

守护源头灯火 绘就幸福长卷

——国网青海电力以绿电赋能三江源振兴纪实

■许小萍 王宏霞

2016年8月22日,习近平总书记来到青海海西长江源村考察生态移民、民族团结和基层党建工作。

十年弹指间。从沱沱河畔的128户游牧帐篷,到格尔木南郊223户609人的电气化新村,国网青海省电力公司以电网迭代支撑民生改善,以党建服务连接千家万户,让这座生态移民村实现了从“通上电”到“用好电”的跨越,铺展出一条生态保护、安居兴业协同共进的振兴之路。

■生态移民安居 绿电托起新生活

走进长江源村,红柳白杨环绕着成片藏式民居,酥油、糌粑的香气在晨光里缓缓飘散。国网青海电力三江源(海西格尔木)共产党员服务队队员石廷波、马玉芳背着工具包走村入户,排查用电隐患、宣讲安全常识,这是他们已经坚持多年的习惯。

村民扎西才仁和妻子是村级生态管护员,常年往返沱沱河草场巡护,进山一待便是三四天。十年前村里刚通电时,家家户户电器寥寥,生活处处受电力制约。如今,夫妻俩巡护归来,回家就能洗上热水澡,洗衣机、电热水壶、电灶等家电设备随用随开。“从前鲜肉只能风干储存,做饭靠牛粪灶烟熏火燎,现在全靠电,日子省心又舒服。”扎西才仁的妻子

打开冰箱,满满一柜肉制品映出路实富足的生活。

稳定的电力不仅让牧民家庭生活焕然一新,也为村庄产业转型铺平了道路。依托青甘大环线旅游资源,长江源村一手守住“生态饭碗”,一手捧起“旅游金碗”。村旁六子湖水质澄澈,被当地人称作高原“小三亚”,2023年六子湖生态文化教育基地建成投运,一年四季各具景致。湖畔森珠黑帐篷以牦牛毛手工编织而成,古朴外形之下,灯光、音响、电热茶饮设备一应俱全,依靠稳定电力承载藏式民俗展示、手作体验、特色藏餐接待,成为游客感知藏族文化的窗口。

夜幕降临,“长江牧歌”野奢营地灯火连片,锅庄舞、星空露营、电音活动吸引大批游客。每年七八月文旅旺季,全村餐饮住宿月用电量突破100万千瓦时,夜间核心区用电负荷可达日间3倍。针对旅游高峰用电压力,国网格尔木市供电公司组建3支党员保电小分队,常态化开展台区配电箱、环网柜巡检,高峰时段实时测温、动态监测负荷等,全天候保障化解文旅高峰重负荷运行风险。

电力稳稳托底安居、生态、文旅多维度发展。如今的长江源村配套完善,学校、敬老院、卫生院一应俱全,稳定电力让群众安居,也让501万亩禁牧草场得以休养生息,沱沱河地表水水质常年保持优良。2024年,唐古拉山镇85.25%区域划入生态保护红线。



长江源村一角。许小萍/摄

■电网迭代强基 党建联建暖民心

长江源村十年幸福变迁,背后是电网的迭代升级相伴,以及党建引领下全覆盖、零距离的电力便民服务。

2004年,128户牧民从沱沱河集体搬迁至格尔木南郊,国网海西供电公司第一时间配套投运200千伏农配电变压器,覆盖解决全村用电问题,彻底终结当地牧民无电游牧的历史。2016年,该公司投入314.31万元实施全村配电设施改造升级,新建10千伏及以下线路5410米,新立电杆73基,大幅提升基础供电能力。

随着乡村旅游、民族手工业、直播电商快速兴起,村内用电负荷持续攀升。2023年,国网海西供电公司再度推进实施农网巩固提升工程,将村内主干道架空线缆全部入地,主配变容量扩容至630千伏安,将长江源村主供电线路10千伏明八路与周边10千伏白九路采取两两加装联络开关的方式,使它们形成“手拉手”供电模式,实现“一条线路故障、另一条线路补供”,一举兼顾供电可靠性与乡村美观度。

