

“万千气象看四川·活力四川行”主题采访活动

一滴水发十八遍电

川西高原『超级充电宝』如何炼成

四月的川西高原，冰雪尚未消融殆尽。在海拔近3000米的甘孜州雅江县两河口，工地上依旧热火朝天，全球在建规模最大、海拔最高的混合式抽水蓄能电站，已进入主厂房混凝土浇筑的关键期。

4月28日，“万千气象看四川”主题采访团走进位于甘孜州的雅砻江流域水风光一体化基地两河口示范区，实地探访这座高原上的“超级充电宝”是如何点亮亿万家庭的灯火。

这个被建设者们称为高原“超级充电宝”的工程，正是雅砻江两河口“水风光储氢算”清洁能源示范区的核心组成部分。100公里外，海拔4400多米的高原上，漫山的光伏板在强烈的阳光下静静运作，它们与高耸的两河口水电站、隧洞里静默运行的算力服务器，共同构建起“水风光储氢算”多能互补的一体化清洁能源系统。

►雅砻江两河口水电站。
受访单位供图



1 两河口抽水蓄能电站厂房建设现场。
陈彦霖摄

1 “超级充电宝”：让光电不再“看天吃饭”

站在两河口抽水蓄能电站的施工现场，巨大的地下厂房已初具规模。这座深埋山体地下约500米、长度近200米的“动力心脏”，未来将安装4台30万千瓦可逆式机组。加上已建成的两河口水电站300万千瓦常规机组，总装机达420万千瓦。

“简单说，抽水蓄能电站就是个巨型充电宝。”国投雅砻江两河口抽水蓄能电站现场总指挥张东明打了个形象的比喻，“电网用电低谷时，我们用富余的新能源电能把水从下水库抽到上水库储存起来；用电高峰时，再放水发电，把势能重新转化为电能。”

这个“超级充电宝”的特别之处在于其混合式设计——它直接利用已建成的两河口水电站水库作为上库，新建牙根一级水电站作为下库。

建设过程充满挑战。上库进/出水口需要在已蓄水的水库中新建，临时岩坎挡水水头达97.5米，创世界纪录。围堰

及岩坎拆除须在一个水位消落期内完成125万立方米的拆除量，施工难度极大。

“我们引入了智能灌浆及监测系统，通过实时数据采集和智能分析，动态监测岩坎稳定状态。”项目负责人介绍。

2028年电站建成后，预计每年可提供清洁电能14亿千瓦时，满足60万户家庭全年用电需求。更重要的是，它可将700万千瓦随机波动的风电和光伏发电“熨平”为稳定可靠的优质电源，破解川西高原风光新能源消纳难题。

而“超级充电宝”要稳定的核心对象之一，在100公里外，海拔4400米的高原上，一片片光伏板在阳光下静静吸收着能量。

据了解，柯拉一期光伏电站装机100万千瓦，与两河口水电站共同构成了“300万千瓦水电+300万千瓦光伏”的世界级水光互补系统。索绒光伏电站（100万千瓦）也已投产，柯拉二期光伏（100万千瓦）正在建设中。

4 从一条江的跨越到能源体系的变革

站在两河口的高处俯瞰，整个清洁能源示范区的布局清晰可见：以两河口水电站为核心，周边布局了牙根一级、牙根二级水电站、两河口抽水蓄能电站、构网型储能、绿电制氢及算电融合项目，以及配套的新能源场站。

“我们正在打造‘水风光储氢算’六位一体的能源系统。”示范区负责人介绍，“水电为基荷，风光为增量，储能为缓冲，‘算力’为中枢，形成‘弹性电源网’。”

这种模式解决了新能源行业的共性难题：光伏、风电的间歇性消纳难题、电网稳定性挑战、跨区域输电压力等。通过“多年调节龙头水库兜底，梯级水电站中短期协同保障，日内抽水蓄能、储能、氢能灵活调节”的三级调节架构，为区域新能源大规模开发提供坚实支撑。

