳塔斯增添了生机和活力。

据联合国开发计划署估算，哈萨克斯坦风力发电的潜能高达每年9200亿千瓦时。在共建“一带一路”倡议与哈萨克斯坦“光明之路”新经济政策对接框架下，2019年，国家电投集团来到札纳塔斯，与哈萨克斯坦的朋友一道，投资建设札纳塔斯100兆瓦风电项目（以下简称“札纳塔斯风电项目”）。

“札纳塔斯拥有丰富的风能资源，90米高度年平均风速为每秒8.36米，但这风有时像草原上的‘野马’，性情不定，难以驯服。”现任项目总工程师张亮告诉笔者，“我们同事之间常开玩笑说，自己就像驯服札纳塔斯风能‘野马’的‘驭风师’。”

2019年1月，彼时33岁的张亮怀着为

“一带一路”清洁能源合作奉献力量的一腔热血来到哈萨克斯坦。但在看到项目现场第一眼时，这位年轻工程师的心却凉了半截——放眼望去，一望无际的戈壁滩上白雪皑皑，寸草不生。除了不时呼啸而过的大风、遍地冻土和碎石之外，便再无他物。

“真是‘地如其名’！”张亮解释说，札纳塔斯在哈萨克语中就是“新石头”的意思。“这里地广人稀，全年有长达五六个月的冻土期。每年冬季，风电项目的施工作业面常常被大雪覆盖，往往清理后还来不及施工，就再次被盖满白雪。”

这就意味着，项目每年在室外的施工时间仅有六七月，这对保障项目建设进度来说，是一个不小的难题。

再重的担子也要挑，再不好啃的骨头也要啃。为了高质量推进项目建设，札纳塔斯风电项目采取中方团队牵头、当地建设队伍配合的方案，多个工作面同步施工。风机基础浇筑、风机吊装、升压站设备安装调试等风险高、难度大的关键环节，主要由中国建设者负责。

为保障风电项目的后续安全运行，也为了给当地创造新就业机会，项目部提前半年在当地招聘工人，并通过中哈员工“结对子”的培训方式，培养出一批熟练掌握设备操作与维护技巧的哈方学员。“这些哈方学员的工作表现都很不错，截至目前，未发生一起因人为操作失误引发的安全事故和电量损

失。”张亮说。

中国建设者为札纳塔斯风电项目付出的大量心血，都被哈萨克斯坦当地同事看在眼里、记在心里，这极大鼓舞了他们的建设热情。

由于札纳塔斯风电项目首次采用亚投行与跨国银行组合融资的方式，没有经验可循，融资阶段常常遇到意料外的困难。为此，项目计财部的哈方员工阿丽娜每天都要收集各类文件、整理翻译众多协议，经常加班到深夜。张亮说：“有次我和阿丽娜聊天，问她融资工作压力大不大。阿丽娜说虽然工作压力很大，但是她会坚持，‘因为周围的中国同事也都在坚持，而且他们常常帮助我，对我很有耐心’。”

还有一位哈方员工也给张亮留下了深刻印象，他的名字叫马康。2020年5月，项目进入首次并网的最后冲刺阶段，但受新冠疫情影响，工程进度被迫延缓。为了按时并网，许多哈方员工都放弃了回家，整日留守在项目现场，一边落实疫情防控要求，一边逐项完成并网前的各项节点任务。张亮回忆道：“马康从2020年3月起，一直和我一起跑项目、协调并网事宜。7个月连轴转，没有一天休息。”

2020年9月，札纳塔斯风电项目首次并网当天，马康握着张亮的手激动地说：“我一度以为项目按时并网是不可能的了，没想到中国朋友如此拼搏，你们完成了一个奇迹！”

尽管时隔很久，这一幕仍深深烙印在张亮脑海里。“札纳塔斯风电项目，不仅建起了风电场，更架起了中哈两国人民的‘连心桥’。”张亮感慨地说。

自札纳塔斯风电项目投产至2022年底，项目发电量已达7.5亿千瓦时。与同容量燃煤电厂相比，相当于节约标煤25.5万吨，减少二氧化碳排放约67.3万吨。

非洲大陆上的“捕光人”—— “将光明的‘种子’洒满安哥拉的草原、高山和沙漠”