一组数据直观呈现十年巨变:全村户均供电容量从2千瓦提升至5千瓦,月均用电量从不足100千瓦时增长至500千瓦时。原村党支部书记更尕南杰深有感触:“刚搬下来那会儿,全村总用电量微乎其微,现在家家户户配齐家用电器,用电需求翻了好几番。”

走进更尕南杰家中,85英寸智能电视循环播放高原生态纪录片,厨房电动酥油

机匀速运转,电磁炉上牦牛肉汤锅咕嘟作响。“从前手工打酥油要耗费一整天时间,现在机器十几分钟就能完成,省下的时间我们可以多进山巡护草场。”电气化设备解放劳动力,让生态管护与居家生活两不误,这是全村223户牧民的共同生活之变。

硬件持续升级,党建便民服务同步跟进落地。2024年,国网格尔木市供电公司党支部与长江源村党支部结成共建对子,落地“村网共建”便民服务点,把报装、抢修、能效指导服务设在村民家门口,彻底解决群众往返城区办电难题。

石廷波、马玉芳所在的共产党员服务队,是扎根村里的电力先锋力量。他们定期驻点办公,针对村里的民宿、手作合作社、村集体冷库等推行党员分片包户、经营主体“一户一案”专属服务。

■电力赋能产业 多元增收路更宽

稳定可靠的电力供给,为长江源村培育特色产业、壮大集体经济筑牢根基。岗巴布民族手工艺品加工专业合作社,便是电力赋能乡村产业的亮眼样板。

合作社负责人三木吉是本科首批走出大山的大学生,2015年返乡创业成立合作社,带动留守妇女制作藏毯、藏式手工艺品。十年间,合作社从最初3人小作坊,成长为拥有13项非遗项目、辐射带动周边3000余名农牧民增收的省级劳务品牌。

“最近线上订单不断,单毯毯每月都能卖出十几件,缝绗机、补光灯、直播设备

全天运转,供电一点没掉链子。”车间内,三木吉正忙着筹备线上直播带货,石廷波蹲在一旁仔细检测电表、线路负荷,确认无隐患后,才收好工具离开。

手工艺之外,畜产品精深加工同样离不开可靠的电力支撑。距离合作社不远的村集体冷库,当下正在实施扩容升级。2023年,村里投入100万元建成这座集牛羊肉加工车间与仓储一体的冷库,全套低温制冷、分割包装设备高度依赖持续稳定供电,电网扩容改造为畜产品精深加工、外销增收提供核心支撑。

“村里在打造‘唐古拉牦牛’‘唐古拉藏羊’国家地理标志绿色农产品品牌。后续,产品将分品类销往江苏、浙江、西藏等地。”村民闹布才仁对未来充满了期待。

电力赋能多元产业,带来实实在在的增收。至2023年,长江源村村集体经济收益已突破百万元,村民人均可支配收入达到3.67万元。世代逐水草迁徙的游牧生活彻底远去,电气化新居、特色文旅、非遗加工、冷链仓储构建起稳定增收体系,长江源村群众的发展脚步愈发从容。

从沱沱河畔的游牧帐篷,到电气化新居里的烟火日常。从牛粪灶的烟熏火燎,到电灶上咕嘟作响的牦牛肉汤锅——长江源村的十年蝶变,是“人民电业为人民”最生动的注脚。

立足新起点,国网青海电力将持续加强高原电网、优化便民服务,以更充足的绿色电能守护三江源生态底色,助力长江源村在乡村振兴的道路上走得更稳、更远。



国网青海电力三江源(海西格尔木)共产党员服务队队员在长江源村岗巴布合作社了解用电情况,并开展安全用电隐患检查。许小萍/摄

14平方米的集装箱,装下一座制氢工厂

——国网浙江电力实现绿氢制造轻量化改造

■徐梓沐 江航

在慈溪滨海经济开发区一角,屋顶光伏、园区风机、纵横管道,还有厂房车间和高压气罐,构成氢电耦合直流微网示范工程,利用富余的可再生能源电力电解水生产绿氢储存,在电力需求高峰时通过燃料电池将氢能转化回电能,助力电网削峰填谷。

