



2018年中国水利学会大禹奖

南水北调中线大流量高扬程泵站及输水系统关键技术研究

获奖等级： 二等奖

完成单位： 北京市水利规划设计研究院 中国农业大学

完成人员： 戚兰英 石维新 姚志峰 李晓彤 戴昆 王雷 曾国栋 肖若富 熊小明 张思林
李大可 白朝平

一、立项背景

南水北调中线工程全长1276km，将丹江口水库的优质水源安全、可靠的输送到终点团城湖。南水北调中线工程是缓解京、津及华北地区水资源严重短缺，优化水资源配制的重大战略性基础设施。南水北调中线京石段应急供水工程（北京段）总干渠在北京房山区北拒马河中支南进入北京境内，直至终点团城湖，北京段总干渠长约80km。

惠南庄泵站是南水北调中线工程总干渠唯一的一座大型加压泵站，其关键技术的攻克关系到整个中线输水系统的成败。泵站是为首都北京供水的心脏，设计流量 $60\text{m}^3/\text{s}$ ，扬程58.2m，流量调节范围 $0\sim 60\text{m}^3/\text{s}$ ；输水系统为4米大口径PCCP管，距离达56.4公里。泵站年输水量10.52亿 m^3 ，供水保证率95%以上，向北京市提供生活、工业用水，从根本上解决北京水资源的供需矛盾。

