

前 言

余姚市位于浙江省东部，北濒杭州湾、南屏四明山、西连上虞市、东接宁波市，面积1527km²，人口83.45万，为宁绍平原的中心。全市分属四个水系：姚江水系、奉化江水系、曹娥江水系和钱塘江水系。最大的河流为姚江，余姚市境内长度75km，平原地带河网密布。

上世纪90年代初，浙江省水利水电勘测设计院（下称“我院”）编制完成了《姚江流域综合规划报告》、《甬江流域综合规划报告》（1998年~2020年），发挥了巨大的社会效益和经济效益。但随着经济社会的发展，余姚、上虞、慈溪围垦工程大规模兴建，奉化江、甬江堤防部分建设完工，这些基本条件的改变使余姚市防洪排涝能力降低；另一方面，依据余姚市城市总体规划，余姚城区范围扩大，城市防洪排涝标准需提高；近年农业种植结构的调整，水稻田大量改种经济作物，排涝标准也需调整，因此，我院在2008年10月曾编制完成《余姚市防洪排涝规划报告》，报告中提出由于甬江防洪排涝形势发生变化，姚江东排能力减弱，加上余姚市、上虞市城区及北部围垦区扩大，杭甬运河建成等因素影响，余姚城区防洪排涝压力增大，推荐在扩大东排的基础上，通过增加北排口门，新增北排河道，对陶家路闸及北排江进行扩建和改造，从而扩大北排以达到降低城区排涝压力的目标。

2011年12月底，宁波市水利水电规划研究院编制了《甬江流域防洪治涝规划》，规划中针对姚江干流片流域特点，对干流、余姚平原和丈亭三片提出“加大东泄、固堤强堤、中疏、北排、强排、上蓄、下排”的治理思路，采用“五纵五横七支”的输水排水体系。

近年来，余姚市先后遭受2000年“桑美”、2005年“麦莎”、2007年“罗莎”、2012年“617”梅暴雨、2012年“海葵”等台风的袭击，尤其2013年第23号“菲特”台风，持续强降雨，给余姚市造成了严重灾害，损失惨重，期间暴露出姚江流域防洪排涝形势持续恶化，姚江干流东排不畅，姚江干流防洪工程相继完工洪水归槽，使干流水位高涨，加上杭甬运河裁弯取直后，境外洪水下泄速

度加快，下游奉化江、甬江干流堤防封闭归槽及规划强排工程的实施后对姚江大闸排水顶托日渐加剧，且余姚市城区较四周地势低，是一个易汇水的地区，在面对大洪水时，依托姚江大闸的过流能力，无法应对超标准洪水及上虞客水加快入境和姚西北来水的防洪压力，必须遵循《甬江流域防洪治涝规划》，在现状排涝格局上完善上虞客水及姚西北排涝格局，提出扩大北排和增加强排工程，以减轻城区的防洪压力。

因此，在姚江流域防洪排涝严峻新形势下，为满足余姚市防洪排涝的需求，受余姚市水利局委托，编制《余姚市防洪排涝规划》。2013年12月底，我院编制完成《余姚市防洪排涝规划报告》（以下简称《规划》）（初稿）；2014年1月15日和1月23日，宁波市水利局分别组织专家召开了《规划》专家讨论会和专家意见咨询会。会后，根据相关规范要求及《〈规划〉咨询会专家意见》和宁波市水利学会水利水电技术咨询服务中心的《余姚市防洪排涝规划报告技术咨询意见》，于2014年3月底编制完成《规划》（送审稿），2014年6月3日~6月4日，宁波市水利局组织召开了《规划》审查会，会后根据审查会专家组评审意见、宁波市水利局关于《规划》的审查意见及审查会议纪要，对报告进行补充完善，于2014年7月形成《报批稿》。期间多次与宁波市水利局、余姚市水利局、余姚市市委市政府征求意见和方案讨论，最后形成思路较为统一的防洪排涝总体格局。

宁波市市委市政府、市人大、市水利局，余姚市市委市政府、市人大、市政协、市发改局、市规划局、市财政局、市住建局、市国土局、市交通运输局、市水利局及各乡镇等有关部门对本规划工作给予了指导和大力协助，在此表示衷心的感谢。

注：本报告高程系除特别注明以外均采用1985国家高程基准。

1 基本情况

1.1 地理位置和地形

余姚市位于浙江省东部，北濒杭州湾、南屏四明山、西连上虞市、东接宁波市，为宁绍平原的中心。东西极距 58.5km，南北极距 79km，总面积 1527km²，其中山地、丘陵 805.09 km²，占 52.73%，平原 432.51 km²，占 28.33%，水域 289.26 km²，占 18.94%，素有“五山二水三分田”。余姚市区位于市域中部，距宁波市 40km，距杭州市 106km，为杭甬线重要交通枢纽和浙东水陆联运咽喉之一。

余姚市地势南高北低，南部四明山山峦起伏，间有盆地、谷地，最高峰芦山乡青虎湾岗，海拔 979m；中部姚江平原，有孤山残丘，点缀两岸；北部为滨海冲积平原。

1.2 水系

余姚市境内有姚江、奉化江、曹娥江和钱塘江四个水系。本次规划范围仅涉及姚江、钱塘江水系。

姚江又名余姚江、舜江，发源于四明山夏家岭东北余姚市的眠岗山，西北流经梁弄镇入四明湖水库，称梁弄溪，出四明湖水库至新江口称四明江，在新江口与源出梁岙山、承四十里河水的通明江相汇后称姚江。过新江口后折东北流，至曹墅桥有马渚中河汇入折东流至余姚市城区，以下河道曲折，右岸有南庙溪、陆埠溪汇入，至丈亭左纳慈江，流经车厩、河姆渡至宁波市区三江口与奉化江汇合汇入甬江。姚江全长107km，比降6.2‰，流域面积1934km²（浙江省河流简明手册数据），余姚境内长75km（源头至四明湖水库出口下游为21km，马渚上陈村至大隐城山村为54km）。原为潮汐河道，1958年前潮汐可影响到通明坝下，1959年在姚江河口上游3km处截弯取直建成姚江闸后，姚江变成内河。

姚江属平原河道，河床平坦，逶迤曲折，比降小，流速缓慢。余姚三江口以西至菁江渡河段，河道相对较平直，江面较窄，70~80m；菁江

渡以西段，曲折多弯，河道相对较窄；三江口以东，江面开阔，河道弯曲度相对较大，面宽一般在90~180m之间，最宽处达260m左右。

姚江平原河网根据地形及水级大体可划分为5个河区。西起曹娥江右岸，东以慈溪鸣山路至横河人民闸一线为界，南与姚江干流区相连，北临钱塘江和杭州湾，称西北河区。西以鸣山路江至横河人民闸一线为界，东至洋浦，北接庵东，东南与慈东河区为界，称为慈中河区。洋浦以东，解浦岭以北，称慈东河区。西北河区和慈中河区以南，从曹娥江右岸至姚江大闸之间的姚江沿岸，为姚江干流区。夹于姚江和甬江之间的为镇海河区。

奉化江的主源为剡江，发源于奉化、余姚、嵊州三市交界的大湾岗东坡董家彦，主要支流有东江、县江、鄞江。奉化江上游坡陡流急，为山区性河道，剡江自奉化市萧王庙镇以下、鄞江自鄞州区鄞江镇以下、县江自奉化市城区以下、东江自奉化市高楼张以下为平原河道，坡降平缓，形成了鄞奉、鄞西河网区。

姚江、奉化江在宁波市区三江口会合后始称甬江，向东北流经镇海，在外游山东侧入海，入海口距宁波三江口26km。

1.3 水文气象

余姚属于北亚热带季风性湿润气候，雨量丰沛。流域多年平均年降水量的空间分布不均，变化范围一般在1300mm~2050mm之间，年内和年际分布亦甚不均匀。从年际来看，以余姚站为例，最丰年为1930年，年降水量为1890.8mm（解放后1962年为最丰年，降水量为1862.5mm），最枯年为1967年仅879.4mm。年内7月~9月受副热带高压控制，晴热少雨，易发生旱灾；但在此期间经常受到台风或热带风暴的侵袭，带来狂风暴雨，易遭洪涝灾害。

1.4 地质地貌

1.4.1 地质

姚江流域所处的大地构造单元为华南褶皱系浙东南褶皱带，丽水～宁波隆起北部，丽水～余姚深大断裂的东侧，余姚～定海东西向复杂构造带的南侧，区内构造发育，新华夏系构造及纬向构造组成了本区的主体构造骨架。主要构造线痕迹呈北北西、北北东、和近东西向展布。

近场地主要断裂有两组，分别为丽水～余姚深大断裂和昌化～普陀大断裂。

通过对区域活动断裂研究，尚未发现全新世古地震遗迹及全新世活动断裂，说明研究区域内不存在7度左右地震的构造背景。

工程区属构造活动基本稳定区,据中国地震区带划分图，场地位于东南沿海II等地震的东北段，地震活动震级小、强度弱、频率低，据史料记载，宁波市区及余姚自1359年以来的600多年中，发生大小地震20余次，其中有感地震四次，最大震级4.75级，近代均为微震。根据国家地震局编制的1:400万《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），本场地地震动峰值加速度为0.05g，相应的基本烈度为6度，设计地震分组为第一组。

1.4.2 地貌

余姚市地处浙东盆地山区和浙北平原交叉地区，地势总体呈南高北低，中间微陷之势。南部为四明山区，山峦起伏，散布大小不等的台地和谷地，最高峰大长山青虎湾岗海拔979m，中部为姚江冲积河谷平原，有弧山残丘，点缀两岸；北部为钱塘江、杭州湾冲积平原，河流纵横交错，织成水网，并有众多湖塘水库。

1.5 社会经济现状及发展规划

1.5.1 社会经济现状

1) 人口与耕地现状余姚是浙江省历史文化名城，历史悠久绵长，文化灿烂，是著名的河姆渡文化发祥地，中华文明的摇篮之一。改革开放

以来，余姚一直跻身于全国经济综合实力百强县市之列。余姚市行政区划面积 1527km²，辖 6 个街道、14 个镇、1 个乡，265 个村。根据余姚市 2012 年统计年鉴，2012 年年末全市户籍人口 83.45 万人，人口密度 547 人/km²，其中非农业人口 18.86 万人。全市耕地面积 59.31 万亩。

2) 经济总量

2012 年全市实现地区生产总值 709.07 亿元，比上年增长 8.8%，分产业看，第一产业实现产值 43.46 亿元，比上年增加 7.6%；第二产业实现产值 422.33 亿元，比上年增加 7.11%，其中工业实现产值 393.77 亿元，比上年增加 7%；第三产业实现产值 243.27 亿元，比上年增加 8.6%，三类产业的比重 6.1: 59.6: 34.3。人均生产总值 84970 元。连续四年蝉联“中国十大（县级）最具幸福感城市”桂冠，2012 年全国县域经济基本竞争力跃居第十位。

1.5.2 区域社会经济发展规划

1) 《浙江海洋经济发展示范区规划》简介

2011年初，国务院正式批复《浙江海洋经济发展示范区规划》，浙江海洋经济发展示范区建设上升为国家战略。批复认为，建设好浙江海洋经济发展示范区关系到中国实施海洋发展战略和完善区域发展总体战略的全局。

国务院的批复要求，《浙江海洋经济发展示范区规划》实施要突出科学发展主题和加快转变经济发展方式主线，以深化改革为动力，着力优化海洋经济结构，加强海洋生态文明建设，提高海洋科教支撑能力，创新体制机制，统筹海陆联动发展，推进海洋综合管理，建设综合实力较强、核心竞争力突出、空间配置合理、生态环境良好、体制机制灵活的海洋经济发展示范区，形成中国东部沿海地区重要的经济增长极。

根据《浙江海洋经济发展示范区规划》，浙江将充分挖掘浙江丰富的“海洋生产力”，并把海洋经济作为经济转型升级的突破口。到2015年，

浙江的海洋生产总值将突破7200亿元。同时，浙江将打造“一核两翼三圈九区多岛”为空间布局的海洋经济大平台，宁波—舟山港海域、海岛及其依托城市是核心区；在产业布局上以环杭州湾产业带为北翼，成为引领长三角海洋经济发展的重要平台，以温州台州沿海产业带为南翼，与福建海西经济区接轨；杭州、宁波、温州三大沿海都市圈通过增强现代都市服务功能和科技支撑功能，为产业升级服务。在此基础上形成九个沿海产业集聚区，并推进舟山、温州、台州等地诸多岛屿的开发和保护。

围绕这些大平台，浙江省将构建大宗商品交易平台、海陆联动集疏运网络、金融和信息支撑系统“三位一体”的港航物流服务体系，突出中国在原油、矿石、煤炭、粮食等重要物资储运中的战略保障作用。同时扶持培育一批海洋战略性新兴产业，提升浙江整体产业层次。

2) 《浙江海洋经济发展试点工作方案》简介

根据国务院关于开展全国海洋经济发展试点工作部署，依据国务院批复的《浙江海洋经济发展示范区规划》，为统筹做好有关工作，浙江省人民政府特制定了《浙江海洋经济发展试点工作方案》（以下简称《试点方案》）。《试点方案》已经国家发展改革委批准，浙江省人民政府以“浙政办发[2011]30号”文印发，要求各有关市、县（市、区）人民政府及省政府直属各单位认真贯彻执行。

《试点方案》是建设浙江海洋经济发展示范区，开展海洋经济发展试点工作的行动纲领。试点范围包括：浙江全部海域和杭州、宁波、温州、嘉兴、绍兴、舟山、台州等设区市的市区及沿海县（市）的陆域（含舟山群岛、台州列岛、洞头列岛等岛群），海域、陆域面积分别为26万 km^2 和3.5万 km^2 ，其中海岛的陆域总面积约0.2万 km^2 。试点期限：第一期，2011~2013年；第二期，2014~2015年。

《试点方案》提出的发展目标为：通过体制机制创新，先行试验一系列重大改革开放措施，力争用五年时间，在以下五个方面取得明显成效：

海洋经济综合竞争力明显增加、海洋产业结构明显优化、港口航运能力明显提高、海洋科教水平明显提升、海洋生态环境明显改善。

《试点方案》提出了明确的基本任务：

（一）推进形成海洋经济空间布局体系中，提出要推进宁波——舟山港一体化，以港口一体化为重点突破口，加快宁波、舟山在港口建设、产业发展、基础设施布局等方面的合作；发展提升沿海产业带和沿海都市圈，积极培育杭州、宁波、温州三大沿海都市圈，提升区域中心城市的综合承载能力和服务功能，扩大辐射范围，带动区域整体发展；抓紧推进一批产业集聚区建设，包括温州瓯江口产业集聚区建设；开发利用和保护一批重要海岛，包括建设南麂等海洋生态岛，加强海洋自然保护区建设。

（二）构建现代海洋产业体系中，提出要建设一批临港先进制造业基地，包括温台特种船舶及船用设备基地，规划建设宁波、舟山、杭州、台州海洋生物工程产业基地；建设一批海洋服务业集聚区，包括宁波海洋金融服务业集聚区，重点发展包括三门湾—东矾列岛在内的特色旅游，加快规划和建设一批特色旅游度假海岛和岛群；建设一批现代海洋渔业基地，推进建设以舟山、宁波、台州、温州为主的涉海现代水产养殖示范园区和舟山远洋渔业综合基地，建设以普陀、定海、象山、温岭、乐清、瑞安为主的现代水产加工园区；布局一批重点海洋产业项目。

（三）构建基础设施网络体系中，提出以高等级公路、铁路、内河航道、空港枢纽建设为重点，构建多式联运的综合交通网，重点加快推进包括金华—温州铁路扩能改造在内的一批交通项目，研究推进温州城市轨道交通建设，统筹推进建设宁波、舟山、温州、台州等一批集装箱码头和大宗散货码头，加快推进杭州、宁波、温州机场及空港物流中心建设；以清洁能源和可再生能源为重点，构建高效环保的沿海和海岛能源保障网，加快推进舟山东部、宁波象山、台州和温州海域四大百万千瓦

级海上风电基地建设；以跨区水资源合理配置、海水综合利用和水源地保护为重点，构建清洁可靠的水资源保障网，建设象山、六横、洞头等10万吨级/日海水淡化工程。

浙江海洋经济发展无疑给余姚市带来了很好的新机遇，借助全省海洋经济发展的东风，可以顺势而上，按核心任务要求：“提升发展余姚塑料城，完善物流、金融、检测认证等服务功能。”

3) 《余姚市城市总体规划（2001-2020年）》简介

规划总体目标：实施“工业立市、科技兴市、外向经济强市”战略，突出体制创新和技术创新，加快工业化、城市化和信息化进程，推进经济、社会和环境的协调发展。建成长江三角洲南翼综合实力强、历史文化浑厚，生态环境优美的现代化城市。

至2020年，余姚市全面实现现代化，经济发展水平达到目前中上等国家高限水平，形成完善的市场机制和高度国际化的开放格局，极大地提高城乡居民素质，生活质量和城乡文明程度。

市域产业发展规划：

第一产业，优化农业结构，发展特色农业。面向长江三角洲地区城市密集区和海外市场，发挥地区比较优势，调整农业结构，重点发展特色农业。

第二产业，优化传统产业、发展新兴产业。优化传统产业，提高市场竞争力，电子电器行业，重点发展以吸油烟机、吸尘器为主的小家电产品，成为我国重要的小家电生产基地。积极发展新兴产业，以传统产业为基础，追踪长江三角洲地区高新技术产业发展趋势，培育建立光机电一体化产业，发展自动化分析仪表；现代光电仪器精细化工产业，发展食品添加剂、轻纺助剂。新材料产业，开发新型塑料、纳米材料产品。

第三产业，大力发展现代物流业、旅游业。依托高速公路和周边地区的港口、机场等综合交通支撑体系，以塑料、模具产业为基础，进一步

建设塑料城和模具城，完善配套功能。应用电子信息技术，建立专业信息中心、巩固和扩大全国和区域性工业品流通中心的地位。开发旅游资源，树立“河姆渡、姚江、四明山”三大品牌，以长江三角洲地区为主要客源市场，构筑连接宁波、上海、杭州三地的旅游网络。建立“三区两村”旅游区。即河姆渡文化旅游区、先贤故里旅游区、四明山生态旅游区、姜山古樟乡情渡假村、小曹娥大桥观光渔乐村。完善和开发“食、住、行、游、购、娱”等配套服务。逐步成为杭州湾沿线旅游黄金线上的旅游热点城市。

城镇布局，规划建立中心城市——中心镇——一般镇组成的三级城镇结构。

(1) 中心城市——中心城市由中心城区和姚北新区组成。

中心城区。作为全市政治、经济和文化中心。将进一步提高综合经济实力，强化城市功能，成为带动全市城镇发展的经济运行中心，管理协调中心，科技文化教育中心和人口集聚中心。

姚北新区。新区位于朗霞和低塘镇域内，将成为余姚市产业和人口重心北移的发展中心。开发建设现代工业开发区商贸区和居住区，发展成一座新兴工贸型城市。

(2) 中心镇。中心镇是余姚市农村地区经济社会发展的中心，人口和产业集聚能力强，具有跨镇域辐射能力，在余姚市北部、中部和南部各规划一个中心镇，即泗门镇、陆埠镇、梁弄镇。

(3) 一般镇。主要包括位于中部地区的马渚、丈亭和四明山镇。

4) 《余姚市中心城区规划(2008-2030年)》简介

(1) 规划范围：北至规划姚慈路，南至杭甬高速公路，西至规划兰曹路，东至凤山、梨洲两街道的东部行政界限。规划范围涉及凤山、兰江、阳明、梨洲、朗霞、低塘六个街道及马渚镇共七个行政单元，总面积约142.86km²，即中心城区。

(2) 规划期限：近期：2008年~2015年；中期：2016年~2020年；远期：2021年~2030年；远景：展望至2050年。

(3) 发展的定位：余姚中心城区的性质定位为：长三角南翼经贸发达的现代宜居山水城市；浙江省区域性中心城市；历史文化名城；风景旅游休闲胜地。

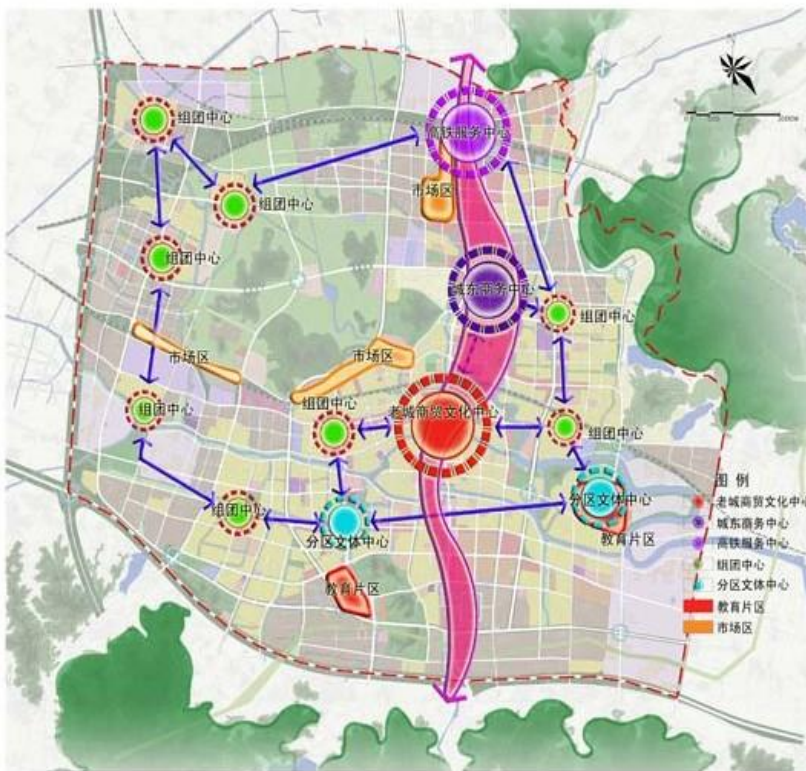
(4) 发展的规模：人口规模，规划到2015年、2020年和2030年的余姚中心城区城市常住人口规模将分别达到43万人、50万人和60万人，远期人口为80万人左右。用地规模，规划到2015年、2020年和2030年余姚中心城区的城市用地规模将分别达到5395~5600万 m^2 、5625~5850万 m^2 、6900~7250万 m^2 。远景余姚中心城区建设基本完成，城市建设用地规模约为9200~9775万 m^2 。

(5) 防洪排涝标准

防洪标准：近中期为50年一遇的III级设防的中等城市；远期为100年一遇的II级设防的重要城市。

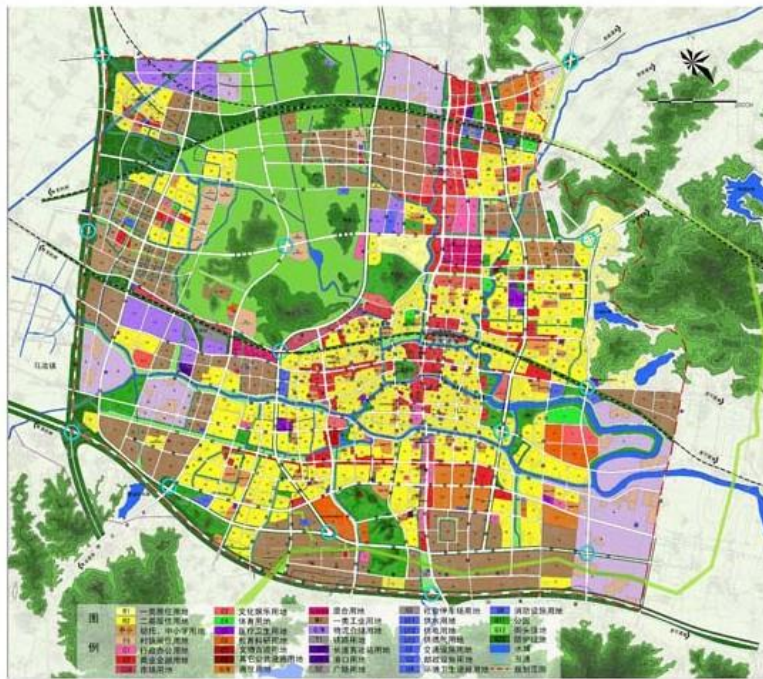
排涝标准：20年一遇，24小时降雨当天排出不受淹。

余姚 中心城区规划 (2008-2030年)



公共设施规划图

余姚 中心城区规划 (2008-2030年)



用地规划图(远期)

Master Planning For Yuyao Central City

1.6 水利工程现状

余姚经过多年努力，已建成水库山塘1049座，总兴利库容2.1亿 m^3 ，（其中1座大型水库四明湖水库，3座中型水库梁辉水库、陆埠水库和双溪口水库，41座小型水库），海塘23km，重要江堤394km，水闸765座，小水电站总装机2.6万kW，抽排站总装机5.3万kW，新建和完善了6个水级，初步实现了防汛指挥决策现代化，已基本形成了一个以防洪、御潮、除涝、灌溉、供水、发电为主框架的功能较为完备的水利工程体系，为余姚市经济和社会发展提供了重要的基础保障和支撑作用。

区域内主要的水利工程有水库工程、硇闸、堰坝、河道工程。

1.6.1 水库工程

余姚境内现有1座大型、3座中型、14座小（一）型和40座小（二）型水库，主要分布于南部四明山区，其次为东部姚江北岸丘陵地区，北部杭州湾、钱塘江沿岸平原分布有海涂水库。这些水库除大横山水库等几座以蓄水发电为主外，大多以防洪灌溉为主。

四明湖水库是余姚境内唯一一座大型水库，位于梁弄溪上，坝址以上流域面积103.1 km^2 ，水库总库容12266万 m^3 ，正常库容7946万 m^3 ，是一座以灌溉、供水为主，结合防洪、发电、养殖的综合利用大（2）型水库。

梁辉水库，建于龙坑溪上，坝址以上流域面积35.06 km^2 ，水库总库容3152万 m^3 ，是一座以防洪、灌溉、供水为主，结合发电、水产和旅游的综合利用中型水库。

陆埠水库，建于陆埠溪上，坝址以上流域面积55.5 km^2 ，水库总库容2599万 m^3 ，防洪保护面积3万亩，是一座以防洪、灌溉为主，结合城市供水、发电、养殖的综合利用中型水库。

双溪口水库，建于姚江支流大隐溪上，坝址位于大隐镇章山村下游约300m处，距大隐镇3km，余姚城区22km，宁波市区17km。水库集水面积40.01 km^2 ，库区面积10.28 km^2 ，总库容为3398万 m^3 ，多年平均可供水

3370万 m^3 。是一座以供水、防洪为主，结合灌溉、养殖的综合利用的中型水库。防洪标准为20年一遇。

表1.6-1 余姚境内大中型水库工程基本情况一览表

水库名称		四明湖水库	陆埠	梁辉	双溪口
所在河流		梁弄溪	陆埠溪	龙坑溪	大隐溪
集雨面积 (km^2)		103.1	55.5	35.06	40.01
坝顶高程 (m)		21.13	52.2	49.4	49.1
坝型		粘土斜墙坝	心墙砂壳坝	面板堆石坝	砼重力坝
溢洪道	型式	溢洪闸	开敞式	河岸侧槽式	泄洪闸
	堰顶高程 (m)	10.73	46.19	46.24	61.3
	溢流净宽 (m)	16.5	67	65	13.5
水库特征	设计洪水位 (m)	17.88	49.27	46.68	68.04
	相应库容 (亿 m^3)	0.9776	0.2324	0.2760	0.3236
	校核洪水位 (m)	19.85	50.89	48.86	69.21
	相应库容 (亿 m^3)	1.2266	0.2599	0.3152	0.3398
	梅汛限制水位 (m)	16.28	46.19	45	62.50
	相应库容 (亿 m^3)	0.7946	0.183	0.2476	0.2525
	台汛限制水位 (m)	15.28	46.19	41.5	60.10
	相应库容 (亿 m^3)	0.6891	0.183	0.193	0.2244

全市小（一）型水库共14座，其中姚西北河区2座、姚江河区3座、丈陆河区5座、四明山河区4座，总库容5133.2万 m^3 。主要有前溪湖水库、向家弄水库、穴湖水库、车厩水库、大池墩水库、相岙水库、寺前王水库等。

全市现有小（二）型水库共计40座，总库容585.2万 m^3 ，正常库容484.4万 m^3 ，其中8处建有小水电站，装机12台共1245kW。

1.6.2 闸

余姚的水闸、陡门数量众多，历史久远。为了防止咸潮侵入平原水

网及挡潮排涝要求，沿杭州湾海域及姚江沿岸的主要干支流与平原河道的交界处都建有水闸；另外，由于平原在地势上的倾斜，为增加平原河道蓄水量以利灌溉供水，各平原河区内部修建了不少节制水闸。其中相关的主要水闸有境外水闸、边界水闸、姚江节制闸、东排水闸、北排水闸等。

1.6.2.1 境外水闸

境外水闸主要是姚江大闸，位于宁波市北郊，距甬江、姚江、奉化江交汇处3km，是宁波最大的阻咸蓄淡、排涝的综合性闸。大闸于1959年6月完工。闸身总长165.2m，计36孔，每孔3.3m，闸底高程-2.87m，大闸建成后，阻挡了潮汐进出，使鄞州区、宁波、余姚的40万亩农田免遭咸潮、蟹灾的影响，改变了区域内的耕作制度，特别是丈亭、陆埠、环城东部地区20余万亩农田，达到天旱保丰收。但建闸打乱了水流和泥沙的原有规律，引起甬江淤积，对海运和排涝有一定影响，需定期对河床进行清淤疏浚。

1.6.2.2 边界水闸

边界水闸主要是余姚与上虞、慈溪两市的水闸，其中与上虞的边界水闸主要有：浦前闸、马家堰、汪家堰、牟山闸、长坝闸、通明闸等；与慈溪的边界水闸主要有四塘闸、七塘闸、新桥头闸、楼家畈闸、高桥闸、石头闸、崔陈江闸、东竹山闸、后胜家闸等。

边界泄水闸主要为通明闸、长坝闸和牟山闸，其中通明水闸自杭甬运河绍兴段航道工程实施后，水闸规模由原2孔 \times 4.3m调整为1孔 \times 10.0m，底高程0.66m，通明船闸为1孔 \times 12m，底高程-2.1m；长坝闸规模为3孔 \times 4.0m，底高程-0.26m，其中1孔因年久失修无法正常启动，不过当水位超过闸门顶高程仍会漫溢过水；牟山闸2孔，分别为1孔 \times 2.8m，1孔 \times 2.5m。

1.6.2.3 姚江节制闸

目前已建的姚江节制闸主要为蜀山大闸，总净宽96m，共8孔，每孔

12m，排水流量 $556\text{m}^3/\text{s}$ ，防洪标准50年一遇，是姚江流域防洪灌溉的骨干工程，也是杭甬运河上的一个重要航运枢纽，大闸建成后较大地提高了余姚城市防洪标准，增强了姚江排涝能力和杭甬运河通航能力，改善了城区水环境，是一项集防洪、灌溉、航运、旅游于一体的综合性枢纽工程。蜀山船闸在大闸左侧，通航标准为500t级，闸室宽12m，长200m。新开河道宽166m，长814m。水闸、船闸均采用钢板闸门，液压启闭，全自动大屏幕电子监控。

1.6.2.4 东排水闸

余姚境内的东排水闸主要为西横河闸和斗门闸。主要为姚西北向东排涝的骨干工程。

西横河闸位于马渚镇西横河村，闸为3孔，每孔宽7m，闸深总宽34.6m，高4.2m，闸底高程-1.37m。

斗门闸位于斗门乡东南的姚江支流马渚中河上，闸3孔7m，净宽21m，闸底高程为-1.87m，平均流量 $130\text{m}^3/\text{s}$ 。

1.6.2.5 北排水闸

北排水闸主要是姚西北平原排入杭州湾水域的水闸，主要是承担上虞的部分来水和余姚临山上河区的涝水排泄任务。主要的北排水闸有临海浦闸、陶家路闸。

临海浦闸位于临海乡，横山狮桥下游2060m处，为外移新建的排涝水闸，是余姚市向杭州湾排涝的骨干工程，闸门6孔，每孔4m，总净宽24m，东面第一孔可过海船，闸底高程0.13m，承担上虞市的部分涝水和余姚临山上河区的涝水排放任务。

陶家路闸是余姚市向杭州湾排涝的骨干工程，亦是姚江平原治涝的重要工程，与临海浦闸共同承担余姚、上虞北部平原部分涝水的排涝任务。水闸建筑物等级为三等三级。全闸分为5孔，每孔净宽4m，边孔通航，最大泄流量 $240\text{m}^3/\text{s}$ 。陶家路闸经过近20年运行，经2009年安全检测，已为

病塘水闸，已不能满足区域排水需求，于2011年起对老闸进行迁建，迁建后陶家路新闸规模扩大至4孔 \times 9m+1孔 \times 20m，总净宽56m，闸底高程-1.87m，是目前省内首座桁架式双扉门水闸。

1.6.3 骨干河道

姚江：主源为梁弄溪，出四明湖水库后称四明江，与四十里河汇合后为姚江干流，由西向东流，北纳贺墅江、马渚中河、西江、中江、东江、慈江渚水，南纳溪口溪、中山河、陆埠溪、大隐溪，出姚江大闸后，与奉化江汇合入甬江。姚江自源头至三江口全长107km，属平原型河流，河床平坦，自四明江与四十里河汇合后至姚江大闸段长80余km，水面比降小于0.01‰，河宽50m~150m，最宽处250m。

最良江：位于余姚市境内，是姚江进入余姚城区的重要支流，自兰墅桥入口至郁浪浦再与姚江干流汇合，全长3.9km，面宽59m，底宽40m，河底高程-2.17m。中间有一支经竹山河向姚江干流分流。整条江汇集沈家闸江、溪凤桥江、新丰河、中山河、东山河、新桥江、西山河等环城南片山水排入下姚江，承担姚江分流任务。

慈江：又名后江，即在姚江后面之意。慈江西至余姚丈亭，东至化子闸接沿山大河，东流至漈浦闸入海。慈江沿途有南北向的郭塘河、东大河、东城河等会北山渚水入慈江，并由安仁河、中横河、官山河等与姚江相通。慈江全长28km，平均河宽60m。

临海浦江：南起临山城西横山狮闸旁，北至临海浦闸入钱塘江，全长5.5km，河宽40m~64m，为向北排涝的骨干河道。

陶家路江：南起临周江，北至陶家路闸入钱塘江，全长10km，河宽30m~50m，为向北排涝的骨干河道。

长泠江：起自与慈溪周巷镇交界处，东北向西南流，于马渚汇入马渚中河，全长14km，平均河宽22m。

湖塘江：起自长坝，向东经高桥江、青山港，至西横河闸接马渚中

河，全长6km，平均河宽40m。

马渚中河：于马渚镇西横河村与湖塘江交汇，东流至斗门乡曹墅桥汇入姚江，全长6.5km，平均河宽60m。

西江：起于方桥，东南流经太平桥，抵余姚城区西北汇与候青江交汇，全长12km，平均河宽20m。

1.7 洪涝灾害及成因分析

1.7.1 洪涝灾害分析

余姚地形复杂，气候多变，自然灾害频繁。自然灾害以干旱、洪涝和风潮（台风）为主，龙卷风以及冰雹次之。

1962年14号台风暴雨期间，全市平均过程雨量540mm。该次洪水，余姚站水位2.98m（1985国家高程基准，下同）（地面高程2.2m左右），受淹13天~15天，成灾54.6万亩，减产粮食9606万斤，棉343.5万斤。

2000年9月的“桑美”台风：全市三日平均降雨量达240mm，暴雨中心夏家岭站的三日雨量达748.3mm。四明湖面雨量达440mm，库水位从15.66m（吴淞高程基准，下同）上升到19.13m，创建库以来的最高水位，超汛限水位1.98m。余姚站最高水位达4.65m。全市受灾面积20万亩，其中5.1万亩绝收，全市直接经济损失达2.1亿元。

2005年的“麦莎”台风，余姚站最高水位2.14m，超过警戒水位（1.60m）0.54m，超过危急水位（1.90m）0.24m；姚江大闸最高水位2.08m，超过警戒水位（1.33m）0.75m，超过危急水位（1.53m）0.55m。

2007年的“罗莎”台风，余姚市三天面雨量255mm，余姚站最高水位2.78m，超过警戒水位（1.60m）1.18m，超过危急水位（1.90m）0.88m；姚江大闸最高水位2.49m，超过警戒水位（1.33m）1.16m，超过危急水位（1.53m）0.96m；丈亭站最高水位2.54m，临山站最高水位3.34m，虽然当时下姚江丈亭站水位只有2.54m，但因当时下姚江堤顶高程只有2.63m~2.73m之间，造成姚东5个乡镇全线告急，全市农作物受淹面积约

10万亩。

2012年“617”梅暴雨，全市平均降雨165.0mm。其中沿海地区面平均雨量279.6mm，姚江平原面平均雨量186.9mm，山区面平均雨量129.7mm。最大站点为七塘江站308.0mm。超过300mm的站点1个，超过200mm的站点16个，超过100mm的站点57个。本次降雨强度大，范围广，据统计，临山站17日10时~18日10时24小时降雨量为270.5mm，为1955年有记录以来的历史最大值。受此影响，全市河网水位全线超警戒水位。其中临山（上）站最高水位3.69m，超警戒水位0.59m。余姚站2.72m，超警戒水位0.82m，永思桥3.62m，超警戒水位1.12m，丈亭站2.39m，超警戒水位0.59m，马渚（上）站3.35m，超警戒水位0.65m。

2012年11号“海葵”台风，全市平均降雨达220mm，四明山区平均雨量为284.6mm，姚江平原地区平均雨量为160.4mm，姚西北沿海地区平均



降雨量为100.5mm，全市有14个测站降雨量超过300mm，33个测站降雨量超过200mm，最大站为唐田二级站的541mm，次大站为串水岩站的471mm。受强降雨

影响，全市水库山塘基本超汛限水位运行，平原河网除姚西北地区部分河网外，均超警戒水位运行，余姚站最高水位2.83m，超警戒水位0.93m，是建站以来第二高水位；丈亭站最高水位2.64m，超警戒水位0.84m；西上河最高水位3.1m，超警戒水位0.4m。沿海最高潮位6.0m。据统计，受

本次台风影响，全市21个乡镇（街道）均出现灾情，41266人受灾，倒塌房屋450间，农作物受灾面积14.7万亩，其中粮食作物受灾面积6.67万亩，经济作物山区主要是花卉、毛竹等，平原地区主要为大棚蔬菜、棉花、水果等。山区发生多起山体滑坡、塌方，13条县道以上公路相继塌方，其中浒溪线、甬梁线、李俞线、袁毛线等7条公路中断，发生公路塌方164处，冲毁挡墙18处，经交通部门抢修后已基本恢复正常。山区资源公路损坏比较严重。水利设施水毁比较严重，全市有203处14km堤防受损，130多处护岸损坏，764处灌溉设施冲毁，6个水文测站受损，9座水闸和29处机电泵站等损坏。全市直接经济损失达7.565亿元。

2013年第23号“菲特”强台风，姚江流域本次最大24小时雨量达到338.4mm，最大三日面雨量为441.7mm，其中黄土岭雨量站实测最大3日暴雨737.0mm，陆埠雨量站实测最大3日暴雨736.5mm，向家弄站雨量站实测最大3日暴雨692.0mm。受强降雨影响，全市水库山塘基本超汛限水位运行，余姚站最高洪水位达到3.40m，超历史最高洪水位0.48m，本次台风期间，余姚水位站超警戒水位1.90m持续时间近8天（189小时），3.00m以上高水位持续时间近4天（88小时）。丈亭站最高水位3.04m，超警戒水位1.24m。



图1-1 余姚城区洪水围困



图1-2 道路积水严重



图1-3 河姆渡文化遗址遭受洪水



图1-4 山区暴雨洪水

据统计,受本次台风影响,余姚市70%以上城区被淹,全市21个乡镇、街道均出现灾情,有145个行政村(社区)被围,受灾人口832870人,房屋受损25650间,转移人口61665人。农作物受灾面积17287公顷,其中粮食作物受灾面积11000公顷,死亡畜禽21万只。城区立交桥下等区域积水深达2m左右,从而导致城市交通基本瘫痪。城乡公路除5条运行外,其余94条全部停运。受山体塌方、水淹没等因素的影响,浒溪线、甬梁线、何梁线等16条公路交通中断。全市累计发生供电中断118次,千伏线路跳闸8次、拉停110条,因灾停止供电变电所两座(22万伏和11万伏各一座)。变电所故障、线路拉停累计造成全市50余个村庄、400余台配变、近17000户居民停电。马渚等2座水厂停产。此外,全市还有55处约38km堤防、溪道损坏,水电站、灌溉设施、水文设施等水利设施也不同程度受损。全市直接经济损失高达206亿。

1.7.2 成因分析

一、自然因素

1) 暴雨特性

余姚市地处东南沿海,遭受台风及热带风暴侵袭频繁,是造成流域大洪水的主要成因。梅季暴雨一般出现在6~7月,分布面广,雨量和强度均大,前期刚遇春雨,土壤含水量大,江河水库水位较高,一遇暴雨,山洪爆发,江河漫溢成灾。台风一般发生于7月底至10月初。自1961年至2013年的53年间,流域三日平均雨量超过200mm的暴雨平均8年一次,流域三日平均雨量超过150mm的暴雨平均3年一次。台风暴雨如与冷气流复合,往往形成长历时、高强度的特大暴雨,造成严重的洪涝灾害,尤以2013年第23号“菲特”强台风最为严重。据统计,流域内典型洪水列表1.7-1。

表1.7-1 台风暴雨面分布情况表

年 月 日	三日暴雨量 (mm)			
	姚江流域	重现期 (年)	奉化江流域	重现期 (年)
2013.10.6	441.7	100	452.2	50
1962.9.4	364.1	40	326.4	15
1963.9.11	298.2	20	440.5	40
2000.9.12	242.1	10	180.6	3
2007.10.6	224.4	8.0	308.4	13
1997.8.18	222.2	8	231.0	5
1966.9.5	219.2	8	211.5	4
1987.9.9	184.7	5	284.7	10
2012.6.17	182.2	5	84.6	<2
1994.6.8	180.7	5	176.1	3
1990.8.30	178.4	5	271.4	8
1992.8.29	178.2	5	357.7	20
2012.8.8	165.6	4	263.7	8
1988.7.29	165.2	4	202.7	3.5
1984.6.13	164.0	4	162.4	3
1977.8.21	160.4	4	209.8	4
2005.9.10	153.3	3.5	228.7	5

2) 地形特点

余姚市南部为四明山区，地势高，山区因气流抬升作用，是甬江流域的暴雨中心之一。中部处于姚江谷地，北部为滨海平原，地势较高。

(1) 平原整体地形呈现“北高南低，西高东低”的特性。姚江流域北部为滨海平原，地势较高，地面高程沿曹娥江、杭州湾一带高地4.0~5.0m；西部上虞市丰惠平原地势高，通明闸上地面高程为4.5~6m、通明闸下地面高程为4.3~3.5m；西北部上虞市中河区地面高程3.2~3.6m，余姚市姚西北地面高程为3.0~4.5m；中部余姚城区地势较低，为2.5~2.8m，城区周边地面高程为2.8~3.5m；东部姚江干流下游两岸地势最低，为1.8~2.0m，形成一条狭长盆状洼地，易受洪涝灾害。

