

编 号：

## 揭阳市智慧水利二期方案设计报告

项目名称：揭阳市智慧水利二期项目方案编制服务

申报单位（盖章）：揭阳市水利局

地 址：揭阳市榕城区临江北路东市水利局

邮 编：522000

设计单位（盖章）：珠江水利委员会珠江水利科学研究院

## 目录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 揭阳市智慧水利二期方案设计报告 .....         | 1  |
| 1. 项目概述 .....                 | 1  |
| 1.1 项目名称 .....                | 1  |
| 1.2 建设单位 .....                | 1  |
| 1.3 项目建设目标 .....              | 1  |
| 1.4 项目建设内容 .....              | 2  |
| 1.5 与其他项目的关系 .....            | 6  |
| 1.5.1 与广东省智慧水利工程和“一网统管”的关系 .. | 6  |
| 1.5.2 与“揭阳市数字政府”关系 .....      | 8  |
| 1.6 与揭阳市智慧水利一期的关系 .....       | 9  |
| 1.7 项目预算及资金来源 .....           | 13 |
| 2. 现状与需求分析 .....              | 14 |
| 2.1 项目背景 .....                | 14 |
| 2.1.1 项目政策分析 .....            | 14 |
| 2.1.2 项目建设意义 .....            | 20 |
| 2.1.3 必要性分析 .....             | 25 |
| 2.2 现状分析 .....                | 29 |
| 2.2.1 基本情况分析 .....            | 29 |
| 2.2.2 单位职能现状 .....            | 35 |
| 2.2.3 信息化现状分析 .....           | 45 |
| 2.2.4 存在问题分析 .....            | 55 |
| 2.2.5 问题总结 .....              | 58 |
| 2.3 需求分析 .....                | 61 |
| 2.3.1 监测感知需求分析 .....          | 62 |

---

|       |                  |    |
|-------|------------------|----|
| 2.3.2 | 业务应用需求分析 .....   | 62 |
| 2.3.3 | 安全需求分析 .....     | 64 |
| 2.3.4 | 用户角色需求分析 .....   | 65 |
| 3.    | 总体设计 .....       | 67 |
| 3.1   | 建设原则 .....       | 67 |
| 3.2   | 项目建设依据 .....     | 68 |
| 3.2.1 | 党中央、国务院决策 .....  | 68 |
| 3.2.2 | 有关法律、条例 .....    | 68 |
| 3.2.3 | 水利部文件 .....      | 69 |
| 3.2.4 | 广东省文件 .....      | 70 |
| 3.2.5 | 揭阳市文件 .....      | 72 |
| 3.2.6 | 标准规范文件 .....     | 72 |
| 3.3   | 建设思路 .....       | 74 |
| 3.4   | 系统架构 .....       | 75 |
| 3.4.1 | 总体架构 .....       | 75 |
| 3.4.2 | 数据架构 .....       | 77 |
| 3.4.3 | 安全架构 .....       | 78 |
| 3.4.4 | 网络边界划分 .....     | 80 |
| 3.5   | 技术路线 .....       | 81 |
| 3.5.1 | 微服务技术架构 .....    | 81 |
| 3.5.2 | 前后端分离技术 .....    | 82 |
| 3.5.3 | 计算机视觉 .....      | 83 |
| 3.6   | 基础设施补充 .....     | 85 |
| 3.6.1 | 应用服务器性能估算 .....  | 85 |
| 3.6.2 | 数据库服务器性能估算 ..... | 86 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 3.6.3 平台数据存储系统 .....   | 87  |
| 4. 建设内容 .....          | 89  |
| 4.1 业务应用系统 .....       | 89  |
| 4.1.1 防汛“四预”系统建设 ..... | 89  |
| 4.1.2 综合职能模块建设 .....   | 99  |
| 4.1.3 手机端开发集成 .....    | 106 |
| 4.2 系统集成建设 .....       | 110 |
| 4.2.1 标准化接口设计 .....    | 110 |
| 4.2.2 软件集成 .....       | 112 |
| 4.2.3 数据集成 .....       | 112 |
| 4.2.4 数据治理与运维 .....    | 115 |
| 4.2.5 地图服务集成 .....     | 122 |
| 4.2.6 门户集成 .....       | 122 |
| 4.3 水利模型 .....         | 122 |
| 4.3.1 建模范围 .....       | 122 |
| 4.3.2 模型架构 .....       | 123 |
| 4.3.3 数据收集和处理 .....    | 124 |
| 4.3.4 水利专业模型分析 .....   | 127 |
| 4.3.5 模型参数的率定验证 .....  | 141 |
| 4.3.6 合理性分析 .....      | 143 |
| 4.3.7 水库调度方案编制 .....   | 143 |
| 4.4 感知站点建设 .....       | 144 |
| 4.4.1 建设方案 .....       | 144 |
| 4.4.2 设备性能指标 .....     | 148 |
| 4.4.3 补充测量 .....       | 154 |

---

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 4.5 系统安全建设 .....         | 155 |
| 4.5.1 系统安全建设概述 .....     | 155 |
| 4.5.2 应用安全 .....         | 158 |
| 4.5.3 数据安全 .....         | 162 |
| 4.5.4 管理安全 .....         | 164 |
| 4.5.5 网络安全 .....         | 164 |
| 5. 项目管理 .....            | 165 |
| 5.1 项目组织机构和人员 .....      | 165 |
| 5.1.1 实施和运维机构及组织管理 ..... | 165 |
| 5.1.2 技术力量和人员配备 .....    | 171 |
| 5.2 项目实施进度 .....         | 173 |
| 5.2.1 项目建设周期 .....       | 173 |
| 5.2.2 项目实施计划 .....       | 173 |
| 5.3 风险分析及对策 .....        | 174 |
| 5.3.1 风险分析 .....         | 174 |
| 5.3.2 风险对策与措施 .....      | 175 |
| 5.4 效益分析 .....           | 175 |
| 5.4.1 社会效益分析 .....       | 175 |
| 5.4.2 经济效益分析 .....       | 176 |
| 5.4.3 生态效益分析 .....       | 177 |
| 5.5 运行维护 .....           | 178 |
| 5.5.1 运维服务 .....         | 178 |
| 5.5.2 售后服务响应 .....       | 178 |
| 5.6 培训计划 .....           | 180 |
| 5.6.1 培训计划概述 .....       | 180 |

---

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 5.6.2 培训内容 .....    | 181 |
| 6. 项目概算 .....       | 182 |
| 6.1 项目总概算 .....     | 182 |
| 6.2 编制依据 .....      | 183 |
| 6.3 项目投资明细概算表 ..... | 185 |

# 1. 项目概述

## 1.1 项目名称

揭阳市智慧水利二期项目方案编制服务

## 1.2 建设单位

揭阳市水利局。

## 1.3 项目建设目标

项目建设以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大会议精神，积极践行“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路，坚持“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”总要求，依托省“一网统管”、省数字政府、省智慧水利先行先试、省融合智慧水利工程等的总体规划，遵循“开放应用、整合通用、强化共用”原则，充分结合揭阳市水利局实际业务需要，从信息化建设一盘棋的角度，实现数据融合共享、信息挖掘分析和重点业务智能应用，提高水利事业活动的效率和效能，实现水利管理和行政的现代化。

具体建设目标如下：

（1）通过本项目建设，在揭阳水利局所辖榕江流域（三洲坝到榕江南北河交汇处）基本搭建形成流域防汛“四预”平台，初步构建具有“四预”功能的水利智能业务应用体系，实现多方案精准预报、多维多尺度预演、全过程动态预警、依法依规科学预案，从而基本消除防洪重点薄弱环节，重点保障揭阳市沿江重要区县和榕江流域范围内

的防洪安全，推进智慧水利建设，进一步提高抗御洪水和规避洪水风险的工作能力。

（2）在一期智慧水利建设的基础上，继续建设完善水利业务应用体系，本期着力建设防汛减灾、站点建设、水利督察等核心业务服务，为水利业务管理、决策分析提供高效、科学的信息服务大门，进一步提升水利应用的决策科学化水平，使揭阳水利业务应用的数字化、网络化、智能化水平得到全面提升，为新阶段揭阳水利高质量发展提供有力支撑和强力驱动。

（3）建立健全网络安全保护体系，贯彻实施安全等级保护制度，重要信息系统等级保护达标率大幅提升；提升行业纵深防御、监测预警和应急处置能力，形成安全高效的水利网络安全综合防护体系。

## 1.4 项目建设内容

揭阳市智慧水利建设在当前“互联网+河长制”信息化建设的基础上，按照省级规划建设要求，由市级统筹，围绕水利十大业务，面向各层级业务智能化，以水利感知网和水利信息网为基础、以“一云一池两平台”构成的水利大脑为核心、以智能应用重点、以网络安全体系和综合保障体系为保障，形成我市智慧水利总框架。揭阳市智慧水利（一期）建设内容分为智慧水利数据中心建设和智慧水利综合管理平台建设。

本期建设依托我市智慧水利大数据中心、统一的跨业务应用支撑平台、统一的集成门户，重点放在为解决流域防洪业务方面问题而新建的防汛“四预”业务系统上。建设服务于“四预”系统的专业水利模型，同时围绕榕江流域“四预”系统建设需求布设水利感知站点，接入感知数据资源，以达到完善立体感知监测网络，强化流域治理管

理，提升流域水旱灾害防治能力的目的。本期将在一期系统平台的基础上建设集计划财务管理、水利督察、农水农电管理等功能于一体的综合管理智能模块，开发手机移动端并集成在粤政易移动办公平台，实现移动端查询监测站点数据、展示水利工程信息等功能，继续推动我市水利领域各类业务的智慧化运行，服务的精细管理，全面提升水利业务智慧化监管。项目详细建设内容如下表所示：

**表 1-1 项目建设内容一览表**

| 序号 | 建设内容     | 功能名称   | 功能说明                                                                                                                                                                                         |
|----|----------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 防汛“四预”系统 | 态势感知   | 本期建设图层及底图管理、水雨情形势分析的功能。                                                                                                                                                                      |
| 2  |          | 预报     | 本期建设降雨预报统计分析、水量预测、预报模型方案管理的功能。                                                                                                                                                               |
| 3  |          | 预警     | 本期建设预警指标设置、预警判别与提示、预警对象选择与发布的功能。                                                                                                                                                             |
| 4  |          | 预演     | 本期建设洪水预演场景的功能。                                                                                                                                                                               |
| 5  |          | 预案     | 本期建设优选调度方案、预案智能生成的功能。                                                                                                                                                                        |
| 6  | 综合职能模块   | 水利督察模块 | 水利督察模块包括在建水利工程与已建水利工程两个业务管理功能。（1）在建水利工程：包含了材料上报、审查、审批、整改落实、备案归档五个功能。（2）已建设水利工程：包含了材料上报、审查、审批、整改落实、备案归档五个功能。（3）将检测单位、水利工程、检测工程、检测指标等信息按不同维度在系统中进展统计分析展示。（4）通过调用萤石云平台接口，实现接入视频监控、视频相关设备、外围设备等。 |
| 7  |          | 计划财务模块 | 计划财务模块包括报表导入、统计分析、进度提醒、进度排名、资金去向、进度展示，6个业务流程功能。                                                                                                                                              |

| 序号 | 建设内容 | 功能名称                  | 功能说明                                                                                                                                                           |
|----|------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8  |      | 农村水利<br>水电与水土<br>保持模块 | 农村水利水电与水土保持模块包括资料上报、科室审查、反馈整改、确认备案、工程数据展示，5个业务流程功能。                                                                                                            |
| 9  | 系统集成 | 软件集成                  | 主要包括二期业务系统建设、网络安全体系等建设内容中所购置的各类软件。                                                                                                                             |
| 10 |      | 数据集成                  | 根据业务场景需要，对部分应用系统业务数据、监测数据等进行数据接入，主要包括水雨情信息接入、气象数据接入、地形数据接入、潮位数据接入、河道数据接入、道路数据接入、业务数据汇集接入。                                                                      |
| 11 |      | 数据治理<br>与运维           | <p>数据治理：通过数据标准建立、采集、存储、归集、清洗、融合等过程，充分吸纳已建、在建数据库，补充建设各类基础数据、空间数据、监测数据、业务数据库与知识库，形成满足较长期需求的数据资产库。</p> <p>数据运维：是对数据中心所有数据（包括基础数据、专业数据、元数据、资源目录等）进行汇集、管理和共享服务。</p> |
| 12 |      | 地图服务<br>集成            | 集成一期系统地图服务接口，同时建设相关标准化服务接口和工具，为其它业务应用系统提供地理空间数据管理、空间分析、地图可视化等服务调用支撑。                                                                                           |
| 13 |      | 门户集成                  | 本期系统门户与一期系统门户进行统一用户登录集成。与一期系统门户中的身份认证体系集成。二期系统同步一期系统的部门组织架构，并在此基础上建立角色权限管理，为不同的用户或部门提供访问二期系统时不同的功能和数据权限。                                                       |

| 序号 | 建设内容    | 功能名称         | 功能说明                                                                                                                            |
|----|---------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14 | 水利模型    | 榕江河水文水动力预报模型 | 水文模型用于模拟流域产流与坡面汇流过程，为水动力模型提供流域内部的流量边界；水动力学模型以降水、水文模型计算得到的区间入流为边界，能够实现不同工况下城区内涝风险模拟。系统通过将榕江河水文模型和水动力模型的耦合，为特定情况下榕江防洪提供科学可行的实施方案。 |
| 15 | 感知站点建设  | 水雨情物联感知站点    | 在三洲拦河坝与榕江南河与北河汇流口处新建两套水雨情物联感知站点，采集要素有：水位、雨量、图像。                                                                                 |
| 16 | 系统安全建设  | 系统安全应用系统     | 利用政务网上的安全体系，并根据系统安全的具体需求，建设一套系统安全应用系统补全安全保障功能，满足等级保护二级的要求，保证系统安全运行。                                                             |
| 16 |         | 商用密码应用系统     | 建设一套商用密码应用系统，参照等级保护二级的要求建设。                                                                                                     |
| 18 | 手机端开发集成 | 功能首页         | 本期建设首页一张图、实时监测数据展示、预警信息推送、站点信息查询、视频监控查阅、水利工程信息查询等功能。                                                                            |
|    |         | 数据接口         | 开发揭阳智慧水利信息管理平台实时信息数据库接口。                                                                                                        |

## 1.5 与其他项目的关系

### 1.5.1 与广东省智慧水利工程和“一网统管”的关系

广东智慧水利工程，全方位构建水利智慧监管平台，提升水利行业监管能力。推进前沿技术在水利行业创新应用，强化新技术与水利业务深度融合，打造数字江河。扩大江河湖库、水资源和节约用水、水利工程、涉水活动等监测范围，构建智能融合的全域感知监管网络体系。加强水利信息资源的汇聚存储、统筹管理、集约利用，完善基础运行环境，逐步实现数据共建共享共用。建设智能统一应用门户，按照全省“一网统管”总体要求，高效推进“粤治慧”水利专题建设，围绕水利业务应用场景，设计开发水安全、水资源、水环境、水生态、水工程监管五大模块，实现水利系统内部数据资源整合汇聚。本期项目，围绕实现防汛业务“四预”工作展开，继续完善构建多级联动的智能调度指挥体系，加强“智慧流域”建设，建设流域水工程联合优化调度系统，搭建智能高效的联合调度平台，加强广东智慧水利支撑。

而广东省智慧水利工程是在广东数字政府的整体框架下，采用5G、物联网、大数据、人工智能、移动互联、区块链、卫星遥感等新一代信息技术，构建一个智能融合的全域感知网络体系，打造一个“横向到边、纵向到底”，省-市-县-镇-村五级共建、共享、共用的一体化水利智能（智慧）业务平台，实现水要素全域感知、水信息融合共享、水风险智慧管控、水管理协同高效、水服务泛在周到，为广东省水利全面实现防洪保安全、优质水资源、健康水生态、宜居水环境、先进水文化、周到水服务目标提供重要支撑手段，遵循省委省政府、水利部信息化建设相关规划要求，落实“实用、安全”水利网信工作总要求，延续“互联网+现代水利”设计思路，设计“五横三纵”

广东智慧水利工程总体技术框架，满足省“数字政府”集约化、一体化建设和运行的要求，实现部、省、市、县多级水利部门协同共享。

本项目是按照广东省智慧水利顶层设计思路，结合揭阳市水利的现状与需求，进行规划设计。揭阳市智慧水利信息管理平台的数据将会按标准规范共享到省级平台。同时，本项目向广东省智慧水利融合工程，开放数据接口，今后纳入水利厅水利大数据体系。

广东省“一网统管”基本架构可概括为“1+3+5+N”。其中，“1”是指全省一体化的“数字政府”基础底座，即政务云、网等；“3”是指省市县三级“一网统管”基础平台，包括省级基础平台“粤治慧”和市县两级基础平台；“5”是指围绕省、市、县（市、区）、镇（街）、村（社区）各级政府的治理场景和需求，建立五级用户体系；“N”是指根据各级用户需求建设各类特色应用专题。简而言之，即能够实现“一网感知态势、一网统观全省、一网统筹决策、一网指挥调度、一网协同共治”。今年广东目标是初步建成省级基础平台“粤治慧”，制定完善相关标准规范，并在部分地市、县（市、区）开展试点。到2023年，基本构建全省纵横联动、五级协同的“一网统管”工作体系，实现省域治理“可感、可视、可控、可治”，努力打造全国数字化治理示范省。

“一网统管”试点专题建设，围绕经济运行、应急指挥、消防救援、住房管理、自然资源、生态环境、水利等领域，推动跨部门、跨层级、跨区域数据融合共享。智慧水利作为“一网统管”的一个专题，揭阳市智慧水利的建设成果会按标准规范，集成到“一网统管”中。而且，揭阳市智慧水利信息管理平台部署于政务云平台，由数字政府提供一系列支撑能力，也同时向数字政府共享水利业务数据。平台已建设了数据中心、综合数据库、公共基础设施服务、水利数据汇

集平台、数据资源共享、智慧水利综合门户、水旱灾害防御管理、水利工程综合管理、水利综合态势大屏、系统后台管理等模块，其中水旱灾害防御管理包含监测预警管理、预警发布管理、应急资源管理，接入了实时雨情、实时水情、实时风情、台风路径、实时视频的功能；水利工程综合管理包含项目库管理、项目进度管理、项目资金管理。二期则在以上基础上增加了防汛“预报、预警、预演、预案”系统、专业水利模型、综合职能模块、数据治理、数据运维、河道水位监测等内容，继续按照广东省数字政府“一网统管”的建设要求，将相关水利业务工作做到实处。



图 1-1 与广东省智慧水利、一网统管关系图

### 1.5.2 与“揭阳市数字政府”关系

2020 年是广东“数字政府”改革建设攻坚之年。做好我市 2020 年数字政府改革建设工作，要贯彻落实《广东省人民政府办公厅关于印发广东省数字政府改革建设 2020 年工作要点的通知》（粤办函〔2020〕20 号）工作部署，按照“全省一盘棋”工作思路，进一步夯实数字政府基础能力，擦亮“粤系列”移动应用品牌，强化省市县改革协同，2020 年 5 月，揭阳市人民政府办公室印发《揭阳市数字

政府改革建设 2020 年工作要点》，提出 31 个工作要点，其中就包括推进“数字水利”建设，打通信息共享通道，实现协同治水。

揭阳市智慧水利（二期）利用“揭阳市数字政府”建设成果，并立足现有技术基础进行建设，因此在系统建设集成过程中，充分考虑广东省“数字政府”揭阳节点政务云资源情况，以能满足系统运行的性能、功能、监测覆盖范围为集成边界条件。内容包括基础设施资源、数据资源、网络资源、安全保障资源、平台资源等，深化资源开发利用与共享，加强资源集约化管理，避免重复投资建设。

同时，揭阳市智慧水利（二期）建设成果可纳入揭阳市数字政府中，进行共享应用。

## 1.6 与揭阳市智慧水利一期的关系

揭阳市智慧水利建设实施遵循广东省智慧水利融合工程“六横三纵”总体框架。融合工程总体框架为“六横三纵”的分层架构，“六横”分别是智能感知层、基础设施层、数据共享层、应用支撑层、智能应用层和终端服务层，“三纵”分别是安全体系、标准体系和运行管理体系。

揭阳市智慧水利（一期）建设内容分为智慧水利数据中心建设和智慧水利综合管理平台建设。水利数据中心用于存储和管理各终端应用系统所需的数据，为业务应用系统提供数据支撑服务。依托综合型数据中心，将实时水雨情、水文、水利工程、水旱灾害管理等数据数据，按照数据库建设的要求，经 ETL 加载到数据仓库中，并为数据挖掘与分析提供支撑。主要建设内容包括水利数据资源目录设计、综合数据库建设、水利数据汇集平台、数据资源 ETL 管理、数据资源共享平台等。着力完成数据资源目录梳理、数据库建设、数据资源汇

集、数据交换共享建设。整合水利行业数据，融合相关行业和社会数据，基于“一数一源、一源多用”原则，汇集全域数据，实现数据融合共享、信息挖掘分析和应用。

通过智慧水利综合管理平台的建设，初步构建高效协同的水利业务应用体系，着力建设水旱灾害、水利工程等核心业务服务，为水利业务管理、决策分析提供高效、科学的信息服务大门，进一步提升水利应用的决策科学化水平。内容包括：智慧水利综合门户、水旱灾害防御管理、水利工程综合管理、水利综合态势大屏以及系统后台管理功能模块。

揭阳市智慧水利（一期）的建设，奠定了智慧水利统一的底层架构，着力搭建智慧水利总体框架内容，通过智慧水利综合门户，实现统一门户、统一用户管理。

揭阳市智慧水利（二期）项目的设计，响应市水利局及局属单位的业务需求，兼顾区水务局及相关单位通用性业务需求，根据灾害防御、水利督查、资金管理、农村水利水电、水土保持等业务，按照急用先建的原则，确定本项目的业务边界，主要包括防汛“四预”、综合职能模块、水利模型 3 大板块。

二期项目的建设是在一期建设的揭阳市智慧水利信息管理平台的基础上，增加以上板块的建设内容。依托政务云资源，建立业务模块、应用支撑。在对智慧水利综合门户、水旱灾害防御管理、水利工程综合管理、综合态势大屏展示、系统后台管理五大板块业务梳理的基础上，横向拉通、集合归并，明确二期项目系统的建设边界，包括在水旱灾害防御管理业务板块中增加防汛“四预”功能，增加综合智能模块为一大业务板块。同时在统一用户管理和统一地图服务两大应用支撑板块的基础上，增加统一模型服务为一大应用支撑板块。二期

建设内容在总体框架的不同层级上与一期建设内容界线分明，边界清晰，不涉及重复建设。二期建设内容在总体框架中的关系情况，如下图所示。

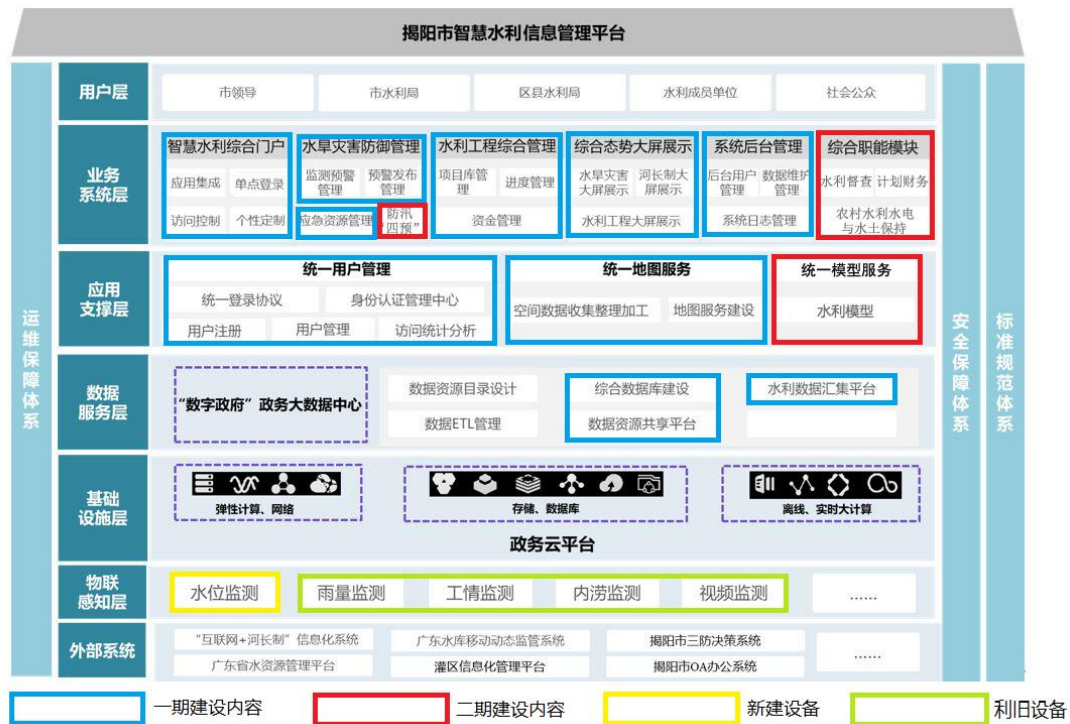


图 1-2 揭阳市智慧水利一期与二期总体框架关系图

揭阳市智慧水利信息管理平台的数据中心依托市政务云提供的软硬件环境，包括弹性计算、网络、存储、数据库、实时大计算等一系列功能和工具。平台预留接口，方便和省级智慧水利平台实现对接。

二期项目部分数据服务和应用系统部署在政务云上，信息安全环境由政务云提供，所以二期项目不涉及此部分建设内容。系统其余部分的信息安全按照等保二级要求建设，同时所有数据均要求不涉密，使用互联网+平台。

二期主要的建设工作都在业务系统层中展开。在业务系统层中，一期项目围绕水旱灾害防御、水利工程两大业务进行精细化的管理，通过综合态势大屏进行水旱灾害、水利工程、河长制三种场景切换直

观展示。二期则主要围绕防汛“四预”业务功能模块、综合职能模块开展，完善水旱灾害防御管理，进一步提高水利业务的管理水平。

水利模型作为“四预”业务功能的重要应用支撑，建设在应用支撑层内。应用支撑层中，一期项目直接利用“互联网+河长制”的GIS平台，在已有基础上进行升级完善。二期则对用户管理、地图服务进行系统集成，构建水利模型，为实现监测预报、动态预警、调度预演、调度预案等“四预”功能提供支撑。

揭阳智慧水利二期项目重点是完成“四预”系统建设，即能实现数字化场景、智慧化模拟、精准化决策，进而完成水利行业由传统保障型向新型智慧服务型转变，逐步构建具有揭阳特色的智慧水利体系。从而达到提升揭阳市水利信息化整体水平，紧跟智慧水利发展步伐的目标。同时，“四预”系统能适应广东省水利厅的要求，提供相关的水利模型、调度模型，用以支撑预报预警调度功能的应用，这也是揭阳智慧水利一期建设中缺失的一环。

揭阳市智慧水利一期完成了数据中心建设，构建了智慧水利综合门户，实现了水利工程综合管理、日常管理等功能。二期项目的建设是在一期建设的基础上，融合进“六横三纵”总体框架，在业务系统层中，丰富综合管理功能内容，增加防汛“四预”功能模块。在数据服务层中，增加水利模型，为“四预”业务功能的实现提供服务。

揭阳市智慧水利二期建设必须满足揭阳市水利工作和揭阳市水利十四五规划工作的要求，因此软件功能的建设目标和范围应当紧紧围绕为防汛“四预”提供信息支撑这一目标。系统的软件功能边界止于智慧水利管理相关业务工作，不涉及一期其他业务系统，仅限于与系统对接的软件接口的改造，不涉及软件功能的改造。

---

## 1.7 项目预算及资金来源

## 2. 现状与需求分析

### 2.1 项目背景

#### 2.1.1 项目政策分析

##### 2.1.1.1 国家层面政策分析

当前，中国特色社会主义进入新时代，随着数字经济的发展以及人工智能、移动互联网、物联网、大数据、云计算等技术的成熟及应用，社会生活的智能化、智慧化程度将持续加强，政府监管、人们生活方式将迎来巨大的变革。同样，水利改革发展也面临着新形势、新变革。党的十九届五中全会明确提出要加强数字社会、数字政府建设，提升公共服务、社会治理等数字化智能化水平。充分利用新一代信息技术驱动水利改革发展，不仅是贯彻落实党的十九大精神推进国家水治理体系和治理能力现代化的必由之路，也是抢抓信息化发展机遇、应对水利主要矛盾变化、补齐水利信息化短板、有效支撑水利行业高质量发展的有效途径。

2014年3月14日，习近平总书记在中央财经领导小组第五次会议上，从全局和战略的高度，对我国水安全问题发表了重要讲话，提出“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水方针。“十六字”治水方针赋予了新时期治水的新内涵、新要求、新任务，为加强水节约、强化水治理、保障水安全指明了方向，是做好水利工作的科学指南。2014年8月，国家发展改革委等八部委联合印发《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》，从国家层面统筹推进智慧城市建设。习近平总书记在党的十九大报告中明确提出要把“智慧社会”作为建设创新型国家的重要内容，站在引领创新发展的高度，为智慧

社会建设指明了方向。“智慧水利”是智慧社会的重要组成部分，也是水利信息化发展的新阶段。

以习近平同志为核心的党中央高度重视网络安全和信息化，把信息化作为我国抢占新一轮发展制高点、构筑国际竞争新优势的契机，不断推进理论创新和实践创新，提出了一系列新思想新观点新论断。2018年4月，在全国网络安全和信息化会议上，习近平总书记深入阐述了网络强国战略思想，对实施“网络强国”战略作出了全面部署。2018年中央一号文件明确要求实施智慧农业林业水利工程。

党的十九届五中全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》（以下简称《建议》）明确要求“坚定不移建设制造强国、质量强国、网络强国、数字中国”，这个开启全面建设社会主义现代化国家新征程、向第二个百年奋斗目标进军的纲领性文件，首次将“立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局，推进高质量发展”作为整体理论用以指导国民经济和社会发展的行动指南。十三届全国人大四次会议通过的《中华人民共和国国民经济和社会发展的第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（以下简称《纲要》），将“加快数字化发展建设数字中国”单独成篇，并明确提出“构建智慧水利体系，以流域为单元提升水情测报和智能调度能力”。《建议》和《纲要》均对“十四五”时期的水利工作提出目标要求，也为智慧水利建设明确了方向和任务。

2021年11月水利部印发的《“十四五”智慧水利建设规划》指出要建设数字孪生流域、“2+N”水利智能业务应用体系、安全可控水利网络安全防护体系、优化健全水利网信保障体系，建成七大江河数字孪生流域，推进水利工程智能化改造，在重点防洪地区实现“四

预”，在跨流域重大引调水工程、跨省重点河湖基本实现水资源管理与调配“四预”，推进 N 项业务应用建设，建成智慧水利体系 1.0 版，为加快推进智慧水利建设指明了方向。

#### 2.1.1.2 水利部相关政策分析

2018 年，水利部党组在系统学习治水方针的基础上，结合我国水利实际，指出当前我国治水的主要矛盾已经从人民对除水害兴水利的需求与水利工程能力不足之间的矛盾，转化为人民对水资源水生态环境的需求与水利行业监管能力不足之间的矛盾。

2019 年，水利部下发了《智慧水利总体方案》提出在水利信息化建设上提档升级，做好水利业务需求，抓好智慧水利顶层设计，构建安全实用、智慧高效的水利信息大系统，以水利信息化驱动水利现代化，为新时代水利改革发展提供技术支撑。

2021 年是“十四五”智慧水利开局之年，在顶层谋划上水利部开展的工作主要包括三方面：

一是编制出台了顶层设计系列文件。按照水利部党组“三对标、一规划”的部署，水利部网信办组织编制了推进智慧水利建设的系列文件，包括《智慧水利建设顶层设计》《“十四五”智慧水利建设规划》《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》，四个文件明确了推进智慧水利建设的路线图、时间表、任务书、责任单，为下阶段大力推进智慧水利建设奠定了坚实基础。

二是开展涉及全局的技术性规范文件编制。考虑到数字孪生水利工程是数字孪生流域的重要组成部分，数字孪生流域建设是智慧水利建设的核心和关键，水利业务“四预”是智慧水利建设的重点功能，

各级水利部门和单位亟需统一思想认识，按照水利部的部署，水利部网信办组织编制《数字孪生流域建设技术大纲》《数字孪生水利工程建设技术导则》《水利业务“四预”功能基本技术要求》等技术性规范文件，为各级水利部门的智慧水利建设提供基本技术遵循。

三是高位推动数字孪生流域建设工作。水利部部长李国英亲自谋划、亲自部署，出席推进数字孪生流域建设工作会议并讲话，强调各级水利部门要把数字孪生流域建设列入重要议事日程，明确任务分工、时间节点，实行清单管理、挂图作战，加强督促检查和考核，确保各项任务按时保质完成，积极推动新阶段水利高质量发展。

### 2.1.1.3 广东省相关政策分析

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，深入贯彻习近平总书记对广东系列重要讲话和重要指示批示精神，牢固树立新发展理念，深入落实“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路，以粤港澳大湾区和深圳先行示范区建设和我省构建“一核一带一区”区域发展格局为战略引领，以全面提升水安全保障能力为主线，以建设广东幸福河湖为重要目标，坚持水安全风险防控底线、水资源承载力刚性约束上限、水生态保护控制红线，统筹“水资源、水安全、水环境、水生态、水文化、水经济”，推进广东水网建设，强化涉水事务监管，全面深化水利改革，不断满足人民群众对持久水安全、优质水资源、健康水生态、宜居水环境、先进水文化、水美促发展的迫切需求，持续推进我省水利治理体系和治理能力现代化，率先在全国走出人水和谐的水利高质量发展之路，为我省在全面建设社会主义现代化现

代化国家新征程中走在全国前列、创造新的辉煌提供坚实的水利支撑和保障。

广东省以广东智慧水利工程作为抓手，推动水利基础设施建设融入“新基建”，全方位构建水利智慧监管平台，提升水利行业监管能力。推进前沿技术在水利行业创新应用，强化新技术与水利业务深度融合，打造数字江河。扩大江河湖库、水资源和节约用水、水利工程、涉水活动等监测范围，构建智能融合的全域感知监管网络体系。加强水利信息资源的汇聚存储、统筹管理、集约利用，完善基础运行环境，逐步实现数据共建共享共用。建设智能统一应用门户，按照全省“一网统管”总体要求，高效推进“粤治慧”水利专题建设，围绕水利业务应用场景，设计开发水安全、水资源、水环境、水生态、水工程监管五大模块，实现水利系统内部数据资源整合汇聚。打造“粤水事”公共服务品牌，实现水利行业政务“一网统管”。构建多级联动的智能调度指挥体系，加强“智慧流域”建设，建设流域水工程联合优化调度系统，搭建智能高效的联合调度平台。加强广东智慧水利支撑，完善广东智慧水利工程标准规范体系。

根据《广东省水文现代化建设规划》要求，为推动完善我省水文站网体系建设，要增设水文监测要素、加密站点布设、完善站网布局。充分利用新技术、新方法，提高测报中心密度，全面提升水文自动监测、在线观测巡测、智能感知的综合监测能力，构建空天地一体化水文感知网络。建立精细化、智能化的水灾害预报预警系统，构建基于大数据智能应用的水情服务体系。加强水文信息系统云化建设，建设水文智慧引擎和信息综合监控及可视化展示系统，为水文服务提供基础保障。开展水文服务产品标准化建设，畅通水文信息发布渠道，

构建智慧周到的水文综合服务体系。推动组建市、县级水文局或水文测报中心，强化对全省水文工作的行业管理。

为规范和促进水利数据资源共享，明确数据资源管理与使用责任，保障数据完整性、准确性和一致性，确保“一数之源”和“一源多用”，减少数据资源重复收集和重复开发造成的资源浪费及数据冗余，省水利厅根据《广东省数字政府改革建设“十四五”规划》要求，基于省“数字政府”技术支撑体系建设完善广东水利数据中心，实现对全省水利数据资源统一、集约、安全、高效管理，为省市县三级水行政主管部门提供数据编目、采集、汇聚、存储、管理、共享、共用、安全和监督等云服务，实现水利数据资源跨层级、跨区域、跨部门协同管理和共享应用。

#### 2.1.1.4 揭阳市相关政策分析

广东数字政府改革对数据资源建设、管理和共享交换十分重视，早在2019年就出台《广东省政务数据治理专项规划2019-2020年》，以数据治理为支点，推动数字政府改革建设向纵深发展。然而揭阳市水利行业信息化系统目前都存在数据分散管理，缺少共享流通的问题。其中水利行业数据存在的问题，主要在于没有坚持业务应用为导向，导致数据仅仅做到了汇聚入库，但是没有进行持续应用和管理。同时，缺少治理标准规范，数据权责不明，更新确认找不到人，也导致数据不准、不全的问题。

智慧水利作为《揭阳市国家生态文明建设示范市规划》中提到的揭阳“新型智慧城市”建设的子项之一，是“揭阳市智慧城市”建设的重要组成部分，因此项目的顺利建设将推进整个“智慧城市”项目的建设，为最终完成智慧揭阳的建设发挥积极作用。

在《揭阳市水利改革发展十四五规划》中，提出了智慧水利的总体布局，即充分运用云计算、大数据、物联网、移动互联、人工智能等新一代信息技术，强化信息技术与水利业务深度融合，深化业务流程优化和业务模式创新，构建覆盖我市江河水系、水利设施体系、水利管理运行体系的基础大平台，建立市水利局、流域管理机构和县（市、区）三级物理分布、逻辑统一、服务于各层级、各专业水利业务应用的水利大数据，建立涵盖洪水、干旱、水工程安全运行、水利工程建设、水资源开发利用、城乡供水、节水、江河湖泊、水土流失和水利督察等十大业务需求的应用大系统，建立多层级、一体化、主动感知、智能防御的网络大安全，加快推进我市水利信息化转型升级，智慧水利建设不断取得进步和实效。到 2025 年，在现有“互联网+河长制”基础上，按照省级规划建设要求，由市级统筹，以流域为单位，推进我市智慧水利项目建设，全面提升水利数字化、网络化、智能化水平。

## 2.1.2 项目建设意义

### 2.1.2.1 响应水利部对智慧水利系统建设的要求

水利部高度重视科技手段推动水利现代化建设，其中把智慧水利建设作为推进水利现代化的着力点和突破口。2021 年 10 月，水利部印发了《“十四五”智慧水利建设规划》，其中明确了四点建设要求。

统筹规划、示范引领。遵循《智慧水利建设顶层设计》，按照智慧水利建设“全国一盘棋”思路，统筹推进水利部本级、流域管理机构、省各级智慧水利建设。同时，针对智慧水利建设、管理和应用中

的难点和重点问题，开展技术攻关和示范引领，形成一批可复制推广成果，有序推进智慧水利建设和应用。

整合共享、集约建设。按照“整合已建、统筹在建、规范新建”的要求，注重信息化资源整合与共建公用，充分利用现有的信息采集、网络通信、计算存储等基础设施及国家新型基础设施，实现水利信息化资源集约节约利用和共享，避免重复建设。

融合创新、先进实用。紧紧抓住水利业务与新一代信息技术融合创新的关键，强化数字孪生流域和“四预”功能应用，赋能水旱灾害防御、水资源集约节约利用、水资源优化配置、大江大河大湖生态保护治理，切实解决水利工作实际问题。

整体防护、安全可靠。按照网络安全等级保护基本要求，在重点强化水利关键信息基础设施安全防护的同时，构建安全可靠的水利网络安全体系，强化国产安全可靠软硬件应用，全面提升网络风险态势感知、预判与信息安全防护能力，保障网络等基础设施、数据和信息系统的安全。

