

1.水系统及泵站工程运行快速测试技术与安全评价服务平台

该技术已获得实用新型专利 1 项：一种内挂式自动砝码加载装置。

◆ 技术原理

通过建立水力机械效率、运行稳定性、过渡过程及闸门启闭力现场试验分析系统，进行了泵站扬程快速精确测量设备研究、非标准断面流量测试设备应用研究、机组过渡过程转速变化测试技术研究、泵段和泵装置模型试验装置及全特性的平台研究，解决了大量关键技术问题。

◆ 技术特点

（1）创建了水系统及泵站工程运行快速测试技术与安全评价现场测试服务平台。研究开发了效率、运行稳定性、过渡过程、闸门启闭力等四个测试系统，具备了开展大型工程水力机械综合试验能力。

（2）开发了现场扬程与流量快速测试技术、水力机械过渡过程转速变化测量分析软件。提出了以外包络线等效圆直径的轴摆度测量方法、采用混频双振幅幅值（峰-峰值）法确定水压力脉动取值。建立了水力机械稳定性兼顾效率的选型理念和水力机械诊断性检测和分析理念。

（3）实现了以泵站为中心，以管渠为支脉的关键数据（泵性能、流速流量、水位水量）的快速检测系统，建立了水系统及泵站工程运行快速测试技术与安全评价服务平台。

（4）将为建立天津市水系统（城乡灌排系统、饮用

水系统及生态供水系统、引水工程、污水处理系统等）检测与（安全）评价体系提供基本数据快速检测手段，为节能节水、建设生态海绵城市及城乡一体化水资源管控服务平台打下基础。

◆ 技术指标

测试系统携带方便，可进行泵站现场效率、现场运行稳定性测试，现场测流和水位测量，闸门启闭力测试，实现综合测试 10 天内完成，单系统测试 5 天内完成，单参数检测 2 天内完成的快速检测。模型泵验收试验实现了立轴、卧式、斜轴；泵段、装置；效率、空化、水压脉动、飞逸力特性、全特性、流态，通用综合测试体系。

◆ 应用范围及前景

平台建成后可为各流域水系统（城乡灌排系统、饮用水系统及生态供水系统、引水工程、污水处理系统等）检测与安全评价体系提供快速检测和基本数据。

该平台建设实现了立足国内水利行业科研和技术服务市场，面向国际市场。已应用案例 23 个，典型案例如：南水北调工程邓楼轴流泵站效率和机组运行稳定性示范研究与评价、利欧集团水泵模型试验台、日立泵制造（无锡）有限公司试验台、西华大学试验台、清华大学水力机械教学实验室建设、印度 SRLIP-PKG 5 STAGE II PROJECT 水泵模型验收试验等。该成果已取得了可观的经济、社会和生态环境效益，其中直接经济效益为 2286 万元。

技术名称：水系统及泵站工程运行快速测试技术与安全评价服务平台

持有单位：中水北方勘测设计研究有限责任公司

联系人：汤慧卿

电话：022-28702802、18622416283

2.无电液控应急操作器

该技术已获得 2 项发明专利：液压启闭机应急操作装置；卷扬启闭机的应急操作装置及闸门系统。技术填补了闸门应急抢险救灾领域的一个空白，目前国内外没有同类的技术和产品。

◆ 技术原理

“无电液控应急操作器”通过调速阀控制转速，达到按规定速度控制闸门下落，并通过动力单元产生压力油驱动应急操作器输出轴旋转，以一定速度控制闸门提升至指定位置。通过控制动力单元的输出压力，控制应急操作器的输出扭矩，实现可靠可控的增容；通过控制动力单元的输出流量，实现应急操作器输出转速的可控性，从而保护增容过程中启闭机金属结构的稳定性，避免冲击力对齿轮等金属构件造成损坏。

