

1.多模型径流中长期集合预报系统

该技术核心成果基于国家计划项目,已获得计算机软件著作权:中长期径流预报系统(2019SR017670)。

◆ 技术原理

该技术原理包括单一水文模型预报与集合预报两个部分。多模型径流中长期集合预报模型在单一预报模型的基础上,通过多种集成手段,实现多种方法组合预测,可有效提高预测精度。单一模型中,既有适用于资料匮乏地区的统计模型,也有适用于资料丰富地区的分布式水文模型,同时,提供包括熵权法、集对分析法和多元线性回归法等多种集合方法,可提供多种预报结果进行参考和对比分析。

◆ 技术特点

(1) 方法多样。既可利用单一模型进行径流预报,也可采用熵权法、集对分析法和多元线性回归方法进行集合预报,可提供多种预报结果进行参考和对比分析。

(2) 精度较高。采用集合预报的方式对单一模型进行集合处理,充分利用各单一模型在建模中的优势,并相互约束各自的缺陷,从而提高模型的精度。

(3) 通用性强。该技术研发至今已在国内不同类型流域取得应用,包括长江流域、海河流域和黑龙江流域,具有较强的通用性,为水库调度和水资源管理运行提供了功能齐全、通用性强的径流预报工具。

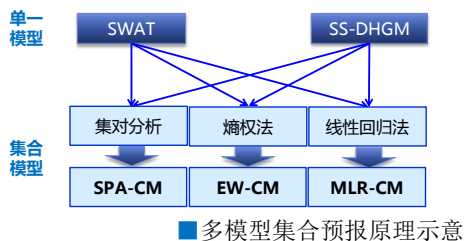
◆ 技术指标

针对水力发电计划的制定和水资源调度管理的实践需求，通过熵权法、集对分析法和多元线性回归法对多种预测方法进行组合预测，以提高径流预报的精度。该系统针对水力发电计划的制定和水资源调度管理的实践需求研发，预测方法多样、精度高、通用性强。

◆ 应用范围及前景

可应用于不同预见期下的径流中长期集合预报，可为水库调度运行、地表水资源量评价、水量分配等提供直接技术支撑。

该技术分别在长江流域（长江部分中小流域气象水文耦合预报系统）、海河流域（流域地表水资源量评价与预测）和黑龙江流域（黑龙江省重要河湖健康试点评估工作——呼兰河健康评估、倭肯河健康评估）得到成功应用，涉及业务包括气象水文耦合预报系统集成、流域地表水资源量预测、河道径流及生态流量预报等方面，取得了显著的社会效益、经济效益和生态效益。



技术名称：多模型径流中长期集合预报系统

持有单位：长江水利委员会长江科学院

联系人：袁喆

电话：027-82927551、13716565927

2.耦合数值天气预报的水库群 预报优化调度系统

该技术来源于 2016 年大禹水利科学技术奖一等奖：
变化环境下气象水文预报关键技术；获得 5 项发明专利：
一种基于多目标优化抽样的水文模型不确定性分析方法；
一种基于聚合水库蓄放水模拟的洪水预报方法；一种耦合
长、中、短期径流预报信息的水库优化调度方法；一种基
于灰色系统预测的离散微分动态规划方法；一种基于动态
蓄水容量的洪水预报方法。

◆ 技术原理

该系统基于多气象预报中心数值降雨预报可利用性、基于数值降雨预报的流域径流预报、基于径流预报的水电站（群）发电调度研究的基础上，利用先进的 SpringMVC、ExtJS 等框架技术，将所涉及到的研究内容以模块化的方式进行集成，开发出一套性能稳定、功能丰富、交互性好、可扩展性强的水情测报分析及调度决策系统，为管理智能化提供有力支撑。

◆ 技术特点

（1）满足电力系统安全分区要求，在安全 III 区架设服务器，在其上部署云服务。为了云服务更加稳定，采用 Citrix Xenserver 开源的项目来部署云。满足通用性、高可靠性、高可扩展性、按需弹性分配及完善的运维要求。

