人民日报海外版
2018年7月4日 星期三
责编：张保淑 邮箱：beijing2008@people.cn

改革开放40周年科技系列报道之能源篇⑥

水电中国造福世界

本报记者 张保淑

三峡水电站开闸放水壮观场景

对于我们中华民族而言，大自然仿佛显得格外眷顾，灵巧的造化之手在这块锦绣大地上“勾勒”出万千河流，有黄河、长江、澜沧江，有淮河、黑龙江、雅鲁藏布江……数千年来，它们朝着大海，永不停息地奔流，不仅为我们孕育了万里沃野，构建了民族特有的文化心理，培养了共有的民族情感，而且赋予了我们惊人的能量。

在漫长的古代社会，这惊人的能量常常幻化为雄奇绚丽的诗篇和画作等艺术形式，丰富着中国人的精神世界，却极少得到现实的开发利用。进入近现代社会，随着水利水电工程技术的进步，特别是改革开放40年来，我们在对现代水利水电科技学习基础上进行大胆创新，造就了一批举世瞩目的水电工程，成为世界公认的水电强国。不仅如此，我们还把掌握的水电工程技术和积累的水电工程经验与世界各国特别是广大发展中国家分享，让那里的民众获得低廉的电能，点亮生活和梦想。

总装机容量全球第一 开发利用空间广阔

据统计，到1978年底，中国水电装机容量达到1867万千瓦，年发电量496亿千瓦时。这是改革开放启动之时，中国的水电家底。鉴于新中国成立初，水电的薄弱基础和十年“文革”的巨大破坏，攒到这样的家底无疑是非常难能可贵的。作为中国第一座自行设计、自制设备、自己施工建造的大型水力发电站，新安江水电站是中国水利电力事业史上的一座丰碑，它始建于1957年，历时3年即建成投产，年均发电量达19.6亿千瓦时。“黄河明珠”刘家峡水电站于1975年建成，总装机容量122.5万千瓦，这是中国首座百万千瓦级水电站。

四川锦屏一级水电站高三百零五米，创世界拱坝高度纪录

改革开放后，中国水电建设步伐明显加快。上世纪80年代，广蓄、岩滩、漫湾、隔河岩、水口等水电站“五朵金花”相继建成；上世纪90年代，五强溪、李家峡、天荒坪抽水蓄能电站开工建设；到2000年底，随着万家寨、二滩、小浪底、天生桥、大朝山等一大批水电站相继建成投产，中国水电装机容量达7700万千瓦，居世界第二。

2004年，以公伯峡水电站1号机组投产为标志，中国水电装机容量突破1亿千瓦，居世界第一。2010年，以小湾水电站4号机组为标志，中国水电装机容量突破2亿千瓦。2012年，三峡水电站最后一台机组投产，成为世界最大的水力发电站和清洁能源生产基地。此后，溪洛渡、向家坝、锦屏等一系列巨型水电站相继开工建设，中国在世界水电领域保持领先的地位。2017年，中国水力发电装机为3.41亿千瓦，发电量1.1945万亿千瓦时，分别占到全球水电总装机容量、发电量的26.9%和28.5%。

根据最新统计，中国水能资源可开发装机容量约6.6亿千瓦，年发电量约3万亿千瓦时，按利用100年计算，相当于1000亿吨标煤。中国水电开发程度为37%（按发电量计算），与发达国家水电开发程度动辄达到70%、80%甚至超过90%相比，仍有较大差距，还有较广阔的发展前景。根据《水电发展“十三五”规划》（2016-2020年），2020年，中国水电总装机容量达到3.8亿千瓦，年发电量1.25万亿千瓦时。预计2025年，中国水电装机容量达到4.7亿千瓦，年发电量1.4万亿千瓦时。

造就海外“三峡工程” 助力当地梦想成真

中国水电资源的特点和难点决定了水电开发面临问题的独特性和挑战性，也造就了中国水电科技的雄厚实力，创造了一系列引以为傲的水电工程建设的世界纪录：2008年全面投产的水布垭水电站，其拥有世界最高的混凝土面板堆石坝；2009年全面投产的龙滩水电站，其拥有世界最高的碾压混凝土坝；2010年全面投产的小湾水电站，其拥有当时世界最高的混凝土拱坝；2014年全面投产的糯扎渡水电站，其是目前亚洲第一、世界第三高的黏土心墙堆石坝。它们是中国水电走向世界，赢得国际尊重和信赖的最扎实的品牌工程。全世界80多个国家纷纷引进中国水电技术和建设能力，与中方建立了水电规划、建设和投资的长期合作关系。

