

岗南电站：中国第一座抽水蓄能电站

5月9日，初夏时节，站在岗南水库主坝上向西望去，群山吐翠，碧波荡漾，远处的滹沱河在这里被拦截，形成巨大的水面，让人生出“高峡出平湖”的感叹。

流出岗南水库的滹沱河变得温婉可人，穿过岗南镇向下游黄壁庄水库流去。水库主坝下游河道中有一座并不起眼的建筑，河北华电混合蓄能水电有限公司岗南电站的3台机组正在运行中。

岗南电站规模不大，有两台单机容量1.5万千瓦的水轮发电机组，一台1.1万千瓦的抽水蓄能机组。

但鲜为人知的是，这个装机容量虽并不大的机组，却是新中国第一座混合式抽水蓄能电站。

如今，人们对抽水蓄能电站的了解，更多的是来自丰宁抽水蓄能电站。2021年12月30日，丰宁抽水蓄能电站正式投产发电，在抽水蓄能行业内，该电站以360万千瓦的总装机容量位居世界第一。它由12台30万千瓦单机可逆水轮发电机组组成，总装机容量相当于六分之一的三峡大坝。但与三峡不同的是，它有着令人称奇的“充电”能力，因而也被冠以“超级充电宝”的美誉。

而1968年建成的岗南电站，抽水蓄能机组装机容量仅为1.1万千瓦，从量级上与丰宁这座全新的“巨无霸”相比，确实不可同日而语。

但正是岗南电站，开启了国内抽水蓄能电站的先河。

抽水蓄能电站自1882年问世至今拥有140年的历史，但进入中国却晚了半个多世纪。20世纪六七十年代，我国抽水蓄能电站建设才拉开序幕。

简单归类，目前的储能装置大体可分为机械储能(抽水蓄能、压缩空气、飞轮)、电磁储能(超导、电容器)和化学储能(电池)。相比于其他储能方式，抽水蓄能具有资金投入少、设备寿命长、储能规模大、转换效率高、技术成熟、运行条件简便、绿色环保等特点，是当前技术最成熟、最具大规模开发条件的电力系统灵活调节装置。

作为保障新型电力系统稳定运行的“最优解”，抽水蓄能技术虽然进入中国时间不长，但发展速度十分迅猛。

截至2021年9月，我国已投产抽水蓄能电站总规模3249万千瓦，在建抽水蓄能电站总规模5513万千瓦，投运和在规模均居世界第一。

尤其是丰宁电站建设创造了抽水蓄能电站四项“世界第一”，全力护航绿色冬奥，再度将这一技术推向公众视野。

实际投产运行的抽水蓄能电站在调峰、调频、调相、紧急事故备用以及黑启动等方面发挥了重要作用，随着近些年风电、太阳能等新能源的陆续并网，抽水蓄能在增加新能源消纳，减少弃风、弃光等方面发挥了不可替代的作用。

2021年9月，国家能源局正式印发《抽水蓄能中长期发展规划(2021—2035年)》(下称《抽蓄中长期规划》)，并提出，按照能核尽核、能开尽开的原则，在规划重点实施项目库内核准建设抽水蓄能电站。

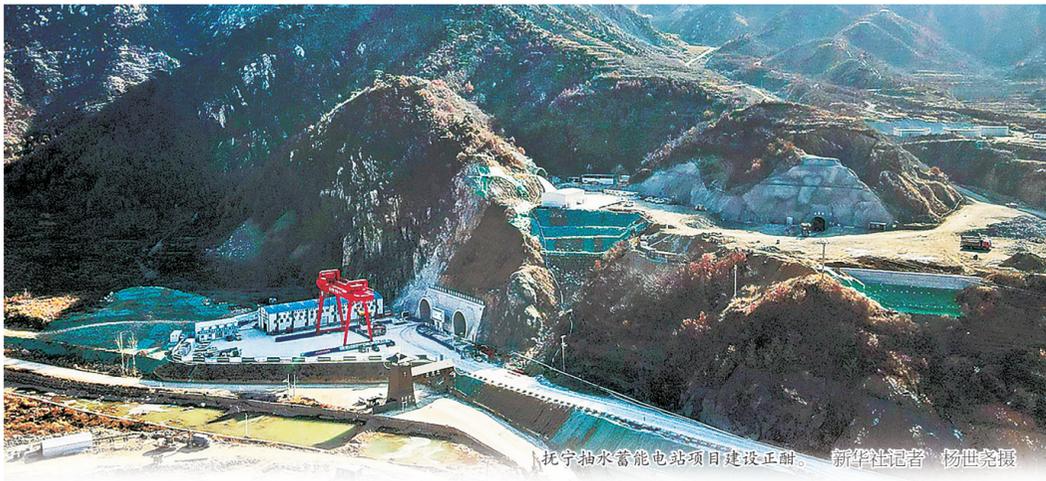
根据规划，到2025年，抽水蓄能投产总规模较“十三五”翻一番，达到6200万千瓦以上；到2030年，抽水蓄能投产总规模较“十四五”再翻一番，达到1.2亿千瓦左右；到2035年，形成满足新能源高比例大规模发展需求的技术先进、管理优质、国际竞争力强的抽水蓄能现代化产业，培育形成一批抽水蓄能大型骨干企业。