（2）考虑到其数据资源量较为庞大，并且多以业务交互为主，因此选用 Oracle 数据库管理系统，以满足决

策系统高稳定性、高可靠性、高效率、高吞吐量的要求。

（3）利用先进的 SpringMVC、ExtJS 等框架技术，将所涉及的研究内容以模块化的方式进行集成，保证其性能稳定、功能丰富、交互性好、可扩展性强。

（4）实现了气象预报信息从无到有：首次将四大气象中心的降雨预报数据引入到短期径流预报模块中；实现了从有到精：针对每个流域的不同特点进行统计分析，保证各流域都有一个相对可靠的降雨输入来源。

（5）实现了从科研到实际应用的过渡，引入气象因子，基于前期的水文气象要素，结合成因分析与数理统计方法，对未来长期的水文要素进行中长期预测。

（6）在发电调度管理上，国电电力发展股份有限公司首次提出水电能量平衡分析模型，该模型的建立有利于水电企业调整管控模式，整合各方资源，以取得最优的水能利用效率和最大的经济效益。

综上所述，该软件在功能可扩展、数据库及参数库、算法库、数据处理效率、系统稳定性、功能适应性和易用性等方面与国内外同类软件产品相比，具备较大优势。

◆ 技术指标

（1）水情、雨情、工情、发电信息的实时监测，超警戒时指标告警。

（2）对实时/历史信息查询，并可进行数据修正。

（3）自动/手动降雨预报信息下载及处理。

（4）基于实测或预报信息的短/中/长期径流预测。

- (5) 基于径流预报的短/中/长期发电调度方案编制。
- (6) 报表模块，实现快速报表。
- (7) 径流预报模型以及调度模型的管理。
- (8) 管理用户信息的同时赋予用户访问的权限。
- (9) 移动端 App。

◆ 应用范围及前景

适用于基于数值降雨预报的流域径流预报、基于径流预报的水电站（群）发电调度，以及基于以上信息的综合决策。

案例：该系统已成功在“国电电力水情测报分析及调度决策系统项目”进行推广应用，在一年多的运行期间，国电电力和禹水电开发公司与大连理工大学对系统的各项功能以及计算结果正确性进行了多轮测试和检查。测试和检查结果表明，系统各项设计功能正常使用且计算结果正确。对系统各模块下的各项功能进行测试，符合既定要求，用户反馈良好。

技术名称：耦合数值天气预报的水库群预报优化调度系统

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

3. 洪水实时模拟与洪灾动态评估技术

该技术基于省部级计划。获计算机软件著作权：洪水风险模拟分析软件（HydroMPM FloodRisk）V1.0，原始取得，登记号 2014SR110651。自主研发计算引擎，研发的洪水风险模拟分析软件已被国家防总批准进入《重点地区洪水风险图编制项目软件名录》。该技术作为核心创新成果获 2019 年中国大坝工程学会科技进步一等奖。

◆ 技术原理

该技术包括复杂类型流域洪水通用性水动力模型、高精度建模下洪水高速模拟方法、洪灾动态评估技术、洪水实时模拟与洪灾动态评估平台等 4 个先进实用技术要点。研发的洪水风险模拟分析软件，根据当前的水情、雨情、工情进行洪灾风险实时动态识别与预报预警，模型稳定性强、计算速度快，实现了边计算、边渲染的洪涝实时分析及动态展示，为防洪信息化补短板提供重要技术支撑。

◆ 技术特点

（1）模型鲁棒性强，计算稳定性强，精度高。

（2）计算速度快：采用显卡 GPU 负责计算密集型任务处理，通过数以千计的线程并发，显著提升模型计算效率。

（3）实时渲染：采用高速渲染方法，实现了边计算、边渲染的洪涝实时分析及动态展示。

◆ 技术指标

（1）在面积 1500km^2 、30 万个网格数量的区域，15 天溃漫堤洪水演进过程模拟及洪灾损失评估的计算耗时为 14.4 分钟，比主流商业软件 MIKE 计算速度快 5~30 倍。

