

华能糯扎渡水电站：

## 高山遇峡谷 “智”水而兴时

■本报记者 慕悦



航拍华能糯扎渡水电站。华能糯扎渡水电站/供图

标志工程、精品工程、样板工程、环保工程、廉洁工程，“大妙精智美，多快好省廉”……集五项世界第一、九项中国之最于一身，好个赞誉有加，华能糯扎渡水电站挺立于澜沧江下游云南省普洱市思茅区和澜沧县交界处。全面投产9年来，它排水发电，撑起广东地区电力供应脊梁；它截水为库，为下游拦蓄洪水、涵养水源；它化水为宝，为沿岸带去无尽发展生机。

循山溯水，近日《中国能源报》记者走进糯扎渡水电站，感受我国水利从治水到“智”水的数字建设成果。

## ◆◆ 从“数字大坝”到“智慧电厂”

汽车沿山间公路蜿蜒而行20多公里到达大坝顶端。峡谷两岸峭壁对峙，奔流而下的澜沧江在此突然收窄，大坝巍峨耸立，拦截住滔滔江水，坝底水面上翻腾浪花朵朵——它正在发电。

工作人员告诉记者，该电厂是澜沧江中下游河段梯级规划“两库八级”的第五级电站，“西电东送”“云电外送”的骨干电源点，是云南省规模、单项投资最大的项目，也是华能集团最大的水电站，还是云南省培育以水电为主的电力支柱产业、建设全国水电能源基地的重要工程。

糯扎渡是拉祜族语言，汉语意思是“英雄过江的地方”，可见此处水流之湍急、地势之险峻。狭窄的河谷和巨大的落差为建造水电枢纽创造了绝佳条件，也带来了前所未有的挑战。

“我们现在看到的大坝是261.5米级高心墙堆石坝，它不仅是亚洲第一、世界第三高堆石坝，也是华能集团开发建设的首座300米级心墙堆石坝。”糯扎渡水电站副厂长张岗介绍说，“我们的‘数字大坝’为世界首创，全过程、全时段自动监控心墙堆石坝施工进展，攻克了300米级心墙堆石坝筑坝难题，实现了中国堆石坝筑坝技术国际领先。”

回到电厂中控室，令人惊奇的是，这里空无一人，只有大屏幕上运行数字跳动。时间回到2020年9月6日9时6分。在安全运行2935天后，糯扎渡水电站打破传统运行管理模式，进入“无人值班”管理模式。“‘无人值班’模式是现代化巨型水电站值班方式变革和发展的高级阶段，不是简单地将运行人员从中控室撤出，而是涉及电厂人员素质、思想观念及电厂机组设备自动化水平、应急处置能力及运行管理机制等方面调整的复杂系统工程，是创建国际一流水电站、打造智慧电厂的必由之路。”张岗表示。

7月1日，全国首个流域级大坝智能在线监控平台在华能澜沧江水电有限公司

建成投运，标志着我国流域梯级大坝安全智能在线监控关键技术取得重大突破。

大坝智能在线监控平台是掌握大坝运行工况的“千里眼”，可以对大坝安全状态进行精准监控并作出实时评价，确保大坝的安全性和可靠性。同时，该平台采用数据统一存储、应用集中部署、业务上下协同、功能共享开放的智能管控模式，实现流域梯级大坝安全“一网管控”和大坝信息“一屏尽览”，开创了大型流域梯级大坝安全运维管控新模式。

目前，该平台已接入包括糯扎渡水电站在内的华能澜沧江水电股份有限公司14座已建成的大中型水电站，具备后续投产电站快速接入能力，为水电行业同类型系统建设提供了范本，对提升我国水电站大坝安全数字化和智能化管理水平具有重要意义。

水电站巡视工作是保障电站机电设备安全运行的重要措施，“智能大坝”转型的背后，凝聚着水电人在关键技术领域的匠造情愫。

随着新能源产业的发展，能源电力行业逐步从大机组、大电网向电网管理智能化转型。2021年，华能集团和华能澜沧江水电股份有限公司提出以糯扎渡水电站和小湾电厂为依托，统筹整合电厂现有系统信息资源，充分分析生产管理业务需求，拓展