揭阳智慧水利建设项目，严格按照要求，充分利旧，整合现有数据资源和基础设施，充分利用广东省智慧水利建设成果，并在本期加入防汛“四预”功能应用建设内容，同时建立相应的水利模型，项目按照网络安全等级二级保护基本要求进行系统安全建设，有力的推进智慧水利系统建设的开展。

### 2.1.2.2 响应广东水利十四五规划的要求

“十四五”时期（2021-2025 年）是我国开启全面建设社会主义现代化国家新征程的第一个五年，是我省奋力在全面建设社会主义现代化国家新征程中走在全国前列、创造新的辉煌的第一个五年，对全面提升水安全保障能力、协同推进水治理提出了更高的要求。根据水利部和省政府关于“十四五”规划编制工作的总体部署，在深入调研、广聚民智、专题研究和科学论证基础上，全面总结评估我省“十三五”时期水利发展规划实施情况，系统研究面临的新形势，统筹“水资源、水安全、水环境、水生态、水文化、水经济”，提出“十四五”时期水利发展的总体思路、目标指标、重点补短板项目、重要强监管任务和重大改革举措，形成《广东省水利发展“十四五”规划》。该规划作为重点专项规划之一纳入全省“十四五”规划体系，是指导今后五年我省水利发展的纲领性文件。

在“十四五”的开局之年，广东省政府对智慧水利的建设提出了新的要求，省政府在《广东省数字政府改革建设“十四五”规划》中指出：“要增强系统科学的生态环境保护能力，提高水利智能化治理能力。强化信息技术与水利业务深度融合，推进广东智慧水利工程建设，打造数字江河。健全水要素智能感知网络体系，扩大江河湖泊水系、水利工程设施、水利管理活动的监测感知范围，实现全域感知、智慧应用和自动控制”。揭阳智慧水利建设为响应广东省水利发展“十四五”规划的要求，逐步建设健全水要素智能感知网络体系，分阶段实施实现水工程智慧应用和自动控制。

### 2.1.2.3 响应广东省智慧水利建设顶层设计的要求

2021 年 11 月 29 日，水利部印发了《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》、《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》，还同步印发了《智慧水利建设顶层设计》、《“十四五”智慧水利建设规划》，系列文件明确了推进智慧水利建设的时间表、路线图、任务书、责任单。

广东省水利厅根据指导意见继续开展广东智慧水利先行先试工作，并形成“十四五”期间智慧水利建设总体思路。同期，广东智慧水利先行先试五项试点任务已取得一定成果，其中，水政执法仪、BIM+GIS 技术等相关成果在全国具有较好的示范作用和应用推广前景。广东将实施智慧水利工程纳入“851”广东水利高质量发展蓝图的八大工程之一，是推动广东水利现代化进程的重大举措之一，其顶层设计理念的先进性已走在全国前列，具有示范引领作用。

揭阳智慧水利工程建设以数字化、网络化、智能化为主线，开展智慧化模拟，支撑精准化决策，建设具有预报、预警、预演、预案功能的智慧水利体系。揭阳智慧水利将继续结合广东省智慧水利建设实现的信息化成果，持续推进在广东省智慧水利建设顶层设计下的建设工作，探索数据资源整合与技术标准统一，进一步深化建设内容、扩大建设范围，助力广东省打造全国智慧水利样板工程。

### 2.1.2.4 响应揭阳水利改革发展“十四五”规划的要求

《揭阳市水利改革发展“十四五”规划》提出，要加强水利信息化及水文现代化建设，提升水利智慧化水平。规划指出，要推进智慧水利工程围绕水利十大业务，面向各层级业务智能化，以水利感知

网和水利信息网为基础、以“一云池两平台”构成的水利大脑为核心、以智能应用重点、以网络安全体系和综合保障体系为保障，形成我市智慧水利总框架。运用先进的物联网、移动互联、网络地理信息系统、三维仿真、虚拟现实、云计算、大数据、人工智能等信息技术，通过依托我市智慧水利大数据中心、统一的跨业务应用支撑平台、统一的门户集成，汇集我市所辖水利业务范围的各类数据资源，依托三维可视化信息综合展示与会商平台，建设服务于我市水利业务范围的河湖监测管理、水利工程建设和运营管理、安全监测、应急处置、综合展示、公众服务于一体的综合管理智能决策支持系统，推动我市水利领域各类业务的智慧化运行，服务的精细管理，全面提升水利业务智慧化监管。

项目总体设计围绕解决流域防洪业务方面的问题来展开，根据榕江流域水系特点、防洪保护对象分布与防洪工程体系组成，完善流域洪水预报调度体系，提高预报精度、延长预见期，完善洪灾风险判别和预警机制，构建可视化模型对洪水预报调度过程进行多方案模拟预演，综合防洪安全需求与外部边界约束要求，优选最佳方案形成预案，开展防汛会商决策形成调度指令，实现洪灾预报预警和防洪水工程调度。跟踪调度指令执行情况，评估调度效果与防洪救灾成效。对骨干防洪水库、重要堤围、蓄滞洪区进行防洪安全监管，开展设施设备日常监督管理，优化调度运用模式。从而基本消除防洪重点薄弱环节，进一步提高抗御洪水和规避洪水风险的能力，重点保障沿江重要城市地区及沿江县级地区的防洪安全。

### 2.1.2.5 适应现代信息技术发展形势

“十三五”时期，揭阳市水利信息化得到快速发展，服务防汛抗旱减灾、河长制监督管理等方面的能力有了明显提高，水利信息化对经济社会发展的保障支撑作用有了进一步增强，水利信息化的基础，地位更加重要和突出。但是距离水利行业强监管的要求，揭阳市水利信息化能力明显不适应。第四次科技革命已然到来，日新月异的新一代信息技术创新也为水利信息化创造了新的条件。一是对地观测与遥感技术为水利监测提供了先进的感知手段。二是计算机硬件与网络的发展为水利信息化提供了高效的计算和访问能力。三是云计算、大数据与人工智能的发展为水利智能化管理与服务提供了技术手段。四是信息安全技术的发展为水利信息化筑起牢固防护墙。

智慧水利是通过数字空间赋能各类水利治理管理活动运用云计算、物联网、大数据、人工智能、数字孪生等新一代信息技术，以透彻感知和互联互通为基础信息共享和智能分析为手段，在水利全要素数字化映射、全息精准化模拟超前仿真推演和评估优化的基础上，实现水利工程的实时监控和优化调度、水利治理管理活动的精细管理、水利决策的精准高效，对提升江河湖库、水利工程、水利管理活动的管理水平具有划时代意义，以水利信息化驱动水利现代化，使智慧水利得以实现。

## 2.1.3 必要性分析

### 2.1.3.1 新时代水利改革发展对揭阳水利信息化提出新要求

2014年，习近平总书记提出了“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路，赋予了新时期治水的新内涵、新要求、

新任务，为强化水治理、保障水安全指明了方向，是做好水利工作的科学指南。近年来国家对于治水的要求越来越严格，各级政府越来越重视，在党的十九大报告、《水污染防治行动计划》、《关于全面推行河长制的意见》等党中央、国务院相关文件都对水环境保护治理提出了新的要求和具体任务。

针对我国水资源现状，习总书记强调要坚持以水定城、以水定地、以水定人、以水定产，把水资源作为最大的刚性约束。围绕这一方针，水利部作出了两大重要判断，一是我国治水的主要矛盾已从人民除水害兴水利的需求与水利工程不足之间的矛盾，转化为人民对水资源、水生态、水环境的需求与水利行业监管能力之间的矛盾。二是治水方向需要“从改变自然、征服自然，转向调整人的行为、纠正人的错误行为”进行转变，要以“水利工程补短板、水利行业强监管”作为今后一个时期水利改革发展的总基调。相对新的形势和要求，针对揭阳水利信息化现状和问题，统筹解决水资源、水生态、水环境、水灾害问题，提升水治理能力，切实增强水安全保障能力，为揭阳经济实现高质量发展、人民群众过上高品质生活提供强有力的支撑和保障。

#### 2.1.3.2 “四预”功能是揭阳防汛抗旱工作的重要支撑

2021年3月，水利部党组提出要将智慧水利作为新阶段水利高质量发展的显著标志大力推进；2021年6月，水利部党组提出把推进智慧水利建设作为推动新阶段水利高质量发展六条实施路径之一，要加快构建具有“四预”功能的智慧水利体系；2021年10月，水利部印发《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》《智慧水利建设顶层设计》《“十四五”智慧水利建设规划》《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》等系列文件，系统谋划推进智慧水利建设。

揭阳智慧水利建设以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持底线思维、人水和谐、节水优先、系统治理、改革创新的原则。坚持人民至上、生命至上，统筹发展和安全，强化底线思维、增强忧患意识，提高水利预报、预警、预演、预案能力，从注重事后处置向事前风险防控转变，从减少洪（潮）涝灾害损失向降低安全风险转变，从单一水源供水向多水源联合供水转变，全面提升水安全保障能力。推进“四预”功能试建设是贯彻落实广东省智慧水利建设总体部署和工作安排的具体要求，也是揭阳智慧水利建设的探索和试验，是提高榕江流域治理管理能力的必然要求。

通过全面汇集揭阳市防汛抗旱指挥决策系统相关数据及对建设站点进行补充，实现三洲坝到榕江南北河交汇处河段的“四预”功能建设，将构建具备流域防洪等业务的“四预”功能应用，实现智慧化模拟，有力支撑精准化决策，并有力的揭阳智慧水利的建设。三洲坝到榕江南北河交汇处河段的“四预”功能建设，将构建与水利高质量发展相适应的水安全保障体系，建设形成以榕江流域预报、榕江中下游以骨干水库调度为主的精细化预报、预警，以三洲坝到榕江南北河交汇处同步仿真为主的预演，以防汛业务为主的智能化预案为主的“四预”系统，强化榕江流域综合管理，有效提升流域水旱灾害防治能力，为强化流域治理管理提供技术手段，为揭阳水利高质量发展提供坚实的水安全保障。

所以，强化“预报、预警、预演、预案”，加强实时雨水情信息监测和分析研判，完善超标准洪水防御预案，进一步增强超标应急能力，细化水文监测预报，完善城市洪涝灾害预警发布机制，加强水利工程调度运行模拟预演、防汛应急物资储备和应急培训演习，完善境内中小流域超标准洪水防御预案、水利工程灾害管控及超标准强降

水防御、水工程运行调度方案和应急等预案等一系列“四预”系统相关内容都为揭阳市防汛抗旱业务提供了重要支撑。

### 2.1.3.3 新一代信息化技术在水利融合应用亟待加强

信息化是当今世界发展的趋势，也是衡量国家综合实力、国际竞争力和现代化程度的重要标志。充分利用现代信息技术，是水利科技创新的重要手段，是解决水利信息资源整合和共享问题、信息深度开发和利用问题及决策支持方面各项问题的基础，是实现水利信息化的技术支撑。新一代信息技术的应用在推进智慧水利建设的同时，必将推动水利科技的发展和全面创新，形成供行业推广应用的技术体系，所以新一代信息化技术在水利工作中的融合应用亟待加强。

本期项目建设将充分融合云服务、数据治理、系统安全等新一代信息技术，构建全方位的保障体系，有力推动揭阳市水利科技全面创新。

揭阳市智慧水利二期是基于政务平台进行基础环境及平台的搭建。所以要充分利用服务器系统中的应用服务器、模型计算服务器、数据服务器，并利用强大的云计算能力，保障程序运行和模型运算的顺利进行。融合云服务技术也能同时保障基础设施资源的可扩展性，从而构建一套网络互通、业务连续、数据安全、管理规范的云架构体系。

而数据治理技术的融合应用，则是通过数据标准建立、采集、存储、归集、清洗、融合等过程，充分吸纳已建、在建数据库，并根据业务需要、政策要求、上位标准，补充建设各类基础数据、空间数据、监测数据、业务数据库与知识库，形成满足较长期需求的数据资产库。同时建立数据服务管理体系，对数据采集、存储、使用、传输、

共享、销毁全生命周期进行监控评价，形成数据运维体系，避免“死”数据、“假”系统，为本期项目中的数据管理、存储、安全提供有力保障。

系统安全技术的融合应用，则是对标国家网络安全等级保护 2.0 标准，建设揭阳市智慧水利项目安全防护体系。开展安全纵深防御体系建设、安全监测预警体系建设、安全应急响应体系建设、安全攻击溯源体系建设、商用密码应用体系建设，实现安全监测预警、安全防御、安全管理、安全应急响应、安全攻击溯源和安全运维保障能力。

## 2.2 现状分析

### 2.2.1 基本情况分析

#### 2.2.1.1 河流介绍

揭阳市境内河流由榕江、练江、龙江三大水系和沿海水系组成，其中以榕江流域面积最大，是市内的主要河流。三大水系中练江和龙江发源于市境内，榕江是过境河流，发源于汕尾市陆丰县凤凰山。全市境内集水面积在 100 平方千米以上的干、支流 20 条，流域面积超过 1000 平方千米的干流有榕江、练江、龙江 3 条。河流流向大体都是从西北向东南注入南海。境内只有惠来县濒临南海，海岸线长 109.5 千米。

#### 1. 榕江

榕江为南海水系河流。由主干流南河和一级支流北河汇成，榕江以南河为主干流，发源于广东省汕尾市陆河县凤凰山（百花园），流经汕尾市陆河县（1988 年 3 月从陆丰县分出）、揭阳市（揭西、榕城、揭东）普宁、汕头市潮阳区，于汕头市牛田洋入海。流域面积

4408 平方公里，河长 175 公里（一说全长 210 公里），河流平均比降 0.493%。

在揭西县段，榕江俗称榕江南河。榕江干流从陆河县凤凰山由西向东自径下入揭西县境，流经五云、河婆、坪上、大溪、钱坑、金和、凤江，至棉湖镇出境，往东流向揭阳榕城，县内河段 71.7 公里。在普宁市段，榕江干流经里湖镇九斗村，绕普宁市与揭西县界东行至梅塘镇域出县境；又自南溪镇典竹村入境，然后沿普宁与揭阳县界至下尾王村入揭阳县，三段合长 30.26 公里，县境内集水面积 447.78 平方公里。

揭阳境内汇入榕江的河流主要有大池水、石牌溪、火烧溪、圆山河、洪阳河，还有云石岩水和利坑水（入揭西县石内溪后入榕江）等。

## 2. 练江

练江，南海水系河流。发源于广东省普宁市大南山五峰尖西南麓杨梅坪的白水礫，大小支流 17 条，由南北汇入干流。干流全长 71 公里，流域面积 1346.6 平方公里。因河道弯曲、蜿蜒如练而得名。练江干流发源于广东省普宁市大南山五峰尖西南部杨梅坪村的白水礫。源头落差大，雨天常形成瀑布，出寒妈水库后入潮汕平原，水流平缓，经流沙陂后于晖舍汇铁山的白坑湖水，东流至六营汇大南山的白马溪水，于石港山汇汤坑溪水而入朝阳区境，经海门水闸出南海。

练江原长 99 公里，解放后河段经裁弯取直后，全长 77.12 公里，坡降 0.89%，集水面积 1346 平方公里，在普宁市境内主流长 29.8 公里，集水面积 508.13 平方公里。自白水礫向北流经流沙折东至石港为上游，长 38.8 公里，流面积 508.1 平方公里，在普宁境内；自石港至和平桥为中游，长 23 公里（经裁弯改直后缩短 14.4 公里）；自和

平桥至海门港口为下游，长 18.3 公里，是练江进入内海湾的泻湖地带，成漏斗形向内陆伸进，南岸有练江山，北岸有石龟山，龟头面向港口，俗称龟头海，面积 57 平方公里。20 世纪 70 年代潮阳县龟头海拦河闸开筑后，海潮已受拦阻。练江干流多年平均径流深 1156 毫米，多年平均径流量 5.874 亿立方米，洋尾山水闸过闸流量 488-929 立方米每秒。

普宁市境内汇入练江的主要支流有白坑湖水、白马溪、汤坑溪、西切流水、北港水。

### 3. 龙江

龙江，俗称龙江河，不同河段称龙溪，龙潭河，桂坑水等，南海水系河流，位于广东潮汕西南部，流经普宁市、陆丰市、惠来县三市县。其河源与榕江近在咫尺，即普宁南阳山区南水凹村附近。在普宁市境，龙江干流从源头后溪林场的南水凹南坡流出，经半径田、后溪、龙潭水库后出境。龙江主流于普宁市境内流长 26.7 公里，集水面积 635.6 平方公里，约占全流域 40%。龙江干流普宁市境多年平均径流深 1661 毫米，多年平均径流量 10.558 亿立方米。耕地面积 6.8 万亩，流域为南阳山区和马鞍山。流域内山地丘陵与河谷平原比例为 9:1，谷地、梯田多分布在高山峡谷间，域间累年年平均降雨量 2403 毫米。1960 年前植被葱郁，坑谷农田引泉而灌。后因滥伐林木，大量开垦，水土流失入溪，河槽展宽变浅滞流，水毁农田，汛期遇降雨 100 毫米时，梅林圩遂成泽国，使崩坎溪沿岸 5500 亩、高埔溪沿岸 1100 亩农田受浸。1979 年起，对县境内龙江水系施行封山育林、拆陂改溪的综合整治，洪涝灾害有所减轻。下游惠来县隆江桥头最大洪峰流量为 3830 立方米每秒。

### 2.2.1.2 水文介绍

揭阳市境内地形复杂，山区、丘陵、平原交错，降雨量受季风气候及地形强烈影响，降雨量地区分布不均，山区地带降雨量较大，莲花山脉南坡为暴雨高值区，向平原沿海降雨量逐步递减。多年降水量变幅 1810.0-2815.0 mm，变差系数 0.16~0.30。降雨特点是春夏多锋面雨，夏秋多台风雨，季节性差别明显，在年内变化较大，4~9 月降雨量占全年的 80%~86%，多年平均连续最大 4 个月降水量大北山迎风坡出现在 6~9 月，其它地区则出现在 5~8 月，占多年平均年降水量的 60%~70%。代表雨量站年内分配如表 1 所列，降雨量的年际变化也较大，最大年雨量是最小年雨量的 1.7 倍~2.9 倍。

### 2.2.1.3 气象介绍

揭阳市境属亚热带季风气候，日照充足雨量充沛，终年无雪少霜，年平均气温 21.4℃，年太阳辐射总量为每平方厘米 115~156 千卡，年平均降水量在 1720~2100 毫米之间（1703.0 毫米，2015 年），是中国光、热、水资源最为丰富的地区之一。夏秋间常受强热带风暴袭击，有时因季风活动反常或寒潮侵袭，会出现冬春干旱或早春低温阴雨天气。

### 2.2.1.4 潮位介绍

榕江下游干支流均属潮感区，每日随潮水反复而有 2 次倒流。倒流程度，常受河流的丰枯、海潮和风力的强弱而定。春末至秋初，为榕江水系丰水期，偶逢暴雨台风，引起山洪暴发，再遇海水满潮或暴潮，河水宣泄困难，水位迅速上升，带来严重涝灾；秋末至春初，为

枯水期，河流水位偏低，海水向内陆河段倒流比较深入，有利航运畅通，但也影响了两岸的农业灌溉。解放后，干流南河和支流北河相继建成三洲和五蔡拦河坝，从而缩短了下游的潮感区段，保证了工农业生产和城市居民用水的淡水来源。

根据北河揭阳潮水位站 1976 年至 1985 年统计分析，在每个太阴月里的大小潮期与汕头港大致相同。大潮期历史上多年仍为初三、十八，但近几年已出现不规则变化；低潮期则是初九、二十三。年平均最低潮在阴历五、六月，最高潮在九月前后。多年平均潮差是 1.33 米（珠基），最大潮差 2.65 米（1976 年 8 月 24 日），最小潮差 0.13 米（1985 年 11 月 30 日）。每天涨潮平均历时 6 时 23 分，落差平均历时 6 时 0.2 分。每次涨落潮平均历时 12 时 23.2 分。每天两次涨落潮平均需时 24 时 46.4 分，这和历史上的潮候每二天相差一个时辰（即 2 个小时）基本一致。

2.2.1.5 水利工程

2.2.1.5.1 水库

目前揭阳市水库数量合计 469 座，其中大型 2 座，中型 19 座，小型 448 座（小（1）型 98、小（2）型 350 座）。

表 2-1 揭阳市水库数量表

| 水库数量（座） |       |       |    |       |       |
|---------|-------|-------|----|-------|-------|
| 合计      | 大（1）型 | 大（2）型 | 中型 | 小（1）型 | 小（2）型 |
| 469     | 0     | 2     | 19 | 98    | 350   |

### 2.2.1.5.2 泵站

目前揭阳市泵站数量合计 635 座，其中大型泵站 1 座，中型泵站 11 座，小型泵站 623 座。

表 2-2 揭阳市泵站数量表

| 泵站数量（处） |       |       |    |       |       |
|---------|-------|-------|----|-------|-------|
| 合计      | 大(1)型 | 大(2)型 | 中型 | 小(1)型 | 小(2)型 |
| 635     | 0     | 1     | 11 | 91    | 532   |

### 2.2.1.5.3 水闸

目前揭阳市水闸数量合计 1055 座，其中大型水闸 9 座，中型水闸 40 座，小型水闸 1006 座。

表 2-3 揭阳市水闸数量表

| 水闸数量（座） |       |       |    |       |       |
|---------|-------|-------|----|-------|-------|
| 合计      | 大(1)型 | 大(2)型 | 中型 | 小(1)型 | 小(2)型 |
| 1055    | 1     | 8     | 40 | 156   | 850   |

### 2.2.1.5.4 灌区

目前揭阳市灌区数量合计 84 处，其中 10~30 万亩灌区 4 处，5~10 万亩灌区 3 处，1~5 万亩灌区 31 处，0.2~1 万亩灌区 46 处。

表 2-4 揭阳市灌区数量表

| 灌区数量（处） |        |         |         |         |        |          |
|---------|--------|---------|---------|---------|--------|----------|
| 合计      | 50 万亩以 | 30~50 万 | 10~30 万 | 5~10 万亩 | 1~5 万亩 | 0.2~1 万亩 |

|    |   |   |   |   |    |    |
|----|---|---|---|---|----|----|
|    | 上 | 亩 | 亩 |   |    |    |
| 84 | 0 | 0 | 4 | 3 | 31 | 46 |

2.2.1.5.5 堤防

目前揭阳市堤防数量合计 1059.15 公里，其中，2 级堤防 144.56 公里，3 级堤防 305.55 公里，4 级堤防 331.06 公里，5 级堤防 277.98 公里。

表 2-5 揭阳市堤防数量表

| 堤防长度（公里） |       |        |        |        |        |
|----------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 合计       | 1 级堤防 | 2 级堤防  | 3 级堤防  | 4 级堤防  | 5 级堤防  |
| 1059.15  | 0     | 144.56 | 305.55 | 331.06 | 277.98 |

2.2.2 单位职能现状

揭阳市智慧水利（一期）信息管理平台建设项目由揭阳市水利局负责承建，市水利局内设机构包括办公室、计划财务科、政策法规和水资源管理科（市节约用水办公室）、河湖管理科、水利工程建设管理科、农村水利水电与水土保持科、水库移民科、执法科、监督科、水旱灾害防御和水调度管理科、人事科、机关党委。

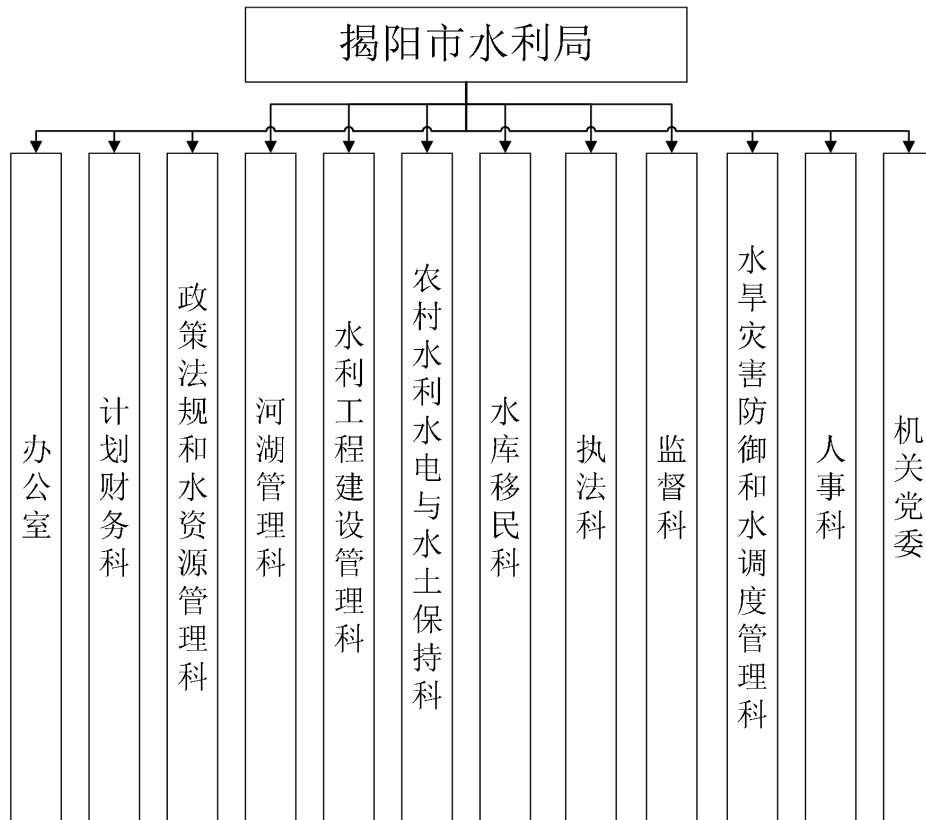


图 2-1 揭阳市水利局组成

### 2.2.2.1 办公室

揭阳市水利局办公室职能为负责文电、会务、机要、档案等机关日常运转工作。承担信息、安全保卫、保密、信访、政务公开、政务信息化、宣传等工作。

### 2.2.2.2 计划财务科

计划财务科职能为研究拟订水利发展规划、重要江河湖泊流域综合规划、水资源综合规划、重大水利专业专项规划。审核水利水电工程项目建议书、可行性研究报告。组织指导水工程建设项目合规性审查。承担水利统计工作。提出中央预算内水利投资、中央水利财政资金和省级及市级水利建设资金安排建议，并指导资金使用。负责编制

运转性资金预算并组织实施。承担财务管理、资产管理和内部审计工作。提出有关水利价格、收费、信贷的建议。承担水利资金管理使用、水利工程建设管理的审计监督及绩效评价工作。

现计划财务科业务存在的主要问题是办公的电子化,信息化程度有待提高,具体需求如下:

1. 对常用系统导出的表格进行直观展示,进行数据分析并生成图表。
2. 对到款进度进行自动提醒等功能。
3. 对资金去向的快捷管理展示功能。
4. 对每月的支出进度信息的统计功能。

#### 2.2.2.3 政策法规和水资源管理科

政策法规和水资源管理科职能为组织起草有关地方规范性文件。组织协调水利部门转变政府职能、深化行政审批制度改革有关工作。承担有关规范性文件的合法性审查工作。指导监督水行政执法。承担局行政应诉、行政复议、行政赔偿及普法宣传、法律顾问等相关工作。承担实施最严格水资源管理制度相关工作,组织实施水资源取水许可、水资源论证等制度,指导开展水资源有偿使用工作。指导水量分配工作并监督实施。组织编制水资源保护规划,指导饮用水水源保护、河湖水生态保护与修复及河湖水系连通工作。组织开展水资源调查评价有关工作,编制发布市水资源公报。参与编制水功能区划和指导入河排污口设置管理。指导地下水相关开发利用、水资源管理保护、超采区综合治理。拟订节约用水政策,组织编制并协调实施节约用水规划,组织指导计划用水、节约用水工作。组织实施用水总量控制、用

水效率控制、计划用水和定额管理制度。指导和推动节水型社会建设工作。指导城市污水处理回用等非常规水资源开发利用。

科室具体业务包含统计管理市取水口、灌区信息，如：取水用量、用水效率、计划用水、监督考核、支撑保障、查看监督供水企业、填报用水报表等。

揭阳智慧水利一期建设的管理平台现未建设水资源管理功能。揭阳市水利局在水资源管理方面使用广东省水资源管理系统及水利部用水统计调查直报管理系统。

在水资源管理方面，揭阳市现状存在的问题为取水口监测设备不足。当前全市共有 860 个取水口、42 个取水户、26 个灌区，只有 37 套监测设备，对水资源管理带来不便。需求为增加取水口监测设备，并将广东省水资源管理系统及水利部用水统计调查直报管理系统接入二期系统，便利日常管理及报表填写。

#### 2.2.2.4 河湖管理科

河湖管理科负责水域及其岸线的管理和保护工作。指导江河湖泊、河口滩涂的开发、治理和保护工作。指导监督河道采砂管理工作，组织指导河道采砂计划的编制。组织实施河道管理范围内工程建设方案审查制度，组织指导有关防洪论证工作。承担推进河长制湖长制的组织实施具体工作。

揭阳市现已建设“互联网+河长制”信息管理平台，包含河湖资源建设、河长制云中心建设、全面提升物联网监控能力、河长制监督管理平台建设。平台包含以下功能模块：

- 1.综合监测。在地图上查看揭阳市各河湖位置及信息，对各监测站点信息进行查看。

2.涉河事务。包括巡河记录、巡河问题上报等功能。

3.统计分析。包括对河流、水库、河段、水功能区、水源地、排污口的信息及巡河信息等进行统计分析。

4.资料管理。包括对各水库、监测站点等项目的资料管理功能。

揭阳智慧水利一期建设系统接入了“互联网+河长制”信息管理平台数据，对接提取了“互联网+河长制”系统的关键信息，补充建设了河长制综合态势大屏，建设内容包含综合信息展示分析、河湖水质分析、河长履职分析。其功能包含有基础数据统计展示（包含河长信息、河流信息、河段信息、水库山塘信息）、巡河质量分析、视频展示、问题统计展示、巡河情况统计等功能，并在大屏地图上显示各测站信息。

#### 2.2.2.5 水利工程建设管理科

水利工程建设管理科职责为指导水利工程建设管理，组织制定有关制度并监督实施。组织指导水利工程蓄水安全鉴定和验收，指导江海堤围、水库、水闸、引水工程的除险加固等建设管理。指导水利建设市场的监督管理和水利建设市场信用体系建设。指导水利设施的管理、保护和综合利用。组织编制水库运行调度规程，指导水库、堤防、水闸、水电站大坝、农村水电站等水利工程的运行管理与划界。组织指导水利工程管理体制变革工作。

揭阳市水利局现由水利工程建管科对水利工程建设进行管理。业务包含全市水库、水闸、中小河流治理、水资源配置、除险加固、安全鉴定、标准化建设。

自智慧水利（一期）信息管理平台建设以来，揭阳市水利局水利工程建管科可通过该系统录入水利工程的基本信息、建设信息，日常

和防汛水雨情数据，并可对各区县更新上报的水利工程管理信息进行人工补录。

现水利工程建设管理上对智慧水利二期系统存在以下需求：

1.对水利工程实现远程动态监管功能。

2.截止 2022 年，现有的水利工程水雨情监测数据全部接入系统、截止 2024 年 21 座大中型水库大坝安全、位移实时监控数据接入系统，实现全覆盖。

3.对系统模块接口标准化定制，方便区县填报水利工程信息和设备数据接入。

4.增加对施工图纸、水库图纸、工程设计图纸（报告）的存储功能。并添加对各水利工程的节点报警推送，工程进度报告，根据项目导出批文的功能。

#### 2.2.2.6 农村水利水电与水土保持科

农村水利水电与水土保持科职责包含指导农村水利工作。组织开展农村大中型灌排工程、涝区治理工程的建设与改造。指导农村饮水安全工程建设管理和节水灌溉。组织拟订全市农村水能资源开发的政策及开发规划，指导农村水能资源开发、农村水电站改造和水电农村电气化工作。指导农村水利社会化服务体系建设。负责实施乡村振兴战略水利保障工作。承担水土流失综合防治工作，组织编制水土保持规划并监督实施，组织水土流失监测、预报并公告。按权限审核开发建设项目水土保持方案并监督实施。

揭阳智慧水利一期未建设有农村水利及水土保持相关模块。现农村水利水电与水土保持科使用现有业务系统包含农村水利水电管理

系统、平安小水电系统、生态流量实时监测系统、小水电风险隐患排查系统、小水电站清理整改系统等。

科室在业务上现存在有以下问题：

1.科室日常业务需要在多个系统上填写报表，工作量较大，存在重复填写问题。且各区县填报的报表需要人工进行审核，耗时较长。

2.现发布的部分文件缺乏电子公章，权威性不足。

针对业务上现存在的问题，对二期系统提出需求如下：

1.建设相关功能模块简化报表的填报工作。

2.能够对下属单位上传的材料进行智能排查，对填报报表的逻辑合理性进行规范。

3.对审核通过的材料能够自动生成电子公章。

#### 2.2.2.7 水库移民科

水库移民科执行移民安置政策和制度，审核大中型水利水电工程移民安置规划。负责全市大中型水利水电工程移民安置管理和监督工作，组织实施水利水电工程移民安置验收、监督评估等制度，组织新建水库农村移民后期扶持人口核定登记。指导监督全市水利水电工程移民、三峡工程迁入移民后期扶持管理工作。

#### 2.2.2.8 执法科

执法科组织指导水政监察工作。承担重大涉水违法事件的查处。协调跨县级的水事纠纷。负责水利规费征收工作。

### 2.2.2.9 监督科

监督科督促检查水利重大政策、决策部署和重点工作的贯彻落实情况。组织实施水利工程质量和安全监督。负责水利行业领域安全生产工作。组织指导水库、堤防、水闸、水电站大坝、农村水电站等水利工程的安全监管。

监督科现有业务需求为对在建、已建水利工程的材料上报、审查、审批、整改落实、备案归档功能。

### 2.2.2.10 水旱灾害防御和水调度管理科

水旱灾害防御和水调度管理科职责包含组织指导编制洪水干旱防治规划、防护标准、防御洪水方案及相关应急预案并指导实施。负责监督水利工程防汛抗旱责任制落实，指导水情旱情预警及水利工程应急抢险的技术支撑工作。组织指导水利工程抢险物资储备和工程抢险队伍建设。统计水利设施受灾情况，指导实施水利工程应急度汛项目。组织编制重要江河湖泊和重要水工程的防御洪水、抗御旱灾应急水量调度方案并组织指导实施。负责台风防御期间重要水工程调度工作。指导河湖生态流量水量管理。指导水资源调度工作并监督实施。指导跨县级调水工程前期工作，指导监督跨区域、跨流域水工程的调度管理等工作。

防御科现有的防汛指挥机制为：省水利厅及市应急厅发布应急响应后，将响应发到各个区县。调度请求由水库进行编写，并由市防御科下达。

经过智慧水利一期建设，建成的智慧水利（一期）信息管理平台中设置有水旱灾害防御模块。

水旱灾害防御和水调度管理科对智慧水利二期建设提出以下需求：

1. 预警预报响应的及时性、稳定性需要进一步提升。
2. 需要有智能的调度算法，提升防汛调度工作的智能性。
3. 进一步对系统功能进行完善，增加防汛物资台账记录功能，完善水库水文资料录入功能。

#### 2.2.2.11 人事科

人事科承担机关和指导直属单位的干部人事、机构编制、劳动工资和离退休人员服务等工作。指导全市水利行业人才队伍建设。组织水利水电专业技术职务的评审并指导本系统专业技术职务的聘任工作。承担水利体制改革有关工作。指导国内外先进技术的引进和推广工作。

#### 2.2.2.12 机关党委

机关党委负责机关和直属单位的党群工作。

#### 2.2.2.13 区县水利职能部门

##### 2.2.2.13.1 榕城区水利局

榕城区水利局防汛应急业务流程如下：

现榕城区水利局预警预报系统主要通过两个渠道发布预警：一为由市水利局防御科及市三防发布响应警报，二为通过平安小水库系统查看各个水库水位情况。若有水库水位超过限汛水位，则立即通知相关水库管理处进行人工核查。若水库管理处核实水位确实超过汛限水

位，则由水库管理处及时进行泄洪，直到水位降到汛限水位以下。若需通过溢洪道进行泄洪，则使用人工和摄像头进行核查，并通知水库下游村庄警戒或转移。

区水利局编制有三防预案和各水利工程预案，防汛调度由区水利局审批通过后下发至各水库执行。

#### 2.2.2.13.2 揭东区水利局

揭东区水利局现使用的信息化系统如下：

1.平安小水库系统（由省里建设）：功能主要为查看水库雨量和水位，有基本的要素查询功能和报警；

2.广东山洪灾害移动巡检平台（由省里建设）：功能主要为查看水库雨量和水位，有基本的要素查询功能和报警。站点数量和平安小水库一致；

3.广东水旱灾害协同平台（由省里建设）：主要功能为发布预警信息；

4.中型水库水情监测系统。

#### 2.2.2.13.3 揭西县水利局

揭西县现使用的水利信息化系统有平安小水库系统、广东山洪灾害移动巡检平台、广东水旱灾害协同平台、广东水利工程动态监管系统，均由省里建设。

现揭西县存在站点建设及运维经费不足，各部门建设的监测感知站点数据不互通的问题，导致监测数据缺乏，对防汛工作带来不便。需要整合、共享揭阳市的感知站点数据、加大站点维护经费。

#### 2.2.2.13.4 惠来县水利局

惠来县现有自建的智慧龙江一体化管理平台，该平台接入了省里建设的水雨情监测站点数据。具有防洪预测、工程信息查询、查看视频站实时视频等功能。同时，惠来县水利局也使用由省里建设的平安小水库系统及广东水利工程监管系统。

惠来市防汛抗旱业务流程为市三防、县领导、县三防发布预警，预警按预警等级分为一级、二级、三级，依据各级别预警采用相应级别的预案（县预案），各部门按照预案执行相应措施。

#### 2.2.2.13.5 普宁市水利局

普宁市水利局现使用的水利信息化系统有平安小水库系统、广东水情系统、广东水利工程动态监管系统。

### 2.2.3 信息化现状分析

#### 2.2.3.1 监测站网分布

揭阳市内由省、市共建设有 408 个水情和雨情相关监测站点、20 个视频监控站、46 个水质监测站。全市站点密度为每平方公里 0.090 个。监测站点主要集中于各水库、电站、拦河闸等水利设施，并在部分河道布置有河道水雨情监测站及视频监测站。此外，在各村镇也布设有雨量站，对雨量进行监测。

在揭阳市监测站点中，20 个视频监控站为揭阳市水利局所有，数据上传至揭阳市水利局，其余站点均为省水文局、省水利厅等部门

所有，监测数据直接传输到相关管理部门及平台。除智慧水利一期项目接入的 186 座站点外，其余站点数据未能传输到揭阳市水利局。

表 2-6 揭阳市监测站网分布表

| 站点类型<br>管理部门 | 水雨情监测站     |           |              | 视频<br>监测站 | 水质<br>监测站 | 合计  |
|--------------|------------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----|
|              | 水雨情<br>监测站 | 水情<br>监测站 | 雨量、气象<br>监测站 |           |           |     |
| 省水文局         | 7          | 42        | 12           | 0         | 0         | 61  |
| 省水利厅         | 309        | 6         | 11           | 0         | 0         | 326 |
| 省气象局         | 0          | 0         | 21           | 0         | 0         | 21  |
| 市水利局         | 0          | 0         | 0            | 20        | 0         | 20  |
| 其他           | 0          | 0         | 0            | 0         | 46        | 46  |
| 合计           | 316        | 48        | 44           | 20        | 46        | 474 |