（2）30 万网格的洪水演进计算结果，单帧渲染的系统平均响应时间为 0.81 秒。

◆ 应用范围及前景

适用于感潮河网洪水、沿海风暴潮、堤坝溃决（漫溢）洪水、游荡性河道洪水、山区性河流洪水风险实时动态识别与预报预警。

该项技术已在珠江防总、松辽委防汛抗旱办公室、广东省三防办、湖北省水利厅水旱灾害防御处、广西区水利厅水旱灾害防御处、海南省水务厅、广西右江水利开发有限责任公司百色分公司、东莞市三防办、河源市三防办、惠州市三防办等 10 余个防汛业务主管部门进行了推广应用，取得了良好的应用效益。

案例 1：“洪水实时模拟与洪灾动态评估技术”已应用于珠江防总的中顺大围等重点地区洪水风险图编制、典型防洪保护区洪涝灾害实时分析及动态展示、国家防汛抗旱指挥系统二期工程珠江洪灾评估系统等项目。作为典型应用，该技术在 15min 内可完成西江浔江段防洪保护区（面积约 1500km^2 、计算网格 30 万）15 天的溃漫堤洪水演进过程，计算速度满足洪灾实时预报预警需求。

案例 2：松干典型防洪保护区洪水风险实时分析系统于 2015 年 10 月开始应用于松辽委防汛抗旱办公室的防洪减灾等相关工作中，实现了松干左岸二肇大堤和松干右岸拉林河口至哈尔滨大堤防洪保护区洪水在线快速计算、洪水演进高速渲染等功能，实现了任意水文及溃口条件下洪水演进实时计算与动态展示等功能，在防汛应急决策中取得了较好的实际效果，可提高相关决策的科学性。

案例 3：东江流域防洪保护区洪水风险图及实时系统于 2015 年开始应用于广东省三防办的防洪减灾等相关工作中。综合考虑了东江干流洪水、河口潮水以及城市暴雨内涝洪水，对东江三角洲河网多种典型洪水情景进行了准确的模拟。项目编制的洪水风险图件成果被广东省三防办采纳；部署在广东省三防办的东江流域洪水实时分析及动态展示系统在防汛应急决策中取得了较好的实际效果。

案例 4：黄广大堤防洪保护区洪水风险图于 2016 年开始应用于湖北省水利厅水旱灾害防御处的防洪减灾等相关工作中。该项目运用洪水风险模拟分析软件 HydroMPM_FloodRisk，构建了黄广大堤防洪保护区一维-二维耦合洪水演进模型，计算分析了长江干流洪水和西隔堤洪水等不同洪水条件下黄广大堤防洪保护区洪水风险时空分布特征，并编制了洪水风险图，项目成果被湖北省水利厅水旱灾害防御处采纳。

技术名称：洪水实时模拟与洪灾动态评估技术

持有单位：珠江水利委员会珠江水利科学研究院

广州珠科院工程勘察设计有限公司

联系人：陈高峰

电话：020-87117188、15920179188

4. 多场景暴雨洪水智能预报调度及 避灾转移系统

◆ 技术原理

基于高精度地形图、数字地面高程、影像图等，建立水文学模型（分析流域、区域降雨产汇流过程）、水动力学模型（分析流域、区域河网洪水演进、河道漫堤和溃堤情况下的地表洪水淹没过程）和雨洪管网模型（计算城市区域雨洪管网排水过程）；具备模拟区域洪水传播及暴雨致涝过程；结合 GIS 和主流的计算机软硬件技术，集成了致灾因子动态设定、洪水实时演进分析、灾情实时分析、撤退转移路线实时规划等功能模块。采用 J2EE 体系结构，在 WEB 下环境下运行，具有较强的移植、扩展和集成能力。

◆ 技术特点

（1）集成自主研发的水文、水动力、城市管网模型等。

（2）基于开源 GIS 平台和开源数据库技术，有利于大幅度降低相关项目成本。

（3）完成国产化软硬件适配工作。

（4）已在江苏、浙江、广东等各种典型区域、流域推广应用。

◆ 技术指标

系统可考虑到致灾因子的不确定性和区域洪水风险

快速预判和分析的现实需要，将暴雨、洪水、风暴潮、溃堤、溃坝等造成和影响洪涝过程的致灾因子赋予灵活的输入功能，同时考虑泄洪（排涝）闸泵开启、人工爆破口门启用等防洪防涝应对措施，系统使用者可以对这些致灾因子的组合、量级、空间位置等进行设置，以便客观反映致灾因子及其导致的洪涝过程及风险，适应防汛指挥调度的实际需求。对城市区域、水库及下游区、防洪保护区、蓄滞洪区等典型地区的实时洪水模拟，有助于防汛管理部门开展抢险救灾、避灾转移及损失评估等。