埃塞俄比亚吉布Ⅲ水电站由中方承建，有“非洲三峡工程”美誉

2018年1月是老挝水电发展史上值得铭记的月份。就在1月22日中国电建承建的老挝南湃水电站竣工投产仅3天后，中国重型机械有限公司承建的川圹省南俄4水电站顺利开工，这不仅给老挝能源结构带来深刻变革，而且将大大推动其实现打造“东南亚蓄电池”，成为区域能源中心的国家发展目标。约半个月之后，远在非洲喀麦隆，由中企承建的曼维莱水电站主体部分通过验收。3月10日，由中国电力建设集团有限公司参建的巴基斯坦德尔贝拉水电站项目四期举行首台机组投产发电仪式，标志着该国总装机容量和发电量最大的水电项目进一步“扩容”。两个月后，在南美巴西，中国国家电力投资集团有限公司正式接管了该国第九大水电站圣西芒水电站，开始为其提供为期30年的运行维护服务。这就是中国水电“走出去”的节奏：时间上以天计算、空间上纵横几大洲。

在中国水电“走出去”的故事中，助力埃塞俄比亚从“非洲水塔”华丽转身“非洲电塔”无疑是其中最动人的章节之一。2011年，电力短缺的埃塞启动了吉布Ⅲ水电站建设，这是非洲最大的水电站项目，有“非洲的三峡工程”之称。其总装机容量达187万千瓦，几乎与此前该国全国电力总装机容量持平。作为该工程的承建方，中国公司历时5年奋战，不仅实现了项目完工，而且全部机组投入运营。再加上早在2009年由中方承建的泰克泽水电站的装机容量，埃塞不仅达到了电力自给，而且还实现了电力出口。

在马来西亚也有一座“三峡工程”，它就是巴贡水电站。这座位于沙捞越州的巴雷河上的水电站总装机容量240万千瓦，其坝高达205米，水库库容超过长江三峡工程，达438亿立方米。2002年，中国水电与当地公司组成的马中水电联营体中标该工程，并于次年开工建设。2010年底，工程建成移交。2013年，该工程荣获第三届堆石坝国际里程碑工程奖，成为世界大型水利工程的典范之作。

三峡工程远景

坝工技术挺进世界一流 施工创新成就奇迹

经过实践淬炼的中国水电工程技术挺进到世界一流，特别是在核心的坝工技术和水电设备研制领域，形成了规划、设计、施工、装备制造、运行维护等全产业链高水平整合能力。据中国工程院院士、水利水电施工专家马洪琪介绍，伴随着水利水电建设的发展，中国的坝工技术也得到了飞速发展，取得了一批具有世界级水平的技术创新成果。比如，举世闻名的三峡大坝。长江三峡工程大坝全长 2309.5米，最大坝高 181米，装机容量2240万千瓦，是目前世界上最大的水利枢纽工程，其建设是中国坝工技术达到世界领先水平的一个标志。

马洪琪介绍说，三峡工程大坝混凝土体积高达1600万立方米，如何实现大坝混凝土又好又快浇筑，是施工技术研究的重点和难点。当时，工程团队在施工技术方面进行了4项创新：一是以塔带机连续浇筑混凝土为主的综合施工技术。从传统的吊罐浇筑改变为混凝土一条龙连续生产工艺。该浇筑系统由各混凝土拌和楼通过皮带机将混凝土输送到塔带机直接入仓浇筑，集水平和垂直运输于一体。二是计算机监控系统。突破传统的经验判断模式，研发了混凝土生产运输浇筑计算机综合监控系统，实现了混凝土施工全过程的实时监控、动态调整和优化调度。三峡大坝1999 年至2001年连续3年浇筑量在400 万立方米以上，创造了混凝土年浇筑强度世界最高纪录。三是二次风冷骨料技术。三峡工程低温混凝土生产系统是世界上规模最大、温控要求最严的混凝土生产系统。要求夏季生产出机口温度为7℃的低温混凝土，为此，首次采用了二次风冷骨料技术。四是混凝土综合温控防裂技术。采用了从选择优质原材料、优化混凝土配合比、控制混凝土出机口和浇筑温度、通水冷却、表面保温和流水养护等一整套温控措施。针对已浇筑坝段监测的温度情况，实行个性化通水冷却措施。正是这些技术创新，使三峡工程获得国际咨询工程师联合会百年工程项目奖等荣誉。2017年7月，中国工程院院士、三峡工程设计总负责人郑守仁荣获国际大坝委员会终身成就奖。

