

让长江水爬着楼梯去北方

南水北调工程大型泵站创造世界水利史奇迹

■本报记者 崔雪芹 通讯员 张运

伴随着泵站机组一声轰鸣，清澈的江水由江都水利枢纽浩浩荡荡北去。这里是南水北调东线工程的起点，也是世界上最大规模泵站群的“龙头”。

3月19日，南水北调东线北延应急供水工程完成了主体工程建设。

南水北调东线工程地势北高南低，无法通过自流引水，需要强劲的外力“逆流引水”，而所有的动力源自水利工程的心脏——大型泵站。

由江都水利枢纽往北，13个抽水梯级泵站，51座大型泵站（一期工程已完成21座），创造了世界水利史的一大奇迹。水利工程领域专家、中国工程院院士吴中如评价道，从最初泵装置效率只有65%，到如今南水北调泵站整体效率达到80%以上，泵站设计达到了世界先进水平。

将百亿吨水提到10层楼高

早在1954年，为解决苏北缺水难题，江苏省开始酝酿“扎根长江、引江济淮”的江南北水北调工程。这便是南水北调工程的前身。

事实上，要将南方的水引入北方谈何容易。将长江水调到北方，有30多米落差，仅江都站上下水位差就达6-8米。

如何让江水克服自然规律，逆流“爬”上30米？怎样建设大型泵站？会不会产生江水倒灌等负面效应？一个个现实问题摆在面前。

经过无数水利专家多年论证，最终探索出一条极富想象力的工程方案——“让长江水爬楼梯去苏北”，即沿途设计9级大型泵站，像楼梯一样，逐级向上提水。1961年12月，江都水利枢纽江都一站开工建设。这是当时国内首屈一指的大型泵站，也是当前南水北调东线的源头。

“很多创造和尝试都是第一次。”中国水利学会泵及泵站专业委员会副主任委员、江苏省水利动力工程重点实验室教授刘超对此记忆犹新。大型泵站设计是一项系统工程。建设江都一站这样一座泵站，国



江都水利枢纽装置。
金燕供图

内没有现成图纸，也没法从国外找到资料，研发和设计几乎从零开始。

2002年，在江苏省江南北调的基础上，南水北调东线工程正式启动，计划建成后年均调水148亿立方米。这需要每年将百亿吨水提到10多层楼高。为了实现这一目标，工程在山东省境内又增添了4级泵站，总数达13级之多，工程难度可想而知。

为南水北调定制“中国芯”

“在上世纪60年代的工业制造条件下，很难建造出复杂的流线型叶轮结构，有的水泵叶轮甚至是木头制作的。”南水北调东线一期工程竣工验收组专家、81岁的严登丰回忆说，不少泵站工程处于一种“有站无心”的状态。

此外，不同流量和扬程的泵站要想达到最佳效率，每座泵站的水泵都需要单独设计，甚至重新设计。也就是说，每座泵站设计都需要“量体裁衣”。

从上世纪60年代泵站规划到21世纪初南水北调东线一期工程启动，再到即将启动的二期工程，科研团队从水泵内部流动机理开始摸索，设计新型水力模型，钻研

大型泵站运行的经济性和可靠性，先后开发各类水泵水力模型20余副，从无到有，逐渐实现我国大型低扬程泵理论和关键技术等的突破。

江都水利枢纽管理处党委书记夏方坤介绍说，如今江都水利枢纽一共有4座泵站，采用的都是我国科研团队自主研发的轴流泵水力模型。

江都水利枢纽兼具“送水”和“排涝”两大功能。除了“引江北送”之外，当苏北发生洪涝时该枢纽能够反向引流“排涝入江”。为了实现双向抽水目标，4座泵站均采用“侧向进水”，即来流方向与泵站引水方向相互垂直。

这样的结构给泵站设计带来了新挑战。当水流垂直拐弯时，流向改变，一方面会导致泵站进水口大量泥沙淤积；另一方面，产生的回流和漩涡进入泵站，也会导致机组振动，效率下降。