战略地位突出

南水北调中线工程全长1276km，设置唯一的一座加压泵站：——**惠南庄泵站**为大流量、高扬程泵站。

南水北调中线干线工程示意图



中国水利学会



2018年中国水利学会大禹奖

南水北调中线大流量高扬程泵站及输水系统关键技术研究

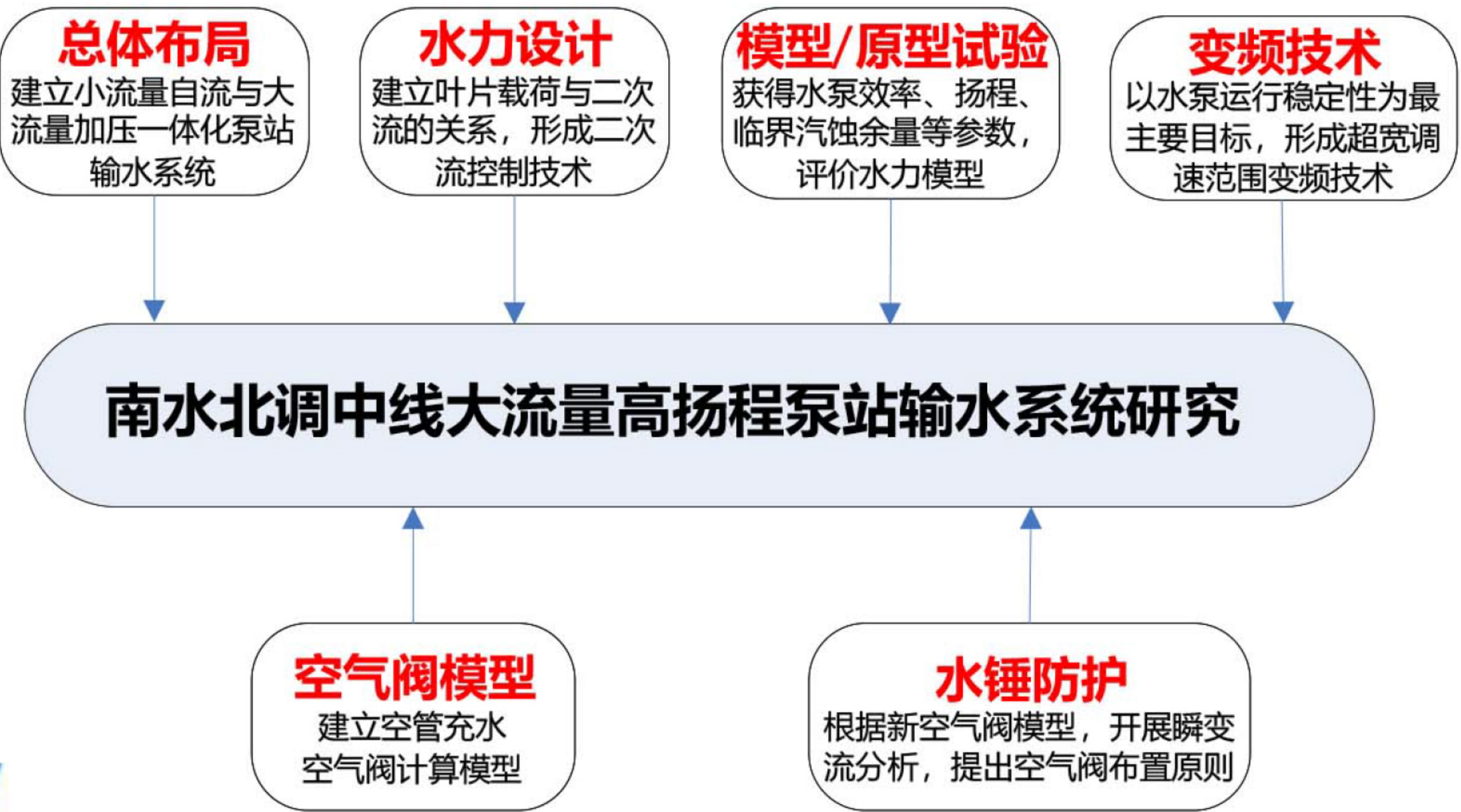
二、研究思路及关键技术

总体目标及研究思路

总体目标

通过泵站科学布局、高性能水泵研发、高变幅调速运行及长距离输水系统水锤防护，实现泵站流量0~60m³/s全范围的无间隙调节，保证中线工程北京段安全、稳定和高效运行。