首开先河：从沕沕水电站到岗南水库

1947年，原设在张家口一带的中国人民解放军第33兵工厂，迁至太行山东麓平山县沕沕水村附近。当时厂房主要是破庙

从岗南到丰宁：抽水蓄能电站与河北

□河北日报记者 袁伟华 赵泽众



抚宁抽水蓄能电站项目建设正酣。新华社记者 杨世尧摄

【阅读提示】

截至目前，被称为“超级充电宝”的丰宁抽水蓄能电站首批机组已稳定运行近半年时间。抽水蓄能也因在新型电力系统中发挥调峰填谷、调频、调相、储能等作用，能够促进大规模风电和太阳能发电的上网消纳而受到极大关注。

在“双碳”目标引领下，国家能源局最新发布的中长期抽水蓄能中长期发展规划提出，到2030年，我国抽水蓄能总投产规模较“十四五”再翻一番。

鲜为人知的是，虽然抽水蓄能技术出现已经超过百年，但我国抽水蓄能电站发展不过50多年时间。我国第一个抽水蓄能电站是1968年建成的岗南抽水蓄能电站。该电站开启了国内抽水蓄能电站的先河，为当时解决电力匮乏问题做出了贡献，更为中国发展抽水蓄能电站进行了有益探索，积累了宝贵经验。

和借用的民房，设备是几台陈旧的皮带车床，靠人工摇动大木轮作动力。

这一年4月，解放军攻克井陘煤矿，清理战利品时，缴获了一台1917年段祺瑞家族创办煤矿时，从德国进口的发电机(194千伏安)和部分管件。此后，晋察冀边区派人了解到，沕沕水村附近有一处瀑布，据《平山县志》记载，“沕沕水瀑自天降”乃平山八景中的一景。经勘测得知，水的落差为90米，水流量为0.35立方米/秒，中央工委决定利用沕沕水落差建发电站。

以此为开端，在太行山腹地的平山县，诞生了一座被誉为“边区创举”的水力发电站——沕沕水发电站。

1948年7月，一条电力线路从沕沕水发电站架设到了西柏坡中共中央驻地大院，太行山坳中的西柏坡第一次被电灯照亮。

沕沕水发电站的建成投运不仅解决了党中央毛主席在西柏坡的生活和办公用电，也为当时迁到河北平山县的解放军第33兵工厂提供生产用电，改变了炮弹等兵器生产全靠人工操作的落后状况，将兵工厂原本三四个工人一天只能做十几发炮弹的生产能力提高了30多倍。

以沕沕水发电站发出的电力为动力，党中央毛主席发出了指挥三大战役的408封电报。在电光中，人们看到了新中国黎明的曙光。

1958年，由于沕沕水发电站已经不能满足当时的用电需求，岗南电站随岗南水库一同开始建设，分别于1960年、1961年投运两台单机容量1.5万千瓦的水轮发电机组，又于1968年加装1台1.1万千瓦的抽水蓄能机组，创造了新中国第一座混合式抽水蓄能电站。

河北省水务中心岗南水库事务中心副主任杨鑫介绍说，中华人民共和国成立以前，河北几乎没有成规模的水利工程设施，尤其是海河流域，连年水灾、旱灾不断。中华人民共和国成立后，全省人民开展治水事业。1958—1963年，河北省兴起全民大办水利高潮，治水的重点由平原转向山区，在各河上游修建了大规模的水库工程，主要有岗南、黄壁庄、岳城等10多座大型水库。

其中，1958年3月，岗南水库主体工程开始兴建。它承担着“治理滹沱河、调节洪水、开发利用水利资源的大型水利枢纽工程”的使命。但当时正值三年困难时期，连续多年的自然灾害，冲击影响了原本孱弱的中国经济。岗南水电站的建设也受到了冲击，原本计划的工程被迫停建，转入维护，仅两台15兆瓦的发电机组开始发电。

续建工程直到1966年重启，三年后基本竣工。此时，电力主管部门正在寻找抽水蓄能电站的试验田。当时岗南水库控制流域面积1.59万平方千米，相当于滹沱河山区流域面积的68%，总库容15.71亿立方米。特别是1959年岗南水库主、副坝坝顶填筑到197米高程，1966年水库主、副坝续建加高，改建了溢洪道等，使得岗南水库具备了安装蓄能发电机组的条件。