◆ 技术特点

（1）在突发紧急情况下，“无电液控应急操作器”将取代原来的启闭机，利用自身内部的液压阻尼系统控制闸门快速、平稳下降。

（2）无需电源。使用自有动力单元，通过油路循环实现闸门紧急状态下的启闭。

（3）应急操作器动力单元可一对多个闸门，根据应急抢险的要求，提升和关闭相对应的闸门，连续工作。

◆ 技术指标

系统压力 21.5MPa，有杆腔接口最大供油压力 18.5MPa，无杆腔接口最大供油压力 7.5MPa，下降输出

10min 液温 15℃，起升输出 10min 液温 17℃。

◆ 应用范围及前景

适用于洪水、地震、泥石流等各种突发紧急情况下，各类闸门的应急快速可靠启闭。该无电液控应急操作器已推广应用于 100 多个水利电力工程，销售 500 多台套，应用于陕西延安黄河引水工程、安徽引江济淮工程、四川长宁县东山水库、杭州市第二水源千岛湖配水工程、云南省阿岗水库工程、新疆阿尔塔什水利枢纽工程、海南省南渡江引水工程、贵州省兴义市马岭水利枢纽工程、黑龙江省诺敏河阁山水库、大藤峡水利枢纽、湖南省涔天河水库扩建工程等，遍布全国 28 个省市自治区的大中小型水利工程，并出口巴基斯坦和刚果。



■ 应急操作器检测

技术名称：无电液控应急操作器

持有单位：水利部机电研究所

北京世纪合兴起重科技有限公司

联系人：马智杰

电话：022-82852183、13910050949

3. CK-RMS 小型水库动态监管系统

◆ 技术原理

该系统是利用一体化监测设备和智能巡视检查标识牌完成小型水库水位、降雨量、视频图像及巡视检查信息的动态采集,通过多种云端服务软件向水库管理单位提供水库监管所需的信息服务,实现小型水库集约化管理,提升小型水库管理效率。

◆ 技术特点

（1）远程监视：可实现水库水位、降雨量、视频图像、巡视检查等信息的远程监视和管理。

（2）自动报警：水位、降雨量或图像识别到恶意破坏行为时，系统自动推送报警消息。

（3）使用便捷：系统提供电脑、手机 App 和微信小程序三种接入方式，方便用户选择。

（4）能扩展：系统可接入已建设自动化监测站点的水库数据，实现统一化管理。

（5）易维护：系统对现场设备工作状态进行监测，保证数据一致的同时，方便系统代码维护。

（6）云服务持续改进：系统以在线云服务的形式向用户提供数据服务，持续提升系统服务能力。

◆ 技术指标

（1）功能全面：具备实时数据监测、历史数据查询统计、自动报警、移动巡检、大屏展示等功能，满足小型水库管理需求。

（2）多种访问方式：提供 PC 端、手机 App 端、微

信小程序多种访问方式。

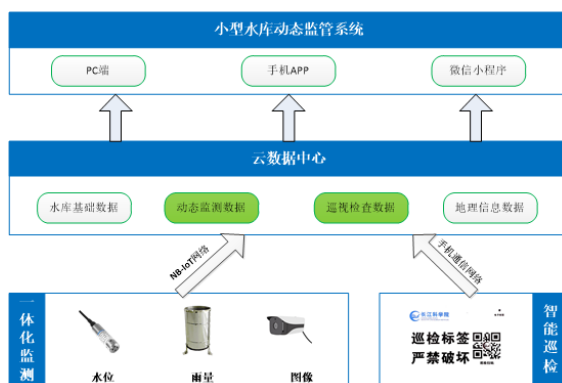
（3）响应快：前端采用 SPA 技术优化，响应快，用户体验好，对用户终端设备和网络条件要求低。

（4）易扩展：系统除了能实现小型水库信息化管理外，还能接入河道、堤防等其他水利工程监测数据，能实现业务横向扩展。

◆ 应用范围及前景

适用于全国各地区县及乡镇辖区内小型水库信息化监管。

CK-RMS 系统在江西省浮梁县、乐平市、景德镇市昌江区小型水库动态监管工程中得到应用，共接入小型水库 300 座，实现了水库水位、降雨量、视频图像及巡视检查信息的自动化采集，配备的软件系统基本达到了小型水库动态监管目标。



