

科技赋能企业高质量发展

——华能澜沧江公司科技创新发展综述

通讯员 白苹 本报记者 王永刚

秉持信念 坚守科技创新

——世界首创、中国原创水
力式升船机诞生的故事

两岸青山相望，一条江水绵长。在中国西南，一座座巨坝屹立在澜沧江最湍急之处。一边是被簇拥的江水，形成宽阔的“平湖”，水色透绿，如同一块无瑕的翡翠，朝着视线最远处延伸。大坝的另一边，则是百米高的“悬崖”，江水从高处落下，形成了声势浩大的瀑布。水流冲击，腾起的水雾飘上云端，逐渐隐没在山谷的青翠里。

20年筑就大国重器。澜沧江上的一座座水电站，从建设到完工，走过了崎岖坎坷而又波澜壮阔的历

程，开创着世界水电开发的典范。乘着改革开放的东风，20年来，华能澜沧江公司实现高速发展，在千里澜沧江上劈波斩浪、筑起座座大坝，保持了“运营一批、建设一批、储备一批”的发展态势，全面形成了“跨流域、走出去、大中小并举、国内外协同”的发展格局。截至目前，公司总装机容量达到2318.38万千瓦，资产规模突破1600亿元，累计发电量突破6500亿千

瓦时，从“云电外送”到“西电东送”，源源不断的绿色能源翻越重山，一路引领水电绿色发展，为区域经济发展和国家能源战略实施保驾护航。华能澜沧江公司已经成为华能集团公司转型升级的排头兵，发展清洁能源的主力军，云南省最大的电力企业和澜沧江—湄公河次区域最大的电力运营商。

“小曹啊，不好意思这么晚打扰你休息，升船机原同步轴系统间隙接近12厘米，请你查一下原型监测资料，核实一下这个数据。”深夜12时，华能澜沧江水电股份有限公司科技管理部的曹学兴电话响了，电话那头是马洪琪院士熟悉的声音。

再过几天，就是景洪水力式升船机科技成果申报国家技术发明奖答辩的时间了，已是深夜，70多岁的马洪琪还在为这次的答辩精心准备着。曹学兴清楚地知道，这一次仅仅只有10分钟的答辩，对于澜沧江公司、马洪琪以及整个升船机科研团队意味着什么。

10分钟的答辩，承载的是超过10年的过往。

2004年，位于云南省西双版纳傣族自治州的景洪水电站开工建设，这里是《中老缅泰澜沧江—湄公河商船通航协定》中，中国段出口航道上的必经之地。与电站建设配套的升船机是这条航道上尤其关键的通航建筑物，是电站建设的重中之重。

马洪琪提出在电站建设水力式升船机，利用水能实现船只过坝。这一想法，让澜沧江公司陷入了深深的思考：水力式升船机是一项全新的事物，没有先例，也没有工程借鉴。决定了，便就是一条不可预知的艰难开创之路，但也将是一条打开世界航运领域新天地的创新之路。

水力式升船机，基于水力驱动和自适应全平衡的科学原理，利用水能作为提升动力和安全保障措施，通过输水管路向竖井充泄水驱动平衡重的升降带动承船厢升降运行，从而实现船只过坝。原理清晰可行，能够“以水治水”，解决传统升船机的不足，非常适合运用于山区型河流的通航。

2004年开始，马洪琪带领团队开始了对升船机的研发和建设。2011年，升船机建成进入了调试阶段，但在进行到第二阶段水调试的时候，灌满水的承船厢出现了大于设计值的倾斜，调试马上被终止，这不是一个小问题，很有可能会宣告水力式升船机的失败，7年的努力将会成为泡影。

这次试验的终止对升船机的研发建设是一次不小的打击，在随后的2011年到2015年期间，马洪琪带领团队针对问题开始了新一轮的攻关。而这几年，也成为整个科研团队最艰难的阶段。五年里，业内开始出现了很多对水力式升船机质疑的声音，甚至有人提出放弃水力式升船机，回归传统。面对这些种种的质疑，马洪琪却更加坚定地带领着团队突破困难。