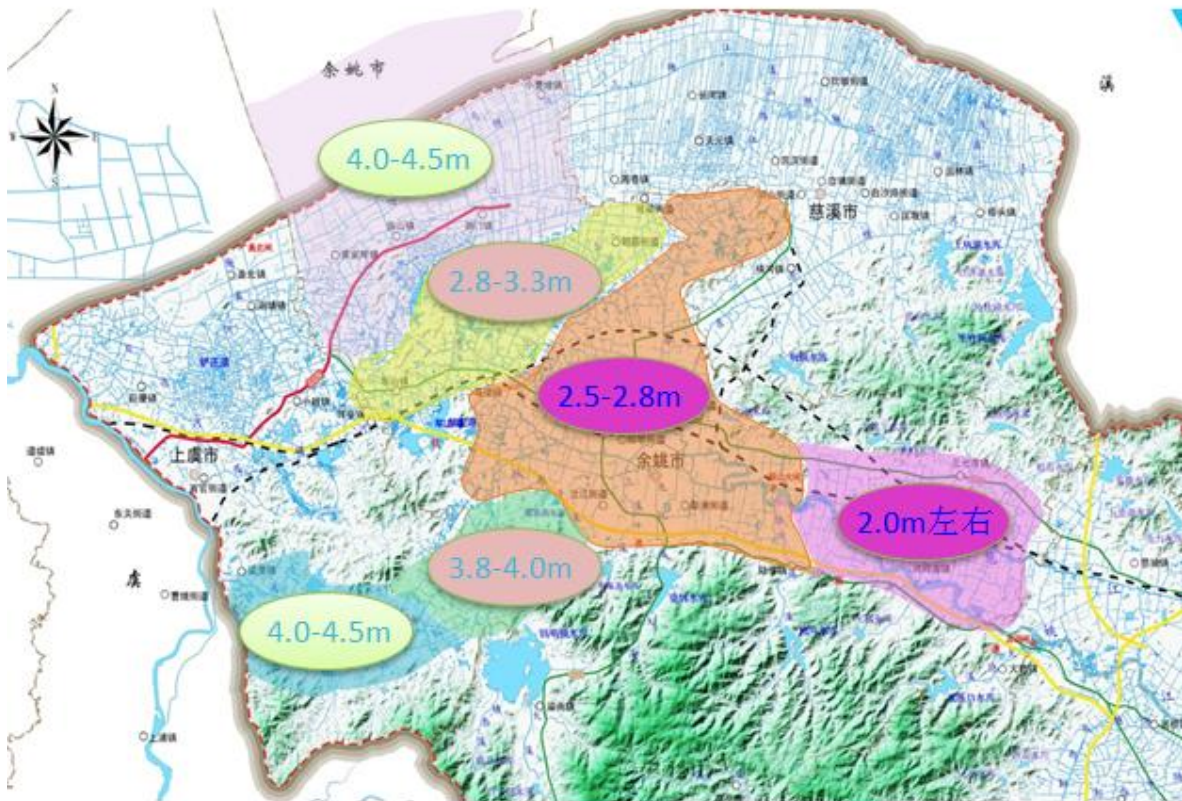


图1-5 地形呈现“北高南低，西高东低”的特性

(2) 姚江穿城而过。姚江上游承接来自通明闸上游丰惠平原（184km²）的来水及四明湖水库、向家弄水库、梁辉水库的下泄洪水，经姚江干流、余姚主城区、蜀山大闸、姚江大闸汇入甬江，至镇海出海，排水线路长，对余姚城区的防洪压力较大。

(3) 姚江向东出口仅姚江大闸（36孔×3.3m，单孔净宽小），从通明闸经姚江、甬江至镇海长度104km，排水线路长，同时行洪排涝受奉化江、甬江整治洪水归槽顶托日渐加剧，致使向东排能力受限，延长了受淹时间，加重了余姚受涝程度。

(4) 姚江干流未实现分级设防

姚江干流受客观因素影响，目前未形成分级设防的防洪格局。上姚江余姚城区堤防尚未达到规划要求堤顶高程，下姚江由于客观条件好，

已先期实现全线封闭，造成原规划分级设防的标准未达到要求，增加了城区洪水滞蓄压力。

3) 甬江江道排水能力差

甬江流域集雨面积 5846.1km^2 ，不考虑慈溪北排、虞北平原北排面积，流域内东排面积约 4256.1km^2 ，其中姚江流域东排面积为 1878.1km^2 、奉化江流域为 2378km^2 ，姚江流域洪水经姚江大闸与奉化江流域洪水汇合后经甬江入海。现状甬江干流自三江口至甬新闻出口段，现状面宽 $140\text{m}\sim 430\text{m}$ ，平均面宽约为 250m ，尤其三江汇合三江口断面面宽最窄，对干流的阻水严重。

同时由于甬江干流河床存在日趋淤积抬高的现象，甬江干流的过流能力日渐减少，排水能力差，无法承担奉化江、姚江两条支流同时遭遇强降雨。

4) 潮汐特性

余姚北濒钱塘江、杭州湾，潮汐明显，每天涨落两次，每次周期为 $12\text{h}25\text{min}$ 。根据北岸澈浦站资料，平均高潮位 2.87m ，平均低潮位 -2.59m ，历年最高潮位 6.21m （1974年8月20日），最低潮位 -2.68m （1936年9月4日）；最大潮差 8.77m （1951年8月20日），平均潮差 5.31m 。平均涨潮历时 $5\text{h}29\text{min}$ ，平均落潮历时 $6\text{h}55\text{min}$ 。

姚江下游甬江河口潮差大，潮流强，属强潮河口。高高潮平均涨潮潮差 2.27m ，平均落潮潮差 2.24m 。1997年8月18日镇海站潮位达 3.28m ，超过历史最高实测潮位。2000年“桑美”台风期间镇海站潮位达 3.25m ，接近30年一遇。

姚江流域下游甬江口镇海站多年平均高潮位 1.2m ，超过姚江干流平原河网正常水位 0.93m ，超过蜀山大闸上游平原河网正常水位 1.03m ；澈浦站多年平均高潮位 3.25m ，超过姚西北平原河网正常水位 2.7m 。同时通过对姚江流域、镇海站洪潮遭遇分析结果显示，当流域发生3年一遇以上

洪水时，相应镇海最高潮位在1.91m~3.25m区间，超过姚江流域平原河网警戒水位1.9m。姚江干流低洼地区的地面高程低于1.8m，直接对流域平原内部的排涝造成影响。

台风暴潮与天文大潮构成的高潮位，减少姚江大闸的开闸排涝时间，对余姚市的防洪排涝影响较大。“菲特”台风期间恰遇天文大潮，姚江大闸需候潮排洪，余姚站最高洪水位达到3.40m，超历史最高洪水位0.48m，本次台风期间，余姚水位站超警戒水位1.90m持续时间长达8天（189h），3.00m以上高水位持续时间近4天（88h）。丈亭站最高水位3.03m，超警戒水位1.23m，超保证水位0.73m，高水位持续时间长达139h。

5) 奉化江及甬江洪潮顶托

近年来随着奉化江干流整治及甬江整治工程实施，奉化江流域的洪水归槽，甬江、奉化江、姚江下游强排能力提高，洪水抢道现象越来越严重。从河道比降上分析，奉化江河流比降约为0.81%，姚江河流比降约为0.62%，因奉化江河道比降大，泄洪先于姚江，姚江大闸排水能力下降，主要受到奉化江洪水抢道的影响。

以近几年流域实际发生的洪水分析，2012年“617”梅暴雨，姚江流域为5年一遇，奉化江约高于1年一遇，姚江大闸三日的泄量达1.07亿方；2012年“海葵”台风，姚江流域约高于4年一遇，奉化江约8年一遇，姚江大闸三日的泄量仅0.3亿 m^3 ；从“617”、“海葵”、“菲特”实际情况可以看出，奉化江因河道比降大，泄洪先于姚江，造成姚江受奉化江洪水顶托东排困难，一旦遭遇镇海口高潮期，东排形势将更加严峻。

二、人类活动的影响

回顾姚江流域历次台风暴雨，姚江流域各大中型水库拦蓄了部分洪水，减轻了下游河道和低洼地的防洪排涝能力，并起到了削峰的作用；全市各个水闸在各级防汛指挥部门的调度下，及时排泄水量，发挥了较大的作用，减轻了内涝损失。

但是从历次台风，尤其近年先后遭遇2007年“罗莎”、2012年“617”梅暴雨、2012年“海葵”等台风形成的破坏范围和破坏形式上分析，也暴露出了一些问题，譬如：

1) 城市下垫面变化

随着经济社会的发展，城市（镇）化进程的加快，原本具有较好调洪滞蓄作用的农田、水塘等低洼地被抬高，地面硬化，不但削减了调蓄能力，而且造成暴雨产流加大及涝水转移，加重了周边低洼区域的排涝压力，而且随着规划中心城区面积的不断扩大，水面率减少，河网调蓄容积减少，调蓄能力将进一步减弱。同时，城区个别区域排水设施不完善，部分排涝通道、管道堵塞严重，再加之目前市政排水管网有82%的管道出口未安装拍门等止水设施，导致洪水期间洪水倒灌，加重内涝。

2) 城市、交通建设对河道水面重视不够，挤占河网及阻水现象明显，破坏了河网原有排涝格局。

3) 涉河桥梁阻水严重，尤其姚西北区域，缩减河道行洪能力，造成河网退水时间延长。

1.7.3 存在的问题

1) 水利工程建设尚未配套完善。由于水利工程投资大、建设周期长，且受征地等政策因素制约，原规划推荐的部分工程尚未启动实施，防洪排涝设施仍不完善。尤其北排河道尚未配套完善，河道卡口多，桥梁等阻水严重，行洪受阻，陶家路闸、临海浦闸的排涝能力无法全部发挥，行洪排涝效益不高。

2) 姚江干流防洪封闭未实现，洪涝不分，加上城市管网堵塞严重，且82%以上的管道出口未安装拍门等止水设施，导致洪水通过沿江河道、排水管网倒灌入城。

3) 局部区域地势低洼，现有排水泵站装机容量不足，容易造成内涝。

4) 杭甬运河开通和河道的裁弯取直、拓宽，致使上游洪水下泄加快。

1.8 已有规划成果

水利规划是治理江河开发水利的重要前期基础工作之一。1954年，宁波专员公署组织姚江流域有关各县成立姚江流域规划委员会，编成《姚江流域水利规划方案》，首次提出姚江涝水向北排入杭州湾，以减轻姚江入甬江涝水量的规划设想。在工程措施上，拟建横山狮桥闸、上虞南江闸、沥海雀嘴闸，以及浚治原有入海闸、河道等。

1.8.1 《姚江流域综合规划》（1992年）

《姚江流域综合规划》完成于1992年，主要任务是兼治洪、旱、涝，以治涝为重点，进一步提高灌溉供水能力，结合灌排工程建设100t级杭甬运河，改善水环境，加强统一管理，达到综合治理的目的。

该规划提出的治理洪涝的原则是整治干流，提高泄洪能力；分散排涝，增强向杭州湾排水出口，增加北排能力，减轻干流排涝压力；建库蓄洪，整治骨干河道，结合兴利增加水源；低洼地区围圩电排，有计划，有步骤地提高治涝能力。灌溉供水，重点解决缺水地区供水，在开发本流域水资源的基础上从外流域引水，满足城乡建设发展对水资源的需求。结合流域防洪、治涝、灌溉工程，建设100t杭甬运河。

治理工程措施是“北排、南蓄、中疏、低围”；分片治理，合理布局；采取排、蓄、围、提、引相结合的工程措施，因地制宜地综合治理。

1.8.2 《甬江流域综合规划报告》（1998年）

《甬江流域综合规划报告》（下称《98综规》）完成于1998年。该《规划》提出由于甬江流域内防洪（潮）能力偏低，排涝能力奉化江、甬江堤防的兴建，使三江口洪水位抬高，余姚东排能力减弱，加上余姚市、上虞市城区扩大等因素影响，造成余姚城区排涝压力增大。推荐在原《姚江流域综合规划》（1992）、《甬江防洪规划》（1994）和《甬江干流堤线规划》的基础上，实行“东泄、南蓄、北排、中疏、低围、分片治理、合理布局、因地制宜、综合治理”的方针，通过分析计算，提出干流河道

堤防的设计水位，提出流域整体的防洪工程措施及近期防洪工程实施程序。

1.8.3 《甬江流域防洪治涝规划》（2011年）

《甬江流域防洪治涝规划说明书》（2011年）由宁波市水利水电规划设计研究院主持编制完成。该规划的总体目标是建设与经济社会发展相适应的，与流域、区域、城市三个层次相协调的防洪治涝减灾体系，提高洪水调控能力和安全保障水平。

针对姚江干流片提出“加大东泄、固堤强堤”，提出建设姚江二闸，疏浚姚江大闸下游河道，对姚江两岸堤防进行加高加固。

针对姚江流域平原片区，提出“上蓄、下排、中疏、北排、强排”的治理思路，对余姚市河道进行整治，打通北排、南排通道，拓宽排涝闸门规模，实现扩大北排的目的。

规划推荐姚江干流平原（余姚）实施河道工程17项（五纵五横七支输水排水系统）包括临海大浦排水系统、陶家路江~奖嘉隆江排水系统、新开北排河排水系统、青山港排水系统、长冷江输水系统、七塘横江输水系统、四塘横江输水系统、十塘横江输水系统、临周江输水系统、姚江支流输水系统、湖塘江~马渚中河排水系统、中江输水系统、西江~食禄桥江输水系统、东江输水系统、中山河~新桥江输水系统、洋溪河排水系统、隐溪河排水系统。

1.9 本次规划编制的必要性

1.9.1 是区域经济发展的需要

《余姚市国民经济和社会发展第十二个五年（2011-2015年）规划纲要》实施以来，效果明显，2012年全市生产总值709.07亿元，比上年增长8.8%，人均生产总值84970元，连续四年蝉联“中国十大（县级）最具幸福感城市”桂冠，2012年全国县域经济基本竞争力跃居第十位。根据该规划，余姚市将以加快转变经济发展方式为主线，坚持经济转型与社会转型并进，坚持新型

城市化与新型工业化并重，坚持城市发展与新农村建设并行，坚持“富民”与“强市”并举，深入实施工业振兴、产业提升、需求拉动、城市再造、区块联动、民生关爱行动计划和招商引资“一号工程”，率先全面建成更高水平的小康社会，着力打造综合实力雄厚、创新活力迸发、人文特色鲜明、生态环境优美、生活富裕安康的幸福城市和现代化中等城市。水利是社会经济发展的重要基础设施，是现代农业的重要物质条件，是生态文明建设、改善和保障民生的重要支撑。随着余姚市城市化进程的加快、城市人口的增加、生产要素进一步的集聚和社会经济的迅猛发展，城市建设规模正逐步增大，原规划发展备用地部分也已部分变成建设用地，建设用地紧张与经济高速发展的矛盾日益突出，城区内的河道、湖泊、池塘等天然的蓄水场地越来越少，水泥屋顶和路面等硬质地面占地面积却不断增大，使平原自然的滞洪调蓄能力越来越小，防洪排涝能力在逐步降低。在遭遇类似“菲特”台风暴雨时，经济损失在成倍增加。现状水利设施的保护对象由大量农田转为更为重要的城镇、工业园区等，下垫面条件和城市的发展要求都有了巨大的改变，平原调蓄涝水能力降低，势必引起水位的抬高，原流域规划已经不能满足规划条件下防洪排涝要求。因此为了更好的保障《余姚市国民经济和社会发展第十二个五年（2011-2015年）规划纲要》的实施和取得预期目标，必须编制余姚市防洪排涝规划，以满足余姚市区域经济社会又好又快发展的需要。

1.9.2 是解决余姚市城区防洪排涝治本之策的需要

奉化江、甬江堤防目前已经部分建设完工，根据《甬江流域防洪治涝规划》（2011年），规划甬江防洪工程堤防全长360km，已整治196km，在建122km，未整治42km，力争在“十二五”末主体工程全面完工，基本实现宁波城区干流防洪封闭。在堤防全线封闭的情况下，规划实施沿江闸泵工程，其中鄞东南平原规划新增泵站规模为480m³/s，鄞西平原规划新增泵站规模210m³/s，江口平原规划新增泵站规模160m³/s，江北平原规划新增泵站规模132.3m³/s，泵站总规模982.3m³/s，其中力争3到6年的时间甬江、奉化江两岸

新增泵站10座,总规模 $460\text{m}^3/\text{s}$,改建水闸7座。随着奉化江流域的洪水归槽,姚江流域东排除受姚江大闸闸下外海高潮顶托外,还受奉化江洪水顶托,流域防洪形势发生了改变,使余姚市防洪排涝能力进一步降低。且余姚市区较四周地势低,是一个易汇水的地区,因此进一步加剧了余姚市区的防洪排涝压力。目前余姚境内的东排水闸主要为姚江大闸,上游汇水面积达 1516km^2 ,而大闸总净宽才 118.8m ,单位面积水闸净宽仅 $0.07\text{m}/\text{km}^2$,远远不能满足要求。在面对超大洪水时,依托姚江大闸的过流能力,很难及时将余姚市多余的涝水排走,余姚市防洪排涝压力十分巨大。因此,必须编制余姚市防洪排涝规划,在现状排涝格局上,提出扩大北排,建立圩区来解决余姚市防洪排涝问题,利用“东泄、南蓄、北排、中疏、低围”的排涝格局,采取排、蓄、围、提、引等相结合的工程措施,分级形成防洪封闭圈。依托这样的防洪排涝格局,将有效缓解类似“菲特”台风雨带来的内涝。

为满足余姚城区能够达到50年一遇的防洪标准,采用分级设防,分级设置圩区。以姚江、最良江为界,将城区分成南北两大片,城南以向家弄水库泄洪河道、梁辉水库泄洪河道中山河和中山河改道工程为界,分成四片圩区,以姚江干流堤防和水库下游河道堤防作为防线,形成防洪封闭圈;城北以姚江干流、食禄桥江、西江、中江、东江、侯青江、最良江两岸堤防作为防线,形成七个防洪封闭圈。从根本上确保余姚市城区的防洪安全。

1.9.3 是适应城市下垫面条件改变的需要

2003年余姚市城市总体规划城市性质为长江三角洲南翼经贸发达的现代化城市、浙江省历史文化名城、宁波都市区的重要组成部分,规划2020年人口50-55万人,其中中心城区40-45万人,姚北新区6-8万人,建设用地 54km^2 。

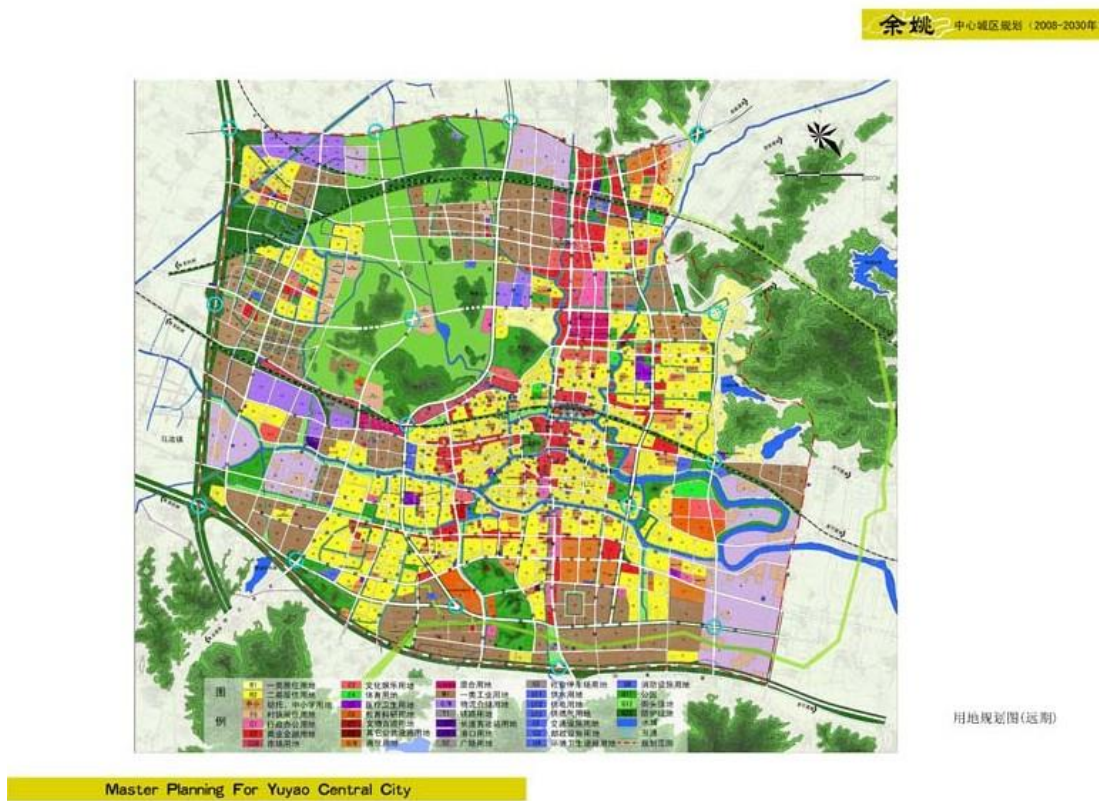


图1-6 余姚市城市总体2020年用地规划图

根据《余姚市中心城区（2008-2030年）》的有关内容，余姚市中心城市由中心城区和姚北新区组成，北至规划姚慈路，南至杭甬高速公路，西至规划兰曹路，东至凤山、梨洲两街道的东部行政界限。规划范围涉及凤山、兰江、阳明、梨洲、朗霞、低塘六个街道及马渚镇共七个行政单元，总面积约142.86 km²。

余姚市市区建设用地由1990年的7.2 km²增长到1995年的13.6 km²，2001年增长到22.8 km²，2007年底增长到 35.0km²，18年间平均每年增加1.54 km²，并有加快增长的趋势，规划至2020年中心城区的城市用地达到61.66km²，规划至2030年中心城区的用地规模达到72.49km²。

余姚地区的城市建设用地前后发生了很多的变化，城市建设用地面积的增加，原规划发展备用地部分也已部分变成建设用地，建设用地紧张与经济高速发展的矛盾日益突出，城区内的河道、湖泊、池塘等天然的蓄水场地越来越少，水泥屋顶和路面等硬质地面占地面积却不断增大，使平

原自然的滞洪调蓄能力越来越小，防洪排涝能力在逐步降低。在遭遇相同级别暴雨时，经济损失在成倍增加。现状水利设施的保护对象由大量农田转为更为重要的城镇、工业园区等，下垫面条件和城市的发展要求都有了巨大的改变，平原调蓄涝水能力降低，势必引起水位的抬高，原流域规划已经不能满足规划条件下防洪排涝要求。

1.9.4 是构建姚江流域防洪封闭体系，保证区域防洪安全的需要

姚江是甬江的重要支流之一，穿越上虞、余姚、鄞州和江北汇入甬江，进入宁波城区。本次规划以姚江、最良江及城区主要骨干河道为界，将城区分成南部四个防洪封闭圈，北部七个防洪封闭圈。根据《甬江流域防洪治涝规划》目前已有的规划，姚江干流余姚蜀山大闸至宁波绕城高速路大桥河段，将全线建成防洪标准为20年一遇的河道堤防；宁波绕城高速路大桥至姚江大闸段将全线建成防洪标准为100年一遇的河道堤防。从整个姚江流域来看，蜀山大闸以上河道堤防加高加固工程建成之后形成封闭防洪体系，与蜀山大闸下游已建的防洪体系耦合，结合本次下姚江浦塘堤防工程的建设，将构建形成整个姚江流域的防洪封闭体系。此防洪封闭体系建成后，将很大程度上提升整个姚江流域防洪减灾的综合能力。

1.9.5 是完善上虞客水及姚西北排涝布局的需要

余姚地区的来水分为三块，第一块是南部山区来水，第二块是上虞地区的来水，第三块是余姚平原自身的产水。姚江上游承接来自通明闸上游丰惠平原的来水及四明湖水库的下泄洪水，经姚江干流蜀山大闸、姚江大闸汇入甬江，至镇海出海，从通明闸经姚江、甬江至镇海长度104km，通明闸至杭州湾距离38km。两者距离相差将近3倍。随着杭甬运河工程实施后，通明泄洪闸改造及河道的裁弯取直，加快了洪水下泄，增加了余姚城区的防洪压力。另外余姚平原地区地势呈现北高南低的趋势，姚西北的水会顺势进入余姚城区进而进入姚江影响下游地区的防洪

压力。因此当余姚地区出现大洪水时，如果仅依靠余姚地区当前的防洪排涝体系是无法应对上虞客水加快入境和姚西北来水的防洪压力的。本次规划通过实施扩大北排和增加强排工程减轻来自上述两方面防洪压力，是完善上虞客水和姚西北排涝格局的需要。

1.9.6 是完善甬江流域排水格局的需要

历史上甬江流域上游姚江流域洪水（包括上虞虞北平原、丰惠平原以及慈溪平原等区域部分或全部洪水）主要靠东排经甬江入杭州湾，《姚江流域综合规划》（1992年）推荐规划工程建成后，调整了原有排水格局，虞北平原和慈溪平原的洪水利用扩大北排措施后可基本解决自身洪水北排入杭州湾的目标。余姚平原、丰惠平原以及整个奉化江流域的洪水主要靠甬江入杭州湾，基于甬江干流自三江口至甬新闻出口段，现状面宽仅140m~430m，平均面宽约为250m，尤其三江汇合三江口断面面宽最窄，对干流的阻水严重。同时由于甬江干流河床存在日趋淤积抬高的现象，甬江干流的过流能力日渐减少，排水能力差，无法承担奉化江、姚江两条支流同时遭遇强降雨。

若姚江流域维持现状排涝格局，通过堤防加高加固工程措施来达到防洪标准，利用逼高水位来加大东泄能力，则甬江流域现状防洪堤基本不能满足流域的防洪排涝需要。因此基于甬江干流河道堤距无法拓宽的现实，为完善甬江流域的排水格局，姚江流域必须扩大北排，奉化江流域必须加大上蓄能力，分流和调蓄部分东泄洪水，才能确保整个甬江流域的防洪安全。

本次规划从完善甬江流域排水格局出发，提出扩大北排能力，将四明湖水库下泄洪水及通明闸下泄洪水采用五江桥调控工程，西导往北，通过新开北排通道和沿江沿海泵站强排等工程措施，往北排入杭州湾，可以有效削减上虞及姚江干流南部山区的洪水对下游甬江干流及宁波城区构成的防洪压力。

综上所述，由于社会经济的发展，目前的水利设施已滞后于城市交通建设。为适应区域经济社会的发展，特别是2012年“617”梅暴雨、“808海葵”台风后，该两场台风姚江流域仅发生4~5年一遇降雨，但流域多发生洪水漫堤等惨重的教训，2013年第23号“菲特”台风期间暴露出姚江流域防洪排涝形势持续恶化，然姚江二闸建设又遥遥无期，奉化江干流规划强排工程的实施对姚江大闸排水顶托日渐加剧，因此在姚江流域防洪排涝严峻形势下，急需对姚江流域的防洪排涝格局及防洪优化调度进一步研究。为降低余姚市的洪水位寻找出路是迫在眉睫，编制《余姚市防洪排涝规划》是十分必要。

2 已有规划成果评估

2.1 《98综规》总体完成情况

2.1.1 《98综规》规划概况

根据《98综规》的规划内容，姚江流域“东泄、南蓄、北排、中疏、低围、分片治理”的防洪治涝方针，姚江流域防洪排涝工程措施有姚江二闸、水库、沿海排涝闸、河道整治及围圩电排等29项。其中余姚市和姚江干流的主要工程如下：

一、东泄工程2项：

- 1、姚江二闸工程；
- 2、姚江闸下游河道清淤维护工程；

二、南蓄工程2项：

1、双溪口水库工程，集水面积40.01km²，总库容3398万m³，其中防洪库容376万m³。

2、西岙水库工程，集水面积17.7km²，总库容2430万m³，其中防洪库容350万m³。

三、北排工程2项：

- 1、西江二号闸工程（谢家路闸工程）；
- 3、陶家路闸外移及河道拓浚工程；

四、中疏工程2项：

- 1、最良江拓浚工程；
- 2、余姚市节制闸及郁家湾裁弯取直工程；

五、低围工程2项：

- 1、泗门围圩电排工程；
- 2、姚江干、支流围圩电排工程。

以上10项防洪排涝工程中承担姚江流域防洪作用的主要包括南蓄工程2项、姚江二闸工程和姚江闸下游河道清淤维护工程。

2.1.2 《98综规》实施概况

1) 已建工程

指已经完成或基本完成的工程，包括：

(1) 双溪口水库

规划在余姚市姚江支流大隐溪上兴建双溪口水库已经建成，水库集水面积 40.01km^2 ，水库总库容 3398万m^3 ，其中防洪库容 376万m^3 ，兴利库容 2831万m^3 ，是一座以供水、防洪为主，结合灌溉、发电等功能的综合利用水库工程。

(2) 姚江干流堤防工程

为保证宁波市城区100年防洪标准，1999年开始重点建设城防工程，姚江起点为西外环路桥，城防河段长 7km ，姚江姚江大坝上游的堤防标高为 3.63m 。余姚市境内下姚江堤防起点蜀山大闸至余姚江北界限，已基本按照堤防标高为 3.63m 进行封闭。

(3) 平原排涝工程

最良江拓浚工程、余姚节制闸下移及郁家湾裁湾取直工程。

(4) 蜀山大闸工程

姚江余姚城区下游蜀山段裁弯取直，新开河道 166m 。在新开河段新建蜀山大闸，闸底高程 -2.87m ，总净宽 96m 。原有姚江皇山闸、竹山闸、郁浪浦闸、中舜江闸等四座节制闸已拆除。

(5) 陶家路闸外移工程

陶家路闸是余姚市向杭州湾排涝的骨干工程，亦是姚江平原治涝的重要工程，与临海浦闸共同承担余姚、上虞北部平原部分涝水的排涝任务。水闸建筑物等级为三等三级。全闸分为5孔，每孔净宽 4m ，边孔通航，最大泄流量 $240\text{m}^3/\text{s}$ 。陶家路闸经过近20年运行，经2009年安全检测，已为病塘水闸，已不能满足区域排水需求，于2011年起对老闸进行迁建，迁建后陶家路新闻闸规模扩大至 $4\text{孔}\times 9\text{m}+1\text{孔}\times 20\text{m}$ ，总净宽 56m ，闸底高程

-1.87m，是目前省内首座桁架式双扉门水闸。

2) 未建工程

- (1) 姚江二闸
- (2) 西岙水库
- (3) 泗门围圩电排工程
- (4) 姚江干、支流围圩电排工程

2.2 《98综规》实施评价

该规划推荐的工程基本已实施完成，在过去的20年内指导并促进了本流域的防洪排涝体系建设，在一定程度上提高了姚江流域的防洪排涝能力，发挥了巨大的社会效益和经济效益。但随着经济社会的发展，余姚、上虞、慈溪围垦工程大规模兴建，奉化江、甬江堤防部分建设完工，这些基本条件的改变使流域防洪排涝能力降低；另一方面，依据城市总体规划，城区范围在扩大，防洪排涝标准需提高；由于农业种植结构的调整，水稻田改为经济作物，排涝标准也需调整，原有的排涝格局及排涝规模已不能满足流域发展的需要。

目前规划推荐杭甬运河配套工程除姚江二闸工程由于新开河道实施存在一定困难，目前仍未实施外，其他配套工程如：通明闸改造工程、最良江河道整治工程、蜀山大闸等工程均已实施完成。鉴于姚江二闸对流域防洪排涝的重要性，本轮规划建议进一步研究姚江二闸工程规模并加快实施。

规划“低围”工程由于城市面积扩大，实施存在一定困难，目前姚江流域仅小部分农保区实施“低围”工程，本次规划将继续实施城区及农村的“低围”工程，并进一步研究其规模。

2.3 《甬江流域防洪治涝规划》（2011年）规划工程措施

宁波市经济社会快速发展，流域治理开发和保护管理面临着许多新情况、新问题，作为指导流域治理开发和保护管理的纲领性文件，流域

综合规划所面临的外部环境和规划对象都发生了很大变化，尤其是防洪排涝规划相对城市总体规划滞后，必须及时修编，才能应对各个方面的变化，才能保障流域的行洪排涝安全及社会经济的可持续发展。

为满足新的城市建设对水利建设的要求，为保障社会经济的顺利发展，宁波市水利水电规划设计研究院于2011年编制完成《甬江流域防洪治涝规划》，并于2011年年中经宁波市发展改革委批复。

甬江流域分为姚江流域和奉化江流域，其中针对姚江流域的排涝分为姚江干流平原（余姚）、江北镇海平原、慈溪平原。

1) 姚江干流平原排涝总体格局

规划根据姚江干流片流域特点，通过工程建设，形成“加大东排、扩大北排、增加强排”的排涝格局

“加大东泄”——建设姚江二闸，疏浚姚江大闸下游河道，增加过流面积，提升姚江排水能力。

“扩大北排”包括拓宽排涝闸门规模，实现扩大北排的目的，对余姚市河道进行整治，打通北排、南排通道从而形成骨干河道，实现两头排水的格局。

“增加强排”主要指余姚东排片闸泵相结合，增加向姚江的排水能力。

3) 排涝工程总体方案

水库工程：兴建西岙水库工程，集水面积16.2km²，防洪库容450万m³。

堤防工程：姚江堤防工程，对姚江干流中舜江至姚江大闸段个别卡口处进行拓宽，河道面宽不低于130m，堤顶高程4.13~3.63~3.63m（余姚~蜀山大闸~西外环路桥）。

姚江干流平原（余姚）输水排水系统建设：采用五纵五横七支的输水排水系统，其中南北向五纵输水排水系统包括：临海大浦、嘉奖隆江~陶家路江、新开北排河、青山港、长冷江；东西向五横输水系统包括：

七塘横江、四塘横江、十塘横江、临周江、姚江支流（候青江、最良江、慈江）。

水闸工程：实施姚江二闸，总净宽60m；姚江干流平原扩建新增砌闸3座，区域闸门总净宽由579.44m增加至683.44m。

强排泵站工程：姚江干流平原凤山、梨州街道南北两侧、丈亭片、三七市片、河姆渡镇的慈江和姚江之间以及陆埠镇的北侧分别配置泵站总规模为 $50\text{m}^3/\text{s}$ 、 $20\text{m}^3/\text{s}$ 、 $30\text{m}^3/\text{s}$ 、 $20\text{m}^3/\text{s}$ 和 $25\text{m}^3/\text{s}$ 。

2.4 《甬江流域防洪治涝规划》（2011年）推荐工程防洪能力复核

根据《甬江流域防洪治涝规划》（2011年）“加大东排、扩大北排、增加强排”的防洪治涝原则，姚江流域将实施东泄工程2项、南蓄工程1项、北排工程13项、中疏工程4项、低围工程5项共25项防洪治涝规划工程。

本次《余姚市防洪排涝规划》针对姚江流域防洪排涝规划复核根据《甬江流域防洪治涝规划》（2011年），在姚江流域上述25项工程的基础上，同时考虑《甬江流域防洪治涝规划》（2011年）推荐的下游甬江干流、奉化江流域及沿江排涝闸站工程等实施的基础上进行复核计算。

1) 计算成果

规划条件下，姚江流域各设计频率洪水河道最高水位如表2-4.1所示。

表 2.4-1 姚江干流水利计算结果 单位: m

县市	代表点	20年一遇		50年一遇		
		《11年防洪治涝规划》	本次复核	《11年防洪治涝规划》	本次复核	
上虞市	通明闸上	4.24	4.92	4.4	5.2	
余姚市	平原区	西横河下	3.6	3.86	3.74	4.06
		泗门	3.24	3.48	3.36	3.64
		临山	3.28	3.71	3.39	3.8
		余姚	3.16	3.82	3.44	3.99
	姚江干流区	最良江	3.16	3.85	3.44	4.04
		蜀山大闸上	3.04	3.75	3.31	3.89
		丈亭	2.83	3.68	3.1	3.73
宁波市区	姚江大闸	2.69	3.33	2.8	3.5	
	三江口	2.83	3.3	2.98	3.5	

2) 姚江流域防洪排涝能力分析

随着甬江干流、奉化江干流堤防的封闭,甬江干流的过流能力日渐减少,排水能力差,无法承担奉化江、姚江两条支流同时遭遇强降雨。若姚江干流基于现状排涝格局,通过堤防加高加固来加大东泄能力,则姚江干流的洪水位将远远超过原有规划成果,不能满足余姚城区50年一遇的防洪标准。

3 规划任务和标准

3.1 规划指导思想及原则

3.1.1 指导思想

全面贯彻党的十八大精神，以邓小平理论、“三个代表”重要思想、科学发展观为指导，坚持与时俱进，实事求是的原则。把建设资源节约型、环境友好型社会，促进人与自然和谐相处，维护河流健康，保障水资源可持续利用，支撑经济社会可持续发展作为规划协编的主线。坚持科学治水、依法管水，坚持全面规划、统筹兼顾、标本兼治、综合治理。

科学分析余姚市防洪排涝存在的问题，对余姚市防洪排涝的治理，进行宏观性、战略性、全局性和前瞻性的规划和部署，协调好兴利与除害、开发与保护、整体与局部、近期与长远的关系，分级设防，在已有规划基础上，结合区域内经济社会发展趋势，进一步完善防洪排涝格局，统筹考虑洪水防御、区域排涝、城镇开发、环境整治、水生态保护与修复等需要，逐步提高防洪排涝能力，促进城乡发展与防洪排涝相协调，全面提升防洪排涝能力，为社会经济的持续发展提供水利保障。

3.1.2 规划原则

根据上述规划指导思想，规划编制工作中应贯彻以下原则：

(1) 以人为本，科学发展。 把保障区域人民生命财产安全作为防洪排涝格局研究的出发点和落脚点，充分考虑防洪排涝安全与经济社会发展的相互作用，不仅考虑防洪排涝安全对经济社会发展的保障，同时从防洪排涝安全角度提出合理开发土地资源，给洪水以出路。

(2) 全面规划，统筹兼顾。 既要着眼地区整体利益和综合功能效益，又要妥善协调地区之间、行业之间和上下游、左右岸的关系，以及地区和县市、城市和农村等之间的关系，区域规划应尽量与流域规划相协调，制定切实可行的治理措施，维护有关各方合法利益。统筹安排好各项规划任务，突出治理重点，同时兼顾好经济、社会、生态各方效益。

(3) 远近结合，标本兼治。立足当前，放眼长远，量力而行，分步实施；分清轻重缓急，讲求效益，正确处理远景与近期的关系。抓紧解决危及人民生命财产安全的突出问题，加强防洪治理和水环境建设，改善人民生活、生产条件，实现地区社会经济可持续发展。

(4) 综合治理，建管并重。坚持保障防洪排涝安全与改善水环境相结合，实施综合治理、科学治理。坚持开发、利用与保护统一。坚持流域经济社会发展和地区水环境承载能力相结合，既要部署安排地区治理、开发和保护的重大布局，又要研究制定综合管理的政策措施，强化社会管理和公共服务功能。明确河流功能定位，制定相应的开发和保护措施。

(5) 分级设防，突出重点。坚持根据区域社会发展及各防护对象的规模和重要性等指标进行分级设防，突出防护重点。

3.2 规划任务

根据区域经济社会发展、城市总体规划，分析余姚市防洪（不包括海塘防潮）、排涝现状，查找问题，利用已有防洪规划成果，进一步复核地区、城市防洪工程布局的基础上，提出满足区域防洪安全的工程及非工程措施等，为区域经济社会可持续发展提供技术支撑。

3.3 规划范围及研究范围

本次规划范围为余姚市境内的姚江水系、钱塘江水系（含规划新围垦区），合计 1527km²。

规划研究范围涉及姚江流域、奉化江流域、甬江流域及上虞、余姚北排的钱塘江流域，总面积约 4684km²（不含慈溪北排面积）。

根据近 10 年围垦工程的实施，分析和确定姚江流域乃至甬江流域集水面积以及流域分区范围。姚江流域面积由原来的 3008km²（《姚江流域综合规划》1992 年数据）增加到 3294 km²，根据城市与围垦规划，至 2020 年，姚江流域的面积将达到 3468 km²。具体见表 3.3-1。

表 3.3-1 姚江流域、甬江流域面积分区组成情况 单位: km²

流域	分区	《92》综规	2008年	2020年	
姚江流域	上虞市	虞北平原北排	374.1	428.0	
		虞北平原东排(中河区)	544	34	
		丰惠平原东排		184	
	余姚市	姚西北北排	1078	285.6	361.7
		姚江干流东排		790.9	790.9
	鄞州区东排		30	30	30
	慈溪市	北排	946	1117.6	1162.0
		东排		34	34
	江北镇海区东排		410	443.5	443.5
	姚江流域总面积		3008	3293.7	3468.1
	东排面积小计		1934	1516.4	1516.4
北排面积小计		1074	1777.3	1951.7	
奉化江流域			2378	2378	
甬江流域	总计		5671.68	5846.1	
	本次研究面积(不含慈溪北排)		4554.11	4684.1	

3.4 规划水平年

规划基准年：2012年；

规划水平年：2020年。

3.5 规划标准

根据《余姚市中心城区规划(2008-2030年)》，规划到2015年、2020年和2030年的余姚中心城区城市常住人口规模将分别达到43万人、50万人和60万人，远期人口为80万人左右。近中期为III级设防的中等城市，防洪标准为50年一遇；远期为II级设防的重要城市，防洪标准为100年一遇。

根据《甬江流域防洪治涝规划》的有关内容，规划期限至2020年，城镇防洪标准为20~50年一遇，其中余姚城区段(蜀山大闸以上)防洪标准为50年一遇，蜀山大闸~余姚江北分界线为20年一遇；城市及城镇排涝标准为20年一遇24暴雨24小时排出，农田排涝标准为20年一遇3天暴雨3天排出。

综合分析，本阶段规划防洪标准采用如下：

余姚城区防洪标准为50年一遇，城镇防洪标准为20年一遇。

其中：

余姚城区段（蜀山大闸以上）防洪标准为 50年一遇；

蜀山大闸～余姚江北分界线为20年一遇。

（2）排涝标准

城市及城镇排涝标准为20年一遇24暴雨24小时排出；

农村排涝标准为20年一遇3天暴雨3天排出。

3.6 编制依据

3.6.1 法律法规

- （1）《中华人民共和国水法》（2002年10月）；
- （2）《中华人民共和国防洪法》（1997年8月）；
- （3）《中华人民共和国土地管理法》（1999年1月1日起施行）；
- （4）《中华人民共和国环境保护法》（1989年12月）；
- （5）《中华人民共和国城乡规划法》（2008年1月1日起施行）；
- （6）《中华人民共和国水土保持法》（2011年3月1日起施行）；
- （7）《中华人民共和国河道管理条例》（1988年6月10日起施行）；
- （8）《浙江省水利工程安全管理条例》（2009年1月1日施行）；
- （9）《浙江省河道管理条例》（2012年1月1日起施行）
- （10）《浙江省海塘建设管理条例》（1999年6月10日起施行）等。

3.6.2 技术规范

- （1）《防洪标准》（GB50201-94）；
- （2）《堤防工程设计规范》（GB50286-98）；
- （3）《江河流域规划编制规范》（SL201-97）；
- （4）《江河流域规划环境影响评价规范》（SL45-92）；
- （5）《水利建设项目经济评价规范》（SL72-94）；
- （6）《建设项目经济评价方法与参数（第三版）》（2006年）；

- (7) 《浙江省水利水电建筑工程预算定额》（2010年）；
- (8) 《浙江省水利水电工程施工机械台班费定额》（2010年）；
- (9) 《浙江省城市防洪规划编制导则》（浙江省水利厅1998年10月）等。

3.6.3 有关规划

- (1) 《余姚市统计年鉴》（2012年）；
- (2) 《余姚市城市总体规划（2001-2020年）》；
- (3) 《浙江省滩涂围垦总体规划报告（2005-2020年）》；
- (4) 《姚江流域综合规划报告》（1992年）；
- (5) 《甬江流域综合规划报告》（1998年）；
- (6) 《宁波市市区河道整治规划》（2003年）；
- (7) 《余姚市河道整治规划》（2004年）；
- (8) 《甬江流域防洪治涝规划》（2011年）；
- (9) 余姚市水域调查报告；
- (10) 土地利用规划、环境保护规划等其他行业规划。

