

## 1. 特等奖成果

### 1.1 混流式水轮机全系列水力模型研究和推广应用

#### ➤ 简要信息

【获奖类型】应用特等奖

【任务来源】“九五”国家重点科技项目、三峡工程科研项目、中水科技公司研发专项、横向委托项目

【课题起止时间】1987年5月~2016年7月

【完成单位】中国水利水电科学研究院，北京中水科水电科技发展有限公司

【主要完成人】彭忠年，陈锐，田娅娟，薛鹏，王鑫，莫为泽，陆力，马兵全，朱雷，张建光，马素萍，张海平，邓杰，孟晓超，李铁友

#### ➤ 背景

水电是最优质的清洁能源，充分合理地利用好有限的水力资源是实现可持续发展的必然要求。水电站的“个性”需要丰富的水轮机水力模型库和具有“量体裁衣”式的水力模型研发手段。水轮机出现的振动、裂纹、磨蚀等问题促使人们不断更新对水轮机内部流动规律的认识，推动水轮机水力设计水平不断提高。我国老旧水电站亟待进行增效扩容改造，众多水电设备制造企业迫切需要水轮机水力设计方面的技术支持。

#### ➤ 主要内容

- 独立自主地开发混流式水轮机水力设计软件系统；
- 开展混流式水轮机内部流态观测试验研究，探索混流式水轮机内部流动及水压脉动规律，为三峡等巨型水轮机的研制提供技术支持；
- 开发混流式水轮机水力模型，满足混流式电站建设和增效扩容改造的需求；
- 提出水电站水轮机技术改造解决方案，建立“量体裁衣”的个性化解决流程。