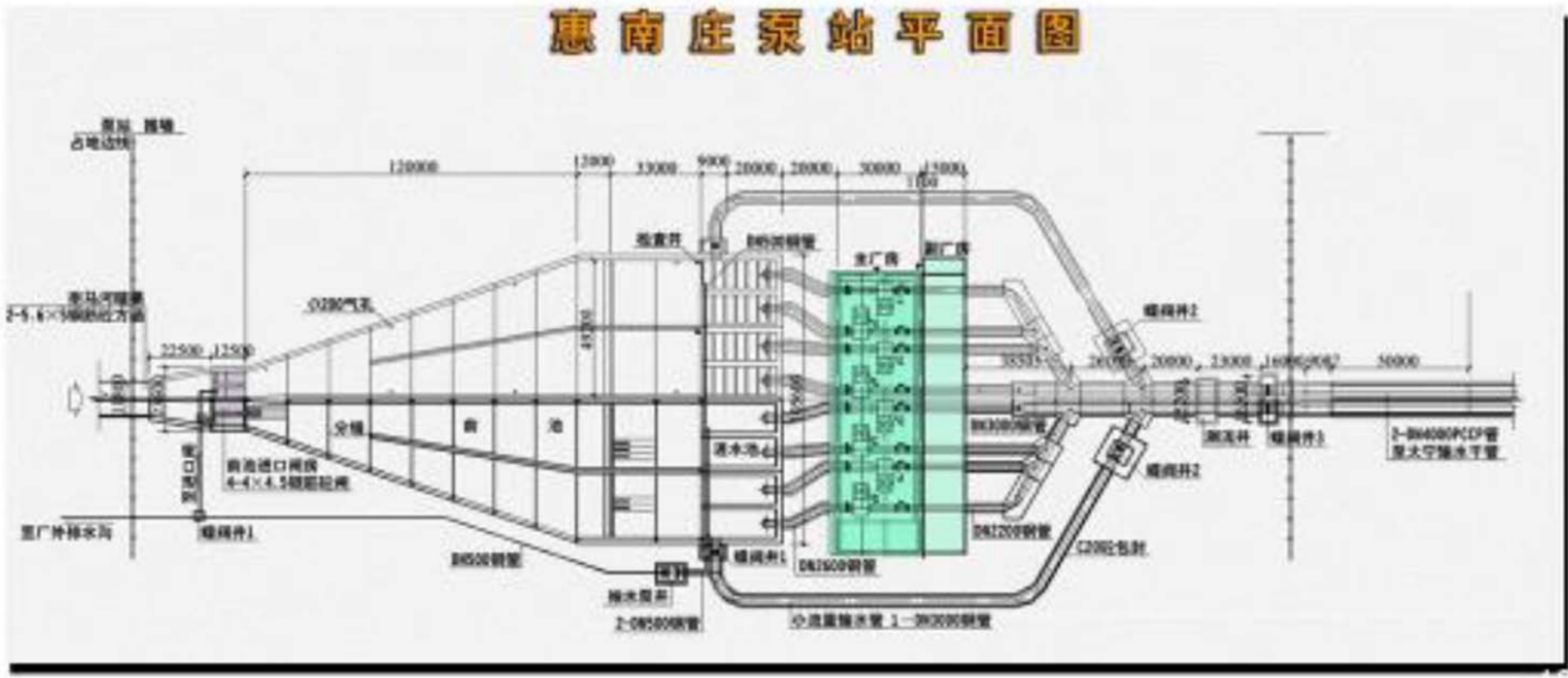
研究思路



形成四大创新成果

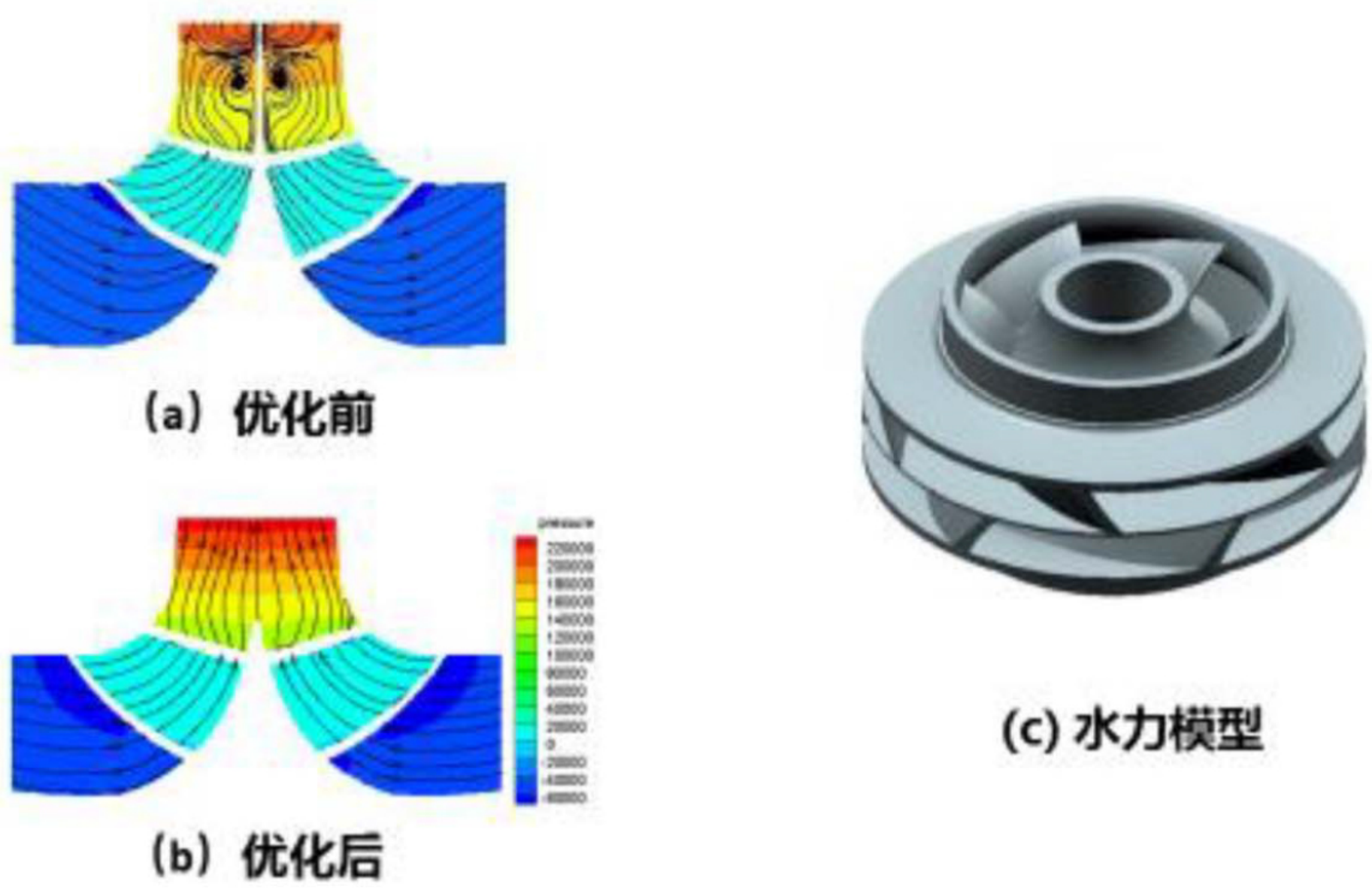
(一) 首创了自流与加压一体化大型泵站输水系统

针对北京城市用水变幅大的特点，创建了管涵小流量自流与大流量水泵加压相结合的一体化大型泵站输水系统，解决了泵站输水流量0~60m³/s无间隙调节的技术难题。



(二) 研制成功了最大功率的双吸离心泵水力模型

提出了大型双吸离心泵叶轮二次流控制技术，突破了离心泵非设计工况下二次流造成的水力损失大的技术瓶颈，研制成功了最优效率达92%的双吸离心泵水力模型，为大功率离心泵站高效稳定运行奠定了基础。