4 水文

4.1 流域概况

余姚市位于浙江省东部沿海，杭州湾之南。市境内相关水系主要为姚江水系、奉化江水系，其中姚江水系是本阶段分析重点。

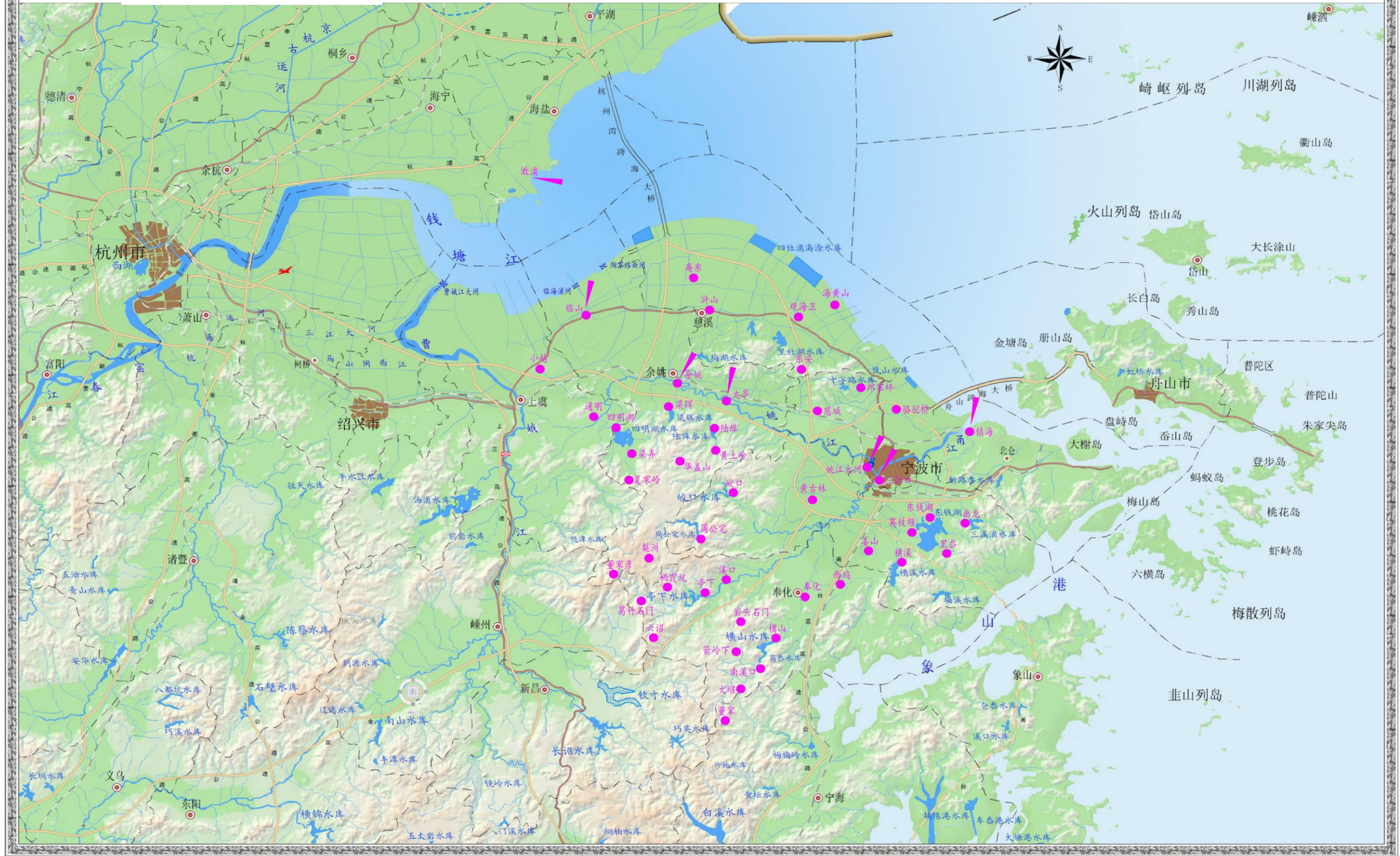
姚江又名余姚江、舜江，源出四明山夏家岭，流经梁弄、余姚、丈亭，在宁波三江口与奉化江汇合后称甬江，全长107km。姚江的较大支流都位于右岸，有龙坑溪、陆埠溪、车厩溪和大隐溪。流域内山区性河流主要集中在姚江干流四明湖水库坝址以上、干流以南各支流，另有一部分矮山分布于姚江干流余姚下游的北岸，多条小河流散布其间，进入平原河网后汇入姚江干河。姚江原为潮汐河，咸潮可上溯至通明，1959年7月，姚江大闸建成后为平原河道。姚江流域洪涝水有两个排向，一是东排甬江，主要沟通河道有姚江干河、中大河、西大河、沿山河、万弓塘河、滨子江、清水浦等；二是直接北排杭州湾，主要沟通河道有上虞的百崧河、百沥河、夏盖河、盖沥河，余姚境内的临海大浦、四塘横江、五塘横江、陶家路、爱国江，慈溪境内的镇龙浦、淡水泓、淞浦、方家浦、郑家浦、半掘浦、水云浦、四灶浦、周家路江、建塘江等。

奉化江的主源为剡江，发源于奉化、余姚、嵊州三市交界的大湾岗东坡董家彦，主要支流有东江、县江、鄞江。奉化江上游坡陡流急，为山区性河道，剡江自奉化市萧王庙镇以下、鄞江自鄞州区鄞江镇以下、县江自奉化市城区以下、东江自奉化市高楼张以下为平原河道，坡降平缓，形成了鄞奉、鄞西河网区。

姚江、奉化江在宁波市区三江口会合后始称甬江，向东北流经镇海，在外游山东侧入海，入海口距宁波三江口26km。

流域水系及测站位置见图4-1。

图4-1 流域水系及测站分布示意图



4.2 气象

甬江流域位于浙江省东部，属亚热带季风气候区，气候温和湿润，雨量丰沛。

流域多年平均年降水量的空间分布不均，变化范围一般在1300mm~2050mm之间。年内和年际分布亦甚不均匀。从年际来看，以余姚站为例，最丰年为1930年，年降水量为1890.8mm（解放后1962年为最丰年，降水量为1862.5mm），最枯年为1967年仅879.4mm。年内7月~9月受副热带高压控制，晴热少雨，易发生旱灾；但在此期间经常受到台风或热带风暴的侵袭，带来狂风暴雨，易遭洪涝灾害（如2013年10月6日至8日流域面雨量为441.7mm，1962年9月4日至6日流域面雨量为364.1mm，1963年9月11日至13日流域面雨量为298.2mm，均造成大面积的洪涝灾害）。

据余姚站统计，流域多年平均气温为16.3℃，无霜期240天左右，平均相对湿度80%，平均风速3.8m/s，最大风速17.0m³/s（相应风向NNE）。

4.3 水文基础资料

4.3.1 水文研究范围

本次分析根据流域水系及水利计算分析要求，研究范围为整个甬江流域（集水面积5671.68km²），包括姚江流域（集水面积3293.68km²）和奉化江流域（集水面积2378.00km²）。

表4-1 流域分区基本情况表

流域	分区		集水面积 (km ²)
姚江流域	上虞市	虞北平原北排	374.13
		虞北平原东排	34
		丰惠平原	184
	余姚市	姚西北	285.59
		东排	790.89
	鄞州区	/	30
	慈溪市	北排	1117.57
		东排	34
	江北镇海区	/	443.5
	小计		3293.68
小计（不含慈溪、上虞北排面积）		1801.98	
奉化江流域			2378
甬江流域	总计		5671.68
	总计（不含慈溪北排）		4554.11

4.3.2 水文测站情况

甬江流域降水量站较多，分布比较均匀。平原河网区有小越、临山、西横河闸、通明、余姚、丈亭、慈城、骆驼桥等水位站。洪水承泄区有澉浦、镇海等潮位站。

各站的实测资料，为暴雨洪水、边界条件分析计算提供了有利条件，本次分析所采用的降水量站与水文站详见表4-2。

表4-2 流域及流域附近水文资料一览表

水系	河名	站名	设立年份	集水面积(km ²)	观测项目			
					降水量	水位	流量	蒸发
姚江	姚江	夏家岭	1962		降水量			
	姚江	梁弄	1955		降水量			
	姚江	通明	1955		降水量	水位		
	小越河	小越	1962		降水量	水位		
	西上河	临山	1955		降水量	水位		
	西河	浒山	1956		降水量			
	姚江	余姚	1956		降水量	水位		
	陆埠溪	黄土岭	1958	17.9	降水量	水位	流量	蒸发
	姚江	丈亭	1951		降水量	水位		
	姚江	慈城	1958		降水量			
	姚江	姚江大闸	1961		降水量	水位		
	郎坪溪	郎家坪	1972		降水量			
	东大河	骆驼桥	1962		降水量	水位		
滨海	/	庵东	1958		降水量			
	/	海黄山	1972		降水量	潮水位		
	/	观海卫	1951		降水量			
	/	东安	1964		降水量			
奉化江	剡江	董家彦	1961		降水量			
	剡江	葛竹石门	1964		降水量			
	剡江	栖霞坑	1963		降水量			
	剡江	东岙	1955		降水量			
	剡江	亭下	1955		降水量			
	剡江	六诏	1951		降水量			
	剡江	岩头石门	1960		降水量			
	剡江	溪口	1956	340.0	降水量	水位	流量	
	北溪	黎洲	1972		降水量			
	樟村	皎口(樟村)	1951	259.0	降水量		流量	
	县江	董家	1966		降水量			
	县江	赋竹岑	1964		降水量			
	县江	大堰	1956		降水量			
	县江	箭岭下	1971		降水量			
	县江	南溪口	1967	127.0	降水量		流量	
	县江	奉化	1951		降水量			
	东江	夹岙	1967		降水量			
东江	西坞	1966		降水量				
鄞奉平原	古林河	黄古林	1962		降水量	水位		
	西槽河	姜山	1962		降水量	水位		
	东钱湖	莫枝堰	1960		降水量	水位		
	三溪浦	画龙	1962		降水量			
甬江	甬江	镇海	1929		降水量	潮水位		
钱塘江	杭州湾	澈浦	1951		降水量	潮水位		

4.3.3 洪水计算单元

姚江流域：按流域内水系分布，水库和防洪控制断面及水利计算模型需要，姚江流域分成67个平原及34个洪水计算单元。

奉化江流域：按流域内水系分布，水库和防洪控制断面位置及水利计算需求等因素，奉化江流域分成5个平原产水量计算单元及32个洪水计算单元。

表4-3 姚江流域洪水计算分区表

分区编号	面积(km ²)	分区编号	面积(km ²)	分区编号	面积(km ²)	河长L(km)	比降J(%)
平原1	28.93	平原35	13.28	山区1	34.05	河流不发育，推净雨	
平原2	19.58	平原36	20.50	山区2	43.59	河流不发育，推净雨	
平原3	6.21	平原37	19.85	山区3	7.43	1.95	14.86
平原4	85.22	平原38	13.28	山区4	7.62	2.30	16.71
平原5	14.72	平原39	9.89	山区5	32.17	4.99	20.82
平原6	22.92	平原40	17.19	山区6	9.80	3.57	43.16
平原7	18.54	平原41	6.51	山区7	9.60	4.07	57.08
平原8	23.52	平原42	25.49	山区8	10.75	1.39	16.20
平原9	16.84	平原43	30.93	山区9	26.11	4.28	13.90
平原10	40.61	平原44	19.43	山区10	12.00	2.25	32.73
平原11	37.45	平原45	19.29	山区11	103.00	15.23	9.90
平原12	32.13	平原46	17.43	山区12	7.35	2.04	54.31
平原13	50.32	平原47	14.22	山区13	35.83	11.11	22.51
平原14	16.35	平原48	20.37	山区14	35.78	9.54	23.46
平原15	7.71	平原49	13.45	山区15	56.00	9.75	16.37
平原16	12.54	平原50	12.29	山区16	13.01	3.50	60.16
平原17	17.29	平原51	19.09	山区17	22.25	5.20	24.20
平原18	12.95	平原52	32.61	山区18	15.43	3.69	18.76
平原19	15.70	平原53	23.09	山区19	74.15	17.24	19.44
平原20	23.32	平原54	47.22	山区20	13.38	1.39	32.97
平原21	25.64	平原55	11.43	山区21	9.42	1.20	27.64
平原22	17.68	平原56	8.53	山区22	26.41	5.13	28.27
平原23	61.44	平原57	23.86	山区23	42.34	6.06	21.93
平原24	18.59	平原58	10.51	山区24	14.57	4.09	16.86
平原25	9.37	平原59	22.03	山区25	11.95	0.55	41.32
平原26	18.77	平原60	24.33	山区26	39.22	3.23	13.85
平原27	15.31	平原61	19.73	山区27	15.65	河流不发育，推净雨	
平原28	26.19	平原62	6.08	山区28	28.19	4.47	19.58
平原29	15.61	平原63	76.71	山区29	7.45	0.46	77.50
平原30	9.89	平原64	91.30	山区30	52.31	7.96	10.95
平原31	26.50	平原65	225.00	山区31	47.67	6.02	16.78
平原32	17.48	平原66	280.57	山区32	43.61	7.84	13.17
平原33	31.67	平原67	335.11	山区33	21.06	2.10	65.76
平原34	15.11			山区34	21.85	1.52	29.86

表4-4 奉化江流域水文计算分区表

分区编号	流域	洪水分区	洪水子分区	面积(km ²)	河长L(km)	比降J(‰)
山区1	奉化江	县江兴奉桥断面	兴奉桥~上游各断面	7.3	河流不发育, 推净雨	
山区2			北溪	7	6.44	9.99
山区3			五岳溪	10	6.73	18.09
山区4			普济寺~横山水库	49.7	12.46	16.06
山区5			横山水库	150.8	41.1	8.87
山区6		东江高楼张断面	葛岙水库	38.5	11.19	17.13
山区7			高楼张~葛岙水库	80.5	18.96	2.55
山区8		下游平原	萧镇~上张汀~兴奉桥	17.5	河流不发育, 推净雨	
山区9			高楼张~后王	11.9	河流不发育, 推净雨	
山区10			中夹岙	6.3	4.83	27.1
山区11			金溪	23.4	9.3	8.13
平原1			平原	117.5	推净雨	
山区12		剡江	亭下水库	176	34.73	8.28
山区13			许江岸	43.7	13.24	17.75
山区14			溪口~许江岸、亭下区间	120.3	26.8	6.81
山区15	萧镇~溪口		108.9	18.2	8.58	

续表4-4 奉化江流域水文计算分区表

分区编号	流域	洪水分区	洪水子分区	面积(km ²)	河长L(km)	比降J(‰)		
山区16	鄞东南片	山区	白杜左侧山区	54.5	9.3	8.13		
山区17			横溪水库	39.8	10.97	6.638		
山区18			横溪乡~横溪区间	7.8	1.53	104.47		
平原2			东钱湖西南入平原山区	24.4	推净雨			
山区19			东钱湖	79.1	6.94	12.1		
山区20			三溪浦水库	51	9.07	5.32		
山区21			三溪浦以下入平原山区	14.2	2.53	43.57		
山区22			明堂岙溪	10.9	5.44	22.86		
山区23			鄞县境内汇入小浹江山区	9.3	2.27	10.93		
山区24			北仑境内汇入小浹江山区	18.5	1.48	32.61		
平原3			平原	东江、甬江、后塘河间平原	276.2	推净雨		
平原4				后塘河以北平原区	117.2	推净雨		
山区25			鄞西片	山区	溪下水库	28.9	11.2	12.63
山区26					溪下水库以北汇入平原山区	31.5	6.28	26.49
山区27	溪下水库以南汇入平原山区	29.6			4.47	34.37		
平原5	平原	甬江西北平原区	217.1	推净雨				
山区28	鄞江	山区	周公宅水库	132	27.75	15.77		
山区29			皎口~周公宅	127	25.4	11.34		
山区30			鄞江桥~皎口	91.1	16.13	3.61		
山区31			卢王水库	25.4	11.58	29.59		
山区32			鄞江桥以下左侧山区~卢王	26.8	9.2	10.7		



姚江流域洪水计算分区图

4.4 洪水

甬江流域春末夏初，由于大气环流的季风调整，来自海洋的暖湿气流与北方南下的冷空气在江淮流域持续交绥，形成一条东西向准静止锋，一般称为梅雨锋，造成阴雨连绵和暴雨集中的天气。此时正值江南梅子黄熟时期，故称“梅雨”或“黄梅天气”，称之为梅汛期。梅雨期特点是降水覆盖范围较广，降水量较大，降水历时较长。8、9月份，太平洋上台风和热带风暴活动频繁并影响本流域，其挟带的大量水汽遇冷空气常造成短历时大暴雨，称为台汛期。台风雨的特点是降雨强度大，一次降雨中心点雨量可达数百毫米，但历时较短，一般仅为1~3天。到11月、12月至次年1月和2月，冬季雨量减小，降雨水量不到全年的五分之一，每年的秋末至次年夏初天气常受冷高压控制，干燥少雨，除有北方冷空气团南下时会出现雨雪天气外，基本以晴好天气为主，这个时期称为非汛期。

甬江流域主要洪涝灾害主要发生在台汛期与梅汛期，据流域降水特性，通常将四至十月作为汛期，其余月份作为非汛期。全年降水量的绝大部分发生在汛期。

甬江流域发生大暴雨主要由台风雨控制为主。本流域滨临东海，每年夏秋季节，天气系统为太平洋副热带高压所控制，台风暴雨影响严重，8、9月间台风或热带风暴从福建、浙江沿海，尤其是象山港登陆，袭击本流域，往往因四明山脉和天台山脉对入流水汽的抬升作用，造成流域大暴雨。暴雨中心往往集中于四明山一带，台风雨短时间降雨强度大，根据实测最大24小时点暴雨量为551.0mm（陆埠站2013年10月8日），最大三日暴雨量为748.3mm（夏家岭站2000年9月12日~9月14日），往往形成较大灾害。台风型洪涝特点为降雨强度大，一次降雨中心点雨量可达数百毫米，但历时较短，一般仅为1~3天，相应平原水位的上涨速度快、幅度大。甬江流域发生较大台风洪水灾害的年份有1962年、1963年、2013

年等，姚江流域年最大三日雨量分别为364.1mm、298.2mm、441.7mm；奉化江流域最大三日雨量分别为326.4mm、440.5mm、452.2mm。

4.4.1 较大台风水情

(1) 2013年“菲特”台风水情

“菲特”于2013年9月30日20时在菲律宾以东的西北太平洋洋面上生成，10月1日17时加强为强热带风暴，10月3日5时加强为台风，10月4日17时加强为强台风，台风中心于10月7日1时15分在浙闽交界处（福鼎沙埕镇）登陆，登陆时强度为强台风，近中心最大风力42m/s（14级），中心气压955百帕，受其影响，我省宁波、温州、台州、绍兴等地普降大到暴雨，局部地区特大暴雨。

“菲特”登陆时适逢天文大潮，10月6日8时-7日5时，我省沿海实测高潮位全面超警戒潮位，对城市及交通基础设施等防洪排涝影响较大。

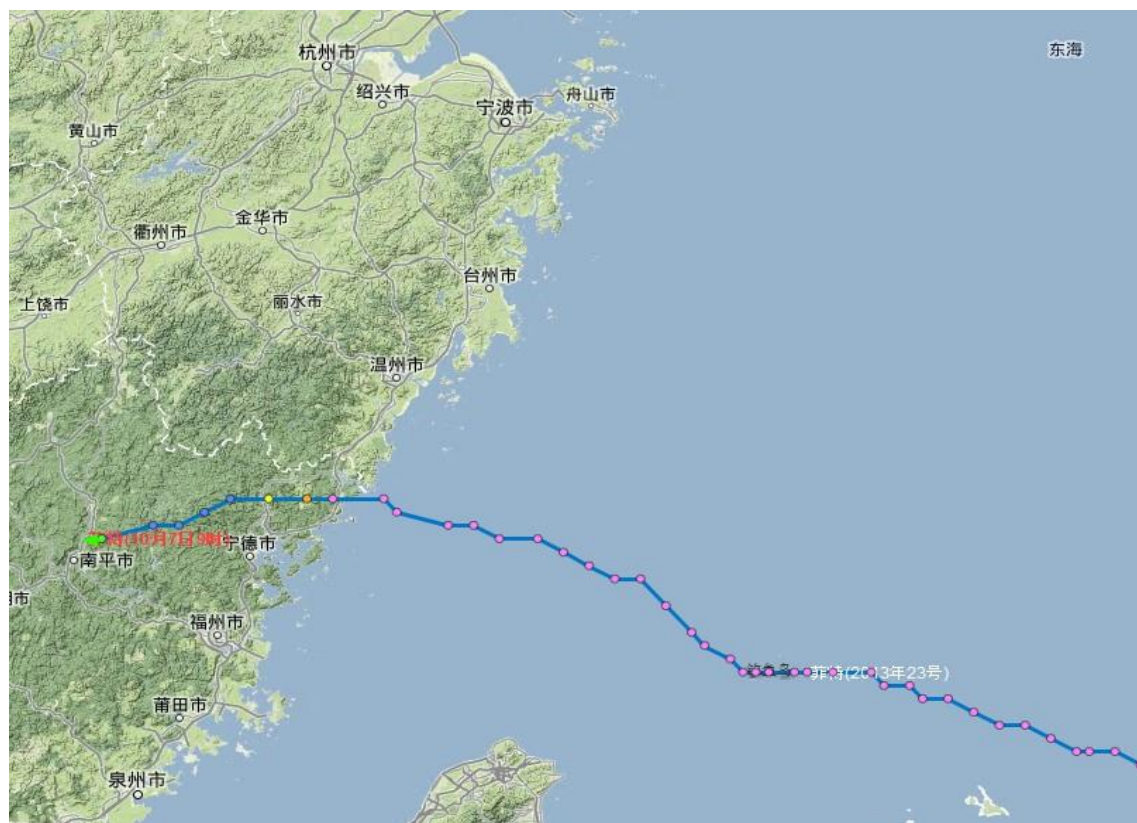


图4-2

“菲特”台风路径图

1) 降雨情况

根据遥测雨量资料，本次“菲特”台风期间，姚江流域本次最大24小时雨量达到338.4mm，发生在10月6日21时至10月7日20时，最大三日面雨量为441.7mm，发生在10月6日~10月8日。奉化江流域本次最大24小时雨量达到296.3mm，发生在10月6日22时至10月7日21时，最大三日面雨量为452.2mm，发生在10月6日~10月8日。

台风期间流域普降大雨，各测站实测3日暴雨在232.0mm~737.0mm之间，总体暴雨量级自山区向平原，自西南向东北逐步递减，暴雨中心位于余姚南部山区的陆埠水库、梁辉水库、向家弄水库、四明湖水库及鄞州西部的皎口水库一带，次暴雨中心位于奉化市市区县江、东江中下游一带，流域实测3日暴雨超过600mm的6个测站均位于该区域，其中黄土岭雨量站实测最大3日暴雨737.0mm，陆埠雨量站实测最大3日暴雨736.5mm，向家弄站雨量站实测最大3日暴雨692.0mm。

从3日降雨绝对值来看，姚江流域最大3日雨量441.7mm，重现期相当于100年一遇，奉化江最大3日雨量452.2mm，重现期相当于50年一遇。24小时雨量占3日雨量的65%以上，姚江流域更是高达76.6%，降水时段和强度较为集中，从降水空间分布情况看属于典型台风暴雨分布。

2) 水位情况

受台风影响，姚江干流水位涨幅明显，余姚水位站自10月6日21时的1.06m迅速上涨，至10月7日7时水位2.02m，已超危急水位0.12m，随后5小时内，水位加速上涨，至10月7日12时水位已达3.06m，随后水位持续缓慢上涨，至10月8日9时达到本次台风的最高水位3.40m，高水位持续不退，10月11日3时，水位缓慢回落至3.00m，10月15日4时，水位降至危急水位1.90m。

本次台风期间，余姚水位站超危急水位1.90m持续时间近8天（189小时），3.00m以上高水位持续时间近4天（88小时）。

余姚北排钱塘江口门陶家路闸、临海浦闸闸下最高闸下临时观测潮位均为6.00m。

甬江河口镇海潮位站最高潮位2.69m。

表4-5 姚江、奉化江流域主要站点短历时暴雨特征值表

站名时段	最大1h (mm)	最大3h (mm)	最大24h (mm)	最大3日 (mm)
小越	50.5	126.0	476.0	564.0
百官	58.5	112.0	402.5	479.0
临山	52.0	112.0	322.5	413.5
牟山湖	82.0	183.0	452.0	537.0
四明湖	32.5	85.0	444.0	611.5
梁弄	34.5	75.5	389.5	571.0
夏家岭	36.0	92.5	397.0	579.5
梁辉	64.5	161.5	499.5	651.5
华盖山	65.0	120.5	483.0	642.5
陆埠	60.0	171.0	551.0	736.5
黄土岭	57.0	156.5	534.5	737.0
余姚	64.0	148.5	362.0	496.0
浒山	56.0	119.5	230.0	365.0
丈亭	52.5	94.0	306.0	462.0
向家弄	57.0	146.0	528.0	692.0
梅湖	43.5	78.0	268.0	403.5
姚江大闸	41.0	94.5	214.5	232.0
骆驼桥	44.0	72.5	160.0	279.5
镇海	26.5	41.5	153.5	249.5
周公宅	46.5	97.5	423.5	552.5
亭下	41.5	90.5	288.0	445.0
奉化溪口	43.5	105.5	326.0	437.0
黄古林	49.5	125.0	345.0	439.5
横山	48.0	109.0	309.0	446.0
西坞	81.5	108.5	384.5	570.0
姜山	51.5	135.0	316.0	433.0
横溪	60.5	151.5	376.5	486.5
东钱湖	46.5	102.5	250.0	319.0
三溪浦	31.0	76.0	220.5	302.5
上林湖	78.0	145.5	234.5	406.0
里杜湖	72.5	141.5	230.0	399.5
凤湖	41.5	71.5	142.0	260.5
灵湖	74.0	142.5	199.5	380.5
四灶浦	31.0	64.5	149.0	285.0
梅溪	56.0	126.0	283.0	347.0
里岙	44.5	95.5	331.5	448.0

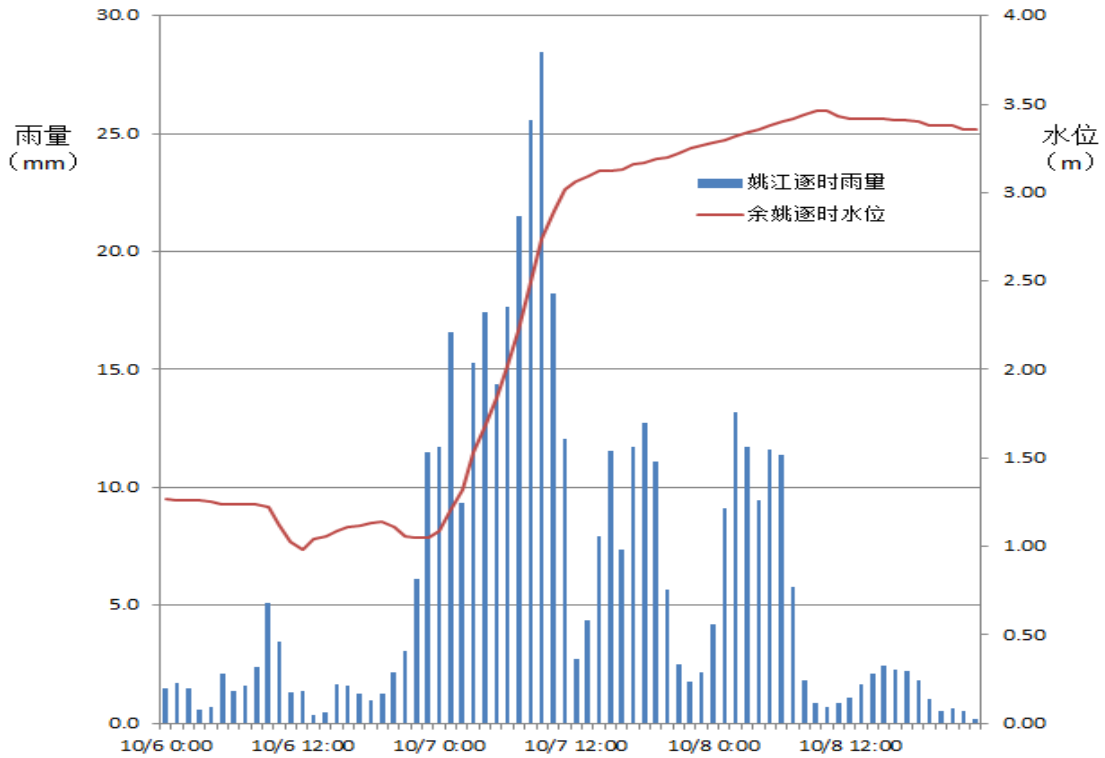


图4-3 姚江流域“菲特”台风逐时降水及水位过程

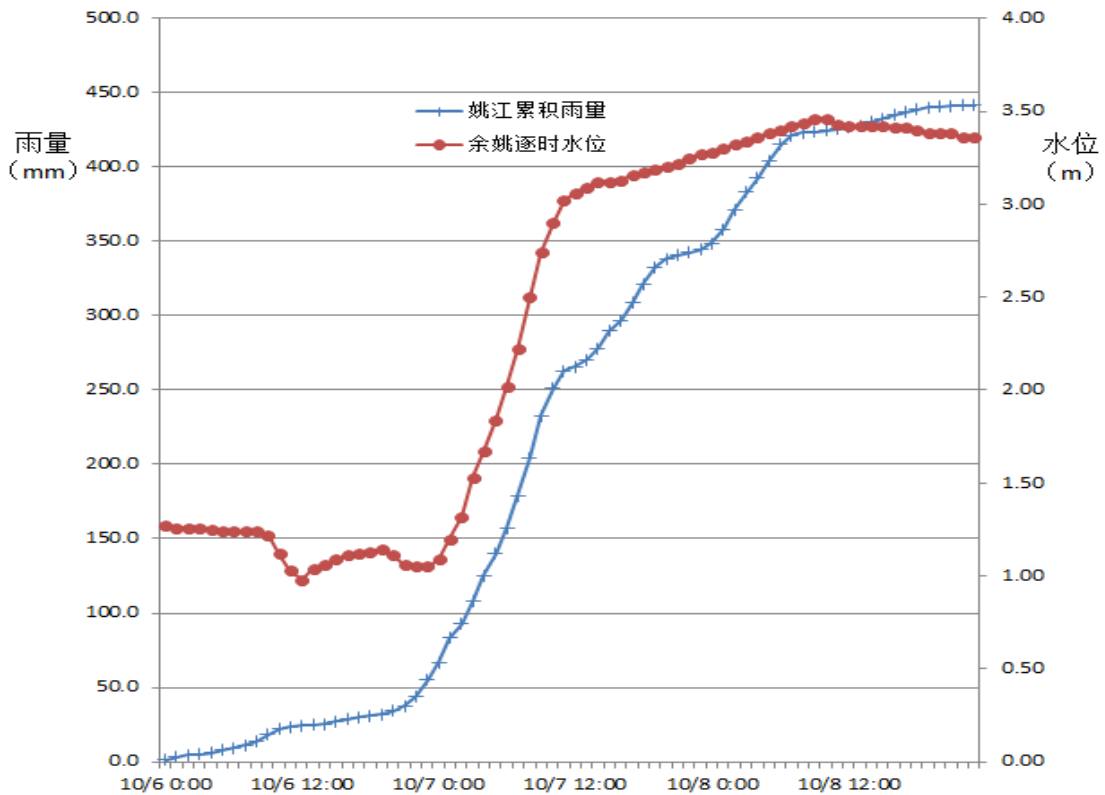


图4-4 姚江流域“菲特”台风累积降水及水位过程

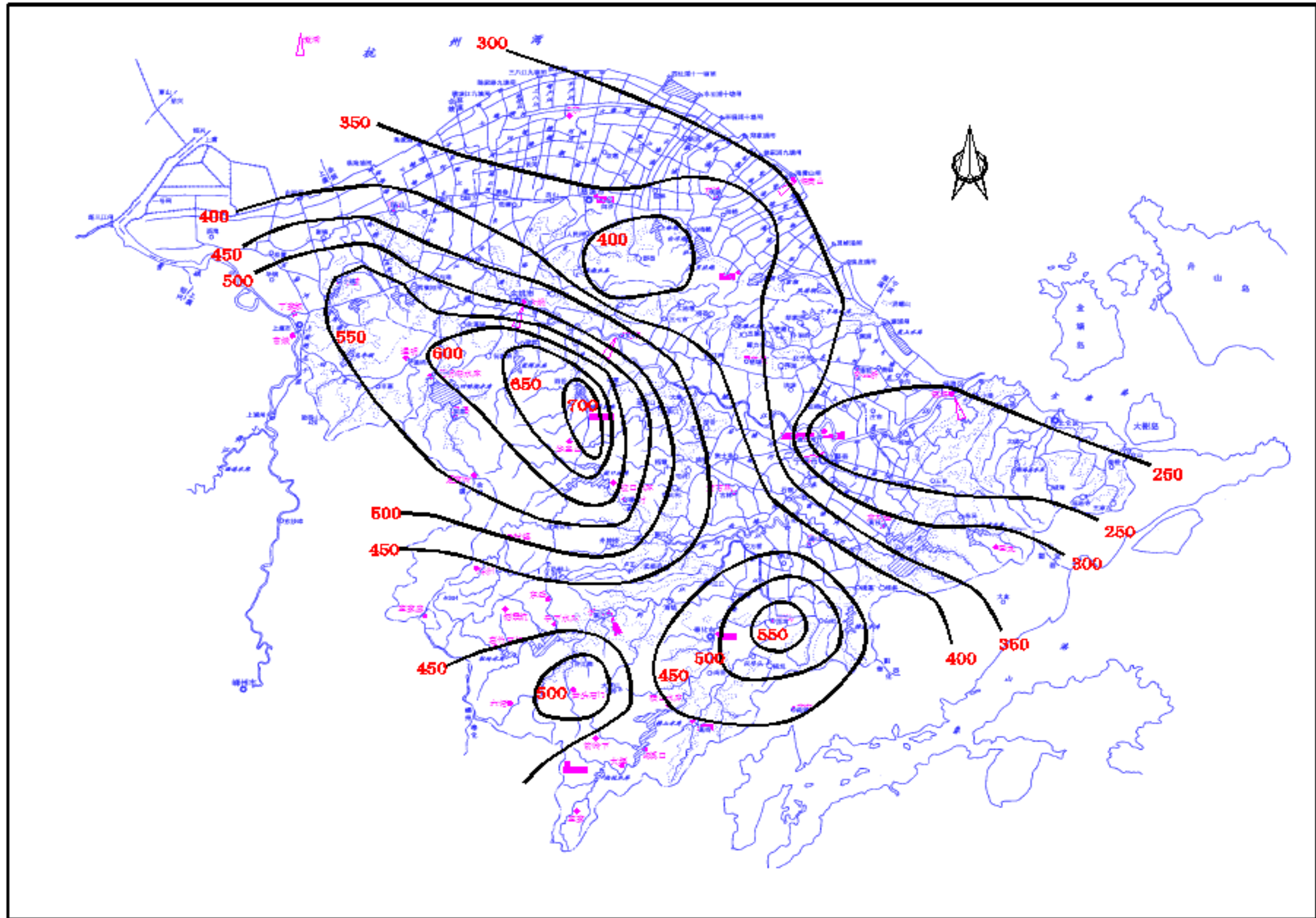


图4-5 “20131006”三日暴雨空间分布图

(2) 1962年14号台风水情

1962年14号台风于1962年9月6日13时左右进入浙江省，受台风与北方冷空气在浙江省上空交汇影响，全省普降大暴雨，降雨量主要集中在9月4-6日，主要江河均出现了特大洪峰和有实测记录以来的最高水位，其中姚江平原余姚站水位4.8m。根据姚江、奉化江流域及邻近流域各雨量站9月4日~6日的降水资料，绘制流域三日暴雨等值线图，见图3-6。由台风暴雨等值线图可知，该场暴雨的空间分布有以下特点：

1) 暴雨中心位于余姚百丈岗。姚江暴雨中心百丈岗的三日雨量达642.8mm，暴雨中心从西部向东部递减，至杭州湾为250mm左右；暴雨次中心为奉化江的亭下和南溪口，三日雨量达400mm左右，暴雨中心呈西南-东北向的带状，东至宁波，三日降水量降到200mm左右。从暴雨等值线图明显可见，暴雨中心及次中心笼罩范围相对较大，降雨强度从中心往四周削弱暴雨衰减梯度一般。

2) 流域降水量空间分布相对均匀：从三日降水量绝对值看，姚江流域364.1mm，百丈岗642.8mm，姚江流域最低点雨量为250mm；奉化江流域面雨量为326.4mm，亭下和南溪口达400mm，奉化江流域最低点雨量为200mm。

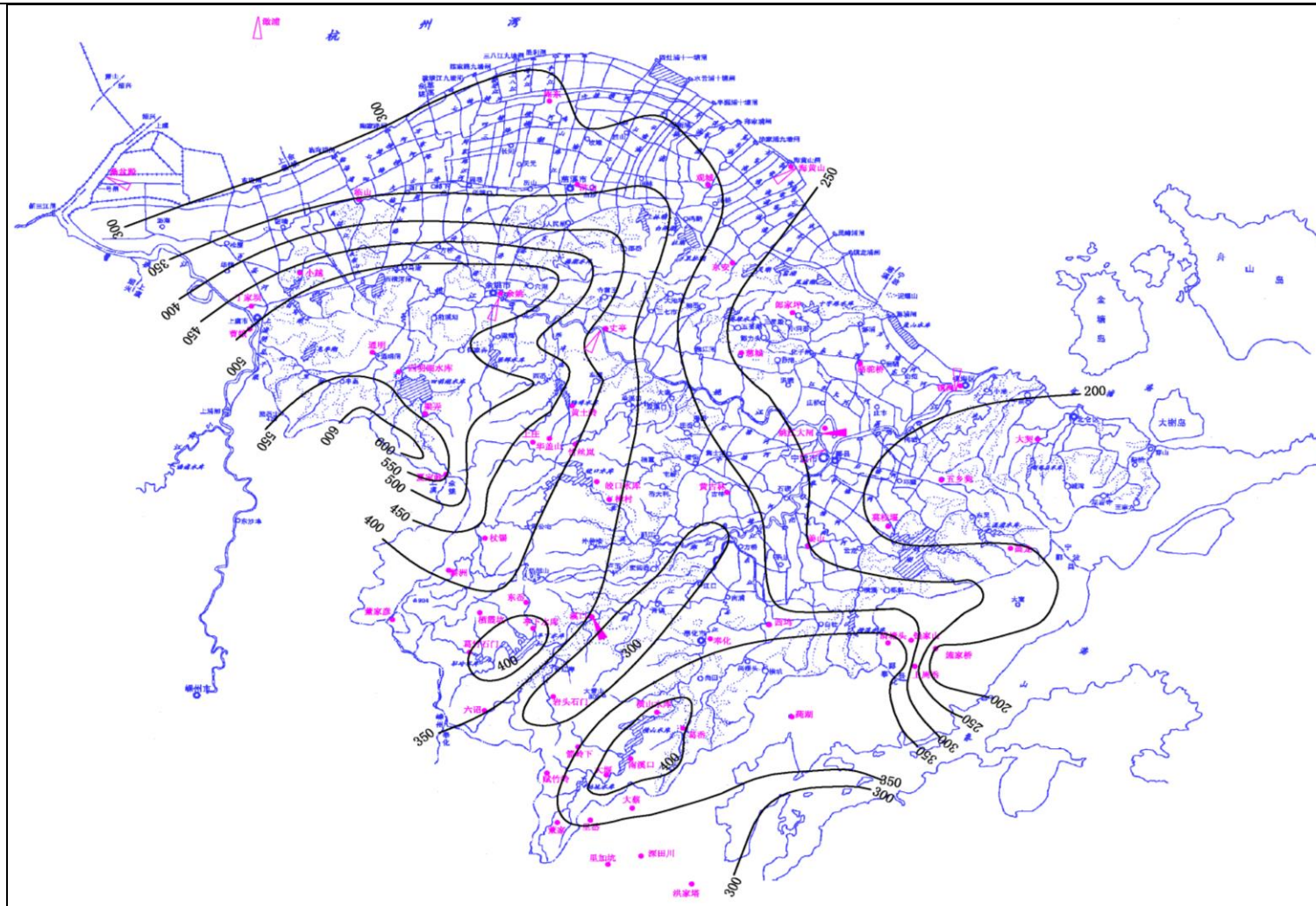


图4-6 “19620904”三日暴雨空间分布图

(3) 1963年12号台风

1963年12号台风于1963年9月13日左右进入浙江省，受台风倒槽影响，除金华、衢州地区外全省均降大暴雨，降雨量主要集中在9月11-13日，主要江河洪水猛涨，其中奉化江宁波东江站水位4.86m超过历史实测最高水位，洪水使奉化江堤防损坏严重。根据姚江、奉化江流域及邻近流域各雨量站9月11日~13日的降水资料，绘制流域三日暴雨等值线图，见图3-7。由台风暴雨等值线图可知，该场暴雨的空间分布有以下特点：

1) 暴雨中心位于鄞州三溪浦。奉化江暴雨中心三溪浦的三日雨量达700mm，暴雨中心从南部向北部递减，至杭州湾为200mm左右；暴雨次中心为奉化江的南溪口和华盖山，三日雨量达500mm和450mm左右，暴雨中心呈南部-北部向的带状，北至杭州湾，三日降水量降到200mm左右。从暴雨等值线图明显可见，暴雨中心及次中心笼罩范围不广，降雨强度从中心往四周迅速削弱暴雨衰减梯度较大。

2) 流域降水量空间分布相对均匀：从三日降水量绝对值看，姚江流域298.2mm，姚江流域最低点雨量为150mm；奉化江流域面雨量为440.5mm，三溪浦达700mm，奉化江流域最低点雨量为350mm。