站点具体数量和权属如下：

#### 2.2.3.1.1 水雨情监测站点

揭阳市内建设的水雨情监测站包括水库水雨情监测站点、河道水雨情监测站点。具体权属如下：

##### 1. 广东省水文局共建设有 61 座监测站点：

在新西河等地建设有水文站 33 座，河道水位站 9 座。在龙颈等地建设有水库三要素（水位、雨量、图像）监测站 7 座，并在赤告电站、条河三级电站等电站、村镇等地建设有 12 座雨量监测站。

##### 2. 广东省水利厅共建设有 326 座监测站点：

在大溪拦河闸、川天王电站等地建设有河道水位站 6 座，河道水雨情站 13 座。在龙潭水库、莲花山水库等地建有水库水雨情监测站 296 座，但部分水库监测站点存在数据停止更新的问题。在东园镇、塔头镇等地建有雨量站 11 座。

3.广东省气象局在棉湖、建一村等地建设有 21 座气象监测站。

#### 2.2.3.1.2 视频监测站点

揭阳市水利局现建设有 20 个视频监控站点。站点分布如下图所示：



图 2-2 视频站点分布图

#### 2.2.3.1.3 水质监测站点

揭阳市现建有水质监测站点 46 个，数据来源于广东省生态环境厅。

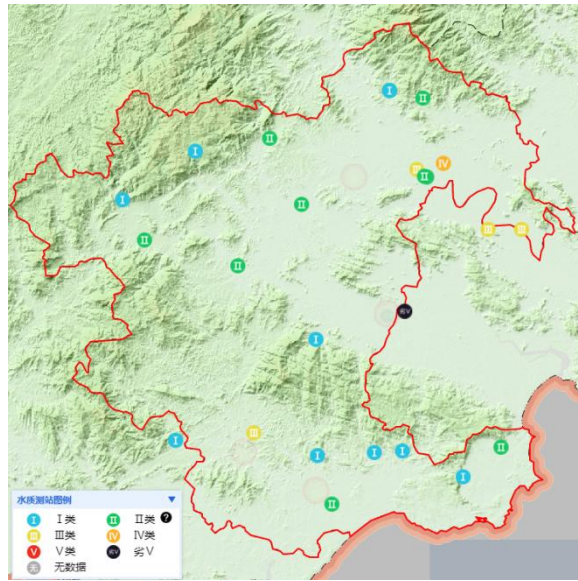


图 2-3 水质监测站点分布图

### 2.2.3.2 基础设施现状

在揭阳市智慧水利一期建设中，采用虚拟化、集群、负载均衡、分层存储等技术构建了计算资源池和存储资源池，提高核心服务器和存储设备的复用率及动态配置能力，从而节约后续购置、运行和管理成本。一期项目使用到的公共服务需求,统一由“数字政府”提供相关服务，基础设施主要为政务云服务以及政务网络通信资源。

一期项目重点整合了已有数据包括原三防监测数据、市交界断面水质、水量、水位、视频数据、主要支流汇入干流断面水质、水量、水位、视频数据;应急物资、救援队伍、专家、水利项目等数据，并为未来其他数据以及区、县数据上报提供接口。

揭阳智慧水利一期项目建设进行了应用系统等保二级建设，包含身份鉴别、访问控制、安全审计、剩余信息保护、通信完整性、通信保密性、软件容错、资源控制、代码安全、数据完整性、数据保密性数据备份与恢复。系统部署在广东省“数字政府”政务云平台揭阳节点上，启用前需通过安全等保测评。

### 2.2.3.3 业务应用系统

近年来，揭阳市水利局现使用的系统包括 OA 办公系统平台，广东省三防决策系统，广东省水资源管理系统、广东水库移民动态监管系统等一批重点业务应用系统，在业务应用不断完善、不断深入的同时加大信息整合力度，提高业务之间的协同共享，为业务流程标准以及数据标准的梳理奠定了基础。

此外，智慧水利信息管理平台对接了揭阳市自建的“互联网+河长制”业务应用系统系统，初步实现了全局各业务系统调用共享，统一

更新维护基础地理信息、水利基础信息管理平台可直接从河长制系统对接一小部分相关数据，获取视频监控、河湖管理等方面感知数据；并且通过链接整合方式，将业务系统的访问地址集成到统一门户中。

### 1.揭阳市智慧水利（一期）信息管理平台

系统建设有水旱灾害模块和水利工程模块，并通过接入揭阳市已有的河长制系统作为河长制模块。其中，水旱灾害模块接入揭阳市各水库的实时水情及雨情，包含监测预警管理、预警发布管理、应急资源管理功能，并可查看监控及台风状况，实现防汛、防旱、防风、防低温冰冻等信息的采集、传输、处理、预警预报。一期系统模块通过将各水利工程及感知设备标注在卫星图上，对水利工程和感知站点分布情况进行展示。水利工程模块包含项目库管理、项目进度管理、项目资金管理，对全市各水利工程设施进行查看和管理的功能，可以将目前涉及的水库的相关资料信息进行上报，系统具有统计分析功能。

### 2.广东省平安小水库系统

广东省平安小水库系统能够对各水库的雨量和水位等监测数据进行查看。提供对水库水雨情数据进行查询，在监测站点水位超过警戒水位时，及时发布预警信息。

### 3.广东山洪灾害移动巡检平台

广东山洪灾害移动巡检平台能够对省内各水雨情监测站点的雨量和水位等监测数据进行查看，接入数据包括省里建设的监测站点及部分区县自建的水雨情监测站点等。

### 4.广东水利工程动态监管系统

该系统应用物联网、人工智能、大数据、云计算以及移动互联网等高新技术，通过部署新一代传感器设备实现对水利工程现场的水位、降雨量、实时现场图像/视频、水质、闸门状态乃至大坝安全等

信息的采集传输，并由水利工程动态监管及预警系统对数据进行管理、查询、显示、智能识别分析和预警。该系统接入了省内多个部门建设的视频监测站的数据，各业务部门在日常业务中可对相关视频监测站数据进行查看。

### 5.揭阳市“互联网+河长制”信息化系统

该项目以保障“河长制”顺利推行和执行作为出发点，以河湖综合管理业务需求为导向，实现全市重点河湖的全要素监控，河流的日常巡查、细致监督考核、便捷信息服务等智慧应用，有效提高“河长制”的管理水平，推动揭阳河湖综合管理模式的创新，提升揭阳水利局的信息化水平与能力。



图 2-4 揭阳市互联网+河长制信息化系统页面

### 6.广东省水资源管理平台

广东省水资源管理系统为广东省水资源优化配置、高效利用和科学的保护提供信息化手段，实现红色能显、现状能监、管理有措、决策有助的目标，进一步提高水资源管理水平，更好地保护、利用水资源。广东省水资源管理系统在多年的运行过程中积累了大量数据，包

含信息服务、用水总量、用水效率、限制纳污、监督考核、支撑保障、应急管理、承载能力、核查登记、用水统计等。

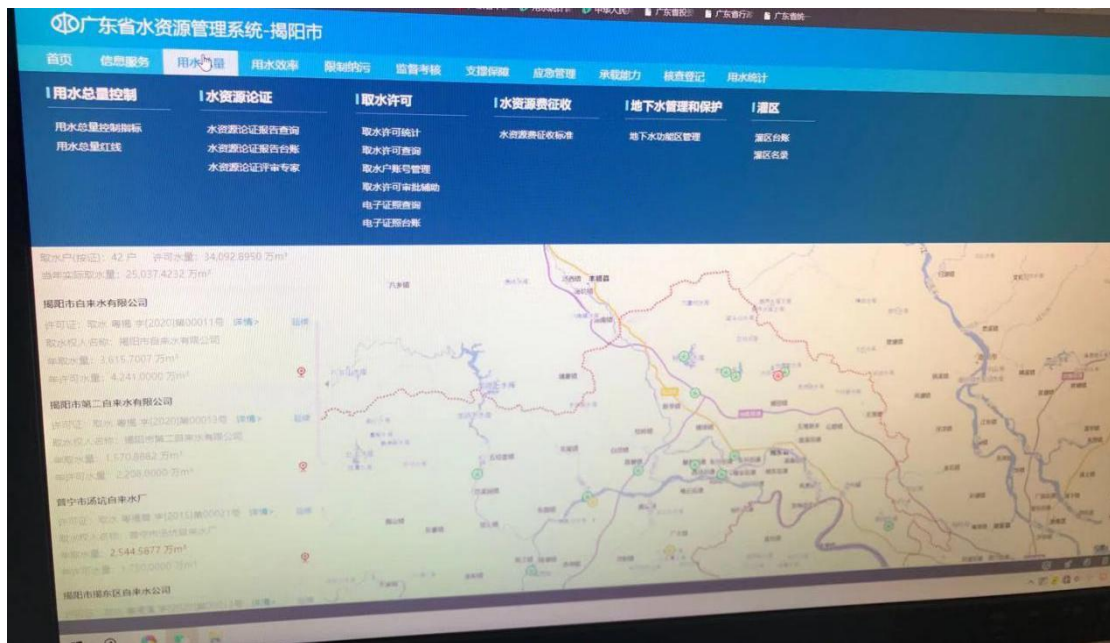


图 2-5 广东省水资源管理平台

## 7.全国水库运行管理信息系统

可以将目前涉及的水库的相关资料信息进行上报，系统具有统计分析功能。

## 8.广东省水利综合办公业务系统

2015 年建设，有效提高单位组织内部的协同工作效率，简化工作环节，提升服务质量，提升单位形象，单位信息可以随时随地通畅地进行交互流动，公文流转审批更迅速，工作将更加轻松有效，整体运作更加协调。

## 9.揭阳市防汛抗旱指挥决策系统

实现防汛、防旱、防风、防低温冰冻等信息（数据、图像、视频监控等）的采集、传输、处理、预测预警预报等。系统部署于广东省水利厅政务内网，数据来源于广东省防汛抗旱指挥系统。

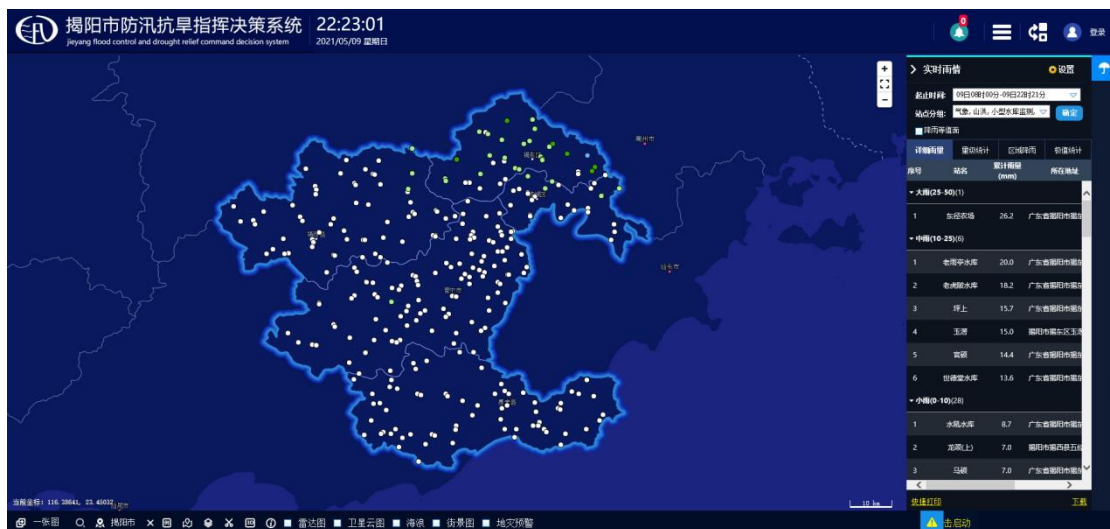


图 2-6 揭阳市防汛抗旱指挥决策系统

#### 2.2.3.4 应用支撑建设

揭阳市水利局目前主要使用的业务应用支撑平台，包括了国家级、广东省级、揭阳市级、县区级等不同层级建设的，涵盖了河湖管理、防汛抗旱、水利工程、水资源管理等各类业务，已有业务系统的建成和应用，在业务管理方面发挥了关键作用，全面提升了水利综合服务和现代化管理水平，为揭阳市经济和社会发展提供了重要的基础保障和支撑作用。揭阳市水利信息化已经形成相对完整的综合体系，具备较好的基础，进入全方位、多层次推进的新阶段。

智慧水利（一期）以揭阳水利管理精细化、决策科学化、调度协同化为出发点，揭阳水旱灾害防御与水利工程管理等业务需求为导向，应用为核心，研究及应用“云计算、大数据、物联网、移动互联网、智慧城市”等新技术，搭建全面智能的感知体系，集数据汇聚、存储、交换、分析、服务为一体的支撑平台，高效整合和优化配置信息资源，提升智能分析能力，实现水旱灾害防御、水利工程管理等领域的全业务体系，推动揭阳水利综合管理模式创新，提升揭阳水利管理的智能化水平。

但揭阳市水利现状与智慧水利的要求仍存在较大的差距，缺乏大数据、AI等技术的应用，极大程度制约了揭阳的水利发展。目前，水利应用支撑省级平台还在摸索建设，市级缺乏总体规划。为了提升揭阳市水利信息化整体水平，紧跟智慧水利发展的步伐。揭阳水利一期建设在山洪灾害预测预报、水利工程强监管等方面利用大数据、AI等技术，建设揭阳智慧水利应用支撑平台，但尚未见成效，扩展应用覆盖面和智能化水平都不高，水利业务应用发展也不均衡。

同时，水利大脑平台的建设也尚处于初级阶段，与广东省水利厅的要求还有不小的差距。揭阳市现有的揭阳市防汛抗旱指挥决策系统具有预警预报功能，但相关的水利模型、调度模型、可视化模型等较少，导致洪水预报手段单一。现有的预报主要基于降雨及实测水位，洪水演算主要依靠人工方式实现，自动化程度不高，有待进一步完善。且模型未整合入揭阳智慧水利一期系统中，预报预警调度功能的应用支撑不足，这也是揭阳智慧水利建设中缺失的一环。

#### 2.2.3.5 网络安全现状

揭阳市智慧水利（一期）信息管理平台系统是部署在市政务云上的，根据国家《信息安全技术 信息系统安全等级保护实施指南》（GB 25058-2010）、《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）、《信息安全技术 信息系统安全等级保护定级指南》（GB/T 22240-2008）、《信息安全等级保护备案工作实施细则》（公信安〔2007〕1360号）、《信息安全技术网络安全等级保护安全技术要求》（GB/T 25070-2019）、《信息安全技术网络安全等级保护测评要求》（GB/T 28448-2019）等要求，系统建设满足信息系

统安全保护等级二级的要求，同时所有数据均要求不涉密，能在互联网+平台模式下使用。

## 2.2.4 存在问题分析

### 2.2.4.1 感知站点问题分析

首先，是重点防洪断面感知站点数量不足。三洲坝作为重要水利工程，本次建设将选取三洲坝到榕江南北河交汇处河段进行“四预”功能建设，现该段重点防洪断面感知站点密度不足，无法为“四预”功能提供充足的数据支撑。需要对三洲坝上下游重点防洪断面补充建设监测感知站点。

其次，是感知数据共享需要进一步加强。通过智慧水利一期建设，依靠协调各部门接入前端已建设好的 186 个站点数据，初步搭建了揭阳水利感知“一张网”，然而省、市、各区县仍有大量监测站点数据未能接入。此外仍有大量各区县水利部门和省水利部门已建系统尚未接入信息管理平台，分散建设的信息基础设施条块分割、相互封闭，制约了整体效益发挥，感知数据的共享仍有待加强。智慧水利一期建设接入了河长制系统等已有的水利业务管理系统，但很多业务联系紧密的其他行业相关数据还未能实现共享，在外部共享方面尚有待继续完善。

### 2.2.4.2 基础设施问题分析

目前揭阳市水利监测基础设施监测信息化手段不完善。在信息采集方面，现有仍有部分水库监测站采用机械式雨量站等设备，需要进行手工测量和记录，基础设施信息化的程度尚不足以满足智慧水利要

求，在监测手段上缺乏新一代通信技术的应用，未能与揭阳智慧水利发展的进程相适应，需要增加视频接入网汇聚网络设备、升级或新建最新的信息采集设备，并建设配套的自动化控制系统。通信传输方面，通信管道长度不足，需要新建通信光缆、取电管道、VPN 专网，还需补充专网安全防护设备。因此，需要扩展水利基础信息监测设施，进一步提升监测信息采集和通信传输手段。

同时，各个水利综合监管分中心的基础信息设备需进一步升级改造，在充分利旧的基础上，更新升级新一代的信息化设备。

#### 2.2.4.3 业务应用问题分析

首先，从系统的业务板块数据接入的方式来看，目前揭阳市智慧水利一期的设备与数据都是外接或者转发的，受资金掣肘，没有自主建设的可直接采集数据信息的感知设备及相关系统应用，其及时性、准确度、稳定性都会收到不利影响。

其次，现有的应用系统建设主要采用传统的业务导向型，相对独立的系统较多，且大部分业务应用系统停留在数据监测、查询、统计等基本应用方面，较少进行分析评价和预测预警，面向决策支持的数据分析评价不够，更没有利用大数据等技术挖掘现有数据背后的价值，缺少数据要素带动业务发展的强驱动力，对实际业务工作的支撑不足，距离用数据说话、用数据管理、用数据决策差距较大，不能适用水利高质量发展的需要。

主要体现在以下两个方面：一是在数据的综合应用和决策支持普遍欠缺，特别是没有针对预报预警预演预案“四预”能力的业务功能。二是系统智能水平不高，已有的应用系统目标单一，信息交互和协同

不够，没有形成完整的应用间数据整合、流程协同的机制。综上，则无法满足揭阳市水利局水旱灾害防御的需要。

#### 2.2.4.4 应用支撑问题分析

现有的水利模型与水利部智慧水利体系的要求不适应，缺少调度模型、可视化模型等，难以实现气象水文、水文水力学耦合预报以及预报调度一体化。主要体现在以下几个方面：

一是缺乏预报调度一体化模型。已有的洪水预报系统和防洪调度系统分散建设，未充分融合继承，预报调度互馈机制主要依靠人工方式实现，尚未实现洪水预报和防洪调度业务的一体化、自动化预报调度。

二是模型不全面，难以支撑实时化精细化模拟。揭阳市智慧水利一期建设，因缺乏资金，仅有部分 BIM 模型，未建设三维 GIS 模型，缺乏整体考虑，上下游、干支流边界出现交叉重复或缺失；没有降雨径流模型，未引进分布式模型，洪水预报手段单一，无法支撑河段两岸重要城市洪水灾情模拟分析，继而无法总体的水旱灾害防御的需要。

三是缺少三维倾斜摄影、水利工程三维模型，也未建设数字模拟仿真引擎，不足以支撑水旱灾害防御调度预演的需求。

#### 2.2.4.5 网络安全问题分析

揭阳市智慧水利的网络安全整体防护水平与日益严峻的网络安全形势相比仍有较大差距，信息基础设施保护建设仍有欠缺。网络安全体系无法满足新技术的发展需要，对云计算、大数据、物联网、移动互联网等新技术缺乏防护手段。网络安全的应急指挥和攻击溯源能

力不足，无法及时主动发现并处置网络安全风险和威胁，无法抵御有组织和大规模的外部攻击，且现有的核心网络设备不支持 IPv6、SDN 等应用。数据的采集、传输、使用、存储、变更、销毁全生命周期缺乏安全的管控，数据分级分类加密存储、传输和防护等不满足法律法规要求，阻碍了数据资源协同共享。移动端安全能力较为薄弱，移动应用管控和加固、移动数据防泄密技术应用不足。

## 2.2.5 问题总结

### 2.2.5.1 缺乏市级智慧水利专项规划

揭阳市现未编制市级智慧水利专项规划，缺乏对智慧水利建设的整体布局。专项规划的缺失不利于指导智慧水利建设、安排政府投资和财政支出预算、制定相关政策推动智慧水利发展。且缺乏总体规划导致监测感知站点和应用系统重复建设问题，在一定程度上造成资源浪费，也使得资金有限的问题更加突出。

《广东省智慧水利建设顶层设计》中提出，为完成“十四五”规划和 2035 年远景目标明确的既定任务，必须实现构建智慧水利体系，做到决策时运筹帷幄、执行时如臂使指，走出一条以数字孪生流域为特点的智慧水利建设之路。根据顶层设计中“顶层设计，分项建设”的原则，建设智慧水利，按照大系统设计、分系统建设的新模式开展顶层设计，各分系统建设要按照整体布局分阶段、分层次推进。

为对智慧水利长期建设进行全局统筹，需要编制市级智慧水利专项规划，对揭阳市水利信息化现状进行针对性的分析与评价，指定智慧水利建设总体目标与指标，规划策略与总体思路，指导后续项目建设。响应党中央国务院的重大决策部署、“十四五”规划和 2035 年

远景目标要求对揭阳市长期的智慧水利发展做出整体布局，指导揭阳市智慧水利各阶段建设的有序推进。

#### 2.2.5.2 信息化业务系统发展单一，没有四预，难以满足防汛抗旱新要求

目前揭阳市建设的信息化系统包括智慧水利（一期）信息管理平台、揭阳防汛抗旱指挥决策系统、揭阳“互联网+河长制”信息化系统等，提供了各监测站点数据查看、水利工程信息查看、气象信息查看、预警信息查看、河长制巡河管理、问题上报等多个功能。但现状仍信息化业务仍较为单一，未建设有“四预”系统，缺乏对灾害的中期预测和长期展望，预报精度不佳，预见期不足。缺乏对水利调度应用方案进行模拟仿真的预演能力，无法实时分析水利工作面临的风险形势；缺乏具备实现对预演结果分析影响评估的能力，不利于科学制定水利工程运行和优化调度等方案。

2021年6月，水利部党组做出“把智慧水利建设作为推动新阶段水利高质量发展六条实施路径之一”的决策部署，水利部相继出台《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》《智慧水利建设顶层设计》《“十四五”智慧水利建设规划》《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》等系列文件，明确要求“在业务需求分析的基础上，重点梳理“2+N”业务的‘四预’流程”“加强水利设施智慧化改造与建设、数字孪生流域、数字孪生工程、‘四预’功能要求等标准制定”，加快构建具有“四预”功能的水利智能业务应用体系，助力推进智慧水利建设。揭阳市现有的信息化系统无法满足防汛抗旱新要求。需要积极建设“四预”系统，提升防汛抗旱能力。

### 2.2.5.3 数据资源整合仍需加强

在智慧水利一期建设中，通过统筹协调，跨部门数据共享，接入了部分现有的感知设备数据，并接入已有的“互联网+河长制”信息管理平台，实现了初步的信息资源共享。但受限于建设时间和经费等原因，现状信息共享仍不足。省、市及各区县建设的很多感知设备及业务系统仍然未能接入。水利局和其他横向部门间需求数据资源的实时共享也尚有不足之处。

根据《广东省智慧水利顶层设计》中提出的“充分利旧，急用先建”原则，要充分利用现有的信息采集络传输“水利一张图”、计算存储、系统资源等已有基础，充分利用国家信息基础设施，避免不必要的重复建设。必须进一步建立规范的数据标准规范体系、数据共享机制、数据交换机制，建立全局性的综合数据库，打破信息孤岛的短板问题，实现水利信息资源整合共享，实现“横向”、“纵向”数据的互联互通，提高数据沟通的流畅性，支撑应用系统分析展示，发挥水利信息化建设的整体效益作用。

### 2.2.5.4 基础设施有待进一步完善

现状揭阳市水利监测基础设施存在基础设施信息化水平不足的问题，制约了揭阳智慧水利的进一步发展。

智慧水利基础设施建设包括水利感知网、水利信息网、水利云平台建设。

水利感知网建设需要在传统水利监测体系的基础上充分利用智能感知技术和通信技术，从太空、低空等空间维度，对点、面等尺度范围的涉水对象属性及其环境状态进行监测和智能分析的空天地一

体化的综合感知网，是水利大脑从物理流域中获取全面、真实、客观、动态水利数据和信息的渠道。其中，水利感知技术主要包括人工填报、设备监测、遥感监测、导航定位、互联网抓取，水利感知对象主要包括江河湖泊、水利工程和水利管理活动。

水利信息网主要包括水利信息网、电子政务网、互联网。根据各地实际信息化环境条件，依托国家电子政务网络、租赁公共网络、自建专用网络等多种方式，构建连通水利部、流域管理机构、省（自治区、直辖市）、县等各级水行政主管部门等相关单位的水利通信信息网。

水利云平台主要包括专有云和公共云，充分利用 IT 基础设施的自建能力和共同资源的弹性能力，为智慧水利提供云端按需扩展的大规模联机计算能力，提供云服务，提高水利大数据实时分析能力。高性能计算中心根据网络资源和需求等情况适当分布建设。

#### 2.2.5.5 资金预算不足

受资金限制，揭阳市及所属各区县监测感知站点建设困难，建设进度缓慢，后期维护经费缺失导致部分监测站点数据上报可靠性不足，甚至设备故障无法上报数据的问题。各区县水库标准化建设较为缓慢，缺乏健全的水库管理信息平台、水库安全运行监测系统，无法充分支撑预警预报工作，制约了智慧水利建设的发展。

### 2.3 需求分析

业务需求方面，通过对防汛四预系统的建设和综合智能模块的建设，再结合水雨情等感知站点的布设，实现对水灾害、水利工程等问题现状的随时掌握；提升防汛抗旱能力；实现科学高效管理，进一步

丰富与完善揭阳水利工作综合智慧治理和管理措施手段，提升工作效能。

### 2.3.1 监测感知需求分析

根据揭阳市监测感知站点现状问题，结合“四预”建设需求，监测感知需求主要包括对感知站点进行补充建设。由于受资金限制，二期监测感知建设主要以本次“四预”系统范围为重点，补充完善监测要素类型和数据内容，完善立体感知监测网络。

感知站点补充建设主要对“四预”系统主要构建范围三洲坝至下游榕江南北河交汇处河段进行补充。由于三洲坝为防洪关键节点，同时对上游来水具有调蓄作用，而下游榕江南北河交汇处为重要汇流口，并控制着揭阳到汕头的出流，因此该河段位置重要，需要补充建设感知站点，支撑“四预”的建设。

### 2.3.2 业务应用需求分析

#### 2.3.2.1 防汛四预建设

揭阳市现有的防汛指挥机制为：省水利厅及市应急厅发布应急响应后，揭阳市水利局水旱灾害防御和水调度管理科将响应发到各个区县。防汛调度根据省水利厅提供的数据进行人工计算，并参考各水库编写的调度请求进行下达，存在耗费人力、调度速度较慢等问题。

由于现有的智慧水利（一期）信息管理平台未建设有“四预”模块，揭阳市在防汛方面缺乏信息化技术支撑，整个调度流程效率低，调度执行情况无法实时有效监控，缺乏准确、有效和科学性。重要水库的水文资料不完善也没有录入系统，查阅或使用起来十分不便。系

统中缺少防汛物资台账记录。现有的防汛调度方案仅依据各站点以往的调度经验，形成较为粗略的调度计划，当达到计划灾情时，申请按计划执行调度指令，缺乏有效的水旱灾害预报调度方案，无法从整个流域，上下游等宏观角度去综合研判调度方案的可行性以及有效性。

同时，缺乏对洪涝灾害事件的预报能力，无法提前为应对洪涝灾害做出科学有效的调度预案，未能对洪涝灾情做出快速有效的反应，严重影响防洪排涝工作，同时也使得水域周边生活的人民生命和财产处于不可预测的危险中，因此急需通过系统的建设，强化预报、预警、预演、预案“四预”措施，实现精准的数字模拟、科学的调度指挥。

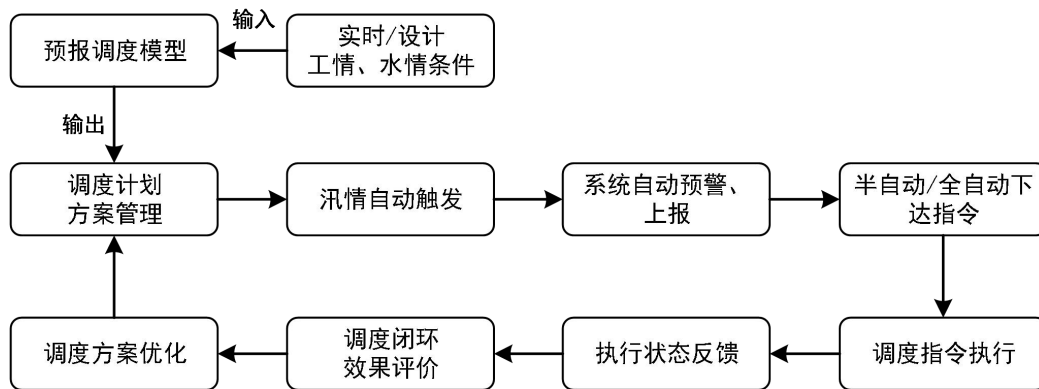


图 2-7 调度流程优化示意图

### 2.3.2.2 综合职能模块

由于部分科室业务上缺乏相应的信息化系统可供使用，制约了日常事务处理的效率。在水利督察方面，需要对安全生产问题进行监督和跟进问题整改；在农村水利水电方面，由于业务上报表填写工作较为繁杂，迫切需要信息化系统辅助报表填写、审核及公文发布工作；在计划财务方面，对资金管理工作进行辅助和简化的需求较为突出。而相关业务现状缺乏相应的信息化系统，智慧水利一期建设也暂未建

设有相应模块。因此综合职能模块的需求主要集中在水利督察管理、农村水利水电管理、计划财务管理三个部分。

水利督察需要能够下发水利重大政策，可以填报安全生产报表，支持安全生产问题整改，可以将安全生产相关办公文件进行电子备案，实现无纸化办公；农村水利水电管理需要将大量的基础数据审查、筛选、分析。计划财务管理；计划财务管理需要将各项资金记录备案，实现资金溯源。

### 2.3.3 安全需求分析

揭阳市智慧水利的安全需求是依据国家相关法律法规,结合水利行业实际,在旧有安全管控体系基础上,完善基础安全、自控安全和数据安全,形成水利系统网络安全纵深防御体系,提升网络安全防御能力。

构建安全技术体系。需要建立威胁感知预警机制,实现市区水利部门及相关单位关键数据信息基础设施信息安全的态势感知,按职责汇集相关部门和单位的信息安全漏洞和风险监测数据,及时开展预警和信息通报,提升监测预警能力。建立安全管控及应急决策指挥工作机制,实现安全威胁事件应急响应准备、检测、控制、恢复等全过程管理,提升应急响应能力。

构建安全管理体系。需要建立由制度、规范和流程构成的水利信息安全管理制度标准体系,覆盖安全组织管理、人员管理、建设管理、运维管理、应急响应和监督检查等各项工作,为数据信息安全管理提供依据和行为准则。

构建网络安全运营体系。需要依托网络安全技术体系,依据网络安全管理体系,开展日常威胁预测、威胁防护、持续检测和响应处置

等网络安全运营工作，形成闭环安全运营体系，充分发挥人在网络安全中的主体地位，有效对安全威胁事件进行综合分析和及时处置，不断对运营体系进行闭环优化，有效保障网络安全技术和管理要求落地。

### 2.3.4 用户角色需求分析

结合揭阳市水利局的业务职能和工作需求，本系统服务对象角色主要包括管理决策人员、业务部门人员、管护运维人员、其他省、市级部门。以下为各角色在揭阳市智慧水利（二期）信息管理平台中的角色需求：

#### 2.3.4.1 管理决策人员

揭阳市水利局管理决策人员需要从总体上把握揭阳市智慧水利综合态势，需要通过掌握水旱灾害防御、水利工程等内容的总体情况，综合考虑揭阳市智慧水利总体规划。

#### 2.3.4.2 业务部门人员

揭阳市水利局各处室、区县水利局、直属各单位业务人员需要从事水利调度业务管理、河湖管理、供水管理、排水管理、安全生产管理、资金管理等工作，需要利用揭阳市智慧水利（二期）信息平台，实现水利业务的在线化、流程化、协同化，在防汛、水污染等突发事件期间，提供决策支持。

### 2.3.4.3 管护运维人员

揭阳市水利管护运维人员主要负责对揭阳市水利局管理的水利工程、河湖涉河工程进行管护运维，相关管护运维人员需利用揭阳市智慧水利（二期）信息管理平台，实现管护工作情况在线化管理。

### 2.3.4.4 其他省、市级部门

与揭阳市水利局横纵向政府相关部门，需要通过数据交换共享，获取水利相关的数据，包括水利行业的水位、雨量、水质、内涝等监测信息，为城市综合管理提供支撑；需要协同指挥调度系统，对突发应急事件（防汛、水污染）进行决策指挥，实现多部门的协同指挥决策。

## 3. 总体设计

### 3.1 建设原则

**需求牵引，应用至上。**从推动揭阳水利高质量发展出发，围绕榕江水利业务工作实际需求，将智慧水利建设与防汛、预警预报、调度预演相结合，强化薄弱环节，优化重塑业务流程，注重用户体验，统筹推进信息技术与水利业务深度融合，有力支撑精准化决策。

**系统谋划，分步实施。**按照《智慧水利建设顶层设计》要求，科学构建干支流、上下游、左右岸以及重要部位、重点工程、重要断面组成的“四预”架构，根据需求迫切性、技术可行性、条件成熟性，分阶段、按计划、有步骤地推进智慧水利建设。

**统筹推进，协同建设。**按照强化流域治理管理“四统一”的要求，以流域为单元，加强各流域“四预”功能平台搭建，建立健全各参建单位协作推进和共建共享体制机制，发挥各方优势，加强各方面的技术衔接，保障智慧水利建设不重不漏。

**统一标准，按需共享。**遵循水利部印发的管理和技术文件及有关行业标准，围绕开展水利数据共享管理和建设“四预”平台的实际需要，充分共享各区县管理单位、各水利工程管理单位数据成果，确保各方建设成果能够集成为有机整体。

**整合资源，集约共享。**按照“整合已建、统筹在建、规范新建”要求，充分利用现有的信息化基础设施及国家新型基础设施，有针对性补充完善和升级，实现各类资源集约节约利用和互通共享，避免重复建设。

**更新迭代，安全可控。**按照“边建设、边应用”思路，不断进行数据更新和功能迭代，保持智慧水利总体框架的功能性与完

整性。根据网络安全有关要求，不断提升网络安全风险态势感知、预判、处置与数据安全防护能力。

## 3.2 项目建设依据

### 3.2.1 党中央、国务院决策

（1）《关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》（2020年10月29日中国共产党第十九届中央委员会第五次全体会议通过）；

（2）《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》；

（3）《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》（2021年10月8日中共中央、国务院印发）；

（4）《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》（2019年12月1日中共中央、国务院印发）；

（5）《国家信息化发展战略纲要》（2016年7月中共中央办公厅、国务院办公厅印发）；

（6）《“十四五”国家信息化规划》（2021年12月中央网络安全和信息化委员会印发）。

### 3.2.2 有关法律、条例

（1）《中华人民共和国网络安全法》（自2017年6月1日起施行）；

（2）《中华人民共和国数据安全法》（自2021年9月1日起施行）；

- （3）《中华人民共和国水法》（自 2002 年 10 月 1 日起施行）；
- （4）《中华人民共和国水土保持法》（自 2011 年 3 月 1 日起施行）；
- （5）《中华人民共和国防洪法》（根据 2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第三次修正）；
- （6）《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011 年 1 月 8 日施行）；
- （7）《中华人民共和国水库大坝安全管理条例》（2011 年 1 月 8 日施行）；
- （8）《中华人民共和国河道管理条例》（根据 2018 年 3 月 19 日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第四次修订）；
- （9）《中华人民共和国防汛条例》（根据 2005 年 7 月 15 日《国务院关于修改〈中华人民共和国防汛条例〉的决定》修订）；
- （10）《关键信息基础设施安全保护条例》（自 2021 年 9 月 1 日起施行）。

### 3.2.3 水利部文件

- （1）《水利部关于开展智慧水利先行先试工作的通知》（水信息[2020]46 号）；
- （2）《水利部关于深化水利改革的指导意见》（水规计[2014]48 号）；
- （3）《水利部关于推进水利大数据发展的指导意见的通知》（水信息[2017]178 号）；

（4）《水利部关于加快推进新时代水利现代化的指导意见的通知》（水规计[2018]39号）；

（5）《水利部关于水利业务需求分析报告的通知》（水信息[2019]219号）；

（6）《水利数据中心建设指导意见和基本要求》（水文[2009]192号）；

（7）《水利信息化资源整合共享顶层设计》（水信息[2015]169号）；

（8）水利部关于印发《水利业务“四预”基本要求（试行）的通知》（水信息[2022]149号）；

（9）水利部印发《智慧水利建设顶层设计》（2022年1月）；

（10）水利部印发《“十四五”智慧水利建设规划》（2022年1月）；

（11）水利部印发《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》（2022年1月）；

（12）水利部印发《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》（2022年1月）；

（13）《关于全面推行河长制的意见》（水建管函[2016]449号）。

### 3.2.4 广东省文件

（1）《广东省人民政府办公厅关于印发广东省水利发展“十四五”规划的通知》（粤府办[2021]29号）；

（2）广东省水利厅印发《广东省水文现代化建设规划》（2021年8月）；

（3）《省“一网统管”智慧水利专题建设工作会议纪要》；

（5）广东省委省政府“851”广东水利高质量发展蓝图（2022年3月）；

（6）《中共广东省委广东省人民政府关于推进水利高质量发展的意见》（粤府办[2018]48号）；

（7）广东省水利厅印发《广东省“互联网+现代水利”行动计划》（2017年2月）；

（8）广东省水利厅印发《广东水利数据资源暂行管理办法》（2013年10月）；

（9）广东省水利厅印发《广东水利数据中心建设管理规范》（2010年2月）；

（10）《广东省水利政务信息化规划（2019-2021年）》；

（11）广东省水利厅印发《广东省流域综合规划》（2005年）；

（12）《广东省“数字政府”建设总体规划（2018-2020年）》（粤府[2018]105号）；

（13）《广东省人民政府关于印发广东省数字政府改革建设“十四五”规划的通知》（粤府〔2021〕44号）；

（14）《广东省人民政府办公厅关于印发广东省信息基础设施建设三年行动计划（2018-2020年）的通知》（粤府办[2018]14号）；

（15）《广东省省级政务信息化服务项目管理办法》（2020年4月）；

（16）广东省委和省政府印发《关于构建“一核一带一区”区域发展新格局促进全省区域协调发展的意见》（2019年7月）；

（17）《广东省人民政府办公厅关于印发广东省推进新型基础设施建设三年实施方案（2020—2022年）的通知》（粤府办[2020]24号）。

### 3.2.5 揭阳市文件

- (1) 《揭阳市人民政府关于印发揭阳市水利改革发展“十四五”规划的通知》（揭府〔2021〕51号）；
- (2) 关于印发《揭阳市市级政务信息化项目商用密码应用工作指引》（2022年修订版）的通知（揭密码协调组[2022]1号）；
- (3) 《揭阳市河长制湖长制体系工作方案》；
- (4) 《揭阳市国家生态文明建设示范市规划》（2021年2月）。

### 3.2.6 标准规范文件

- (1) 《基础水文数据库表结构与标识符标准》（SL324-2005）；
- (2) 《水利对象分类与编码总则》（SL/T213-2020）
- (3) 《水利工程代码编制规范》（SL213-2012）；
- (4) 《水利空间数据交换协议》（SL/T797-2020）；
- (5) 《水利水电工程水情自动测报系统设计规范》（SL276-2002）；
- (6) 《水利水电工程安全监测设计规范》（SL725-2016）；
- (7) 《水利数据目录服务规范》（SL/T799-2020）；
- (8) 《水利信息产品服务总则》（SL/T798-2020）；
- (9) 《水利信息公用数据元标准》（SL475-2010）；
- (10) 《水情信息编码标准》（SL330-2005）；
- (11) 《水利一张图空间信息服务规范》（SL/T801-2020）；
- (12) 《水文测站编码》（SL330-2003）；
- (13) 《水文情报预报规范》（SL250-2000）；
- (14) 《水文自动测报系统技术规范》（SL61-2003）；