■ 系统拓扑图

技术名称：CK-RMS 小型水库动态监管系统

持有单位：长江水利委员会长江科学院

联系人：何亮

电话：027-82828902、17092772855

4.输水隧洞衬砌结构脱空检测关键技术

该技术核心成果已获得 1 项发明专利：一种机械式震源。

◆ 技术原理

针对输水隧洞衬砌结构脱空精细化检测难题，利用走航式冲击回波与阵列超声横波反射联合成像检测技术，解决了双层钢筋结构混凝土衬砌脱空检测难题；结合精细化数据处理与合成孔径成像技术，形成隧洞衬砌结构三维可视化成果，直观反映出隧洞衬砌混凝土内部结构及衬砌脱空情况；同时利用自主开发的走航式微型震源车，将检测效率提升至传统方法 6 倍以上，实现了输水隧洞衬砌结构脱空快速、无损、精细化检测。

◆ 技术特点

该技术可以实现隧洞衬砌质量的精细化检测，具有快速、无损、高效的特点；成果表达直观、可实现三维展示。

◆ 技术指标

- （1）检测精度达到毫米级；
- （2）检测混凝土最大厚度 2m；
- （3）检测速度大于 1000 检波点炮/h；
- （4）可应用于双层钢筋结构下的衬砌脱空质量检测。

◆ 应用范围及前景

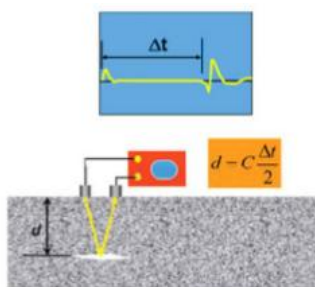
适用于水利水电工程引水导流隧洞、长距离引调水工程输水隧洞以及公路、铁路隧洞施工期衬砌质量检测以及工程运行期检修与安全评估。

案例 1：该项技术推广应用在南水北调中线工程，开

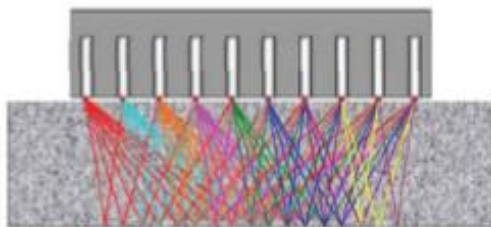
展包括隧洞衬砌质量检测、工程实体质量检测、隧洞停水检修等项目中，查明了隧洞衬砌施工质量、查清了隧洞运行后衬砌结构安全状态，为工程建设质量及运行安全管理提供了技术支持，带来了显著的经济和社会效益。

案例 2：在贵州夹岩水利枢纽输水隧洞衬砌质量检测中（包括隧洞衬砌混凝土质量检测、回填灌浆质量检测、混凝土面板脱空检测等项目），应用了该项技术，为工程建设与运行安全管理提供了技术服务。

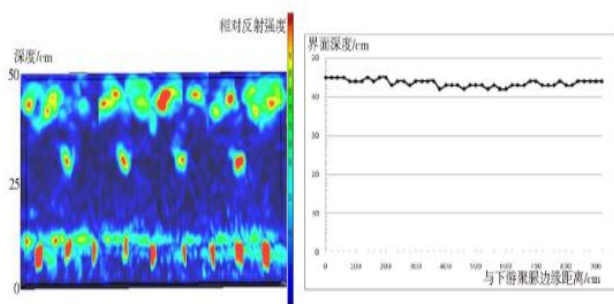
案例 3：在乌东德水电站、白鹤滩水电站等水电工程引水洞衬砌质量检测中（包括钢筋保护层厚度检测、衬砌混凝土缺陷检测、衬砌结构脱空检测），应用了该项技术，为工程施工质量控制提供了技术服务，经济效益显著。