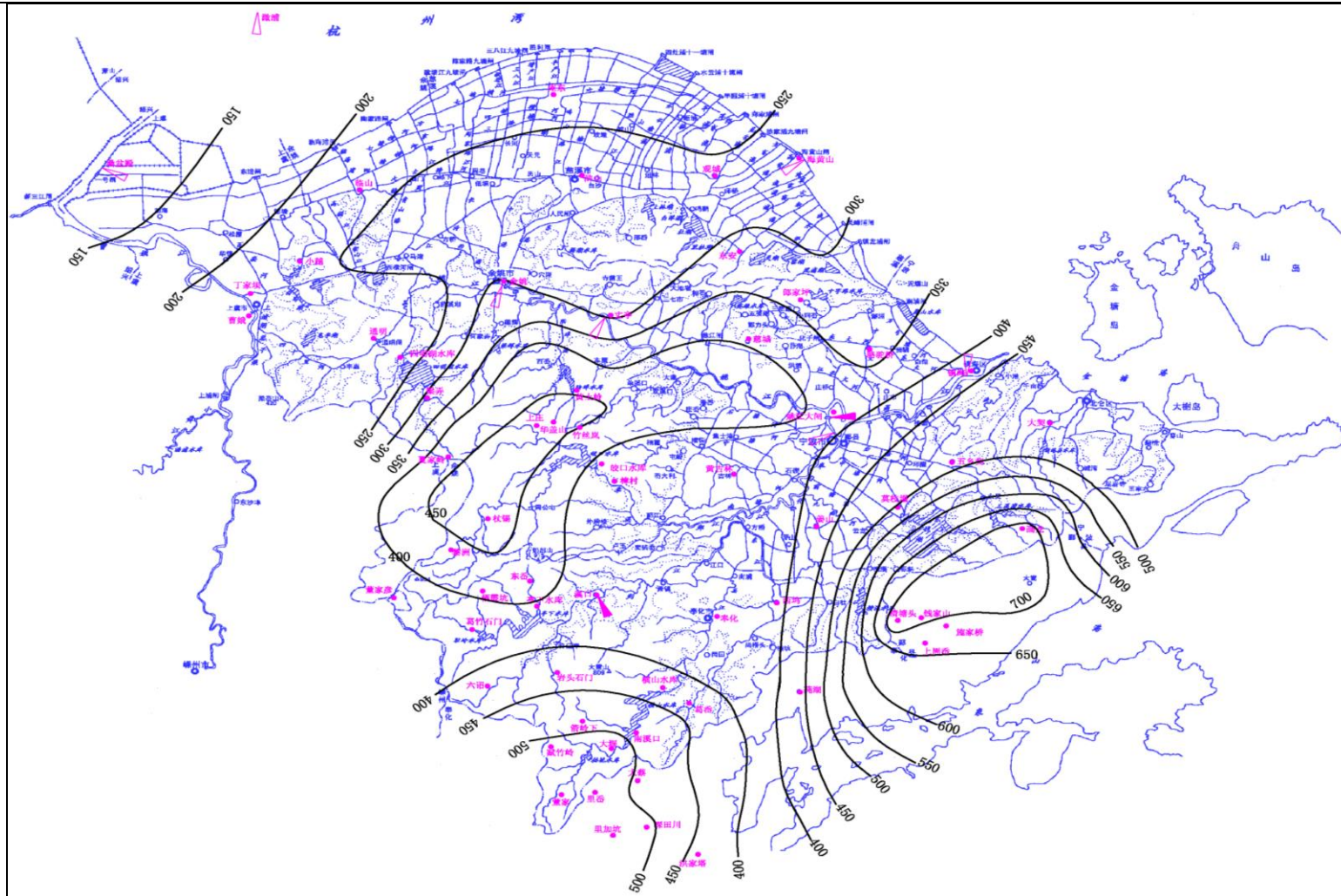


图4-7 “19630912”三日暴雨空间分布图

(4) 2000年“桑美”台风

“桑美”台风于2000年9月12日沿宁波海面北上，影响范围主要是奉化江、姚江流域及鄞东南平原，降雨量主要集中在9月13、14日。根据姚江、奉化江流域及邻近流域各雨量站9月12日~14日的降水资料，绘制流域三日暴雨等值线图，见图4-9。由桑美台风暴雨等值线图可知，该场暴雨的空间分布有以下特点：

1) 暴雨中心位于姚江四明湖水库、奉化江皎口水库的河源。姚江暴雨中心夏家岭站的三日雨量达748.3mm，暴雨中心从南部山区向北部平原快速递减，至杭州湾为60mm左右；暴雨次中心为鄞东南平原的山区，即画龙、清塘头一带，画龙站的三日雨量达693mm，暴雨中心呈西南-东北向的带状，西北往鄞东南平原，东南往大嵩流域，三日降水量降到250mm左右。从暴雨等值线图明显可见，暴雨中心及次中心笼罩范围不广，降雨强度从中心往四周迅速削弱暴雨衰减梯度较大。

2) 流域降水量空间分布不均：从三日降水量绝对值看，姚江流域188.9mm，四明湖水库460mm；奉化江流域面雨量为227.6mm，三溪浦水库以上高达616mm，剡江上游右侧支流则低为56.5mm。

姚江流域2000年桑美台风流域逐时降水量过程及余姚水位过程见图4-8。

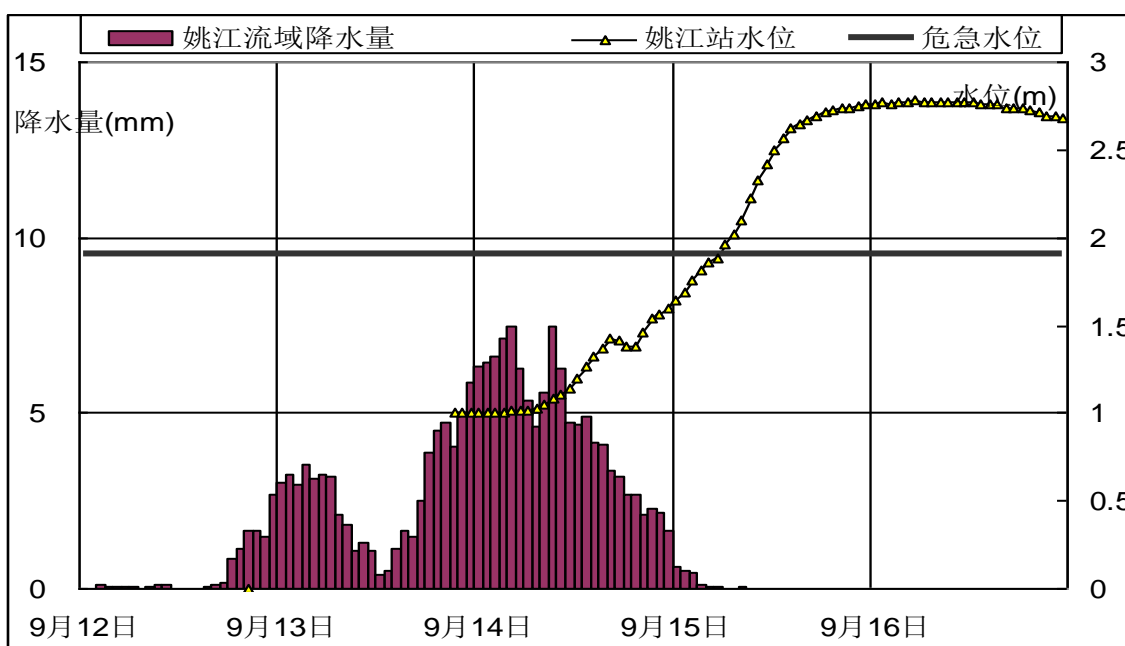


图4-8 姚江流域2000年“桑美”台风降水及水位过程

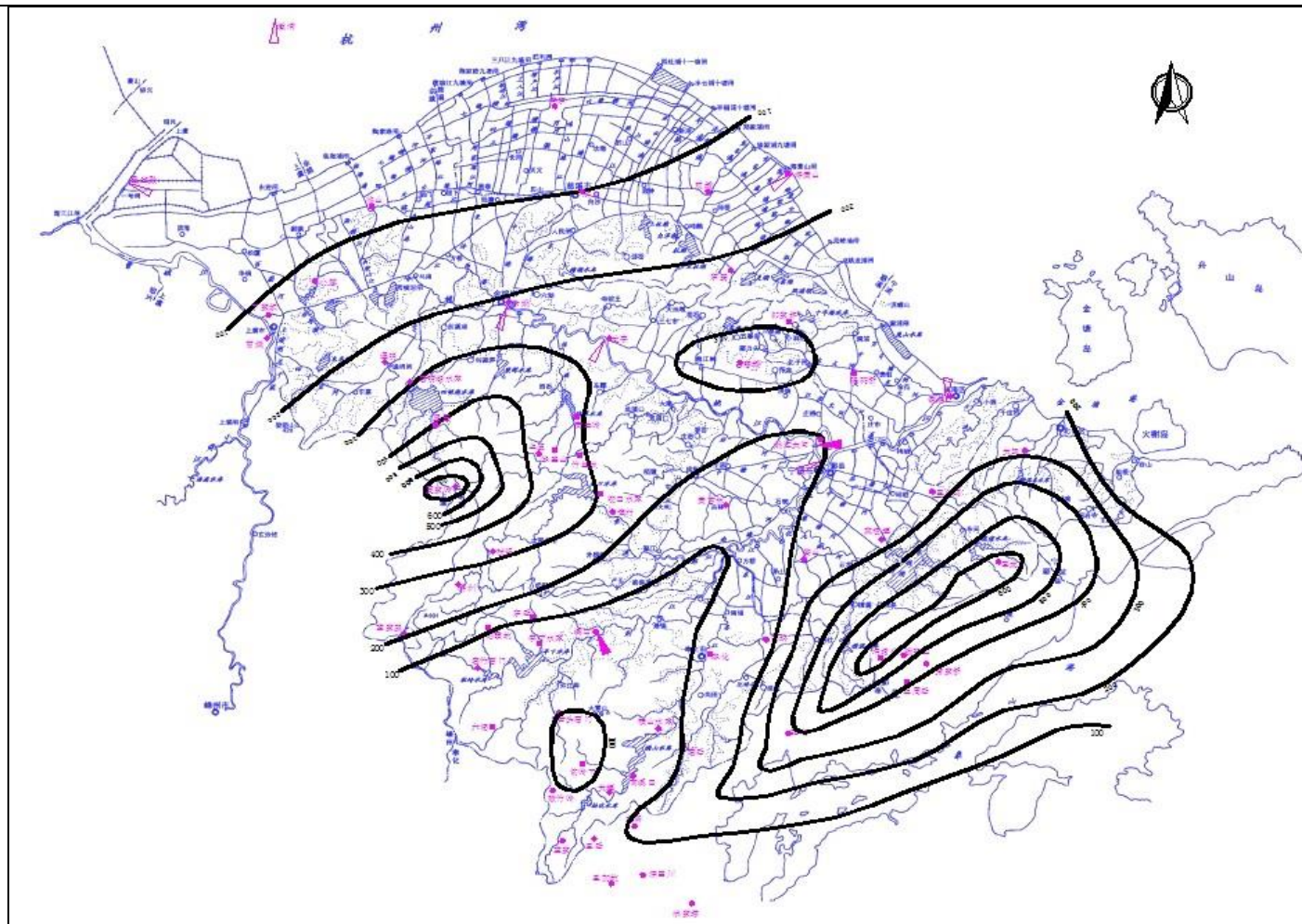


图4-9 “20000911”三日暴雨空间分布图

4.4.2 设计暴雨

(1) 暴雨统计

暴雨取样采用同场雨年最大值统计，统计样本为年最大一日、年最大三日，资料年限为1956年至2013年，较大暴雨详见表4-6。

(2) 频率适线与设计成果

将姚江、奉化江1956年至2013年共58年面雨量资料系列分别进行频率计算，适线采用皮尔逊III型曲线，成果见表4-7。

本次设计成果与《姚江流域综合规划》、《甬江流域防洪规划》、《甬江流域综合规划》、《甬江防洪治涝规划》、《余姚防洪排涝规划》（2007年）比较，详见表4-8。

表4-6 姚江、奉化江流域较大暴雨统计表

排位	姚江				奉化江			
	一日 雨量 (mm)	年份	三日 雨量 (mm)	年份	一日 雨量 (mm)	年份	三日 雨量 (mm)	年份
1	269.8	2013	441.7	2013	233.1	1962	452.2	2013
2	217.1	1962	364.1	1962	208.3	1963	440.5	1963
3	183.1	1963	298.2	1963	205.7	2013	357.7	1992
4	156.9	1984	242.1	2000	203.2	1997	326.4	1962
5	149.6	2000	224.4	2007	193.2	1956	308.4	2007
6	139.5	2012	222.2	1997	192.0	1987	284.7	1987
7	134.7	2007	219.2	1966	191.4	2012	271.4	1990
8	129.7	2005	184.7	1987	190.9	1988	263.7	2012
9	116.5	1969	182.2	2012	186.1	2005	251.0	2009
10	112.4	1997	180.7	1994	174.6	1992	242.5	1956

表4-7 设计暴雨成果表

流域	历时	不同频率设计雨量 (mm)					备注
		1%	2%	5%	10%	20%	
姚江	H ₁	295	253	199	158	119	设计暴雨
	H ₂₄	333	286	225	179	134	
	H ₃	438	379	300	242	185	
奉化江	H ₁	342	295	234	188	144	设计暴雨
	H ₂₄	386	333	264	212	163	
	H ₃	530	457	362	292	223	

表4-8 姚江、奉化江流域设计暴雨成果比较表

流域	设计时间	规划名称	历时	不同频率设计雨量 (mm)				
				1%	2%	5%	10%	20%
姚江	1992年	姚江流域综合规划	H ₃	410	353	279	224	170
	1998年	甬江流域综合规划	H ₃	420	362	286	229	171
	2007年	余姚市防洪排涝规划	H ₃	410	353	279	224	170
	2010年	甬江防洪治涝规划	H ₃	405	352	282	230	178
	2013年	本次分析 (采用)	H ₃	438	379	300	242	185
奉化江	1994年	甬江流域防洪规划	H ₃	511	444	356	289	223
	1998年	甬江流域综合规划	H ₃	518	447	353	283	215
	2007年	余姚市防洪排涝规划	H ₃	511	444	356	289	223
	2010年	甬江防洪治涝规划	H ₃	507	438	347	280	214
	2013年	本次分析 (采用)	H ₃	530	457	362	292	223

从表4-8中可以看出,今年菲特台风造成的强降雨在姚江、奉化江流域均位列第一。姚江流域三日雨量441.7mm, 远超历史第二的364.1mm (1962年) 和历史第三的298.2mm (1963年)。奉化江流域三日雨量452.2mm, 超过历史第二的440.5mm (1963年) 和历史第三的357.7mm

（1963年）。

本次设计暴雨分析由于加入了历史最大的菲特台风暴雨，暴雨均值、 C_v 、 C_s 等相关设计参数均进行了一定的调整，设计暴雨成果突破以往历次规划设计成果。

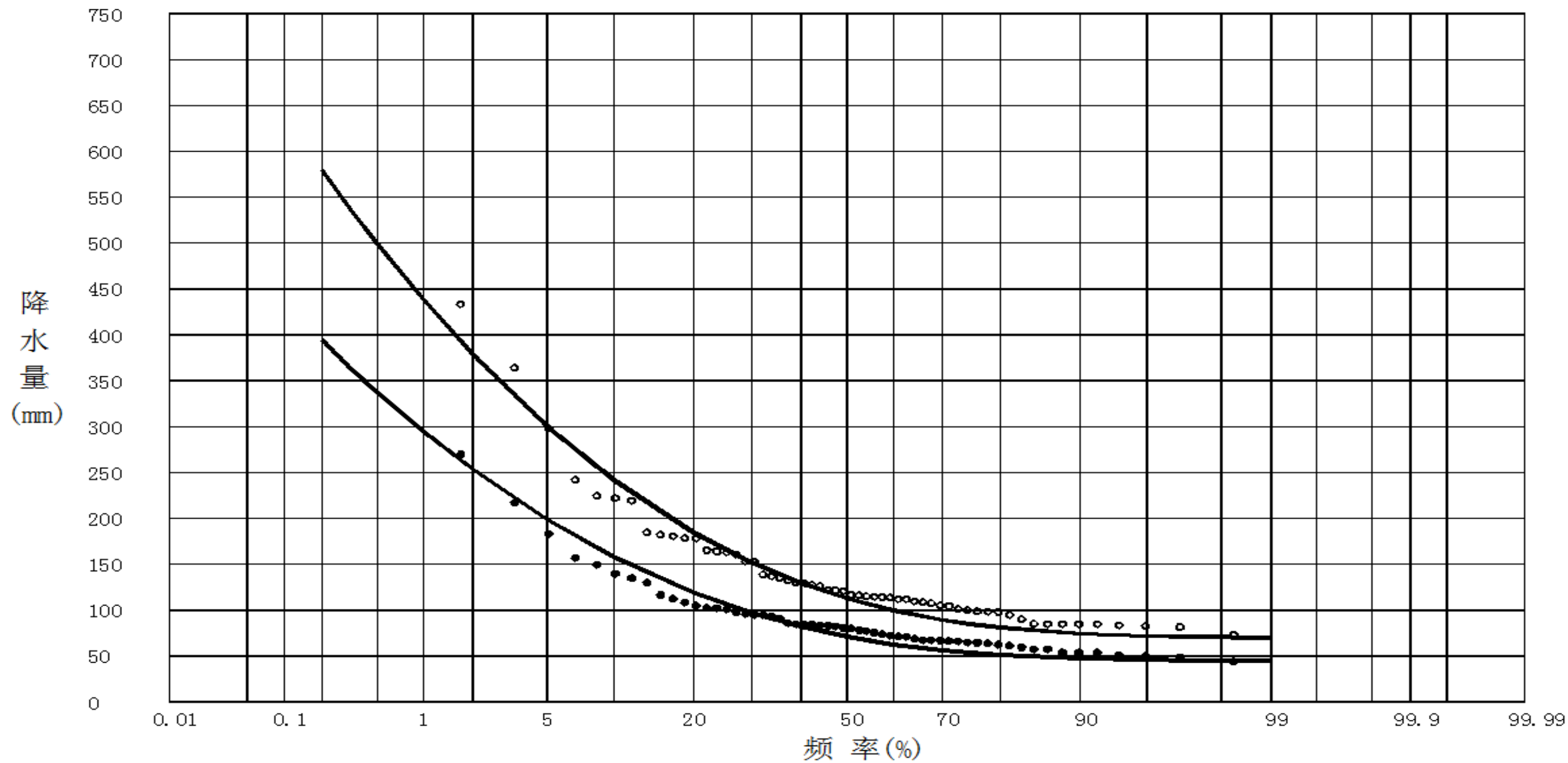


图4-10 姚江流域年最大一日、三日暴雨频率曲线

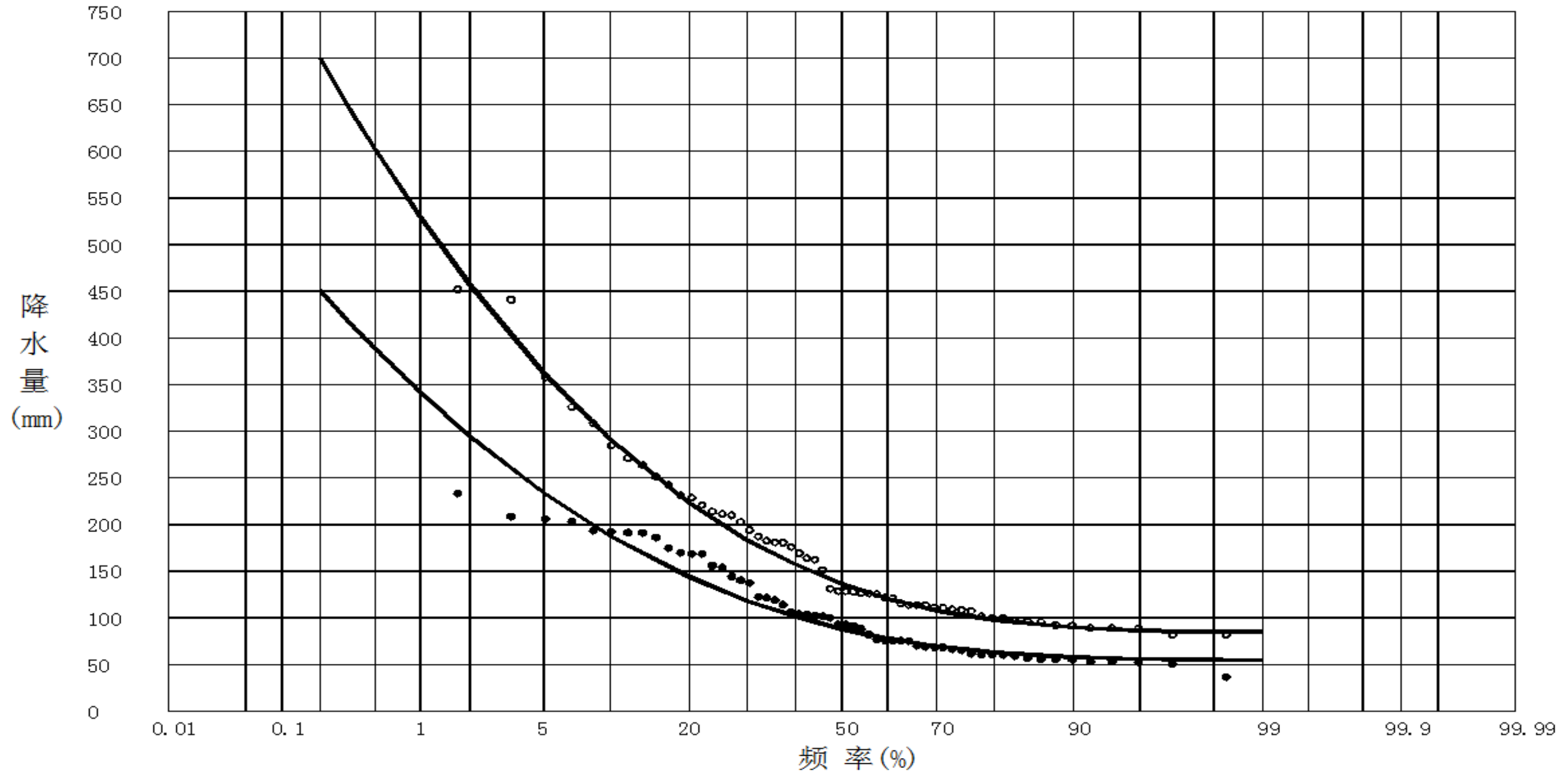


图4-11 奉化江流域年最大一日、三日暴雨频率曲线

(3) 典型暴雨

典型暴雨主要选择降水量大，空间分布对防洪排涝较为不利，同时能反映暴雨流域分布的大暴雨。分析了“20131006”、“19620904”、“19630912”、“19920829”、“20000911”、“20120617”、“20120808”等多场暴雨，认为“20131006”、“19620904”和“19630912”等三场大暴雨均具有较好的代表性，其中“20131006”、“19620904”场次暴雨姚江流域重现期较奉化江流域大，“19630912”场次暴雨奉化江流域重现期较姚江流域大。

“20131006”暴雨空间分布与“19620904”暴雨类似，主暴雨中心位于姚江流域，山区大、平原小，与全流域多年平均暴雨等值线分布情况较为接近，其中“20131006”暴雨姚江流域、奉化江流域均位列实测第一，姚江流域暴雨重现期相当于100年一遇，奉化江流域暴雨重现期相当于50年一遇，“19620904”暴雨姚江流域位列实测第二，奉化江流域位列实测第四，姚江流域暴雨重现期相当于40年一遇，奉化江流域暴雨重现期相当于15年一遇。

“19630912”暴雨姚江流域位列实测第三，奉化江流域位列实测第二，主暴雨中心位于奉化江流域鄞东南地区，姚江流域暴雨重现期相当于20年一遇，奉化江流域暴雨重现期相当于40年一遇。

本次规划分析重点为姚江流域，因此，典型暴雨不考虑暴雨中心为奉化江流域的“19630912”暴雨，选择“20131006”、“19620904”两场暴雨作为典型暴雨供水利专业分析计算。

根据两场暴雨等值线图（详见“4.4.1 较大台风水情”章节）及域内各站逐时降水过程，资料对比情况见表4-9。

设计暴雨的分区雨量按以各重现期设计暴雨的大小为控制进行缩放。

本次设计姚江流域设计暴雨及奉化江流域相应暴雨组合情况见表4-10。各分区设计暴雨分别见表4-11~表4-14。

表4-9 “20131006”暴雨与“19620904”暴雨资料情况表

站名\时段	“20131006”暴雨				“19620904”			
	最大1h	最大3h	最大24h	最大3日	最大1h	最大3h	最大24h	最大3日
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
小越	50.5	126	476	564			346.3	501
百官	58.5	112	402.5	479				
临山	52	112	322.5	413.5			228.6	354.6
牟山湖	82	183	452	537				
四明湖	32.5	85	444	611.5	48.5	129.3	297.6	516.2
梁弄	34.5	75.5	389.5	571			303.5	532.8
夏家岭	36	92.5	397	579.5			351.6	531.4
梁辉	64.5	161.5	499.5	651.5	45.6	70.5	298.6	532.8
华盖山	65	120.5	483	642.5	57.6	75.1	286.5	442.6
陆埠	60	171	551	736.5				
黄土岭	57	156.5	534.5	737	52	88.2	318	496.6
余姚	64	148.5	362	496	57.9	108.4	313.7	554
浒山	56	119.5	230	365			143.7	306.2
丈亭	52.5	94	306	462			184.8	404.8
向家弄	57	146	528	692				
梅湖	43.5	78	268	403.5			207.1	478.4
姚江大闸	41	94.5	214.5	232	38.7	53	141.3	205.6
骆驼桥	44	72.5	160	279.5				224.6
镇海	26.5	41.5	153.5	249.5	49.8	86.3	186.1	215.3
周公宅	46.5	97.5	423.5	552.5				
亭下	41.5	90.5	288	445			328	476.5

续表4-9 “20131006”暴雨与“19620904”暴雨资料情况表

站名\时段	“20131006”暴雨				“19620904”			
	最大1h	最大3h	最大24h	最大3日	最大1h	最大3h	最大24h	最大3日
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
奉化溪口	43.5	105.5	326	437	28.7	65	258.7	357.7
黄古林	49.5	125	345	439.5				324
横山	48	109	309	446			214	419
西坞	81.5	108.5	384.5	570				332.1
姜山	51.5	135	316	433				254.6
横溪	60.5	151.5	376.5	486.5				
东钱湖	46.5	102.5	250	319				
三溪浦	31	76	220.5	302.5		89	194	228
上林湖	78	145.5	234.5	406				
里杜湖	72.5	141.5	230	399.5				
凤湖	41.5	71.5	142	260.5				
灵湖	74	142.5	199.5	380.5				
四灶浦	31	64.5	149	285				
梅溪	56	126	283	347	39.5	49.5	142.3	189.8
里岙	44.5	95.5	331.5	448				

表4-10 设计暴雨成果表（采用）

流域	历时	不同频率设计雨量 (mm)					备注
		1%	2%	5%	10%	20%	
姚江	H ₋	295	253	199	158	119	设计暴雨
	H ₂₄	333	286	225	179	134	
	H _≡	438	379	300	242	185	
奉化江	H ₋	225	193	152	120	91	相应暴雨
	H ₂₄	254	218	172	136	103	
	H _≡	452	388	307	247	189	

表4-11 姚江流域各分区“菲特”型三日暴雨成果表

分区	各频率三日暴雨量 (mm)				
	1%	2%	5%	10%	20%
平原1	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
平原2	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
平原3	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
平原4	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
平原5	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
平原6	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
平原7	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
平原8	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
平原9	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
平原10	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
平原11	410.0	354.8	280.8	226.5	173.2
平原12	410.0	354.8	280.8	226.5	173.2
平原13	410.0	354.8	280.8	226.5	173.2
平原14	410.0	354.8	280.8	226.5	173.2
平原15	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
平原16	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
平原17	484.7	419.4	332.0	267.8	204.7
平原18	484.7	419.4	332.0	267.8	204.7
平原19	484.7	419.4	332.0	267.8	204.7
平原20	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
平原21	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
平原22	484.7	419.4	332.0	267.8	204.7
平原23	484.7	419.4	332.0	267.8	204.7
平原24	484.7	419.4	332.0	267.8	204.7
平原25	484.7	419.4	332.0	267.8	204.7
平原26	532.5	460.8	364.7	294.2	224.9
平原27	532.5	460.8	364.7	294.2	224.9
平原28	582.9	504.3	399.2	322.0	246.2
平原29	582.9	504.3	399.2	322.0	246.2
平原30	582.9	504.3	399.2	322.0	246.2
平原31	491.8	425.6	336.9	271.8	207.7
平原32	491.8	425.6	336.9	271.8	207.7
平原33	491.8	425.6	336.9	271.8	207.7

续表4-11 姚江流域各分区“菲特”型三日暴雨成果表

分区	各频率三日暴雨量 (mm)				
	1%	2%	5%	10%	20%
平原34	491.8	425.6	336.9	271.8	207.7
平原35	491.8	425.6	336.9	271.8	207.7
平原36	491.8	425.6	336.9	271.8	207.7
平原37	491.8	425.6	336.9	271.8	207.7
平原38	491.8	425.6	336.9	271.8	207.7
平原39	491.8	425.6	336.9	271.8	207.7
平原40	491.8	425.6	336.9	271.8	207.7
平原41	475.0	411.0	325.3	262.4	200.6
平原42	475.0	411.0	325.3	262.4	200.6
平原43	475.0	411.0	325.3	262.4	200.6
平原44	475.0	411.0	325.3	262.4	200.6
平原45	475.0	411.0	325.3	262.4	200.6
平原46	475.0	411.0	325.3	262.4	200.6
平原47	475.0	411.0	325.3	262.4	200.6
平原48	475.0	411.0	325.3	262.4	200.6
平原49	475.0	411.0	325.3	262.4	200.6
平原50	475.0	411.0	325.3	262.4	200.6
平原51	251.6	217.7	172.3	139.0	106.2
平原52	251.6	217.7	172.3	139.0	106.2
平原53	251.6	217.7	172.3	139.0	106.2
平原54	251.6	217.7	172.3	139.0	106.2
平原55	251.6	217.7	172.3	139.0	106.2
平原56	251.6	217.7	172.3	139.0	106.2
平原57	251.6	217.7	172.3	139.0	106.2
平原58	251.6	217.7	172.3	139.0	106.2
平原59	251.6	217.7	172.3	139.0	106.2
平原60	251.6	217.7	172.3	139.0	106.2
平原61	251.6	217.7	172.3	139.0	106.2
平原62	251.6	217.7	172.3	139.0	106.2
平原63	251.6	217.7	172.3	139.0	106.2
平原64	322.3	278.9	220.7	178.1	136.1
平原65	322.3	278.9	220.7	178.1	136.1
平原66	322.3	278.9	220.7	178.1	136.1
平原67	322.3	278.9	220.7	178.1	136.1

续表4-11 姚江流域各分区“菲特”型三日暴雨成果表

分区	各频率三日暴雨量 (mm)				
	1%	2%	5%	10%	20%
山区1	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
山区2	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
山区3	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
山区4	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
山区5	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
山区6	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
山区7	559.3	483.9	383.1	309.0	236.2
山区8	646.0	559.0	442.5	356.9	272.9
山区9	646.0	559.0	442.5	356.9	272.9
山区10	646.0	559.0	442.5	356.9	272.9
山区11	582.4	504.0	398.9	321.8	246.0
山区12	671.1	580.8	459.7	370.8	283.5
山区13	671.1	580.8	459.7	370.8	283.5
山区14	671.1	580.8	459.7	370.8	283.5
山区15	671.1	580.8	459.7	370.8	283.5
山区16	730.8	632.4	500.6	403.8	308.7
山区17	730.8	632.4	500.6	403.8	308.7
山区18	730.8	632.4	500.6	403.8	308.7
山区19	730.8	632.4	500.6	403.8	308.7
山区20	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
山区21	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
山区22	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
山区23	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
山区24	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
山区25	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
山区26	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
山区27	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
山区28	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
山区29	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
山区30	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
山区31	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
山区32	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
山区33	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
山区34	338.6	293.0	231.9	187.1	143.0
全流域	438.0	379.0	300.0	242.0	185.0

表4-12 奉化江流域各分区“菲特”型相应三日暴雨成果表

分区	各频率三日暴雨量 (mm)				
	1%	2%	5%	10%	20%
山区1	446.0	382.7	302.8	243.6	186.4
山区2	446.0	382.7	302.8	243.6	186.4
山区3	446.0	382.7	302.8	243.6	186.4
山区4	446.0	382.7	302.8	243.6	186.4
山区5	446.0	382.7	302.8	243.6	186.4
山区6	508.0	435.9	344.9	277.5	212.3
山区7	508.0	435.9	344.9	277.5	212.3
山区8	480.8	412.6	326.4	262.6	201.0
山区9	480.8	412.6	326.4	262.6	201.0
山区10	480.8	412.6	326.4	262.6	201.0
山区11	480.8	412.6	326.4	262.6	201.0
山区12	441.0	378.4	299.4	240.9	184.3
山区13	441.0	378.4	299.4	240.9	184.3
山区14	441.0	378.4	299.4	240.9	184.3
山区15	441.0	378.4	299.4	240.9	184.3
山区16	339.4	291.2	230.4	185.4	141.8
山区17	339.4	291.2	230.4	185.4	141.8
山区18	339.4	291.2	230.4	185.4	141.8
山区19	339.4	291.2	230.4	185.4	141.8
山区20	339.4	291.2	230.4	185.4	141.8
山区21	339.4	291.2	230.4	185.4	141.8
山区22	339.4	291.2	230.4	185.4	141.8
山区23	339.4	291.2	230.4	185.4	141.8
山区24	339.4	291.2	230.4	185.4	141.8
山区25	588.3	504.7	399.4	321.3	245.9
山区26	588.3	504.7	399.4	321.3	245.9
山区27	588.3	504.7	399.4	321.3	245.9
山区28	552.5	474.1	375.1	301.8	230.9
山区29	552.5	474.1	375.1	301.8	230.9
山区30	496.0	425.6	336.7	270.9	207.3
山区31	496.0	425.6	336.7	270.9	207.3
山区32	496.0	425.6	336.7	270.9	207.3
平原1	480.8	412.6	326.4	262.6	201.0
平原2	339.4	291.2	230.4	185.4	141.8
平原3	339.4	291.2	230.4	185.4	141.8
平原4	339.4	291.2	230.4	185.4	141.8
平原5	588.3	504.7	399.4	321.3	245.9
全流域	452.0	388.0	307.0	247.0	189.0

表4-13 姚江流域各分区“62”型三日暴雨成果表

分区	各频率三日暴雨量 (mm)				
	1%	2%	5%	10%	20%
平原1	330.1	285.3	226.1	182.0	139.2
平原2	341.9	296.0	234.5	189.4	144.8
平原3	353.6	306.6	241.9	195.7	149.6
平原4	412.4	357.7	283.1	228.3	174.5
平原5	377.1	326.8	258.8	208.3	159.3
平原6	377.1	326.8	258.8	208.3	159.3
平原7	395.3	341.7	270.4	218.9	167.3
平原8	383.5	332.2	263.0	211.5	161.7
平原9	412.4	357.7	283.1	228.3	174.5
平原10	407.0	352.4	278.9	225.2	172.1
平原11	388.9	336.4	266.2	214.6	164.1
平原12	383.5	332.2	263.0	211.5	161.7
平原13	377.1	326.8	258.8	208.3	159.3
平原14	407.0	352.4	278.9	225.2	172.1
平原15	472.2	408.8	323.2	260.9	199.5
平原16	495.7	429.0	339.1	273.6	209.1
平原17	465.8	403.5	319.0	257.8	197.1
平原18	495.7	429.0	339.1	273.6	209.1
平原19	533.1	461.0	365.5	294.6	225.2
平原20	560.9	484.4	383.5	309.3	236.5
平原21	596.1	515.3	407.7	329.3	251.8
平原22	465.8	403.5	319.0	257.8	197.1
平原23	460.4	398.2	314.8	254.6	194.7
平原24	560.9	484.4	383.5	309.3	236.5
平原25	577.9	500.4	396.1	319.9	244.5
平原26	603.6	522.7	414.1	333.5	255.0
平原27	631.4	546.1	432.0	348.3	266.2
平原28	648.5	561.0	444.7	358.8	274.3
平原29	643.1	556.8	440.5	355.6	271.9
平原30	631.4	546.1	432.0	348.3	266.2
平原31	607.9	525.9	416.2	335.6	256.6
平原32	596.1	515.3	407.7	329.3	251.8
平原33	560.9	484.4	383.5	309.3	236.5

续表4-13 姚江流域各分区“62”型三日暴雨成果表

分区	各频率三日暴雨量 (mm)				
	1%	2%	5%	10%	20%
平原34	454.0	392.8	310.6	250.4	191.4
平原35	425.2	367.3	290.5	234.6	179.4
平原36	442.3	383.3	303.2	244.1	186.6
平原37	472.2	408.8	323.2	260.9	199.5
平原38	589.7	509.9	403.5	326.2	249.3
平原39	596.1	515.3	407.7	329.3	251.8
平原40	599.3	518.5	410.9	331.4	253.4
平原41	613.2	531.2	420.4	338.8	259.0
平原42	601.4	520.6	412.0	332.5	254.2
平原43	577.9	500.4	396.1	319.9	244.5
平原44	560.9	484.4	383.5	309.3	236.5
平原45	483.9	418.4	331.7	267.3	204.3
平原46	460.4	398.2	314.8	254.6	194.7
平原47	418.8	362.0	287.3	231.5	177.0
平原48	388.9	336.4	266.2	214.6	164.1
平原49	348.3	301.3	238.7	192.5	147.2
平原50	377.1	326.8	258.8	208.3	159.3
平原51	313.0	270.4	214.4	172.6	131.9
平原52	324.8	281.1	221.8	178.9	136.7
平原53	294.8	255.5	201.8	163.1	124.7
平原54	276.7	239.5	190.1	153.6	117.4
平原55	271.3	235.3	185.9	149.4	114.2
平原56	264.9	230.0	181.7	146.3	111.8
平原57	253.2	219.3	173.2	139.9	107.0
平原58	264.9	230.0	181.7	146.3	111.8
平原59	253.2	219.3	173.2	139.9	107.0
平原60	264.9	230.0	181.7	146.3	111.8
平原61	241.4	209.7	165.8	133.6	102.2
平原62	247.8	214.0	170.1	136.8	104.6
平原63	253.2	219.3	173.2	139.9	107.0
平原64	388.9	336.4	266.2	214.6	164.1
平原65	353.6	306.6	241.9	195.7	149.6
平原66	365.4	316.2	250.4	202.0	154.4
平原67	330.1	285.3	226.1	182.0	139.2

续表4-13 姚江流域各分区“62”型三日暴雨成果表

分区	各频率三日暴雨量 (mm)				
	1%	2%	5%	10%	20%
山区1	613.2	531.2	420.4	338.8	259.0
山区2	619.6	535.5	424.6	342.0	261.4
山区3	634.6	549.3	435.2	350.4	267.8
山区4	625.0	540.8	427.8	345.1	263.8
山区5	666.6	577.0	456.3	368.3	281.5
山区6	695.5	602.6	476.4	384.0	293.6
山区7	683.7	591.9	469.0	377.7	288.8
山区8	613.2	531.2	420.4	338.8	259.0
山区9	601.4	520.6	412.0	332.5	254.2
山区10	625.0	540.8	427.8	345.1	263.8
山区11	648.5	561.0	444.7	358.8	274.3
山区12	554.4	480.1	379.2	306.2	234.1
山区13	607.9	525.9	416.2	335.6	256.6
山区14	584.4	505.7	400.4	323.0	246.9
山区15	530.9	458.8	363.4	293.6	224.4
山区16	501.0	433.3	343.3	276.7	211.5
山区17	472.2	408.8	323.2	260.9	199.5
山区18	412.4	357.7	283.1	228.3	174.5
山区19	418.8	362.0	287.3	231.5	177.0
山区20	548.0	474.8	376.1	303.0	231.7
山区21	596.1	515.3	407.7	329.3	251.8
山区22	472.2	408.8	323.2	260.9	199.5
山区23	348.3	301.3	238.7	192.5	147.2
山区24	289.5	250.2	197.5	159.9	122.3
山区25	289.5	250.2	197.5	159.9	122.3
山区26	283.1	244.9	194.4	156.8	119.8
山区27	283.1	244.9	194.4	156.8	119.8
山区28	276.7	239.5	190.1	153.6	117.4
山区29	269.2	233.1	183.8	148.4	113.4
山区30	530.9	458.8	363.4	293.6	224.4
山区31	448.7	387.5	307.4	247.3	189.0
山区32	388.9	336.4	266.2	214.6	164.1
山区33	297.0	257.6	203.9	164.1	125.5
山区34	281.0	242.7	192.3	154.7	118.2
全流域	438.0	379.0	300.0	242.0	185.0

表4-14 奉化江流域各分区“62”型相应三日暴雨成果表

分区	各频率三日暴雨量 (mm)				
	1%	2%	5%	10%	20%
山区1	447.6	386.2	305.2	246.1	188.3
山区2	409.5	352.5	278.6	224.9	172.1
山区3	414.8	357.8	282.2	228.5	174.8
山区4	479.5	413.7	326.5	262.9	201.2
山区5	486.6	419.1	330.1	267.3	204.5
山区6	511.4	440.4	347.8	280.5	214.7
山区7	479.5	413.7	326.5	262.9	201.2
山区8	390.8	335.6	265.3	214.4	164.0
山区9	447.6	386.2	305.2	246.1	188.3
山区10	447.6	386.2	305.2	246.1	188.3
山区11	460.9	396.0	313.2	253.2	193.7
山区12	511.4	440.4	347.8	280.5	214.7
山区13	370.5	319.6	252.0	202.9	155.3
山区14	441.4	380.0	299.9	241.7	185.0
山区15	382.9	330.3	260.9	210.8	161.3
山区16	454.7	390.7	308.8	248.8	190.4
山区17	454.7	390.7	308.8	248.8	190.4
山区18	360.7	310.8	245.8	198.5	151.9
山区19	293.4	253.9	199.6	161.4	123.5
山区20	249.0	214.9	169.5	137.6	105.3
山区21	229.5	198.0	157.0	126.1	96.5
山区22	217.1	186.5	148.2	119.1	91.1
山区23	229.5	198.0	157.0	126.1	96.5
山区24	204.7	176.7	139.3	112.9	86.4
山区25	556.6	479.5	378.0	305.2	233.6
山区26	556.6	479.5	378.0	305.2	233.6
山区27	511.4	440.4	347.8	280.5	214.7
山区28	550.4	474.1	374.4	301.7	230.9
山区29	562.8	484.8	382.4	308.8	236.3
山区30	460.9	396.0	313.2	253.2	193.7
山区31	479.5	413.7	326.5	262.9	201.2
山区32	409.5	352.5	278.6	224.9	172.1
平原1	390.8	335.6	265.3	214.4	164.0
平原2	287.2	248.6	196.1	157.9	120.8
平原3	306.7	264.6	209.4	168.5	128.9
平原4	268.5	230.8	182.8	147.3	112.7
平原5	319.1	275.2	217.4	175.5	134.3
全流域	452.0	388.0	307.0	247.0	189.0

(4) 设计暴雨的时程分配

时程分配一般有两种方法：一种是按实测典型雨型分配；另一种是应用多次实测暴雨时段降水量，分析其暴雨衰减指数。经分析了“20131006”、“19630911”、“19620904”、“19770822”、“19840613”、“19880730”、“19920831”等多场大暴雨的暴雨衰减指数，均值分别为0.43、0.38、0.44、0.57、0.37、0.46、0.41，变化范围较大，不宜应用至本规划分析范围。

经分析比较后，分别采用2013年10月6日~8日“菲特”台风实测雨型和1962年9月4日~6日14号台风实测雨型作为流域设计暴雨时程分配的两场典型暴雨。各分区根据周边测站情况选择能够代表该分区的实际情况1~4个代表站的实测降雨过程作为本区的时段雨量分配模式。

4.4.3 验证洪水水情

本次规划水利计算采用本院开发研制的漫垵网河准二维与网河一维混合模型非恒定流计算程序，建立适合整个甬江流域平原的一维河网非恒定流数学模型。

该数学模型对甬江流域的河网及现有工程作了合理的概化处理，考虑了余姚市境内的地形、地势、河流走向、排涝挡潮闸以及拟建工程的要求，并选用2012年的“6.17”梅暴雨、2012年“海葵”台风和2013年“菲特”台风三场暴雨对此模型进行了专门的验证计算及参数率定，能够较好地反映甬江流域的水流特性，满足本规划防洪水利计算的工作要求。

(1) 2012年“6.17”梅暴雨

2012年“6.17”梅暴雨降雨量主要集中在6月17、18日。根据姚江、奉化江流域及邻近流域各雨量站6月16日~18日的降水资料，绘制流域三日暴雨等值线图，详见图4-13。由“6.17”梅暴雨暴雨等值线图可知，该场暴雨的空间分布有以下特点：