1968年，一台容量1.1万千瓦的进口抽水蓄能机组被安装在了岗南水库，岗南电站所属的河北华电混合蓄能水电有限公司原副总工程师刘殿文介绍，“第一台抽蓄机组的建设为我国抽蓄电站发展开辟道路。很多此后建设的抽蓄机组技术人员都到岗南参观学习过。”

岗南电站被公认为开启了中国抽水蓄能的先河，上世纪60年代至70年代也被认为是中国抽水蓄能电站的起步阶段。

绿色动力：抽水蓄能发展按下“快进键”

在抽水蓄能发展历史上，河北其实不止岗南和

丰宁这一老一新两座电站。

丰宁抽水蓄能电站建成投运之前，位于井陘的张河湾抽水蓄能电站曾是河北省最大的抽水蓄能电站。工程装机容量为100万千瓦，安装4台25万千瓦的单机混流可逆式机组，以一回500千伏线路接入河北南部电网，年发电量16.75亿千瓦，年抽水用电量22.04亿千瓦。

中国电建集团北京勘测设计研究院是国内最早从事抽水蓄能电站技术研究的勘测设计单位，早在20世纪60年代，即已开启对抽水蓄能电站建设的研究，岗南混合式抽水蓄能电站就是该院设计。

20世纪90年代，中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司受命进行华北地区抽水蓄能电站规划选点。

独具慧眼的设计人员在人迹罕至的崇山峻岭中发现了丰宁抽水蓄能电站这块“宝”：位于四岔口乡永利村上源滦河左岸的灰窑子沟顶部，三条支沟交汇，众峰环抱形成一片开阔地，俨然一个天然大库盆；上下库之间高比适中，地形地质条件得天独厚，作为蓄能电站站址，各方面条件十分优越。于是，一座“超级抽水蓄能电站”迅速在设计师的脑海中形成雏形。

在工程参建各方的共同努力下，丰宁抽水蓄能电站创造了蓄能领域多项世界第一：总装机360万千瓦，居世界首位；12台机组满发利用小时数达到10.8小时，一次最大储能近4000万千瓦时，储能能力世界第一；地下厂房单体总长度414米，高度54.5米，跨度25米，是目前最大的抽水蓄能地下厂房；地下洞室群规模世界第一，丰宁电站地下洞室多达190条，总长度逾50千米，地下工程规模庞大，令人叹为观止。毫不夸张地说，丰宁抽水蓄能电站堪称抽水蓄能电站的“百科全书”。

但丰宁抽水蓄能电站并不是河北“最新”的一座抽水蓄能电站。

目前，国网新能源抚宁抽水蓄能电站工程建设正在有序推进。

该项目位于秦皇岛抚宁区内，总装机容量120万千瓦，额定水头437米，安装4台单机容量30万千瓦的单机混流可逆式水泵水轮机，总投资80.59亿元，设计年发电量16.06亿千瓦时，年抽水用电量21.41亿千瓦时。项目于2019年1月8日宣布开工，2020年11月20日筹建工程正式开工。电站枢纽工程由上水库、输水系统、地下厂房、下水库等组成，施工总工期82个月。

事实上，2021年公布的《河北省国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》明确提出，推进丰宁、易县、抚宁、尚义等抽水蓄能电站建设，加快徐水、滦平、灵寿、邢台抽水蓄能电站项目前期工作。

在“双碳”目标和能源结构转型的大背景下，在“构建以新能源为主体的新型电力系统”的改革蓝图中，抽水蓄能的作用日益凸显。

根据规划，到2030年我国风电、太阳能总装机将达到12亿千瓦以上。由于风电、光伏等新能源的随机性、波动性，决定了其并网规模越大，平衡调节的需求也就越大。而抽水蓄能电站以其启停时间短、调节速度快、工况转换灵活、具有双倍调节能力等独特优势，成为最为经济可靠的调节电源和储能电源，加快发展抽水蓄能电站是构建以新能源为主体的新型电力系统的迫切要求。

国家能源局印发《抽蓄中长期规划》，则为我国抽水蓄能发展按下了“快进键”。

“如果从1968年我国第一个抽水蓄能电站——岗南抽水蓄能电站开始，我们用了50多年的时间才达到了现在的规模，未来我们要用10年的时间完成过去30年的装机规模。”刘殿文预计，未来大力发展抽水蓄能电站是构建以新能源为主体的新型电力系统的必然要求。必将助力我国早日实现碳达峰、碳中和，为我国实现可持续发展、高质量发展做出贡献。