为了疏通“血栓”，扬州大学水利科学与工程学院从本世纪初就开始投入到相关项目研发中，团队先后开启3次大规模系统攻关。从数值模拟到模型试验，从工程建设到优化改进，最终制定出大型泵站引河消除回流和流速再分布优化方案，研发了底坎、立柱、“Y”形导流墩

等水流调控技术，累计获批各类发明专利10余项。

打通调水工程“大动脉”

如果说泵站是调水工程的“心脏”，那么泵站的进出水管道则是“大动脉”。很长一段时间，国内外普遍重视水泵研发，对进出水管道的水力设计则不够重视。

但是，对南水北调这样的大型工程来说，效率每提高一个百分点，每年就能节省上亿元费用。

宝应站是南水北调东线工程兴建的第一座泵站。2003年，该站引进了日本的水泵设备和技术。一些专家主张整个泵装置成套引进，包括进出水管道等。

扬州大学教授陆林广是国内较早从事流道设计的专家之一。当时，陆林广凭借研究经验，对日方设计的流道提出了质疑，并为宝应站重新设计了流道，经过泵装置模型试验检测，新流道能使泵站效率提高2%。

这场中外专家的争执在当时引起了不小轰动，负责部门为此重新论证程序，有关领导顶住压力，最终决定宝应站采用陆林广的流道设计方案。

2006年，宝应站建成后，有关部门进行现场测试，结果表明水泵机组运行稳定，泵装置效率达到82%以上，创造了国内外低扬程泵站泵装置效率最高纪录。

在事实面前，日本专家对中方流道设计不得不表示认同。

如今，南水北调东线一期工程新建泵站21座，我国专家独立承担了其中15座泵站的流道水力设计任务，超过了总量的2/3。

从叶轮设计到流道优化，再到泵站整体运行……60余年来，我国科研团队以南水北调工程为原点，泵站建造相关技术已累计应用到国内外近百座泵站建设中。

奋斗百年路 启航新征程



在3万米高空 探空气球“把脉”天气

在成都温江国家气候观测台，气象观测工程师陈建将充好氢气的探空气球转移至预定放飞位置。

3月23日世界气象日前夕，记者走访了位于四川省成都市的温江国家气候观测台，揭秘如何利用探空气球“把脉”天气。

傍晚时分，多云间晴，成都市温江区气象局高空气象观测工程师陈建完成探空仪专用电池浸泡，探空仪压、温、湿传感器精度校准，雷达工作频率检查等一系列准备工作。之后，他换装进入氢气操作间，为探空气球充灌氢气。这个直径约1.5米的“大气球”将携带无线电探空仪，以自由升空的方式，获取地面到3万米高空的温度、气压、湿度和风等气象数据。在升至离地3万米左右后，探空气球将自行爆裂，结束自己的探测使命。每天1时15分、7时15分和19时15分，观测台工作人员一天三次放飞探空气球，获取相关气象数据。

作为全国24个国家气候观测台之一，温江国家气候观测台承担着高空气象观测、地面气象、农业气象、辐射、雷电等观测工作，所获气象资料参与国内、国际交换，为我国气候模式开发和气候变化机理研究提供数据支撑，从而提高气象防灾减灾能力、增强科学应对气候变化能力。

新华社记者王曦摄

简讯

我国首个针对人诱导多能干细胞团体标准发布

本报讯 日前，《人诱导多能干细胞》等6项团体标准在第二届国家干细胞资源库创新联盟大会上发布。《人诱导多能干细胞》团体标准由安徽中盛溯源生物科技有限公司牵头制定，是我国首个针对人诱导多能干细胞的产品标准，填补了国内空白。该标准适用于人诱导多能干细胞的生产和检测，自2021年4月9日起正式实施。（桂延安）