暴雨中心位于姚西北临山附近，姚江暴雨中心临山站的三日雨量为

291mm，暴雨中心从姚西北向南部山区和奉化江流域快速递减；暴雨次中心为姚江流域下游郎家坪一带，郎家坪站的三日雨量为248.5mm，暴雨中心往南部奉化江流域递减，三日降水量降到60mm左右。从暴雨等值线图明显可见，暴雨中心笼罩范围较广，降雨强度从中心往四周衰减梯度较小，次中心笼罩范围不广，降雨强度从中心往四周迅速削弱，暴雨衰减梯度较大。

流域降水量空间分布不均：从三日降水量绝对值看，姚江流域182.2mm，奉化江流域面雨量为84.6mm；从三日降雨量重现期来看，姚江流域约为5年，奉化江流域略高于1年。

姚江流域2012年“6.17”梅暴雨流域逐时降水量过程及余姚水位过程见图4-12。

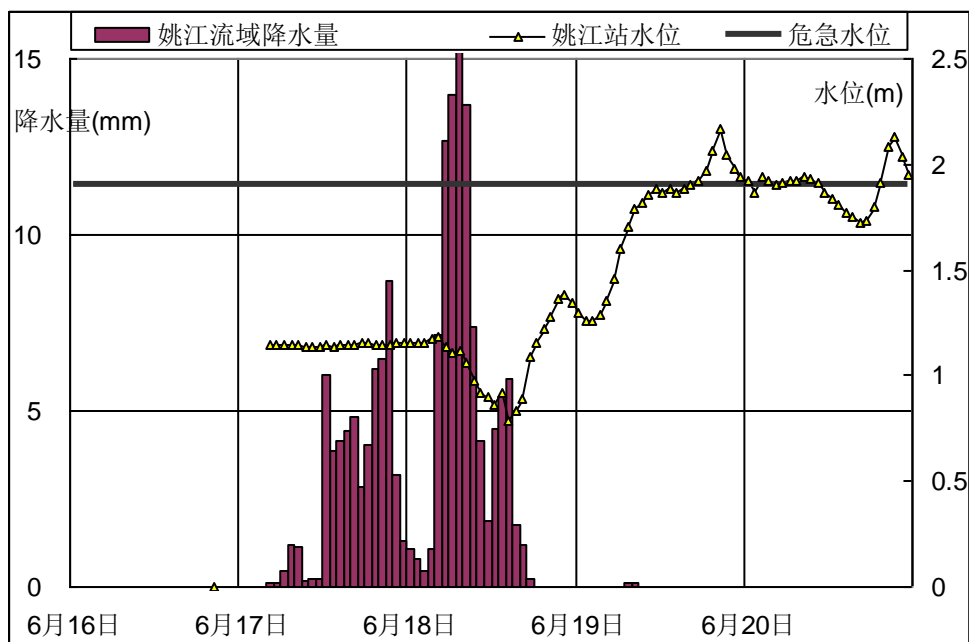


图4-12 姚江流域2012年“6.17”梅暴雨降水及水位过程

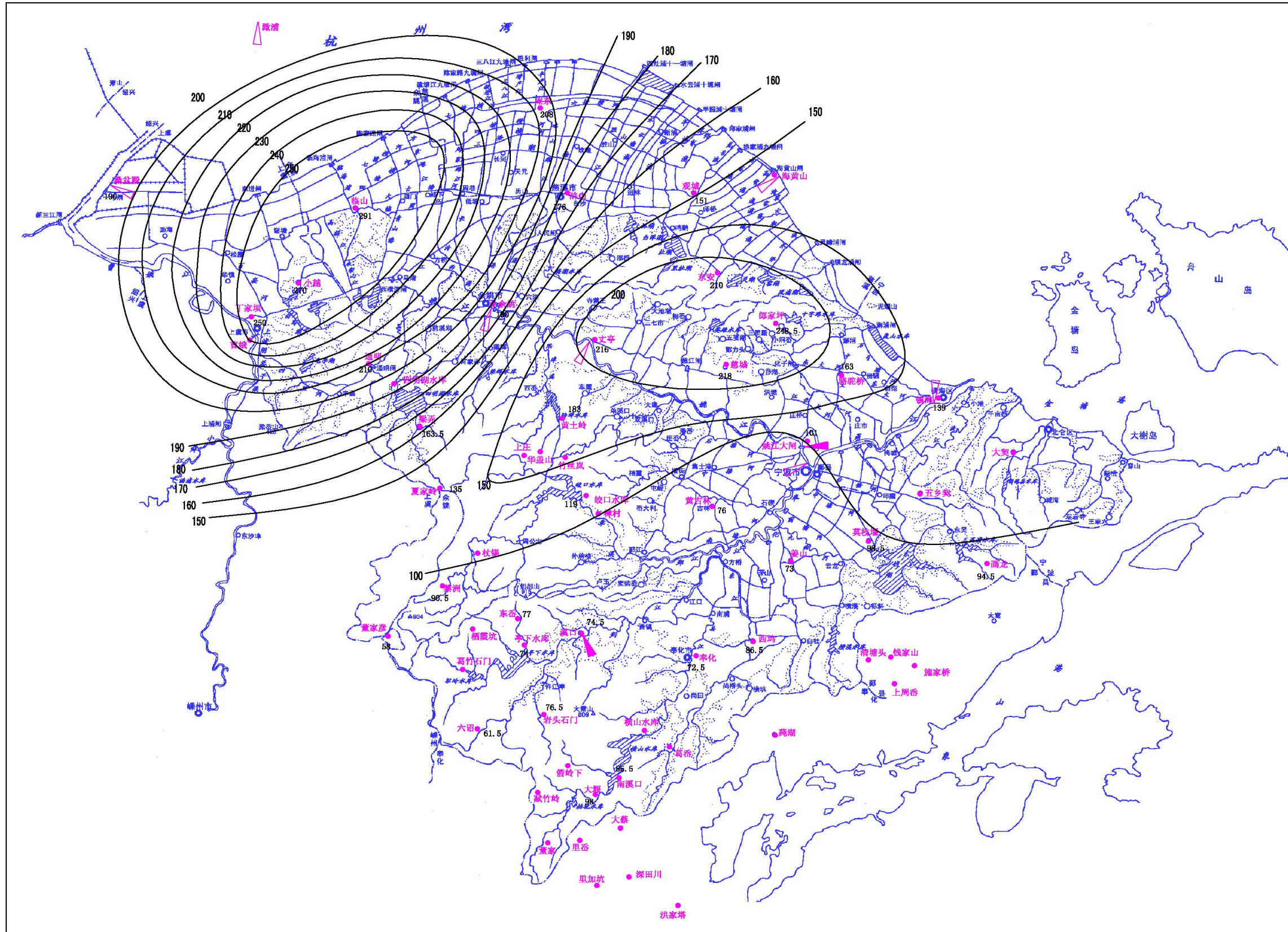


图4-13 2012年“6.17”梅暴雨三日暴雨空间分布图

(2) 2012年“海葵”台风

2012年“海葵”台风于2012年8月8日在象山县鹤浦镇（三门湾北侧）登陆，向西北方向移动横穿浙江省内陆，影响范围主要是宁波、湖州、台州、舟山、绍兴和嘉兴等地区，甬江降雨量主要集中在8月7、8日。受“海葵”台风影响，姚江、奉化江流域普降大雨，考虑到该暴雨洪水的暴雨、水位及洪水调度资料新、全、可靠。根据姚江、奉化江流域及邻近流域各雨量站8月6日~8日的降水资料，绘制流域三日暴雨等值线图，详见图4-15。由“海葵”台风暴雨等值线图可知，该场暴雨的空间分布有以下特点：

暴雨中心位于奉化江流域上游附近，暴雨中心黎洲站的三日雨量达397.5mm，暴雨中心从奉化江西部上游区域向姚江流域及东部下游区域递减，至南部杭州湾三日降水量降到100mm左右，至东部澈浦附近三日降水量降到120mm左右。从暴雨等值线图明显可见，暴雨中心笼罩范围不广，降雨强度从中心往四周迅速削弱，暴雨衰减梯度较大。

流域降水量空间分布不均：从三日降水量绝对值看，姚江流域165.6mm，奉化江流域面雨量为263.7mm；从三日降雨量重现期来看，姚江流域约为4年，奉化江流域约为8年。

姚江流域2012年“海葵”台风流域逐时降水量过程及余姚水位过程见图4-14。

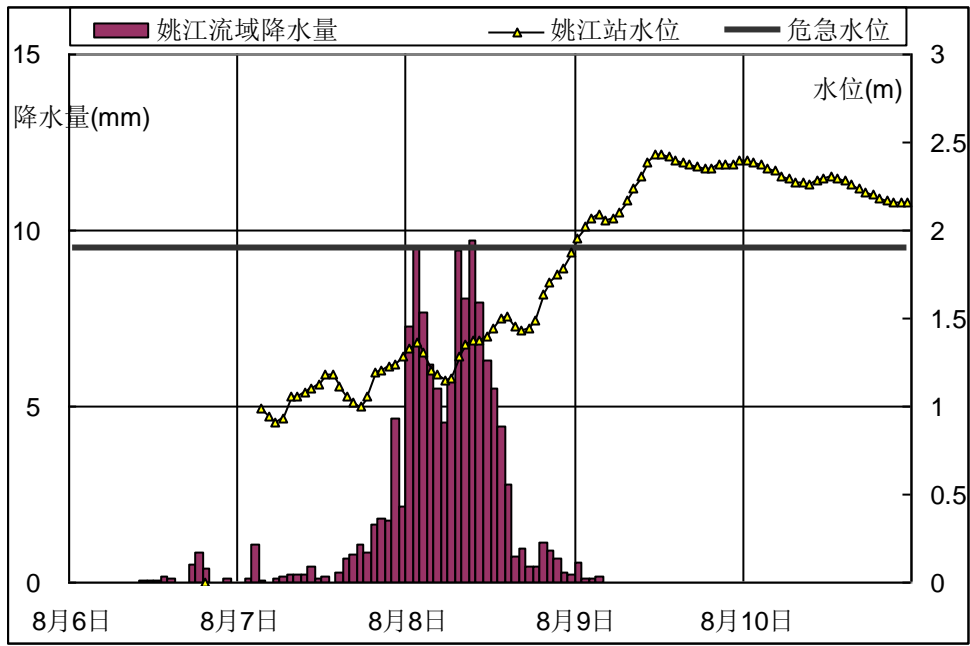


图4-14 姚江流域2012年“海葵”台风降水及水位过程

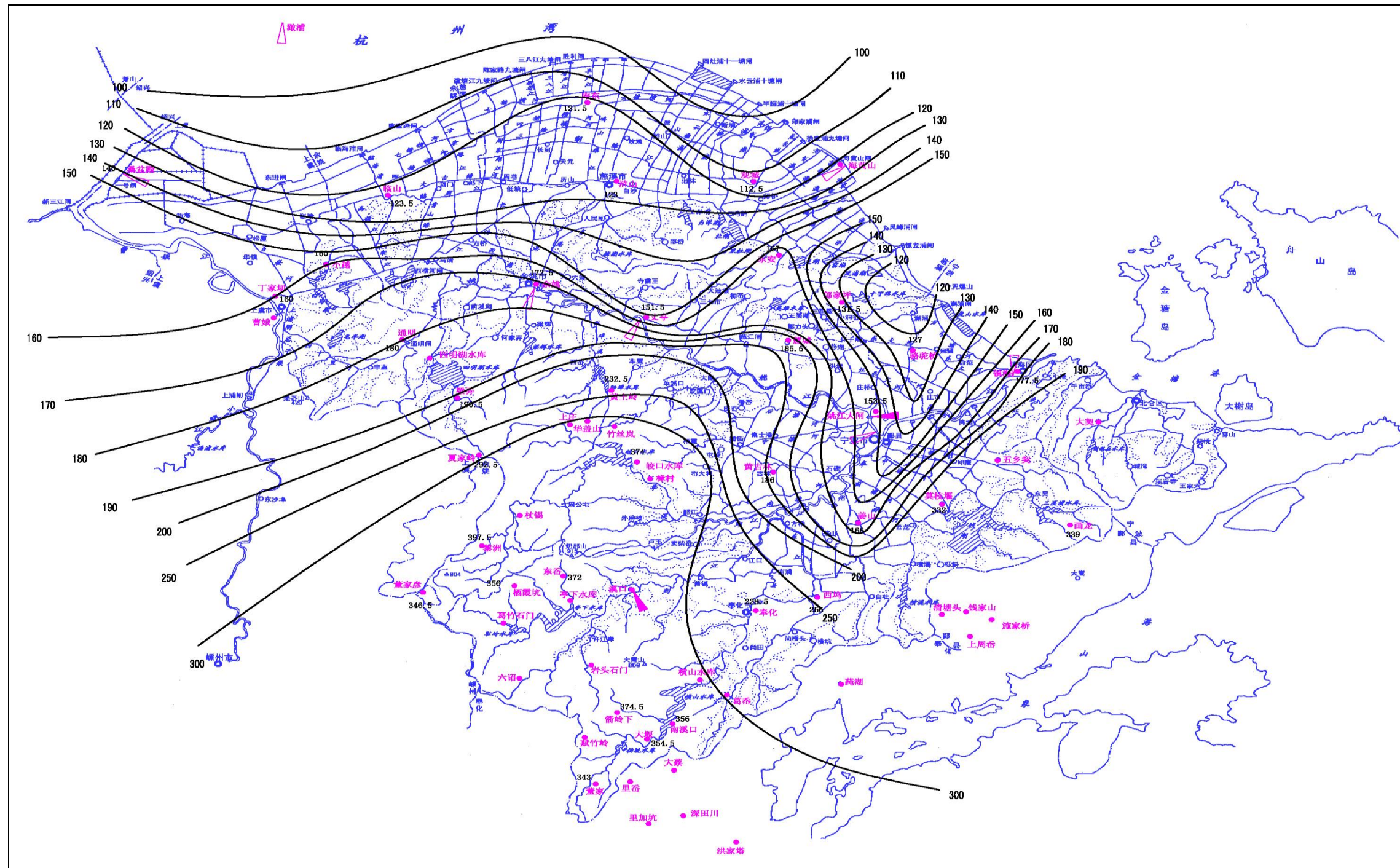


图4-15 2012年“海葵”台风三日暴雨空间分布图

4.4.4 设计洪水

(1) 洪水计算方法

本流域属南方湿润地区，设计洪水采用暴雨推求。

产流方式用蓄满产流（或称超蓄产流），即在土壤含水量达到田间持水量以前不产流，所有的降水都被土壤吸收；而在土壤含水量达到田间持水量后，所有的降水（减去同期的蒸散发）都产流，在设计条件下，产流计算采用简易扣损法，假定土壤最大含水量 I_{max} 为100mm，土壤前期含水量为75mm，则初损为25mm。最大24小时雨量后损值1mm/h，其余几日后损值为0.5mm/h。

山区汇流计算根据分区集水面积大小，选用不同的计算方法，集水面积大于 50km^2 的采用浙江省瞬时单位线法，小于 50km^2 的采用“浙江省合理化公式法”。

平原直接按照不同下垫面情况分别推算产水过程。即不同地类采用不同的计算模型：水面按水量平衡方程由降雨扣除水面蒸发推求产水量；水田由降雨扣除水稻蒸腾系数及水田下渗并考虑水田最大持水深度推求产水量；旱地由降雨扣除旱地下渗并考虑旱地最大持水深度推求产水量；其它则采用径流系数法由降雨推求产流过程。流域产、汇流计算模型的基本结构示意图见图4-16。

1) 水面产水模型

本次分析按下式计算水面产水量：

$$R=P-K \times E$$

式中：R——为水面产水量；

P——降水量；

K——蒸发皿系数（本次统一按E601型式计算）；

E——蒸发量。

2) 水田产流模型

水田产水量按水稻田的水量平衡计算，原则上保持水田水深在适宜水深下限和上限之间，缺水时灌水至适宜水深下限，降水积水超过适宜水深，则按水田实际排水能力外排，积水深超过耐淹水深，则排水至耐淹水深。具体如下：

$$H=H_1+P-K_2E-f$$

i) 当 $H<H_d$ 时，

$$R_2=H-H_d$$

$$H_2=H_d$$

ii) 当 $H_d<H<H_u$ 时，

$$R_2=0$$

$$H_2=H$$

iii) 当 $H_u<H<H_p$ 时，

$$R_2=H-H_u$$

若 $R_2>R_p$ ，则 $R_2=R_p$ ， $H_2=H-R_2$

iiii) 当 $H>H_p$ 时，

$$R_2=H-H_p$$

$$H_2=H_p$$

式中：

H ——中间变量， H_1 、 H_2 为水田初末蓄水深；

P ——降水量， E 为蒸发量；

H_d ——水田各生长期适宜水深下限；

H_u ——水田各生长期适宜水深上限；

H_p ——水田各生长期耐淹水深；

f ——水田渗漏量；

R_p ——水田排水能力；

R_2 ——水田产水量。

汛期水田的渗漏量，在水田占很大比重的情况下，一般认为通过地下水可回归到河网，不作损失计算，仅汇入河网较为缓慢而已，因此，汛期不扣渗漏量，即 $f=0$ 。

3) 旱地产流模型

甬江流域平原水网密集，水田占较大比重，因此，地下潜水位较高，土壤含水量易于得到补充，采用一层蒸发模型的蓄满产流公式计算旱地产流。

$$E' = K_3 \times E \times W / W_m$$

$$W_m' = W_m (1+B)$$

$$A = W_m' [1 - (1 - W/W_m)^{1/(1+B)}]$$

i) 当 $P - E' < 0$ 时，

$$R_2 = 0;$$

ii) 当 $P - E' + A < W_m'$ 时，

$$R_2 = P - E' + W - W_m \times [1 - (1 - (P - E' + A) / W_m')^{1/(1+B)}]$$

iii) 当 $P - E' + A > W_m'$ 时，

$$R_2 = P - E' - (W_m - W)$$

式中：

P ——降水量， E 为蒸发量， E' 为旱地蒸发量；

K_3 ——旱地蒸发系数；

W ——土壤初蓄水量；

W_m ——土壤平均蓄水容量；

W_m' ——土壤蓄水容量曲线的最大值；

B ——土壤蓄水量曲线指数；

R_p ——水田排水能力；

A ——工作变量；

R_2 ——旱地产水量。

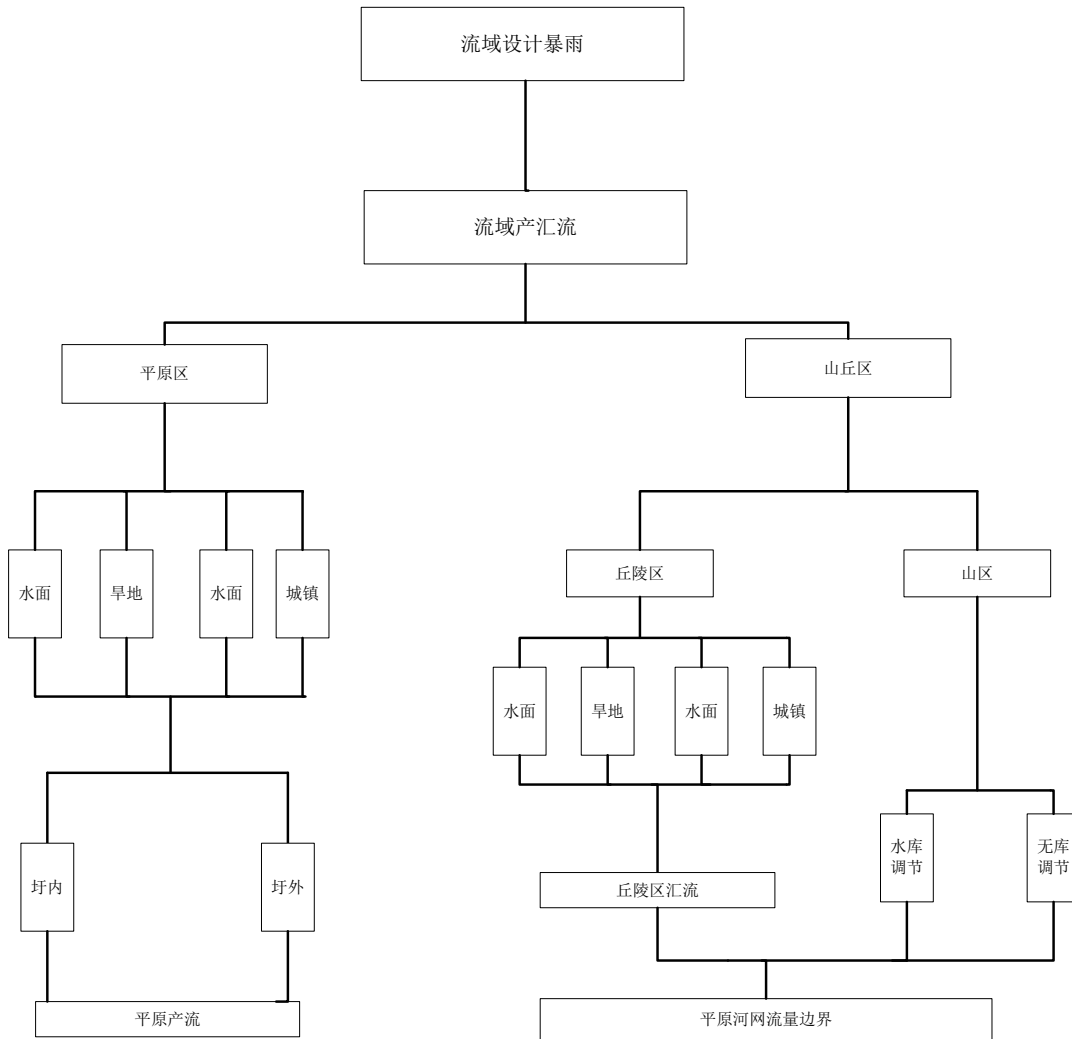


图4-16 产流及河网入流模型结构示意图

(2) 洪水计算成果

姚江流域：按流域内水系分布，水库和防洪控制断面及水利计算模型需要，姚江流域分成67个平原及34个洪水计算单元。

奉化江流域：按流域内水系分布，水库和防洪控制位置及水利计算需求等因素，奉化江流域分成5个平原产水量计算单元及32个洪水计算单元。

按照各洪水计算单元所在流域分布不同和地貌、地类情况选择不同产、汇流计算模型，分别计算相应的设计洪水或产水过程。

姚江流域、奉化江流域设计洪水成果见表4-15。

“菲特型”姚江、奉化江流域各分区设计洪水成果表4-16~表4-17。

“62型”姚江、奉化江流域各分区设计洪水成果表4-18~表4-19。

表4-15 姚江、奉化江流域设计三日洪量成果表

流域	集水面积 (km ²)	各重现期洪量 (亿m ³)				
		100年	50年	20年	10年	5年
姚江	3293.68	13.11	11.31	8.71	6.84	4.99
	其中：余姚市	5.43	4.70	3.63	2.85	2.09
奉化江	2378.00	9.53	8.19	6.27	4.87	3.51

表4-16 姚江流域各分区设计洪水成果表（菲特型）

流域	计算分区	集水面积 (km ²)	各重现期洪量 (万m ³)				
			100年	50年	20年	10年	5年
姚江	平原1	28.93	1533	1330	1031	815	600
姚江	平原2	19.58	1038	900	698	552	406
姚江	平原3	6.21	344	300	236	189	143
姚江	平原4	85.22	4517	3918	3038	2401	1767
姚江	平原5	14.72	780	677	525	415	305
姚江	平原6	22.92	1414	1233	971	779	591
姚江	平原7	18.54	1026	896	704	566	428
姚江	平原8	23.52	1248	1082	838	663	488
姚江	平原9	16.84	893	774	600	474	349
姚江	平原10	40.61	2152	1866	1448	1145	843
姚江	平原11	37.45	1422	1229	946	740	536
姚江	平原12	32.13	1220	1054	812	635	460
姚江	平原13	50.32	1911	1651	1271	994	720
姚江	平原14	16.35	621	537	413	323	234
姚江	平原15	7.71	427	373	293	235	178
姚江	平原16	12.54	694	606	476	383	289
姚江	平原17	17.29	830	721	568	455	343
姚江	平原18	12.95	590	509	395	310	227
姚江	平原19	15.70	716	617	479	376	275
姚江	平原20	23.32	1291	1127	886	711	538
姚江	平原21	25.64	1419	1239	974	782	592
姚江	平原22	17.68	806	695	539	424	309
姚江	平原23	61.44	2800	2416	1873	1473	1075
姚江	平原24	18.59	847	731	567	446	325
姚江	平原25	9.37	427	369	286	225	164
姚江	平原26	18.77	989	865	680	546	412
姚江	平原27	15.31	771	669	519	410	301
姚江	平原28	26.19	1513	1316	1035	831	626
姚江	平原29	15.61	862	745	578	458	338
姚江	平原30	9.89	571	497	391	314	236

续表4-16 姚江流域各分区设计洪水成果表（菲特型）

流域	计算分区	集水面积 (km ²)	各重现期洪量 (万m ³)				
			100年	50年	20年	10年	5年
姚江	平原31	26.50	1220	1058	819	645	472
姚江	平原32	17.48	805	698	540	426	311
姚江	平原33	31.67	1458	1265	979	771	564
姚江	平原34	15.11	696	603	467	368	269
姚江	平原35	13.28	611	530	410	323	236
姚江	平原36	20.50	944	819	634	499	365
姚江	平原37	19.85	962	840	659	529	399
姚江	平原38	13.28	644	562	441	354	267
姚江	平原39	9.89	479	418	328	264	199
姚江	平原40	17.19	833	727	570	458	346
姚江	平原41	6.51	290	250	193	152	111
姚江	平原42	25.49	1196	1040	816	654	492
姚江	平原43	30.93	1452	1262	991	794	597
姚江	平原44	19.43	912	793	622	499	375
姚江	平原45	19.29	859	742	573	451	329
姚江	平原46	17.43	776	670	518	407	297
姚江	平原47	14.22	633	547	422	332	242
姚江	平原48	20.37	907	783	605	476	347
姚江	平原49	13.45	599	517	400	314	229
姚江	平原50	12.29	547	473	365	287	209
姚江	平原51	19.09	463	402	314	251	186
姚江	平原52	32.61	791	686	536	428	317
姚江	平原53	23.09	560	486	380	303	224
姚江	平原54	47.22	1146	994	777	620	459
姚江	平原55	11.43	277	241	188	150	111
姚江	平原56	8.53	207	180	140	112	83
姚江	平原57	23.86	579	502	392	314	232
姚江	平原58	10.51	255	221	173	138	102
姚江	平原59	22.03	535	464	362	289	214
姚江	平原60	24.33	590	512	400	320	236
姚江	平原61	19.73	479	415	325	259	192
姚江	平原62	6.08	148	128	100	80	59
姚江	平原63	76.71	1862	1616	1262	1008	746
姚江	平原64	91.30	2886	2499	1961	1567	1177
姚江	平原65	225.00	6572	5636	4298	3324	2375
姚江	平原66	280.57	8868	7680	6027	4814	3616
姚江	平原67	335.11	9785	8391	6398	4948	3537

续表4-16 姚江流域各分区设计洪水成果表（菲特型）

流域	计算分区	集水面积 (km ²)	各重现期洪量 (万m ³)				
			100年	50年	20年	10年	5年
姚江	山区1	34.05	1760	1523	1173	920	671
姚江	山区2	43.59	2253	1949	1501	1177	859
姚江	山区3	7.43	386	335	256	199	143
姚江	山区4	7.62	396	343	262	204	146
姚江	山区5	32.17	1635	1416	1084	843	607
姚江	山区6	9.80	507	439	336	261	187
姚江	山区7	9.60	498	432	330	257	185
姚江	山区8	10.75	640	555	431	338	245
姚江	山区9	26.11	1530	1327	1030	810	588
姚江	山区10	12.00	713	618	480	377	273
姚江	山区11	103.00	5096	4373	3327	2573	1840
姚江	山区12	7.35	452	391	299	234	171
姚江	山区13	35.83	2145	1853	1419	1111	813
姚江	山区14	35.78	2142	1850	1417	1109	812
姚江	山区15	56.00	3332	2877	2203	1725	1257
姚江	山区16	13.01	876	758	584	454	333
姚江	山区17	22.25	1484	1283	989	769	565
姚江	山区18	15.43	1036	896	691	537	394
姚江	山区19	74.15	4850	4190	3231	2516	1849
姚江	山区20	13.38	373	313	229	171	114
姚江	山区21	9.42	264	221	162	121	81
姚江	山区22	26.41	732	613	450	335	224
姚江	山区23	42.34	1168	978	719	535	358
姚江	山区24	14.57	408	342	251	187	124
姚江	山区25	11.95	335	281	206	154	102
姚江	山区26	39.22	1087	911	669	499	332
姚江	山区27	15.65	462	394	298	228	159
姚江	山区28	28.19	784	656	482	359	239
姚江	山区29	7.45	210	176	129	96	64
姚江	山区30	52.31	1446	1211	890	664	442
姚江	山区31	47.67	1319	1105	811	605	403
姚江	山区32	43.61	1208	1012	743	554	369
姚江	山区33	21.06	587	492	361	269	179
姚江	山区34	21.85	609	510	374	279	186

表4-17 奉化江流域各分区相应洪水成果表（菲特型）

流域	计算分区	集水面积 (km ²)	各重现期洪量 (万m ³)				
			100年	50年	20年	10年	5年
奉化江	山区1	7.30	290	251	193	150	108
奉化江	山区2	7.00	279	240	181	138	98
奉化江	山区3	10.00	396	340	257	196	139
奉化江	山区4	49.70	1908	1642	1244	951	676
奉化江	山区5	150.80	5698	4904	3717	2845	2024
奉化江	山区6	38.50	1699	1452	1105	846	607
奉化江	山区7	80.50	3533	3028	2300	1763	1263
奉化江	山区8	17.50	758	686	505	395	286
奉化江	山区9	11.90	515	460	343	268	194
奉化江	山区10	6.30	269	232	177	137	97
奉化江	山区11	23.40	977	843	643	500	354
奉化江	山区12	176.00	6664	5693	4307	3299	2327
奉化江	山区13	43.70	1661	1419	1077	822	581
奉化江	山区14	120.30	4577	3910	2957	2264	1596
奉化江	山区15	108.90	4150	3545	2680	2052	1447
奉化江	山区16	54.50	1481	1262	946	714	479
奉化江	山区17	39.80	1087	926	694	523	351
奉化江	山区18	7.80	220	187	140	105	70
奉化江	山区19	79.10	2136	1822	1365	1031	692
奉化江	山区20	51.00	1387	1182	886	669	448
奉化江	山区21	14.20	396	337	252	190	127
奉化江	山区22	10.90	306	260	194	147	98
奉化江	山区23	9.30	261	222	166	125	83
奉化江	山区24	18.50	513	437	327	247	165
奉化江	山区25	28.90	1487	1279	973	765	556
奉化江	山区26	31.50	1619	1392	1060	833	605
奉化江	山区27	29.60	1523	1309	996	783	569
奉化江	山区28	132.00	6350	5460	4145	3223	2334
奉化江	山区29	127.00	6110	5257	3989	3103	2246
奉化江	山区30	91.10	3903	3327	2542	1970	1411
奉化江	山区31	25.40	1107	943	720	558	399
奉化江	山区32	26.80	1167	994	759	588	421
奉化江	平原1	117.50	5520	4815	3788	3035	2289
奉化江	平原2	24.40	744	639	488	378	269
奉化江	平原3	276.20	9087	7883	6181	4916	3682
奉化江	平原4	113.70	3466	2975	2276	1763	1254
奉化江	平原5	217.10	11999	10371	8046	6365	4698

表4-18 姚江流域各分区设计洪水成果表（62型）

流域	计算分区	集水面积 (km ²)	各重现期洪量 (万m ³)				
			100年	50年	20年	10年	5年
姚江	平原1	28.93	951	819	631	492	359
姚江	平原2	19.58	669	577	444	348	254
姚江	平原3	6.21	220	190	146	115	84
姚江	平原4	85.22	3570	3084	2380	1869	1363
姚江	平原5	14.72	564	488	377	296	216
姚江	平原6	22.92	971	838	642	506	369
姚江	平原7	18.54	741	640	493	387	282
姚江	平原8	23.52	290	251	193	152	111
姚江	平原9	16.84	706	609	470	370	270
姚江	平原10	40.61	1009	872	673	528	385
姚江	平原11	37.45	1315	1135	874	686	501
姚江	平原12	32.13	1088	939	723	567	413
姚江	平原13	50.32	1723	1487	1145	897	654
姚江	平原14	16.35	674	582	449	353	258
姚江	平原15	7.71	377	327	254	201	147
姚江	平原16	12.54	646	561	436	346	252
姚江	平原17	17.29	835	724	562	445	325
姚江	平原18	12.95	667	579	450	357	261
姚江	平原19	15.70	874	758	591	469	342
姚江	平原20	23.32	1367	1187	925	735	536
姚江	平原21	25.64	1602	1393	1085	864	630
姚江	平原22	17.68	861	747	581	462	337
姚江	平原23	61.44	2951	2562	1993	1584	1155
姚江	平原24	18.59	1097	954	744	593	433
姚江	平原25	9.37	571	496	387	309	225
姚江	平原26	18.77	1197	1041	813	648	473
姚江	平原27	15.31	1022	888	694	554	404
姚江	平原28	26.19	1798	1565	1223	975	711
姚江	平原29	15.61	1062	924	722	576	420
姚江	平原30	9.89	660	574	448	357	261

续表4-18 姚江流域各分区设计洪水成果表（62型）

流域	计算分区	集水面积 (km ²)	各重现期洪量 (万m ³)				
			100年	50年	20年	10年	5年
姚江	平原31	26.50	1700	1478	1154	921	672
姚江	平原32	17.48	1099	955	745	594	433
姚江	平原33	31.67	1867	1623	1266	1009	736
姚江	平原34	15.11	715	621	483	383	280
姚江	平原35	13.28	587	509	396	313	228
姚江	平原36	20.50	946	821	638	506	369
姚江	平原37	19.85	980	851	662	526	384
姚江	平原38	13.28	826	718	560	446	326
姚江	平原39	9.89	622	541	422	336	245
姚江	平原40	17.19	1088	945	738	589	429
姚江	平原41	6.51	422	366	286	228	167
姚江	平原42	25.49	1619	1408	1099	876	639
姚江	平原43	30.93	1884	1638	1278	1018	743
姚江	平原44	19.43	1137	986	767	610	445
姚江	平原45	19.29	966	837	650	514	375
姚江	平原46	17.43	828	717	556	440	321
姚江	平原47	14.22	611	529	409	323	235
姚江	平原48	20.37	809	700	540	425	310
姚江	平原49	13.45	474	409	315	247	180
姚江	平原50	12.29	473	409	315	248	181
姚江	平原51	19.09	598	515	396	309	225
姚江	平原52	32.61	1064	918	705	552	403
姚江	平原53	23.09	678	585	448	349	254
姚江	平原54	47.22	1322	1143	880	691	504
姚江	平原55	11.43	313	270	208	163	119
姚江	平原56	8.53	228	196	151	118	86
姚江	平原57	23.86	606	524	403	315	230
姚江	平原58	10.51	281	243	187	147	107
姚江	平原59	22.03	561	484	371	291	212
姚江	平原60	24.33	650	561	432	338	247
姚江	平原61	19.73	476	411	316	246	180
姚江	平原62	6.08	150	130	100	79	57
姚江	平原63	76.71	1099	948	729	571	416
姚江	平原64	91.30	3613	3122	2406	1890	1379
姚江	平原65	225.00	4996	4310	3314	2595	1893
姚江	平原66	280.57	9099	7859	6057	4756	3469
姚江	平原67	335.11	8317	7175	5512	4312	3146

续表4-18 姚江流域各分区设计洪水成果表（62型）

流域	计算分区	集水面积 (km ²)	各重现期洪量 (万m ³)				
			100年	50年	20年	10年	5年
姚江	山区1	34.05	2104	1808	1392	1086	792
姚江	山区2	43.59	2717	2344	1801	1405	1025
姚江	山区3	7.43	477	411	316	247	180
姚江	山区4	7.62	476	410	315	246	180
姚江	山区5	32.17	2175	1878	1443	1129	824
姚江	山区6	9.80	695	602	463	362	264
姚江	山区7	9.60	666	576	443	348	254
姚江	山区8	10.75	670	578	443	346	252
姚江	山区9	26.11	1592	1371	1055	823	601
姚江	山区10	12.00	767	662	507	396	289
姚江	山区11	103.00	6635	5714	4401	3539	2582
姚江	山区12	7.35	401	345	264	206	151
姚江	山区13	35.83	2176	1872	1438	1121	818
姚江	山区14	35.78	2095	1809	1386	1082	789
姚江	山区15	56.00	2870	2465	1876	1456	1062
姚江	山区16	13.01	643	551	422	327	238
姚江	山区17	22.25	1030	887	676	523	381
姚江	山区18	15.43	610	521	394	304	222
姚江	山区19	74.15	2901	2478	1884	1476	1077
姚江	山区20	13.38	719	621	474	368	268
姚江	山区21	9.42	565	487	374	291	212
姚江	山区22	26.41	1201	1031	784	606	442
姚江	山区23	42.34	1365	1155	868	652	475
姚江	山区24	14.57	373	314	231	172	125
姚江	山区25	11.95	305	256	189	138	101
姚江	山区26	39.22	979	827	604	450	329
姚江	山区27	15.65	390	328	240	179	131
姚江	山区28	28.19	764	651	488	376	274
姚江	山区29	7.45	195	166	124	95	70
姚江	山区30	52.31	2663	2274	1721	1329	970
姚江	山区31	47.67	2054	1761	1337	1024	747
姚江	山区32	43.61	1610	1363	1023	776	566
姚江	山区33	21.06	556	471	348	256	186
姚江	山区34	21.85	611	520	390	299	218

表4-19 奉化江流域各分区相应洪水成果表（62型）

流域	计算分区	集水面积 (km ²)	各重现期洪量 (万m ³)				
			100年	50年	20年	10年	5年
奉化江	山区1	7.30	331	285	219	170	123
奉化江	山区2	7.00	292	251	194	151	109
奉化江	山区3	10.00	414	356	275	213	154
奉化江	山区4	49.70	2395	2059	1584	1231	887
奉化江	山区5	150.80	5965	5128	3831	2977	2145
奉化江	山区6	38.50	1998	1717	1319	1025	739
奉化江	山区7	80.50	3165	2721	2029	1577	1137
奉化江	山区8	17.50	679	584	447	347	250
奉化江	山区9	11.90	540	464	359	278	200
奉化江	山区10	6.30	293	252	194	151	109
奉化江	山区11	23.40	1114	957	740	575	414
奉化江	山区12	176.00	9059	7788	6004	4665	3363
奉化江	山区13	43.70	1621	1395	1084	842	607
奉化江	山区14	120.30	5231	4496	3482	2706	1950
奉化江	山区15	108.90	4051	3483	2686	2087	1504
奉化江	山区16	54.50	7390	6353	4903	3808	2745
奉化江	山区17	39.80	7303	6278	4838	3759	2709
奉化江	山区18	7.80	4158	3575	2767	2151	1550
奉化江	山区19	79.10	1113	957	742	577	416
奉化江	山区20	51.00	2456	2111	1637	1272	917
奉化江	山区21	14.20	1858	1597	1231	957	689
奉化江	山区22	10.90	292	250	191	149	107
奉化江	山区23	9.30	657	564	425	330	238
奉化江	山区24	18.50	2142	1841	1394	1084	781
奉化江	山区25	28.90	220	189	140	110	79
奉化江	山区26	31.50	202	174	130	102	73
奉化江	山区27	29.60	338	290	214	166	120
奉化江	山区28	132.00	2895	2488	1867	1451	1046
奉化江	山区29	127.00	1698	1460	1135	882	636
奉化江	山区30	91.10	1880	1616	1256	977	704
奉化江	山区31	25.40	1583	1360	1054	819	590
奉化江	山区32	26.80	6641	5709	4325	3360	2422
奉化江	平原1	117.50	4562	3921	3003	2333	1682
奉化江	平原2	24.40	1265	1087	842	655	472
奉化江	平原3	276.20	1126	968	724	563	406
奉化江	平原4	113.70	309	265	199	155	112
奉化江	平原5	217.10	8059	6927	5223	4058	2925

4.4.5 姚江、奉化江洪水遭遇分析

因缺乏实测洪水资料，本次从已发生的暴雨情况分析两江的洪水遭遇情况。据姚江、奉化江流域的年最大三日流域面雨量分析，以姚江流域三日面雨量从大至小排列，同时列出奉化江流域同场雨三日面雨量。重现期遭遇分析表见表4-20。

从表中看出，姚江流域发生较大暴雨的情况下，奉化江流域基本均会发生较大暴雨，其重现期相对姚江而言略低。如2013年“菲特”台风均为两江最大暴雨，姚江流域重现期为100年，同期奉化江相应为50年；1962年姚江流域发生40年的暴雨，而同期奉化江流域暴雨重现期则为15年；1963年姚江流域发生20年的暴雨，而同期奉化江流域暴雨重现期则为40年。

现有资料表明，姚江、奉化江流域发生较大洪水时，基本不会发生同频率洪水，而在一般洪水时，两支流洪水可能会同频率组合。

根据《水利水电工程设计洪水计算规范》（SL44-2006），设计洪水的地区组成可采用两种基本方法，分别为典型洪水组成法和同频率洪水组成法。“典型洪水组成法可适用于分区较多的设计洪水地区组成；当设计对象为下游防洪时，也可采用典型洪水组成法计算”。同频率洪水组成法一般适用于分区较少的设计洪水地区组成。

依据“4.4.2 设计暴雨”中关于“典型暴雨”的分析结论，本次规划采用典型洪水组成法以2013年“菲特”台风和1962年14号台风遭遇为典型，对姚江流域设计暴雨及奉化江流域相应暴雨进行了洪水地区组成。

表4-20 姚江、奉化江三日雨量重现期遭遇分析表

年份	姚江 三日雨量	重现期	奉化江 三日雨量	重现期	备 注		
	(mm)	(年)	(mm)	(年)			
2013.10.6	441.7	100	452.2	50	两流域设计暴雨		
1962.9.4	364.1	40	326.4	15	重现期	姚江	奉化江
1963.9.11	298.2	20	440.5	40	(年)	(mm)	(mm)
2000.9.12	242.1	10	180.6	3	100	438	530
2007.10.6	224.4	8	308.4	13	50	379	457
1997.7.9	222.2	8	231.0	5	30	335	404
1966.9.5	219.2	8	211.5	4	20	300	362
1987.9.9	184.7	5	284.7	10	10	242	292
2012.6.17	182.2	5	84.6	<2	5	185	223
1994.6.8	180.7	5	176.1	3	3	144	174
1990.8.30	178.4	5	271.4	8	2	113	136
1992.8.29	178.2	5	357.7	20			
1988.7.29	165.2	4	202.7	3.5			
1984.6.13	164.0	4	162.4	3			
1977.8.21	160.4	4	209.8	4			
2005.9.10	153.3	3.5	228.7	5			

表4-21 姚江、奉化江洪水组合表

姚 江		奉化江	
重现期	三日暴雨 (mm)	重现期	三日暴雨 (mm)
100年	438	50年	452
50年	379	25年	388
20年	300	13年	307
10年	242	7年	247
5年	185	4年	189
设计频率		相应频率	

4.5 潮位

4.5.1 潮位特性

钱塘江河口受东海的潮波经杭州湾传入钱塘江河口后，受河床抬升和河宽缩窄的影响，潮波变形，低潮位抬高、潮差减小、涨潮历时缩短、落潮历时增长。

钱塘江是浙江省第一大河，潮区界富春江电站以下为钱塘江感潮河

段，其中富春江电站至闻家堰为近口段，以径流作用为主；闻家堰至澈浦为河口段，受径流与潮汐共同作用；澈浦以下为杭州湾，以潮流作用为主。

进入杭州湾的潮波受岸线压缩反射影响，过乍浦后逐渐演变成驻波，经澈浦断面上溯时由于江道存在水下沙坎，河床向上游急剧抬高，水深变浅，潮波开始剧烈变形，继而形成举世闻名的钱江涌潮。涌潮一般在盐官至八堡一带达到最大，在闻堰一带消失，而潮波则可上溯至富春江电站。