终于，在经过了近5年与多家科研机构共同的努力，多项技术难点被一一突破。2015年8月15日，升船机搭载试验船成功过坝。2016年12月18日，金孔雀6号客运船通过升船机平稳、安全提升到大坝上游。至此，经过13年研发、建设的世界首座水力式升船机宣告建成，成功运行！

这是世界首创的全新水力式升船机，是在中国的澜沧江上诞生的原创科技。

科技创新的意义是运用，是成为社会进步、行业发展的推动力，而这个力量的中心是具有自主知识产权的核心技术，澜沧江公司深知原创知识产权对国家和企业的重要性。2015年，澜沧江公司高瞻远瞩，开始布局和谋划水力式升船机的专利申报工作，完成了13个专利申请的编制，2017年，13项专利全部得到授权。水力式升船机科技成果总结和评价完成，成果得到国内外业内人士的高度评价。

2019年1月8日，北京人民大会堂，中共中央、国务院举行国家科学技术奖励大会，澜沧江公司“水力式升船机关键技术及应用”荣获国家技术发明二等奖，马洪琪上台领奖。曹学兴上台打上了“中国标签”，把关键核心技术握在了自己的手里，再用它去创造价值，去推动发展……这是一个曲折艰辛的故事。当再说起这个故事，几乎所有人都同时提到了一个词：信念！在水力式升船机的创造过程中，这是一个高于技术、高于知识，但又真实存在的力量，支撑着研发团队走过一路的艰辛和坎坷，最终赢得一个圆满的结局。

在10余年时间里，澜沧江公司用科技创新的初心去创造，用高度敏锐的洞察力去预见，用强烈的企业使命感去守护，最终，在水力式升船机上打上了“中国标签”，把关键核心技术握在了自己的手里，再用它去创造价值，去推动发展……这是一个曲折艰辛的故事。当再说起这个故事，几乎所有人都同时提到了一个词：信念！在水力式升船机的创造过程中，这是一个高于技术、高于知识，但又真实存在的力量，支撑着研发团队走过一路的艰辛和坎坷，最终赢得一个圆满的结局。



世界水坝新高度

20年的发展，铸就大坝横立，百汇千川运指间。一座座世界级的高坝巍然而起，不断实现新的超越，澜沧江成为名副其实的“世界水电坝型博物馆”。

华能澜沧江公司抢抓机遇，加快发展，运营装机容量较2005年末的125万千瓦增长到2018年底的2318.38万千瓦，增长近20倍；年发电量从2005年的66.5亿千瓦时增至2018年底的817.2亿千瓦时，增长12倍。2008年，景洪水电站实现“一年五投”，创造了世界同等规模水电站全部建设最快纪录；2009年，装机420万千瓦的小湾水电站提前两年投产发电，并创造了“11个月六投”的水电建设新纪录，次年，4号机组被授予“全国水电装机突破2亿千瓦标志性机组”，见证了中国水电百年辉煌。2018年，以黄登2号机组投产为标志，公司水电装机突破2000万千瓦，水电开发迈上新台阶，并为国家优化能源结构、推动绿色发展做出了积极贡献。

20年的发展，积小流以成江海，积跬步以致千里，公司立足行业，专注创新，持续推动中国水电事业的现代化进程，形成了体系较为完备的科技研发机构和科技创新平台。

近年来，华能水电不断增加科研投入，2012年，公司获批成立国家能源水能高效利用与大坝安全技术研究中心。随后组建了科技研发中心、科技管理部，并先后申报建设了华能集团水电建设和运行技术重点实验室、云南省马洪琪院

士工作站、云南省科技创新团队、博士后科研工作站等科技创新平台，为提高公司科技创新能力，增强自主创新能力竞争力奠定了良好的基础。公司科研平台紧密结合公司在建、筹建及投运工程，深入开展各类重大科技项目研究，组织实施了国家“十二五”科技支撑计划项目、中国工程院院院士咨询研究项目等重大科研专项，“十三五”期间参与4项国家重点研发计划项目，9项国家自然科学基金项目。