- 
- (15) 《水文站网规划技术导则》（SL34-92）；
  - (16) 《实时水情数据库表结构及标识符标准》（SL323-2011）；
  - (17) 《实时雨水情数据库表结构与标识符》（SL323-2011）；
  - (18) 《信息安全技术信息系统安全等级保护定级指南》（GB/T22240-2008）
  - (19) 《信息安全技术网络安全等级保护实施指南》（GB/T 25058-2019）；
  - (20) 《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）；
  - (21) 《信息安全技术网络安全等级保护测评要求》（GB/T 28448-2019）；
  - (22) 《信息安全技术操作系统安全技术要求》（GB/T 20272-2019）；
  - (23) 《信息安全技术数据库管理系统安全技术要求》（GB/T 20273-2019）；
  - (24) 《信息系统密码应用基本要求》（GM/T 0054-2018）；
  - (25) 《信息系统工程造价指导书（2019 版）》；
  - (26) 《信息系统运行维护技术服务规范》（SZDB/Z 32-2010）；
  - (27) 《信息分类和编码的基本原则与方法》（GB/T7027-2002）；
  - (28) 《信息分类及编码规定》（SZY102-2013）；
  - (29) 《信息交换内容及方式》（SZY502-2014）；
  - (30) 《监测站点建设技术导则》（SZY202-2013）；
  - (31) 《监测数据库表结构及标识符》（SZY302-2013）；
  - (32) 《空间数据库表结构及标识符》（SZY304-2013）；
  - (33) 《基础数据库表结构及标识符》（SZY301-2013）；

（34）《用户权限管理规定》（SZY501-2014）。

### 3.3 建设思路

在广东省智慧水利的总体框架下，本项目针对流域防洪措施尚不完善、信息化数字化智能化能力尚不能满足流域全生命周期现代化管理等短板，以物理流域为单元，优先建设揭阳市榕江河“四预”系统。

第一步汇集水利数字资产主要包括集成和新增基础信息库、综合监测库、知识规范库、业务专题库和外源数据，为“四预”平台建设提供全面及时的数据底板支撑；

第二步建立水利专业模型，对物理水利及其影响区域的互动过程进行模拟仿真和推演，为智慧水利以及榕江河四预系统提供算法支撑服务；

第三步建设榕江河防汛“四预”系统。主要为整合揭阳智慧水利一期系统水旱灾害防御模块已有水雨情站点数据，依托水利感知监测设施为榕江河流域提供数据支撑与服务；通过耦合气象预报，基于模型预报分析对水雨情的形势的综合研判，及时准确预报；再接入地形数据、潮位数据、河道数据、道路数据，实现业务应用场景与数据的有机结合，最后基于规则和风险的全面精准预警、人机互动的同步仿真预演、动态优化的精细数字预案对水雨工情的形势的综合研判；

第四步结合市水利局各职能科室需求建设综合职能模块，在智慧水利框架下，实现业务电子化，提高工作效率。

第五步开发揭阳智慧水利信息管理平台手机移动端，为进一步提高揭阳防汛决策手段，实现随时随地查看防汛数据，提高防汛指挥效率。

遵循揭阳市水利局分期建设原则，在二期智慧水利建设的基础上加强以下建设：

1、建设防汛“四预”系统，结合已有数据底板展示流域实时信息，明晰当前防汛形势；基于防汛知识图谱及知识引擎，利用珠江模型平台中预报模型、调度模型，实现交互式预报、智能预警、多方案多尺度预演、智能优选形成预案；

2、加强感知站点补充建设，在“四预”系统建设范围内，适当补充感知站点，为揭阳市“四预”系统建设提供数据支撑与校准，进一步完善揭阳市智慧水利感知“一张网”；

3、建立水利专业模型满足揭阳市主城区防汛业务的需求，实现监测预报、动态预警、调度预演、调度预案等“四预”功能；建立可视化模型为业务应用系统进行模拟仿真提供实时渲染和可视化呈现；

4、完善科室办公职能，补齐各科室信息化系统短板，进一步提高职能部门业务办公效率，实现业务电子化，办公信息化，提高工作效率，加速智慧水利信息化的进程。

5、在粤政易移动办公平台（微信公众号）上增加模块，实现监测站点数据查询、水利工程信息展示功能。 进一步提高揭阳防汛指挥效率，实现随时随地查看防汛数据，提高防汛决策效率。

## 3.4 系统架构

### 3.4.1 总体架构

在智慧水利总体技术框架，遵循省委省政府、水利部信息化建设相关规划要求，落实“实用、安全”水利网信工作总要求，延续“互联网+现代水利”设计思路，满足省“数字政府”集约化、一体化建

设和运行的要求，实现部、省、市、县多级水利部门协同共享。在此背景框架下，揭阳市智慧水利（二期）信息管理平台在一期的基础上加强了“四预”业务功能与水利专业模型以及综合职能模块建设，总体架构如下：

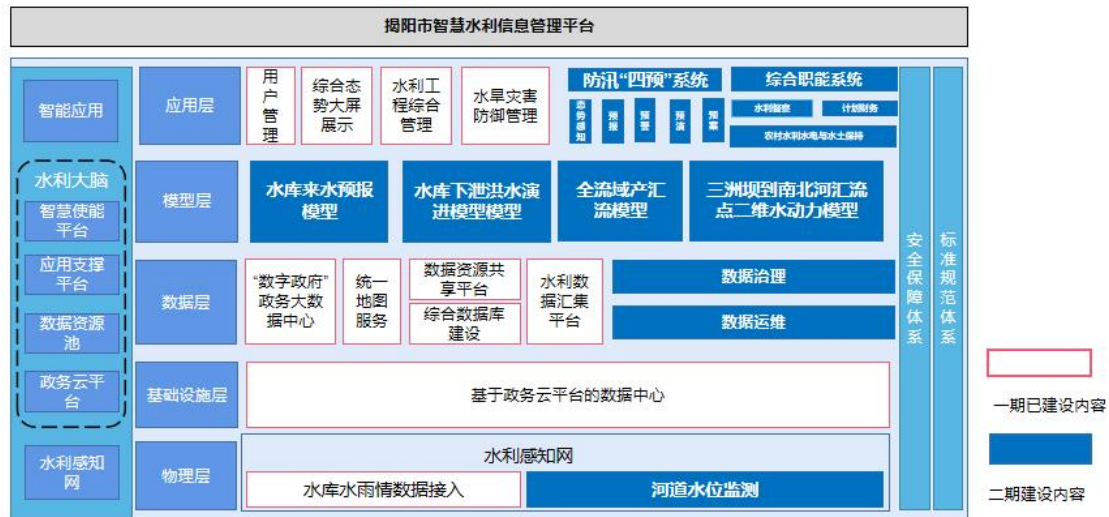


图 3-1 揭阳市智慧水利二期建设内容

### 1、物理层

二期物联感知层建设包含两个水利感知站点，建设以本次“四预”系统范围为重点，分别在三洲拦河坝与榕江南河与北河汇流口处新建两套水雨情物联感知站点，采集要素有：水位、雨量、图像；为“四预”系统建设与水利专业模型提供充分数据支撑与模型校核。

### 2、基础设施层

二期建设的功能模块基于一期基础开发，故延用广东“数字政府”揭阳分节点的政务云，直接部署在政务云上。

### 3、数据层

一期项目已将现有资源进行整合和共享，实现资源集约化整合汇聚分散在各处的水利数据资源，通过构建高性能水利云数据中心，实现全市水利数据资源的汇聚、存储、加工、分发、管理。同时，依托

市级智慧水利能力中心，为各水利应用提供统一通用的标准化、专业化数据服务。

#### 4、模型层

模型层中，一期项目直接利用“互联网+河长制”的GIS平台，在已有基础上进行升级完善。二期则对用户管理、地图服务进行系统集成，构建水利模型，为实现监测预报、动态预警、调度预演、调度预案等“四预”功能提供支撑。

#### 5、应用层

一期项目围绕水旱灾害防御、水利工程两大业务进行精细化的管理，通过综合态势大屏进行水旱灾害、水利工程、河长制三种场景切换直观展示。二期主要围绕防汛“四预”业务功能模块、综合职能模块开展建设。

#### 6、运行保障体系

二期项目按照相关标准规范进行搭建保障体系建设，满足系统安全二级等保建设。

其他部分按照广东省智慧水利先行先试工作建设智能应用层示范应用的要求，参照先行先试任务实施融合工程“六横三纵”总体框架的内容。

### 3.4.2 数据架构

揭阳市智慧水利（二期）平台建设依旧遵循“数字政府”总体技术框架和要求，系统整体数据架构示意图如下：

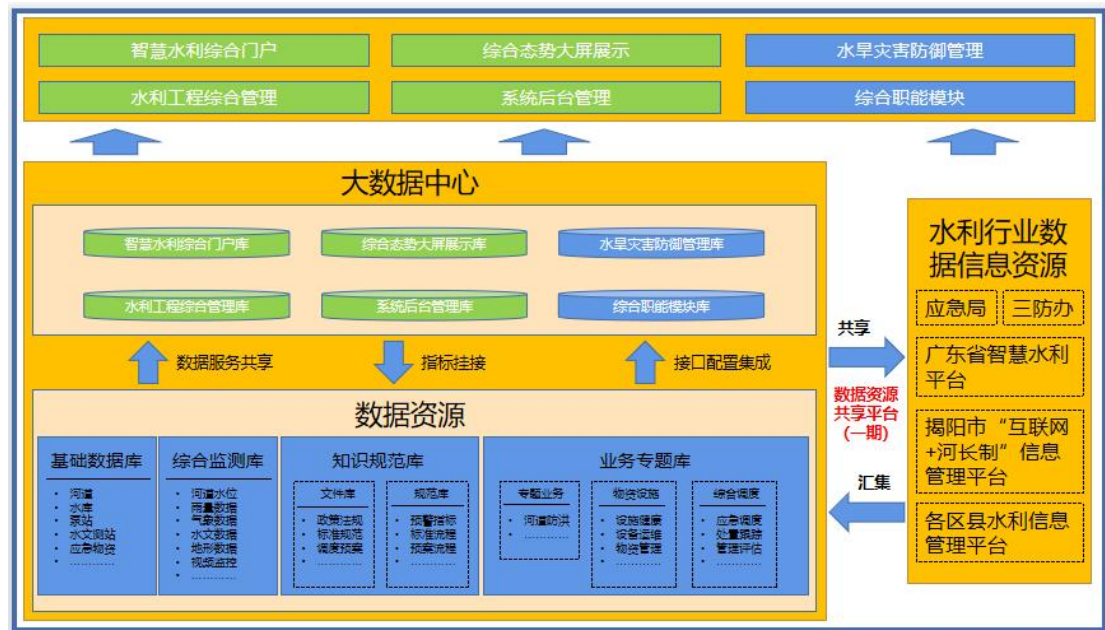


图 3-2 数据架构图

### 3.4.3 安全架构

揭阳市智慧水利（二期）信息管理平台建设信息的安全体系依旧沿用一期的安全架构，利用揭阳市水利局政务云，在满足安全二级等保的环境下进行。在沿用一期的安全架构的基础上，贯彻《广东省省级政务信息化项目 商用密码应用工作指引(2021 年修订版)》及补充通知的最新要求，揭阳市智慧水利二期建设应满足《信息安全技术信息系统密码应用基本要求》二级的基本要求。网络安全保障体系总体框架示意图如下所示：



图 3-3 安全架构图

### 3.4.4 网络边界划分

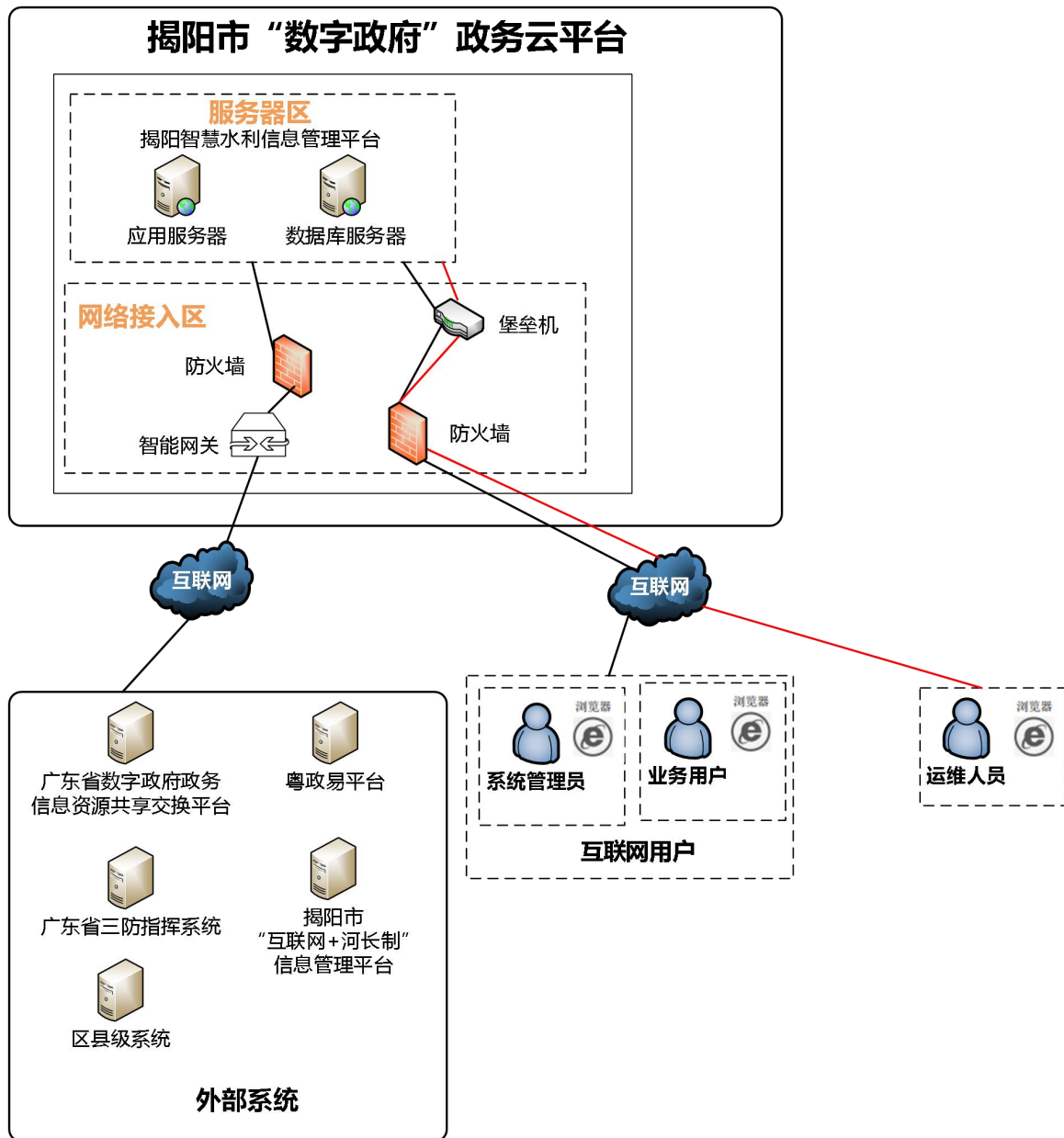


图 3-4 网络拓扑图

系统部署在揭阳市“数字政府”云平台电信机房（机房地址为广东省揭阳市榕城区临江北路市委市政府大院2号楼13楼），系统网络划分为网络接入区、服务器区具体如下：

（1）网络接入区部署了防火墙、堡垒机、SSL VPN 安全网关、智能网关设备，实现互联网用户和运维人员对揭阳智慧水利信息管理平台访问。

（2）服务器区是揭阳智慧水利信息管理平台的核心服务区域，部署了应用服务器、数据库服务器等设备，实现揭阳智慧水利信息管理平台业务过程的信息化管理和业务功能实现。

系统涉及的跨网络访问通道包括：

1.系统管理员和业务用户通过互联网访问系统的通道。

2.运维人员通过互联网问系统的通道。

3.系统与外部系统（广东省数字政府政务信息资源共享交换平台、粤政易平台、广东省三防指挥系统、揭阳市“互联网+河长制”信息管理平台、区县级系统）之间的数据对接通道。

### 3.5 技术路线

本期项目在充分满足揭阳智慧水利重点业务需求的情况下，利用新技术优化传统的业务管理流程，以需求为推动打好框架地基，为其后续扩展和建设提供良好的基础。因此，在技术路线选型时应充分考虑技术的实用性、先进性、经济性和延展性。

#### 3.5.1 微服务技术架构

本期项目涉及众多业务流程处理，须充分考虑内部运算逻辑隔离和数据协同的问题，同时要保持整个庞大项目的灵活性和扩展性。参考广州市智慧水务、深圳市智慧水务建设的思路，考虑采用微服

务架构进行设计，把各业务子系统子模块作为独立的小型服务，实现强内聚松耦合的结构。

微服务架构是一种架构模式，它将单一应用程序划分成一组小的服务，服务之间相互协调、互相配合，为用户提供最终价值。每个服务运行在其独立的进程中，服务和服务之间采用轻量级的通信机制相互沟通(通常是基于 HTTP 的 Restful API)。每个服务都围绕着具体的业务进行构建，并且能够被独立的部署到生产环境、类生产环境等。另外，应尽量避免统一的、集中的服务管理机制，对具体的一个服务而言，应根据业务场景，选择合适的语言、工具对其进行构建。

微服务可以在“自己的程序”中运行，并通过“轻量级设备与 HTTP 型 API 进行沟通”。该服务可以在自己的程序中运行是关键，通过这一点就可以将服务公开与微服务架构（在现有系统中分布一个 API）区分开来。在微服务架构中，只需要在特定的某种服务中增加所需功能，而不影响整体进程。

### 3.5.2 前后端分离技术

本项目作为紧扣揭阳市水利局业务的信息化系统，必然需要贴近最新政策和业务发展，且需要保持可持续扩展能力，实现快速修改前端呈现以便达到业务管理目标。目前国内各地新建的政务信息化系统包括广东省智慧水利、广州市智慧水务等平台均采用前后端分离技术来解决业务功能快速扩展的需求，因此本项目定制化软件应用考虑采用前后端分离技术进行开发实现。

前后端分离技术是通过将开发团队前后端分离化，让前后端工程师只需要专注于前端或后端的开发工作，实现前后端工程师实现自治，培养其独特的技术特性，然后构建出一个全栈式的精益开发团队。

使用前后端分离技术，可以实现前后端代码的解耦，只要前后端沟通约定好应用所需接口以及接口参数，便可以开始并行开发，无需等待对方的开发工作结束。与此同时，即使需求发生变更，只要接口与数据格式不变，后端开发人员就不需要修改代码，只要前端进行变动即可，从而整个应用的开发效率必然会有质的提升。

### 3.5.3 计算机视觉

计算机视觉是使用计算机模仿人类视觉系统的科学，让计算机拥有类似人类提取、处理、理解和分析图像以及图像序列的能力。自动驾驶、机器人、智能医疗等领域均需要通过计算机视觉技术从视觉信号中提取并处理信息。近来随着深度学习的发展，预处理、特征提取与算法处理渐渐融合，形成端到端的人工智能算法技术。根据解决的问题，计算机视觉可分为计算成像学、图像理解、三维视觉、动态视觉和视频编解码五大类。

#### （1）计算成像学

计算成像学是探索人眼结构、相机成像原理以及其延伸应用的科学。在相机成像原理方面，计算成像学不断促进现有可见光相机的完善，使得现代相机更加轻便，可以适用于不同场景。同时计算成像学也推动着新型相机的产生，使相机超出可见光的限制。在相机应用科学方面，计算成像学可以提升相机的能力，从而通过后续算法处理使得在受限条件下拍摄的图像更加完善，例如图像去噪、去模糊、暗光增强、去雾霾等，以及实现新的功能，例如全景图、软件虚化、超分辨率等。

#### （2）图像理解

图像理解是通过用计算机系统解释图像，实现类似人类视觉系统理解外部世界的一门科学。通常根据理解信息的抽象程度可分为三个层次：浅层理解，包括图像边缘、图像特征点、纹理元素等；中层理解，包括物体边界、区域与平面等；高层理解，根据需要抽取的高层语义信息，可大致分为识别、检测、分割、姿态估计、图像文字说明等。目前高层图像理解算法已逐渐广泛应用于人工智能系统，如刷脸支付、智慧安防、图像搜索等。

### （3）三维视觉

三维视觉即研究如何通过视觉获取三维信息（三维重建）以及如何理解所获取的三维信息的科学。三维重建可以根据重建的信息来源，分为单目图像重建、多目图像重建和深度图像重建等。三维信息理解，即使用三维信息辅助图像理解或者直接理解三维信息。三维信息理解可分为，浅层：角点、边缘、法向量等；中层：平面、立方体等；高层：物体检测、识别、分割等。三维视觉技术可以广泛应用于机器人、无人驾驶、智慧工厂、虚拟/增强现实等方向。

### （4）动态视觉

动态视觉即分析视频或图像序列，模拟人处理时序图像的科学。通常动态视觉问题可以定义为寻找图像元素，如像素、区域、物体在时序上的对应，以及提取其语义信息的问题。动态视觉研究被广泛应用于视频分析以及人机交互等方面。

### （5）视频编解码

视频编解码是指通过特定的压缩技术，将视频流进行压缩。视频流传输中最为重要的编解码标准有国际电联的 H.261、H.263、H.264、H.265、M-JPEG 和 MPEG 系列标准。视频压缩编码主要分为两大类：无损压缩和有损压缩。无损压缩指使用压缩后的数据进行重构时，重

构后的数据与原来的数据完全相同，例如磁盘文件的压缩。有损压缩也称为不可逆编码，指使用压缩后的数据进行重构时，重构后的数据与原来的数据有差异，但不会影响人们对原始资料所表达的信息产生误解。有损压缩的应用范围广泛，例如视频会议、可视电话、视频广播、视频监控等。

目前，计算机视觉技术发展迅速，已具备初步的产业规模。未来计算机视觉技术的发展主要面临以下挑战：一是如何在不同的应用领域和其他技术更好的结合，计算机视觉在解决某些问题时可以广泛利用大数据，已经逐渐成熟并且可以超过人类，而在某些问题上却无法达到很高的精度；二是如何降低计算机视觉算法的开发时间和人力成本，目前计算机视觉算法需要大量的数据与人工标注，需要较长的研发周期以达到应用领域所要求的精度与耗时；三是如何加快新型算法的设计开发，随着新的成像硬件与人工智能芯片的出现，针对不同芯片与数据采集设备的计算机视觉算法的设计与开发也是挑战之一。

## 3.6 基础设施补充

### 3.6.1 应用服务器性能估算

采用国际性能标准化评估组织发布的最新一代衡量服务器应用性能的 SPEC jbb(Java Business Benchmark)2015 测试基准，该测试基准是目前业界标准的、权威的基准测试之一，得到众多国际软硬件厂商如 Intel、BEA、Oracle、IBM、SUN 等的支持和参与。

根据对系统功能综合分析，每次联网请求，最大产生 5 个 SPECjbb2015，则应用服务器性能估算（jbb2015）为最大同时在线用户数 $\times$ 5 jOPS；在满足服务器运行可靠稳定，同时考虑访问高峰期，

服务器本身支撑环境所需处理能力预估为 20%，非应用系统所占用的资源百分比预估为 20%。

综上可以计算出每秒应用服务器性能需求（jbb2015）值为：

$\text{SPECjbb2015} = \text{最大同时在线用户数} \times 5(1-20\%-20\%) \text{ jOPS};$

考虑应用上线后未来 3 年的业务数据增长、业务变更，考虑冗余 30%的处理能力。

$\text{SPECjbb2015} = \text{最大同时在线用户数} \times 5 / (1-20\%-20\%) / (1-30\%) \text{ jOPS};$

以 1 台配置 4 路 112 核 2.5GHz Intel Xeon CPU，384G 内存的 DL580 服务器测试结果为例，其 SPECjbb2015 可以达到 347230jOPS。则 1 路 1 核 CPU 的 SPECjbb2015 值大约为：3100jOPS

$\text{SPECjbb2015} = 4000 \times 5 / (1-20\%-20\%) / (1-30\%) \text{ jOPS} = 47620 \text{ jOPS}$

根据以上计算结果，则 16 核 CPU 可满足需求，考虑主备，共需配置 32 核 CPU。

### 3.6.2 数据库服务器性能估算

数据库服务器部署数据库系统，实现非空间数据管理，数据服务的复杂程度高，作为业务访问的核心系统，需要具有强大的计算处理能力、高可靠性、高安全性。

采用 TPC-C 进行数据库服务器性能的估算，其计算公式： $\text{TPC-C 值} = ((\text{TASK} \times 80\%) / T) \times S \times F/C。$

根据系统的功能分析，用户数按 1000 人统计，每日数据操作次数为 4000 次，每次数据操作可能产生 80 个数据库请求，包括查询、修改、删除、保存等操作；

$\text{TASK} = \text{操作次数} \times \text{数据库请求} = 4000 \times 80 = 320000。$

T: 业务峰值持续时间 100 分钟;

S: 为实际业务操作相对于标准 TPC-C 测试基准环境交易的复杂程度比例。由于实际的业务的复杂程度与 TPC-C 标准测试中存在较大的差异, 须设定一个合理的对应值。根据科学的统计结果, 每笔操作相比较于 TPC 标准测试中的每笔的复杂度此值可设定为 10-20。本次复杂度设为 15;

F: 为系统未来 3-5 年的业务量发展冗余预留。未来业务冗余预留 200%

C: 为主机 CPU 处理余量。服务器 CPU 利用率取值 75%

本项目服务器 TPC-C 值=  $((TASK \times 80\%) / T) \times S \times$

$F/C = ((320000 \times 80\%) / 100) \times 15 \times 200\% / 75\% = 102400\text{tpmC}。$

根据 TPC 国际组织 2018 年 11 月公布的测试结果, 配置 2 路 20 核的 CPU 时, 其 TPC-C=152330tpmC。

则 1 路 1 核 2.5GHz CPU 的 TPC-C 值为: 7616.5 tpmC。服务器的内存需求一般按照每 CPU 核配置 4G 内存进行估算。

因此, 数据库系统服务器建议配置为: 不低于 14 核的 2.5GHz CPU、56G 内存的虚拟服务器。

### 3.6.3 平台数据存储系统

为了更有效的预估系统运行开销和利用系统存储资源, 需要对系统信息量进行估算。按照结构化数据、非结构化数据进行分类, 估算结果如下。

#### 1、结构化数据

主要包括水雨情、工情、汛情、视频、水利工程基本信息、测站、河流信息、预案、预报、预警信息等数据。按初始量 15GB 计算，按每年大概 15G 的增量进行估算，3 年数据量为  $15\text{GB}+15\text{GB}\times 3=60\text{GB}$ 。

## 2、非结构化数据

主要包括多媒体文件、数据备份、运行支撑环境等。

多媒体文件，按初始化 5GB 计算，按每年大概 20G 的增量进行估算，3 年数据量为  $5\text{GB}+30\text{GB}\times 3=95\text{GB}$ 。

数据备份主要数据库备份、以及应用相关配置备份约为 60GB。

运行支撑环境，如操作系统文件，应用系统运行所需的软件存储量预估为 150GB。

综上所述，对所有数据量统计，考虑冗余 1.5 倍、RAID5 模式下 25%的损失,计算机存储量约为 1706GB，具体如下表所示。

表 3.1 存储量估算表

| 序号 | 分类                                                                  |       | 初始化数据量<br>(GB) | 3 年内存储总量<br>(GB) |
|----|---------------------------------------------------------------------|-------|----------------|------------------|
| 1  | 结构化数据                                                               |       | 15             | 60               |
| 2  | 非结构化<br>数据                                                          | 多媒体文件 | 5              | 95               |
| 3  |                                                                     | 数据备份  | 0              | 60               |
| 5  |                                                                     | 运行支撑  | 150            | 150              |
| 6  | 冗余 50%、25%RAID 损失<br>$365\times(1+0.5+0.25) \approx 640 \text{ GB}$ |       |                |                  |
| 7  | 合计                                                                  |       |                | 640              |

## 4. 建设内容

### 4.1 业务应用系统

#### 4.1.1 防汛“四预”系统建设

##### 4.1.1.1 概述

目前揭阳市防汛业务工作开展主要基于揭阳市防汛抗旱指挥决策系统进行水雨情数据的汇集与展示，依赖人工计算及人工经验判断进行洪水演算及决策调度。按照《揭阳市水利改革发展“十四五”规划》全面提升水利数字化、网络化、智能化水平的指引，围绕揭阳市防汛业务，本期拟针对重点防汛区域榕江流域开展防汛“四预”系统性建设，通过全面汇集揭阳市防汛抗旱指挥决策系统相关数据，将已有水库洪水计算资料集成到“四预”系统中形成河道水文水动力模型的有益补充，对已有防汛工作成果进行充分整合，并继续添加智慧化工具，搭建防汛业务标准化流程，建成覆盖榕江流域（包括榕江南河、榕江北河）的防汛“四预”系统。本期防汛“四预”系统首先基于实时监测和预报分析两种手段对水雨工情的形势的综合研判，实现气象水文耦合以及预报调度一体化，及时准确预报、基于规则和风险的全面精准预警、人机互动的同步仿真预演、动态优化的精细数字预案，提高揭阳市防汛调度的智慧化程度和管理水平，为揭阳市安全度汛提供技术支持，保障人民的生命财产安全。

本期建设的防汛“四预”系统以榕江流域为主要构建范围，其中榕江南河范围包括：上游至揭阳市市界，下游至榕江南河与北河汇流口；榕江北河范围包括：上至梅州市(榕江北河流域梅州范围)，下至

双溪水。主要外边界包括灰寨水、五经富河、新西河、车田水、枫江河流域来水，潮位等。后续建设拟将榕江南北河汇流点下游段纳入，防汛“四预”建设范围扩大至揭阳全市。

“四预”流程关系：首先通过预报模块，对洪水预报做出定性或者定量的预报；其次，根据预报结果，结合预警指标阈值以及预警发布体系，进行预警信息的推送与发布，明确当前的调度目标与任务；再次，针对预警信息，依据预报信息，考虑调度规则和边界条件，设置不同的情景目标，实现风险的推演模拟，生成调度方案集，并对比评估方案；最后，依据预演反馈的成果，启动方案响应行动，下达调令，推荐水工程调度、人员疏散、物资调配等，为决策者会商决策提供智慧化数字预案，并把调度情况反馈至预报模块，实现预报现状信息的更新。

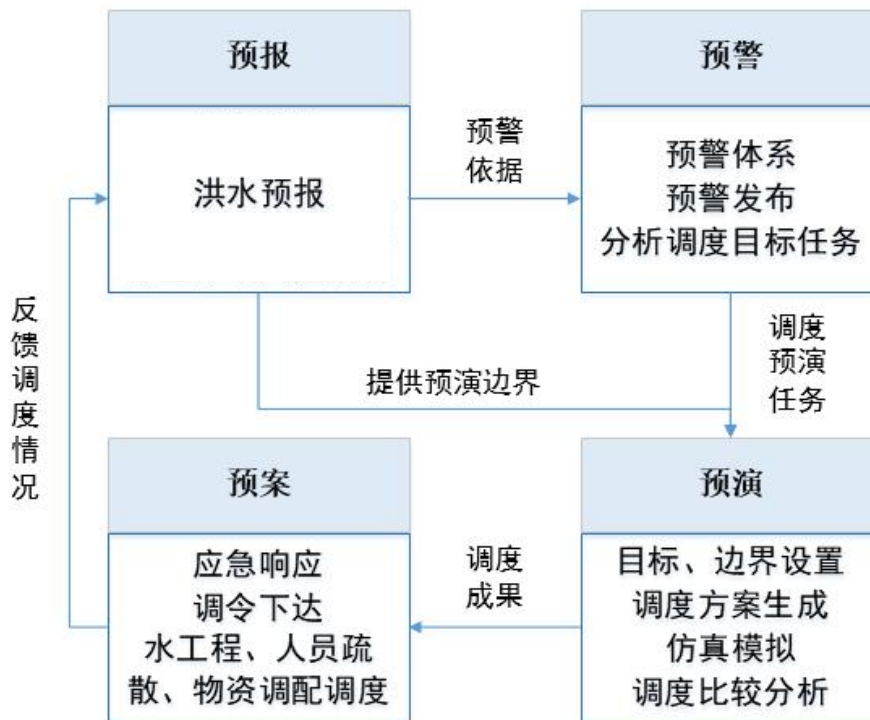


图 4-1 四预流程关系图

### 4.1.1.2 系统结构体系

防汛“四预”综合调度系统总体结构框架如图所示。

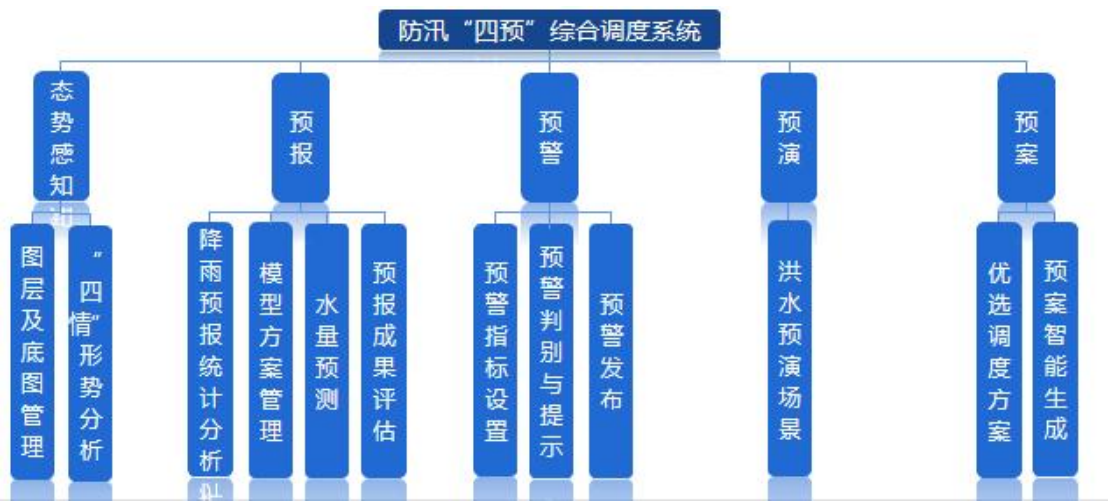


图 4-2 系统功能结构图

### 4.1.1.3 态势感知

态势感知模块基于 GIS 地图实时展示从一期平台接入的实时雨量、河道水位、流量、工情、潮位及本期新集成的预报降雨等数据，以不同站点图例标识站点类型，提供基于站点名称的站点位置、站点信息查询，提供根据时间选择的河道水位站、流量监测站，雨量站、潮位站的各类过程展示功能，基础底图支持不同样式的地图切换。

实时展示气象现状，包括降雨预报、卫星云图等。基于实时水雨情、预报雨情、洪水预报成果等分析不同历时降雨量、降雨分布，河道洪峰流量、洪量，洪水来源区，水库蓄水情况，结合工情及灾情现状，分析当前的防洪及水源调配的等工作面临形势与任务，主要包括图层及底图管理、“四情”形势分析等功能。

#### 4.1.1.3.1 图层及底图管理

图层及底图管理是对数据底板底图切换、视图操作以及图层的显示与隐藏、显示范围进行管理，提供水利工程、水系、河道管理范围等图层，遥感影像、地形图、土地利用等底图，根据实际业务需要选择叠加，便于更精准更直接的了解信息。

#### 4.1.1.3.2 “四情”形势分析

“四情”形势分析结合揭阳市“四情”（雨情、水情、险情、灾情），明晰当前的洪涝潮防御形势，确定调度任务与目标。

（1）雨情展示，以流域面、各水文分区、暴雨中心点和站点为统计单元，以预报降雨和实测降雨为数据源，分别展示过去、现在、未来的场次累计雨量和逐日雨量统计结果，并列出各统计单元的累计雨量 TOP10 列表。同时结合智能框选功能，统计显示框选流域内的病险、超警工程信息，预估框选区域内的洪水调蓄能力和潜在风险隐患。通过四分屏模块，同屏展示流域过去 24h-48h、过去 0h-24h 和未来 0-24h、未来 24h-48h 的降雨量级变化、雨区位置变化，精准掌握流域过去和未来雨情变化。

（2）水情展示，基于地图展示当前时刻流域内河道站超警情况以及分布位置、水库站超汛以及分布位置与剩余储水能力等情况。并结合水库纳雨能力、水文站剩余行洪能力与堤防高程关系、当前流域降雨情况等关键要素智能分析排序，通过统计表格展示当前可能出现风险的站点、水库，并提供详细查询功能，以明晰水库和河道行洪漫堤潜在风险。

(3) 险情展示，统计当前时刻流域内发生险情信息，同时将汛前检查信息与外派工作组信息在系统上进行同步，实时更新防汛工作开展情况，实现险情发现、上报、处置一体化闭环管理。

(4) 灾情展示，每日定时接入并滚动更新流域内各地发生的洪涝灾情信息、包括揭阳市各县区、街道、经济损失情况以及人员伤亡情况。

#### 4.1.1.4 预报应用

来水预报是防汛“四预”调度综合系统的基础性工作，为揭阳市的防汛工作提供各专业要素的背景场。系统可以依据揭阳市榕江南河三洲坝以上至市界、榕江南河三洲坝至榕江南北河交界处上下游、榕江北河的实时及预报雨情、水情、工情信息，对水文断面、水工程断面的预报结果进行分析、统计，实现各调度方案涉及的相关河系自动预报以及河道洪水演进计算，主要包括降雨预报统计分析、预报模型方案管理、水量预测、预报成果评估等功能，基于当前主流操作系统和开发环境定制相应产汇流模型。其中，降雨预报统计分析功能包括短中期方案面雨量过程统计、日雨量等值面处理等模块。

##### 4.1.1.4.1 降雨预报统计分析

降雨预报统计分析功能主要是对接入的网格点状降雨预报数据进行插值处理，生成面状雨量分布图，根据流域水系分区统计面平均雨量，成果以服务的形式提供系统态势感知模块集成，同时也供来水预报模型调用，实现气象水文模型耦合。

降雨预报统计分析功能主要用于构建榕江流域的1-7天短中期面雨量过程预报及日雨量等值面，供洪水模拟及预报方案使用。

(1) 短中期方案面雨量过程预报：实现 1-7d 短中期降雨预报，提供国家气象局在榕江流域的降雨数值预报产品，系统定制转换处理为供洪水模拟及预报方案所需的面雨量；

(2) 日雨量等值面：实现国家气象局在榕江流域的 1-7d 逐日预报降雨量等值面计算，处理成果格式为 SHAPE 文件并进行系统展示。

#### 4.1.1.4.2 预报模型方案管理

预报模型方案管理模块主要包括模型管理、方案构建、方案管理、模型参数管理、预报河系管理等功能，实现预报模型区域参数化以及外部已编方案导入，亦可临时假定参数和借用移植其他流域参数。

#### 4.1.1.4.3 水量预测

依托榕江水文水动力模型，系统根据降雨预报实时滚动开展重要典型水库的水库来水预报，及榕江南河三洲坝至南北河交汇处、榕江北河重要水文断面、水工程断面的洪水预报，预报时长为未来 1-7d。