当吉赛水电站项目和札纳塔斯风电项目的同伴在与大风、低温斗争时，东方电气安哥拉“柴光互补”项目的中国“捕光人”，正在非洲西南部安哥拉的湿热天气下挥汗如雨。

安哥拉拥有丰富的太阳能资源，因此当地政府一直有意发展分布式光伏发电。但由于平均人口密度较大、电网覆盖率较低，光伏发电无法满足稳定的大规模用电需求。在东方电气集团国际工程有限公司承建的“柴光互补”项目中，这一难题得到了有效解决。

据介绍，安哥拉“柴光互补”项目将柴油机发电与光伏发电相结合，共包括8座柴油光互补电站和3座柴油电站；在偏远乡村，土地和阳光资源丰富，采用光伏发电和柴油发电互补的混合动力发电技术，技术运维成本低、碳排放量小；在人口集中的主要城市，采用低排放的柴油发电技术，柴油机组安装快、占地小，保证了主要城市24小时的稳定电力供给。2021年11月底，项目中的所有电站均获取最终移交证书。

项目的成功，离不开建设者们夜以继日的埋头苦干。作为11个电站中最先开工的定捷电站与伯利兹电站的现场经理，刘定邦每天总是“飞奔在路上”。

定捷电站和伯利兹电站都位于安哥拉的“飞地”卡宾达。所谓“飞地”，就是地理上与本土分割的区域。由于距离国家本土有一定距离，“飞地”时常面临物资短缺的窘境。

因此，刘定邦将“做好物资运输规划、随时应对突发物资需求”作为工作的第一要务。他和团队常常需要跑遍大街小巷，找遍每个市场，才能买到应对现场突发情况的配件、材料。“我们曾开车奔波了整整两天，只为买到柴油发电机蓄电池需要的酸液。”刘定邦说。工欲善其事，必先利其器。项目若想顺利进行，物资保障十分重要，设备调试同样关键。

2021年，奎托电站升压站调试在即，但受到新冠疫情影响，位于江苏南京的继电保护设备厂家无法派人前往安哥拉调试设备。负责项目综合管理工作的史占飞主动请缨，决定利用回国休假机会，自行前往厂家接受相关培训。

“白天，我紧盯现场教学，遇到不懂的就向设备厂家安排的指导人员咨询；晚上，我就自己上网查听不懂的概念，或是给设计院打电话请教。”最终，史占飞成功将继电保护设备调试技术带回了安哥拉，确保了奎托电站升压站调试圆满完成。“即便再难，也要将光明的‘种子’洒满安哥拉的草原、高山和沙漠，这是我们来到这里的使命。”

“柴光互补”项目不仅照亮了安哥拉的土地，也照亮了安哥拉人民更美好的未来。

欧莉安娜就住在定捷电站附近，电站建成前，她必须穿过一大片森林，才能去河里打水，不但路途遥远，还时常遇到毒蛇。“自从定捷电站投入运行后，我们一大早就可以从电站打到经过净化的深井水，再也不用喝有寄生虫的雨水、河水了。”欧莉安娜高兴地说。

除改善居民生活状况外，“柴光互补”项目还为当地居民创造了新就业机会。奎托电站的中葡翻译劳林达，过去只能在安哥拉首都罗安达找到相关工作，自从电站建成后，他就回到了家乡。“我在这段工作中学习到很多与电气及电站运维相关的知识。如今，我不仅能继续为电站运维服务，也有机会更好地照顾家人，我感到非常幸福！”劳林达表示。

安哥拉能源和水利部部长博尔赫斯所说：“安哥拉‘柴光互补’项目是中安友好合作的一个缩影，未来希望与中国携手前行，参与共建‘一带一路’，加强两国合作，实现共同发展。”