表4-22 潮汐特征值表 基面：85高程

特征值 站名	历史最高 潮位 (m)	历史最低 潮位 (m)	多年平均 年最高潮位 (m)	多年平均 年最低潮位 (m)	平均 高潮位 (m)	平均 低潮位 (m)
盐官	7.75	-1.49	6.17	-0.15	3.99	0.81
澈浦	6.56	-4.35	5.13	-3.63	3.25	-2.52
乍浦	5.54	-4.01	4.28	-3.24	2.71	-2.13
镇海	3.27	-2.08	2.39	-1.72	1.13	-0.71

4.5.2 洪潮遭遇

杭州湾、甬江流域洪水与河口潮汐均为相互独立的偶然事件，它们的遭遇是属两个偶然系列的组合频率问题。本次分析仅从已发生的降水量、潮位实测资料中进行统计分析，寻找其规律。流域河流洪水来自暴雨，大的暴雨发生大的洪水，因此认为可以用暴雨重现期代表同场洪水的重现期。统计中，首先利用前述姚江流域面雨量资料，按从大至小排列，估算重现期；其次，统计澈浦站、镇海站降雨开始之日起算四天中最高潮位，亦估算其重现期。洪潮遭遇分析见表4-23、表4-24。

从表中看出：

- 1) 在洪潮遭遇方面不存在明显的规律，它们两者之间处于互相独立

的地位。

3) 建议外江潮位重现期采用5年一遇。

表4-23 姚江流域、杭州湾洪潮遭遇分析成果表

年份	姚江 三日雨量	重现期 (年)	相应澉浦 最高潮位 (mm)	重现期 (年)	备 注		
	(mm)						
2013.10.6	441.7	100	5.37	5	设计暴雨、潮位		
1962.9.4	364.1	40	4.03	<2	重现期	姚江	澉浦
1963.9.11	298.2	20	4.16	<2	(年)	(mm)	(m)
2000.9.12	242.1	10	5.71	8	100	438	6.96
2007.10.6	224.4	8	4.45	<2	50	379	6.61
1997.7.9	222.2	8	4.57	<2	20	300	6.16
1966.9.5	219.2	8	4.29	<2	10	242	5.82
1987.9.9	184.7	5	4.92	<2	5	185	5.48
2012.6.17	182.2	5	4.57	<2	3	144	5.15
1994.6.8	180.7	5	4.89	<2	2	113	5.03
1990.8.30	178.4	5	5.62	7			
1992.8.29	178.2	5	5.62	7			
1988.7.29	165.2	4	4.23	<2			
1984.6.13	164.0	4	4.37	<2			
1977.8.21	160.4	4	4.73	<2			
2005.9.10	153.3	3.5	4.80	<2			

表4-24 姚江流域、镇海站洪潮遭遇分析成果表

年份	姚江 三日雨量	重现期	相应镇海 最高潮位	重现期	备 注		
	(mm)	(年)	(mm)	(年)			
2013.10.6	441.7	100	2.69	5	设计暴雨、潮位		
1962.9.4	364.1	40	1.93	<2	重现期	姚江	镇海
1963.9.11	298.2	20	2.30	2	(年)	(mm)	(m)
2000.9.12	242.1	10	3.25	30	100	438	3.69
2007.10.6	224.4	8.0	2.40	3	50	379	3.45
1997.7.9	222.2	8	1.92	<2	20	300	3.14
1966.9.5	219.2	8	1.62	<2	10	242	2.90
1987.9.9	184.7	5	2.19	<2	5	185	2.65
2012.6.17	182.2	5	2.13	<2	3	144	2.46
1994.6.8	180.7	5	1.91	<2	2	113	2.29
1990.8.30	178.4	5	2.07	<2			
1992.8.29	178.2	5	2.58	4			
1988.7.29	165.2	4	1.82	<2			
1984.6.13	164.0	4	1.91	<2			
1977.8.21	160.4	4	1.93	<2			
2005.9.10	153.3	3.5	2.13	<2			

4.5.3 杭州湾潮位同步性

据分析杭州湾沿岸盐官、澉浦、乍浦等站长期潮位资料，潮位重现期具有较高的同步性，未出现有大幅变化情况。余姚北排出口临海浦闸、陶家路闸位于杭州湾澉浦站对岸，其高潮位重现期应符合杭州湾沿岸区域规律。

表4-25

杭州湾高潮位同步分析成果表

基面：85高程

年份	富春江电站 出库径流 (亿m ³)	盐官		澉浦		乍浦	
		潮位(m)	重现期 (年)	潮位(m)	重现期 (年)	潮位(m)	重现期 (年)
1997	256.4	7.75	65	6.56	50	5.54	50
1974	285.1	7.25	28	6.21	23	4.91	10
2002	365.7	7.01	18	6.09	18	5.20	20
1994	318.5	6.81	12	5.89	11	4.86	9
1996	227.0	6.50	7	5.76	9	4.72	7
2000	237.8	6.71	10	5.71	8	4.88	9
1992	302.0	6.55	8	5.62	7	4.58	4
1979	101.0	5.99	<2	5.52	6	4.73	7
2001	225.8	6.12	2	5.42	4	4.59	4
2004	100.1	6.41	5	5.39	4	4.65	5
2005	213.2	6.40	5	5.39	4	4.65	5
2013		6.37	5	5.37	4	4.58	4
1981	258.3	5.87	<2	5.36	4	4.62	5
1972	242.7	5.92	<2	5.28	3	4.19	<2
1999	381.6	5.91	<2	5.25	3	4.42	3
1998	410.0	5.92	<2	5.22	3	4.36	2
2006	209.5	6.21	<2	5.21	3	4.48	3

受钱塘江径流影响，钱塘江沙坎顶位置处于不断变化之中，对钱塘江潮位产生一定的影响，如1974年、1992年等丰水年份，沙坎顶位置下移，盐官、澉浦一带水下地形抬升，潮位有所抬高，1979年等枯水年份，沙坎顶位置上移，盐官、澉浦一带水下地形刷深，潮位有所降低。

2013年6~8月，浙江省出现60年来严重高温天气，降水少蒸发大，为60年来罕见，基本可判断2013年属于枯水年份。杭州湾潮位特性类似于2004年、2005年等枯水年份。

4.5.4 “菲特”台风期间杭州湾潮位

(1) 设计潮位

杭州湾及宁波沿海设有盐官、澉浦、乍浦、镇海等潮位站。

本规划涉及的潮位站为镇海和澉浦站，因此，本次主要对澉浦站（北排杭州湾）和镇海站（东排入海）等站的潮位进行分析。

澉浦站、镇海站潮位观测均起始于1951年，连续潮位观测至今，积

累了丰富的资料，本次分析分别统计年最高潮位系列，经频率计算与皮尔逊III型曲线适线，设计高潮位见表4-26。

表4-26

年最高设计潮位成果表

基面：85高程

地点	各重现期设计潮位 (m)				
	100年	50年	20年	10年	5年
盐官	8.01	7.62	7.11	6.73	6.36
澉浦	6.96	6.61	6.16	5.82	5.48
乍浦	5.73	5.50	5.17	4.91	4.63
镇海	3.72	3.46	3.12	2.87	2.61

镇海站设计潮位与《甬江流域综合规划》（1998.12）一致。

杭州湾沿岸各站设计潮位与《扩大杭嘉湖南排工程可行性研究报告》（2012.3）、《太嘉河工程可行性研究报告》（2011.5）、《平湖塘延伸拓浚工程可行性研究报告》（2011.4）等均一致，上述各报告成果均通过水利部审查，国家发改委已进行批复。

（2）“菲特”台风潮位

“菲特”台风期间，盐官站实测最高潮位6.37m，重现期略高于5年一遇，澉浦站实测最高潮位5.37m，重现期接近5年一遇，乍浦站实测最高潮位4.58m，重现期接近5年一遇，镇海站最高潮位2.69m，重现期均相当于5年一遇。

总体来说，“菲特”台风期间，杭州湾盐官以下各地最高潮位在5年一遇左右。

表4-27

“菲特”台风潮位情况

基面：85高程

地点	各重现期设计潮位 (m)						
	100年	50年	20年	10年	5年	菲特	
盐官	8.01	7.62	7.11	6.73	6.36	6.37	5年
澉浦	6.96	6.61	6.16	5.82	5.48	5.37	4~5年
乍浦	5.73	5.5	5.17	4.91	4.63	4.58	4~5年
镇海	3.72	3.46	3.12	2.87	2.61	2.69	5~6年
临海浦						6.00	
陶家路						6.00	

余姚北排杭州湾主要有陶家路新闻、临海浦闸，陶家路新闻位于临海浦闸下游约6.6km，在“菲特”台风期间，临时对闸下潮位进行了短期观测。陶家路新闻10月7日13:50出现最高潮位6.00m，临海浦闸10月7日14:20出现最高潮位6.00m，澉浦站10月7日14:00出现最高潮位5.37m，潮峰出现时间符合一般规律。两闸临时观测资料显示，高低潮位出现时间、潮位高低等基本一致，可相互印证，基本可排除观测出现较大误差的可能。（注：2014年5月21日，宁波水文站对临海浦闸下等进行了“菲特”台风洪痕调查，并进行了水准测量复核，引据点为余姚海涂围垦局设立的III-03控制点，接到上海海事局设立的老闸交通桥墩旁的0722测量标志，本次规划采用该调查和复核成果）

表4-28 “菲特”台风临时潮位观测资料 基面：85高程

日期	时间	临海浦闸	日期	时间	陶家路新闻
10月7日	2:00	5.72	10月7日	1:30	5.75
10月7日	9:40	-1.72	10月7日	9:10	-1.75
10月7日	14:20	6.00	10月7日	13:50	6.00
10月7日	22:10	-1.68	10月7日	21:40	-1.70
10月8日	2:40	5.80	10月8日	2:10	5.80
10月8日	10:10	-1.79	10月8日	9:40	-1.75
10月8日	15:00	5.90	10月8日	14:30	5.90
10月8日	22:50	-1.58	10月8日	22:50	-1.60
10月9日	3:10	5.40	10月9日	3:10	5.45
10月9日	10:40	-1.76	10月9日	10:40	-1.76
10月9日	15:30	5.95	10月9日	15:30	5.90
10月9日	23:10	-1.37	10月9日	23:10	-1.37

陶家路新闻2012年4月投入使用，据《余姚市陶家路闸迁建工程主体工程初步设计（报批稿）》（2010年9月），本次“菲特”台风期间临时观测为6.00m，相当于5年一遇，符合杭州湾一带本次“菲特”台风期间各潮位站的重现期5年一遇的结论。

表4-29 陶家路新闻年最高设计潮位成果表 基面：85高程

地点	各重现期设计潮位（m）					备注
	100年	50年	20年	10年	5年	
陶家路	7.13	6.86	6.51	6.22	5.95	参考

注：该表成果为陶家路新闻初步设计成果，本次仅供参考。

4.5.5 设计潮型

“菲特”台风杭州湾一带潮位重现期为5年一遇，规划设计潮型采用“菲特”典型潮型。

北排采用陶家路新闻临时观测潮位过程经澈浦站实测潮位过程修正后作为设计潮型，最高潮位6.00m，最低潮位-1.76m，平均潮位1.17m。

东排采用镇海站实测潮位过程作为设计潮型，最高潮位2.69m，最低潮位-0.84m，平均潮位1.03m。

表4-30 北排潮型 基面：85高程

时段 (h)	潮位 (m)	时段 (h)	潮位 (m)	时段 (h)	潮位 (m)	时段 (h)	潮位 (m)
1	4.03	25	2.63	49	1.32	73	0.47
2	5.56	26	3.99	50	3.20	74	2.03
3	4.48	27	5.72	51	5.80	75	3.64
4	3.22	28	3.48	52	4.00	76	5.40
5	1.43	29	1.83	53	2.55	77	3.05
6	0.27	30	0.72	54	0.92	78	1.46
7	-0.53	31	-0.18	55	-0.08	79	0.17
8	-1.21	32	-0.98	56	-0.88	80	-0.73
9	-1.60	33	-1.48	57	-1.33	81	-1.03
10	-1.80	34	-1.72	58	-1.58	82	-1.53
11	-0.03	35	-0.73	59	-1.79	83	-1.76
12	1.57	36	0.52	60	-0.48	84	-0.23
13	3.02	37	2.38	61	0.93	85	1.37
14	4.28	38	4.04	62	3.05	86	3.27
15	5.82	39	6.00	63	4.47	87	5.95
16	3.24	40	4.22	64	5.90	88	4.27
17	1.49	41	2.76	65	3.64	89	2.77
18	0.52	42	0.94	66	1.91	90	1.67
19	-0.38	43	0.22	67	0.37	91	0.57
20	-1.08	44	-0.48	68	-0.38	92	-0.33
21	-1.48	45	-1.08	69	-0.98	93	-0.75
22	-1.68	46	-1.48	70	-1.38	94	-1.03
23	-0.58	47	-1.68	71	-1.58	95	-1.25
24	0.82	48	-0.38	72	-0.78	96	-1.37

表4-31

东排潮型

基面：85高程

时段 (h)	潮位 (m)	时段 (h)	潮位 (m)	时段 (h)	潮位 (m)	时段 (h)	潮位 (m)
1	2.29	25	2.34	49	1.97	73	1.75
2	1.61	26	2.05	50	2.2	74	1.91
3	1.02	27	1.5	51	1.7	75	1.92
4	0.56	28	0.97	52	1.17	76	1.42
5	-0.07	29	0.55	53	0.82	77	1.00
6	-0.68	30	-0.19	54	0.32	78	0.64
7	-0.84	31	-0.65	55	-0.19	79	0.10
8	-0.23	32	-0.49	56	-0.41	80	-0.31
9	0.66	33	0.26	57	-0.12	81	-0.39
10	1.38	34	1.05	58	0.58	82	0.01
11	1.86	35	1.72	59	1.35	83	0.69
12	2.29	36	2.07	60	1.85	84	1.28
13	2.6	37	2.52	61	2.22	85	1.70
14	2.1	38	2.56	62	2.69	86	2.12
15	1.55	39	1.99	63	2.6	87	2.37
16	1.06	40	1.56	64	2.17	88	2.25
17	0.47	41	1.2	65	1.8	89	1.70
18	-0.25	42	0.56	66	1.34	90	1.23
19	-0.64	43	-0.04	67	0.69	91	0.77
20	-0.36	44	-0.23	68	0.18	92	0.24
21	0.39	45	0.1	69	0.13	93	-0.09
22	1.19	46	0.75	70	0.55	94	-0.04
23	1.67	47	1.38	71	1.07	95	0.36
24	1.99	48	1.74	72	1.49	96	0.82

5 防洪规划

5.1 水利计算方法

5.1.1 计算方法

甬江流域干流两岸平原地势平坦，大小河流纵横密布，河网与防洪区关系复杂，建有圩区、堵坝、节制闸、出海闸和排涝泵站等工程。西部边界要承接上虞客水，入海受潮位控制，东泄受甬江潮汐和奉化江洪水顶托影响。区内水体交换密切，水流势态复杂。鉴于以上情况，水利计算采用本院开发研制的漫垵网河准二维与网河一维混合模型非恒定流计算程序，建立适合整个甬江流域平原的一维河网非恒定流数学模型，计算原理采用圣维南明渠非恒定流偏微分方程组，用隐式差分法化为差分方程，再与边界条件及初始条件构成一大型非线性方程组，采用牛顿迭代及高斯列主元消去法求解，从而得出各计算断面的水位和流量过程。

计算过程中分别考虑现有水工程及规划水工程的工况，求出流域内不同工况的各特征断面的水位及流量变化过程。为工程效果分析及工程规模的拟定提供定量的科学依据，根据余姚市境内的地形、地势、河流走向、排涝挡潮闸以及拟建工程的要求，该计算模型考虑了沿江支流、碶闸、平原河网等工程对洪流演进的影响，逐时计算河网的洪水过程。

计算采用一维非稳定流方法，其基本方程圣维南偏微分方程组为：

$$B \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial s} - q = 0 \quad (1)$$

$$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{v}{g} - \frac{\partial v}{\partial s} + \frac{\partial z}{\partial s} + \frac{Q^2}{F^2 K^2} = 0 \quad (2)$$

(1) 式为连续方程；(2) 式为动力方程。

式中， B 为水面宽， Z 为水位， Q 为流量； q 为旁侧流量， V 为断面平均流速， g 为重力加速度， F 为过水断面积， K 为单位过水断面积的流量模数。

本数学模型考虑倒堤、漫滩、分洪及多种型式的闸、泵、堰、坝、阻水桥梁等各种水利条件因素，能适用于河道洪流演进的定量分析计算。

5.1.2 河网概化

根据地形、地势、河流走向、河道间联系情况，本次河网概化考虑研究范围涉及姚江流域、奉化江流域、甬江流域及上虞、余姚北排的钱塘江流域，总面积约4684km²（不含慈溪北排面积）。考虑可能兴建的规划工程，进行河网概化，把平原化分成963个河段，在上述河段中截取1750个断面，考虑了246个闸汉，410个河汉，244个概湖及87条集中入流（详见附图GH1074GB-05-01）。概化中，围区按概化湖泊考虑，如果主干河水位高于围区堤顶，则发生倒堤，主干河水量进入围区；平时，围区通过闸、泵、堰及河道和主干河交换水量。

5.1.3 参数选择及边界条件

本规划模型所选用的参数如下：

① 断面资料

采用2005年余姚市水域调查断面资料。

② 工程规模

通过对整个甬江流域现状河道和水利工程资料调查和收集的工程规模数据作为数学模型建立的基本数据。

5.2 模型验证计算

5.2.1 模型参数的率定

由于流域植被情况的优劣、水系的形状、河道比降、河床形态、断面形式、河道上的各种建筑物等，都会对非恒定流水利计算产生影响，为在水利计算中较好地反映计算流域的特性，使计算成果与实际情况有良好的符合程度，有必要对计算参数加以率定，使选择的计算参数符合流域特性。

通过对流域实际发生的洪水进行比选，选出一场实际发生的洪水作为

参证洪水，直接由相应于参证洪水的实际降雨推求出各计算边界及集中入流点的流量过程；假定计算参数初值，计算出流域各特征断面的计算洪水位，然后与参证洪水的实测值进行比较，得出计算参数的调整值，调整计算参数后再重新计算，直至计算值与实测值之间的误差在计算精度要求范围之内。

根据多年洪涝资料，选择流域实际发生较大洪水、洪水发生时间较近、降雨情况较为典型、实测资料较完整的作为参证洪水。根据近年来资料，姚江流域发生的主要有4场洪水，4场洪水中2012年6月16日~18日3日“梅暴雨”姚江流域重现期约为5年一遇，奉化江流域重现期约高于1年，考虑该场洪水流域性较强、资料较全，故选择“20120617”梅雨作为参证洪水进行参数率定计算。

选定参数情况下各参证站最高水位模拟成果见表5.2-1。从计算成果可以看出，实测值与计算值吻合较好，综合反映了排涝演进计算方法及拟定的参数是合理的。

经参数率定后计算模型中河道综合糙率的采用值随行洪河道河床情况而异，平原河网河道糙率取0.017~0.025，山区性河道取0.025~0.035。

表5.2-1 “2012617”梅雨甬江流域各代表点最高洪水水位验证成果

单位：m

县市	代表点	实测最高水位	计算采用水位	差值采用
上虞市	通明闸上	4.66	4.62	-0.04
余姚	西横河上	3.36	3.35	-0.01
	西横河下	3.36	3.34	-0.02
	临山	3.68	3.68	0
	余姚	2.72	2.75	0.03
	蜀山大闸上	2.57	2.6	0.03
	丈亭	2.39	2.41	0.02
宁波市区	姚江大闸	2.17	2.22	0.05
鄞西	黄古林	2	1.98	-0.02
鄞东南	姜山	1.68	1.64	-0.04
鄞东南	莫枝堰	1.69	1.64	-0.05
江北	骆驼桥	1.99	2.01	0.02

5.2.2 模型验证计算

为检验所建水利计算模型和率定参数的合理性和适用性，选用洪涝发生时间较近，降雨情况较为典型，实测资料较完整的“20120806”海葵台风和“20131006”菲特台风进行验证计算。

1) “20120806”海葵台风

该台风是近12年来首个正面袭击宁波的台风，也是“6214”号、“8807”号台风后影响我市较为严重的台风，具有风力强、雨量大、持续影响时间长的特点，该场洪水姚江流域约高于4年，奉化江流域约为8年。

采用经参数率定后的模型进行洪流演进计算，各代表站最高水位验证成果见表5.2-2。从计算成果可以看出，实测值与计算值吻合较好，综合反映了本次建立的水利计算模型及率定的参数是合理的，可用于规划方案的计算分析。

表5.2-2“20120806”海葵台风甬江流域各代表点最高洪水水位验证成果

单位：m

县市	代表点	实测最高水位	计算采用水位	差值采用
上虞市	通明闸上	3.88	4	0.12
余姚	西横河上	3.1	3.12	0.02
	西横河下	3.11	3.13	0.02
	临山	2.99	3	0.01
	余姚	2.83	2.83	0
	蜀山大闸上	2.74	2.78	0.04
	蜀山大闸下	2.67	2.72	0.05
	丈亭	2.64	2.69	0.05
宁波市区	姚江大闸	2.43	2.49	0.06
鄞西	黄古林	2.67	2.71	0.04
鄞东南	姜山	2.77	2.74	-0.03
鄞东南	莫枝堰	2.78	2.73	-0.05
江北	骆驼桥	2.01	2.03	0.02

2) “20131006”菲特台风

该台风姚江流域最大三日面雨量442mm，为100年一遇，奉化江流域最大三日面雨量452mm，约为50年一遇，是甬江流域历史有记录以来最大一场台风，具有雨量大、降雨集中、持续影响时间长的特点。

采用经参数率定后的模型进行洪流演进计算，各代表站最高水位验证成果见表5.2-3。从计算成果可以看出，实测值与计算值吻合较好，综合反映了本次建立的水利计算模型及率定的参数是合理的，可用于规划方案的计算分析。

表5.2-3“20131006”菲特台风甬江流域各代表点最高洪水水位验证成果

单位：m

县市	代表点	实测最高水位	计算最高水位	差值采用
上虞市	通明闸上	5.15	5.16	0.01
余姚	西横河上	3.77	3.72	-0.05
	西横河下	3.92	3.86	-0.06
	临山	3.88	3.89	0.01
	四塘横闸	3.9	3.85	-0.05
	七塘横闸	3.78	3.76	-0.02
	余姚	3.40	3.45	0.05
	蜀山大闸上	3.21	3.26	0.05
	丈亭	3.03	3.07	0.04
宁波市区	姚江大闸	2.92	2.97	0.05
	三江口	2.89	2.95	0.06
	北渡	3.38	3.44	0.06
鄞西	黄古林	3.24	3.18	-0.06
鄞东南	姜山	3.15	3.12	-0.03
鄞东南	莫枝堰	2.79	2.82	0.03
江北	骆驼桥	2.11	2.15	0.04

5.2.3 三场典型洪水平原产水及排水量情况统计

根据对实际发生的三场典型洪水的参数率定和验证，整个姚江流域，包括虞北平原、西上河区、姚西北平原、马渚河区、丰惠平原、蜀山大闸闸上平原、蜀山大闸~姚江大闸等平原产水及客水汇入，涝水东排及北排情况分别见表5.2-4。

表5.2-4 三场典型洪水姚江流域各代表点最高洪水水位验证成果 单位: 亿m³

分片区	“20120617”梅暴雨				“20120806”海葵台风				“20131006”菲特台风			
	产水量	上虞 入余姚 水量	北排 水量	东排 水量	产水量	上虞 入余姚 水量	北排 水量	东排 水量	产水量	上虞 入余姚 水量	北排 水量	东排 水量
虞北平原	0.86	0.10	0.62		0.48	0.06	0.32		1.65	0.16	1.01	
西上河区平原	0.12				0.07				0.23			
姚西北平原	0.53		0.23		0.22		0.22		0.94		0.63	
马渚河区	0.08				0.06				0.20			
丰惠平原	0.26	0.16			0.21	0.11			0.77	0.33		
蜀山闸上平原	0.95				0.82				2.80			
蜀山大闸-姚江大闸平原	0.74			1.07	0.66			0.32	1.79			1.12
合计	3.54	0.26	0.85	1.07	2.52	0.17	0.54	0.32	8.37	0.49	1.6	1.12

备注：水量为三天总水量。

5.3 现状防洪能力分析

5.3.1 现状边界遭遇组合

根据水文成果，采用2013年10月6日~8日“菲特”台风实测雨型为流域设计暴雨时程分配的典型暴雨。

各频率洪水组合采用表5.3-1。

表5.3-1 姚江、奉化江暴雨洪水组合表

姚 江		奉化江	
重现期	三日暴雨	重现期	三日暴雨
100年	438	50年	452
50年	379	25年	388
20年	300	13年	307
10年	242	7年	247
5年	185	4年	189
设计频率		相应频率	

潮型选择：采用本次“菲特”台风期间实际发生的潮位过程，镇海站及北排临海浦和陶家路重现期均相当于5年一遇。

5.3.2 流域现有防洪排涝能力

姚江大闸闸下水位过程一方面受甬江三江口洪（潮）顶托影响，一方面又受上游洪水影响，为了进一步分析余姚市现有防洪排涝能力，本阶段采用现状工况遭遇甬江流域设计暴雨（2013年“菲特”台风雨型），下边界采用镇海站“2013年菲特”实测潮位作为排涝设计潮位过程，分别进行了流域遭遇10、20、50、100年一遇洪水在现状水利条件下的洪水演进计算，其成果见表5.3-2。

表5.3-2 现状工况下各代表点各频率水位计算成果汇总表 单位: m

县市	代表点	现状工况（菲特雨型）				差值			地面高程	
		10%	5%	2%	1%	5%-10%	2%-5%	1%-2%		
上虞市	通明闸上	4.71	4.91	5.2	5.41	0.2	0.29	0.21	3.85~4.3	
	长坝	3.5	3.71	4.01	4.2	0.21	0.3	0.19	3.0~3.5	
余姚市	平原区	西横河上	3.28	3.44	3.7	3.93	0.16	0.26	0.23	2.9~3.2
		西横河下	3.28	3.44	3.7	3.94	0.16	0.26	0.24	2.9~3.2
		临山	3.39	3.65	3.83	3.97	0.26	0.18	0.14	4~4.3
		泗门	3.29	3.52	3.71	3.85	0.23	0.19	0.14	4~4.3
		四塘横闸	3.32	3.58	3.76	3.88	0.26	0.18	0.12	4~4.3
		七塘横闸	3.28	3.54	3.72	3.84	0.26	0.18	0.12	4~4.3
		临海浦闸	3.3	3.57	3.76	3.87	0.27	0.19	0.11	4~4.3
		陶家路闸	3.3	3.57	3.75	3.87	0.27	0.18	0.12	4~4.3
	余姚	2.95	3.14	3.43	3.65	0.19	0.29	0.22	2.7-3.2	
	姚江干流区	永思桥	3.52	3.69	4.03	4.4	0.17	0.34	0.37	3.8
		最良江	2.95	3.13	3.42	3.64	0.18	0.29	0.22	2.5-2.8
		蜀山大闸上	2.87	3.05	3.35	3.59	0.18	0.3	0.24	1.8~2.3
		丈亭	2.82	2.99	3.25	3.5	0.17	0.26	0.25	1.8~2.0
宁波市区	姚江大闸	2.83	2.97	3.21	3.38	0.14	0.24	0.17	0.93~1.3	
	三江口	2.83	2.96	3.2	3.37	0.13	0.24	0.17	3	
三日排水量(万 m ³)	临海浦闸	829	955	1124	1230	126	169	106		
	陶江路闸	4166	4597	5115	5423	431	518	308		
	蜀山大闸	6973	7259	8166	8627	286	907	461		
	姚江大闸	9688	10463	10957	11652	775	494	695		
	虞北客水	1009	1172	1369	1507	163	197	138		
	通明客水	1971	2342	2939	3402	371	597	463		
	上虞客水计	2980	3514	4308	4909	534	794	601		
最大过闸流量(m ³ /s)	临海浦闸	167	186	197	203	19	11	6		
	陶江路闸	494	528	558	574	34	30	16		
	蜀山大闸	466	495	560	609	29	65	49		
	姚江大闸	690	736	740	887	46	4	147		
	通明闸	120	129	142	152	9	13	10		

一、现状防洪排涝能力

从表5.3-2现状防洪能力计算成果看:

姚江流域现状工况,杭甬运河航道工程已建成,姚江干流永思桥渡槽至凤凰山渡槽段已裁弯取直,余姚现有建成区45km²,城区堤防现状小计65.26km,其中堤顶高程超过3.13m的堤防长50.54km(其中堤顶高程在

3.13m~3.63m之间的堤防长26.3km，堤顶高程在3.63m以上的堤防长24.24km），堤顶高程低于3.13m的堤防长14.72km，未完全封闭，余姚城区路面高程接近或低于3.13m（吴淞5.0m），不足20年一遇标准。

姚江流域现状工况遭遇50年一遇洪水(2013年“菲特”台风雨型)，虞北平原东排入余姚水量1369万 m^3 ，上虞丰惠平原东排入余姚水量2939万 m^3 ，入余姚客水小计4308万 m^3 ；余姚境内临海浦闸北排水量1124万 m^3 ，陶家路闸北排水量5115万 m^3 ；余姚蜀山大闸东排水量8166万 m^3 ，姚江大闸东排入甬江水量10957万 m^3 ，余姚城区高水位3.35m~3.43m，余姚将全城受淹，洪涝灾害十分严重。

根据《甬江流域防洪治涝规划》（2011年），规划在“十二五”末基本实现宁波城区干流防洪封闭，在堤防全线封闭的情况下，规划实施沿江闸泵工程，再加上余姚城区不断扩大，北面围垦工程全部建成，城区排涝压力更大，流域的抗洪能力还要降低，远不能和本地区的经济发展水平相适应，迫切需要采用相应的治理措施，以提高区域防洪能力。

二、流域现有防洪排涝能力成果合理性分析

根据表5.3-3的分析成果，考虑《98综规》针对姚江流域的工程措施与《姚江流域综合规划》（1992年）（下称92综规相同），因此本阶段现状防洪能力成果同《92综规》阶段成果进行比较，《92综规》阶段余姚城区现状20年一遇洪水位为3.11m，规划工程东进新闻、谢家路闸、最良江拓浚、官山河拓浚、梁辉水库、开通100吨级航道等13项工程实施后规划20年一遇洪水位为2.94m，降低17cm，现阶段20年一遇现状洪水位3.14m，明显高于《92年综规》成果，分析原因主要如下：

表5.3-3

现状工况下防洪排涝能力成果合理性分析

单位：水位：m，水量：万m³

代表点	姚江流域综合规划（1992年）						实测洪水						现状工况					
							617梅暴实测		807海葵实测		菲特台风实测		10年一遇		20年一遇		50年一遇	
	现状20年		规划20年		规划50年		约5年一遇		约4~5年一遇		约100年							
	吴淞高程	85高程	吴淞高程	85高程	吴淞高程	85高程	85高程	水量	85高程	水量	85高程	水量	85高程	水量	85高程	水量	85高程	水量
余姚城区	4.98	3.11	4.81	2.94	5.25	3.38	2.72		2.83		3.46		2.95		3.14		3.43	
姚江大闸	4.2	2.33	4.16	2.29	4.33	2.46	2.17	10705	2.43	3159	2.92	11200	2.83	9688	2.97	10463	3.21	10957
通明客水	5.99	4.12	6.03	4.16	6.4	4.53	4.66	1600	3.88	1132	5.15	3300	4.71	1971	4.91	2342	5.20	2939
虞北客水								963		612		1600		1009		1172		1369

（一）姚江干流下游宁波段堤防影响

《92年综规》的现状工况为89年，姚江干流下游两岸堤防标准低，大洪水时姚江干流会往江北平原和鄞西平原分洪，现阶段两岸堤防较92综规时有所抬高，造成洪水归槽，洪水位抬高。

（二）区域下垫面变化（余姚城区扩大）

《92年综规》时余姚市城区范围仅为姚江与最良江包围圈内及姚江与丰山之间部分区域，现状整个城区范围扩大，南至杭甬高速公路以南梁辉水库坝址以北，北到33省道，西到西环南路，东到东环北路，中心城区的城市用地面积由1990年的7.2km²增长到2007年底的35.0km²，18年间平均每年增加1.54 km²，并有加快增长的趋势。城区下垫面变化对余姚城区洪水位抬高明显，根据我们分析，若在现阶段城区范围的基础上，考虑余姚城区按照城市规划进一步扩大的话，对余姚城区水位将会再抬高0.17m。

（三）宁波市规划堤防工程及沿江闸泵工程建设影响

《92年综规》的现状未考虑甬江堤防建成、奉化江堤防建成，当发生较大洪水时，鄞东南区为流域天然蓄滞洪区，因此姚江大闸闸下水位低，排水较为顺畅，从《92年综规》的现状工况也可以看出，余姚城区水位3.11m时，姚江大闸闸上水位2.33m，河道水位落差0.78m，20年一遇姚江大闸三天下泄水量达到3.1亿m³；

现阶段由于甬江干流堤防三江口至甬江口全线堤防建成，奉化江鄞州桥至三江口段堤防也建成，洪水归槽洪水位抬高对姚江大闸洪水位顶托明显，造成姚江大闸下泄受阻，当发生20年一遇洪水时，姚江大闸三天下泄水量仅为1.05亿m³，下泄水量明显减少，造成姚江干流全线洪水位抬高明显；

从2012年两场实测洪水可以看出，“617梅暴”姚江洪水相当于5年一遇，奉化江洪水位相当于1年一遇，奉化江对姚江的顶托小，余姚城区洪水位已经达到2.72m，三天下泄量为10705万m³，而“806海葵”台风姚江相当于4年一遇，奉化江约为8年一遇，奉化江对姚江洪水顶托明显，姚江洪水后者比前

者小，但洪水位比前者高0.11m。

因此，下边界奉化江、甬江堤防的建设对姚江干流的洪水位影响明显。

5.4 甬江流域治理工程实施对余姚市防洪排涝影响

根据水利计算成果及余姚市的发展现状来看，甬江流域防洪治涝规划推荐工况：下边界奉化江、甬江全线建堤、姚江干流下游宁波市区段防洪堤建成及余姚市城区范围扩大、姚北围垦工程建成、上虞城区扩大等6项工程是已在建或势在必行，因此在现状基础上分析甬江流域治理工程实施对余姚市排涝影响分析。将这6项工程作为区域防洪排涝规划方案计算的基本工况。

基本工况主要涉及的甬江流域治理工程有：

1) 在现状的基础上，根据甬江流域防洪治涝规划，对姚江干流中舜江至姚江大闸段个别卡口处进行拓宽，河道面宽不低于130m，农村堤防建设达到20年一遇防洪设计标准，宁波市区段堤防达到100年一遇防洪设计标准；

2) 考虑姚江下游奉化江、甬江堤防全线建成，其中东江左堤为20年一遇防洪设计标准，右堤为20年一遇防洪设计标准；剡江萧王庙至江口右堤为20年一遇防洪设计标准；奉化江方桥三江口至绕城高速为20年一遇防洪设计标准，绕城至鄞州大桥为50年一遇防洪设计标准，鄞州大桥至甬江河口为100年一遇防洪设计标准。同时根据规划相关内容，规划鄞东南平原设置排涝泵站流量为 $480\text{m}^3/\text{s}$ ，鄞西平原设置排涝泵站流量为 $210\text{m}^3/\text{s}$ ，江口平原设置排涝泵站流量为 $160\text{m}^3/\text{s}$ ，江北平原设置排涝泵站流量为 $132\text{m}^3/\text{s}$ ，总计 $982\text{m}^3/\text{s}$ ；

3) 根据《余姚市城市总体规划（2001-2020年）》的有关内容，余姚市城区范围扩大，中心城市由中心城区和姚北新区组成，在余姚市北部、中部和南部各规划一个中心镇，即泗门镇、陆埠镇、梁弄镇。下垫面条件改变，不透水地面面积增大，原来规划的蓄洪区面积减少。同时考虑

姚北平原以北新建围垦区75km²的影响。

4) 根据《上虞市城市总体规划》，上虞市城区范围扩大，平原调蓄涝水面积减少。

基本工况各频率的计算成果见表5.4-1。

表5.4-1 基本工况各频率的水利计算成果 单位：m

代表点	基本工况（菲特雨型）				差值			地面高程
	10%	5%	2%	1%	5%-10%	2%-5%	1%-2%	
通明闸上	4.71	4.91	5.2	5.41	0.2	0.29	0.21	4.5~6
长坝	3.53	3.77	4.06	4.24	0.24	0.29	0.18	3.2~3.6
西横河上	3.36	3.54	3.82	3.99	0.18	0.28	0.17	2.9~3.2
西横河下	3.36	3.54	3.84	4.02	0.18	0.3	0.18	2.9~3.2
临山	3.43	3.71	3.86	3.98	0.28	0.15	0.12	4~4.3
四塘横闸	3.36	3.64	3.79	3.9	0.28	0.15	0.11	4~4.3
七塘横闸	3.31	3.61	3.75	3.86	0.3	0.14	0.11	4~4.3
临海浦闸	3.34	3.65	3.78	3.89	0.31	0.13	0.11	4~4.3
陶家路闸	3.33	3.64	3.78	3.88	0.31	0.14	0.1	4~4.3
余姚	3.23	3.45	3.7	3.79	0.22	0.25	0.09	2.5-2.8
永思桥	3.57	3.77	4.12	4.45	0.2	0.35	0.33	3.5~4.3
最良江	3.22	3.45	3.69	3.78	0.23	0.24	0.09	2.5-2.8
蜀山大闸上	3.19	3.43	3.68	3.75	0.24	0.25	0.07	1.8~2.5
丈亭	3.18	3.41	3.67	3.75	0.23	0.26	0.08	1.8~2.0
姚江大闸	3.07	3.27	3.51	3.57	0.2	0.24	0.06	0.93~1.3
三江口	3.05	3.21	3.48	3.55	0.16	0.27	0.07	3

从上述计算成果可见，随着甬江流域治理工程的逐步实施及宁波市、余姚市、绍兴市上虞区社会经济的发展，若余姚市维持现状工程措施，不实施相应的规划工程，防洪形势将更加严峻，20年一遇余姚市城区的

水位由现状工况3.14m抬高至3.45m。因此为了余姚城区的防洪排涝安全，同时进一步完善甬江流域的排水格局，需要扩大北排、加大东泄的能力。

5.5 防洪排涝总体布局及方案比较

5.5.1 扩大北排的必要性

1) 余姚市扩大北排的迫切性

(1) 姚江上游承接来自通明闸上游丰惠区块的来水及四明湖水库的下泄洪水，经姚江干流蜀山大闸、姚江大闸汇入甬江，至镇海出海。从通明闸经姚江、甬江至镇海排水距离104km，通明闸至杭州湾排水距离38km。两者距离相差将近3倍。

(2) 甬江及奉化江干流的治理

据《甬江流域防洪治涝规划》（2011年）的有关内容，甬江防洪工程堤防全长360km，至2013年已整治188km，在建130km，未整治42km，力争在“十二五”末主体工程全面完工，基本实现宁波城区干流防洪封闭。同时规划在甬江、奉化江、下姚江两岸新增强排泵站，其中鄞东南平原规划新增泵站规模为480m³/s，鄞西平原规划新增泵站规模210m³/s，江口平原规划新增泵站规模160m³/s，江北平原规划新增泵站规模132.3m³/s，泵站总规模982.3m³/s。力争3到6年的时间甬江、奉化江两岸新增泵站10座，总规模460m³/s，改建水闸7座。

随着奉化江干流治理工程的推进及加快，将进一步抬高姚江大闸闸下水位，将造成对姚江流域的防洪排涝压力剧增。

(3) 甬江卡口

姚江干流至蜀山大闸至姚江大闸段河道面宽150m~300m，现状姚江出口姚江大闸36孔×3.3m，总净宽118.8m，大闸胸墙底高程1.43m，阻水严重，同时姚江大闸下游甬江汇入口卡口严重，姚江与甬江汇合口现状河道面宽仅120m，严重影响姚江干流的防洪排涝能力。

(4) 从菲特台风水位分析姚江东排能力受限

从本次菲特台风的高水位持续时间看，余姚平原区受淹水深达1-2m，受淹时间长达一周，其中丈亭最高水位3.03m，超保证水位0.73m，高水位持续时间长达139h。受奉化江、姚江河道比降的影响，奉化江泄洪先于姚江，对姚江东排顶托明显。

基于上述分析认为，余姚市必须扩大北排，而且必须尽快实施扩大北排工程，缓解城区防洪排涝压力。

5.5.2 扩大北排设置二级强排泵站的目的

近年来，余姚市先后遭受2000年“桑美”、2005年“麦莎”、2007年“罗莎”、2012年“617”梅暴雨、2012年“海葵”等台风的袭击，尤其2013年第23号“菲特”台风，持续强降雨，给余姚市造成了严重灾害，损失惨重，期间暴露出姚江流域防洪排涝形势持续恶化，姚江干流东排不畅，姚江干流防洪工程相继完工洪水归槽，使干流水位高涨，加上境外来水增加，杭甬运河裁弯取直后，洪水下泄速度加快，奉化江、甬江干流全线堤防封闭归槽及规划强排工程的实施等客观因素，流域受灾程度加重，姚江大闸排水受顶托日渐加剧，且余姚市区较四周地势低，是一个易汇水的地区，在面对大洪水时，依托姚江大闸的过流能力，无法应对上虞客水加快入境和姚西北来水的防洪压力，必须遵循《甬江流域防洪治涝规划》在现状排涝格局上提出扩大北排和增加强排工程，以减轻城区的防洪压力，完善上虞客水及姚西北排涝格局。

扩大北排工程中设置二级强排泵站的目的主要如下：

(1) 姚江干流通明闸往北排入杭州湾的距离长38km，从菲特台风的水位看，从五江桥闸至杭州湾的水面坡降比为0.2/10000，比降越小，北排河道对规模要求越大，而余姚市城市建设土地资源紧张，且沿江两岸房屋密集，拆迁政策处理难度大。

(2) 向杭州湾北排需候潮排水，杭州湾潮位高时陶家路闸需关闭，受河道规模及沿线桥梁卡口等限制，依靠水闸拉动的水面线较缓，洪峰

期对329国道以南的涝水外排作用较小，因此329国道以南的水北排困难。

(3) 北排沿329复线设置 $300\text{m}^3/\text{s}$ 强排泵站是个接力泵站，其不但在排涝时能有效地拉动329复线以南的涝水，而且还可以有能力预降329国道以南河网水位至1m，增大通明闸、长坝闸至329复线之间河道的水面坡降，增加其排水动力，可以大幅减少对上虞的影响。

5.5.3 布局原则

针对姚江流域及甬江流域的特点，遵循“洪涝分治、洪水分流、分级设防、分区封闭、高水行洪、控制区域水面率”的防洪原则，采用流域防洪排涝布局原则“东泄、南蓄、北排、中疏、低围”。

1、“东泄”

根据历年的姚江流域治理原则，姚江干流应“加大东泄、加固堤防”。

“加大东泄”，历史上余姚市城区的洪水主要靠“东泄”，“加大东泄”的主要工程措施即研究新建姚江二闸、姚江大闸改造工程，实施姚江大闸闸下河道清淤疏浚工程，增加过流断面，提升姚江排水能力。

“加固堤防”，即针对姚江干流两岸地势低洼，为防止干流洪水受甬江奉化江水位顶托时漫溢平原，沿岸建设堤防以保护两岸农田和人民生命财产安全。现阶段姚江宁波市区段堤防已按百年一遇标准建成，下姚江堤防也已基本建成，为构筑姚江干流完整堤防工程，需对姚江局部堤防薄弱段加高加固，防御规划标准洪水。