相邻的慈溪美纳工业园,没有管道和厂房,只有一个5.7米长、2.3米宽、2.3米高的集装箱,连接电缆就能完成示范工程的所有功能。

过去,要让氢在电、热等不同能量形式间转化,往往需要上千亩建设用地。如今,依托国网浙江电力研制的紧凑型可再生能源电热氢联产系统,这些功能被“打包”进占地不足14平方米的“绿氢魔盒”里。技术的迭代,不只缩小了设备体积,更让绿氢向大规模产业化应用迈进了一大步。

■东部绿氢制产新解法

氢能能量密度较高,热值是同质量焦炭、汽油等化石燃料的3—4倍,燃烧后只产生水。使用风能、太阳能等可再生能源电解水生产绿氢,可以实现从生产到使用全生命周期的零碳排放。

然而,受自然禀赋影响,我国超过97%的绿氢产能集中在西北地区风光资源富集地区,但化工、钢铁、港口物流等稳定用氢需求,更多集中在东部沿海。供需错位造成的成本高企,叠加电解水制氢能源转化效率偏低,严重制约了我国绿氢产业的发展。

对于这一难题,浙江已经开始了探索,核心思路是发展分布式绿氢,在新能源和用能负荷附近完成制氢、储氢和利用,尽量缩短能源转换与运输链条。

思路落地,有现实基础。浙江约6400万千瓦分布式光伏装机中,近八成分布在工厂和居民屋顶,出力波动明显,对就地消纳和电网调节能力提出了更高要求。同时,浙江省内工业园区、港口物流、化工企业和数据中心密集,对电、热、氢等多种能源综合利用存在潜在需求。分散的绿电与集中的产业负荷,为分布式绿氢提供了天然场景。

“十四五”时期,国网浙江电力在宁波慈溪、杭州钱塘、台州大陈岛和丽水缙云布局4项氢能示范工程,前两项用于工业园区,后两项用于海岛和乡村生活场景。

其中,宁波慈溪氢电耦合直流微网示范工程规模最大,功能最为完整。这一工程于2023年投运,形成“新能源发电—电解水制氢—高压储氢—燃料电池发电—电网消纳”的完整闭环。投运以来,累计消纳富余绿电超千万千瓦时,产出绿氢超180万标方,同步供应园区氢能车辆与电网调峰。

但问题也很明显。四项示范均为“一个场景、一套设计、一套施工”的定制化模式,建设周期长、占地大。慈溪工程达1.26万余平方米,大陈岛工程也有约2700平方米。

城市、园区寸土寸金,土地和通电、通路、通水等基础设施建设成本高,行政审批环节多,定制工程难以适应东部地区“见缝插针”式的能源改造需求。要让绿氢进入更多用能场景,必须从需要复杂施工的“工程”,变成标准化、可复制的工业“产品”。

■从“工程”到“产品”

2023年,国网浙江电力启动了“紧凑型可再生能源电热氢联产系统模块关键技术”研究,开始探索绿氢系统的轻量化和产品化。今年1月,首个“绿氢魔盒”在美纳工业园投运。

“紧凑型可再生能源电热氢联产系统”

课题负责人、国网浙江电科院刘敏介绍,“绿氢魔盒”不是把原有设备按比例缩小,而是一次系统重构。这个过程中,研发团队同时解开了三道难题:小巧、经济、安全。

第一道题是“小巧”。研发团队打破传统制氢设备的平面布局,将绿氢系统划分为新能源接入、电解水制氢、燃料电池发电、氢能储存四大模块,立体叠放。优化水制氢电解槽的电解小室结构,同时,在气液分离环节采用卧式离心分离结构替代重力沉降,将制氢模块压缩到14.31立方米,较杭州钱塘示范工程同类型制氢模块的体积缩减超90%,气液分离效率较传统方式提升至99.995%,液位恢复时间缩短至原来的40%。

体积压缩了,“绿氢魔盒”的整体能量转换效率并没有打折,反而有所提升。研发团队优化“新能源发电—储电—电制氢—氢发电—并网”电力电子转换链路,并采用自研多端口变换器,减少多级电能变换损耗。这条电力电子转换链路的能量变换效率达到98.5%以上。这意味着,每100度绿电通过变换端口,损耗不到1.5度,达到国际领先水平。

第二道题是“经济”。在新能源场景中,响应更快的质子交换膜电解槽更容易匹配风光出力变化,因此成为行业的普遍选择,但其所用膜材和贵金属催化剂成本较高。相比之下,碱性电解水技术成本更低、寿命更长,更适合规模化应用。