中关村科技联盟启动筹备

本报讯 3月23日，由中国科学院科技创新发展中心、北京市海淀区政府和中关村科学城管委会指导，中科创智工场携手中关村街道办事处联合举行了“CAS概念验证计划”技术经理人专场培训暨中关村科技联盟筹备启动仪式。

据介绍，中关村科技联盟作为科创服务平台，将为优秀的转化项目提供创新创业、场地办公、资源对接、融资孵化等服务，并聚焦高新技术成果转化。（郑金武）

中国植物园联盟举办 植物园园林园艺论坛

本报讯 3月23日，由中国植物园联盟主办、中国科学院核心植物园和深圳市中国科学院仙湖植物园承办的“植物园园林园艺论坛”在深圳举行。

此次论坛是2021粤港澳大湾区深圳花展的重要学术活动之一，专家学者围绕植物保育与展示、景观规划与营建、植物园建设与管理、植物养护与管理、园林园艺行业标准制定等内容作专题报告并展开深入交流。（朱汉斌 董慧）

中科院大连化物所与 大连理工大学签署合作协议

本报讯 近日，中国科学院大连化学物理研究所（以下简称中科院大连化物所）与大连理工大学签署合作协议。该协议旨在面向国家重大需求和学科前沿，充分发挥中科院大连化物所学科、人才及大连理工大学教育资源优势，促进学科交叉融合，加强战略合作，激发科研人才潜力，提升双方综合实力和国际竞争力。

双方将共同出资设立大连理工大学与中科院大连化物所合作基金，瞄准能源、生命、材料等研究方向，联合谋划培育一批国家重大项目和成果。（卜叶 李斌）

发现·进展

中科院上海光学精密机械研究所等

探寻战国时“国产”与“进口”蜻蜓眼玻璃珠差异

本报讯 近日，中科院上海光学精密机械研究所（以下简称上海光机所）科技考古中心分别与孔子博物馆和河南省文物考古研究院合作，对山东曲阜鲁国故城遗址和河南淅川徐家岭楚墓出土的战国时期蜻蜓眼玻璃珠进行了分析。相关成果分别发表于《文物保护与考古科学》和《Chinese Optics Letters》。

曲阜鲁国故城遗址出土有25颗颇具特色的蜻蜓眼玻璃珠，具有十分重要的科技、历史和艺术价值。研究人员采用超景深三维显微镜等技术，对其中一座战国中期墓出土的7颗典型蜻蜓眼玻璃珠

的化学成分和制作工艺进行了科学表征，使其科学价值自1977年考古发掘出土以来，首次得以系统揭示。

结果表明，7颗蜻蜓眼玻璃珠均为国产铅钡硅酸盐玻璃，且玻璃化程度较高，也是目前已知最早采用钴离子着色的铅钡玻璃。眼镜纹装饰采用了条带贴附和原片层叠等工艺。研究人员推测，这些玻璃珠是在楚国制作而成，是战国时期鲁国和楚国之间文化与经济交流的重要实物证据之一。

此外，上海光机所与河南省文物考古研究院、复旦大学合作，对淅川徐家岭战国早期楚墓出土的一批域外输入的蜻

蜓眼玻璃珠进行了研究。这批玻璃珠为典型东地中海风格的泡碱型钠钙玻璃，使用了层叠工艺和多种着色剂。这与曲阜鲁国故城出土的玻璃珠有明显差异。

专家表示，研究战国时期玻璃珠，对探索丝绸之路的文化、经济和技术交流，以及我国本土玻璃手工艺的技术起源与发展有重要科学意义。（黄辛）

相关论文信息：

<http://www.wzbhkgkx.net/wwbh/article/abstract/20210108>

<http://www.clp.ac.cn/EN/Article/Oj1b11d28ab4671c9>

中国自然保护区“体检报告”出炉

■本报记者 李晨阳 实习生 王东丽



九寨沟保护区供图

自然保护区，是保护物种多样性的“万里长城”。但这座长城本身也需要悉心养护。

日前，一项发表在《自然—通讯》上的研究显示，中国约7%的保护区处于高度脆弱的状态，这些高危保护区主要位于西南、中部和华南地区。研究人员是如何为保护区做体检的？又给出了怎样的“养生”建议？

