**公示附件**

**一、项目名称**：飞来峡水库动库调洪决策系统关键技术研究

**二、主要完成单位：**广东省飞来峡水利枢纽管理处；南京水利科学研究院； 广州地理研究所；中山大学

**三、主要完成人如下表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **技术职称** | **工作单位** | **完成单位** | **对本项目的主要贡献** |
| 黄顺明 | 1 | 高工 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 项目总负责；负责项目整体的管理和协调，负责项目过程管理；负责项目的设计、研究、开发及系统集成；指导报告的编写；共同拥有《河道型水库动库容调洪三维动态显示系统软件》和《飞来峡水利枢纽动库容调洪三维决策支持系统》著作权；对本项目的科技创新点第1、2和3做出了创造性贡献。 |
| 范子武 | 2 | 教授级高工 | 南京水利科学研究院 | 南京水利科学研究院 | 负责完成研究实施降雨预报与水文模型耦合，负责开发分布式水文模型在大流域水库预报调度中的应用、河道型水库动库容调洪通用模型、飞来峡实时调度系统开发及应用和防洪决策系统，建立河道型水库洪水三维演进演示机仿真模拟、库区洪水淹没损失评估、风险评估应用等应用模型；拥有《河道型水库动库容调洪三维动态显示系统软件》和《飞来峡水利枢纽动库容调洪三维决策支持系统》著作权；对项目的创新点1、2和3有贡献。 |
| 王红旗 | 3 | 教授级高工 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 项目总体设计、研究、开发；负责项目的过程管理；参与完成研究实施降雨预报与水文模型耦合，并实现分布式水文模型在大流域水库预报调度中的应用，建立河道型水库动库容调洪通用模型，飞来峡实时调度系统开发及应用，开发了防洪决策系统，建立河道型水库洪水三维演进演示机仿真模拟、库区洪水淹没损失评估、风险评估应用等应用模型；参与飞来峡水库三维地理信息系统研究与开发；对项目的创新点1、2和3有贡献。 |
| 虞云飞 | 4 | 高工 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 总体设计、项目整体研究、开发；参与三维地理信息系统研究与开发；参与完成研究实施降雨预报与水文模型耦合，建立河道型水库动库容调洪通用模型、飞来峡实时调度系统开发及应用和防洪决策系统，建立河道型水库洪水三维演进演示机仿真模拟、库区洪水淹没损失评估、风险评估应用等应用模型；共同拥有1和2软件著作权；对项目的创新点1、2和3有贡献，论文1和2的作者。 |
| 韩昌海 | 5 | 教授级高工 | 南京水利科学研究院 | 南京水利科学研究院 | 负责完成研究实施降雨预报与水文模型耦合，并实现分布式水文模型在大流域水库预报调度中的应用，共同拥有《河道型水库动库容调洪三维动态显示系统软件》和《飞来峡水利枢纽动库容调洪三维决策支持系统》著作权；建立河道型水库动库容调洪通用模型；是第1篇、第2篇论文的作者。 |
| 龙三文 | 6 | 高工 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 项目总体设计、研究、开发；参与三维地理信息系统研究与开发；参与完成研究实施降雨预报与水文模型耦合，建立河道型水库动库容调洪通用模型、飞来峡实时调度系统开发及应用和防洪决策系统，建立河道型水库洪水三维演进演示机仿真模拟、库区洪水淹没损失评估、风险评估应用等应用模型。 |
| 钟凯文 | 7 | 研究员 | 广州地理研究所 | 广州地理研究所 | 1）建立了基于空间地理、影像等多源异构信息集成整合模型；采用多源异质数据整编与建库技术完成飞来峡地理空间数据库建设；采用空间分析技术，将DEM数据与水利淹没模型相结合实现对不同淹没高程情况的损失分析与统计  2）海量数据三维展示技术研究，开发了飞来峡水库三维地理系统。  3）研究报告1份，《飞来峡水库三维地理信息系统研究与开发专题报告》；获软件著作权一套：水库三维地理信息系统；发表相关论文1篇 |
| 邓孺孺 | 8 | 教授 | 中山大学 | 中山大学 | 课题部分设计、整体研究、开发；对库区水质遥感监测技术应用研究和人口经济状况遥感监测，搜集库区人口经济数据，对库区人口及经济状况遥感监测技术应用研究，建立人口经济遥感模型；获得库区人口、经济活动空间分布情况；拥有第三项软件著作权；论文5和10的作者。 |