➤ **创新点**

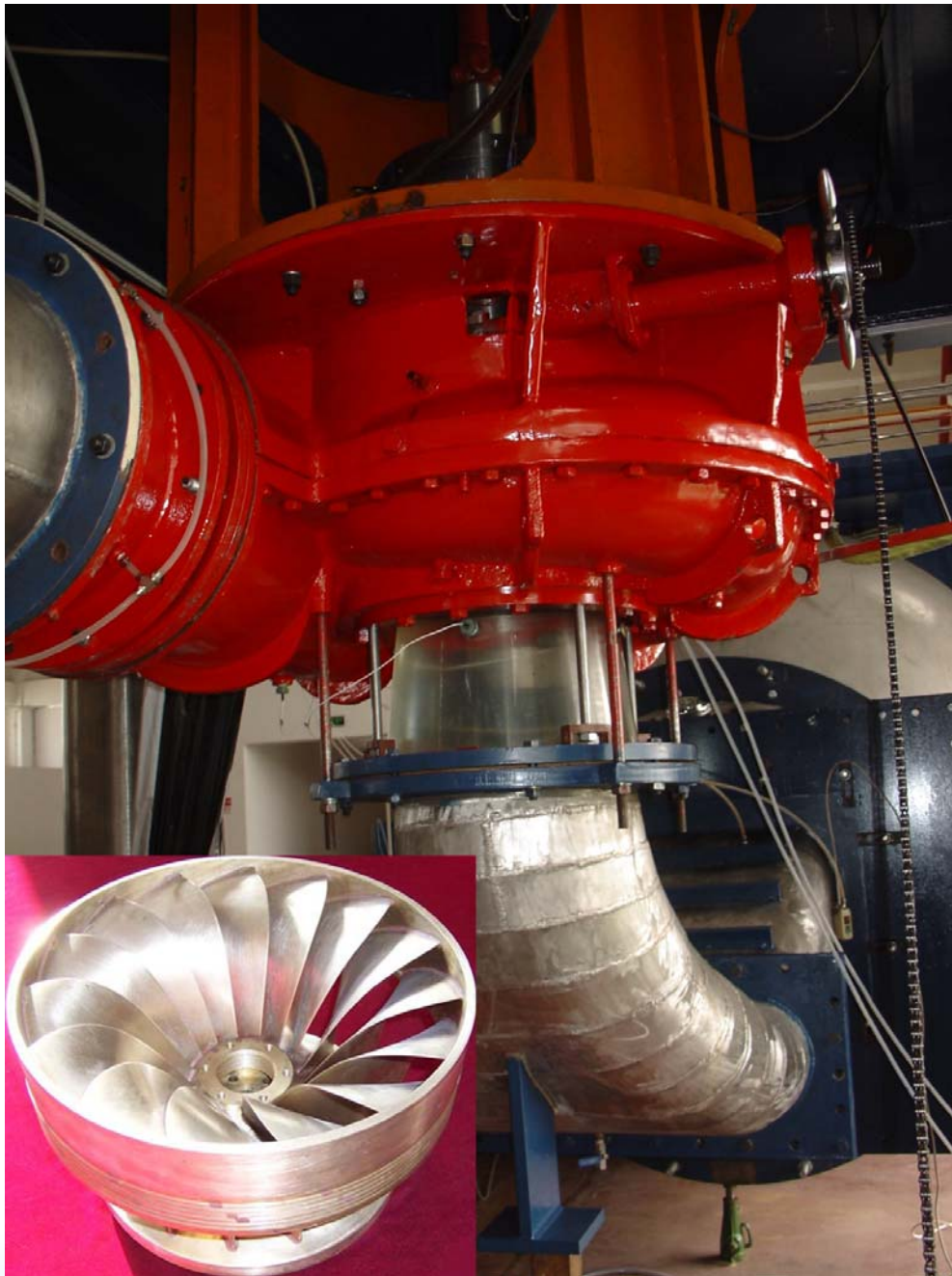
- 基于自主创新的数学模型、计算公式和组合方法等核心技术，结合 CFD 数值计算软件，建立了混流式水轮机全流道水力模型参数化设计、数值模拟计算的设计软件系统，设计水平达到国际先进水平；
- 研发的 17 个系列水力模型覆盖了混流式水轮机适用的水头运行范围；模型最优效率率先在国内突破 93%、94% 大关，一跃赶上国际先进水平；高比速水力模型性能指标达到当前国际领先水平。成果已广泛应用，极大地推动了行业的技术进步；
- 首创水轮机“枯水期转轮”、“双转轮配置”的技术理念，实现了枯水期水轮机效率提高 30%~80%，根本解决了机组水力稳定性问题；
- 系统总结归纳出水电站技术改造的五大类解决方案，并建立了完整、科学、高效可靠的个性化解决流程，对水电站增效扩容改造工程起到了引领作用；
- 国内首次对转轮内部流态进行了系统性观测，首次绘制了包含各种临界线的水轮机模型综合特性曲线，将混流式水轮机的研制目标和评价标准推向新的高度。

➤ **推广应用情况**

混流式水轮机内部流态观测及水力稳定性研究的成果，加深了行业对混流式水轮机水力稳定性规律的认识，相关内容已纳入大中型水轮机招标文件。

粗略统计本成果共开发出 150 多个水力模型，成功应用于国内外 180 多座电站，约 418 台机组，全部达到或超出预期指标；在财政部水利部组织开展的水电站增效扩容改造工程中发挥了显著的作用；国内已有 15 家有规模和影响力的水轮机制造企业引用该成果，推动了行业的技术进步。取得了巨大社会效益。同时也为我院签订收入性合同额近 2 亿元。我国还有 60% 以上早期建设的混流式水轮发电机组已陆续进入主机设备更新改造期，本项成果还拥有巨大的应用市场。

年增发电量 8.5 亿 kWh，按采用本成果所增发的电量初步估计，年直接经济效益 2.55 亿元，年间接经济效益 8.5 亿元；机组寿命取 30 年，直接经济效益 76.6 亿元，间接经济效益 255 亿元。



水轮机模型机组和模型转轮



应用于国外水电站的水轮机转轮