中国水利学会



2018年中国水利学会大禹奖

南水北调中线大流量高扬程泵站及输水系统关键技术研究

（三）首创了超宽调速范围的大型水泵变频调节技术

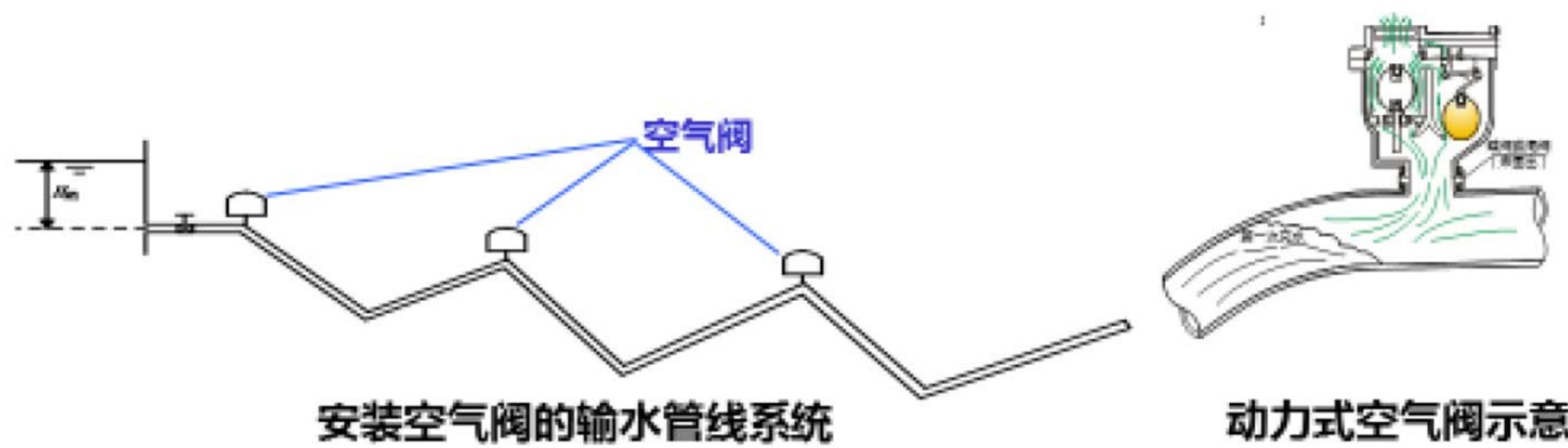
提出了**水泵关键过流部件结构动应力调控技术**，解决了多机组全变频大功率双吸离心泵运行稳定性问题。创建了超宽调速范围（63~100%）**大型水泵变频调节技术**，实现了优选转速下水泵结构动应力下降**12%**，工作寿命延长**80%**以上。



（四）修正了空气阀模型计算方法，创建了出水端低于进水口高程、长距离、大口径管道输水系统水锤防护技术

建立了改进牛顿迭代法与直接求解法相结合的**空气阀模型求解方法**。

形成了长距离、大口径管道输水线路的空气阀布置准则。该技术为同类型输水系统水锤防护提供了新的技术途径。



三、成果应用及效益

成果应用及效益

- 成果已成功应用在北京市**南水北调**干线、南水北调配套工程及**天津市**、**山东省**等引调水工程中。
- 获得多项发明专利、软件著作权。
- 发表学术论文77篇（其中SCI/EI收录论文52篇）
- 项目实施9年来，冀水进京应急通水6年中，均为重力流输水，年均节约用电**3800万度**；南水入京后，加压输水已累计安全平稳运行3年，每年节约**16%**的加压抽水费用，自流输水部分可节约**1400万度**。
- 工程已为首都输水超过**46亿立方米**，供应了**70%**的北京市城区用水，保障了首都**1100万**市民饮水安全，水生态环境大大改善，增强了首都水资源战略储备。



北京日报：“南水”进京5亿立方米
北京地下水位十六年首次回升



中国水利学会