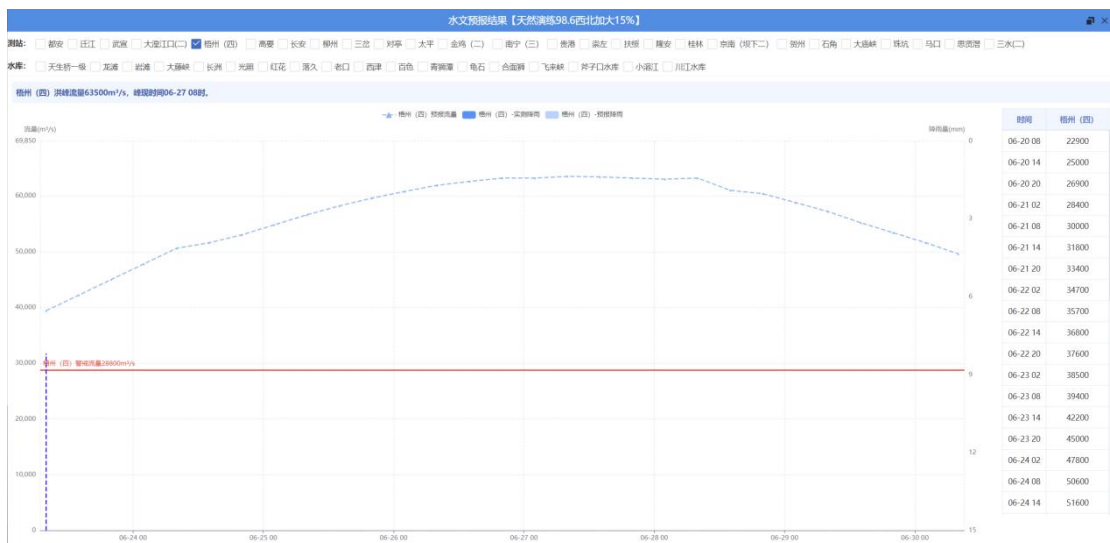


图 4-3 水量预测结果示意

#### 4.1.1.4.4 预报成果评估

预报成果评估功能主要用于对榕江流域的水库来水预报和河道洪水预报成果进行评估，统计误差并将结果以图表形式展示，不断滚动计算，为会商决策提供依据。

#### 4.1.1.5 预警应用

预警模块是根据预报的结果以及预警指标体系，实现水利行业内部预警信息实时共享，及时向防汛责任人、工程管理部门责任人等精准发布预警信息，包含预警指标设置、预警判别与提示、预警对象选择与发布等功能。

##### 4.1.1.5.1 预警指标设置

预警指标设置是基于水文站、水库的防汛预警指标体系，可结合工作的实际需要，设置内部、外部预警判断指标以及是否预警等功能。

系统管理员能够通过系统平台对水雨情预警规则、预警方式、预警对象等相关预警信息进行管理。提供对水位预警、雨量代表站点预警服务相关配置进行管理，包括根据实际情况和需要量化预警级别、预警颜色、预警指标设定等；此外管理人员根据水库、河道、堤防相关控制指标等数据，通过系统平台设置水雨情预警方式，主要包括颜色等级、声音、系统弹窗、动态图形提示管理功能。

4.1.1.5.2 预警判别与提示

预警判断与提示是依据实时和预报结果对重要控制站的水雨情预警，对预报未来可能存在淹没影响的乡镇进行淹没风险提示。

能够对水雨情信息人工设定阈值，超过阈值即发出告警信息。告警信息进行分级展示，包括河道水位告警信息、降雨告警信息等，对告警信息进行分级处置，包括水位告警信息核实、超警发生后的处置等；提供历史告警信息查询功能。



图 4-4 实时雨量监测及预警示意

4.1.1.5.3 预警对象选择与发布

预警对象选择与发布功能可动态选择预警对象与预警内容，如可根据需要选择防汛责任人、工程管理部门责任人等精准发布预警信息，并对预警信息进行查询，信息发布支持邮件、短信、传真、喇叭等多种方式。

#### 4.1.1.6 预演应用

预演一方面是根据预报结果和预警信息，结合下游站点防洪目标及上游水库蓄水情况，采用河道洪水演进模型及水库调度方案等，为降低下游控制站水位或减轻下游防洪压力，进行的洪水场景预演。

##### 4.1.1.6.1 洪水预演场景

针对洪水预警事件，结合预报结果，动态反映下游影响区域的水位流量过程，重点展示河道水位、流量，将洪水水位预报成果与沿程堤防高程相比较，分析不同堤段的危急程度情况进行评估，并通过闸门启闭设置，进行泄洪效果模拟，预演上下游洪水洪峰过程和下游影响区洪水淹没受灾情况。洪水预演包含历史洪水预演场景、漫堤洪水预演场景和典型频率洪水预演场景。

#### 4.1.1.7 预案应用

预案模块根据预测、预报和预演结果，集成大数据、人工智能算法技术，基于实时、历史大洪水，结合最新防洪工程标准和下垫面条件，不断迭代更新完善防洪预案，提高揭阳市榕江流域的防汛应急能力，利用知识图谱初步实现依法依规调度和调度方案智能推荐，智能生成包括水库、水利枢纽等控制工程调度运用方式、调度目标调度前后分析对比与根据调度结果，依据防洪预案中所需采取的工程调度措施、人员转移措施、堤防防御措施等关键信息，为下达调令提供数据支撑。

4.1.1.7.1 优选调度方案

充分利用水利知识引擎等信息化技术，基于水利专业模型、大数据、机器学习、人工智能等关键技术，让计算机学习现有防洪预案、动态洪水风险图、水工程联调方案等。基于不同目标下的预演结果，结合历史调度方案及成效，预估方案实施后可能影响的对象、人员、经济损失等，在全面分析评估的基础上预案对比优选，并通过可视化手段直观展示。健全完善基础数据动态更新机制，定期收集、核实、更新流域防洪工程、流域区域规划、防洪影响区域经济社会发展的相关信息。



图 4-5 方案对比优选示意

4.1.1.7.2 预案智能生成

基于控制断面洪水过程、河道洪水演进过程、洪水淹没过程等预演结果，统筹考虑流域防汛应急准备、监测预报预警、水工程调度运用和防守抢护、人员转移安置、权限责任等全链条工作，利用知识图谱智能生成水库、水利枢纽的工程调度措施、人员转移措施、堤防防御措施等关键要素信息构建结构化预案库，根据预测、预报和预演结

果，实时化生成当前洪水事件下的行动计划预案，为下达调令和依法依规调度提供数据支撑。

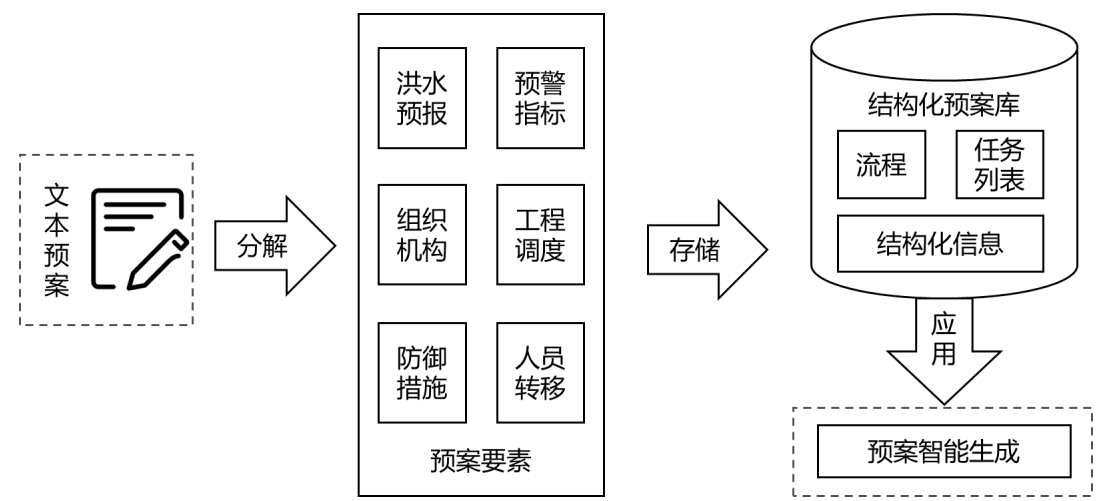


图 4-6 预案的结构化和智能生成示意

### 4.1.2 综合职能模块建设

#### 4.1.2.1 概述

揭阳智慧水利信息管理平台上线试运行至今，开发了水旱灾害模块与水利工程模块和外接河长制系统，已基本满足了防汛抗旱的基本需求。近年来，随着水利业务流程电子化程度的不断提升，各职能部门办公业务需求日益增长。

现揭阳市水利局已有揭阳市 OA 办公系统、广东水库移动动态监管系统、农村水利水电管理信息系统、广东水资源管理系统、揭阳市“互联网+河长制”信息化系统、揭阳智慧水利信息管理平台；涵盖了办公室、水库移民科、农村水利水电与水土保持科、政策法规和水资源管理科、河湖管理科、水利工程建设与管理科、水旱灾害防御和水调度管理科等 7 个职能部门，目前执法科、监督科暂未信息化系统应用，信息化办公程度远远落后其他科室。

结合揭阳市水利局职能部门实际办公业务需求情况，进一步提高职能部门办公业务效率，迫切需要开发综合职能模块，满足其他职能部门的业务现状与需求，实现职能业务信息化，提高工作效率。

#### 4.1.2.2 系统总体设计思路

##### 4.1.2.2.1 设计理念

综合职能模块建设实现了揭阳市水利局各部门以及下属单位的电子公文外网流转、协同办公和异地办公，加快公文的流转速度，提高办公效率。

在水利工程监督管理上，设计单位、监理单位、施工单位、安全督察均在工程建设中担任不同的角色，同时需要将水利工程中的信息留底，并对工程进行监督，建立健全水利质量与安全监管系统。

在农村水利水电与水土保持业务上，需统计中小灌区、水电站、农村供水、排涝泵站等基础信息，对基础信息进行数据筛查、风险告警、重点关注等办公业务，工程重点数据需在模块首页展现。

在计划财务资金管理上，为了加强计划财务资金到款情况查询、统计、排名，需设计财务统计分析的功能。

##### 4.1.2.2.2 设计原则

一是系统建设的功能性要丰富且全面，涉及到建设、监管、管理、等多项内容，使全部数据都能够得到明确得定义，并灵活得使用到工程实际建设当中；

二是系统建设应遵循统筹考虑，逐步实施原则，使系统的覆盖范围能够由小到大、由点到面、由中间到四边逐渐的扩大，并且使功能也随着范围的扩大而不断完善；

三是系统的开发与设计应与省市水利局或者相关部门的系统相适应，以便于更好的沟通与共享。

4.1.2.2.3 系统框架

综合职能模块开发要采用 B/S 架构模式完成；其中水利督察模块、计划财务模块、农村水利水电与水土保持模块作为系统的子模块。

综合职能模块总体结构如下图所示：



图 4-6 总体结构图



### 4.1.2.3 功能设计

#### 4.1.2.3.1 水利督察模块

水利督察模块包括水利工程数据展示、工地视频接入子模块、在建水利工程管理模块、已建水利工程管理模块。

一、水利工程数据展示：该模块可将检测单位、水利工程、检测工程、检测指标等信息按不同维度在系统中进展统计分析展示，以掌握水利工程质量情况、为质量控制趋势提供参考分析。同时，利用每个水利工程的检测数据、检测报告，跟踪工程建立过程中的质量状态，实现对工程的全过程质量监控。

二、工地视频接入子模块：该模块通过调用萤石云平台接口，实现接入视频监控、视频相关设备、外围设备等；萤石开放平台提供的国标 GB/T28181 接入支持 2011 版本及 2016 版本，支持 TCP、UDP、TLS 三种通信协议，建议首选 TCP。萤石国标 GB/T28181 接入服务功能，可将除海康、萤石外的第三方设备接入萤石开放平台，完成对设备的管理、推流、操作等功能。

三、在建水利工程子模块：包含了材料上报、审查、审批、整改落实、备案归档五个功能：

（1）材料上报：下级职能部门按上级指示上传《工程风险管理制度》、《隐患排查报告》、《安全教育培训与考核》、《专项施工方案》、《安全生产交底书》、《安全管理措施》、《安全生产事故应急备案》、《应急演练报告》等材料文件；

（2）材料审查：职能科员按照上传的材料进行审查，材料缺少或者不齐全则下发回下级职能部门，继续上传材料文件；

（3）材料审批：科员确认材料齐全，审查完成后，流转 to 领导审批，下发整改意见；

（4）整改落实：下级职能部门按上级整改意见，按时整改并上传系统；

（5）备案归档：整改完成后，完成归档备案。

四、已建设水利工程子模块：包含了材料上报、审查、审批、整改落实、备案归档五个功能：

（1）材料上报：下级职能部门按上级指示上传《安全生产工作填报表》、《安全生产责任落实填报表》、《风险分级管控和隐患排查表》、《安全生产教育培训表》等材料文件；

（2）材料审查：职能科员按照上传的材料进行审查，材料缺少或者不齐全则下发回下级职能部门，继续上传材料文件；

材料审批：科员确认材料齐全，审查完成后，流转 to 领导审批，下发整改意见；

（3）整改落实：下级职能部门按上级整改意见，按时整改并上传系统；

（4）备案归档：整改完成后，完成归档备案。

#### 4.1.2.3.2 计划财务模块

计划财务模块包括报表导入、统计分析、进度提醒、进度排名、资金去向、进度展示，6 个业务流程模块：

（1）报表导入：该模块可将广东省水利建设投资计划执行管理系统中导出的表格，无损的导入到模块中，并能够在窗口中实现同等样式的显示功能；

（2）数据分析：该模块可以自选一个或多个分析要素，并设置起止时间，生成对应的分析图表，以便直观的展示分析结果，帮助用户更便捷的完成相关的财务工作；

（3）进度提醒：该模块可根据到款进度信息设置节点进行提醒，在达到设置节点的时间时，自动发布进度信息进行提醒；

（4）进度排名：该模块可根据年度对下属各单位相关项目资金的各项进度进行排名，在列表中进行展示，同时具备排名发布功能；

（5）资金去向：该模块可以通过选择或搜索的方式确定显示对象，在模块中显示所选对象的资金去向信息；

（6）进度展示：该模块会根据每月跟新的实时信息，在模块中以表格形式展示每月的支出进度信息。

#### 4.1.2.3.3 农村水利水电与水土保持模块

农村水利水电与水土保持模块包括资料上报、科室审查、反馈整改、确认备案、工程数据展示，5个业务流程模块：

##### 一、资料上报：

（1）中小灌区：下级职能部门按照上级要求，定期（周填报、月填报、季度填报）在系统中及时无误填报相关数据；

（2）水电站：下级职能部门按照上级要求，定期（周填报、月填报、季度填报）在系统中及时无误填报相关数据；

（3）农村供水：下级职能部门按照上级要求，定期（周填报、月填报、季度填报）在系统中及时无误上传相关文件；

（4）排涝泵站：下级职能部门按照上级要求，定期（周填报、月填报、季度填报）在系统中及时无误上传相关文件；

##### 二、科室审查：

（1）数据排查：局职能科员根据下属单位上传的材料，进行审查，模块可对关键数据进行智能排查，方便科员查看；

（2）区间报警：科员可根据智能排查的结果进行个性化区间报警设置，进一步高效排查问题数据；

（3）问题清单：排查问题数据后，智能将清单汇总并下发给各下属管理部门；

三、反馈整改：各下属管理部门收到问题清单后，按要求进行整改落实，并按最新要求上报；

四、确认备案：科员根据下属管理部门整改后的材料，再次进行审核，确认无误后流转至领导审批，并备案归档。

五、工程数据展示：在农村水利水电模块首页中，展示各农村水利水电工程的图标、位置，并在图标显示重要工程数据；例如：中小灌区工程可在图标上显示年灌溉供水量；水电站工程可在图标上显示年发电量、年生态流量；农村供水工程可在图标上显示年饮用水供水量；排涝泵站工程可在图标上显示年捍卫产值；并可通过图标颜色显示工程是否竣工使用以及数据是否异常。例如：绿色图标表示已竣工，正常运行；蓝色图标表示该工程建设中，未投入使用；红色图标表示该工程数据未达标，需重点关注。

#### 4.1.3 手机端开发集成

手机移动端+服务器模式设计开发。手机移动端依托揭阳智慧水利信息管理平台提供的接口服务，提供监测站点信息接收、处理和显示；服务端提供监测站点基本信息数据源并接收由手机移动端发送的各类请求。手机移动端主要包括综合展示（一张图）、站点信息、水

情信息、雨情信息、预警信息、视频监控查阅；并集成在粤政易移动办公平台。



图 4-7 手机移动端首页面示意图

#### 4.1.3.1 功能结构

##### 4.1.3.1.1 首页

管理平台手机移动端主要包括提供整个功能的界面入口，包括站点信息、水情信息、雨情信息、预警信息、视频监控查阅等模块入口。

##### 4.1.3.1.2 实时监测数据展示

提供对系统实时数据的查看，主要包括实时雨情、实时水情等预警信息。

实时雨情展示各个站点的今日雨量,昨日雨量以及站点的历史雨量等信息。

实时水情展示河道站和水库站的最新水位数据,汛限水位,站名点击后弹出详细水位数据和水位过程线。

预警信息展示监测站产生的预警信息,结合地图实现预警点的闪烁及定位功能。实现基于位置的水雨情站点及实时数据查询,用户可以根据需要设定搜索范围,搜索该范围内的站点及范围内站点的实时数据。

#### 4.1.3.1.3 预警信息推送

信息的自动推送,主要包括实时水雨情信息及预警信息。雨量站点达到暴雨级别、水位站超过警戒水位及站点电压偏低等异常情况下,均进行信息的即时推送,方便用户快速掌握实时数据、预警数据及异常数据等。

#### 4.1.3.1.4 站点信息查询

将 GIS 技术与实时数据相结合,对资源数据和信息进行采集、存储、储存、管理、显示和描述,包括水位设备的状态及点位分布,太阳能设备的数量、电量、状态及站点信息,监控设备的数量、点位及监控状态等,实现监测站点信息化与可视化管理,为资源的管理与配置、扩容与维护、决策与调度提供更直观、更精准的数据支撑。

同时通过平台,可对站点及设备信息进行管理,包括站点及设备的新增、修改、删除,以及水位警戒值的设定等。

#### 4.1.3.1.5 视频监控查阅

调用平台已有的视频监控站接口，能够实时、直接地了解和掌握监控现场的实际情况。

#### 4.1.3.1.6 水利工程信息查询

通过适配已有的水利工程模块，兼容移动端页面展示，实现对各水利工程相关信息查询。

#### 4.1.3.2 数据库接口

系统数据库接口主要是揭阳智慧水利信息管理平台实时信息数据库接口。为系统实时监控提供数据支持，接口传输数据格式为 json，终端可以基于 http 协议，以 get 或 post 的方式实现接口调用。

接口安全，采用 Token 安全验证机制，Token 采用 JWT 结构，调用方使用系统给定的用户名和密码登录后，系统返回具有时效性的 Token。用户静默 60 分钟没有操作后 Token 失效。Token 具有唯一性，一个用户同时只能拥有一个有效 Token。

主要接入的信息包括以下几类：

- 1、水情信息。包括实时水位、库容、流量等；
- 2、雨情信息。包括时段降雨量、日降雨量等；
- 3、视频监控信息。包括各个视频监控点情况等；
- 4、水利工程信息。包括各类水利工程信息查询等。

## 4.2 系统集成建设

揭阳市智慧水利二期是在一期的基础上建设的，需要充分利用揭阳市水利大数据中心及智慧水利一期平台成果，建设相关标准化接口，实时获取上级单位系统、同级其他业务系统提供的各类数据信息，并进行数据清洗与治理，结合应用需要生成相关专题数据库，一方面满足智慧水利平台本身功能应用需要；另一方面通过数据中心为其他业务应用系统和上级单位系统提供数据共享服务。主要包括软件集成、数据集成、门户集成和数据共享。

### 4.2.1 标准化接口设计

为确保数据资源的完整性、准确性、时效性、一致性及安全性，建立标准化接口提供数据服务尤为重要。通过数据资源的有序管理和数据整合，加强对数据资源采集、存储、共享、交换、提供和使用全过程的质量管理、授权管理和安全保障，为榕江南河防汛“四预”系统建设提供数据基础。

#### （1）数据流程

“四预”平台涉及水利工程信息、降雨预报、站点监测、地理空间、模型算法等多源异构数据整合与应用。“四预”平台围绕数据资源的汇集、治理及存储、数据应用逐级流转，通过数据调度、数据监控、元数据管理、数据共享，确保数据生命力。通过数据资源汇集、数据资源治理、数据存储、数据资源服务，形成“四预”信息资源互联互通、业务协同、共享共用，逐步构建资源利用高效、数据开放融合、流程扁平集约、决策智能科学的新格局。

#### 1) 数据汇集

通过任务调度引擎汇集水利行业数据，包括江河湖泊等基础数据、水利工程基础数据、水位特征信息、站网实时监测、以及水文预报等数据，汇集原始数据。做好数据资源池中各类数据的汇集与初步整理，为“四预”业务应用与流域可视化提供数据支撑。

## 2) 数据服务

将“四预”系统数据库中的各业务数据进行整合和归并，形成相关业务场景集的数据，并通过标准化接口对系统各模块提供数据服务。为了规范管理数据使用权限，以及保障数据安全，通过标准化的管控流程对数据服务进行管理，包括数据服务客户端注册、身份认证、交换加密、日志审计等。

### (2) 接口分类

按照平台预报、预警、预演、预案的功能主线分析系统业务场景，根据业务类别、接口使用频率进一步分析确定平台所需要的接口类型、接口层级关系，分离出底层接口、单一业务接口、综合业务接口。所有接口确定后再进行细化设计，明确每一个接口的传入参数，包括参数个数、参数名称、参数类型，接口返回的数据类型等内部细节。系统所有接口都纳入统一的标准化接口服务管理。“四预”平台接口按照业务功能分类可分为：基础、监测、预警、预演、预案等数据接口。

#### 1) 基础数据接口

主要提供包括行政区划基本信息、社会经济数据、水利工程基本信息、河道基本信息、断面基本信息、测站基本信息、险情点基本信息、流域水系空间信息等。

#### 2) 监测数据接口

主要提供包括预报降雨、实测降雨、气象预报、水位实测、预报方案、预报模型计算、预报结果等。

### 3) 预警数据接口

主要提供包水库预警、河道预警、断面预警、降雨预警等；

### 4) 预演数据接口

主要提供包括方案优选、淹没要素值及其空间分布、断面情况、风险评估、淹没损失统计等。

### 5) 预案数据接口

主要提供包括江河防御洪水方案、江河洪水调度方案、应急水量调度方案、水工程汛期调度方案、超标洪水防御预案等数据服务。

## 4.2.2 软件集成

主要包括二期业务系统建设、网络安全体系等建设内容中所购置的各类软件。

## 4.2.3 数据集成

通过智慧水利大数据中心提供的服务与接口，根据业务场景需要，对部分应用系统业务数据、监测数据等进行数据接入，实现业务应用场景与数据的有机结合。实现不同来源、格式、特点性质的数据在逻辑上或物理上有机地汇集，从而为工程提供全面的数据共享。

### 4.2.3.1 气象数据接入

通过耦合气象预报进行洪水中短期预报，能够有效延长预见期、提高预报精度。主要是接入国内外气象预报产品，通过 GIS 技术精确

叠加流域区域单元，估算流域单元面雨量，作为水文径流预报的气象数据输入。结合本项目预报的需求，预见期为 7 天，更新频率每天 1 次。对接入气象预报产品需进行两个方面处理以供系统调用。

对接入的网格点状气象预报产品进行插值处理，生成面状雨量分布图，成果以服务的形式提供系统集成；

根据来水预报模型的流域单元分区情况，计算分区面平均雨量，成果以数据库读取的方式进行来水预报模型集成。

#### 4.2.3.2 地形数据接入

接入榕江河流域范围约 1800km<sup>2</sup>的 1:10000(1 米精度)地形数据，更新频率为 3-5 年一次，服务于二维实景变化程度评估、洪水淹没分析等多个场景。

#### 4.2.3.3 潮位数据接入

接入榕江下游潮位站 1 个，为防汛“四预”系统中的水力模型确定下游边界提供数据支撑。

#### 4.2.3.4 水雨情信息接入

充分利用现有数据资源成果，采用直接访问数据源的方式，集成接入智慧水利“一期”信息平台 186 个水位、雨量站点监测数据，为防汛“四预”系统提供数据支撑。

#### 4.2.3.5 河道数据接入

接入河涌河口位置、河源位置、河涌警戒水位、保证水位、堤顶高程等数据，为防汛“四预”系统构建水力模型提供数据支撑。

#### 4.2.3.6 道路数据接入

接入道路拓扑关系，道路高程等数据，为防汛“四预”系统构建水力模型提供数据支撑。

#### 4.2.3.7 业务数据汇集接入

业务数据目前包括上游水库的预报调度规则信息、业务公文信息、水利工程档案相关材料、计划财务相关材料、农村水利水电工程相关资料等。

集成水库的预报调度规则信息是因为水库调度信息暂时无法实时接入智慧水利系统平台，因此把水库的预报调度规则信息接入到系统中，便于在防汛“四预”模块的预演功能中进行调度模拟演算，提升防汛“四预”模块洪水场景预演的精度。

集成水利工程档案相关材料为综合职能模块水利督查业务提供数据支撑。

集成计划财务相关材料为综合职能模块计划财务统计提供数据支撑。

集成农村水利水电相关资料为综合职能模块农村水利水电与水土保持业务提供数据支撑。

### 4.2.4 数据治理与运维

按照《揭阳市水利改革发展“十四五”规划》中要求，到 2025 年，在现有“互联网+河长制”基础上，按照省级规划建设要求，由市级统筹，以流域为单位，推进揭阳市智慧水利项目建设，全面提升水利数字化、网络化、智能化水平。本期拟汇集水利数字资产主要包括集成和新增基础信息库、综合监测库、知识规范库、业务专题库和外源数据等。通过建设完善揭阳市水利大数据中心，完成采集基础数据的整合、存储治理，建成数据资源池、数据库。新增的数据资源基于“数字政府”政务大数据中心的数据共享平台，添加到政务信息资源共享目录，继续完善智慧水利相关数据资源目录。本期智慧水利相关数据在全市大数据中心的基础上实现数据的交换、共享，实现跨层级、跨区域、跨部门的共享交换和协同应用。



图 4-8 本期数据库建设清单图

#### 4.2.4.1 整体建设思路

按照实施国家大数据战略及揭阳市水利改革发展“十四五”规划要求，基于揭阳市智慧水利大数据中心的基础支撑，建立各部门间信息数据共享机制，立足揭阳市水利工作发展需要，健全水利数据资源体系。依据水利数字资产全面采集，标准化入库、动态运维的建设原则，收集整理不同存储介质、不同来源的水利设施、设备台账及前期数字化成果、水利要素监测数据，水利管理政策、法规，厂站网河库

运维管理、安全风险防控和一体化调度等经验收据，按照标准对数据进行归集、清洗和融合、入库，借助数据管理体系实现水利数据动态更新、滚动积累，为揭阳市水利工作提供安全、可靠的数据支撑。

水利数字资产建设将针对数据本身与数据产生、采集、处理、使用、销毁等过程建立标准化的管理流程，通过水利数据采集、清洗、建库、更新、维护等过程，建设水利对象基础信息库、水利要素综合监测库、水利运行管理和调度知识库等，形成一套权威的全市水利数据资产；建设水利数据运维管理体系，实现水利数据资产的动态更新和标准化管理，支撑水利应用长期运行。

**表 4-1 水利数字资产建设原则**

| 建设内容     | 建设原则                                                                                                      |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 数据治理     | 通过数据标准建立、采集、存储、归集、清洗、融合等过程，充分吸纳已建、在建数据库，并根据业务需要、政策要求、上位标准，补充建设各类基础数据、空间数据、监测数据、业务数据库与知识库，形成满足较长期需求的数据资产库。 |
| 数据运维管理体系 | 建设数据服务管理体系，对数据采集、存储、使用、传输、共享、销毁全生命周期进行监控评价，形成数据运维体系，避免“死”数据、“假”系统。                                        |

**表 4-2 水利数字资产建设清单**

| 上位文件                          | 建设内容 | 需建                                                 | 已建    | 本期                                   |
|-------------------------------|------|----------------------------------------------------|-------|--------------------------------------|
| 《揭阳市水利改革发展“十四五”规划》<br>(2021 年 | 数据治理 | 根据市水利需求，形成揭阳市水利数据资产库，包括水利基础数据、空间数据、监测数据、业务数据库与知识库。 | 一期数据库 | 本期数据库成果见本期数据库建设清单。数据治理对象包括一期、二期数据内容。 |

#### 4.2.4.2 数据治理

以智慧水利标准体系建设为纲，明确智慧水利建设和应用范围，建设统一标准规范体系，统筹考虑各部分间的依赖关系，促进各应用子系统建设规范化。以总体设计为起点，结合“纵向到底、横向到边”的管控体系，由“目标驱动监管”向“数据驱动监管”转变，破解业务交叉、建设分散的情况，按照“强化管理、明确责任”的总体思路推动水利业务全流程数据和管理。充分利用新一代“智云数联”技术，在共享、新建、改造各类资源的实施过程中，整合各个业务应用的核心技术，集多个水利业务智能应用系统智慧，构建水利大数据平台，为智能水利应用系统实现智慧决策提供数据依据。

构建市级水利智慧水利大数据中心，包括水利管理对象基础属性库、水利管理对象基础空间库、水利监测库和水利业务主题数据库的概念模型、逻辑模型、物理模型的设计和建库，实现对各类数据库表的标准化、规范化建模。再将各类数据资源进行接口化、服务化的封装，为应用访问大数据中心中的数据资源提供标准化接口，主要包括基础数据服务、监测数据服务、主题数据服务、空间数据服务和元数据服务的建设。

数据治理保障数据的一致性、正确性。一方面对数据本身进行分析，确保数据取值的正确无误，另一方面通过数据影响分析、血缘分析等对数据的来源、变化进行追溯，确保数据的一致性及溯源，最后通过数据生命周期管理、安全管理等提供一个高质量的数据底座，是智慧水利大数据中心得以利用的前提。

水利数据治理管理基于市级智慧水利大数据中心提供的数据治理融合工具功能，对水利数据从数据采集、数据存储、数据管理、数据计算和数据应用等全过程进行充分治理。数据治理功能主要包括数

据标准管理、元数据管理、数据质量管理、数据模型管理、信息资源目录管理等功能。通过对水利汇聚管理系统汇聚的数据进行清洗、标准化、融合加工，形成水利基础信息库、水利监测库和水利业务主题库。

水利大数据负责智慧水利数据库的总体规划和统筹，负责数据建库标准规范制定、建库评审、合规性评审和检查工作。同时水利大数据负责基础数据库、监测数据库和专题数据库的设计和建库工作，并将基础数据、监测数据和专题数据库开发成公共服务提供给各个业务应用调用。数据库的开发需要全面梳理全水利业务数据对象，按照“一数一源”的原则，对数据库整体结构和分类进行科学规划，对库表结构优化设计，并结合 MPP、Hadoop 等大数据技术对非结构化、结构化数据进行存储和管理，最终形成实用、标准、开放的水利大数据湖。数据服务的开发将基于 SOA 的设计理念，采用微服务技术进行各类数据服务的开发封装，为各类数据的访问提供服务化接口，达到数据访问的规范、安全及松耦合性。

#### 4.2.4.3 数据运维管理

数据运维管理是对数据中心所有数据（包括基础数据、专业数据、元数据、资源目录等）进行汇集、管理和共享服务。依托揭阳市部门间信息共享机制和制度化与常态化协作共建的责任机制，构建市水利大数据管理体系，包括水利数据汇集管理、水利信息资源管理和水利基础信息维护管理。构建市水利局标准化的信息资源目录体系和信息资源多渠道采集、发布、申请、授权体系；分别对市政各单位、水利局内部各单位业务系统等数据来源渠道进行对接，实现异构多源、分散多样的各类水利数据的采集汇聚；提供批量采集和基于流处理的准

实时采集能力，实现对水利局内部各单位和给排水企业的数据采集和共享管理。

与市政各单位数据共享：打通与市政单位集成共享通道，在市大数据提供的共享交换平台上完善对气象局、规划与自然资源局、交通运输局、公安局、纪委、审计、生态环境局、发改委、财政局、统计局、住建局、城管局、海洋局、应急管理局、市场监督管理局的数据集成与共享。

水利局内部数据集成共享：搭建统一水利数据汇聚管理系统、提供数据共享服务、建立数据共享交换标准规范、管控流程，智慧水利二期完成系统功能建设，统一数据服务目录管理，实现局内数据汇聚和共享服务统一管控。各业务系统基于水利数据汇聚管理系统开发和发布相关业务数据的服务，并提供服务共享。市水利局的各类基础数据应进行统一维护管理，保证基础数据的准确性和唯一性。通过统一的基础数据维护工具，实现市数据基础管理对象基础信息的统一维护和管控，基础属性信息和基础空间信息只在大数据中心的基础库中存储，其他系统统一从大数据中心的基础库获取管理对象的基础属性信息和基础空间信息，其他系统不允许再单独存储和大数据中心基础库重复的信息，确保基础数据的存储、更新、获取使用同一个数据库。

#### 4.2.4.4 数据资源目录

本期拟汇集水利数字资产主要包括集成和新增基础信息库、综合监测库、知识规范库、业务专题库和外源数据等。对数据资源目录进行设计，把具有共同业务属性或特征的数据资源归并在一起，通过其类别的属性或特征来对数据资源进行区别，以建立数据资源目录分类

体系，实现数据资源采集、管理、查询服务以及共享至揭阳市政数局数据资源库，以便有序的管理和开发利用数据资源。

#### 4.2.4.4.1 基础资源目录

表格 4-3 基础信息资源目录

| 序号 | 类型 | 数据名称 | 详细数据                                                                                                    |
|----|----|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  |    | 河流信息 | 河流名称、经纬度、流域面积，流域干支流、主要测站（雨量、水位、流量）、特征水位、上下游特征、历史特征值，备注等等。                                               |
| 2  |    | 水库信息 | 水库名称、经纬度、结构（高、宽、型）、建筑物（溢洪道、泄洪洞、发电洞）、库测站（雨量、水位、流量）、特征水位库容、水位-水面-库容、水位-流量（溢洪、泄洪、发电）、库区特征、下游特征、历史特征值，备注等等。 |
| 3  |    | 水闸信息 | 水闸名称、经纬度、结构（孔数、高、宽、型）、建筑物（照片、录像、监控）、测站（雨量、上下水位、流量）、特征水位库容、水位-水面-库容、水位-流量（单孔、多孔）、上下游河道特征、历史特征值，备注等等      |
| 4  |    | 灌区信息 | 灌区名称、面积、范围经纬度、灌区规模、水源类型、取水流量、灌溉面积、灌溉工程、监测站点、备注等等                                                        |
| 5  |    | 泵站信息 | 泵站名称、经纬度、防洪闸结构、闸门数量、总装机、水泵高程、其他备注等等                                                                     |
| 6  |    | 监测站点 | 行政区划、经纬度、所在流域、河流、控制面积、规格、类型、站点结构、监测内容、图像照片、历史特征值（最低、最高、警戒、梅控、台控等）、历史特征值、传输方式、备注等。                       |

#### 4.2.4.4.2 水旱灾害资源目录

表格 4-4 水旱灾害资源目录

| 序号 | 类型   | 数据名称 | 详细数据                               |
|----|------|------|------------------------------------|
| 1  | 监测预警 | 雨情信息 | 雨情站点所属地区、流域，站名、雨量监测值、降雨等级、雨量预报值等信息 |

| 序号 | 类型     | 数据名称   | 详细数据                                                                             |
|----|--------|--------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 2  | 管理     | 水情信息   | 水情站点所属地区、流域，站名、水位、警戒水位、类型、水库剖面图                                                  |
| 3  |        | 台风信息   | 台风路径、台风编号、英文名、时间、维度、经度、中心气压、中心风速、移动速度、移动方向、7级风圈半径、10级风圈半径等相关信息                   |
| 4  |        | 风情信息   | 风情站点包括地区、站名、风速、风力、风向                                                             |
| 5  |        | 视频信息   | 视频站点，所属地区、流域，视频画面                                                                |
| 6  | 预警发布管理 | 测站预警指标 | 一小时、三小时、六小时、十二小时、二十四小时的雨量阈值；河道警戒水位和保证水位阈值；水库汛正常蓄水位、汛限水位、防洪高水位、校核洪水水位阈值；城区内涝的水位阈值 |
| 7  |        | 村落预警指标 | 村落一小时、三小时、六小时、十二小时、二十四小时预警指标；村落周边的河流、水库监预警阈值                                     |
| 8  |        | 预警发布信息 | 预警信息，包括预警类型、预警站点、预警等级等                                                           |
| 9  |        | 预警管理信息 | 预警人员信息包括姓名、性别、部门，是否负责人、单位、职位、电话等；历史预警信息等                                         |
| 10 | 应急资源管理 | 应急物资   | 物资仓库地址、名称、责任人、联系方式、存储物资的种类和数量等                                                   |
| 11 |        | 抢险队伍   | 抢险队伍名称、所在地、人数等                                                                   |
| 12 |        | 责任人    | 行政区划责任人、手机号码，各组织机构责任人、手机号码等                                                      |
| 13 |        | 专家库    | 专家人员所在行政区划、分类、专家名称、手机号码等                                                         |
| 14 |        | 知识库    | 法律法规、防洪防险知识、防汛抢险知识、防旱避险知识                                                        |
| 15 | 值班记录管理 | 值班记录   | 记录人、联系方式、开始时间、结束时间、值班记事、交接班等                                                     |

#### 4.2.4.4.3 水利工程资源目录

表格 4-5 水利工程资源目录

| 序号 | 类型     | 数据名称 | 详细数据                                      |
|----|--------|------|-------------------------------------------|
| 1  | 项目基础信息 | 基础信息 | 建设项目性质、项目类别、项目属性（重大和非重大）、项目功能和作用、项目规模和投资等 |
| 2  |        | 建设部门 | 建设部门名称、负责人、联系方式等                          |
| 3  |        | 项目状态 | 项目入库、变更、出库、清库等                            |
| 4  | 项目资金信息 | 资金使用 | 使用类型、金额、书面等                               |
| 5  |        | 资金拨付 | 拨付资金，使用资金等                                |

| 序号 | 类型     | 数据名称 | 详细数据               |
|----|--------|------|--------------------|
| 6  | 项目进度信息 | 进度状态 | 项目名称、预期进度状态、实际进度状态 |
| 7  |        | 进度预警 | 进度预警，预警信息，处理反馈等信息  |

4.2.5 地图服务集成

揭阳市智慧水利二期系统门户集成一期系统地图服务接口。同时建设相关标准化服务接口和工具，为其它业务应用系统提供地理空间数据管理、空间分析、地图可视化等服务调用支撑，满足相关系统功能升级拓展需求。

4.2.6 门户集成

揭阳市智慧水利二期系统门户应与一期系统门户进行统一用户登录集成。二期系统必须与一期系统门户中的身份认证体系集成，实现通过统一用户登录进行用户身份鉴别。二期系统必须同步一期系统的部门组织架构，并在此基础上建立角色权限管理，为不同的用户或部门提供访问二期系统时不同的功能和数据权限。

4.3 水利模型

4.3.1 建模范围

为满足揭阳市主城区防汛业务的需求，实现监测预报、动态预警、调度预演、调度预案等“四预”功能，支撑揭阳市智慧水利建设，本项目将构建揭阳市榕江流域（包括榕江南河、榕江北河）水文水动力预报模型。其中，水文模型用于模拟流域产流与坡面汇流过程，为水动力模型提供流域内部的流量边界；水动力学模型以降水、水文模型