智慧化功能及应用，建成智慧水电站示范工程。

在水电领域，防、监、维、控一直是电站关注的重点，周界防护无高效手段、无法预测设备运行状态、巡检困难、费用极高、无精准无人控制手段等是持续困扰水电站高质量发展的难点。“智能大坝”以虚拟大坝的构建为核心，主要功能是以采集、展示、分析为主，以控制为辅。糯扎渡水电站总结出数字化转型四个关键点：全方位智能化安全防护体系、全覆盖自动化实时监测手段、多维度智慧化巡检体系、高精度人员违章行为实时监控告警。

2022年，糯扎渡水电站携手中国移动云南公司、中兴通讯等企业，联合运作糯扎渡5G智慧水电站项目，采用“1+1+4+N”的综合解决方案，即“1个云网底座、1个平台、4个锚点、N个应用”，落地5G专网赋能智慧水电站建设，使水电站链接的通畅性得到质变。

## ◆◆ 数智融合 “碳”路先行

“具体而言，云网底座以2.6G+700M多频段组网为基础，可满足不同场景的5G网络需求，以双域隔离分流为保障实现生产网及公网的物理隔离，以MEC下沉为途径提供高效算力支撑；平台以云集成方式，实现视频、AI、3D渲染、IOT等多类子平台集中管控，满足信息处理及大数据模型搭建等需求；锚点以边界防护、运行监测、运营维护、设备远控为方向，解决‘防’‘监’‘维’‘控’四大关键痛点；应用以优化作业流程为目标，支撑电厂传统业务场景的数智化转型。”张岗解释道，“基于5G的可视化安防管控，覆盖了空域、水域和陆域防护；通过基于5G的AI机器视觉识别，实现了AI设备温度测量、AI设备信息监测和AI环境信息监测；通过基于5G的无人巡检，结合了室内机器人巡检和无人机巡检；通过基于5G的水电运维智能单兵设备，配置了安全管理、人员定位、智能安全帽和移动布控球等设备。”

“这个机器人帮了我们大忙！”糯扎渡水电站生技部副主任徐剑解释道，通过5G通信和智能设备数据采集技术，巡检机器人可以及时将各个监控点采集的表计读数、设备工作温度的异常情况传输到电厂中控室智能监控系统，运维人员可以快速获取全厂设备的实时运行状态信息，仅需安排少量人员到现场巡视。系统能够自动生成巡检报告，对异常设备及时发出报警信号，提高异常情况的发现效率。

水电站巡视工作是保障电站机电设备安全运行的重要措施，“智能大坝”转型的背后，凝聚着水电人在关键技术领域的匠造情愫。

随着新能源产业的发展，能源电力行业逐步从大机组、大电网向电网管理智能化转型。2021年，华能集团和华能澜沧江水电股份有限公司提出以糯扎渡水电站和小湾电厂为依托，统筹整合电厂现有系统信息资源，充分分析生产管理业务需求，拓展

智慧化功能及应用，建成智慧水电站示范工程。

目前，糯扎渡水电站5G专网已成功应用于电厂智能巡检、智慧安防及智慧水库系统。

“原来，电厂500kV系统、发电机组及

辅助设备每月按规定需安排人工例行巡检420人次，维护抄表、测温工作每月需安排出工16人次，对外围线路检查还要携带红外热像仪、望远镜、使用交通车等工具。”徐剑说，“基于5G的智能巡检系统建设加快了电厂运维模式由传统的现场巡检向自动化、智能化、远程方式转变，降低了人员劳动强度、节约了运维成本。”

基于5G的智慧安防系统建设减少了投入，提升了效率，让安防工作变得更加便捷。基于5G的智慧水库系统建设将水库运维管理工作流程表单化、表单信息化；增加了工作辅助手段，可以对人工难以巡查的部位开展巡检；提升了应急指挥效率，可以实现紧急情况下的智慧预警及应急处置。