持续挑战水电工程技术高峰的同时，不断将世界水电建设水平推向新的高度。小湾水电站——双曲拱坝缔造全球新高度，小湾电站坝高294.5米，是世界上第一座300级混凝土特高拱坝，小湾电站先后荣获“国际里程碑工程奖”，中国土木工程詹天佑奖，“国家优质工程金奖”、“菲迪克”工程优秀奖项目奖，业界评价：“水电建设‘世界最难看小湾’”大坝坝址关键技术获两项国家科技进步二等奖；糯扎渡水电站——亚洲第一黏土心墙堆石坝，泄洪功率和流速均居同类坝型世界首位，糯扎渡堆石坝荣获“国际里程碑工程奖”，中国土木工程詹天佑奖，大坝筑坝关键技术获两项国家科技进步二等奖；景洪电站的建成使澜沧江黄金水道全面提速，并建成世界上首座水力式升船机，获国家技术发明二等奖、云南省科技进步特等奖、航海学会特等奖，黄登大坝最大坝高203米，是国内已建成的最高碾压混凝土重力坝，电站荣获“国际里程碑工程奖”；龙开口电站获得“国家建设关键工程金奖”。瑞丽江一级电站获国家质量奖银质奖，为境外建设项目最高奖项。

糯扎渡大坝为人工碾压直心墙堆石坝，土石坝因此得名。坝高261.5米，坝顶长630.06米、宽18米，在同类大坝中排名“中国第一”，也是华能集团开发建设的首座250米

级高心墙堆石坝。它是一座“数字大坝”。“数字大坝”作为应用在大坝精细化施工管理上的一项科学技术手段，属世界首创。它与大坝黏土心墙碾压工艺结合，通过传输网络，对大坝填筑碾压的各项参数，进行全过程施工在线监控，形成了采料、运输、掺拌、填筑、碾压、检测等环节相扣的“一条龙”管理模式，对大坝施工高标准、高强度、安全优质、规范有序起到了重要作用，糯扎渡大坝建立了一套全过程、全方位、全工艺、全生命周期的仿真系统，10年、20年，甚至100年后，都可以通过仿真来掌握大坝的生命。各类型仪器采集模块、MCU等智能控制核心装置与“大坝预警”结合，实现现场状态的感知、分析、控制的智能化，这就像是给运行中的大坝装上智能大脑，时刻知晓大坝的“身体状况”，真实把握大坝的“脉搏”。

如果说2007年在糯扎渡工程首次尝试的“数字大坝”是一个开端，时隔6年，2013年开工建设的黄

科研平台新升级

通过与国内顶级科研机构开展战略合作，建立产学研协同的水电技术研发体系，开展一系列涉及水电工程建设关键技术、生态环境保护、工程安全、水资源高效利用等上百项科研项目，取得多项重大科研成果，在水电建设关键技术、生态环境保护、工程安全、水资源高效利用等方面，与国内水电行业多家优秀科研设计单位开展了一系列关键技术攻关，将智慧的构想变成现实，用智慧的力量构筑起世界水电发展史上的一座座傲人丰碑。先后

获得国家科技进步奖4项，省部级科技奖50余项，授权专利76项。从电站建设到生产运营，华能澜沧江公司的每一次超越都是智慧与活力的迸发，得益于完善的人才培养机制与技术保障，使之蔚然挺立于世界水电业潮头。业界荣耀的背后，是华能澜沧江水电人众志成城、坚忍不拔、勇于创新的智慧和汗水，共同开创了清洁能源的崭新时代，科学化建设，集控化运营，公司组建流域集控中心，有效提升了水电站的自动化、智能化水平，

获得国家科技进步奖4项，省部级科技奖50余项，授权专利76项。从电站建设到生产运营，华能澜沧江公司的每一次超越都是智慧与活力的迸发，得益于完善的人才培养机制与技术保障，使之蔚然挺立于世界水电业潮头。业界荣耀的背后，是华能澜沧江水电人众志成城、坚忍不拔、勇于创新的智慧和汗水，共同开创了清洁能源的崭新时代，科学化建设，集控化运营，公司组建流域集控中心，有效提升了水电站的自动化、智能化水平，