漂亮成绩单不代表健康的体检报告

中国为全球18%的鱼类、14%的鸟类和13%的哺乳动物提供了栖息之地。其中最珍稀的物种，主要分布在全球保护区内。“中国的保护区建设经验具有全球意义。”论文第一作者、兰州大学

研究员 Nawal Shrestha 对《中国科学报》说。

根据2019年生态环境部公布的数据，自1956年以来，中国已经建立了2750个自然保护区，总面积147万平方公里，约占陆地国土面积的15%。而这些数字还在继续增长。

然而，漂亮的数据下，全球自然保护事业真的就一路高歌猛进吗？“仅仅简单吹嘘30%的保护区覆盖率，而不评估保护区的保护有效性，这对实现生物多样性保护的最终目标来说没有多

大意义。”Shrestha说。

此外，自然保护区不仅需要“成绩单”，也需要一份“体检报告”，不仅要保证数量，更要追求健康。Shrestha等人的论文——《面对气候变化和人类活动中国自然保护区脆弱性评估》就试图探讨这一问题。

中国的保护区还好吗

人们在设计自然保护区时，通常主要考虑一个因素——物种脆弱性。

然而我们意识到，气候变化和人类活动也是威胁生物多样性的重大挑战。但后者的影响却没有得到充分考量。”Shrestha说。

于是，研究人员开发了一个包含物种脆弱性、气候脆弱性和人类活动脆弱性三个维度的框架，并评估了2500多个中国保护区的受威胁水平。

根据上述三大指标，中国的自然保护区被分为从高度脆弱到最不脆弱4个等级。其中约7%的保护区处于高度脆弱状态，主要位于西南（云南、重庆）、中部（湖南）和华南（广西）地区。这些保护区气候不稳定，且具有较高的人为压力和物种脆弱性，因此需要最严格的保护措施。

而主要由气候和人为因素导致的脆弱性热点则出现在华东和华北地区。过去60年中，这些地区的气候也不稳定，大约1/3的保护区平均升温超过1.5°C，气候变暖给脆弱地区的濒危物种雪上加霜。

此外，研究还发现，气候、人类活动和物种脆弱性这三大维度在空间格局上呈现明显差异。我国西南、东部、北部和西部保护区的气候变化强度较高；人类足迹变化强度主要集中在华北、西

南和华东地区；植物和脊椎动物的脆弱物种主要分布在南部和西南部的保护区，总体来说，与南方相比，北部和西部保护区脆弱物种数量相对较少。

用“体检报告”指导未来建设

“三大指标的关系并不协调，几乎很少有一个地方可以同时在这三项上取得高分，这对于物种保护来说不是一个好消息。”未参与这项研究的兰州大学青年研究员赵序涛说。

他指出，物种脆弱地区和气候脆弱地区、人类活动脆弱地区重合度很小，这就意味着过去的保护思维会造成顾此失彼。如果只关注物种脆弱性的热点地区，那么处于气候脆弱性地区的物种就可能面临灭绝的风险。

“选择合适区域，进一步扩大保护区是当今最大的挑战之一。如果选错了区域，可能会造成巨大的生态和经济损失。”Shrestha说。

就像体检报告可以提示一个人最需要的养护和治疗，他希望本研究提出的框架能指导自然保护区选址和扩容工作，同时及时采取应对措施，以减少未来由于气候变化和人为压力造成的物种损失，维持自然保护区的生物多样性与生态系统的完整性。

“除非被保护的区域是最需要保护的区域，否则无论保护多少区域，都是一种资源浪费。各国不应只注重实现保护区覆盖率的指标，而应先对保护区的保护成效进行评估，进一步判断受保护的区域是否有更高的保护需求。”Shrestha说。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41467-021-21914-w>