计算得到的区间入流为边界，能够实现不同工况下城区洪涝风险模拟。系统通过将榕江流域水文模型和水动力模型的耦合，为特定情况下榕江防洪提供科学可行的实施方案。

模型以榕江流域为主要构建范围，其中南河范围包括：上游至揭阳市市界，下游至榕江南河与北河汇流口，北河范围包括：上至梅州市（榕江北河流域梅州范围），下至双溪水，主要外边界包括灰寨水、五经富河、新西河、车田水、枫江河流域来水，潮位等。



图 4-9 建模范围示意图

### 4.3.2 模型架构

模型搭建过程中，通过对产流、汇流、网格洪水模拟过程的分析，搭建水利模型基础参数框架，再通过模型参数的率定和验证对模型进行精细化调校。

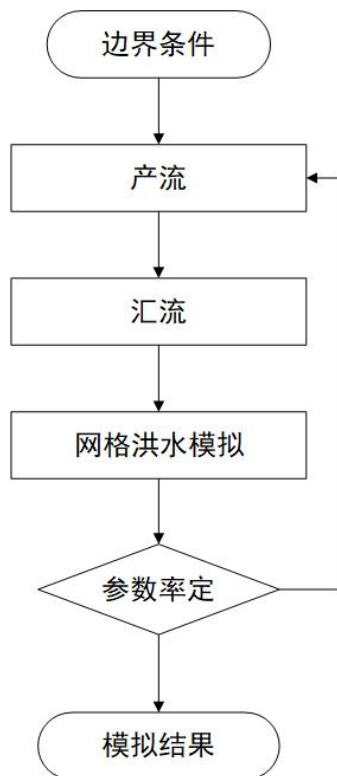


图 4-10 模型架构图

### 4.3.3 数据收集和处理

#### 4.3.3.1 数据收集

##### 4.3.3.1.1 基础资料

###### 一、地形资料（揭阳市）

1: 10000 精度以上的地形资料。

###### 二、河涌水系（揭阳市）

1、河涌河口位置、河源位置等（电子文档、电子表格、SHP 图层）；

2、河涌实测断面（电子表格、CAD 图）；

3、河涌警戒水位、保证水位、堤顶高程等（电子文档、电子表格、CAD 图）。

### 三、水利工程（揭阳市）

水库、水闸、泵站、堤防等设计资料（含工程位置、闸孔数、闸底高程、闸宽、开启度、泵站装机情况、排涝泵站分布、堤防高度、水库特征水位、库容曲线、溢流关系曲线等）（电子文档、电子表格、CAD图）。

### 四、道路数据（揭阳市）

道路拓扑关系，道路高程等（SHP图层、CAD图）。

#### 4.3.3.1.2 监测资料

水文站点雨水情长系列监测资料、内涝点的监测资料（位置、积水深度、积水时长等）、入境河道水位流量长系列监测资料、流域下游潮位站长系列监测资料（电子文档、电子表格）。

#### 4.3.3.1.3 调度资料

水库、水闸、泵站等防洪工程的调度规则、典型洪水期间运行情况（电子文档、电子表格）。

#### 4.3.3.2 数据处理

数据处理包括底图加工及处理、设计暴雨推求、设计潮位及设计水位计算等方面。

##### 一、底图数据处理

底图处理工作就是对电子地图原始数据进行加工，得到所需的数据形式。这部分工作主要体现在两个方面：第一是提取出建模所需的

地图数据要素，为模型建立提供数据支持；第二是为洪涝淹没、损失评估等绘制等内容提供基础底图。

## 二、设计暴雨复核（10 年、20 年、50 年、100 年一遇）

### （一）频率分析

根据实测水文站水文资料对历年最大降雨量系列进行排序统计，计算经验频率，然后再通过 P-III 型适线调整参数，最后选择一条理论频率曲线，由此推求不同频率的特征降雨量。推出不同频率的特征降雨量与现有的设计暴雨量进行校核与修正。

### （二）点暴雨量推求面暴雨量

当各历时设计点暴雨量确定后，需根据时面深关系推求一定流域的面雨量，然后配以设计雨型，求得设计流域的面暴雨过程。将求得的结果与现在的结果进行复核校正。

## 三、设计潮位推求

设计潮位分高潮位、低潮位分别复核。其中，设计高水位：在海岸港和潮汐作用明显的河港，设计高水位是采用高潮累积频率 10% 的潮位；当有历时潮位资料统计累积频率统计资料时，也可采用多年历时累积频率 1% 的潮位为设计高水位。在汛期潮汐作用不明显的河口港，应采用多年历时 1% 的潮位为设计高水位。设计低水位：在海岸港和潮汐作用明显的河口港，设计低水位采用低潮累积频率 90% 的潮位，简称低潮 90%；当有历时资料统计累积频率时，也可采用历时累积频率 98% 的潮位。在汛期潮汐作用不明显的河港，应采用多年历时 98% 的潮位为设计低水位。推出高潮位和低潮位与现有的高低潮位进行校核与修正。

### 4.3.4 水利专业模型分析

#### 4.3.4.1 区域产汇流计算

产汇流模型是洪水防御和水工程调度的基础，结合揭阳水系现状，构建榕江流域产汇流模型，用于流域洪水模拟。采用新安江模型的方式，南河分别以三洲坝以上、三洲坝至汇流口区间作为产汇流模型边界，北河分别以北河桥闸以上、北河区间点源作为模型边界。

##### 4.3.4.1.1 模型原理

新安江三水源模型是一种模拟流域上降雨径流形成的数学函数、逻辑结构，模型输入的是降雨量和蒸散发能力（常用水面蒸发值），输出的是流域出口断面的洪水过程，广泛在我国南方湿润地区应用，并取得很好的效果。新安江三水源模型包括蒸散发计算、产流、水源划分以及汇流计算等 4 个部分。

##### （1）蒸散发计算

流域蒸散发量采用三层蒸发模式计算，计算公式如下：

$$E_p = K * E_0$$

式中  $E_p$  为蒸散发能力， $E_0$  为实测蒸发量， $K$  为蒸发折算系数。

$$E = \begin{cases} E_p & \text{当 } P + WU \geq E_p \text{ 时} \\ (E_p - WU - P) \frac{WL}{WLM} & \text{当 } P + WU < E_p \text{ 且 } \frac{WL}{WLM} > C \text{ 时} \\ C * (E_p - WU - P) & \text{当 } P + WU < E_p \text{ 且 } \frac{WL}{WLM} \leq C \text{ 时} \end{cases} \quad (3-1)$$

式中  $C$  为深层蒸发折算系数， $WU$  和  $WL$  分别为上、下层土壤含水量， $WLM$  为下层张力水容量， $P$  为降水量， $E$  为计算蒸发量。

##### （2）产流计算

用流域蓄水容量曲线来考虑流域面上土壤缺水与蓄水容量相等。设点蓄水容量为  $W_m$ ，其最大值为  $W_{mm}$ ，又设流域蓄水容量曲线是一条  $b$  次抛物线，则该曲线可以用下式表示：

$$\frac{f}{F} = 1 - \left(1 - \frac{W_m}{W_{mm}}\right)^b \quad (3-2)$$

据此可求得流域平均蓄水容量  $WM$  为：

$$WM = \frac{W_{mm}}{1+b} \quad (3-3)$$

当扣去蒸发后的降雨  $PE$  小于 0 时，不产流，大于 0 时则产流。

产流又分局部产流和全流域产流两种情况：

当  $PE+a < W_{mm}$  时，局部产流量为：

$$R = PE - WM + W + WM \left[1 - \frac{PE+a}{W_{mm}}\right]^{1+b} \quad (3-4)$$

当  $PE+a \geq W_{mm}$  时，全流域产流量为：

$$R = PE - (WM - W) \quad (3-5)$$

### （3）水源划分

对湿润地区以及半湿润地区汛期的流量过程线分析，径流成分一般包括地表、壤中和地下径流三种成份。由于各种成份径流的汇流速度有明显的差别，因此水源划分是径流量计算中很重要的一环。在本模型中，水源划分是通过自由水蓄水库进行的。

由产流得到的产流量  $R$  进入自由水蓄水库，连同水库原有的尚未出流完的水，组成实时蓄水量  $S$ 。自由水蓄水库的底宽就是当时的产流面积比  $FR$ ，它是时变的。 $KI$ 、 $KG$  分别为壤中流和地下水的出流系数。各种水源的径流量的计算公式如下：

$$\text{当 } S+R \leq SM \text{ 时} \quad RS=0$$

$$\begin{aligned} RI &= (S+R) \cdot KI \cdot FR \\ RG &= (S+R) \cdot KG \cdot FR \end{aligned} \quad (3-6)$$

当  $S+R > SM$  时

$$\begin{aligned} RS &= (S+R-SM) \cdot FR \\ RI &= SM \cdot KI \cdot FR \end{aligned} \quad (3-7)$$

$$RG = SM \cdot KG \cdot FR \quad (3-8)$$

由于在产流面积  $FR$  上的自由水的蓄水容量不是均匀分布的，将  $SM$  取为常数是不合适的，也要用类似流域蓄水容量曲线的方式来考虑它的面积分布。为此也采用抛物线，并引入  $EX$  为其幂次，则有：

$$\begin{aligned} \frac{f}{F} &= 1 - \left(1 - \frac{Sm}{Smm}\right)^{EX} \\ SSM &= (1 + EX) SM \end{aligned} \quad (3-9)$$

$$AU = SSM \left[ 1 - \left(1 - \frac{S}{SM}\right)^{\frac{1}{1+EX}} \right]$$

当  $PE+AU < SSM$  时

$$RS = \left[ PE - SM + S + SM \left(1 - \frac{PE+AU}{SMM}\right)^{1+EX} \right] F_R \quad (3-10)$$

当  $PE+AU \geq SSM$  时：

$$RS = (PE + S - SM) F_R \quad (3-11)$$

#### （4）汇流计算

流域汇流计算包括坡地和河网两个汇流阶段。坡地汇流是指水体在坡面的汇集过程，水流不但发生了水平运动，而且还有垂向运动。在流域的坡面上，地面径流的调蓄作用不大，地下径流受到大的调蓄，壤中流所受调蓄介于两者之间。

河网汇流是指水流由坡面进入河槽后，继续沿河网的汇集过程。在河网汇流阶段，汇流特性受制于河槽水力学条件，各种水源是一致的，新安江三水源模型中的河网汇流，仅指各单元面积上的水体从进入河槽汇至单元出口的过程。而不包括单元出口到流域出口处的河网汇流阶段。

### 1) 坡地汇流计算

新安江三水源模型中把经过水源划分得到的地面径流直接进入河网，成为地面径流对河网的总入流。壤中流流入壤中流水库，经过壤中流蓄水库的消退(壤中流水库的消退系数为  $KKSS$ )，成为壤中流对河网总入流。地下径流进入地下蓄水库，经过地下蓄水库的消退(地下蓄水库的消退系数为  $KKG$ )，成为地下水对河网的总入流  $TR$ 。其计算公式为：

$$\begin{aligned}
 TRS(t) &= RS(t) \cdot U \\
 TRSS(t) &= TRSS(t-1) \cdot KKSS + RSS(t) \cdot (1 - KKSS) \cdot U \\
 TRG(t) &= TRG(t-1) \cdot KKG + RG(t) \cdot (1 - KKG) \cdot U \\
 TR(t) &= TRS(t) + TRSS(t) + TRG(t)
 \end{aligned} \tag{3-12}$$

式中：  $U$  为单位转换系数，可将径流深转化为流量，即从  $mm$  转化为  $m^3/s$ ， ( $F$  为流域面积；  $t$  为时段长)，  $TR$  为河网总入流  $m^3/s$ 。

### 2) 河网汇流计算

新安江三水源模型采用滞后演算法进行河网汇流计算。即

$$Q(t) = CS \times Q(t-1) + (1 - CS) \times TR(t-L) \tag{3-13}$$

流域汇流计算的输入是单元上的地面径流、壤中流、地下径流及计算开始时刻的单元面积上壤中流流量和地下径流流量值。输出为单元出口的流量过程。

#### 4.3.4.1.2 建模流程

本项目利用新安江三水源模型，进行榕江流域的产汇流计算。产汇流计算的主要流程图如下：

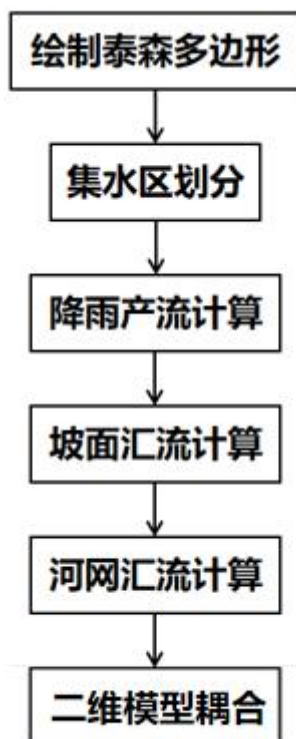


图 4-11 产汇流计算流程图

##### 一、绘制泰森多边形

依据流域内雨量站的分布情况，绘制泰森多边形，需对揭阳市榕江南河流域雨量站的基础信息及分布情况进行分析，然后依据一定的规则条件，绘制泰森多边形。

##### 二、集水区划分

根据泰森多边形确定的面平均雨量划分集水区。根据前期调研，建模范围内分六个集水分区，依据地形相关信息划定集水区。

### 三、降雨产流计算

各集水区内降雨直接降到二维计算网格上，然后采用 PDM 模型，根据各个网格土地利用类型，土壤类型等进行产流计算。

### 四、坡面汇流计算

净雨经地面或地下汇入河网的过程称为坡面汇流，根据网格之间的高程差别，采用二维模型计算方法计算坡面汇流过程。

### 五、河网汇流计算

进入河网的水自上游流向下游的过程称为河网汇流，采用一维水动力模型进行河网汇流的计算。

## 4.3.4.2 二维模型构建

### 4.3.4.2.1 模型原理

蓄滞洪区洪水淹没分析模型以二维水动力学方程组为基础，通过有限差分法将偏微分方程组离散化，求解得到洪水在各运动时刻的流速、流向和水深，已广泛应用于洪水风险图的制作中。其基本方程为：

连续方程：

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = q \quad \text{式 (15)}$$

动量方程：

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial (uM)}{\partial x} + \frac{\partial (vM)}{\partial y} + gH \frac{\partial Z}{\partial x} + g \frac{n^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{H^{1/3}} = 0 \quad \text{式 (16)}$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial(uN)}{\partial x} + \frac{\partial(vN)}{\partial y} + gH \frac{\partial Z}{\partial y} + g \frac{n^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{H^{1/3}} = 0 \quad \text{式 (17)}$$

式中：H 为水深；Z 为水位；M、N 分别为 x、y 方向的单宽流量；u、v 分别为流速在 x、y 方向的分量；n 为糙率系数；g 为重力加速度；t 为时刻；q 为源汇项，模型中代表有效降雨强度和排水强度，其中有效降雨强度指计算时段内降雨量形成的径流量，由降雨量乘以径流系数求得。

模型采用无结构不规则网格对计算域进行剖分，网格的形状和大小随地形地势和阻水建筑物的分布灵活确定，而且尽可能地将影响水流的阻水建筑物作为网格的边界（即通道），充分反映计算域的地形特征。在计算方法上，为保证模型稳定，实现模型高效运行的目标，模型在网格形心处计算水深，在网格边界（即通道）上计算垂向平均单宽流量；同时，两个基本状态变量水深和垂向平均单宽流量在时间轴上分层布置，交替求解。

模型能够考虑区内地形变化、建筑物的分布与密度大小、区内堤防、公路、涵闸、铁路等阻水构筑物对水流演进的影响，在计算时通过网格高程、糙率、面积修正率，通道顶高程、进水闸入流过程、退水闸出流过程等模型基本参数和内外边界条件的设置来反映上述因素对水流的影响。

二维模型水流运动十分复杂，如洪水在口门处向四周扩散，且优先沿河槽纵向泄流、在河槽蓄满溢流或决堤后又与槽外水体进行横向水量交换。这些局部的水流运动性质各不相同，如河槽内水流具有一维性，河槽外水流具有二维性，决口处水流则具有三维性质。一般情况下，洪水是在两岸设有堤防的河道内运动，一维 St.Venant 方程组

可以解决河道过流能力和水位升降的变化，而洪水到达时间、洪水淹没范围、淹没水深、淹没历时等，需要做二维洪水模拟计算，二维洪水运动的控制方程采用守恒型式的浅水波方程。

#### 4.3.4.2.2 建模流程

二维模型建模流程如下：

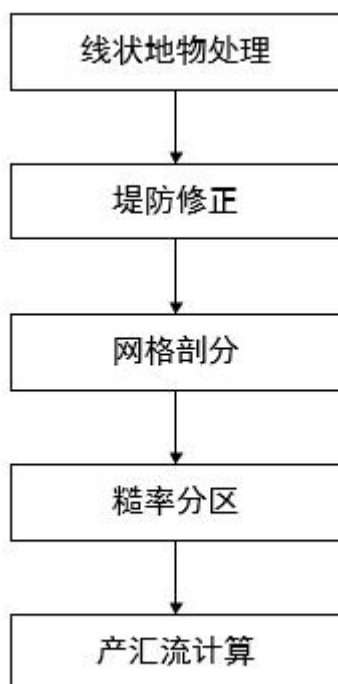


图 4-12 二维模型建模流程图

##### (1) 线状地物处理

本项目线状地物处理主要为道路的处理。由于原始道路节点间距不规则，划分网格时容易产生小网格，对模型计算不利，为此，需要对道路的节点进行均匀化，即抽稀处理。本次道路抽稀以道路实际走向和道路级别分别进行处理。

## （2）堤防修正

地形数据中堤防部分的数据相对较少，对堤防的描述存在不准确的情况，原始堤防三维视图如下：

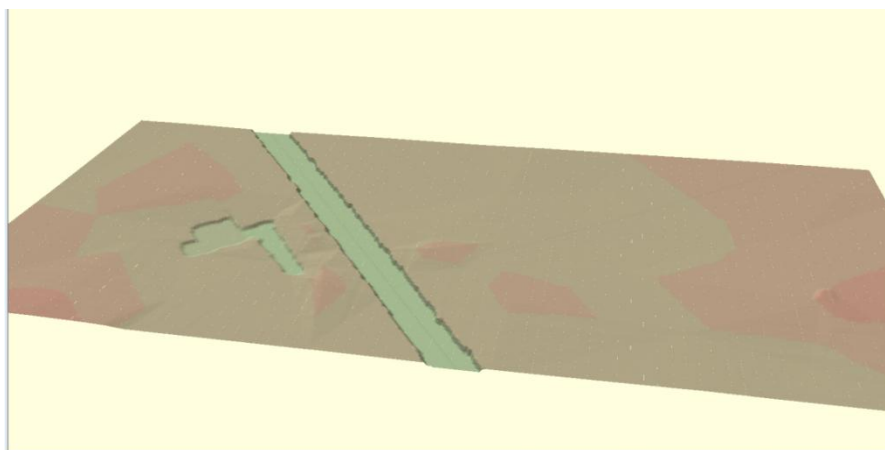


图 4-13 堤防修正前示意图

需要叠加专门的堤防矢量数据和堤防高程对 DEM 进行修正，以确保河道一维洪水演进和漫堤的二维洪水演进具有正确的计算基础资料。根据堤防矢量数据和堤防高程对地形进行修正，修正后堤防三维视图如下：

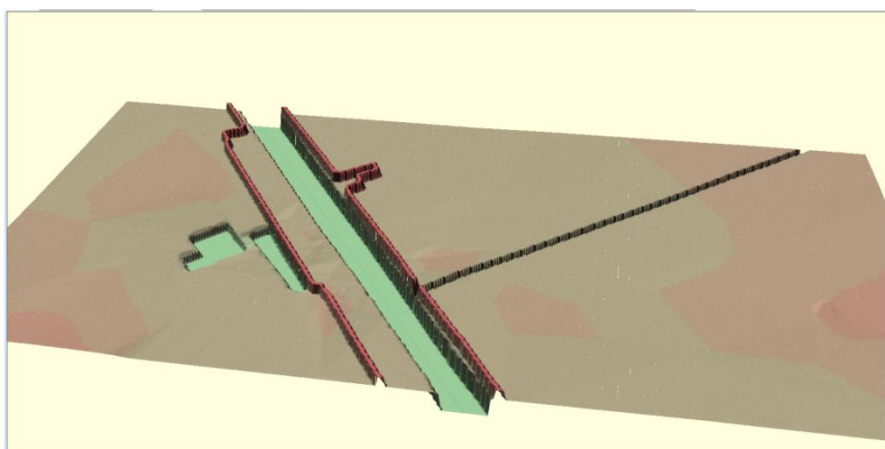


图 4-14 堤防修正后示意图

### （3）网格划分

采用非结构不规则网格对计算区域进行网格划分，网格设计成大小不等的三角形，使网格的大小随地形地势和阻水建筑物的分布灵活确定，而且尽可能地将影响水流的阻水建筑物作为网格边界，充分反映计算域的特征。但是，必要的时候对保护区内的一些典型的线性阻水建筑物，如堤防、公路等，经合理概化，并对网格适当加密，在二维地形中充分反映其特征。对于四边形网格，边长不超过 300m，对于不规则三角形网格，最大网格面积不超过  $1\text{km}^2$ ，重要地区、地形变化较大部分的计算网格适当加密。

本项目采用 2D 区间概化二维模拟区域，2D 区间以面状对象概化，每个 2D 区间的最大网格面积  $1\text{km}^2$ 。河道、湖荡等网格加密。网格划分时以计算域外边界、区域内堤防、较大河渠、主要公路、铁路作为依据，采用无结构不规则网格。

### （4）糙率分区

根据不同下垫面信息，确定不同区域的糙率值，将下垫面数据导入模型，创建糙率分区，并设置不同的糙率。下垫面共分水面、居民地、城市绿地、稻田、高草地、旱地、荒草地、林地、绿地 9 类，为准确刻画下垫面对产流的影响一般不超过  $1\text{km}^2$  创建一个糙率区。糙率分区见下图。

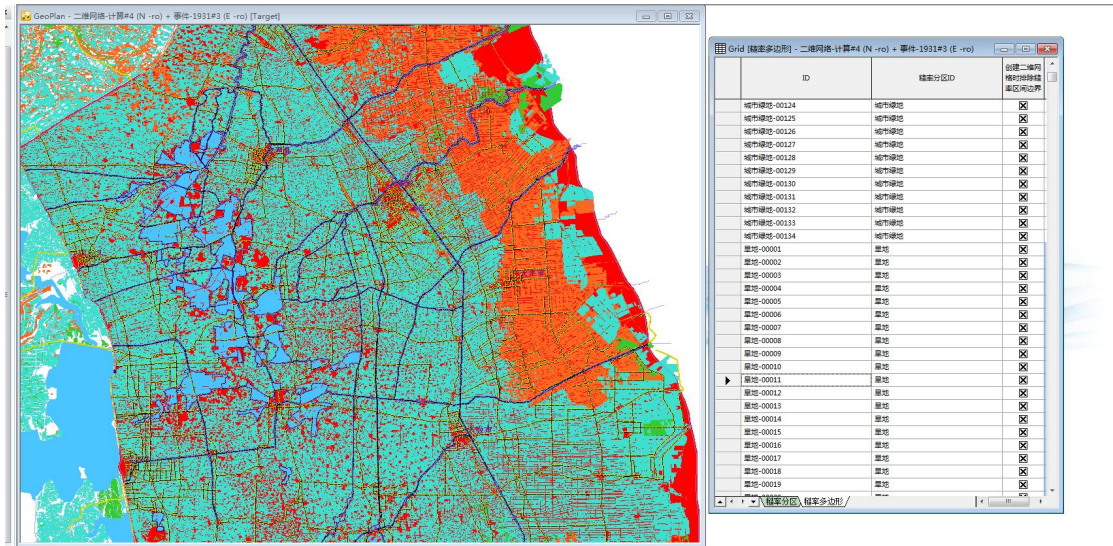


图 4-15 糙率分区示意图

4.3.4.3 水库来水预报模型

针对横江水库和龙颈水库短期来水预报模型建立了 24 小时、48 小时、72 小时等不同预见期的洪水预报模型，预报模型范围主要为水库集雨范围内。预报方法包括：新安江三水源产流模型和单位线两种。其中新安江三水源产流模型原理和建模流程详见 4.3.4.1。单位线模型原理如下：

在给定的流域上，单位时段内时空分布均匀的一次降雨产生的单位净雨量，在流域出口断面所形成的地面（直接）径流过程线，称为单位线，记为 UH。单位净雨量常取 10mm，单位时段长可任取，例如 1h，3h，6h，. . . 。净雨历时趋于无限小（ $\Delta t \rightarrow 0$ ）的单位线，称为瞬时单位线，记为 IUH。

当由实际降雨量和流量过程线分析推求 UH 时，因净雨过程既不是 1 个时段，也不是 1 个单位，故需作一些假定，可归纳为两点：

- （1）如果单位时段内净雨深是 N 个单位，它所形成的出流过程的总历时与 UH 相同，流量值则是 UH 的 N 倍；

(2) 如果净雨历时是  $m$  个时段, 则各时段净雨量所形成的出流量过程之间互不干扰, 出口断面的流量过程等于  $m$  个流量过程之和。

由以上假定, 净雨  $rd$ 、出流  $Qd$  与 UH 纵标值  $q$  之间关系如下:

$$Q_{d,t} = \sum_{j=k_1}^{k_2} r_{d,j} q_{t-j+1} \quad (5.2.2-113)$$

式中,  $Q_d$ —流域出口断面时段末直接径流流量,  $m^3/s$ ;  $r_d$ —时段净雨量 (用单位净雨量的倍数表示);  $q$ —单位线时段末流量,  $m^3/s$ ;  $t$ —直接径流流量时序,  $t=1, 2, 3, \dots, m+n-1$ , 其中  $m$  为净雨时段数,  $n$  为时段单位线时段数;  $k_1, k_2$ —累积界限, 其取值分别取决于  $t$  与  $n$  和  $m$  的相对大小, 其分段取值为:

$$k_1 = \begin{cases} 1 & t < n \\ t-n+1 & t \geq n \end{cases} \quad (5.2.2-114)$$

$$k_2 = \begin{cases} t & t < m \\ m & t \geq m \end{cases} \quad (5.2.2-115)$$

控制单位线形状的指标有单位线洪峰流量  $qp$ , 洪峰滞时  $T_p$  及单位线总历时  $T$ , 常称单位线三要素。如果 UH 已知, 即可由净雨转换为出流, 计算十分简便。

#### 4.3.4.4 水库来水预报及下泄水量演进模型

针对横江水库和龙颈水库两座水库下泄水量模拟, 采用河道分段连续演算马斯京根洪水演进模型进行模拟和预报, 并为二维水动力模型提供边界入流。马斯京根河道演算模型原理如下:

1871 年, 法国科学家 St.Venant 提出描述河道一维非恒定水流的基本微分方程组, 即人们熟知的 St.Venant 方程组:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad (5.2.2-101)$$

$$\frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial y}{\partial x} = s_0 - s_f \quad (5.2.2-102)$$

式中， $Q$ —流量； $y$ —水深； $A$ —过水断面面积； $x$ —沿河道水流方向的距离； $t$ —时间； $V$ —断面平均流速； $s_0$ —底坡； $s_f$ —摩阻比降； $g$ —重力加速度。

该方程组属于一阶双曲线型拟线性偏微分方程组，在数学上目前无法求其解析解。

连续性方程式对河段长积分可以导出河段水量平衡方程式。可得

$$\partial Q = -\frac{\partial A}{\partial t} \partial x \quad (5.2.2-103)$$

对河段长  $L$  积分，有

$$\int_0^L \partial Q = -\int_0^L \frac{\partial A}{\partial t} \partial x \quad (5.2.2-104)$$

由于

$$\int_0^L \partial Q = Q(L, t) - Q(0, t) = O(t) - I(t) \quad (5.2.2-105)$$

式中， $I(t)$ 、 $O(t)$ ——河段上、河段下断面流量过程。

根据积分中值定理

$$\int_0^L \frac{\partial A}{\partial t} \partial x = \frac{d}{dt} A(\xi, t) L = \frac{dW(t)}{dt} \quad (0 \leq \xi \leq L) \quad (5.2.2-106)$$

故

$$I(t) - O(t) = \frac{dW(t)}{dt} \quad (5.2.2-107)$$

式中， $W(t)$ ——河段槽蓄量。

$$W = f\left(I, O; \frac{dI}{dt}, \frac{d^2 I}{dt^2}, \dots, \frac{dO}{dt}, \frac{d^2 O}{dt^2}, \dots\right) \quad (5.2.2-108)$$

根据确定槽蓄方程式的具体函数形式的途经和方法不同，已研制出许多不同的水文学洪水演算方法。常用的有：水库洪水演算法、Muskingum 法、特征河长法、滞后演算法等。

1934-1935 年期间，G.T.,McCarthy 在研究美国 Muskingum 河洪水演算时，建议以下形式：

$$W = K[(XI + (1 - X)O)] = KQ' \quad (5.2.2-109)$$

式中  $K$ ——槽量常数，它是洪水波在河段中的传播时间；

$X$ ——为流量比重因子；

$Q'$  ——示储流量，它是河段入流与出流量的加权平均值；

其余符号的意义同前。

对上述算式划为有限差分形式，然后联立求解，得 Muskingum 洪水演算法的基本计算公式为

$$O_2 = C_0 I_2 + C_1 I_1 + C_2 O_1 \quad (5.2.2-110)$$

$$\left. \begin{aligned} C_0 &= \frac{0.5\Delta t - KX}{K(1-X) + 0.5\Delta t} \\ C_1 &= \frac{KX + 0.5\Delta t}{K(1-X) + 0.5\Delta t} \\ C_2 &= \frac{K(1-X) - 0.5\Delta t}{K(1-X) + 0.5\Delta t} \\ C_0 + C_1 + C_2 &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (5.2.2-111)$$

式中  $\Delta t$ ——计算时步长。

Muskingum 法自创立以来，已在世界上众多河流的洪水演算中得到了广泛的应用，其特点是计算简单、所需资料少、当满足其使用条件时精度令人满意。Muskingum 法具有如此强的普适性，引起了水文学家的极大兴趣。

Muskingum 法槽蓄方程最初的表达式纯属一种经验假设，解释为在一定条件下河槽蓄量  $W$  与该河段上、下断面流量的加权平均值呈单值关系。其中， $K$  就是这种关系线的坡度，而  $X$  则是其中的权重，传统上称为“流量比重因子”。这种解释没有涉及到问题的本质。

1958 年，苏联水文学家 Kalinlin 和 Miljukov 在提出特征河长的概念与计算方法后，导出了 Muskingum 法参数  $X$  与特征河长  $L$  之间的理论关系

$$X = \frac{1}{2} - \frac{l}{2L} \quad (5.2.2-112)$$

式中， $l$ —特征河长； $L$ —河段长；

上式证明 Muskingum 法的基本假设客观上是符合了一些河流的洪水波运动规律。

#### 4.3.5 模型参数的率定验证

对于水文测站有资料的河段，结合测站历史洪水数据进行相应的模型参数率定，精度达到《水文情报预报规范》中的相关要求，对于无资料的水文分区，结合水文分区的地理特征、下垫面情况、河流比降情况，综合确定其相应的模型参数。模型参数应结合系统运行过程中获取数据逐年更新优化参数，以适应预报区域水文特征变化情况。

根据调查历史洪水资料，选取两场以上的历史洪水事件，包括场次洪水的完整数据以及榕江南河三洲坝附近重点监测站点的水位流量过程，对模型的参数进行率定，并采用率定后的参数进行洪水模拟，经过反复对参数进行调节至多场历史洪水模拟值与实测值达到复合模拟要求后，采用一到两场实测洪水进行参数验证，验证结果达到要求为止。

缺乏实测洪水资料的河道或区域，可参考采用其他类似河流或区域率定合格的参数；若在前期开展的一些经批准的流域综合规划、水利工程设计过程中率定和验证的成果一般可直接采用。

## 1.调参校验指标

评价模型校验的好坏，常用调参校验指标方法主要有相对误差、纳什效率系数等，雄安新区水旱防御相关模型可采用其中一个或多个指标进行参数率定和验证。

### （1）相对误差

相对误差是整个模拟期模拟值与实测值百分比的绝对值，误差绝对越小越好。

$$R = \left| \frac{Q - Q_0}{Q_0} \right| \times 100\% \quad \text{式（10）}$$

式中：R 为模拟相对误差（%）；Q0 为实测值均值；Q 为模拟均值。

### （2）纳什效率系数（NSE）

Nash 与 Sutcliffe 在 1970 年提出了纳什效率系数（也称确定性系数），一般用来评价验证水文模型模拟结果的的好坏，能直观体现实测过程与模型模拟过程的拟合程度，公式为：

$$N = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Q_0^t - Q_m^t)^2}{\sum_{t=1}^T (Q_0^t - Q_0^V)^2} \quad \text{式（11）}$$

式中：Q0 指观测值，Qm 指模拟值，Qt 表示第 t 时刻的某个值，Q0V 表示观测值的总平均。N 为纳什效率系数，取值为负无穷至 1，N 接近 1，表示模式质量好，模型可信度高；E 接近 0，表示模拟结果接近观测值的平均值水平，即总体结果可信，但过程模拟误差大；E 远远小于 0，则模型是不可信的。

## 2.率定方法

水旱防御相关模型的率定方法为人工率定。人工率定主要用于对模型参数范围进行初步确定。根据模型参数率定及模型的时间粒度要求，将收集到的历史典型和设计水文资料进行离散分解，处理为模型

分析计算要求的数据格式，输入水文模型进行计算，根据调参校验指标及模型人员经验方法，确定模型参数取值范围。

#### 4.3.6 合理性分析

根据历史资料记载灾情较为严重的年份，查阅相关洪水调查资料，对模拟范围内灾情进行分析。通过相关淹没点位的实测淹没水深和模拟水深对比分析模型的合理性，分析要考虑下垫面变化的情况。

在缺乏洪调资料的情况下，为确保所构模型的可靠性，以保障方案计算结果的合理性和准确性，在整个建模过程中，主要通过对基础数据、模型构建和参数选取三方面进行精细化处理和校核验证来保障模型的可靠性和参数的准确性。同时为更好地说明模型的合理性，针对各洪水计算方案，主要从水量平衡、计算过程的流场、流态、淹没情况、同方案不同淹没要素及不同方案同一淹没要素的对比分析等方面入手，同时结合当地防汛专家意见，来分析各方案计算模型的合理性和可靠性。

#### 4.3.7 水库调度方案编制

根据现状水库的调度方案，利用水文水动力预报模型模拟研究区域在不同雨潮遭遇条件（暴雨条件 4 组，潮位 2 组，两两组合，共 8 组）下的产汇流过程与行洪排涝过程，分析现状条件下关注断面水位、关注区域淹没水深、以及淹没区域大小等特征指标，得出研究区域洪涝风险较大区域的分布情况。

## 4.4 感知站点建设

水利感知站点建设围绕榕江流域“四预”系统建设需求布设，利用传感、通信、物联网等技术，扩大对物理流域的监测范围，补充完善监测要素类型和数据内容，实现感知物联化，本期站点建设包含在缺乏现有监测设施的水库、河道等水利设施增加布设雨量计、水位计，完善立体感知监测网络，为智慧水利应用奠定基础。

水利感知站点采用立杆式一体化方案，采用太阳能加蓄电池的供电方式，水位传感器应根据实际情况选择雷达、压力（优先选择非接触水位传感器），并根据水位传感器相应增加立杆、横臂、水下固定桩等水位观测辅助设施；雨量计应采用翻斗式雨量计；摄像头采用4G高清摄像头；监测立杆应建在地势较高，不宜被洪水淹没的地方，基础牢固，同时考虑防雷、防风、防盗等问题。施工安装过程中，应按照相关标准加装避雷设施；进行水位站高程基准测量；对传感器及相关设备进行安装调试与校准；对站点通讯情况进行测试，同时清除影响水位观测的植物或垃圾。

### 4.4.1 建设方案

本项目在三洲拦河坝与榕江南河与北河汇流口处新建两个水雨情物联感知站点。

#### 4.4.1.1 监测内容

监测内容包括河道水位、雨量以及图像。每个监测站点均包含河道水位、雨量、图像监测内容。

### 4.4.1.2 站点布设

#### 4.4.1.2.1 三洲坝监测站点

三洲拦河闸枢纽工程位于榕江南河中游，南岸为普宁市南溪镇扬美村，北岸为揭东区霖磐镇三洲村，是一宗以灌溉为主，结合防洪、供水、航运和发电等水资源综合利用的大型闸坝枢纽工程。闸址上游集雨面积 2110 平方千米，多年平均降雨量 1800 毫米，上游有龙颈、北山、横江等大中型水库调节，流域来水量充沛，多年平均径流量 89.6 立方米每秒，多年平均来水量 28.3 亿立方米。三洲坝监测站点不仅可以有效监测三洲坝水位，还可为水利模型校准提供重要参考。

#### 4.4.1.2.2 榕江南北河交汇站点

榕江北河作为榕江的大支流，入汇及洪汛期回水对干流的水位、流速等带来显著变化，同时南河、北河汇流对下游防汛形势具有重要影响，根据《水文站网规划技术导则》在大支流的入汇处可适当加密布设水文测站，测站不但可以对汇流后水文形势进行观测，同时可以为模型提供下边界控制条件。

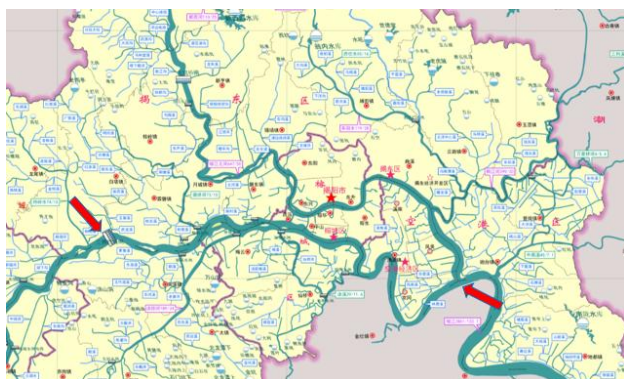


图 4-16 感知站点选点示意图

4.4.1.3 站点组成

每套监测站分布在各监测位置，遥测终端机按要求自动完成水位、雨量、流量、图像数据的采集、存储，通过 4G 网络，与感知监测前置数据库进行通信，利用数据共享交换服务，最终将所有水雨情图像监控内容存储到系统。单套水雨情图像监测站设备包括遥测终端机、雨量计、水位计、摄像头、供电系统等。测站基本构架如下图所示。