为补上碱性电解水的短板,研发团队引入人工智能算法,打造氢电耦合能量系统,结合气象数据,提前一天预测光伏发电量并制定次日制氢计划。运行当天,再根据实际天气进行分钟级修正,为电解槽预留足够的响应时间。这种提前预判、实时调整的模式,让碱性电解水可适配19.8%至152%的新能源功率波动。

第三道题是“安全”。氢气易扩散、易

燃,在人员密集场景中,安全是不可逾越的红线。传统高压气态储氢一旦发生泄漏,氢气可能在密闭空间聚集,存在爆炸风险。研发团队采用锰系固态金属储氢技术,让氢原子在接近常压的环境下进入金属晶格,像被“锁”进材料内部,通过化学吸附实现稳定存储,从源头降低气体泄漏、聚集风险。固态储氢模块的成本比高压气态储氢模块高约20%,但该模块只占总成本的3%至4%,对整体经济性的影响有限。

此外,箱体内还布置了20个高精度监测探头,搭配自主研发的氢微泄漏预警与定位技术。一旦出现异常,“绿氢魔盒”可在56毫秒内启动保护,反应速度比一次眨眼还快。

解答三项难题后,“绿氢魔盒”还跨越了从工程到产品的最后一道门槛——标准化。

研发团队将电力、氢气、热水和控制信号等物质流、信息流接口,设计成标准化、抽屉式模块。统一接口就像统一规格的插座,可以打通不同设备厂商之间的壁垒。用户可根据需要选配功能“套餐”,灵活接入光伏、风电、储能、加氢管网和供热管网,实现即插即用、快速部署,也便于后续运维、检修和模块升级。

■产业化还需跨过三道坎

产品化不是终点,而是产业化的起点。“绿氢魔盒”要实现规模化推广,还需回答三个问题:什么场景需要它,成本有没有竞争力,产业链能不能支撑。

首先是锁定场景价值。工业园区是分布式绿氢最直接的应用场景,可消纳屋顶光伏就地制氢,为化工、纺织、装备制造等生产环节提供清洁氢气,并回收余热用于工业供热和生活热水。依托设施农业和水产养殖基础,光伏大棚、养殖基地还可利用

余热调温、副产氧增氧,探索富氧水在种植中的应用。在宁波、舟山等沿海地区,绿氢可服务港口重卡、作业机械、船舶和海岛能源供给。面向浙江快速发展的数据中心和算力设施,燃料电池还可承担长时备用供电,并利用余热驱动吸收式制冷,提升能源综合利用效率。随着氢能被纳入浙江“星火计划”重点培育赛道,这些场景的需求窗口正在加速打开。

其次是形成真正有竞争力的成本。慈溪氢电耦合直流微网示范工程投运3年来,市场上相关设备成本与工程建设初期相比降低约25%。随着核心部件国产化、生产规模扩大和供应链成熟,研发团队预计,未来3至5年“绿氢魔盒”的单位造价将有望下降40%以上。商业模式上,可探索“设备租赁+能源服务”模式,由专业运营方承担投资和运维,用户按氢气、热能或综合能源服务付费,把一次性设备投入转化为长期运营支出,降低企业使用新技术的门槛。

最后,是建立能够支撑规模化复制的产业链。目前,“绿氢魔盒”的制氢、储氢、电力电子和燃料电池等核心部件,由中船718所、有研研究院、四方继保、豫氢动力等单位协同提供,已形成产学研用合作雏形。研发团队还参与编制国家、行业和团体标准14项,推动统一接口、安全边界和检测方法。标准越清晰,不同企业设备组合时的沟通和改造成本就越低。

宁波具备进一步完善氢能产业链的基础。当地既有镇海炼化等工业副产氢资源,也有港口物流应用场景,并聚集了一批膜材料、燃料电池、氢能车辆运营等领域企业。未来,“绿氢魔盒”实现量产后可进一步联动本土企业,在电解槽关键材料、储氢装置、燃料电池、电力电子和系统运维等环节形成协同,推动更多核心部件本地化、标准化生产,为分布式绿氢规模化应用铺平道路。