据了解，糯扎渡水电站5G专网建设项目建设至今，已成功入围国家能源局“2022年度能源领域5G应用典型案例”、工信部“2022年工业互联网平台创新领航应用案例”、华北电力大学“2022年度智慧电厂典型案例”3个典型案例清单，并被纳入国家能源局、工信部联合印发的《2022年度能源领域5G应用典型案例汇编》。

高山峡谷汇百川，澜沧江上树丰碑。糯扎渡水电站共安装9台单机容量65万千瓦机组，保证出力240.6万千瓦，多年平均发电量239.12亿千瓦时，相当于每年为国家节约标准煤956万吨，减排二氧化碳1877万吨。截至8月5日，该电厂已实现连续安全生产运行4000天，创下机组长周期安全稳定运行新纪录。

“通过建设智慧电厂，一方面，巡检效率大幅提升，每条线路的巡检时间缩短至20-35分钟，巡检模式由传统的现场巡检向自动化、智能化、远程方式转变，实现了降本增效、提高了作业精度。”张岗指出，“另一方面，电厂以5G技术为数字底座，加快新基建与传统基建的融合，推动水电行业传统工作模式向新技术、新模式、新业态发展，持续提升澜沧江流域水电站管理水平 and 生产效能，实现全生产流程数字化赋能；未来，我们将建立5G智能水电站标准体系，成为国内5G全域水电标杆和云南省内首个5G智能水电站，规范水电领域5G融合应用落地方案，促进水电站全流程智能化转型，引领行业发展。”

“原来，电厂500kV系统、发电机组及

辅助设备每月按规定需安排人工例行巡检420人次，维护抄表、测温工作每月需安排出工16人次，对外围线路检查还要携带红外热像仪、望远镜、使用交通车等工具。”徐剑说，“基于5G的智能巡检系统建设加快了电厂运维模式由传统的现场巡检向自动化、智能化、远程方式转变，降低了人员劳动强度、节约了运维成本。”

基于5G的智慧安防系统建设减少了投入，提升了效率，让安防工作变得更加便捷。基于5G的智慧水库系统建设将水库运维管理工作流程表单化、表单信息化；增加了工作辅助手段，可以对人工难以巡查的部位开展巡检；提升了应急指挥效率，可以实现紧急情况下的智慧预警及应急处置。

据了解，糯扎渡水电站5G专网建设项目建设至今，已成功入围国家能源局“2022年度能源领域5G应用典型案例”、工信部“2022年工业互联网平台创新领航应用案例”、华北电力大学“2022年度智慧电厂典型案例”3个典型案例清单，并被纳入国家能源局、工信部联合印发的《2022年度能源领域5G应用典型案例汇编》。

高山峡谷汇百川，澜沧江上树丰碑。糯扎渡水电站共安装9台单机容量65万千瓦机组，保证出力240.6万千瓦，多年平均发电量239.12亿千瓦时，相当于每年为国家节约标准煤956万吨，减排二氧化碳1877万吨。截至8月5日，该电厂已实现连续安全生产运行4000天，创下机组长周期安全稳定运行新纪录。

“通过建设智慧电厂，一方面，巡检效率大幅提升，每条线路的巡检时间缩短至20-35分钟，巡检模式由传统的现场巡检向自动化、智能化、远程方式转变，实现了降本增效、提高了作业精度。”张岗指出，“另一方面，电厂以5G技术为数字底座，加快新基建与传统基建的融合，推动水电行业传统工作模式向新技术、新模式、新业态发展，持续提升澜沧江流域水电站管理水平 and 生产效能，实现全生产流程数字化赋能；未来，我们将建立5G智能水电站标准体系，成为国内5G全域水电标杆和云南省内首个5G智能水电站，规范水电领域5G融合应用落地方案，促进水电站全流程智能化转型，引领行业发展。”

推动能源向高效、清洁、多元化发展