2、“南蓄”

“南蓄”主要根据《甬江流域综合规划》（1998年）规划实施南蓄工程——西岙水库，集雨面积 17.7km^2 ，总库容 2430万m^3 ，防洪库容 350万m^3 。

3、“北排”

受杭甬运河裁弯取直后上虞通明来水加快及奉化江干流洪水归槽东排功能削弱等不利因素影响，必须扩大北排，增加强排。

“扩大北排”，考虑在姚江建节制闸，拓宽现有排涝闸门规模，新增北

排通道及北排口门规模，完善上虞客水及姚西北排涝布局，实现扩大北排的目的。确保大洪水时，上虞客水及姚西北洪水单独北排；提高北排能力，减轻余姚市城区的防洪压力。小洪水时仍通过姚江干流东排。

“增加强排”指向杭州湾北排需候潮排水，依靠水闸拉动的睡眠线较缓，洪峰期对329复线以南的涝水外排作用较小，因此增加北排二级强排泵站，增加排水动力，扩大北排能力。

4、“中疏”

“中疏”指对河道进行整治，打通“断头河”及阻水的瓶颈，实现水系沟通，从而形成骨干排水河网系统，使东排和北排两头排水的格局保持畅通。同时对梁辉、向家弄、陆埠等水库下游的泄洪河道进行整治疏通，确保水库行洪安全。

5、“低围”

“低围”针对城区地势低洼的特点，必须实施城区河道堤防封闭工程，对城区的堤防进行加固加高及封闭，形成城区封闭的防洪系统，针对实施扩大北排工程后，西上河区及姚西北平原涝水位势必有所抬高的情况，需设置小圩区，配置适宜的节制闸和泵站设施，采取闸泵相结合的方式，适时强排，对姚江堤防及浦塘等进行加高加固等。

5.5.2 可能采取的防洪工程措施

针对整个姚江流域乃至整个甬江流域的防洪新形势，从保余姚城区，加大东泄；扩大北排；加大东泄的同时扩大等三个思路提出。

1、加大东泄

余姚城区洪水历史上主要靠东排入甬江，为使余姚城区达到50年一遇防洪标准，实现洪涝分治。首选投资最少、见效最快，对城市景观影响最小的方案，本阶段主要分析：

1) 对姚江干流及城区堤防进行加高加固封闭，抬高水位，加大水头差，增加东排能力。

2) 在满足流域规划推荐蜀山大闸水量及最大过闸流量的前提下, 考虑在蜀山大闸设置强排泵站, 降低上姚江的涝水位, 对下姚江的堤防进行加高加固方案及南部山区建高排渠方案进行比较分析;

2、城区大包围扩大北排

考虑蜀山大闸设置强排泵站增加下游防洪压力, 同时考虑甬江的防洪现状及甬江淤积问题等, 立足“洪涝分治、洪水分流、分级设防、分区封闭、高水行洪”的防洪原则, 提出城区大包围、扩大北排工程, 往北设置二级强排泵站。

3、城区小包围扩大北排

考虑城区大包围工程实施后, 余姚城区50年一遇洪水位较高, 近期实施的可能性不大, 同时考虑城区大包围方案有来自宁波和余姚两方面的不同意见, 为满足近期城区堤防能够满足50年一遇洪水, 城区大包围不实施, 进一步强化北排方案, 往北设置二级强排泵站。

5.6 规划工程方案比较

5.6.1 方案设置

根据《姚江流域综合规划》(1992年)、《甬江流域综合规划》(1998年)、《甬江流域防洪治涝规划》(2011年)等前期规划推荐的工程措施, 结合姚江流域乃至甬江流域新形势下的排涝压力, 根据《余姚市城市总体规划(2001-2020)》、《余姚市中心城区规划(2008-2030年)》等相关行业规划, 结合余姚市防洪排涝及水环境的要求, 拟定以下方案:

方案0: 基本工况

杭甬运河航道工程已建成, 永思桥渡槽至凤凰山渡槽段已裁弯取直, 北部围垦建成, 考虑:

1) 余姚市中心城区范围扩大至凤山、兰江、阳明、梨洲、朗霞、低塘六个街道及马渚镇共七个行政单元, 总面积约142.86 km²。

2) 余姚城区堤防按照《甬江流域防洪治涝规划》推荐余姚城区堤顶高

程按照3.63m~4.13m封闭，下姚江堤防按照3.63m封闭。

3) 奉化江、甬江堤防根据《甬江流域防洪治涝规划》(2011年)要求实现宁波城区干流防洪封闭。

4) 甬江、奉化江堤防全线封闭的情况下，规划实施沿江闸泵工程，其中鄞东南平原规划新增泵站规模为480m³/s，鄞西平原规划新增泵站规模210m³/s，江口平原规划新增泵站规模160m³/s，江北平原规划新增泵站规模132.3m³/s，泵站总规模982.3m³/s。

方案1：方案0+姚江干流及城区堤防加高加固方案

在本次规划讨论稿的基础上，考虑对姚江干流及城区堤防进行加固加高及封闭，高水高排。主要措施：城区堤防封闭工程（包括中江、东江、西江、侯青江、最良江）、上姚江堤防工程、下姚江堤防工程、梁辉水库下游中山河改道工程、向家弄水库下游堤防工程、陆埠大溪整治工程、浦塘加固工程。

姚西北平原为解决自身涝水及水环境问题，实施陶家路江泗门泵站工程（泵站规模100m³/s）、陶家路江二期整治工程（拓宽至面宽80m~100m）、食禄桥江整治工程（拓宽至45m）、北排水系沟通工程等。

方案2：方案1+蜀山大闸泵站工程

在方案1的基础上，为降低余姚城区的洪水位，按照《甬江流域防洪治涝规划》推荐蜀山大闸7天水量及设计最大过闸流量控制，通过前期对蜀山大闸设置泵站方案进行了大量的方案比较，包括100m³/s、200 m³/s、400 m³/s、560 m³/s、600 m³/s、700 m³/s、800 m³/s等方案比较，蜀山大闸泵站建成后对闸下水位形成顶托，与蜀山大闸是一个相互替代的关系，若泵站规模太小，对区域排涝作用不大，当泵站规模超过700 m³/s以上时，对区域洪水位降低明显，但是考虑蜀山大闸泵站规模太大，会加大下游的防洪压力，也不符合流域治理的宗旨，因此在前期工作的基础上，考虑蜀山大闸50年一遇设计过闸流量 560 m³/s/秒作为蜀山泵站规模，进行方案比较。

姚西北平原为解决自身涝水及水环境问题，实施：

- 1) 陶家路江泗门泵站工程 (泵站规模 $100\text{m}^3/\text{s}$)
- 2) 陶家路江二期整治工程 (拓宽至面宽 $80\text{m}\sim 100\text{m}$)
- 3) 食禄桥江整治工程 (拓宽至 45m)
- 4) 北排水系沟通工程
- 5) 长冷江拓浚工程 (拓宽至 50m)
- 6) 新开北排通道 (面宽 $40\text{m}\sim 60\text{m}$)
- 7) 新开北排口门 (水闸宽度 30m) 等。

方案3: 方案1+城区大包围+扩大北排工程

在方案1的基础上, 根据流域综合规划防洪排涝布局原则“东泄、南蓄、北排、中疏、低围”。通过实施扩大北排工程增加北排排涝能力, 通过实施城区大包围工程, 实现洪涝分治, 利用高水行洪来增加东排能力。

其中:

1) 扩大北排工程:

- (1) 新建五江桥调控工程 (水闸1孔 $\times 60\text{m}$, 闸底高程 -3.65m)
- (2) 新建贺墅江节制闸(5孔 $\times 8\text{m}$, 闸底高程 -1.87m)
- (3) 拓宽贺墅江 (由现状 20m 拓宽至 60m 面宽)
- (4) 新开贺墅江延伸段 (面宽 60m)
- (5) 拓宽长冷江 (由现状 20m 拓宽至 60m)
- (6) 拓宽长庆桥江 (面宽 60m)
- (7) 新开北排通道 (面宽 $60\text{m}\sim 80\text{m}$)
- (8) 四塘横江拓浚工程(新开北排三通道至陶家路江段, 拓宽至 80m)
- (9) 陶家路江二期整治工程 (拓宽至面宽 $80\text{m}\sim 100\text{m}$)
- (10) 陶家路江泗门泵站工程 (泵站规模 $100\text{m}^3/\text{s}$)
- (11) 陶家路闸新增泵站工程 (泵站规模 $300\text{m}^3/\text{s}$)
- (12) 食禄桥江整治工程 (拓宽至 45m)
- (13) 北排水系沟通工程

(14) 新开北排河道外江闸站工程(水闸宽度24m, 泵站规模 $100\text{m}^3/\text{s}$)

(15) 新开河闸站工程(水闸宽度56m, 泵站规模 $200\text{m}^3/\text{s}$)

(16) 临海浦江整治工程(拓宽至60m)

(17) 临海大浦南延伸工程(控制最小面宽30m)等。

2) 城区大包围工程:

为解决城市低洼地区的涝水问题, 分级设防, 城区分级设置3个大圩区, 农村设置8个小圩区。保护面积 240km^2 , 泵站规模 $674\text{m}^3/\text{s}$, 圩堤长度140km, 水闸规模247m。

其中城北大圩区, 保护面积 113km^2 , 城南1#保护面积 31km^2 、城南2#保护面积 26km^2 。新建4座节制闸, 水闸规模104m; 排涝闸站8座, 水闸规模190m, 泵站规模 $580\text{m}^3/\text{s}$, 其中往东强排泵站 $480\text{m}^3/\text{s}$, 往北强排泵站 $100\text{m}^3/\text{s}$ 。农村8个圩区保护面积 70km^2 , 泵站规模 $144\text{m}^3/\text{s}$, 圩堤长度65km, 水闸规模57m。

3) 下姚江浦塘工程

对下姚江的浦塘实施堤防加高加固工程。主要包括龙山浦、赵家浦、朱家浦、油车浦、潺子浦、彭王浦、吴泽浦、官桥浦、魏家浦、小泾浦、大泾浦和白罗浦等12条浦塘, 堤防总长79.38km。

方案4: 方案3+城区小包围+北排工程

考虑方案3实施城区大包围方案有来自宁波和余姚两方面的不同意见, 因此在方案3的基础上, 方案4考虑城区大包围不实施, 对扩大北排方案中河道、泵站规模等不同组合方案的分析比较, 适当扩大北排工程。

相比方案3, 方案4新增及调整的工程如下:

1) 扩大北排工程:

(1) 新增中江至长冷江河道整治工程(面宽50m)

(2) 新增中江至长冷江闸站工程(水闸20m, 泵站规模 $50\text{m}^3/\text{s}$)

(3) 长冷江河道面宽进一步拓宽至80m

- (4) 长庆桥江河道面宽进一步拓宽至80m
- (5) 新开北排通道面宽进一步拓宽至80m~100m
- (6) 四塘横江（新开北排三通道至陶家路江段）在现状基础上进行拓浚整治
- (7) 西江农村段拓宽至60m
- (8) 西江闸站泵站规模由原方案100 m³/s减少为50m³/s
- (9) 陶家路闸新增泵站工程（泵站规模200m³/s）
- (10) 新开北排河道外江闸站工程（水闸宽度50m，泵站规模200m³/s）

2) 城区圩区工程:

为解决城市低洼地区的涝水问题，分级设防，城区分级设置11个圩区，乡镇设置2个圩区，农村设置6个小圩区。保护面积246 km²，泵站规模662 m³/s。其中城区利用食禄桥江、西江、中江、东江、侯青江、最良江、姚江干流、中江至长冷江等河道堤防工程形成城北7个小圩区，保护面积114 km²；城南圩区利用向家弄水库下泄河道、梁辉水库下泄河道、中山河改道工程、陆埠水库下泄河道、最良江等河道堤防工程形成城南4个圩区，保护面积62km²，泵站总规模518 m³/s，其中城北圩区泵站规模为268 m³/s，城南圩区泵站规模为250 m³/s。乡镇2个圩区保护面积14 km²，泵站规模32 m³/s，农村6个圩区保护面积56 km²，泵站规模112 m³/s。

5.6.2 方案比较

各个方案50年一遇水利计算成果见表5.6-1、表5.6-2、表5.6-3。

表5.6-1 各方案50年一遇洪水位计算成果表 单位: m

县市	代表点	方案0	方案1	方案2	方案3	方案4	
上虞市	通明闸上	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	
	长坝	4.01	4.1	4.08	4.07	4.14	
余姚市	平原区	西横河上	3.71	3.97	3.98	4.03	4.03
		西横河下	3.83	4.04	4.02	4.14	4.11
		泗门	3.74	3.78	3.79	3.53	3.61
		临山	3.85	3.88	3.85	3.84	3.82
		四塘横闸	3.79	3.81	3.81	3.54	3.60
		七塘横闸	3.74	3.8	3.76	3.4	3.52
		临海浦闸	3.78	3.8	3.79	3.37	3.50
		陶家路闸	3.78	3.8	3.78	3.36	3.49
		余姚	3.7	3.99	3.87	3.39	3.81
	姚江干流区	永思桥	4.11	4.32	4.26	4.52	4.53
		最良江	3.75	4.03	3.92	4.15	3.83
		蜀山大闸上	3.75	3.87	3.75	3.88	3.77
		丈亭	3.66	3.73	3.77	3.75	3.75
宁波市区	姚江大闸	3.51	3.54	3.54	3.53	3.52	
	三江口	3.47	3.49	3.5	3.49	3.48	

表5.6-2 各方案50年一遇主要水闸排水量成果表 单位: 万m³

水闸名称		方案0	方案1	方案2	方案3	方案4
三日排水量	临海浦闸	1138	1093	1153	1958	2870
	陶江路闸	5173	5280	5463	9084	7937
	新开河闸	0	2535	0	3733	6210
	蜀山大闸	5769	10231	11442	8806	5405
	姚江大闸	13995	14471	15037	14640	13782
	虞北客水	1378	1265	1229	1277	1309
	通明客水	2932	2918	2923	2884	2888
	上虞客水计	4310	4183	4152	4161	4197

表5.6-3 各方案20年一遇圩区内涝水位成果表 单位: m

圩区名称	方案0	方案1	方案2	方案3	方案4	地面高程	
城区	城南 1-1	3.29	2.98	3.01	3	3	2.8
	城南 1-2	3.4	2.97	3	2.97	2.97	2.9
	城南 2-1	3.37	2.94	2.94	3.15	3.16	2.9
	城南 2-2	3.42	3.05	3.05	3.15	3.16	3.1
	城北 1	3.31	3.1	3.15	3.12	3.08	3
	城北 2	3.23	2.98	2.97	2.91	2.94	2.8
	城北 3	3.23	2.98	2.97	2.91	2.94	2.8
	城北 4	3.3	3.09	3.08	3	3	2.8
	城北 5	3.26	3.1	3.12	3.09	3.09	3
	城北 6	3.3	3.1	3.12	3.09	3.09	3.1
城北 7	3.3	3.1	3.12	3.09	3.09	3.1	
城区周边小圩区	w1	3.41	3.4	3.44	3.38	3.4	3
	W2	3.3	3.28	3.31	3.3	3.31	3
	w3	3.33	3.3	3.36	3.32	3.36	3
	w4	3.31	3.35	3.3	3.31	3.3	3
	w5	3.57	3.57	3.48	3.28	3.27	3.2
	w6	3.69	3.69	3.69	3.69	3.69	3.1
	w7	3.73	3.73	3.66	3.6	3.6	2.9
	W8	2.42	2.63	2.71	2.65	2.65	1.8

1) 方案0

从洪水位的计算成果可见, 基本工况情况下, 余姚城区堤防按照 3.63m~4.13m 封闭, 实现洪涝分治的, 余姚城区 50 年一遇洪水水位为 3.7m~3.75m 蜀山闸上部分堤防要漫堤, 下姚江两岸堤防为 20 年一遇, 建设标准较低, 当发生 50 年一遇洪水时, 姚江洪水漫堤入两侧平原, 平原内涝较为严重。

从主要水闸排水量分析, 方案 0 蜀山大闸受下游堤防封闭也奉化江、甬江洪潮顶托, 排水能力下降, 三天排水量为 5769 万 m³, 姚江大闸三天东排排水量为 13995 万 m³, 临海浦闸和陶家路闸三天北排水量为 6311 万 m³。

从圩区内涝水位可见, 由于现状城区和农村的排涝泵站规模不够,

受淹较为严重，其中城区的受淹水深约为0.3m~0.4m，农村的受淹水深约为0.3m~0.8m。

2) 方案1

从洪水位的计算成果可见，在基本工况的基础上，考虑姚江干流及城区堤防进一步加高加固封闭，为满足城区的排涝标准，设置城南、城北及周边设置圩区，配套设置强排泵站。工程后余姚城区50年一遇洪水水位为3.99m~4.03m，下姚江两岸堤防为20年一遇，建设标准较低，当发生50年一遇洪水时，姚江洪水漫堤入两侧平原，平原内涝较为严重。

从主要水闸排水量分析，方案1城区堤防加高，城区排涝泵站建成后，逼高姚江干流洪水水位，加大蜀山大闸过流能力，三天排水量增加至10231万 m^3 ，较方案0增加4462万 m^3 ，姚江大闸三天东排排水量为14471万 m^3 ，临海浦闸和陶家路闸三天北排水量为12008万 m^3 。

从圩区内涝水位可见，由于城区配套强排泵站实施完成后，城区内排涝标准基本能够满足20年一遇24小时暴雨24小时排出。农村的排涝标准达到20年一遇三天暴雨三天排出。

从可比性投资上分析，方案1 通过实施姚江干流及城区堤防加高加固工程及姚西北水系沟通工程后，工程的可比投资为93亿元。

3) 方案2

方案2，在方案1的基础上，考虑兴建蜀山大闸泵站，从洪水位的计算成果可见，蜀山大闸设置560 m^3/s 强排泵站后，能够降低余姚城区50年一遇洪水水位0.11m~0.12m，能够增加蜀山大闸三天排水量1211万 m^3 。

从可比性投资上分析，方案2 通过实施蜀山大闸强排泵站工程及姚江干流及城区堤防加高加固工程及姚西北水系沟通工程后，工程的可比投资为67亿元。

4) 方案3

方案3，在方案1的基础上考虑实施五江桥调控工程工程、城区大包

围及扩大北排工程后，从洪水位的计算成果可见，余姚城区姚江干流50年一遇洪水位为4.15m，城北大圩区内50年一遇涝水位3.39m，能够降低城区内东江、中江、西江、食禄桥江、侯青江的堤顶高程，但沿最良江及姚江干流洪水位高，对最良江两岸城市景观影响较大。

方案3 实施五江桥调控工程工程后，将四明湖水库下泄洪水及上虞丰惠平原通明闸洪水通过贺墅江及贺墅江延伸段工程西导经新开北排河入杭州湾，能够减少东排水量，蜀山大闸三天排水量较方案1减少1425万 m^3 ，增加北排水量5867万 m^3 ，同时通过北部二级强排泵站工程的实施，能够大大降低姚西北平原的涝水位，泗门镇50年一遇洪水位较方案1降低0.25m。

从可比性投资上分析，方案3 通过实施五江桥调控工程、城区大包围工程及扩大北排工程后，工程的可比投资为174亿元。

5) 方案4

考虑方案3实施城区大包围方案有来自宁波和余姚两方面的不同意见，因此方案4在方案3的基础上，考虑城区大包围不实施，对扩大北排方案中河道、泵站规模等不同组合方案的分析比较，适当扩大北排工程。从洪水位成果可见，城区大圩区不实施后，能够降低最良江50年一遇洪水位0.32m，但城区内东江、中江、西江、食禄桥江、侯青江50年一遇洪水位较方案3抬高0.42m。

方案4，在方案3的基础上进一步强化北排工程，增加北排三天排水量2242万 m^3 ，同时由于城区大包围不实施，蜀山大闸闸上水位降低0.11m，减少东排水量3401万 m^3 ，能够大大减少对下姚江及宁波城区的防洪压力。

从可比性投资上分析，方案4为了降低最良江及姚江干流洪水位，通过进一步扩大北排工程，工程可比投资为162亿元。

各个方案的利弊分析见表5.6-4。

表5.6-4

各个方案的利弊分析

利/弊	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4
利	<p>1、能够满足城区 50 年防洪标准</p> <p>2、能够满足城区20年一遇24小时暴雨24小时排出的排涝标准</p>	<p>1、能够满足城区 50 年防洪标准</p> <p>2、能够满足城区 20 年一遇 24 小时暴雨 24 小时排出的排涝标准</p> <p>3、该方案泵站规模同蜀山大闸设计流量，3 天和 7 天排水量均能满足《98 综规》和《甬江流域防洪治涝规划》的要求。</p> <p>4、该方案投资较少</p> <p>5、能降低余姚城区的洪水位，减少对城市景观的影响</p> <p>6、对上虞影响较小</p>	<p>1、能够满足城区 50 年防洪标准</p> <p>2、能够满足城区 20 年一遇 24 小时暴雨 24 小时排出的排涝标准</p> <p>3、扩大北排，减少东排水量，降低对下姚江及宁波城区的防洪压力</p> <p>4、可以降低城区大圩区内堤防堤顶高程，如东江、中江、西江、侯青江等</p> <p>5、能大大降低姚西北洪水，改善姚西北区域水环境</p>	<p>1、能够满足城区 50 年防洪标准</p> <p>2、能够满足城区 20 年一遇 24 小时暴雨 24 小时排出的排涝标准</p> <p>3、扩大北排，减少东排水量，降低对下姚江及宁波城区的防洪压力</p> <p>4、能大大降低姚西北洪水，改善姚西北区域水环境</p> <p>5、城区 50 年一遇洪水位与城市防洪规划要求的较为接近，尽可能减少对城市景观的影响</p> <p>6、项目易于落地实施</p>
弊	<p>1、该方案采用高水高排，增加东排入下游水量</p> <p>2、城区水位高、堤防高、不利于城市景观</p> <p>3、未改变姚西北等区域排涝格局，无区域排涝及水环境的改善效益。</p> <p>4、工程投资较大</p>	<p>1、该方案增加下游防洪压力</p> <p>2、未改变姚西北等区域排涝格局，区域排涝及水环境的改善效益。</p>	<p>1、抬高最良江及姚江干流洪水位，对两岸城区景观影响较大</p> <p>2、对上虞永和镇防洪排涝有一定影响，需要配套工程补偿</p> <p>3、工程投资较大</p>	<p>1、对上虞永和镇防洪排涝有一定影响，需要配套工程补偿</p> <p>2、工程投资较大</p>

综上分析，从洪水位、排水量、可比投资、规划审批难度，对上下游的影响、工程可操作性等角度出发，本次规划推荐方案4，即实施扩大北排工程，并实施五江桥调控工程及河道配套工程，城区堤防结合《余姚市城市防洪规划》推荐的堤顶高程适当的加高加固封闭。

5.6.3 规划推荐方案北排设计潮型采用整编后水利计算成果

根据宁波市水文站于2014年6月23日提供的“关于水文特征值核定的函”，受2013年第23号“菲特”强台风影响，姚江流域发生了大洪水，给余姚市造成了严重灾害，洪水过后，宁波市水文站、余姚市水文站联合对余姚受灾严重地区进行了洪水调查，并对部分水位站、潮位站的水位特征值进行了复核。2014年5月21日，洪水调查组对临海浦闸下站最高潮位进行了洪痕调查和测量，通过洪痕确认和水准测量复核，“菲特”台风影响期间临海浦闸下站最高潮位为10月7日14:20 6.00m（85基面）。

2014年6月4日《规划》审查会，宁波市水文站提出“菲特”台风期间的临海浦站人工观测数据有误，经市水文站洪痕调查复核，原数据偏高0.53m，建议依据宁波市水文站复核成果，重新核定陶家路闸外的设计潮位值。

本次规划根据审查会意见及宁波市水文站提供的正式复核成果，北排设计潮型采用复核后的潮位过程，具体见图5.6-1。现状工况及推荐方案北排设计潮型采用实测及复核后水利计算成果见表5.6-5、表5.6-6。

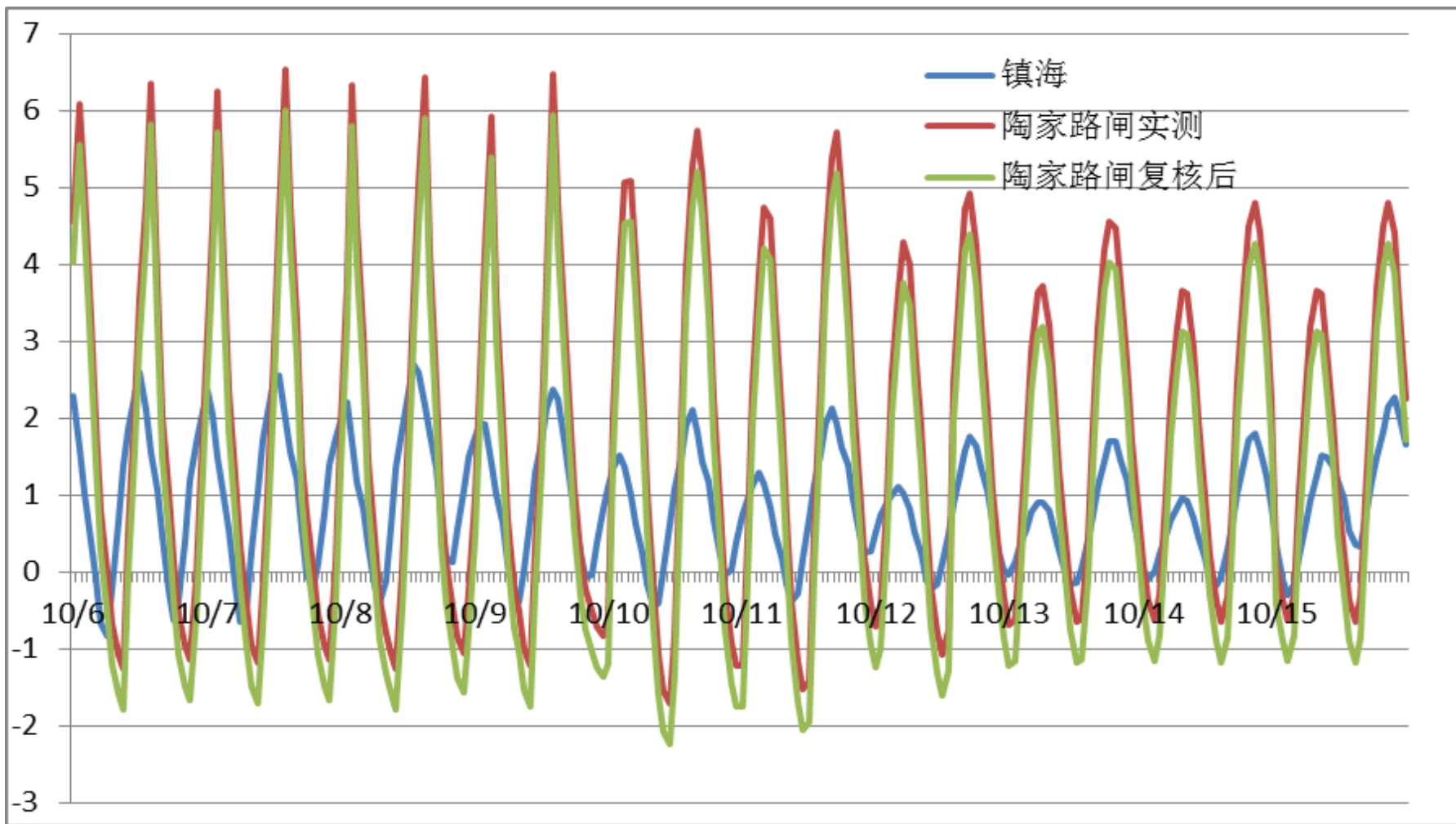


图5.6-1

北排设计潮型实测及复核后成果

表5.6-5 现状工况采用北排设计潮型采用实测及复核后水利计算成果

县市	代表点	现状工况						复核后-实测差值			
		北排采用实测潮位过程			北排采用复核后潮位过程			5%	2%	1%	
		5%	2%	1%	5%	2%	1%				
上虞市	通明闸上	4.91	5.2	5.41	4.91	5.2	5.41	0	0	0	
	长坝	3.71	4.01	4.2	3.7	3.98	4.19	-0.01	-0.03	-0.01	
余姚市	平原区	西横河上	3.44	3.7	3.93	3.43	3.68	3.91	-0.01	-0.02	-0.02
		西横河下	3.44	3.7	3.94	3.43	3.69	3.93	-0.01	-0.01	-0.01
		泗门	3.52	3.71	3.85	3.48	3.68	3.81	-0.04	-0.03	-0.04
		临山	3.65	3.83	3.97	3.59	3.78	3.91	-0.06	-0.05	-0.06
		四塘横闸	3.58	3.76	3.88	3.54	3.72	3.84	-0.04	-0.04	-0.04
		七塘横闸	3.54	3.72	3.84	3.49	3.68	3.79	-0.05	-0.04	-0.05
		临海浦闸	3.57	3.76	3.87	3.52	3.7	3.79	-0.05	-0.06	-0.08
		陶家路闸	3.57	3.75	3.87	3.52	3.7	3.8	-0.05	-0.05	-0.07
		余姚	3.14	3.43	3.65	3.14	3.42	3.65	0	-0.01	0
	姚江干流区	永思桥	3.69	4.03	4.4	3.68	4.02	4.39	-0.01	-0.01	-0.01
		最良江	3.13	3.42	3.64	3.13	3.42	3.64	0	0	0
		蜀山大闸上	3.05	3.35	3.59	3.05	3.35	3.59	0	0	0
		丈亭	2.99	3.25	3.5	2.99	3.25	3.5	0	0	0
宁波市区	姚江大闸	2.97	3.21	3.38	2.97	3.21	3.38	0	0	0	
	三江口	2.96	3.2	3.37	2.96	3.2	3.37	0	0	0	
三日排水量 (万 m ³)	临海浦闸	955	1124	1230	959	1131	1251	4	7	21	
	陶江路闸	4597	5115	5423	4776	5317	5662	179	202	239	
	蜀山大闸	7259	8166	8627	7221	8182	8585	-38	16	-42	
	姚江大闸	10463	10957	11652	10477	11043	11664	14	86	12	
	虞北客水	1172	1369	1507	1142	1334	1468	-30	-35	-39	
	通明客水	2342	2939	3402	2342	2938	3403	0	-1	1	
	上虞客水计	3514	4308	4909	3484	4272	4871	-30	-36	-38	

表5.6-6 推荐方案采用北排设计潮型采用实测及复核后水利计算成果

县市	代表点	规划推荐方案						复核后-实测差值			
		北排采用实测潮位过程			北排采用复核后潮位过程						
		5%	2%	1%	5%	2%	1%	5%	2%	1%	
上虞市	通明闸上	4.92	5.2	5.41	4.92	5.2	5.41	0	0	0	
	长坝	3.86	4.14	4.24	3.83	4.12	4.24	-0.03	-0.02	0	
余姚市	平原区	西横河上	3.78	4.03	4.08	3.77	4.02	4.08	-0.01	-0.01	0
		西横河下	3.83	4.11	4.23	3.82	4.11	4.22	-0.01	0	-0.01
		泗门	3.4	3.61	3.69	3.37	3.59	3.67	-0.03	-0.02	-0.02
		临山	3.68	3.82	3.91	3.64	3.78	3.89	-0.04	-0.04	-0.02
		四塘横闸	3.41	3.6	3.68	3.35	3.57	3.65	-0.06	-0.03	-0.03
		七塘横闸	3.33	3.52	3.62	3.24	3.47	3.55	-0.09	-0.05	-0.07
		临海浦闸	3.29	3.5	3.6	3.21	3.43	3.53	-0.08	-0.07	-0.07
		陶家路闸	3.28	3.49	3.59	3.18	3.42	3.52	-0.1	-0.07	-0.07
		余姚	3.69	3.81	3.87	3.69	3.81	3.87	0	0	0
	姚江干流区	永思桥	4.13	4.53	4.75	4.12	4.52	4.75	-0.01	-0.01	0
		最良江	3.71	3.83	3.9	3.71	3.82	3.9	0	-0.01	0
		蜀山大闸上	3.7	3.77	3.82	3.7	3.76	3.82	0	-0.01	0
		丈亭	3.6	3.75	3.73	3.59	3.72	3.72	-0.01	-0.03	-0.01
		姚江大闸	3.3	3.52	3.6	3.29	3.52	3.6	-0.01	0	0
宁波市区	三江口	3.21	3.48	3.58	3.2	3.48	3.58	-0.01	0	0	
	临海浦闸	2645	2870	2975	2818	3065	3184	173	195	209	
三日排水量 (万 m ³)	陶江路闸	7397	7937	8079	7664	8140	8322	267	203	243	
	新开河闸	5519	6210	6606	5367	6152	6565	-152	-58	-41	
	北排水量小计	15561	17017	17660	15849	17357	18071	288	340	411	
	蜀山大闸	4028	5405	6309	3972	5302	6235	-56	-103	-74	
	姚江大闸	13440	13782	13057	13376	13741	13045	-64	-41	-12	
	上虞客水小计	3474	4197	4851	3460	4161	4810	-14	-36	-41	

从表5.6-5、表5.6-6的计算成果可见，北排设计潮位过程采用复核后的潮位过程对整个余姚市城市防洪排涝影响不大，对余姚城区的洪水位基本无影响，随着北排设计潮位复核调整后，设计低潮位也相应降低0.53m，对姚西北区域河道的涝水位有一定降低，降低幅度在0.01~0.10m之间，3天北排水量可增加288万 m^3 ~411万 m^3 ，增加水量约占总北排水量的2%。

5.6.4 推荐方案采用不同雨型水利计算成果分析

5.6.4.1 推荐方案采用不同雨型成果分析

宁波市水利局于2014年6月3日~4日组织召开了《余姚市防洪排涝规划》审查会，形成了专家组审查意见和会议纪要。会议认为《规划》采用的“菲特”降雨集中，雨型恶劣，建议结合流域规划选择的典型暴雨，综合分析、合理确定各控制站的设防水位。结合雨型选择合理确定北排等河道规模，并符合河道与泵站规模的匹配性。

根据专家组意见，在规划推荐方案及北排设计潮型采用修正后成果的基础上，对设计雨型采用“菲特”雨型及以往流域规划选择的“62”雨型成果进行分析计算，计算成果见表5.6-7。

表5.6-7 推荐方案采用不同雨型水利计算成果

县市	代表点	“菲特”雨型		“62”雨型		“62”雨型-“菲特”雨型差值		
		5%	2%	5%	2%	5%	2%	
上虞市	通明闸上	4.92	5.2	4.99	5.31	0.07	0.11	
	长坝	3.83	4.12	3.64	3.89	-0.19	-0.23	
余姚市	平原区	西横河上	3.77	4.02	3.62	3.88	-0.15	-0.14
		西横河下	3.82	4.11	3.77	4.18	-0.05	0.07
		泗门	3.37	3.59	3.27	3.52	-0.1	-0.07
		临山	3.64	3.78	3.54	3.72	-0.1	-0.06
		四塘横闸	3.35	3.57	3.28	3.45	-0.07	-0.12
		七塘横闸	3.24	3.47	3.21	3.38	-0.03	-0.09
		临海浦闸	3.21	3.43	3.18	3.34	-0.03	-0.09
		陶家路闸	3.18	3.42	3.17	3.33	-0.01	-0.09
	余姚	3.69	3.81	3.47	3.78	-0.22	-0.03	
	姚江干流区	永思桥	4.12	4.52	4.14	4.73	0.02	0.21
		最良江	3.71	3.82	3.49	3.81	-0.22	-0.01
		蜀山大闸上	3.7	3.76	3.39	3.75	-0.31	-0.01
		丈亭	3.59	3.72	3.32	3.65	-0.27	-0.07
	宁波市区	姚江大闸	3.29	3.52	3.26	3.56	-0.03	0.04
三江口		3.2	3.48	3.22	3.52	0.02	0.04	
三日排水量 (万 m ³)	临海浦闸	2818	3065	2966	3258	148	193	
	陶江路闸	7664	8140	8151	8737	487	597	
	新开河闸	5367	6152	5929	7155	562	1003	
	蜀山大闸	3972	5302	5920	7408	1948	2106	
	姚江大闸	13376	13741	13715	14344	339	603	
	虞北客水	1138	1275	1210	1211	72	-64	
	通明客水	2322	2886	2275	2571	-47	-315	
	上虞客水计	3460	4161	3485	3782	25	-379	

根据水文分析成果，“62型”暴雨中心位于四明湖水库上游山区及上虞通明闸上，“菲特型”暴雨中心位于陆埠水库上游山区，相比余姚城区段降雨“62型”较“菲特型”大，相比姚西北区域及虞北平原降雨“菲特型”明显大于“62型”，相比下姚江陆埠、双溪口等山区降雨“菲特型”明显大于“62型”。

从表5.6-7的计算成果可见，通明闸上及永思桥的洪水位62型明显高于菲特型，姚西北及虞北平原的洪水位62型明显低于菲特型，降低0.03m~0.12m；

虽余姚城区平原的降雨量62型较菲特型大，但城区50年一遇洪水位影响不大，略有降低，主要原因是62型余姚城南向家弄、梁辉等山区及下姚江降雨量少，下姚江水位对蜀山大闸顶托影响少造成，蜀山大闸50年一遇3天排水量62型较菲特型增加2106万 m^3 。

5.6.4.2 采用62雨型北排规模研究

根据从表5.6-7的计算成果可见，姚西北平原的洪水位62型明显低于菲特型，降低0.03m~0.12m，余姚城区由于62型排水条件更好，50年一遇洪水位较菲特型降低0.03m，62型雨型对余姚市防洪排涝更为有利，本阶段分析采用62雨型的情况下，对《规划》推荐的北排规模进一步研究分析。具体分析成果见表5.6-8。

表5.6-8

推荐方案采用“62”雨型北排规模研究

县市	代表点	方案 1		方案 2		方案 3	方案 4	方案 5	方案 6	
		规划推荐方案（菲特雨型）+北排潮位修订		方案 1+62 雨型		方案 2+新开河 75~90m	方案 2+北部沿江泵站 300	方案 3+北部沿江泵站 300	方案 2+北部沿江泵站 300+二级泵站 200	
		5%	2%	5%	2%	2%	2%	2%	2%	
上虞市	通明闸上	4.92	5.2	4.99	5.31	5.31	5.31	5.31	5.31	
	长坝	3.83	4.12	3.64	3.89	3.91	3.91	3.92	3.91	
余姚市	平原区	西横河上	3.77	4.02	3.62	3.88	3.89	3.9	3.9	3.9
		西横河下	3.82	4.11	3.77	4.18	4.18	4.18	4.19	4.19
		泗门	3.37	3.59	3.27	3.52	3.54	3.56	3.58	3.56
		临山	3.64	3.78	3.54	3.72	3.74	3.76	3.78	3.76
		四塘横闸	3.35	3.57	3.28	3.45	3.5	3.56	3.61	3.52
		七塘横闸	3.24	3.47	3.21	3.38	3.41	3.48	3.53	3.47
		临海浦闸	3.21	3.43	3.18	3.34	3.38	3.46	3.5	3.45
		陶家路闸	3.18	3.42	3.17	3.33	3.38	3.46	3.49	3.45
	余姚	3.69	3.81	3.47	3.78	3.8	3.8	3.82	3.82	
	姚江干流区	永思桥	4.12	4.52	4.14	4.73	4.74	4.74	4.74	4.74
		最良江	3.71	3.82	3.49	3.81	3.82	3.82	3.84	3.83
		蜀山大闸上	3.7	3.76	3.39	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
		丈亭	3.59	3.72	3.32	3.65	3.65	3.68	3.69	3.69
	宁波市区	姚江大闸	3.29	3.52	3.26	3.56	3.58	3.56	3.58	3.56
三江口		3.2	3.48	3.22	3.52	3.54	3.53	3.55	3.53	
三日排水量（万 m ³ ）	临海浦闸	2818	3065	2966	3258	3355	3369	3457	3348	
	陶江路闸	7664	8140	8151	8737	8971	8983	9174	8929	
	新开河闸	5367	6152	5929	7155	6405	6458	5776	6407	
	蜀山大闸	3972	5302	5920	7408	7462	7464	7514	7521	
	姚江大闸	13376	13741	13715	14344	14548	14336	14561	14328	
	上虞客水计	3460	4161	3485	3782	3772	3754	3748	3746	

从表5.6-8 的计算成果可见,在满足《规划》推荐方案设防水位的前提下,若采用“62雨型”,可以适当减少扩大北排规模,经分析计算,认为采用“62雨型”,北排第三通道的河道规模由《规划》推荐的80m~100m可以减少为75m~90m或者北排沿杭州湾泵站规模由原推荐400m³/s减少为300m³/s。

从可比投资上分析,采用“62雨型”,若减少河道规模,北排第三通道的河道规模由《规划》推荐的80m~100m可以减少为75m~90m,可减少河道投资约5.5亿元,若减少北排口门泵站规模,由原推荐400m³/s减少为300m³/s,可减少投资约3.5亿元。

根据专家组审查意见,对比分析了“菲特”和“62”两种雨型,采用“菲特”雨型作为规划雨型,由于“菲特”降雨集中,对流域防洪排涝较为不利,本规划结合“62”型洪水特点,综合分析后,鉴于强排泵站建成后的运行管理费用较大等因素,推荐北排口门强排泵站的规模由原推荐的400m³/s减少为300m³/s,北排河道维持原推荐的规模。

在北排口门强排泵站规模由原推荐的400m³/s减少为300m³/s,北排河道维持原推荐的规模后,“菲特”和“62雨型”的来水量和排水量成果见表5.6-9。

表5.6-9

不同雨型三天排水量统计表

雨型	频率	三天来水量 (万 m3)								北排三天水量 (万 m3)						东排三天水量 (万 m3)				备注		
		现状工况下				规划工况下				现状工况下			规划工况下			现状工况下		规划工况下				
		上虞来水		余姚境内来水 (已考虑水库调蓄)	总来水量	上虞)		余姚境内来水 (已考虑水库调蓄)	总来水量	临海浦 闸	陶家路 闸	北排总 水量	临海浦 闸	陶家路 闸	新开口 门	北排总 水量	蜀山大 闸	姚江大 闸	蜀山大 闸	姚江大 闸	北排增 加水量	东排 姚江 大闸 增加 水量
		虞北方 向	丰惠通 明方向			虞北方 向	丰惠通 明方向															
“菲特”	5%	1142	2342	33867	37351	1126	2322	33867	37315	959	4776	5735	2906	7882	4777	15565	7221	10477	3998	13390	9830	2913
	2%	1334	2938	44244	48516	1270	2886	44244	48400	1131	5317	6448	3162	8404	5521	17087	8182	11043	5382	13739	10639	2696
“62”	5%	1059	2329	35516	38904	1210	2275			1033	5141	6174	2966	8151	5929	17046	9370	9992	5920	13715	10872	3450
	2%	1204	2719	47476	51399	1251	2571			1228	5818	7046	3258	8737	7155	19150	10750	10982	7408	14344	12104	3342

5.6.5 规划推荐工程水利计算成果

规划工程的位置见附图GH1074GB-05-02“工程总图布置图”。推荐工程实施后，北排设计潮型采用复核后的潮位过程，流域遭遇各个频率代表点最高水位及重要水闸出流流量和三日排水量见表5.6-10。