◆ 应用范围及前景

适用于城市、流域、水库及下游、防洪保护区、蓄滞洪区、沿海平原河网地区等。

该技术已在江苏省南京市、浙江省杭州市、浦阳江流域、衢州市、东阳市、永康市、青田县等数十个地方应用，系统相关合同金额超 2000 万元。

近 5 年已开发了基于开源 GIS 平台、开源数据库技术、B/S 架构的融合气象预报、水雨工情监测、洪水预报、水工程调度、实时动态洪水分析、应急避险及转移等功能的防汛决策支持平台。

该系统已在江苏、浙江、广东三省发达地区推广应用。我国区域发展不平衡，大部分基层水利信息化软硬件基础薄弱。本系统立足于利用开源 GIS 平台和数据库技术，结合自主开发的水文水利数值模型一起，形成自主可控、

拥有自主知识产权的防汛专业系统(B/S)，且已成熟，有利于大幅度降低相关项目成本，进一步推广至其他地区和流域。

技术名称：多场景暴雨洪水智能预报调度及避灾转移系统

持有单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院

联系人：钟华

电话：13851847156

5. 水文水资源数据采集传输仪

该技术已获得 5 项实用新型专利：防松动智能 RTU（ZL 201922016198.3）等。

◆ 技术原理

数据采集传输仪是集数据采集、数据处理、数据存储、数据传输等多种功能为一体的通讯仪器，应用于水资源实时监控系统的数据采集环节，采用大容量锂电池设计，兼容多种电源，提供多个通道的符合工业标准的模拟接口和数字接口，可以外接包括雨量计、水位计、水压计、流量计、水质仪器等多种类型的仪表和传感器。它通过与现场监测仪表相连，采集监测结果并进行数据的处理和存储。

◆ 技术特点

- （1）内置大容量锂电池，可兼容多种电源。
- （2）4G 全网通/Nbiot 等多种通信方式。
- （3）集成度高，IP67 防护等级。
- （4）集成 RS232/RS485/模拟量/开关量等通用接口。

◆ 技术指标

- （1）通讯方式：4G 全网通/NBiot。
- （2）防护等级：IP67。
- （3）供电方式：DC/太阳能/220V。
- （4）待机电流：0.3mA。
- （5）传感器接口：RS485/RS232/模拟量/开关量。
- （6）内置锂电池：13.6AH/7.4V。

（7）太阳能充电电流：1.5A。

（8）直流电充电电流：1.5A。

（9）充电可接入电压：10V~26V。

（10）工作温度：-20℃~70℃。

◆ 应用范围及前景

该技术适用于水利信息化建设领域（如水文、水资源、水环境、水污染）的远程测控等，可对各级水行政管理和行政审批部门的纸质取水许可信息、电子证照信息进行整编，各类业务系统数据进行交换。

自 2011 年起，平台即在水利部水资源管理中心部署应用，中央本级节点部署在水利部本级的水利电子政务外网 DMZ 区，支持互联网用户访问，直接支撑中央、流域、省、地市、区县各级水行政管理部门和行政审批部门。截至 2020 年 4 月，共涉及独立行政分区 2734 个，共有独立单位 3275 个，流域和省级信息交换节点 12 个。2019 年全国取水许可电子证照办理工作推进以来，为水行政主管部门及取用水户提供了更加快捷方便的技术支撑。



■ 数据采集传输仪



■ 数据采集传输仪的应用场景

技术名称：水文水资源数据采集传输仪

持有单位：中科星图（深圳）数字技术产业研发中心有限公司

联系人：陆赛华

电话：0755-83044377、13934608171