| 苏奕绿 | 9 | 高工 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 全过程参与项目整体设计、研究、开发、验收和成果鉴定，重点组织实施高精度DEM和DOM的综合地理信息系统；参加研制河道型水库动库容调洪三维动态显示系统HDDKDTXS和飞来峡水利枢纽动库容调洪三维决策支持系统FlxDKTH，本人主要贡献为系统实际应用分析、论证，对应本项目第二项技术创新。 |
| 邹正欣 | 10 | 高工 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 参与项目总体设计、研究、开发；重点负责库区人口、社会经济调查、参与开发水库综合地理信息库和飞来峡水库三维地理系统；对应本项目创新点第二项。 |
| 罗寿平 | 12 | 高工 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 项目部分设计、研究、开发；负责库区水量地形测量，参与库区遥感数据矢量化建设，参与开发水库综合地理信息库和飞来峡水库三维地理系统；对应本项目创新点第二项。 |
| 段利晖 | 11 | 高工 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 课题部分设计、研究、开发及系统集成；参与开发水库综合地理信息库和飞来峡水库三维地理系统；对应本项目创新点第二项。 |
| 张安标 | 13 | 高工 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 参与三维地理信息系统研究与开发；参与完成研究实施降雨预报与水文模型耦合，建立河道型水库动库容调洪通用模型、飞来峡实时调度系统开发及应用和防洪决策系统，建立河道型水库洪水三维演进演示机仿真模拟、库区洪水淹没损失评估、风险评估应用等应用模型，对项目的创新点1、2和3有贡献。 |
| 陈 鑫 | 14 | 高工 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 参与三维地理信息系统研究与开发；参与完成研究实施降雨预报与水文模型耦合，建立河道型水库动库容调洪通用模型、飞来峡实时调度系统开发及应用和防洪决策系统，建立河道型水库洪水三维演进演示机仿真模拟、库区洪水淹没损失评估、风险评估应用等应用模型。 |
| 张 铭 | 15 | 高工 | 南京水利科学研究院 | 南京水利科学研究院 | 主要完成基于Openmi技术的飞来峡实时预报系统集成开发、动库容调洪成果及动库容效应分析、成果报告编写工作，对项目的创新点1和3有贡献。 |
| 马振坤 | 16 |  | 河海大学 | 南京水利科学研究院 | 主要完成基于Openmi技术的飞来峡实时预报系统集成开发、动库容调洪成果及动库容效应分析、成果报告编写工作，对项目的创新点1和3有贡献。 |
| 陈启东 | 17 |  | 中国海洋局 | 中山大学 | 数据对库区水质遥感监测技术应用研究和人口经济状况遥感监测，搜集库区人口经济数据，对库区人口及经济状况遥感监测技术应用研究，建立人口经济遥感模型；获得库区人口、经济活动空间分布情况；论文5和10的作者。 |
| 秦 雁 | 18 |  | 中山大学 | 中山大学 | 数据对库区水质遥感监测技术应用研究和人口经济状况遥感监测，搜集库区人口经济数据，对库区人口及经济状况遥感监测技术应用研究，建立人口经济遥感模型；获得库区人口、经济活动空间分布情况；论文5和10的作者。 |
| 陈志宏 | 19 | 高工 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 课题部分设计、研究、开发。参与开发水库综合地理信息库和飞来峡水库三维地理系统；对应本项目创新点第二项。 |
| 阳 蓉 | 20 | 工程师 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 广东省飞来峡水利枢纽管理处 | 参与三维地理信息系统研究与开发；参与完成研究实施降雨预报与水文模型耦合，建立河道型水库动库容调洪通用模型、飞来峡实时调度系统开发及应用和防洪决策系统，建立河道型水库洪水三维演进演示机仿真模拟、库区洪水淹没损失评估、风险评估应用等应用模型。 |

