

2.2 南水北调中线工程水流阻力特性及输水能力研究

➤ 简要信息

【获奖类型】应用一等奖

【任务来源】南水北调中线干线工程建设管理局

【课题起止时间】2013年1月~2015年6月

【完成单位】中国水利水电科学研究院

【主要完成人】刘之平、陈文学、穆祥鹏、崔巍、白音包力皋、曹为民、
温世亿、许凤冉、姚雄、高森

➤ 背景

南水北调中线工程全长1432km，多年平均调水量95亿 m^3 ，以明渠自流输水为主，自流水头尚不足百米，中上游1cm水头损失就将使输水能力减少 $5m^3/s$ 。因此准确计算水头损失、确定水面线是工程设计和运行调度关心的重要问题。

项目开展时，正值中线工程全面开工阶段。与可研阶段相比，工程出现若干变更：沿线增加较多桥梁，且部分桥墩阻水超出设计值；部分渠段过水断面变化；分水口位置调整等。这些变更会影响工程输水能力，可能影响工程验收通水，甚至决定工程成败。亟需对工程水面线进行复核验证。然而中线干渠实际糙率和各类局部水头损失如何取值、桥墩壅水如何计算均存在较大争议，京石段原观成果也存在很大不确定度，准确复核中线干渠水面线、论证输水能力难度高、任务重。本研究对保障工程验收通水起到关键作用，也为工程运行调度和管理提供了科学依据，对促进渠道水力学发展和指导类似工程建设也有重要意义。

➤ 主要内容

- 综合数值模拟、原型观测、物模试验和理论分析等多类成果，全面分析渠道糙率及渐变段、倒虹吸、渡槽、闸室等各类过水建筑物阻水影响，提出糙率和局部水头损失系数原型观测不确定度计算公式和观测技术方法，确定了中线干渠糙率和局部水头损失系数计算方法。见图1。
- 确定了各类桥墩壅水公式适用性，提出中线干渠桥墩壅水计算方法。见图2。
- 采用多种方法复核中线干渠水面线，并对桥墩阻水影响、渐变段壅水效应和

糙率敏感性进行分析。见图 3、图 4。

- 开发调水工程数据管理及输水能力计算平台，可为渠道设计和运行管理提供决策支持。

➤ 创新点

- 基于不确定度理论，提出“长距离输水渠道糙率原型观测方法”，确定中线干渠糙率范围及其分布规律，对提高糙率观测精度和准确计算中线沿程水头损失具有重要意义。
- 得到不同桥墩壅水公式的适用条件，确定中线干渠桥墩壅水效应计算方法。
- 提出各类局部水头损失系数取值规则及其原型观测不确定度计算公式，对指导原型观测、准确确定中线干渠局部水头损失具有重要意义。

➤ 推广应用情况

- 项目委托单位为南水北调中线局，成果直接用于论证中线干渠输水能力、渠堤超高及分水闸、节制闸设计，对保障工程后续建设和顺利通水起到关键作用。
- 为中线工程供水调度方案制定和调度模型水力参数选取提供了科学依据，对工程运行管理也具有重要意义。
- 研究成果对其它长距离调水工程规划、设计、施工以及评估也具有借鉴价值。

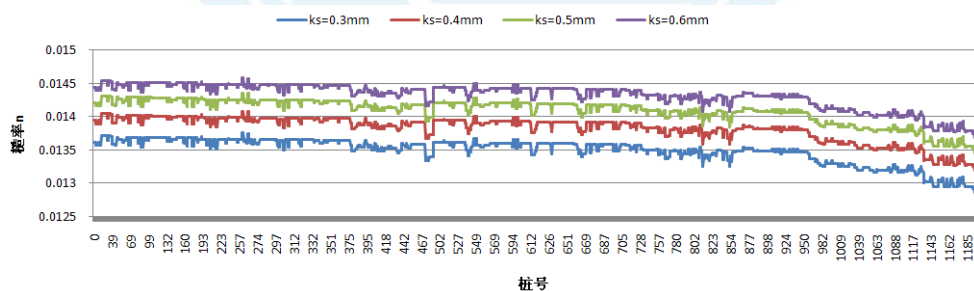


图 1 南水北调中线总干渠不同当量粗糙度所对应的沿程糙率分布

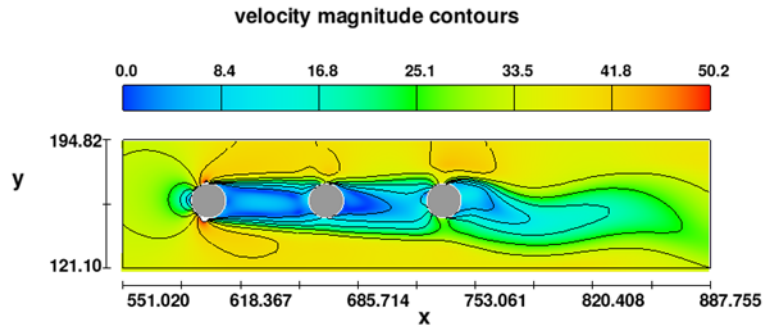


图2 多排桥墩附近断面流速分布

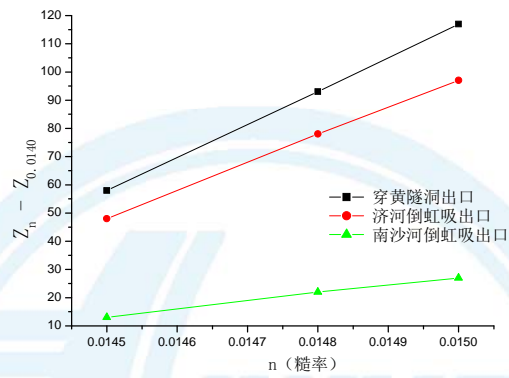


图3 渠池水位对于糙率的敏感性分析

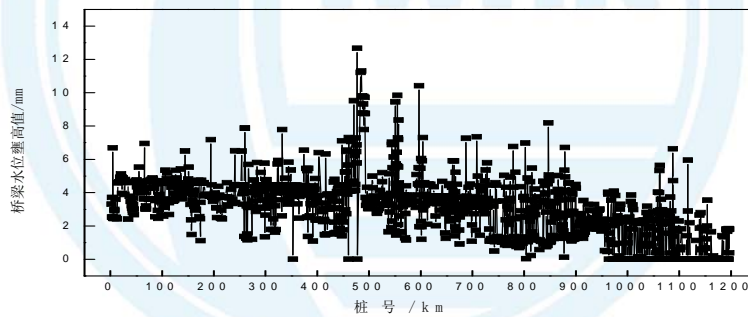


图4 设计流量时，沿程桥墩壅水情况