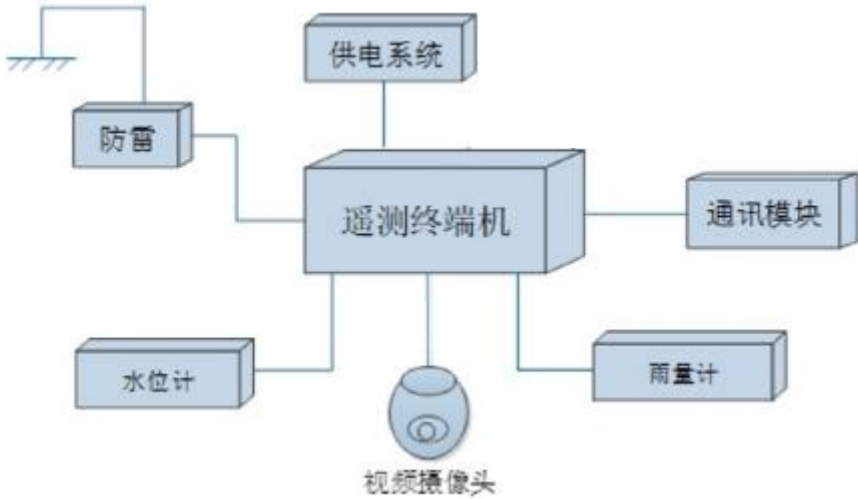


图 4-17 测站基本构架图

表 4-3 物联感知站点组成表

| 序号 | 项目名称    | 单位 | 数量 | 备注           |
|----|---------|----|----|--------------|
| 1  | 遥测终端机   | 套  | 1  |              |
| 2  | 水位计     | 套  | 1  |              |
| 3  | 雨量计     | 套  | 1  |              |
| 4  | 太阳能供电系统 | 套  | 1  | 包含太阳能电池板、蓄电池 |
| 5  | 安装立杆及支架 | 套  | 1  |              |
| 6  | 机箱      | 套  | 1  |              |
| 7  | 摄像头支架   | 个  | 1  |              |
| 8  | 4G 高清球机 | 台  | 1  |              |

| 序号 | 项目名称          | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|---------------|----|----|----|
| 9  | 防雷接地          | 项  | 1  |    |
| 10 | SIM 卡通讯费（1 年） | 站  | 1  |    |
| 11 | 高程基准测量        | 项  | 1  |    |
| 12 | 雨量计校准         | 项  | 1  |    |
| 13 | 设备安装调试        | 项  | 1  |    |

#### 4.4.1.4 通信系统

采用 4G 网络通信，由各类传感器采集到的雨量、河道水位、现场图像数据由遥测终端机发送出去。

#### 4.4.1.5 供电系统

整套设备选用蓄电池+太阳能供电。

#### 4.4.1.6 防雷设计

测站分布在河道周边，电源采用电池太阳能供电，电缆线为金属导体，容易引起雷击，导致监测设备损坏。为保障测站供电安全，在立杆安装过程中配置防雷箱和避雷针。

#### 4.4.1.7 安装要求

（1）雨量计：四周空旷无遮挡，安装高度不超过 4.5 米，分辨率为 0.5mm；

(2) 水位计：河道测量范围从河道底部到堤防顶部高程或超出河道历史最高水位 0.5 米，测量值需为高程值；水位变幅为 0.01 米；

(3) 摄像头要求：安装位置须视野开阔，摄像头前无遮挡。对于坝体的关键观测位置：坝体全景、水位尺等；要求对焦清晰不模糊、色彩均衡；

(4) 供电要求：需保证遭遇连续 30 天阴雨天气设备仍能正常工作；

(5) 通信要求：系统定时采集图片、雨水情信息存储到内部存储中，并发送到揭阳市智慧水利信息管理平台；

(6) 安装方式：采用立杆安装；

(7) 立杆：高度 $\geq 4500\text{mm}$ ；材质：热镀锌钢管。立杆上需要喷绘“水利设施”；

(8) 铭牌及标示。在防护栅栏上，固定醒目的警示牌及详细标示站点名称、建设单位、施工单位、运行管理单位、建设时间、联系电话等信息。

#### 4.4.2 设备性能指标

##### 4.4.2.1 雷达水位计

(1) 量程：10m\30m；

(2) 供电电压：12V；

(3) 工作电流：小于 100mA@12V；

(4) 通讯方式：RS485；

(5) 测量精度： $\leq \pm 1\text{cm}$ ；

- (6) 分辨率：小于 5mm;
- (7) 工作温度：-40~60℃;
- (8) 防护等级：IP66 以上。

#### 4.4.2.2 雨量计

雨量计选用翻斗式雨量计，雨量传感器是一种水文、气象仪器，用以测量自然界降雨量，同时将降雨量转换为以开关量形式表示的数字信息量输出，以满足信息传输、处理、记录和显示等的需要。

雨量计主要技术指标如下：

- (1) 承雨器内径：直径 200mm，外刃口角度 45°；
- (2) 分辨率：0.5mm;
- (3) 降雨强度测量范围：0.01~4mm/min;
- (4) 翻斗计量误差： $\leq \pm 4\%$ ;
- (5) 自身排水量 > 25mm 时，误差为  $\pm 4\%$ ;
- (6) 可靠性指标：MTBF > 20000 小时;
- (7) 工作环境：工作温度 -10~+50℃，相对湿度  $\leq 95\%$  (40℃);
- (8) 输出信号方式：磁钢-干簧管式接点通断信号;
- (9) 开关接点容量：直流  $V \leq 12V$ ,  $I \leq 120mA$ ;
- (10) 接点工作次数： $\geq 1 \times 10^7$  次;
- (11) 防堵塞：传感器有防堵、防虫、防尘措施;

#### 4.4.2.3 高清摄像头

- (1) 支持最大 1920×1080@30fps 高清画面输出;

- (2) 支持 4G（移动、联通，电信）网络传输，兼容 3G（移动、联通）；
- (3) 支持超低照度，0.05Lux/F1.6(彩色),0.01Lux/F1.6(黑白)；
- (4) 支持 20 倍光学变倍，16 倍数字变倍；
- (5) 支持三码流技术，每路码流可独立配置分辨率及帧率；
- (6) 支持 360° 水平旋转，垂直方向-15° -90° ；
- (7) 支持定时抓图与事件抓图功能；
- (8) 支持最大 128G 的 Micro SD/SDHC/SDXC 卡存储；
- (9) 防雷、防浪涌、防突波，IP66 防护等级。
- (10) 红外照射距离:100 米
- (11) 功耗:22W max（其中红外灯 7W max）

#### 4.4.2.4 压力水位计

工作原理：根据压力与水深成正比关系的静水压力原理，运用压敏元件作传感器的水位计。

压力式水位计采用先进的隔离型扩散硅敏感元件制作而成，直接投入容器或水体中即可精确测量出水位计末端到水面的高度，并将水位值通过 4-20mA 电流或 RS485 信号对外输出。

当传感器固定在水下某一测点时，该测点以上水柱压力高度加上该点高程，即可间接地测出水位。该仪器适用于不便建测井的地区。对于环境的适应性要比超声波水位计强。

压力式水位计技术指标如下：

- (1) 量程：0~5,10,15,20,25,30m 或定制
- (2) 综合精度：±0.1%FS；
- (3) 长期稳定性：±0.2%FS/年；

- (4) 供电: (8~28)VDC;
- (5) 环境温度: -10℃~80℃
- (6) 存储温度: -40℃~85℃
- (7) 信号输出: RS485/MODBUS 协议;
- (8) 防护等级: IP68;
- (9) 外壳: 不锈钢 316L 密封圈: 氟橡胶
- (10) 膜片: 不锈钢 316L;

#### 4.4.2.5 遥测终端

遥测终端机应符合 SL180-2015《水文自动测报系统设备遥测终端机》的标准。

遥测终端应满足以下技术要求:

- (1) 具有多种传感器接口;

具有远程查询（招测）模式和自报（定时、定量、定级）模式两种工作模式，支持定时自报加定量加报工作制式；有丰富的自动报汛策略，根据水位和降雨量的变化情况智能化报送数据，避免不必要的数据通讯，节省通讯费用；

- (2) 组网方式灵活，具有通信信道自动检测功能，自动切换；

(3) 通讯网络通道设计能快速完成数据通讯任务。所有报汛站的数据在 10 分钟内传输到水情中心，并完成数据处理、入库，并及时向有关单位和上级部门分发，提供信息服务；

(4) 系统具有远程校时功能，能够定时发送时钟同步信号，对报汛站进行时钟校核，确保全系统时钟同步；

- (5) 系统具有可维护性和可扩充性；

- (6) 监测终端具有死机自动复位功能，具有数据通讯失败报警功能；
- (7) 监测站以免维护蓄电池供电，太阳能板为充电电源；
- (8) 监测终端设计先进、可靠性高、记录准确、数据存储可靠、功能完善、操作直观简捷、安装方便；特别适合无人值守和有报讯任务的站点使用；
- (9) 通信速度：GPRS 下行最大 86.20kbps，上行最大 21.5kbps；
- (10) 通讯规约：可支持《水文监测数据通信规约》及《水资源监测数据传输规约》，包含全部功能码；
- (11) 远程通信方式：GPRS/北斗卫星；
- (12) 现场通信方式：RS232/蓝牙；
- (13) 固态存储器：可保存 3 年以上水位、雨量数据信息；
- (14) 设备功能：远程配置、远程升级、实时招测、蓝牙连接等；
- (15) 静态值守电流 $\leq 5\text{MA}@12\text{V}$ ，工作电流 $\leq 15\text{MA}@12\text{V}$ ；
- (16) 水位数据接口：RS485\格雷码；
- (17) 雨量数据接口：脉冲信号；
- (18) 其他功能：内部集成 GPRS 通信模块及太阳能充电控制器；可连接手机进行配置和数据查看；
- (19) 防护等级：IP65 以上。

#### 4.4.2.6 蓄电池

- (1) 主要参数：不小于 40AH/（12V）；
- (2) 安全性能：正常使用下无电解液漏出，无电池膨胀及破裂；
- (3) 放电性能：放电电压平稳，放电平台平缓；

(4)耐震动性：安全充电状态的电池完全固定，以 3mm 的振幅，16.7Hz 的频率震动一小时，无漏液，无电池膨胀及破裂，开路电压正常；

(5)耐冲击性：完全充电状态的电池从 20cm 高处自然落至 1cm 厚的硬木板上 3 次无漏液，无电池膨胀及破裂，开路电压正常；

(6)耐过放电性：25 摄氏度，完全充电状态的电池进行定电阻放电 3 星期，恢复容量在 75%以上；

(7)耐充电性：25 摄氏度，完全充电状态的电池 0.1CA 充电 48 小时，无漏液，无电池膨胀及破裂，开路电压正常，容量维持率在 95%以上；

(8)耐大电流性：完全充电状态的电池 2CA 充电 5 分钟或 10AC 放电 5 秒钟。无导电部分熔断，无外观变形；

#### 4.4.2.7 太阳能板

(1) 功率：总功率不低于 30W；

(2) 电池片：采用单晶硅片太阳电池；

(3) 组件边框：由阳极氧化优质铝合金边框制成；

(4) 钢化玻璃：表面玻璃采用钢化玻璃；

(5) 开路电压: 21.6V；

(6) 短路电流:  $\geq 4.8\text{A}$ ；

(7) 最大功率时工作电压:  $\geq 17.5\text{V}$ ；

(8) 最大功率时工作电流:  $\geq 4.4\text{A}$ ；

(9) 使用寿命长，密封性能好，免维护，安装方便、电性能稳定可靠；

（10）钢化绒面玻璃，能抗冰雹冲击，并能在高低温剧变的环境下使用；

（11）电性能参数稳定，峰值功率充足。

（12）充电控制器：具有过流、过压、过充、反极性自动保护功能，可集成在遥测终端内。

### 4.4.3 补充测量

外业补充测量主要工作内容是：新建感知站点断面测量、水尺水位高程及断面测量

#### （1）水位高程获取

1）对于能从当地获取的已安装水尺的高程，可直接引用；对于能从当地获取的附近建筑物的高程，可引测至所安装水尺的零点后引用。

2）对于周边建筑物无任何高程信息，则需对水尺零点进行高程测量，采用国家四级水准。

为便于对水利感知站点水尺零点高程进行动态监测检查和定期维护更新，应在水位监测站附近布设基本水准点。基本水准点点位选择宜选在基础稳固、远离震动干扰源的位置，要能长久保存，便于联测使用；基本水准点标志可因地制宜选择以下三种方式设置：

①埋石点：埋设水准标石或现场水泥浇筑水准测量标志；

②永久性测量标志：在附近基岩上设置永久性测量标志；

③高程测量标志：在永久性固定建筑物上设置高程测量钉。

3）需在水尺桩上每 100cm 及设计洪水位或历史最高洪水位处标注绝对高程值，并在水尺最上端标注水尺编号（如 P1，P2）。

#### （2）断面测量

每个河道横断面应不少于 8 个能反映河道特征的特征点，具体如下：左右岸断面边界点，边坡陡变点，常水位线，历史洪水位淹没点，河滩点，深泓线点（或河底点），应根据情况增加或减少；断面测量方法参考《水文普通测量规范》（SL58—2014）。

4.5 系统安全建设

4.5.1 系统安全建设概述

系统安全建设是保证网络信息安全的必需手段，用以保护网络传输的数据的安全性和完整性。加强系统的安全建设，以实现对系统实体安全、网络安全、信息安全、系统安全、运行安全实施安全管理。

首先是，构建纵深系统安全防护体系，需要继续健全信息安全管理制度，承接并同步揭阳智慧水利一期工程建设，在充分利旧的基础上继续完善系统安全基础防护功能。按照揭阳智慧水利一期等级保护二级的要求继续进行系统安全建设。因为一期建设的安全系统部署在电子政务云平台上，云平台下已有的通用信息安全建设，所以揭阳市智慧水利二期信息管理平台的相关功能模块亦在云平台上部署完善，具体要求参考《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）和《信息安全技术网络安全等级保护实施指南》（GB/T 25058-2019），遵循内容如下表所示：

表 4-4 应用系统等保二级建设内容

| 序号 | 项目名称 | 单位 | 数量 | 备注                                                                       |
|----|------|----|----|--------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 身份鉴别 | 项  | 1  | 通过身份鉴别设计，保证揭阳市智慧水利（二期）信息管理平台用户的身份标识具有唯一性；对登录系统的用户进行身份标识和鉴别；保证系统用户身份鉴别信息具 |

| 序号 | 项目名称   | 单位 | 数量 | 备注                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|--------|----|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |        |    |    | 有不易被冒用的特点，包括口令长度、复杂性和定期的更新等；对登录失败进行处理，包括结束会话、限制非法登录次数，当登录连接超时，自动退出。                                                                                                                                                                 |
| 2  | 访问控制   | 项  | 1  | 依据安全策略控制用户对客体的访问；保证系统的自主访问控制的覆盖范围包括与信息安全直接相关的主体、客体及它们之间的操作；保证自主访问控制的粒度达到主体为用户级，客体为文件、数据库表级；由授权主体设置用户对系统功能操作和对数据访问的权限；实现应用系统特权用户的权限分离，例如将管理与审计的权限分配给不同的应用系统用户；权限分离采用最小授权原则，分别授予不同用户各自为完成自己承担任务所需的最小权限，并在它们之间形成相互制约的关系；严格限制默认用户的访问权限。 |
| 3  | 安全审计   | 项  | 1  | 安全审计覆盖到应用系统的每个用户；保证安全审计记录应用系统重要的安全相关事件，包括重要用户行为和重要系统功能的执行等；保证安全相关事件的记录包括日期和时间、类型、主体标识、客体标识、事件的结果等；保证审计记录受到保护避免受到未预期的删除、修改或覆盖等。                                                                                                      |
| 4  | 剩余信息保护 | 项  | 1  | 保证用户的鉴别信息所在的存储空间，被释放或再分配给其他用户前得到完全清除，无论这些信息是存放在硬盘上还是在内存中；确保系统内的文件、目录和数据                                                                                                                                                             |

| 序号 | 项目名称  | 单位 | 数量 | 备注                                                                                                 |
|----|-------|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |       |    |    | 库记录等资源所在的存储空间，被释放或重新分配给其他用户前得到完全清除。                                                                |
| 5  | 通信完整性 | 项  | 1  | 通信双方应约定单向的校验码算法，计算通信数据报文的校验码，在进行通信时，双方根据校验码判断对方报文的有效性                                              |
| 6  | 通信保密性 | 项  | 1  | 当通信双方中的一方在一段时间内未作任何响应，保证另一方能够自动结束会话；在通信双方建立连接之前，利用密码技术进行会话初始化验证；在通信过程中，对敏感信息字段进行加密。                |
| 7  | 软件容错  | 项  | 1  | 对通过人机接口输入或通过通信接口输入的数据进行有效性检验；对通过人机接口方式进行的操作提供“回退”功能，即允许按照操作的序列进行回退；在故障发生时，保证继续提供一部分功能，确保能够实施必要的措施。 |
| 8  | 资源控制  | 项  | 1  | 保证限制单个用户的多重并发会话；对应用系统的最大并发会话连接数进行限制；对一个时间段内可能的并发会话连接数进行限制。                                         |
| 9  | 代码安全  | 项  | 1  | 对应用程序代码进行恶意代码扫描；对应用程序代码进行安全脆弱性分析。由安全测评进行统一考虑。                                                      |
| 10 | 数据完整性 | 项  | 1  | 保证能够检测到系统管理数据、鉴别信息和用户数据在传输过程中完整性受到破坏；保证能够检测到系统管理数据、鉴别信息和用户数据在存储过程中完整性受到破坏。                         |

| 序号 | 项目名称    | 单位 | 数量 | 备注                                                                                                                                                                   |
|----|---------|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | 数据保密性   | 项  | 1  | 网络设备、操作系统、数据库管理系统和应用系统的鉴别信息、敏感的系统管理数据和敏感的用户数据应采用加密或其他有效措施实现传输保密性；网络设备、操作系统、数据库管理系统和应用系统的鉴别信息、敏感的系统管理数据和敏感的用户数据应采用加密或其他保护措施实现存储保密性；当使用便携式和移动式设备时，保证加密或者采用可移动磁盘存储敏感信息。 |
| 12 | 数据备份与恢复 | 项  | 1  | 提供自动机制对重要信息进行有选择的数据备份；提供恢复重要信息的功能；提供重要网络设备、通信线路和服务器的硬件冗余                                                                                                             |

揭阳市智慧水利二期信息管理平台具体系统安全设计如下：

#### 4.5.2 应用安全

##### 1、权限控制

任何用户访问系统资源,必须得到系统的身份认证以及身份标识,如用户的用户名、密码。当然用户信息确认一致时,才能获得系统访问权限。在揭阳智慧水利（一期）信息管理平台中,已对门户通过身份认证服务做了权限控制策略传递给其他各个应用系统和通用组件,故本期不用建设。

##### 2、日志审计

为保护系统数据资源安全，对系统用户的每一次登录和其对系统重要模块的操作均记录日志，形成日志存档，完成基本的审计功能。

本期重点对防汛“四预”系统、综合职能模块进行系统日志审计建设。

### 3、应用防护

过滤每次请求参数、以及 URL 信息，防止恶意攻击。执行 sql 使用预处理方式，防范 sql 注入风险。及时升级系统中使用的框架，防止不法分子利用框架漏洞攻击等。

### 4、备份

为保证应用长期、稳定的运行。需要每周备份应用重要数据，包括用户上传的多媒体信息、应用生产配置文件等。

在揭阳智慧水利（一期）信息管理平台已建设系统备份功能，故本期不用建设。

### 5、操作系统漏洞更新

关注操作系统漏洞资讯信息，及时更新服务器操作系统修复系统漏洞。

### 6、商用密码应用建设

为贯彻《广东省省级政务信息化项目商用密码应用工作指引(2021 年修订版)》及补充通知的最新要求，进行商用密码应用的建设。建设依托于揭阳市政务云以及商用密码池，并在一期建设的等级保护二级的基础上，依照《信息安全技术信息系统密码应用基本要求》进行增建商用密码应用系统，同时完善相关要求。具体要求包括：

#### 1、物理和环境安全

a) 采用密码技术进行物理访问身份鉴别，保证重要区域进入人员身份的真实性；

b) 采用密码技术保证电子门禁系统进出记录数据的存储完整性；

c) 以上如采用密码服务，该密码服务应符合法律法规的相关要求,需依法接受检测认证的，应经商用密码认证机构认证合格；

d) 以上采用的密码产品，应达到 **GB/T 37092** 一级及以上安全要求。

## 2、网络和通信安全

a) 采用密码技术对通信实体进行身份鉴别,保证通信实体身份的真实性；

b) 采用密码技术保证通信过程中数据的完整性；

c) 采用密码技术保证通信过程中重要数据的机密性；

d) 采用密码技术保证网络边界访问控制信息的完整性；

e) 以上如采用密码服务，该密码服务应符合法律法规的相关要求,需依法接受检测认证的，应经商用密码认证机构认证合格；

f) 以上采用的密码产品，应达到 **GB/T 37092** 一级及以上安全要求。

## 3、设备和计算安全

a) 采用密码技术对登录设备的用户进行身份鉴别，保证用户身份的真实性；

b) 采用密码技术保证系统资源访问控制信息的完整性；

c) 可采用密码技术保证日志记录的完整性；

d) 以上如采用密码服务，该密码服务应符合法律法规的相关要求，需依法接受检测认证的，应经商用密码认证机构认证合格；

e) 以上采用的密码产品，应达到 **GB/T 37092** 一级及以上安全要求。

#### 4、应用和数据安全

a) 采用密码技术对登录用户进行身份鉴别,保证应用系统用户身份的真实性;

b) 采用密码技术保证信息系统应用的访问控制信息的完整性;

c) 采用密码技术保证信息系统应用的重要数据在传输过程中的机密性;

d) 采用密码技术保证信息系统应用的重要数据在存储过程中的机密性;

e) 采用密码技术保证信息系统应用的重要数据在传输过程中的完整性;

f) 采用密码技术保证信息系统应用的重要数据在存储过程中的完整性;

g) 以上如采用密码服务,该密码服务应符合法律法规的相关要求,需依法接受检测认证的,应经商用密码认证机构认证合格;

h) 以上采用的密码产品,应达到 GB/T37092 一级及以上安全要求。

#### 5、管理制度

a) 具备密码应用安全管理制度包括密码人员管理、密钥管理、建设运行、应急处置、密码软硬件及介质管理等制度;

b) 根据密码应用方案建立相应密钥管理规则;

c) 对管理人员或操作人员执行的日常管理操作建立操作规程。

#### 6、人员管理

a) 相关人员应了解并遵守密码相关法律法规、密码应用安全管理制度;

b) 建立密码应用岗位责任制度,明确各岗位在安全系统中的职责和权限;

c) 建立上岗人员培训制度,对于涉及密码的操作和管理的人员进行专门培训,确保其具备岗位所需专业技能;

d) 建立关键人员保密制度和调离制度,签订保密合同,承担保密义务。

#### 7、建设运行

a) 依据密码相关标准和密码应用需求,制定密码应用方案;

b) 根据密码应用方案,确定系统涉及的密钥种类、体系及其生存周期环节,各环节密钥管理应满足 GB/T 39786-2021 中的要求。

c) 按照应用方案实施建设;

d) 投入运行前宜进行密码应用安全性评估。

#### 8、应急处置

制定密码应用应急策略,做好应急资源准备,当密码应用安全事件发生时,按照应急处置措施结合实际情况及时处置。

### 4.5.3 数据安全

数据安全包括应用数据、数据库数据、传输数据的安全,应对策略如下。

#### 1、应用数据安全策略

应用系统产生错误时,记录详细的错误日志信息,方便根据错误日志进行错误跟踪,并回滚本次请求所有事务操作保证数据完整性。

对应用资源访问进行严格的权限控制,对重要文档、应用配置参数(数据库连接密码、地址等)信息进行加密处理。

对上传到应用的多媒体文件、以及应用软件重要文件每周日进行全量备份，防止数据丢失。

## 2、数据库数据安全策略

包括对数据库数据备份、数据保护、权限控制等内容。

### ● 用户权限控制

这是保护数据系统安全的重要手段之一，为每个分库建立不同的用户组和用户口令。口令长度不少于 20 位（必须含有数字、字母、特殊字符），每月更新 1 次口令。通过配置 IP 访问限制，缩小可以访问数据库范围。拒绝管理员用户（SYS、SYSTEM 等）远程访问。

### ● 数据保护

保护数据库日志文件，设置日志文件访问权限，每周备份一次控制文件。另外对数据库进行备份。

### ● 恢复预案

实例失败：实例失败一般是由服务器失败引起的，当数据库实例失败后，重新启动服务器，启动数据库，Oracle 检查数据文件和联机日志文件，并把所有文件同步到同一个时间点上。

磁盘损坏：先将数据库 Active/Standby 状态进行切换，然后处理磁盘损坏数据库服务器，再将停止应用（一般在用户不使用系统的晚上进行），将最新的数据同步到新的或已修理好的数据库服务器。

错误删除或修改对象：从备用库找到相关数据导出，然后导入错误删除或修改的数据库。

### ● 数据加密

将重要的数据进行加密存储，主要包括用户的密码、手机号码，站点经纬度等。加解密工作由应用系统完成。

## 3、传输数据安全策略

对敏感数据进行 DES 对称加密处理，防止数据明文在传输过程中被截获。

4、国产采用达梦数据库进行建设，达梦数据库具有高性能、稳定性好、安全性强的优点，保障数据管理平台安全可靠。

#### 4.5.4 管理安全

定期对系统业务操作人员、系统管理人员进行信息安全培训，使相关人员充分认识到信息安全的重要性，严格遵守相应的规章制度。

提醒系统用户对自己的账号、密码妥善保管，定期或不定期的修改登录密码，严格保密不向他人泄漏。

经常关注操作系统官网、系统构建框架官网获知相关安全状态及最新安全漏洞信息，以便及时更新相关软件或框架。

建立完整的应急处理流程，包括电源断电、网络中断、计算机病毒爆发、服务器设备故障、数据库安全事件、系统管理员不在岗、发生自然灾害等应对处理流程。对于重要的资源，事先预留一定的应急储备，建立硬件、软件等应急物资库，在突发应急事件发生时，统一调用。对于重要的数据要建立容灾备份，保证重要数据在遭到数据破坏后，可以紧急恢复。

#### 4.5.5 网络安全

中心将整个网络进行了安全域划分，同时配备访问控制、安全审计等安全配套设施，保障了数据中心的网络安全。具体见 3.4.4 章节

## 5. 项目管理

### 5.1 项目组织机构和人员

#### 5.1.1 实施和运维机构及组织管理

项目的建设的管理组织由局领导指定专人统筹项目建设，安排足够的人员开展建设实施，确保建设任务按时按质完成。相关单位包括项目设计单位、项目监理单位及项目承建单位。

其组织结构示意图如下：

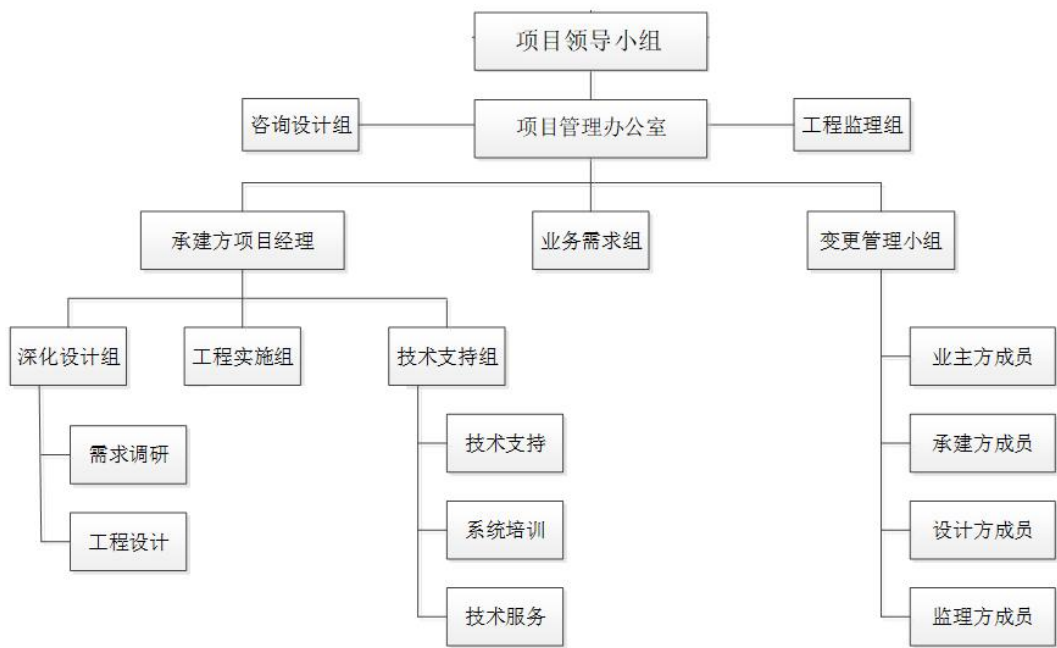


图 5-1 项目管理组织机构图

##### 5.1.1.1 项目管理原则

建设本项目必须坚持“统一规划、统一标准、分步实施、充分利用”的总体原则。

##### 1. 统一规划

制定本项目的总体规划。各有关单位要在总体规划的统一指导下进行项目的建设。

## 2. 统一标准

本项目在规范标准方面要做到采用统一的数据标准、统一的计算机技术标准、统一的网络互联技术标准。对已经有了国际标准、国家标准，或实际上的应用标准的，必须遵循。

## 3. 分步实施

按照总体目标，科学、合理制定分期目标，采用分步实施的方式，逐步实现最终目标。要注意以需求为导向，边建设边应用，通过系统应用拉动需求，进一步推动系统的建设和应用，推动数据库的建设和更新完善。

## 4. 充分利用

充分利用已有的基础设施以及已有项目成果。

### 5.1.1.2 项目管理体系

项目承建单位应根据管理要求，结合自身的项目管理体系情况，提出适合于本项目特点经过优化的项目管理体系，保障项目的顺利实施，达到项目服务质量要求。

项目管理体系应至少包括如下内容：项目组织机构；项目管理机制，包括项目计划管理、质量控制、进度控制、成本变更控制、人员管理、风险管理、内部和外部沟通机制等。

本项目实施过程中，建议采用项目经理负责制。

项目经理是受项目承担单位的法定代表人委托对所承担工程项目的全过程全面负责的项目管理者，是项目承担单位在项目上的代表人。项目经理负责整个项目的管理，他对项目的成败负完全责任，他

的工作就是掌管本项目中的各项目单位，并确保实现项目所有的目标。

在本项目中，项目经理受项目承担单位负责人和建设单位的共同领导，同时接受项目监理单位的监督。项目经理的项目管理范围是：

- 1、项目计划
- 2、项目资源计划
- 3、人员分派
- 4、项目财务管理
- 5、对任务设置优先级
- 6、风险管理
- 7、项目跟踪和控制
- 8、分包商管理
- 9、客户关系管理
- 10、领导项目小组
- 11、制定软件开发计划
- 12、制定项目任务细分列表

#### 5.1.1.3 成立项目领导小组

由于整个项目建设工作涉及从项目立项，到资金安排、建设实施等多项工作，任务重，时间紧，为使整个建设工作顺利进行，特成立本项目的领导小组。项目领导小组的主要工作是负责项目建设实施过程中重大事宜的决策，协调单位内部与各部门的关系，协调解决项目进行过程中一些重大问题。具体职责为：

- 1.提出项目应用所要达到的目标，项目涉及的范围及评价考核标准；

- 2.协调各业务部门之间的关系，调动及组织有关部门和信息小组，按计划逐步实施项目；
- 3.决定项目实施小组的人选；
- 4.制订该项目建设中各种重大指导方针、政策；
- 5.批准该项目建设重大规划；
- 6.批准项目建设工作方案、设想；
- 7.批准项目建设各方面的项目合同；
- 8.批准建设项目的立项和启动；
- 9.项目实施协调，解决项目实施中所出现的重大问题。

#### 5.1.1.4 项目管理办公室

揭阳市水利局成立揭阳智慧水利（二期）信息管理平台项目建设领导小组来负责项目实施统筹工作。项目管理办公室是整个系统的决策机构，对涉及项目的重大问题、基本方针、政策、总体工作计划、投资预算等作决策。主要职责是统一领导、规划和组织揭阳智慧水利（二期）信息管理平台项目的建设，协调和决策建设中遇到的重大和关键问题，审定项目的建设实施方案、技术方案、工程投资预算安排，审核工程进度报告，协调和管理揭阳智慧水利（二期）信息管理平台项目的建设，审批揭阳智慧水利（二期）信息管理平台项目的建设业务流程、需求和详细设计。

揭阳智慧水利（二期）信息管理平台项目将由揭阳市水利局负责具体落实，由工作小组来具体落实项目的立项采购、组织实施、技术维护等工作。

具体职责为：

- 1.组织项目招标采购；

2. 组建业务需求小组；
3. 配合项目需求的调研；
4. 准备部署环境；
5. 组织项目验收；
6. 协调与最终用户的关系。

#### 5.1.1.5 咨询设计组

项目咨询单位做好本次项目方案的编制、论证，对项目建设过程中做好设计跟进工作，对出现的有关问题提出设计意见。

1. 方案设计；
2. 设计跟进和澄清。

#### 5.1.1.6 工程监理组

项目监理单位做好本次项目建设过程的监理工作，保证系统建设过程的规范性和可控性。

1. 方案评估；
2. 过程文档评审；
3. 项目实施过程的规范性监督和合规性检查；
4. 组织项目例会；
5. 项目建设过程中的风险问题识别和追踪、改进监督。

#### 5.1.1.7 承建方项目组

项目承建单位项目经理及项目团队负责具体项目管理和实施工作，包括：

- 1.计划项目实施；
- 2.组建项目实施团队；
- 3.控制项目实施过程；
- 4.汇报项目进度；
- 5.管理项目风险；
- 6.项目变更管理；
- 7.项目计划跟踪和监控；
- 8.项目交接管理。

#### 5.1.1.8 变更管理组

由各利益方（业主方、承建单位、监理单位、设计单位）共同组建变更管理组，负责工程变更的审核、审批、控制、管理等工作。

- 1.对项目变更进行统一决策；
- 2.进行项目变更的审批；
- 3.对变更后的需求进行确认；
- 4.对最终交付产品的确认。

#### 5.1.1.9 项目监督与管理要求

1.项目监理单位将在建设单位（用户）的委托下，对项目的质量、进度、计划、验收等进行全方位的管理；

2.项目承建单位必须接受建设单位（用户）、项目监理单位对项目的管理和监督，及时向建设单位（用户）和项目监理单位同时提交各种设计方案、实施方案、计划、报告等项目文档。对于项目监理单位对项目实施过程中指出的问题，应该积极给予答复并解决。对于项目监理单位提出的整改要求，因此服从并实施整改措施。

3.项目设计方案、实施方案和进度计划应经过项目监理单位的审核同意后才能付诸实施,重要的施工环节应取得项目监理单位的同意后才能施工,施工质量应接受项目监理单位的随时检查。

## 5.1.2 技术力量和人员配备

### 5.1.2.1 人力资源配置

项目建设按照项目系统运行维护内容、方式及机构设置,为保证本项目的可靠运行,揭阳市水利局、各个业务科室、直属单位均应配置相应管理人员和技术人员,强化系统维护管理,保证系统正常运行,形成以信息化技术人员为主、业务技术人员为辅的运行维护机构。

本项目的建设由市水利局统一组织进行,成立专门的建设小组。

市水利局作为本项目的建设单位,负责全程协调指挥本项目的建设。同时与承建单位联合组建项目领导小组及项目实施办公室,共同进行项目实施。在项目实施完成并验收后,成立专门的日常运维小组。

承建单位主要包括本项目的设备提供、软件开发及系统集成单位,是本项目的具体建设者,是把系统设计进行实现的单位,在项目建设过程中这些单位将配备足够的人员技术力量及售后服务队伍。

运维单位主要包括机房 IT 环境的维护,完成定期的运维报告及网络监测报告等工作,负责平台在线应用系统的维护和监控,对突发事件作出正确快速的处理。

### 5.1.2.2 项目配备技术力量要求

项目从技术角度出发，保障平台系统稳定可靠的运行、系统设备的保障维护等工作，进行技术力量和人员配备。可应参考以下的标准配置表，安排项目实施的技术力量：

**表 5-1 项目实施单位技术力量配备表**

| 序号 | 职务       | 职责                                                                               | 人数    |
|----|----------|----------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1  | 项目总协调    | 由市水利局负责项目总体协调，把握各阶段进展情况，与各承建单位团队确定关键问题的解决方案，                                     | 2     |
| 2  | 承建单位项目经理 | 负责项目建设具体事宜，如计划安排、沟通协调、项目进展管理，问题解决等                                               | 1     |
| 3  | 项目副经理    | 协助项目经理进行工作，项目经理不在时行使项目经理权利，同时负责事项配置，原业务系统数据接口开发（协助）、配置等。系统试用或运行时保证系统运行正常，相关用户辅导。 | 3-5   |
| 4  | 质量组      | 负责系统测试工作。保证与评定系统的开发、配置质量                                                         | 3-5   |
| 5  | 调研组      | 负责系统建设的咨询、调研工作。                                                                  | 10    |
| 6  | 系统开发组    | 负责业务应用、数据中心，业务应用系统等的开发、测试工作。                                                     | 15-30 |
| 7  | 系统实施安装组  | 负责网络支撑体系的设备安装调试、各应用系统的上线调试工作。                                                    | 5-8   |
| 8  | 培训组      | 负责培训教材的编写、用户培训与辅导工作                                                              | 3-12  |
| 9  | 系统联调组    | 系统整体联调                                                                           | 3-6   |
| 10 | 维护服务组    | 系统验收后，负责维护系统的正常运行。收集用户使用意见                                                       | 5-15  |

5.2 项目实施进度

5.2.1 项目建设周期

揭阳市智慧水利二期项目实施工期为 10 个月。

5.2.2 项目实施计划

揭阳市智慧水利二期项目实施工期为 10 个月，共分为两个阶段：

（1）项目设计阶段，主要内容，可研报告编制，申请立项批复，  
时间：2022 年 9 月底；

（2）项目实施阶段，主要内容：初设报告编制，项目招投标，  
项目实施建设，时间：2022 年 10 月至 2023 年 9 月。

项目实施进程包括：需求分析与系统设计、环境搭建、设备安装  
与系统开发、部署、培训、试运行与验收，具体项目实施工期估算见  
下表：

表 5-2 实施阶段工期分布

| 序号 | 项目阶段      | 项目任务                                                               | 工期     |
|----|-----------|--------------------------------------------------------------------|--------|
| 1  | 系统设计      | 完成需求分析编制需求文档，确认物联感知点位，确认物联感知设备选型，软件原型设计，设计规范制定等；                   | 2 个月   |
| 2  | 环境搭建      | 完成系统开发所需软硬件环境的部署及搭建，采购项目实施所需物联网监测设备，确定到货周期，制定施工计划；                 | 0.5 个月 |
| 3  | 系统开发与设备安装 | 完成设备安转与调试，组织软件研发团队开展编码工作，对接外部系统与感知设备，完成主要开发任务，编制相关开发文档，为系统试运行提供保障； | 6 个月   |
| 4  | 系统部署      | 完成软件系统部署工作，编制部署实施文档；                                               | 0.5 个月 |

|   |       |                             |        |
|---|-------|-----------------------------|--------|
| 5 | 用户培训  | 完成用户手册编制，开展用户培训工作；          | 0.5 个月 |
| 6 | 系统试运行 | 完成系统试运行期间问题记录，并进行问题整改，优化性能； | 2 个月   |
| 7 | 系统验收  | 编制验收文档资料，打印成册，对验收意见进行整改。    | 0.5 个月 |

## 5.3 风险分析及对策

### 5.3.1 风险分析

本项目主要风险因素、风险识别应根据信息化项目的特点选用适当的方法。常用的方法有问卷调查、专家调查法、层次分析法、头脑风暴法等。本项目涉及的风险因素按来源进行分类，主要风险因素包括:组织风险、技术风险、建设风险等方面。

#### （1）组织风险

本项目建设涉及多类信息采集、数据处理等多个环节，各环节的有效沟通，权责的清晰划分，贯穿全过程的质量管理体系，有助于工作的长期顺利开展。

#### （2）技术风险

智慧龙华环境信息系统应随着技术水平的提高，不断革新技术方法和作业流程，提高效率。

#### （3）建设风险

项目主要建设风险在部门协调。应做好沟通协调、做好进度计划，抓住时机，使项目建设能顺利开展。行业规划数据的整合涉及多部门，应制定数据调研沟通计划，有效的协调多部门，解决数据矛盾。