**四、项目简介**

北江洪水历来是广州市及珠江三角洲地区的心腹之患，无论是1915年的"乙卯水灾"还是"94.6" 建国以来规模是最大的珠江洪水，均对广州市及珠江三角洲地区造成了严重危害和重大的经济损失。飞来峡水利枢纽是北江防洪体系的关键性工程，承担着广州市及珠江三角洲地区的防洪重任。枢纽自1999年建成运行以来，发挥了重要的防洪减灾作用，但水库在实际调蓄洪水中，动库容影响明显且表现为负作用，同时还面临着洪水预报难度大、小库容调度大洪水、水资源保护困难等一系列问题，因此有必要开展飞来峡水库动库调洪决策系统关键技术研究; 经水利部批准立项，广东省飞来峡管理处开展"飞来峡水库动库调洪决策系统关键技术研究"项目（项目编号：200901067）, 2009年11月开始实施，2012年10月份完成，2013年9月通过水利部组织的验收。

本项目开发了河道型水库动库调洪通用模型，实现了河道型水库一维、二维动库容调洪，剖析了动库调洪机理，构建了全链条实时洪水调度新模式，开创了国内外河道型水库实时动库调洪调度，为水库防洪科学决策提供了有效的技术保障。主要创新如下：一是基于气象数值模型，建立了飞来峡水库PDM概率分布水文模型，集成了降雨预报、径流预报模型，提高了洪水预报精度，延长了洪水预见期。二是构建了全链条实时洪水预报调度新模式，建立了河道型水库一维、二维动库调洪模型，开发了基于Web方式的飞来峡水库动库调洪三维决策支持系统，实现了河道型水库实时动库调洪调度和三维仿真。三是运用OpenMI公共接口技术，实现了降雨预报、洪水预报、动库调洪、损失评估等多源异构模型间的自动交互和同步计算。成果总体上具有国际先进水平，在动库容实时调度方面具有国际领先水平，专家建议将成果推广到多库情景下的综合调度中。

该项目实施极大地提高了飞来峡水利枢纽防洪决策水平，在2013年8月北江近50年一遇洪水调度中得到成功应用，保障了下游广州、佛山等地区防洪安全，确保了库区英城、连江口等蓄洪区30万人的防洪安全，取得了显著的社会经济效益。本成果在江苏省、江西省等多个水库工程中得到推广应用，并且对全国河道型水库面临的普遍难题具有指导意义。

**五、经济及社会效益：**

**经济效益：**

通过本项目，可以优化飞来峡水库调度，为科学调度提供了依据，特别对场次洪水的提前回蓄和提前通航提供了必要的手段。按照每年四场次洪水计算，每场次洪水按提前四天计算，可以优化总发电天数为16天；而每天按照200万度电计算，则每年可多发电为200\*16=3200万度，每度电按0.4元计算，则可多发电1280万元；通航每天按4万吨计算，则每年可多通航量为4\*16=64万吨，则每年可多通航效益为64\*0.3=19.2万元；则总效益为1280+19.2=1299.2万元。

**社会效益：**

通过本项目的研究与应用，大大提升了枢纽防洪决策的时效性和科学性，为更及时地转移可能受洪水危害的物资和人员、将洪水灾害的损失降到最低提供了科学的手段，对充分发挥飞来峡枢纽防洪功能、有效提升枢纽在北江流域防洪中的关键性作用影响巨大，在洪水发生时，将可有效减少或避免广州市乃至整个珠江三角洲的人员伤亡和经济损失。根据广州市2014年经济发展水平，若北江流域遭遇类似1915年200年一遇洪水，本项目的研究与应用可减少广州市洪水淹没209km2,避免广州市区洪灾损失1649亿元。若北江流域遭遇50年一遇洪水，本项目的研究与应用，可确保英城蓄洪区、连江口等蓄洪区29万人的安全，减少洪水淹没损失40.6亿元。