■相关

抽水蓄能发展简史

全球第一座抽水蓄能电站1882年诞生于瑞士苏黎世。

瑞士苏黎世泰特拉电站装机容量515千瓦，利用落差153米，汛期将河流多余水量(下库)抽蓄到山上的湖泊(上库)，供枯水期发电用，是一座季节型抽水蓄能电站。

截至1950年底，全世界建成抽水蓄能电站31座，总装机容量约1300兆瓦(部分混合式电站按泵工况最大入力统计)，主要分布在瑞士、意大利、德国、奥地利、捷克、法国、西班牙、美国、巴西、智利和日本。其中，最早采用可逆式机组的是西班牙于1929年建成的乌尔迪塞电站，装机容量7.2兆瓦。

抽水蓄能电站从最初的四机式(水轮机、发电机、水泵、电动机)过渡到三机式(水轮机、发电-电动机、水泵)，最后发展到两机可逆式水泵水轮机机组；从配合常规水电的丰枯季节调节到配合火电、核电运行逐渐转变为配合新能源运行，从定速机组发展到交流励磁变速机组和全功率变频器机组。

20世纪六七十年代，我国抽水蓄能电站建设拉开序幕。1968年，河北岗南水库电站安装了一台容量11兆瓦的进口抽水蓄能机组。1973年和1975年，北京密云水库白河电站安装了两台国产11兆瓦抽水蓄能机组。

从第二次世界大战后经济复苏期结束到1973年世界石油危机前，美欧日等发达国家经历了长达20余年的经济高速增长期，随着工业化时代的来临，电力负荷迅速增长，家用电器普及化，电力负荷的峰谷差也迅速增大，具有良好调峰填谷性能的抽水蓄能电站得以迅速发展。

20世纪70年代和80年代均为世界抽水蓄能发展黄金时期，年均增长率分别达到11.26%和6.45%。到1990年底，全世界抽水蓄能电站装机容量增至86879兆瓦，已占总装机容量的3.15%。

进入20世纪90年代后，发达国家经济增长速度有所放慢，抽水蓄能电站建设年均增长率从80年代的6.45%降至2.75%，到2000年全世界抽水蓄能电站装机容量达到114000兆瓦。

同时阶段，我国为配合核电、火电运行及作为重点地区安保电源，在华北、华东、南方等地区相继建成十三陵、广蓄、天荒坪等一批大型抽水蓄能电站，到2000年底总容量达到5520兆瓦。该阶段电站单机容量、装机规模已达到较高水平。

进入21世纪，随着亚洲国家经济增长速度提升，特别是中国、韩国和印度，电力需求旺盛，对抽水蓄能电站的需求增加迅速。

党的十六大提出到2020年GDP再翻一番的宏伟目标，我国经济建设进入新一轮的快速发展期，随之电力负荷也迅速增长，多省市出现缺电现象，调峰需求进一步加大。

从1999年起，又一批共11座抽水蓄能电站陆续开工建设，建设规模达到11220兆瓦。从惠州、宝泉和白莲河3座电站开始，机组国产化的步伐大大加快。截至2010年底，随着张河湾、西龙池、桐柏、泰安、宜兴、琅琊山等一批大型抽水蓄能电站相继投产，全国抽水蓄能电站装机容量达到14510兆瓦。

“十二五”“十三五”期间，为适应新能源、特高压电网快速发展，抽水蓄能发展迎来新的高峰，相继开工了吉林敦化、河北丰宁、山东文登、山东沂蒙、安徽绩溪等抽水蓄能电站。

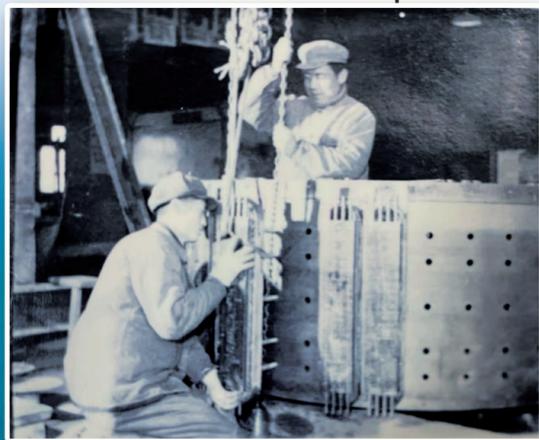
2017年我国抽水蓄能电站装机容量达到28490兆瓦，成为全世界抽水蓄能电站规模最大的国家。截至2020年底，全国运行抽水蓄能电站32座31490兆瓦。

技术在不断更新，抽水蓄能电站在电网中承担调峰填谷、调频调相、配合新能源储能、事故备用、黑启动等功能，对电网安全稳定运行起到了重要作用。未来在全球绿色低碳转型的大潮下，风电、光伏发电大规模建设，特高压输电广泛应用，抽水蓄能电站将起到至关重要的作用。

整理/河北日报记者 袁伟华 赵泽众



岗南水库。郭长辉供图



岗南电站第一台抽水蓄能机组调试安装。张威威供图