从1998年二滩水电站投产，到2021年两河口水电站发电，再到如今水风光一体化基地全面铺开，雅砻江的开发实现了“从一座电站到一条江”的跨越。

目前，雅砻江流域水风光一体化基地规划总装机7800万千瓦，计划2035年全面建成。截至2025年末，已投产规模2255万千瓦。全面建成后，年均发电量约2000亿千瓦时，可满足1.1亿个家庭的全年用电需求。

两河口示范区的探索，为四川乃至全国的清洁能源发展提供了可复制的经验。面对近几年极端气候，三大水库联合运行圆满完成了四川电力保供任务。2025年，在迎峰度夏及成都世运会期间，雅砻江公司38台水电机组全开，最大调峰1244万千瓦、最大顶峰1888万千瓦，充分彰显了能源保供“压舱石”作用。

展望未来，到2028年，随着两河口抽水蓄能电站、牙根一级水电站投产，加之配套的新能源项目、万卡集群算电项目，两河口将建成“水风光储氢算”能源要素最齐全、调节性能最优异、综合效益最显著的千万千瓦级超大型清洁能源示范区。

华西都市报·封面新闻记者 陈彦霖

2 从“世界之最”到“一滴水发18遍电”

如果说抽水蓄能是面向未来的“充电宝”，那么不远处巍然屹立的雅砻江两河口水电站，则是这片清洁能源矩阵的“定海神针”。

作为我国已建成的第一高土石坝（坝高295米），两河口水电站创造了15项世界之最、7项中国之最。更令人惊叹的是它“一滴水发18遍电”的传奇。

“这可不是夸张。”工程师指着下游方向解释，“从两河口开始，雅砻江下游有锦屏、二滩等11个梯级水电站；汇入金沙江后，下游还有乌东

德、白鹤滩等4座梯级水电站；再汇入长江，下游还有三峡、葛洲坝两座水电站。两河口汛期拦蓄的洪水，枯水期放水发电，这些水可以惠及下游所有18座水电站。”

这种“超级水库+联合调度”的模式，让两河口的调节能力发挥到极致。电站自身年发电量110亿度，但通过梯级补偿，总效益达到341亿度，是自身发电量的3倍多。

然而，在海拔3000米的高原建设这样的超级工程，挑战超乎想象。这里的含氧量

仅为低海拔地区的69%，人员和设备都面临“喘不上气”的困难。季节性冻土更是大坝心墙质量的“头号敌人”——如果受冻产生渗漏通道，将关乎工程成败。

建设者们创新攻坚，首创高寒高海拔地区大坝心墙土料冻融防控理论及冬季连续施工成套技术，攻克了300米级特高土石坝安全监测世界难题。更开创性地大规模应用无人驾驶智能碾压机群，推动我国高土石坝填筑进入“无人驾驶”时代。

3 岩洞里的“最强大脑”做到“零碳算力”

在两河口水电站的施工隧洞深处，另一个“黑科技”项目正在悄然运行——全国首个高海拔岩洞式算力舱智算中心。

6个标准化算力舱整齐分布，2000张国产算力芯片高效运转，峰值算力达每秒60亿亿次浮点运算，相当于2.4亿台普通电脑的算力总和。

“选择隧洞是经过深思熟

虑的。”项目技术人员介绍，“这里地质稳定、抗震设防烈度8度，安全可靠；洞内天然恒温恒湿，形成天然绿色机房，PUE值控制在1.2以下，达到国内领先水平。”

更重要的是，算力中心依托两河口及周边丰富的清洁能源，形成“水风光氢储+算力”多能互补体系，实现全年

100%绿电供电，真正做到了“零碳算力”。

这个“最强大脑”正在服务多个重大科研项目。中国科学院依托其算力服务“高海拔宇宙线观测站（LHAASO）”，突破粒子物理数据分析瓶颈。同时，它还还为高校科研、地方政府数字城市建设提供算力支撑。