**六、应用推广：**

1、项目成果成功应用在飞来峡水库。 受台风“尤特”和西南季风的共同影响，自2013年8月15日，北江流域普降大暴雨局部特大暴雨，北江河水急速上涨。飞来峡水库动库调洪决策系统实现从水情的检测、降水预报、洪水预报、调度方案、防洪决策一体化运行，18日系统预测北江洪峰流量将达到17000m3/s以上（接近50年一遇），根据水库动库调洪决策系统的分析计算的多种调度方案成果，确定最大出出库流量控制在16000m3/s，库水位最高不超过26.5m的方案，一方面可以确保北江下游所有主要堤围的安全，另一方面使库区受水库蓄水影响降至最低，根据方案成果，库区影响范围不超过坝址以上25km，库区社岗防护区、连江口防护区基本不受影响，基本不需要进行人员迁移安置，将蓄洪影响降至最低，可实现枢纽上下游防洪效益的最大化。洪后实际情况与防洪决策方案基本一致。通过飞来峡水库动库调洪决策系统，可实现防洪决策的快速化，精确化，效益最大化。

2、通过本项目的研究与应用，大大提升了飞来峡水利枢纽防洪决策的时效性和科学性，为更及时地转移可能受洪水危害的物资和人员、将洪水灾害的损失降到最低提供了科学的手段，对充分发挥飞来峡枢纽防洪功能、有效提升枢纽在北江流域防洪中的关键性作用影响巨大，在洪水发生时，将可有效减少或避免广州市乃至整个珠江三角洲的人员伤亡和经济损失。

3、项目的洪水预报模型、动库调洪模型等成果在金牛山水库、浯溪口水库、小塔山水库等工程的安全评价以及补强加固处理提供了技术支持，初步实现了项目成果推广应用的目标。

4、本项目也可以应用于全国各流域河流河道型水库，同时也流域内防汛机构提供决策手段，如省防办、北江局、清远市防办等，为流域防洪决策提供保障。

5、本项目也为流域内工程设计提供了依据，在英德城防设计过程中，以本项目成果作为堤防高程的设计依据。

**七、知识产权：**

（1）河道型水库动库容调洪三维动态显示系统 [简称：HDDKDTXS]（软件著作权登记号：2013SR054523）。

（2）飞来峡水利枢纽动库容调洪三维决策支持系统 [简称：FlxDKTH]（软件著作权登记号：2013SR054542）。

（3）飞来峡水库水质遥感监测信息系统 [简称：飞来峡水库水质遥感监测信系统]（软件著作权登记号：2015SR144888）。

（4）水库三维地理信息系统V1.0（软件著作权登记号：2015SR135268）。

**八、论文情况：**

1）韩昌海，张铭,范子武,苏奕绿，王红旗，虞云飞.河道型水库动库调洪模型构建及应用 水利水运工程学报,2013

2）韩昌海，张铭,范子武, 虞云飞，苏奕绿，王红旗，基于PDM的飞来峡水库实时预报水文模型 水利水运工程学报,2014（1）

3）Ma Zhenkun、Li Jiazhi、Zhang Ming、Fan Ziwu. The Bayesian Statistic Forecasting Model for Middle- and Long-term Runoff of Hydropower Station. Journal of hydrologic engineering

4）钟凯文，刘旭拢.广东高新技术产业生态地理信息系统研究[A].测绘科学2012，（05）

5）陈启东，邓孺孺，秦雁，何颖清，汪伟. 广东省飞来峡库区水深遥感[J].中山大学学报（自然科学版）2012,(01)

6）张铭,范子武.水力不确定性因素对堤防防洪风险效益的影响[J]. 水利水运工程学报,2011(1):55-59

7）苏奕绿，飞来峡水库三维地理信息系统 [J]. 广东水利水电 2013（1）

8）Ma ZhenkunFan Ziwu、Su Yilu、Zhang Ming. Risk Rate Calculation and Analysis of Flood Control for Dykes and Dams in the Middle Reach of Huaihe[J] River. water science and engineering

9）张铭,李崇浩,范子武.粒子群算法在梯级水库优化调度中的应用研究[J]. 水力发电,2010(12):60-64

10）秦雁,邓孺孺,何颖清,陈启东,朱家敏,汪伟. 广东省大中型水库水质遥感监测系统的建立与应用[J]. 遥感技术与应用, 2011,(06).