

河渠冰情监测预报与冰凌灾害防治成套技术及应用

➤ 简要信息

- 【获奖等级】** 应用成果奖一等奖
- 【任务来源】** 国家科技计划项目、行业部委项目、省/市/自治区项目、中外合作项目、其他项目
- 【课题起止时间】** 2012 年 1 月~2019 年 12 月
- 【完成单位】** 中国水利水电科学研究院、四川大学、黄河水利委员会水文局、合肥工业大学、黑龙江省防汛抗旱保障中心
- 【主要完成人】** 郭新蕾、王 涛、刘之平、付 辉、严登华、杨开林、脱友才、王 军、潘佳佳、李甲振

➤ 背景

我国是世界上受凌汛灾害影响最严重的国家之一，北方河渠冰期安全及减灾是水旱灾害防御领域和各部门迫切需要解决的重大关键问题。针对冰期监测预报等短板，预防处置等难题，项目组研究了河渠冰凌灾害防治理论方法、系列新技术和成套新设备，为防凌减灾工程应用奠定基础。

➤ 主要内容

- 研发大尺度冰厚水深同步、连续测量成套装备，研究河渠冰期流量量测新方法，实现冰水情要素的快速、实时获取。
- 以监测量测数据为支撑，研究可精细模拟河渠冰凌生消、

输移和河床冲淤及岸滩崩塌多过程的新模型和新方法。

- 进一步揭示河渠冰塞冰坝形成驱动机制，研究智能算法、机理模型等多种方法相结合的冰塞冰坝预报模型。
- 通过试验和观测研究大型渠道结构物冬季安全运行关键判据，研究提出河道冰塞冰坝处置和冰凌灾害防治成套技术，并开展应用。

➤ 创新点

- 发明了冰水情一体化双频雷达测量成套装备和河渠冰期流量的流速~单宽流元测量新方法，解决了大范围冰厚水深同步连续测量和冰塞冰坝应急探测难题，效率提升 90% 以上。
- 耦合河冰、水沙理论，发明了水冰沙耦合计算、河冰与岸滩侵蚀计算、河床锚冰计算等新方法，开发了首个二维水冰沙耦合数学模型，新增物理过程模拟量 30%，解决了河渠冰凌生消全过程模拟难题，拓展了河冰基础研究理论。
- 明晰了河流冰塞冰坝形成主要受“特性~热力~动力”影响的机制，研发了模糊神经网络同冰坝形成机理及结构变化等结合的冰坝预报模型方法，最早提前 40 天实现封开河日期和凌汛灾害发生等级等长预见期预报。
- 揭示了渠道结构物倒虹吸、闸门等冰塞堆积机理，提出了冰塞厚度分布、防冰塞临界水深、浮冰输运临界 Fr 数等关键水力学判据公式。
- 建立了冰下爆破预防冰坝理论方法，为解决爆破时间、位

置及布置方法等技术难题提供了直接依据。

➤ 推广应用情况

成果已在黄河中上游、黑龙江上游河段和尼亚拉加河、皮斯里弗河等国内外多条河流以及南水北调中线工程、调蓄工程、山西引黄原水直供工程、呼和浩特抽蓄电站水库等成功应用，取得显著经济和社会效益。

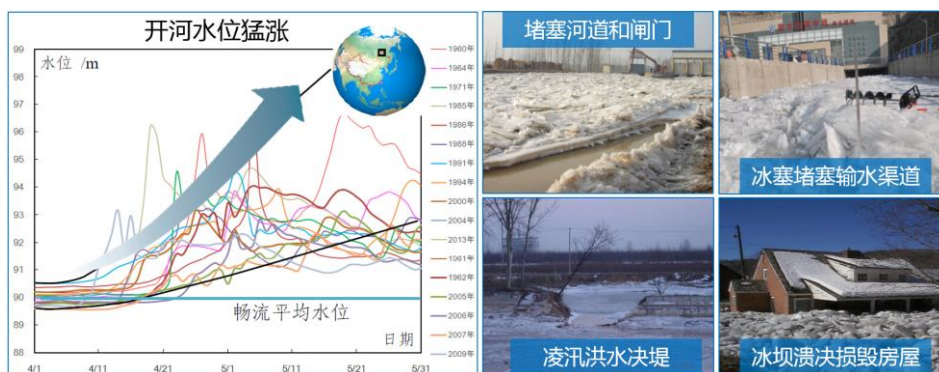


图 1 冰凌洪水典型灾害图片



图 2 冰水情一体化双频雷达测量成套装备、指标与应用

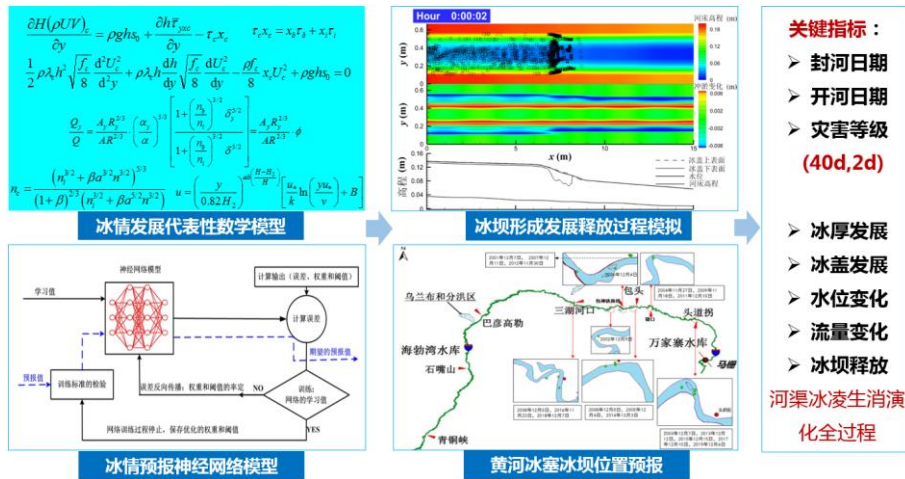


图 3 冰情预报与全过程模拟技术



图 4 成套技术应用