对梯级水电站进行联合优化调度运行，实现了水能资源的高效利用，形成了澜沧江全流域多年调节，统一调度的宏伟格局。

登山不以艰险止，必峻峻岭勇向前。面对能源利用已成为国家发展战略和国家治理体系重要内容的现实，华能澜沧江公司作为华能集团转型升级的排头兵，将始终秉承“三色公司”使命，坚持“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念，不忘初心，艰苦奋斗，奏响高质量发展最强音，向着国际一流水电企业迈进。

电力引擎奏响“一带一路”强音

借力“一带一路”倡议，“中国制造、中国标准、中国技术”正在加速走向世界。华能澜沧江公司作为云南省最大发电公司和澜沧江—湄公河次区域最大的发电企业，积极响应国家“一带一路”倡议，充分发挥中国电力企业的自身优势，在集团的正确领导下，加强对“一带一路”沿线国家的能源资源开发与合作，国际化步履愈发从容。作为亚洲第一长坝、柬埔寨最大的水电工程——华能桑河二级水电站，主要机电设备均由中国国内进口，应用中国先进技术，严格执行中国标准进行电站设计、施工及设备安装，实现了“中国技术+中国设备+中国标准+中国管理”的全链条“走出去”，进一步提升了“中国制造”在柬埔寨及东南亚的影响力。

中国制造 打造核心产品竞争力

桑河二级水电站采用8台中

国制造的5万千瓦灯泡贯流式机组，其额定水头、单机容量在同类型机组中均处于世界前列。

在项目建设过程中，为确保设备安全、按时运抵现场，澜沧江公司积极探索水陆多程联运模式，项目机电及金结设备报关、仓储、物流运输、转运等流程得到进一步优化，有效保证了现场进度，为中国相关技术、设备大规模“走出去”提供了保障。

中国标准 推行行业标准全球化

柬埔寨当地工业基础薄弱，涉及工业制造、安装均未详细制订相应国家标准及行业标准，澜沧江公司深知“标准致胜”在国际竞争和“走出去”战略中的重要作用。在面对柬埔寨当地工业基础薄弱，涉及工业制造、安装均未详细制订相应国家标准及行业标准的情况下，积极做好前期调研工作，项目建设全过程采取“中国标准”。从前期可

研、设计、制造及安装形成一整套完备的质量标准管理体系，并抓好各项质量管控工作。这一举措有效填补了柬埔寨水电行业的空白，为华能集团在“一带一路”沿线树立了标杆，打造优良“中国品牌”奠定了基础，促进“中国标准”进一步推广到柬埔寨。

中国技术 输出科技创新软实力

项目建设全面把控各阶段质量措施，不断优化设计，推进二次工艺设计及施工，并督促监理及施工落在实处。其中，机组管理座、定子安装各项数据，均优于中国国家标准及设备制造厂标准，并优于其他同类型的电站，验收的部分工程质量达到电力行业一流水平。值得一提的是，电站除主要机电设备均由中国国内进口外，在工程建设中更是全面使用了中国标准进行设计、施工和管理。在发电机组定子现场装配期间，各



俯瞰桑河二级水电站

项尺寸均优于设计规范、国家标准，试验一次性合格。其中，定子圆度偏差0.28毫米，数据已达到行业顶级水平，“中国技术”得到了完美诠释。

雄关漫道真如铁，而今迈步从头越。在“一带一路”建设中，澜沧江公司将继续以“中国制造、中国

标准、中国技术”践行“一带一路”倡议，秉持亲诚惠容、坚持共商、共建、共享原则，秉承华能集团“三色”公司使命，厚植生长土壤，树立好“一带一路”中柬能源合作的新样板，深耕细作打造好企业在“一带一路”建设的闪亮名片。

通讯员 薛凯文 文/图