### 5.3.2 风险对策与措施

根据风险的强弱，我们一般采取回避、预防、控制、转移、分散等手段来应对风险，根据本项目的风险因素分析，建议采取一定的手段来减小和规避风险。

（1）实施“一把手”工程，并制定相关制度，规避组织、管理风险。

（2）针对技术风险和工程建设风险，1. 加大人才技术储备，加强技术合作；2. 系统优化建设上要运用科学的开发方法，完善系统功能性能，并保证延续性；3. 注重网络安全和稳定，准备必要的备用方案；

（3）配备高素质人才，进行相关培训。

## 5.4 效益分析

### 5.4.1 社会效益分析

（1）有利于推进城市统筹资源布局、合理规划

通过本项目的建设，将完成水利相关的动态信息和公共信息的处理、管理、分发、挖掘、共享、维护，形成统一的数据资源池、基础支撑系统和应用系统，实现“一张图”共享应用，进一步实现水利设施数字化管理，为统筹资源布局，合理规划城市发展奠定坚实基础。

（2）有利于提升城市防洪排涝能力

通过本项目的建设，加强气象、水文等的监测，实时了解安全风险现状，当出现异常时及时进行预警，有助于工作人员根据情况采取相应措施；通过水文模型建设，滚动获取中短期的水文预报信息，为

防汛调度提供信息支撑；推进防汛“四预”功能体系建设，开展调度预演及预案成果管理，实现防洪排涝科学优化调度，提升防汛业务的时效性和科学性。

### （3）应用新一代先进技术，推动水利科技创新

本项目建设将充分利用物联网、云计算、大数据、人工智能、移动互联等各项新技术手段，全面推进水利科技创新，优化整体工作效率。通过构建智慧水利大数据中心，可以消除信息孤岛，支撑业务联动，有效解决资源整合和共享问题、信息深度开发和利用问题及决策支持方面的各项问题，实现防洪兴利智能预报调度、综合业务智能建设等业务数字化转型和智能化升级。

## 5.4.2 经济效益分析

### （1）降低水利监管行政成本的同时提升工作效率

实现水利基础设施的统一管理，提升管理效率，节约管理成本。揭阳市智慧水利平台将改变传统图纸存储业务信息的方式，并将原有独立、分散的水利设施信息整合到同一系统，形成统一的资产管理模式，有效减少由于资产状况不清、数据标准不一等造成的数据无法共享，无法为业务管理提供数据支撑等问题，从而提升了管理效率，节约了管理成本，减少了大量不必要的人力和物力投入。

### （2）增强安全运行和精准调度指挥能力

加强水雨情等地面监测能力建设，提升洪水预报精度、延长预见期，提高灾害预防和预警能力，增强对突发灾害和潜在危险的快速反应能力，确保防御措施跑在风险隐患之前，防范化解洪水、淹没等重大风险，降低人民生命和财产损失。通过防洪调度“四预”系统建设，

大幅提升短期及中期水情预报精度；预案可操作性及准确性更高，结合风险度判断，能够为揭阳市提供较为可靠的决策依据。

### （3）提升资源管理服务水平的同时发挥投资效益

本项目建设利用大数据、云计算等技术手段，全面整合揭阳市水利部门掌握的基础资料、水文资料和多年积累的信息化成果，共享集成广东省水利厅掌握的地形资料、遥感资料等，盘活存量资源价值，深度开发信息资源，实现决策科学化，优化整体工作效率。同时，项目建设将统筹管理与服务，实现资源优化配置，信息互联互通互认，促进信息基础设施、数据资源和应用系统效能最大化。

## 5.4.3 生态效益分析

### （1）有利于区域生态环境改善监管

通过现代信息化技术，建设揭阳市智慧水利综合平台，为实现提高水网业务管理效率、提高水资源的利用率、改善水生态环境的目标提供了重要的数据依据，为水利信息化建设发展促进预防灾害、改善水环境、恢复水生态提供有力技术支撑。

### （2）有利于促进区域生态环境恢复

通过揭阳市智慧水利平台的建设，加强水利工程的统一管理，通过水资源的统一合理配置，可以缓解因水资源短缺引发的对环境的影响，如保护湿地生态，为鱼类的生长、繁殖提供有利条件，防止生态环境的进一步恶化。

5.5 运行维护

5.5.1 运维服务

对于本项目的维护管理工作要求：建立售后服务团队对项目售后服务进行技术支持，工程维护阶段，系统软件每月巡查一次。

当接收到报修电话时，按以下维修服务工作要求进行维护：

（1）维护人员在现场维护时，应有明显标志佩带工作证，以便认别。

（2）建立维护质量档案，每次发生的故障及维修事项均应作简明记录，便于汇总系统的运行情况及系统易出现故障的所在，并针对洁具易出现的故障，采取必要的措施防止。

（3）进行定期或不定期的巡查回访工作，主动征询管理人员及用户的意见，发现问题及时处理。

（4）接到工作人员或用户报告故障电话后做好记录，及时响应处理；紧急情况立即派不低于 2 人的小组赶往现场及时处理。

（5）维护人员根据维护情况，主动反馈给本单位管理人员，并签字确认。

5.5.2 售后服务响应

本系统的售后免费服务周期为 1 年，售后支持电话响应时间为立即响应，现场支持使用时间为原则上 4 小时内修复，并提供 7×24 小时现场服务支持。

表 5-3 故障级别定义表

| 障级<br>别 | 故障现象 | 典型事件 | 电话<br>响应 | 现场响应 | 恢复<br>使用 |
|---------|------|------|----------|------|----------|
|---------|------|------|----------|------|----------|

|      |                           |                                                                                    |    |                    | 时间  |
|------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------|-----|
| 一级故障 | 系统宕机或关键性故障导致系统不可用         | 系统中止（不能保存进行中的工作）；<br>系统功能性故障导致数据丢失或系统不可用；<br>系统功能性故障致使系统失效；<br>系统故障致使关键任务应用程序重新启动。 | 立即 | 本地工程师立即响应，1小时内到现场  | 4小时 |
| 二级故障 | 系统性能严重损坏，但系统仍可正常运行        | 系统较频繁地发生故障，但未导致数据丢失；<br>管理系统发生了严重的、但可预测的故障；<br>系统性能严重降低。                           | 立即 | 本地工程师立即响应，2小时内到现场  | 2小时 |
| 三级故障 | 系统出现直接影响服务、导致性能或服务部分退化的故障 | 断续或间接的影响系统功能和服务；<br>系统部分配置修改；                                                      | 立即 | 本地工程师立即响应，2小时内到现场， | 2小时 |
| 四级故障 | 系统运行仅受到有限的影响或未受到严重影响      | 对性能和功能或产生有限的影响或未产生直接影响的缺陷。                                                         | 立即 | 本地工程师立即响应，2小时内到现场  | 2小时 |

## 5.6 培训计划

### 5.6.1 培训计划概述

操作培训是保证客户正确使用、发挥应有功效的基础,任何产品,在保证人性化操作的同时,也要求使用者按操作手册进行操作,才能使智慧水利（二期）平台发挥应有的作用,达到监管的目的与目标。

对项目的培训主要是使用、管理、维护人员的培训和操作使用的培训。

维护是长期有效运行的保证,只有做好日常维护工作,才能保证长期稳定使用,根据项目情况及各阶段对相关人员进行相应的系统性培训,并按计划做好维护工作。

设备安装调试完毕,进入试运行阶段。在调试阶段,维护、管理人员介入,一起参与调试工作,了解整体情况及原理。

在移交期间,需要对使用、管理、维护人员重点进行以下培训:

- (1) 设备安装位置说明
- (2) 基本原理及功能
- (3) 工作流程
- (4) 规章制度
- (5) 基本维护
- (6) 紧急情况应急处理报修处理规范

为使操作管理人员能熟练地使用、管理、修改整个平台,中标供应商需要针对项目的特点制定了培训计划。

### 5.6.2 培训内容

本项目调试开通后，中标供应商为客户提供培训。培训前，将该系统有关人员发放培训手册，手册内容包括基本操作、权限设置，故障排除，维护说明等项目。

为用户提供的培训包括以下内容：

- （1）系统架构及功能特点；
- （2）各个子系统的构成及工作原理；
- （3）系统运行过程中的维护；
- （4）疑难问题解答。

对整个项目的运行和原理有充分的了解，理解设计意图和思想。

6. 项目概算

6.1 项目总概算

揭阳市智慧水利（二期）信息管理平台的投资总概算为 410.452 万元，详见项目总概算表和项目预算明细表。

表 6-1 项目总概算表

| 揭阳智慧水利（二期）信息管理平台项目预算表 |       |                          |             |
|-----------------------|-------|--------------------------|-------------|
| 汇总表                   |       |                          |             |
| 序号                    | 类型    | 主要内容                     | 预算金额<br>(元) |
| 1                     | 基础设施  | 物联感知三要素监测站（雨量、<br>水位、图像） |             |
|                       |       | 数据服务以及购买                 |             |
| 2                     | 软件开发  | 防汛“四预”系统建设               |             |
|                       |       | 综合职能模块建设                 |             |
|                       |       | 水利专业模型建设                 |             |
|                       |       | 系统集成                     |             |
|                       |       | 管理平台手机移动端建设              |             |
| 3                     | 第三方服务 | 监理服务                     |             |
|                       |       | 商用密码方案评估费                |             |
|                       |       | 商用密码系统评估费                |             |
|                       |       | 系统安全建设                   |             |
| 总价                    |       |                          |             |

## 6.2 编制依据

1. 广东省省级政务信息化服务预算编制标准（软件开发服务分册）；
2. 广东省省级政务信息化服务预算编制标准（运维服务分册）；
3. 广东省省级政务信息化服务项目立项审批细则；
4. 《关于印发建设项目经评价方法与参数的通知》发改投资[2006]1325号，国家发展改革委和建设部；
5. 《建设项目经济评价方法与参数（第三版）》，国家计委和建设部发布；
6. 《国家电子政务工程建设项目管理暂行办法》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第55号）；
7. 《关于工程建设其他项目划分暂行规定》、《关于改进建筑安装工程费用项目划分的若干规定》，国家计委发布；
8. 《中华人民共和国海关进出口货物征税管理办法》；
9. 《国家计委关于印发<招标代理服务收费管理暂行办法>的通知》国家计委计价格[2002]1980号；
10. 《全国统一安装预算定额》，国家计委发布；
11. 《计算站场地技术条件》（GB2887-89）、《计算站场地安全要求》（GB9361-88）；
12. 《软件开发和服务项目价格构成及评估方法》，中国软件行业协会制定，上海市软件行业协会编写；
13. 《关于软件系统维护的收费推荐价格》，中国软件行业协会发布；
14. 《信息系统工程造价指导书》，深圳市信息工程协会和广东省价格协会编制；
15. 《电子政务工程软件项目费用构成及概算方法（V1.0）》，广东软件行业协会发布；

16. 广东省地方标准《政府投资应用软件开发项目价格评估及计算方法》，广东省质量技术监督局 2009-08-06 发布；
17. 《信息系统工程监理暂行规定》信部信[2002]570 号，中国信息产业部发布；
18. 《招标代理服务收费管理暂行办法》计价格[2002]1980 号；
19. 《关于加强国家电子政务工程建设项目信息安全风险评估工作的通知》发改高技[2008]2071 号；
20. 《工程勘察设计收费管理规定》计价格[2002]10 号
21. 《建设工程监理与相关服务收费管理规定》发改价格[2007]670 号
22. 其他有关经济法规和文件；
23. 业主单位和有关专业机构提供的主要设备与材料清单以及相关文字说明。

6.3 项目投资明细概算表

表 6-2 软件开发建设投资概算表

| 揭阳智慧水利（二期）信息管理平台-软件开发建设投资概算表 |            |        |          |                                                        |              |          |                 |           |
|------------------------------|------------|--------|----------|--------------------------------------------------------|--------------|----------|-----------------|-----------|
| 序号                           | 一级建设内容     | 二级建设内容 | 三级建设内容   | 工作内容                                                   | 工作量<br>(人·日) | 人员<br>级别 | 费用单价(元/<br>人·日) | 金额<br>(元) |
| 1                            | 防汛“四预”系统建设 | 态势感知   | 图层及底图管理  | 对数据底板底图切换、视图操作以及图层的显示与隐藏、显示范围进行管理。                     |              |          |                 |           |
| 2                            |            |        | “四情”形势分析 | “四情”形势分析结合揭阳市“四情”（雨情、水情、险情、灾情），明晰当前的洪涝潮防御形势，确定调度任务与目标。 |              |          |                 |           |

|   |  |      |          |                                                                |  |  |  |  |
|---|--|------|----------|----------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| 3 |  | 预报应用 | 降雨预报统计分析 | 对接入的网格点状气象预报产品进行插值处理，生成面状雨量分布图，根据流域水系分区统计面平均雨量。                |  |  |  |  |
| 4 |  |      | 预报模型方案管理 | 主要包括模型管理、方案构建、方案管理、模型参数管理、预报河系管理等功能。                           |  |  |  |  |
| 5 |  |      | 水量预测     | 采用榕江河区域定量降雨预报与相关定制的水文预报模型耦合的方法，实现榕江河的应急水量预报调度一体化模拟预测断面日平均流量预报。 |  |  |  |  |
| 6 |  |      | 预报成果评估   | 对榕江河区域的洪水预报成果进行评估。                                             |  |  |  |  |
| 7 |  | 预警应用 | 预警指标设置   | 基于水文站、水库的防洪抗旱预警指标体系，设置内部、外部预警指判断指标以及是否预警等功能。                   |  |  |  |  |

|    |  |          |                   |                                                                               |  |  |  |  |
|----|--|----------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| 8  |  |          | 预警判<br>别与指<br>示   | 依据实时和预报结果对重要控制站的水雨<br>情预警，对预报未来可能存在淹没影响的乡<br>镇进行淹没风险提示。                       |  |  |  |  |
| 9  |  |          | 预警对<br>象选择<br>与发布 | 对预警信息进行发布、查询等功能，信息发<br>布支持邮件、短信、传真、喇叭等多种方式。                                   |  |  |  |  |
| 10 |  | 预演应<br>用 | 洪水预<br>演场景        | 结合预报结果，动态反映下游影响区域的水<br>位流量过程，重点展示河道水位、流量，将<br>洪水水位预报成果与沿程堤防（圩堤、湖畈<br>等）高程相比较。 |  |  |  |  |
| 11 |  | 预案应<br>用 | 优选调<br>度方案        | 对比提出最优推荐调度方案，并通过可视化<br>手段直观展示，自动形成文本材料。                                       |  |  |  |  |
| 12 |  |          | 预案智<br>能生成        | 基于控制断面洪水过程、河道洪水演进过<br>程、洪水淹没过程等预演结果，实时化生成<br>该事件下的行动计划预案。                     |  |  |  |  |

|    |                  |          |            |                                                                               |  |  |  |  |
|----|------------------|----------|------------|-------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
|    |                  |          |            |                                                                               |  |  |  |  |
| 13 | 综合职<br>能模块<br>建设 | 计财模<br>块 | 报表导<br>入模块 | 模块可将广东省水利建设投资计划执行管<br>理系统中导出的表格，无损的导入到模块<br>中，并能够再窗口中实现同等样式的显示功<br>能。         |  |  |  |  |
| 14 |                  |          | 数据分<br>析模块 | 模块可以自选一个或多个分析要素，并设置<br>起止时间，生成对应的分析图表，以便直观<br>的展示分析结果，帮助使用者更便捷的完成<br>相关的财务工作。 |  |  |  |  |
| 15 |                  |          | 进度提<br>醒模块 | 模块可根据到款进度信息设置节点进行提<br>醒，在达到设置节点的时间时，自动发布进<br>度信息进行提醒。                         |  |  |  |  |
| 16 |                  |          | 进度排<br>名模块 | 模块可根据年度对下属各单位相关项目资<br>金的各项进度进行排名，在列表中进行展                                      |  |  |  |  |

|    |  |          |        |                                         |  |  |  |  |
|----|--|----------|--------|-----------------------------------------|--|--|--|--|
|    |  |          |        | 示，同时具备排名发布功能。                           |  |  |  |  |
| 17 |  |          | 资金去向模块 | 模块可以通过选择或搜索的方式确定显示对象，在模块中显示所选对象的资金去向信息。 |  |  |  |  |
| 18 |  |          | 进度展示模块 | 模块会根据每月跟新的实时信息，在模块中以表格形式展示每月的支出进度信息。    |  |  |  |  |
| 19 |  | 农村水利水电模块 | 资料上报模块 | 该模块可对中小灌区、水电站、农村供水、排涝泵站等水利工程报表进行信息录入。   |  |  |  |  |
| 20 |  |          | 科室审查模块 | 该模块包含数据排查、区间报价、问题清单等辅助功能子模块开发。          |  |  |  |  |
| 21 |  |          | 反馈整改模块 | 该模块可对中小灌区、水电站、农村供水、排涝泵站等水利工程报表进行问题反馈。   |  |  |  |  |
| 22 |  |          | 确认备案模块 | 该模块可对中小灌区、水电站、农村供水、排涝泵站等水利工程报表进行信息备案。   |  |  |  |  |

|    |  |        |              |                                              |  |  |  |  |
|----|--|--------|--------------|----------------------------------------------|--|--|--|--|
| 23 |  |        | 工程数据展示       | 在农村水利水电模块首页中，展示各农村水利水电工程的图标、位置，并在图标显示重要工程数据。 |  |  |  |  |
| 24 |  |        | 在建水利工程材料上报模块 | 该模块可对在建水利工程项目进行材料上报录入。                       |  |  |  |  |
| 25 |  | 水利督察模块 | 在建水利工程材料审查模块 | 该模块可对上报的材料进行电子化审查办公。                         |  |  |  |  |
| 26 |  |        | 在建水利工程材料审批模块 | 该模块可对上报的材料进行电子化审批办公。                         |  |  |  |  |

|    |  |  |                |                                              |  |  |  |  |
|----|--|--|----------------|----------------------------------------------|--|--|--|--|
| 27 |  |  | 在建水利工程材料整改落实模块 | 该模块可对在建水利工程项目上报的材料进行整改批复。                    |  |  |  |  |
| 28 |  |  | 在建水利工程材料备案归档模块 | 该模块可对整改好的材料进行备案归档。                           |  |  |  |  |
| 29 |  |  | 工程数据展示         | 该模块将检测单位、水利工程、检测工程、检测指标等信息按不同维度在系统中进展统计分析展示。 |  |  |  |  |
| 30 |  |  | 工地视频接入         | 该接口可以为在建水利工程项目提供摄像头视频流接入功能。                  |  |  |  |  |

|    |          |         |        |                                                                                                                         |  |  |  |  |
|----|----------|---------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
|    |          |         | 模块     |                                                                                                                         |  |  |  |  |
|    |          |         |        |                                                                                                                         |  |  |  |  |
| 31 | 水利专业模型建设 | 数据收集与处理 | 底图数据处理 | 底图数据处理。对建模对象涉及的电子地图原始数据进行加工处理。主要工作内容包括：提取地图数据要素，构建洪涝淹没、损失评估基础底图。基础图层加工包括闸泵站、雨量站、水位站、流量站、土地利用类型、DEM、河道水位底图、内涝淹没底图 8 种类型。 |  |  |  |  |
| 32 |          |         | 基础数据处理 | 设计暴雨复核、设计潮位推求。对揭阳市各水文站实测多年水文资料进行整理，逐年选取每年中各时段的最大面暴雨量（称年最大选样法），组成面暴雨量系列，并审查系列的代表性；然后，分别对各时段暴雨量系列进                        |  |  |  |  |

|    |  |  |           |                                                                                           |  |  |  |  |
|----|--|--|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
|    |  |  |           | 行水文频率分析，并对频率分析成果作合理性检查，频率使用（10 年、20 年、50 年、100 年一遇）对设计暴雨推求结果进行校核修正；并采用年频率统计的方法来推求模型的设计潮位。 |  |  |  |  |
| 33 |  |  | 标准库<br>构建 | 模型事件库：主要包括设计洪水过程、预报洪水过程以及实测洪水过程等事件库的构建，用于存储模型计算的边界条件和初始条件。                                |  |  |  |  |
| 34 |  |  | 标准库<br>构建 | 模型网络库：主要包括产汇流计算模型、二维水力学模型等，用于水文与水力学计算的地理图层、河道断面、工程节点、工程链接、河网交汇等各类实体模型库构建。                 |  |  |  |  |

|    |        |        |                                                                                       |  |  |  |  |
|----|--------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| 35 | 二维模型构建 | 线状地物处理 | 对道路的节点进行均匀化抽稀处理，然后根据道路测量高程点对道路进行打断，并将高程点作为分段道路的高程，并对交汇点进行修正，使所有交汇点都完全拟合，作保护区内挡水建筑物处理。 |  |  |  |  |
| 36 |        | 堤防地形修正 | 根据堤防矢量数据和堤防高程对地形进行修正。                                                                 |  |  |  |  |
| 37 |        | 网格划分   | 以计算域外边界、区域内堤防、阻水建筑物、较大河渠、主要公路、铁路作为依据进行网格划分，充分反映计算域的特征。采用无结构不规则网格，河道、湖荡等网格加密控制。        |  |  |  |  |
| 38 |        | 糙率分区   | 根据不同下垫面信息，确定不同区域的糙率值，将下垫面数据导入模型，创建糙率分区，并设置不同的糙率。                                      |  |  |  |  |

|    |  |            |          |                                                                       |  |  |  |  |
|----|--|------------|----------|-----------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| 39 |  | 水库来水预报统计模型 | 横江水库统计模型 | 对横江水库历史预报方法进行整编入库，并开发统计模型。                                            |  |  |  |  |
| 40 |  | 统计模型       | 龙颈水库统计模型 | 对龙颈水库历史预报方法进行整编入库，并开发统计模型。                                            |  |  |  |  |
| 41 |  | 水库下泄洪水演进模型 | 模型构建     | 构建横江水库、龙颈水库至三洲坝下泄洪水马斯京根模型。                                            |  |  |  |  |
| 42 |  | 区域产汇流和水库来  | 绘制泰森多边形  | 依据流域内雨量站分布情况，绘制泰森多边形。根据对雨量站的基础信息及分布情况分析，同时考虑流域内雨量站信息的数据量和准确性，绘制泰森多边形。 |  |  |  |  |

|    |  |           |                 |                                                                   |  |  |  |  |
|----|--|-----------|-----------------|-------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| 43 |  | 水预报<br>模型 | 集水区<br>划分       | 依据地形及管网条件划分集水区。                                                   |  |  |  |  |
| 44 |  |           | 降雨产<br>流计算      | 集水区内降雨直接降到二维计算网格上，根据各个网格土地利用类型、土壤类型等进行产流计算，土地利用类型共6类，均需要单独设定计算参数。 |  |  |  |  |
| 45 |  |           | 坡面汇<br>流计算      | 据网格之间的高程差别，采用二维模型计算方法计算汇流过程。                                      |  |  |  |  |
| 46 |  |           | 河道汇<br>流计算      | 对流域范围内所有河道水位监测点的实际水位与预报水位进行复核分析。                                  |  |  |  |  |
| 47 |  |           | 淹没区<br>汇流计<br>算 | 当淹没水深高于河流两岸高程时，河道与淹没区域产生水流交换。                                     |  |  |  |  |
| 48 |  | 模型率<br>定  | 参数选<br>定        | 对模型的各项参数进行归纳总结，选出对模型产生影响的参数，如河道糙率、降雨因数、                           |  |  |  |  |

|    |  |           |         |                                                                                          |  |  |  |  |
|----|--|-----------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
|    |  |           |         | 地下水补充时间常数等。                                                                              |  |  |  |  |
| 49 |  |           | 参数敏感性分析 | 基于特定场景降雨利用模型进行计算，至少选取出口断面水位作为评判标准，针对选定的参数，分析参数值变化程度对各断面水位变化程度的影响，选出敏感程度较高的参数作为模型需要率定的参数。 |  |  |  |  |
| 50 |  |           | 参数率定    | 至少采用 2 次典型洪水过程对参数进行率定，此处率定的参数包括所有的敏感性参数，参数预估 12 个。                                       |  |  |  |  |
| 51 |  | 模型验证      | 参数验证    | 至少采用 1 次典型洪水过程对模型及各参数进行验证。                                                               |  |  |  |  |
| 52 |  | 现状工程调度方案分 | 汇流过程分析  | 选取暴雨特征条件 4 组，潮位特征条件 2 组，两两组合，共 8 组特征条件。分别对现状工程调度方案下河涌汇流过程进行分析，分析                         |  |  |  |  |

|    |      |            |      |                                                                       |  |  |  |  |
|----|------|------------|------|-----------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
|    |      | 析          |      | 现状条件下关注河涌断面水位、流量等特征指标。                                                |  |  |  |  |
| 53 |      | 行洪排涝过程分析   | /    | 选定降雨时间段，根据与气象部门相关系统对接的实时降雨数据以及在制定的调度方案，分析河道行洪排涝过程。                    |  |  |  |  |
| 54 |      | 现状调度方案问题分析 | /    | 支持对现状调度方案进行问题分析与优化建议。                                                 |  |  |  |  |
|    |      |            |      |                                                                       |  |  |  |  |
| 55 | 系统集成 | 数据流程       | 数据汇集 | 通过任务调度引擎汇集水利行业数据，包括江河湖泊等基础数据、水利工程基础数据、水位特征信息、站网实时监测、以及水文预报等数据，汇集原始数据。 |  |  |  |  |

|    |  |        |        |                                                                        |  |  |  |  |
|----|--|--------|--------|------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| 56 |  |        | 数据服务   | 将“四预”系统数据库中的各业务数据进行整合和归并，形成相关业务场景集的数据，并通过标准化接口对系统各模块提供数据服务。            |  |  |  |  |
| 57 |  | 数据接口开发 | 基础数据接口 | 主要提供包括行政区划基本信息、社会经济数据、水利工程基本信息、河道基本信息、断面基本信息、测站基本信息、险情点基本信息、流域水系空间信息等。 |  |  |  |  |
| 58 |  |        | 监测数据接口 | 主要提供包括预报降雨、实测降雨、气象预报、水位实测、预报方案、预报模型计算、预报结果等。                           |  |  |  |  |
| 59 |  |        | 预警数据接口 | 主要提供包水库预警、河道预警、断面预警、降雨预警等。                                             |  |  |  |  |
| 60 |  |        | 预演数据接口 | 主要提供包括方案优选、淹没要素值及其空间分布、断面情况、风险评估、淹没损失统                                 |  |  |  |  |

|    |  |      |         |                                                              |  |  |  |  |
|----|--|------|---------|--------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
|    |  |      |         | 计等。                                                          |  |  |  |  |
| 61 |  |      | 预案数据接口  | 主要提供包括江河防御洪水方案、江河洪水调度方案、应急水量调度方案、水工程汛期调度方案、超标洪水防御预案等数据服务。    |  |  |  |  |
| 62 |  | 软件集成 | /       | 主要包括二期业务系统建设、网络安全体系等建设内容中所购置的各类软件。                           |  |  |  |  |
| 63 |  | 数据集成 | 水雨情数据接入 | 充分利用现有数据资源成果，采用直接访问数据源的方式，集成接入智慧水利“一期”信息平台 186 个水位、雨量站点监测数据。 |  |  |  |  |
| 64 |  |      | 气象数据接入  | 对接入的网格点状气象预报产品进行插值处理，生成面状雨量分布图，成果以服务的形式提供系统集成。               |  |  |  |  |
| 65 |  |      | 地形数据接入  | 接入榕江河流域范围约 1800km <sup>2</sup> 的 1:100000（10 米精度）地形数据，更新频率   |  |  |  |  |

|    |  |  |        |                                                                 |  |  |  |  |
|----|--|--|--------|-----------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
|    |  |  |        | 为 3-5 年一次，服务于二维实景变化程度评估、洪水淹没分析等多个场景。                            |  |  |  |  |
| 66 |  |  | 河道数据接入 | 接入河涌河口位置、河源位置、河涌警戒水位、保证水位、堤顶高程等数据，为防汛“四预”系统构建水力模型提供数据支撑。        |  |  |  |  |
| 67 |  |  | 潮位数据接入 | 接入榕江下游潮位站 1 个，为防汛“四预”系统中的水力模型确定下游边界提供数据支撑。                      |  |  |  |  |
| 68 |  |  | 道路数据接入 | 接入道路拓扑关系，道路高程等数据，为防汛“四预”系统构建水力模型提供数据支撑。                         |  |  |  |  |
| 69 |  |  | 业务数据接入 | 业务数据目前包括上游水库的预报调度规则信息、业务公文信息、水利工程档案相关材料、计划财务相关材料、农村水利水电工程相关资料等。 |  |  |  |  |

|    |  |        |            |                                                                                                             |  |  |  |  |
|----|--|--------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| 70 |  | 地图数据服务 |            | 揭阳市智慧水利二期系统门户集成一期系统地图服务接口。同时建设相关标准化服务接口和工具，为其它业务应用系统提供地理空间数据管理、空间分析、地图可视化等服务调用支撑。                           |  |  |  |  |
| 71 |  | 门户集成   | /          | 二期系统必须与一期系统门户中的身份认证体系集成，实现通过统一用户登录进行用户身份鉴别。二期系统必须同步一期系统的部门组织架构，并在此基础上建立角色权限管理，为不同的用户或部门提供访问二期系统时不同的功能和数据权限。 |  |  |  |  |
| 72 |  | 数据治理   | 水务水利汇聚管理系统 | 建立水务水利汇聚管理系统，采用微服务技术进行各类数据服务的开发封装，为各类数据的访问提供服务化接口，达到数据访问的规范、安全及松耦合性。                                        |  |  |  |  |

|    |             |          |          |                                                                |  |  |  |  |
|----|-------------|----------|----------|----------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| 73 |             | 数据运维管理   | 内部数据集成共享 | 通过统一的基础数据维护工具，实现市数据基础管理对象基础信息的统一维护和管控，确保基础数据的存储、更新、获取使用同一个数据库。 |  |  |  |  |
| 74 |             | 水利模型集成   | 水利模型集成   | 水利模型集成，提供模型并行计算、任务调度、进度反馈、计算结果等集成服务。                           |  |  |  |  |
|    |             |          |          |                                                                |  |  |  |  |
| 75 | 管理平台手机移动端建设 | 首页一张图    | /        | 主要包括提供整个功能的界面入口，包括站点信息、水情信息、雨情信息、预警信息、视频监控查阅等模块入口。             |  |  |  |  |
| 76 |             | 实时监测数据展示 |          | 主要包括实时雨情、实时水情等预警信息。                                            |  |  |  |  |

|    |          |                                                                        |  |  |  |  |
|----|----------|------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| 77 | 预警信息推送   | 信息的自动推送，主要包括实时水雨情信息及预警信息。雨量站点达到暴雨级别、水位站超过警戒水位及站点电压偏低等异常情况下，均进行信息的即时推送。 |  |  |  |  |
| 78 | 站点信息查询   | 将 GIS 技术与实时数据相结合，对资源数据和信息进行采集、储存、管理、显示和描述。                             |  |  |  |  |
| 79 | 视频监控查阅   | 通过调用已有的视频监控站接口，能够实时、直接地了解和掌握监控现场的实际情况。                                 |  |  |  |  |
| 80 | 水利工程信息查询 | 通过适配已有的水利工程模块，兼容移动端页面，实现对各水利工程相关信息查询。                                  |  |  |  |  |
| 81 | 数据库接口    | 系统数据库接口主要是揭阳智慧水利信息管理平台实时信息数据库接口，为系统实时监控提供数据支持。                         |  |  |  |  |

|    |  |      |  |                     |  |  |  |  |
|----|--|------|--|---------------------|--|--|--|--|
| 82 |  | 系统集成 |  | 主要包括数据集成、门户集成和数据共享。 |  |  |  |  |
|    |  |      |  |                     |  |  |  |  |
| 总价 |  |      |  |                     |  |  |  |  |

表 6-3 硬件基础设施投资概算表

| 揭阳智慧水利（二期）信息管理平台-硬件基础设施投资概算表 |              |          |                    |                                                                                         |   |    |           |           |
|------------------------------|--------------|----------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-----------|-----------|
| 序号                           | 一级建设内容       | 名称       | 参考品牌<br>型号         | 主要性能指标                                                                                  | 套 | 数量 | 单价<br>（元） | 总价<br>（元） |
| 1                            | 物联感知三要素监测站（雨 | 水联网遥测终端机 | 华南水电高新/北京基康仪器/深圳宏电 | 1)通信速度：GPRS 下行最大 86.20kbps，上行最大 21.5kbps<br><br>2)通讯规约：可支持《水文监测数据通信规约》及《水资源监测数据传输规约》，包含 | 台 | 2  |           |           |

|   |          |     |                        |                                                                                                                                                                        |   |   |  |  |
|---|----------|-----|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|
|   | 量、水位、图像) |     | 技术                     | 全部功能码<br>3) 远程通信方式: GPRS/北斗卫星<br>4) 现场通信方式: RS232/蓝牙<br>5) 固态存储器: 可保存 3 年以上水位、雨量数据信息<br>6) 工作环境: $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度 $< 95\%$<br>(4℃) |   |   |  |  |
| 2 |          | 水位计 | 航征仪器/<br>古大仪表/<br>恒星物联 | 1) 分辨力: 1mm<br>2) 量程范围: 10m<br>3) 测量误差: $\leq \pm 1\text{cm}$<br>4) 工作温度: $-10^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$<br>5) 防护等级: IP67                               | 个 | 2 |  |  |
| 3 |          | 雨量筒 | 南水/伟思<br>水务/丰泽<br>水文   | 1) 承雨器内径: 直径 200mm, 外刃口角度 $45^{\circ}$<br>2) 分辨率: 0.5mm<br>3) 降雨强度测量范围: 0.01~4mm/min                                                                                   | 个 | 2 |  |  |

|   |  |       |                        |                                                                                                                                                                                                                                           |   |   |  |  |
|---|--|-------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|
|   |  |       |                        | 4) 翻斗计量误差: $\leq \pm 4\%$<br>5) 自身排水量 $>25\text{mm}$ 时, 误差为 $\pm 4\%$<br>6) 可靠性指标: MTBF $>20000$ 小时<br>7) 工作环境: 工作温度 $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度 $\leq 95$ ( $40^{\circ}\text{C}$ )<br>8) 输出信号方式: 磁钢-干簧管式接点通断信号 |   |   |  |  |
| 4 |  | 高清摄像头 | 海康威视/<br>天地伟业/<br>大华球机 | 1) 供电: 12-16V<br>2) 传感器类型: 1/1.2" Progressive Scan CMOS<br>3) 有效像素: 800 万<br>4) 分辨率: $3840 \times 2160$ @20 fps<br>5) 网络协议: TCP/IP<br>6) 接口协议: API<br>7) 网络存储: 支持 NAS (NFS, SMB/CIFS 均支                                                   | 个 | 2 |  |  |

|   |  |             |                        |                                                  |   |   |  |  |
|---|--|-------------|------------------------|--------------------------------------------------|---|---|--|--|
|   |  |             |                        | 持)                                               |   |   |  |  |
| 5 |  | 通信费用        | 移动/联通<br>/电信           | 1) 4G: 30M/月                                     | 项 | 2 |  |  |
| 6 |  | 设备机箱        | 加工厂定<br>制              | 1) 材质: 镀锌铁板                                      | 个 | 2 |  |  |
| 7 |  | 立杆及安<br>装支架 | 加工厂定<br>制              | 1) 材质: 镀锌管<br>2) 规格: 114 MM                      | 套 | 2 |  |  |
| 8 |  | 太阳能板        | 瑞诚光电<br>科技/智针<br>能源科技/ | 1) 功率: 50W<br>2) 防水等级: IP65<br>3) 功率差: $\pm 3\%$ | 块 | 2 |  |  |

|    |  |      |                                        |                                                                    |   |   |  |  |
|----|--|------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|
|    |  |      | 北京五洲<br>驭新科技                           | 4) 峰值电压: 18V<br>5) 峰值电流: 2.22A<br>6) 开路电压: 21.6V<br>7) 短路电流: 2.44A |   |   |  |  |
| 9  |  | 蓄电池  | 瑞诚光电<br>科技/智针<br>能源科技/<br>北京五洲<br>驭新科技 | 1) 类型: 铅酸蓄电池<br>2) 容量: 42Ah, 12V                                   | 块 | 2 |  |  |
| 10 |  | 水准测量 | 同辉测绘/<br>海南尚宜<br>勘测/揭阳                 | 1) 采用国家四级水准                                                        | 点 | 2 |  |  |

|    |          |        |                                |                                                                                  |   |   |  |  |
|----|----------|--------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|
|    |          |        | 科测科技                           |                                                                                  |   |   |  |  |
| 11 |          | 雨量筒校准  | /                              | /                                                                                | 点 | 2 |  |  |
| 12 |          | 安装调试   | /                              |                                                                                  | 项 | 2 |  |  |
| 13 |          | 断面测量   | 同辉测绘/<br>海南尚宜<br>勘测/揭阳<br>科测科技 | 1) 左右岸断面边界点<br>2) 边坡陡变点<br>3) 常水位线<br>4) 历史洪水位淹没点<br>5) 河滩点<br>6) 深泓线点（或河底点）     | 项 | 2 |  |  |
| 14 | 数据服务以及购买 | 河涌实测断面 | 同辉测绘/<br>海南尚宜<br>勘测/揭阳<br>科测科技 | 在榕江河流域揭阳境内出口处实测 1 条河道断面为水利模型提供基础资料，测量内容为：左右岸断面边界点，边坡陡变点，常水位线，历史洪水位淹没点，河滩点，深泓线点（或 | 1 | 项 |  |  |

|    |    |            |                                       |                                                                      |      |            |  |  |
|----|----|------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------|------------|--|--|
|    |    |            |                                       | 河底点)                                                                 |      |            |  |  |
| 15 |    | 地形数据<br>资料 | 广舆图数<br>据技术/星<br>火空间信<br>息技术/航<br>空五局 | 1)揭阳市榕江河流域主城区范围约 300km² 的<br>1:10000 (1 米精度) 地形数据                    | 300  | km² /<br>元 |  |  |
| 16 |    |            |                                       | 2)揭阳市榕江河流域非主城区范围约 1500km² 不低于 12.5 米精度地形数据                           | 1500 | km² /<br>元 |  |  |
| 17 |    | 降雨预报<br>数据 | 象辑科技/<br>心知科技/<br>云流科技                | 揭阳市榕江河流域范围约 1800km² 内的降雨<br>网格数据, 短期预报未来 24h、时间分辨率<br>1h、空间分辨率 1KM   | 1    | 元/<br>年    |  |  |
| 18 |    |            |                                       | 揭阳市榕江河流域范围约 1800km² 内的降雨<br>网格数据, 中长期预报未来 7 天、时间分辨<br>率 1h、空间分辨率 1KM | 1    | 元/<br>年    |  |  |
|    | 总价 |            |                                       |                                                                      |      |            |  |  |

表 6-4 第三方服务投资概算表

| 揭阳智慧水利（二期）信息管理平台-第三方服务投资概算表 |           |       |                                                                       |
|-----------------------------|-----------|-------|-----------------------------------------------------------------------|
| 序号                          | 名称        | 金额（元） | 备注（取费标准及依据）                                                           |
| 1                           | 监理服务      |       | /                                                                     |
| 2                           | 商用密码方案评估费 |       | /                                                                     |
| 3                           | 商用密码系统评估费 |       | /                                                                     |
| 4                           | 系统安全建设    |       | 从应用软件口令、存储、日志、权限认证等方面，分析应用系统中存在的安全隐患与问题；完成揭阳市智慧水利信息管理平台系统安全等保二级测评及备案。 |
|                             | 总价        |       |                                                                       |