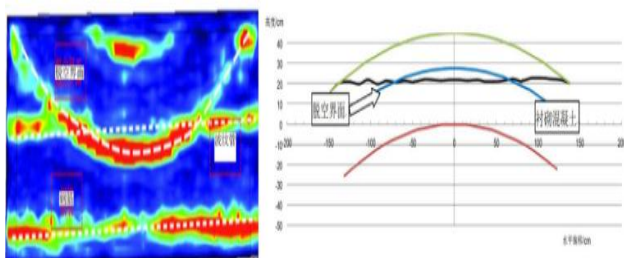
■ 超声反射法测量原理



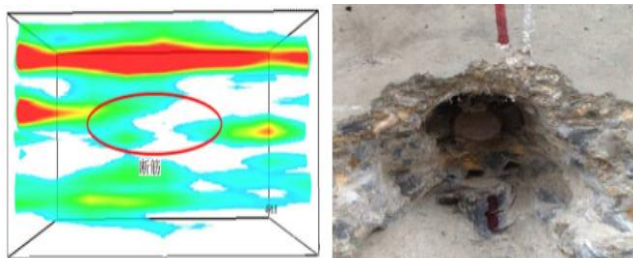
■ 隧洞衬砌混凝土质量正常部位测试成果图



■ 隧洞衬砌混凝土厚度不足或脱空部位测试成果图



■ 混凝土模型裂缝及测线布置图



■ 超声横波成像检测成果和打开验证被截断的钢筋图

技术名称：输水隧洞衬砌结构脱空检测关键技术

持有单位：长江地球物理探测（武汉）有限公司

联系人：徐涛

电话：027-82926243、18502773343

5.输水工程长中短期优化调度系统

该技术已获得 2 项发明专利：一种基于成本-效益分析的跨流域引水工程规模确定方法；一种复杂水库群共同供水任务分配方法。

◆ 技术原理

该系统以保障供水安全和提高供水效率为主要目标，研究气候变化和人类活动影响对径流的影响机制，采用受水区用水与多水源来水预测、跨区域多水源优化配置与调控、输水系统的阀门调度控制、不同工况下电站和泵站的切换控制等项技术，建立基于长、中、短期径流预报的水量优化调度模型，全面掌握工程基本信息和实时运行状况，进行调度会商决策，统一调度输水系统全线水量，实现全线输水自动控制，进行科学有效的运行管理，并能快速响应突发事件，解决长距离输水调度工况复杂决策困难的难题。

◆ 技术特点

该系统整体基于 JavaEE 的开发框架，采用 B/S 模式进行开发，系统各项功能通过浏览器访问，支持电脑 PC 端、平板电脑以及智能手机等多平台，系统部署支持 Windows、Linux 等操作系统，能基于多种操作系统运行。数据访问层，系统采用 Spring Data JPA 框架对数据库进行封装，支持各类主流数据库的数据读取操作，包括 Oracle、SQL server、MySQL 等主流数据库；业务逻辑层，

系统采用基于 Spring 框架进行开发，各系统模块相互独立，数据通过标准化传输；系统控制层，系统采用基于 REST 风格的 Web Service 接口，便于后期进行系统集成；客户层，系统基于 GIS“一张图”的思想和“图表结合”模式实现应用系统的界面交互。

◆ 技术指标

该软件系统功能设计符合调水工程的实际业务需求，水库输水工程调度系统具有以下功能：实时监控、信息查询、需水管理、常规水量调度、应急调度、实时调度、水费计量与供水效益、模型管理以及系统管理。

◆ 应用范围及前景

适用于各水库管理局以及中长距离输水调度工程使用，适用于水量分配、输水管道水力计算、阀门优化调度、输水管道水质评估及评价等。

该系统建立了一套完备的智能化调度与运行管理系统，已成功应用于辽宁省观音阁水库的长距离输水调度工程。

技术名称：输水工程长中短期优化调度系统

持有单位：大连理工大学

松辽水利委员会水文局（信息中心）

联系人：彭勇

电话：0411-84707911、13942849834