中方参与建设的马来西亚巴贡水电站 （本文图片来自**百度**）

2016年9月26日，金沙江上的溪洛渡水电站摘得“菲迪克2016年工程项目杰出奖”，该奖有国际工程咨询领域“诺贝尔奖”之称。在马洪琪看来，溪洛渡水电站获奖在很大程度上在于其在建造过程中研发应用的数字大坝技术和智能温控技术。

溪洛渡“数字大坝”系统集信息、网络、可视化技术于一体，首次在坝工界实现了大坝工程施工全过程的数字化和信息化管理。“数字大坝”重在预测、预警，分为施工监测系统和仿真分析系统两大部分。施工监测系统重点是对设计、进度、质量、施工监测等信息进行收集和展示，对混凝土浇筑计划、原材料检测、混凝土生产、运输、浇筑和温度控制等数据进行全面收集，覆盖大坝施工的全过程。仿真分析系统主要是结合监测数据，对大坝温控、应力、开裂风险、安全、浇筑进度等进行分析，提出预警和预控措施。溪洛渡“数字大坝”系统采用信息化技术，让施工各个环节的管理真正做到了精细化、个性化，管理水平上升了一个台阶，使得大坝施工质量实现了实时、在线、全过程的管理和控制。

基于“数字大坝”系统的智能温控实践，溪洛渡拱坝研发了基于“数字大坝”系统的智能温控技术。为控制最高温度、降温速率和温度变幅，在混凝土内埋设数字温度计，全面及时地监测混凝土内部温度；建立和实施了大坝智能通水冷却温控系统，可稳定跟踪、无线采集混凝土温控数据和冷却水管通水情况；取得实际浇筑条件下的混凝土理论温升曲线，导入“数字大坝”系统后与实测温升曲线对比，为控制温升过程和最高温度创造条件。对温度异常情况进行预警，通过软件和电磁阀自动控制通水流量和通水温度，从而达到最高温度、降温速率、温度变幅不超标的温控要求。

吕志和获聘北大名誉校董

本报电 近日，香港嘉华集团主席吕志和北京大学名誉校董授予仪式暨“吕志和奖——世界文明奖”座谈会在北京大学举行。

2017年，吕志和向北京大学捐资1.2亿元，成立“吕志和生命科学学院基金”，助力北大建设生命科学科研大楼，支持生命科学学院持续开展更具深远意义和创新研究。为感谢吕志和对北大发展的热忱关怀和重要贡献，北京大学新的生命科学科研楼被命名为“吕志和楼”。

在当日的发言中，吕志和鼓励更多年轻人加入科研行列，报效国家。他还勉励年轻学子，不要盲目追求物质享受和名利，做人最重要是“心安”和“快乐”。

“吕志和奖——世界文明奖”由吕志和博士在2015年创办，旨在表彰对推动世界文明发展做出无私奉献的人士或团体。该奖项每年设立3个奖项，包括“促使世界资源可持续发展”“促进世人福祉”和“倡导积极正面人生观及提升正能量”。中国“杂交水稻之父”袁隆平和中国气候变化事务特别代表解振华都曾获此奖。 （李惠仪、易燕丹）

中国优农协会 推出科技扶贫工程

本报电 近日，由中国优质农产品开发服务协会（中国优农协会）主办，浙江天演维真网络科技股份有限公司承办的“部分贫困地区产销对接会暨中国优质农产品消费扶贫‘百县·千企·万品’工程启动仪式”在北京举行。

该工程旨在依托现代农业科技，支持贫困地区发展优质农产品和深加工产品，鼓励社会大众积极消费贫困地区优质农产品，提升贫困地区“造血脱贫致富”的可持续性，打造“中国消费扶贫”品牌影响力，推动贫困地区农业品牌建设。 （文 心）

近日，第二十二届中国国际软件博览会在京举行。

图为一名小朋友在体验一款智能钢琴。

本报记者 **贺勇**摄