表5.6-10 推荐方案各频率洪水计算成果表

县市		代表点	频率		
			5%	2%	1%
上虞市		通明闸上	4.92	5.2	5.41
		长坝	3.84	4.13	4.24
余姚市	平原区	西横河上	3.78	4.02	4.1
		西横河下	3.83	4.13	4.23
		泗门	3.41	3.63	3.7
		临山	3.66	3.8	3.91
		四塘横闸	3.42	3.63	3.71
		七塘横闸	3.33	3.55	3.64
		临海浦闸	3.33	3.53	3.64
		陶家路闸	3.3	3.52	3.62
		余姚	3.69	3.81	3.87
		姚江干流区	永思桥	4.12	4.52
	最良江		3.71	3.82	3.9
	蜀山大闸上		3.69	3.76	3.82
	丈亭		3.6	3.72	3.73
	宁波市区		姚江大闸	3.3	3.55
三江口			3.21	3.51	3.58
三日排水量 (万 m ³)		临海浦闸	2906	3162	3269
		陶江路闸	7882	8404	8628
		新开河闸	4777	5521	5902
		北排水量小计	15565	17087	17799
		蜀山大闸	3998	5382	6272
		姚江大闸	13390	13739	13076
		虞北客水	1126	1270	1463
		通明客水	2322	2886	3344
		上虞客水计	3448	4156	4807

表5.6-11 推荐方案主要口门排水量成果表 单位: 万m³

排水方向	水闸名称	20年一遇			50年一遇		
		现状	规划	规划-现状 差值	现状	规划	规划-现状 差值
北排三天 水量	临海浦闸	959	2906	1947	1131	3162	2031
	陶家路闸	4776	7882	3106	5317	8404	3087
	新开口门	0	4777	4777	0	5521	5521
	北排水量 小计	5735	15565	9830	6448	17087	10639
东排三天 水量	蜀山大闸	7221	3998	-3223	8182	5382	-2800
	姚江大闸	10477	13390	2913	11043	13739	2696

表5.6-12 推荐方案蜀山大闸以上平原20年一遇水量平衡表 单位: 万m³

名称		现状	规划	
来水	山区	15838	15838	
	平原	8085	8085	
	外界来水(丰惠及虞北中河区)	3484	3448	
	总计	27407	27371	
排水	东排	蜀山大闸	7221	3998
	北排	临海浦闸	959	2906
		陶家路闸	4776	7882
		新开口门	0	4777
		北排小计	5735	15565
总排水量	12956	19563		
调蓄	水库拦蓄	2500	2500	
	河网调蓄	3391	4368	
	调蓄小计	5891	6868	
内涝水量		8560	940	

备注: 上述水量均为三天水量。

5.6.6 规划推荐方案对上虞的影响

余姚市防洪排涝工程建成后, 考虑在姚江干流设置节制闸, 对上虞市排涝方面可能存在一定的影响, 考虑工程布局涉及上下游两市的关系, 我院专门编制了《余姚姚江防洪工程对上虞的防洪影响专题》, 本次规划仅列结论性意见。

余姚市防洪排涝工程实施后, 对上虞造成影响的主要工程为五江桥调控

工程，工程的实施影响的区域主要为虞北平原中河区和丰惠片区，本阶段分别以长坝闸和通明闸作为代表站，主要体现在四个方面，分别对闸上洪水位、水闸排涝能力、水闸排涝水量和高水位持续时间等方面进行影响分析。

一、余姚北排工程建设后对上虞通明闸上的洪水位无影响，理由如下：

1) 现通明、长坝的水要经姚江、甬江排至东海（长104km），经北排路线短了66km；

2) 现通明闸下杭甬运河河宽60m，北排工程将贺墅江拓宽至60m，代表杭甬运河的过水能力。

3) 通明闸上地势高，与下游水头差大，不影响洪水出流，从洪水位成果显示两者较为接近，幅度在0.02m左右，可以基本认为无影响。

二、余姚北排工程建设后对长坝的影响可以通过工程措施消除。

1) 长坝至姚江的马渚河河宽45m，北排工程用45m的奖嘉隆江替代。

2) 充分利用通明闸来水与长坝闸来水错峰汇合后，长冷江拓宽至80m。

3) 陶家路江329国道以北兴建 $300\text{m}^3/\text{s}$ 二级泵站可以预降329复线以南的河网水位至1.1m，为防洪调蓄提供容积。

4) 马渚、牟山镇地区的圩区建设对长坝闸出流稍有影响，考虑到长坝闸上中河区的防洪排涝标准为20年一遇，因此为减少对长坝闸上20年一遇洪水位的影响，提出在小洪水时利用泗门强排泵站前期拉低河网水位，增加调蓄容积来解决，洪峰来临时通过向牟山湖分流来削降牟山镇、马渚镇范围内建圩区的影响。

(1) 牟山湖分洪的可行性

牟山湖现状水面面积 3.0km^2 ，湖泊正常水位3.08m，正常库容885万 m^3 ，湖底高程0.13m，牟山湖设计洪水位3.25m——50年一遇；校核洪水位3.51m——300年一遇，牟山湖拥有一座水闸净宽8.03m，闸底高程0.5m，长

坝闸上20年一遇洪水位3.71m，规划工程实施后牟山湖闸下湖塘江20年一遇洪水位为3.81m，分洪是可行的。

(2) 长坝闸改造

现状长坝闸的规模为3孔×4m，其中一孔封闭无法正常启用，考虑长坝闸上闸下存在一定的水位差，本阶段为减少规划建设对长坝闸上的最高洪水位影响，分析长坝闸改造，恢复原3孔出流。

牟山湖分洪及长坝改造工况20年一遇的洪水位成果见表5.6-13。

表5.6-13

规划工程实施后各频率洪水位成果表

单位：m

代表点	现状工况				基本工况				规划工程实施后				补偿措施牟山分洪+长坝改造			
	10%	5%	2%	1%	10%	5%	2%	1%	10%	5%	2%	1%	10%	5%	2%	1%
长坝	3.5	3.71	4.01	4.2	3.54	3.75	4.01	4.21	3.65	3.84	4.13	4.24	3.57	3.76	4.05	4.23
西横河上	3.28	3.44	3.7	3.93	3.35	3.53	3.71	3.95	3.60	3.78	4.02	4.10	3.55	3.73	4.01	4.14
西横河下	3.28	3.44	3.7	3.94	3.6	3.7	3.83	4.02	3.67	3.83	4.13	4.23	3.55	3.83	4.11	4.26
临山	3.39	3.65	3.83	3.97	3.43	3.70	3.85	3.99	3.51	3.66	3.80	3.91	3.52	3.66	3.87	4.01
四塘横闸	3.32	3.58	3.76	3.88	3.37	3.62	3.79	3.89	3.25	3.42	3.63	3.71	3.25	3.41	3.68	3.77
七塘横闸	3.28	3.54	3.72	3.84	3.31	3.58	3.74	3.87	3.13	3.33	3.55	3.64	3.02	3.19	3.44	3.53
临海浦闸	3.3	3.57	3.76	3.87	3.35	3.61	3.78	3.89	3.11	3.33	3.53	3.64	3	3.16	3.42	3.53
陶家路闸	3.3	3.57	3.75	3.87	3.34	3.61	3.78	3.89	3.1	3.30	3.52	3.62	2.99	3.19	3.44	3.53

3) 余姚北排工程建设后对永和地区的影响可以通过工程措施消除

对丰惠区块永和镇的排涝影响通过建设四明湖水库泄洪河道综合整治工程之工程措施加以解决，工程由四明湖水库泄洪河道综合整治工程及姚江通明闸至五江桥调控工程左右两岸共3个圩区及相应排涝闸站所组成，圩区总面积 39km^2 ，其中平原面积 23km^2 ，泵站流量 $78\text{m}^3/\text{s}$ ，圩堤长度约 23km ，初步估算工程投资8亿元。

5.6.7 南部撇洪渠建设分析

为减轻余姚城区的防洪压力，考虑将南部山区的涝水通过沿山高排渠撇至蜀山大闸下或丈亭下游，具体为自向家弄水库下泄河道沿山至梁辉水库至陆埠水库下游洋溪后，分成2个方案进行比较，方案一汇合陆埠水库的洪水沿洋溪至蜀山大闸下，方案二汇合陆埠水库的洪水后继续沿山新开河至姚江干流丈亭镇下游，两个方案的洪水位计算成果见表

5.6-14。

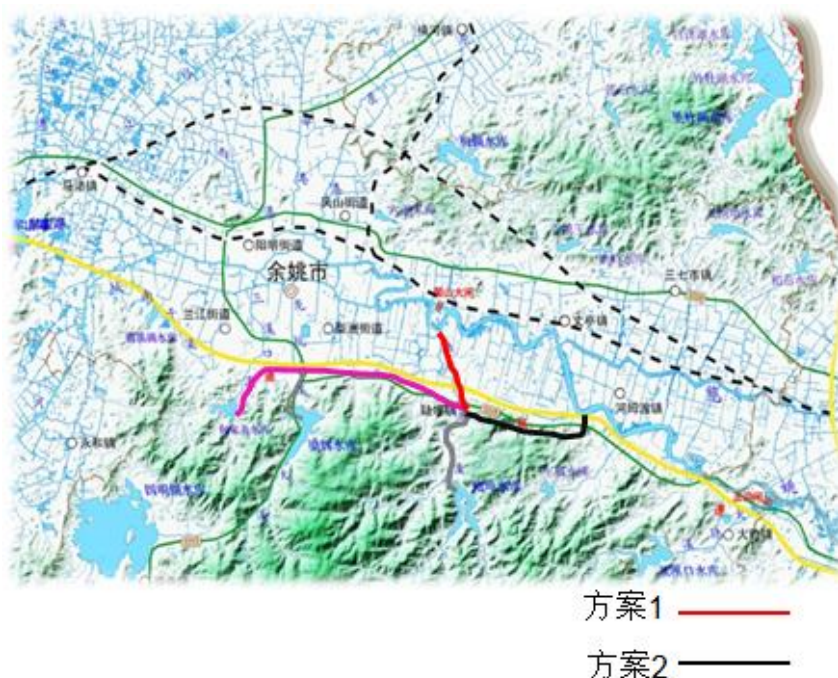


图5.6-2 南部沿山高排渠工程位置图

表5.6-14 南部沿山高排渠方案比较洪水计算成果表 单位:m

县市	代表点	基本工况 (菲特雨型)		南部沿山高排渠方案				差值			
				方案一		方案二		方案一		方案二	
		2%	1%	2%	1%	2%	1%	2%	1%	2%	1%
余姚市	余姚	3.7	3.79	3.68	3.64	3.5	3.57	-0.02	-0.15	-0.2	-0.22
	永思桥	4.11	4.43	4.11	4.43	4.11	4.43	0	0	0	0
	最良江	3.75	3.84	3.72	3.66	3.53	3.59	-0.03	-0.18	-0.22	-0.25
	蜀山大闸上	3.75	3.77	3.97	3.85	3.81	3.69	0.22	0.08	0.06	-0.08
	丈亭	3.66	3.71	3.82	3.77	3.83	3.8	0.16	0.06	0.17	0.09
宁波市区	姚江大闸	3.51	3.62	3.62	3.67	3.6	3.67	0.11	0.05	0.09	0.05
	三江口	3.47	3.6	3.63	3.65	3.6	3.64	0.16	0.05	0.13	0.04

从表5.6-14的计算成果可见,在基本工况的基础上,从洪水的计算成果可见,工程建成后,从洋溪汇入姚江,原水库下游河道规模不够,对河道进行拓宽后,至洋溪汇合后洪峰增大,对蜀山大闸闸下洪水位顶形成顶托,致使对余姚城北圩区内的洪水位影响不明显,降低最良江100年一遇洪水位0.18m。

方案二,考虑到南部山区洪水对蜀山大闸的顶托作用,将新开河继续往东排入丈亭下游。从洪水的计算成果可见,工程建成后,降低最良江100年一遇洪水位0.25m,有一定效果。

从工程投资上分析,南部沿山高排渠工程部分投资约为21.17亿元,政策处理费用约为33.62亿元,总投资54.79亿元,工程投资较大。因此综合方案一方案二的洪水位计算成果,考虑工程政策处理难度大,工程投资费用高等问题,经济性较差,均不作为推荐工程。

5.6.8 余姚市防洪排涝规划推荐工程项目及规模

1) 扩大北排工程20项:

- (1) 新建五江桥调控工程(水闸1孔×60m)
- (2) 新建贺墅江节制闸(5孔×8m, 闸底高程-1.87m)
- (3) 拓宽贺墅江(由现状20m拓宽至60m面宽)
- (4) 新开贺墅江延伸段(面宽60m)

- (5) 拓宽长冷江（由现状20m拓宽至80m）
- (6) 拓宽长庆桥江（面宽80m）
- (7) 新开北排通道（面宽80m~100m）
- (8) 陶家路江二期整治工程（拓宽至面宽80~100m）
- (9) 陶家路江泗门泵站工程（泵站规模100m³/s）
- (10) 陶家路闸新增泵站工程（泵站规模200m³/s）
- (11) 食禄桥江整治工程（拓宽至45m）
- (12) 北排水系沟通工程
- (13) 新开北排河道外江闸站工程（水闸宽度50m，泵站规模100m³/s）
- (14) 新开河闸站工程（水闸宽度56m，泵站规模200m³/s）
- (15) 临海浦江整治工程（拓宽至60m）
- (16) 临海大浦南延伸工程（控制最小面宽30m）
- (17) 新增中江至长冷江河道整治工程（面宽50m）
- (18) 新增中江至长冷江闸站工程（水闸20m，泵站规模50m³/s）
- (19) 西江农村段拓宽至60m
- (20) 西江闸站工程（水闸40m，泵站规模50m³/s）等。

2) 城区及姚江堤防、水库下游河道工程6项

- (1) 城区堤防封闭工程，河长38.11km
- (2) 下姚江及浦塘堤防加高加固工程，河长59km
- (3) 中山河改道工程，河长4.1km，包括新横江2.36km、新桥江1.79km
- (4) 上姚江堤防工程，河长26.2km
- (5) 向家弄水库下游河道堤防工程，河长5.88km，其中三溪大溪3.47km，

溪凤桥江2.41km

- (6) 陆埠大溪整治工程，河长9.78km。

3) 低地圩区电排工程19片：

为解决城市低洼地区的涝水问题，分级设防，城南分级设置4个圩区，

城北设置7个圩区，乡镇设置2个圩区，农村设置6个小圩区。保护面积246 km²，泵站规模662 m³/s，圩堤长度65km，水闸规模57m。

其中城北利用食禄桥江、西江、中江、东江、侯青江、最良江、姚江干流、中江至长冷江等河道堤防工程，共分成7个小圩区，保护面积114km²；城南圩区利用向家弄水库下泄河道、梁辉水库下泄河道、中山河改道工程、陆埠水库下泄河道、最良江等河道堤防工程形成4个圩区，保护面积62km²，城区泵站规模518 m³/s，其中城北圩区泵站规模为268 m³/s，城南圩区泵站规模为250 m³/s。

乡镇2个圩区保护面积14 km²，泵站规模32 m³/s，农村6个圩区保护面积56 km²，泵站规模112 m³/s，圩堤长度65km，水闸规模57m。

4) 南蓄工程1项:

根据《甬江流域综合规划》（1998年），规划实施南蓄工程——西岙水库，集雨面积17.7km²，总库容2430万m³，防洪库容350万m³。

5.7 扩大东排工程实施建议

在规划工程实施后，对下姚江的洪水位有一定的抬升，为进一步增加河道的水面坡降，减少姚江的高水位持续时间，本阶段对扩大东排的工程措施提出建议方案。

本阶段建议对扩大东排工程——姚江大闸改造工程并增设强排泵站、新建姚江二闸工程并增设强排泵站、打通慈江—沿山大河东排通道等三个方案进行分析。

工况0：规划推荐方案；

工况1：工况0+兴建姚江二闸工程，水闸规模同《甬江流域综合规划》（98年）推荐的规模，净宽60m；

工况2：工况0+姚江大闸改造，在大闸总宽不变的前提下尽可能增加过流净宽，水闸规模由现状总净宽118.8m拓宽至总净宽160m；

工况3：工况0+打通慈江沿山大河通道，设置慈江-沿山大河高排河，

洪水期打开慈江大闸将慈江、沿山大河北部山区的洪水利用沿山高排河经澥浦闸直接入海，缓解姚江干流、慈城、江北、镇海的排涝压力，慈江的规模为60m~120m；

工况4：在工况2的基础上，考虑增设强排泵站，泵站规模 $200\text{m}^3/\text{s}$ ；

工况5：在工况3的基础上，考虑增设强排泵站，泵站规模 $200\text{m}^3/\text{s}$ ；

工况6：在工况0的基础上，综合工况1~工况5，考虑兴建姚江二闸并增设泵站、对姚江大闸进行改造并增设强排泵站、设置慈江-沿山大河高排河；

工况7：在工况6的基础上，分析姚江大闸改造不实施的敏感性分析；

工况8：在工况6的基础上，分析姚江大闸改造工程及姚江二闸泵站工程不实施的敏感性分析。

不同工况50年一遇洪水分析成果见表5.7-1。

表5.7-1

扩大东排工程不同工况50年一遇洪水分析成果

单位：m 水量：万m³

县市	代表点	工况 0	工况 1	工况 2	工况 3	工况 4	工况 5	工况 6	工况 7	工况 8	
		规划工 况	规划工况 +姚江二 闸	规划工况+ 姚江大闸扩 建	规划工况 +慈江沿 山大河	规划工况+ 姚江二闸 +200Q	规划工况+姚 江大闸改造 +200Q	规划工况+慈江沿山 大河+姚江二闸闸站 +姚江大闸闸站	规划工况+慈江 沿山大河+姚江 二闸闸站	规划工况+慈江 沿山大河+姚江 二闸	
上虞市	通明闸上	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	
	长坝	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14	
余姚市	平原 区	西横河上	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03
		西横河下	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11
		泗门	3.63	3.63	3.63	3.63	3.63	3.63	3.62	3.62	3.63
		临山	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85
		四塘横闸	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
		七塘横闸	3.53	3.52	3.53	3.52	3.52	3.53	3.52	3.52	3.52
		临海浦闸	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
		陶家路闸	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49
	余姚	3.81	3.8	3.81	3.8	3.8	3.81	3.78	3.79	3.79	
	姚江 干流 区	永思桥	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52
		最良江	3.82	3.82	3.82	3.82	3.82	3.82	3.8	3.81	3.81
		蜀山大闸上	3.77	3.76	3.77	3.76	3.76	3.77	3.75	3.76	3.76
		丈亭	3.75	3.72	3.74	3.74	3.72	3.73	3.7	3.7	3.72
	宁波市区	姚江大闸	3.53	3.49	3.52	3.51	3.49	3.52	3.69	3.46	3.46
三江口		3.49	3.48	3.49	3.44	3.49	3.48	11.48	3.45	3.44	
三日排水量(万 m ³)	虞北客水	1296	1295	1293	1300	1297	1296	1302	1299	1297	
	通明客水	2888	2887	2887	2888	2888	2887	2888	2888	2888	
	上虞客水计	4184	4182	4180	4188	4185	4183	4190	4187	4185	
	蜀山大闸	5548	5671	5550	5750	5731	5602	5832	5864	5816	
	姚江大闸	13866	6089	14027	13100	4424	14560	5639	3820	5615	
	姚江二闸	0	8779	0	0	10942	0	9139	10707	8627	
	慈江大闸	0	0	0	2562	0	0	2414	2412	2501	

从表5.7-1的计算成果可见，受甬江卡口及奉化江洪水顶托影响，拓宽姚江大闸水闸规模对姚江干流的洪水位和排涝水量影响不大；兴建姚江二闸能够增加50年一遇三日东排水量1002万 m^3 ；当兴建姚江二闸的同时增设强排泵站，能够增加50年一遇三日东排水量1500万 m^3 ，效果较好；当打通慈江——沿山大河高排渠时，对余姚城区最高洪水位影响不大，但能够增加50年一遇三日东排水量1796万 m^3 ；当同时实施姚江二闸工程和慈江——沿山大河高排渠工程时，能够增加50年一遇三日东排水量3073万 m^3 。

建议进一步对东排工程措施进行专题研究，并抓紧实施，确保蜀山大闸东排的水量按照流域规划确定的东排水量进行控制，流域规划确定蜀山大闸50年一遇7天的排水量控制在1.93亿 m^3 ，20年一遇7天的排水量控制在1.6亿 m^3 ，可结合实施条件进一步深入研究。

6 排涝规划

6.1 圩区排涝模数计算方法

排涝模数系指不同的排涝保护对象，按照满足不同的排涝标准，需要在单位时间和单位面积上排出的水量，即在一平方公里的面积上每秒钟要排出多少立方米的水量，单位是立方米/秒/平方公里。它随着圩区内部的自然条件和地理条件不同而不同。确定排涝模数的主要因素有：排涝雨量标准（即设计暴雨的大小），圩内沟河面积的大小和要求预降的深度，稻田的滞蓄能力，水旱作物的品种、布局，道路村庄面积所占的比例，以及有关工程管理运用情况等。

根据《灌溉与排水工程设计规范》（GB50288-99）的要求，排涝模数供选方法一般有平均排除法、河网非恒定流法和水量平衡法。三种排涝规模确定方法适用条件各不相同，如：平均排除法常用于排水面积较小的平原区圩区，因其方法简单，所需资料较少，是平原圩区排涝确定的常用方法；河网非恒定流多用于大片平原地区的泵站规模及格局分析，资料和计算条件都要求较高，多结合水利规划和专题研究进行分析；水量平衡法是一种简化模型计算方法，基本资料由水文净雨成果与圩区地类调查资料分析确定，依据对圩区产流排水作逐时段平衡计算，按区域不同排涝要求确定排涝泵站规模。

本次规划根据每个圩区的特点，合理选用上述方法进行圩区排涝模数计算。

6.2 圩区排涝工程总体布局

1) 圩区布局

根据《余姚市城市总体规划》，近中期余姚市将发展为III级设防的中等城市，总体上形成“三轴、三心、五片”的空间布局，其中“五片”分别为以双城为核心的城中片、城北片（高铁新城片）、城南片、城西片和生态片等区块，五大片的形成将组织合理有效的用地布局。

基于余姚市特殊地形，城区较四周地势低，呈现“平底锅”地形，是一个易汇水的地区，且现有排水泵站装机容量不足，不能满足规划要求的排涝标准。

考虑本次规划的水平年为2020年，为适应城市的发展需要，推进余姚市域整体现代化与城市化进程，本次圩区排涝工程布局充分考虑《余姚市城市总体规划》中远期中心城区的规划范围，采用分级设防，分区封闭。

中心城区共设11个圩区。城北利用食禄桥江、西江、中江、东江、侯青江、最良江、姚江干流、中江至长冷江等河道堤防工程，共分成7个小圩区，保护面积114km²；城南圩区利用向家弄水库下泄河道、梁辉水库下泄河道、中山河改道工程、陆埠水库下泄河道、最良江等河道堤防工程形成4个圩区，保护面积62km²。

乡镇及农村共设8个圩区。乡镇2个圩区保护面积14 km²，农村6个圩区保护面积56 km²。具体的圩区分布见附图GH1074GB-05-02。

2) 圩区标准

城北7个圩区、城南4个圩区防护对象为余姚中心城区，城区周边小圩区W4防护对象为马渚镇，是余姚市重点乡镇所在地，其排涝标准为20年一遇24h暴雨24h排出；W1防护对象为牟山镇，其中建成区按照20年一遇24h暴雨24h排出，农田按照20年一遇3天暴雨3天排出；陆埠圩区W8和城区周边小圩区W2、W3、W5、W6、W7等6个农村小圩区保护对象以农村和农田为主，排涝标准为20年一遇3天暴雨3天排出。

6.3 圩区排涝模数计算

按照《灌溉与排水工程设计规范》（GB5028-99）的要求，根据各个圩区的保护对象及排涝标准要求，本次对圩区排涝模数的计算采用水量平衡法，基本资料由水文净雨成果与圩区地类调查资料分析确定，依据对圩区产流排水作逐时段平衡计算，按区域不同排涝要求确定排涝泵

站规模。随着社会经济的发展，城市建设用地面积不断扩大，农保地等低地调蓄面积不断减少，为使规划排涝泵站规模能够满足城市建设发展的需要，必须严格控制区域水面率、地坪高程。各个圩区面积、水面率控制、地坪高程控制等指标见表6.3-1。

表6.3-1 各个圩区控制指标情况表

圩区分类	城区圩区											乡镇圩区		农村圩区					
圩区名称	城南 1	城南 2	城南 3	城南 4	城北 1	城北 2	城北 3	城北 4	城北 5	城北 6	城北 7	w1	w4	w2	w3	w5	w6	w7	w8
排涝标准	20年一遇24h暴雨24h排出											20年一遇 24h暴雨 24h排出		20年一遇三天暴雨三天排出					
面积 (km ²)	37.58	8.75	4.85	46.93	12.25	34.77	20.41	31.02	16.89	2.17	7.51	11.2	2.45	8.28	6.03	15.47	2.62	4.47	28.9
水面率控制 (%)	7	/	/	6	8	5.2	5	4	4	/	/	5	2	6	9	9	9	4	6
地坪高程控制 (m)	3.13											3.3	3.6	3.3	3.3	3.6	3.3	3.3	2.8

本次规划根据每个圩区的特点，合理进行圩区排涝模数计算，成果见表6.3-2和表6.3-3。

表6.3-2

城区及乡镇圩区规划排涝模数计算

标准	20年一遇24h暴雨24h排出												
	城南1	城南2	城南3	城南4	城北1	城北2	城北3	城北4	城北5	城北6	城北7	w1(牟山镇)	w4(马渚镇)
平原面积(km ²)	22.52	8.75	4.85	25.80	12.25	34.77	20.41	19.50	16.89	2.17	7.51	11.2	2.45
山区面积(km ²)	15.06	0.00	0.00	21.13	0	0	0	11.52	0	0	0	0	0
总面积(km ²)	37.58	8.75	4.85	46.93	12.25	34.77	20.41	31.02	16.89	2.17	7.51	11.2	2.45
24h净雨(mm)	223.5	228.1	228.1	228.1	243	243	245.8	239.6	248.5	248.5	228.1	327.4	243
调蓄容积万m ³	283.8	55.1	41.8	228.5	154.3	318.5	207.9	163.9	141.8	13.7	47.3	89.6	14
泵站流量m ³ /s)	85	25	13	127	25	60	45	65	45	8	20	25	7
排涝模数 (m ³ /(s.km ²))	2.26	2.86	2.68	2.71	2.04	2.06	2.20	2.10	2.66	3.69	2.66	2.23	2.86

表6.3-3

其他圩区规划排涝模数计算

标准	20年一遇3天暴雨3天排出					
	W2	w3	w5	w6	w7	W8
区域						
平原面积(km ²)	8.28	6.03	15.47	2.62	4.4	18.99
山区面积(km ²)	0	0	0	0	0	9.91
总面积(km ²)	8.3	6.03	15.47	2.62	4.4	28.9
三天净雨(mm)	304.8	304.8	324.1	379.8	309.1	297.1
泵站流量(m ³ /s)	12	10	25	6	9	50
排涝模数 m ³ /(s.km ²)	1.45	1.66	1.62	2.29	2.05	1.73
水闸规模	8	9	7.5	11.5	6	18

按照《灌溉与排水工程设计规范》（GB50288-99）的要求，对各圩区进行排涝模数计算，从表6.3-2、表6.3-3的计算成果可见，城区由于水面率低，排涝标准高，排涝模数普遍较高，平均为2.3左右，主城区由于水面率非常低，排涝模数达到3左右。农村的排涝模数根据排涝标准以20年一遇3天暴雨3天排出，以排量为重，与水面率指标影响不大，根据分析平均排涝模数约为1.7左右，考虑上虞丰惠交界由于三天净雨量级明显大于下游平原地区，因此排涝模数相对较大，在2.0~2.3之间。

6.4 圩区建设次序控制

根据规划提出的分级设防、突出重点原则，同时考虑区域社会经济发展及各防护对象的规模和重要性等指标，对圩区建设次序提出控制要求。近期在余姚城区堤防及姚江干流下游宁波市城区堤防未全线封闭的情况下，应严格控制农村的排涝模数不超过 $1.5 \text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$ 。远期可以根据城区堤防建设情况适当提高农村的排涝模数，建议《甬江流域综合规划》修编时，结合省内几大平原的排涝标准及有关规范要求，适当降低农田的排涝标准，调整为10年一遇3天暴雨4天排出。

7 工程建筑物布置规划

7.1 工程概况

余姚市防洪排涝规划工程由扩大北排工程、城区及姚江堤防、水库下游河道工程、低地圩区电排工程、三大部分所组成。工程建成后可有效解决余姚城市防洪排涝问题。工程直接保护范围涉及余姚城区。保护区内总人口约83万人，涉及县区的耕地总面积59.31万亩。余姚市为2012年全国县域经济基本竞争力第十位，2012年GDP总值709.07亿元。

7.2 工程等别和标准

7.2.1 工程等级及主要建筑物级别

根据《防洪标准》（GB50201-94）和《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2000）等规范要求，综合考虑保护区内人口、城镇及工矿企业的重要性、保护农田面积，确定各分项工程等别及建筑物级别。

7.2.1.1 扩大北排工程

1) 河道堤防

食禄桥江整治工程、贺墅江整治工程、贺墅江延伸段整治工程、长冷江拓浚工程、西江整治工程、新开中江至长冷江河道工程堤防为3级建筑物；陶家路江河河道整治工程、新开北排河整治工程、临海大浦南延伸工程、北排水系沟通工程堤防按4级堤防设计。

2) 节制闸及排涝站工程

(1) 陶家路江泗门泵站

陶家路江泗门泵站设计排涝流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ ，为II等工程，确定泵站的主要建筑物级别为2级。

(2) 新开河外江闸站

新开河外江闸站设计排涝流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ ，为II等工程，确定泵站的主要建筑物级别为2级，与堤防连接的节制闸建筑物级别为2级。

(3) 新开河闸站

新开河闸站设计排涝流量 $200\text{m}^3/\text{s}$ ，为I等工程，确定泵站的主要建筑物级别为1级，与堤防连接的节制闸建筑物级别为1级。

(4) 陶家路新增泵站

陶家路新增泵站设计排涝流量 $200\text{m}^3/\text{s}$ ，为I等工程，确定泵站的主要建筑物级别为1级。

(5) 中江至长冷江闸站

中江至长冷江闸站设计排涝流量 $50\text{m}^3/\text{s}$ ，为II等工程，确定泵站的主要建筑物级别为2级，与堤防连接的节制闸建筑物级别为2级。

(6) 西江闸站

西江闸站设计排涝流量 $50\text{m}^3/\text{s}$ ，为II等工程，确定泵站的主要建筑物级别为2级，与堤防连接的节制闸建筑物级别为2级。

(7) 贺墅江节制闸、五江桥调控工程、新开口门水闸

节制闸建筑物级别为2级。

7.2.1.2 城区及姚江堤防、水库下游河道工程

余姚城区段堤防封闭工程、中山河改道工程、上姚江堤防工程、向家弄水库下游堤防工程、陆埠大溪整治工程级别为3级，下姚江及浦塘堤防加固工程级别为4级。

7.2.1.3 城区及周边圩区工程

1) 城区圩区以姚江为界，分成南北两大片，其中城北分成7个小圩区，泵站规模 $268\text{m}^3/\text{s}$ ，大多为小泵站加固改造，新建泵站较少，流量均 $<10\text{m}^3/\text{s}$ ；城南分成4个小圩区，泵站规模 $250\text{m}^3/\text{s}$ ，大多为小泵站加固改造，新建泵站较少，流量均 $<10\text{m}^3/\text{s}$ ，根据规范主要建筑物级别应为4级，考虑城区堤防的防洪标准为50年一遇，因此主要建筑物级别相应调整为3级。

2) 乡镇圩区W1圩堤及W4圩堤级别为4级，周边农村小圩区W7圩堤级别为3级，陆埠圩区W8圩堤级别为4级；其他4个圩区圩堤级别为4级。

8个圩区配套30台闸站，其中27台泵站设计排涝流量为 $2\sim 6.25\text{m}^3/\text{s}$ < $10\text{m}^3/\text{s}$ ，为IV等工程，确定泵站的主要建筑物级别为4级；陆埠圩区内大门头闸站、郑家渡闸站、官路沿闸站三座闸站设计排涝流量 $16.7\text{m}^3/\text{s}$ ，为III等工程，确定泵站的主要建筑物级别为3级，与堤防连接的节制闸建筑物级别为3级。

7.2.2 防洪标准

姚江干流采用分级设防，洪涝分治，防洪标准如下：

根据规模论证成果，余姚城区段（蜀山大闸以上）防洪标准为50年一遇，蜀山大闸～余姚江北分界线为20年一遇，乡镇防洪标准为20年一遇。

7.2.2.1 扩大北排工程

1) 河道堤防

根据规模论证成果，扩大北排河道工程包括食禄桥江整治工程、贺墅江整治工程、贺墅江延伸段整治工程、长冷江拓浚工程、西江整治工程、新开中江至长冷江河道工程、陶家路江河道整治工程、新开河整治工程、临海大浦南延伸工程、北排水系沟通工程。

食禄桥江整治工程、贺墅江整治工程右岸、贺墅江延伸段整治工程右岸、长冷江拓浚工程右岸、西江整治工程、新开中江至长冷江河道工程等河道堤防主要保护余姚城区，防洪标准为50年一遇。

贺墅江整治工程左岸、贺墅江延伸段整治工程左岸、长冷江拓浚工程左岸、陶家路江河道整治工程、新开河整治工程、临海大浦南延伸工程、北排水系沟通工程等河道堤防保护对象为主要乡镇，防洪标准为20年一遇。

2) 陶家路江泗门泵站

陶家路江泗门泵站总装机流量为 $100\text{m}^3/\text{s}$ 的大(2)型泵站，2级建筑物，根据《泵站设计规范》（GB50265-2010），相应设计洪水标准为重现期

50年。

3) 新开河外江闸站

新开河外江闸站总装机流量为 $100\text{m}^3/\text{s}$ 的大(2)型泵站，主要建筑物级别为1级，根据《泵站设计规范》（GB50265-2010），相应设计洪水标准为重现期50年，校核洪水标准重现期200年。节制闸洪水标准同泵站。

4) 新开河闸站

新开河闸站总装机流量为 $200\text{m}^3/\text{s}$ 的大(1)型泵站，主要建筑物级别为1级，根据《泵站设计规范》（GB50265-2010），相应设计洪水标准为重现期100年，校核洪水标准重现期300年。节制闸洪水标准同泵站。

5) 陶家路新增泵站

陶家路新增泵站总装机流量为 $200\text{m}^3/\text{s}$ 的大(1)型泵站，1级建筑物，根据《泵站设计规范》（GB50265-2010），相应设计洪水标准为重现期100年，校核洪水标准重现期300年。

6) 中江至长冷江闸站

中江至长冷江闸站总装机流量为 $50\text{m}^3/\text{s}$ 的大(2)型泵站，2级建筑物，根据《泵站设计规范》（GB50265-2010），相应设计洪水标准为重现期50年，校核洪水标准重现期200年。节制闸洪水标准同泵站。

7) 西江闸站

西江闸站总装机流量为 $50\text{m}^3/\text{s}$ 的大(2)型泵站，2级建筑物，根据《泵站设计规范》（GB50265-2010），相应设计洪水标准为重现期50年，校核洪水标准重现期200年。节制闸洪水标准同泵站。

8) 贺墅江节制闸

贺墅江节制闸左岸堤防防洪标准为20年一遇，右岸为50年一遇，按平原区水利水电工程永久性水工建筑物洪水标准采用，主要水工建筑物为2级，设计洪水标准为重现期50~30年，取为50年，校核洪水标准重现期200~100年，取为200年。

9) 五江桥调控工程

五江桥调控工程位于姚江干流，按平原区水利水电工程永久性水工建筑物洪水标准采用，主要水工建筑物为2级，其设计洪水标准为重现期50~30年，取为50年，校核洪水标准重现期200~100年，取为200年。

7.2.2.2 城区及姚江堤防、水库下游河道工程

根据规模论证成果，城区堤防封闭工程、中山河改道工程、上姚江堤防工程、向家弄水库下游堤防工程、陆埠大溪整治工程防洪标准为50年一遇。下姚江及浦塘堤防加固工程防洪标准为20年一遇。

7.2.2.3 城区及周边圩区工程

1) 周边圩区圩堤

根据圩区内防护对象的重要性，圩区W1圩堤保护牟山镇，W4圩堤保护牟山镇，防洪标准为20年一遇；W7属于城市圩堤，防洪标准为50年一遇；其他4个圩区防洪标准为20年一遇，陆埠圩区W8保护陆埠镇，防洪标准为20年一遇。

2) 排涝站

(1) 城区圩区

城区圩区以姚江为界，分成南北两大片，其中城北利用食禄桥江、西江、中江、东江、侯青江、最良江、姚江干流、中江至长冷江等河道堤防工程，共分成7个小圩区，保护面积114km²，泵站规模268m³/s，大多为小泵站加固改造，新建泵站较少，流量均<10m³/s，所以主要建筑物级别为4级，根据规范相应设计洪水标准为20年一遇，考虑城区的堤防工程防洪标准为50年一遇，因此主要建筑物级别相应调整为3级，防洪标准取50年一遇；城南利用向家弄水库下泄河道、梁辉水库下泄河道、中山河改道工程、陆埠水库下泄河道、最良江等河道堤防工程形成4个圩区，保护面积62km²，泵站规模250m³/s，大多为小泵站加固改造，新建泵站较少，流量均<10m³/s，所以主要建筑物级别为4级，根据规范相应设计洪水标

准为20年一遇，考虑城区的堤防工程防洪标准为50年一遇，因此主要建筑物级别相应调整为3级，防洪标准取50年一遇。

(2) 城区周边小圩区

乡镇2个圩区保护面积14 km²，泵站规模32 m³/s，农村6个圩区保护面积56 km²，泵站规模112 m³/s。

排涝站共计30座，其中27座排涝闸站，主要建筑物级别为4级，根据《泵站设计规范》（GB50265-2010），相应设计洪水标准为重现期20年，校核洪水标准重现期50年；陆埠W8圩区内大门头闸站、郑家渡闸站、官路沿闸站三座闸站总装机流量为16.7m³/s的中型泵站，主要建筑物级别为2级，相应设计洪水标准为重现期30年，校核洪水标准重现期100年。节制闸洪水标准同泵站标准。

7.3 扩大北排工程

扩大北排工程河道工程由食禄桥江整治工程、贺墅江整治工程、贺墅江延伸段整治工程、长冷江拓浚工程、西江整治工程、新开中江至长冷江河道工程、陶家路江二期整治工程、新开河整治工程、临海大浦南延伸工程、北排水系沟通工程等河道组成。大中型排涝闸站或节制闸共8座，主要包括陶家路江泗门泵站、新开河外江闸站、新开河闸站、陶家路新增泵站、中江至长冷江闸站、西江闸站、贺墅江节制闸、五江桥调控工程等工程。

7.3.1 河道线路布置原则

- 1) 尽可能沿用“北排”现有河道，以减少征地和土方工程量。
- 2) 河道尽可能顺直，以利排涝。
- 3) 尽量避开工厂企业和房屋密集区以及高压铁塔等专业设施，以减少拆迁工作量和安置难度，体现“以人为本”的理念。
- 4) 尽可能与城镇等区域发展规划相协调，避开已经批建开发的地块，使河道线路与周围环境相适应。

5) 河线穿过高等级公路桥和铁路桥时，河道中心线尽量与桥梁中心线垂直，并保持桥梁上下游一定长度的直线段。

6) 根据现有路网布置，优化河线方案，并尽可能利用现有路网，节省工程投资。

7) 河线布置应控制河道水面率，现状河道面宽超过规划河道面宽的应保留，不能缩窄。

7.3.2 食禄桥江整治工程

食禄桥江整治工程位于城区以西，以南位于阳明街道与马渚镇交界处。南起于姚江，北迄于西江，全长4.63km，设计河宽45m，河底高程-1.87m。

7.3.3 贺墅江整治工程

贺墅江河道整治工程位于马渚镇南面，南起贺墅江姚江汇合口，北至贺墅江马渚中河汇合口，全长3.52km，现状河宽25~30m，不满足设计河口宽度要求，考虑将老河道拓宽至60m，河底高程-1.87m。

7.3.4 贺墅江延伸段整治工程

贺墅江延伸工程位于马渚镇东侧，南起贺墅江马渚中河汇合口，北至奖嘉隆江长冷江汇合口，全长3.3km，设计河宽60m，河底高程-1.87m。

马渚镇东侧河道，主要考虑在大沿河与矮凳桥之间新开河道。沿线依次穿过萧甬铁路贺墅江桥、公路319省道桥和杭甬高铁。

马渚镇东北侧河道，主要考虑沿长冷江将老河道拓宽。

7.3.5 长冷江拓浚工程

长冷江拓浚工程位于泗门镇南面，南起奖嘉隆江和长冷江汇合口，北至长冷江和临周江汇合口，全长13.01km。河道面宽80m，河底高程-1.87m，河道走向较为顺直，河两岸沿线以农田为主，部分横穿村庄，以单侧拓宽为主。

7.3.6 西江整治工程

西江整治工程南起于余姚市区姚江西江汇合口，北迄于长冷江西江汇合口，以农村段拓宽为主，基本呈东南—西北走向，全长8.6km，设计河宽60m，河底高程-1.87m，河道走向较为顺直，河两岸沿线以农田为主，部分横穿村庄，以单侧拓宽为主。

7.3.7 新开中江至长冷江河道工程

新开中江至长冷江河道工程位于长冷江与中江之间，基本呈东-西走向，全长4.5km，设计河宽50m，河底高程-1.87m，河道走向较为顺直，河两岸沿线以农田为主，部分横穿村庄，以单侧拓宽为主。

7.3.8 陶家路江河道整治工程

陶家路江河道整治工程位于泗门镇和陶家路老闸之间，南起陶家路江泗门泵站，北至陶家路老闸，全长5.02km，河底高程-1.87m。

位于329省道复线以南泗门泵站至329省道复线，考虑将老河道拓宽至80m，河底高程-1.87m，329省道复线以北和陶家路老闸之间河道，考虑将老河道拓宽至100m，河底高程-1.87m。河道走向基本顺直，为南北走向河道。河两岸沿线以农田为主，部分横穿村庄，以单侧拓宽为主。

7.3.9 新开河整治工程

新开河整治工程起于长冷江，终点位于新开河与钱塘江交汇口，全场20.85km，面宽80m~100m，河底高程-1.87m，河道走向基本顺直，呈南北走向，河两岸沿线以农田为主，部分横穿村庄，以单侧拓宽为主。

7.3.10 临海大浦南延伸工程

临海大浦南延伸工程位于余姚市西边，南起圩区W6，北接临海浦江，全长9.5km，河宽30m，河底高程-1.87m。

7.3.11 北排水系沟通工程

北排水系沟通工程由谢路桥江、临周江、青山港、大沽塘河、四塘横江、油车路江等北排河道工程组成，拓宽疏浚河道长度约10km。

7.3.12 陶家路江泗门泵站

泗门闸站共设4台竖井贯流泵，单机设计流量 $25\text{m}^3/\text{s}$ ，单机功率1250kW，总装机功率 $4\times 1250\text{kW}$ 。

泵站下部采用块基型结构，顺水流向39.50m，垂直水流向39.00m。由上游护底、泵站前池、泵站主体、泵站出水池和下游护底等建筑物组成。泵站基础采用D800PHC管桩进行处理。

7.3.13 新开河外江闸站

新开河外江闸站由一座排涝规模为 $100\text{m}^3/\text{s}$ 的泵站和一座2孔 $\times 15\text{m}$ 的节制闸组成。

泵站共设4台竖井贯流泵，单机设计流量 $25\text{m}^3/\text{s}$ ，单机功率1250kW，总装机功率 $4\times 1250\text{kW}$ 。泵站采用块基型整体结构，底板顺水流方向长49.5m，宽53.0m，由内河侧抛石防冲槽、引水护坦、引水前池、进水池、交通桥、泵房、出水池、外河侧护底、外河侧抛石防冲槽等附属建筑物组成。泵站基础采用D800C30砼灌注桩和D600水泥搅拌桩进行处理。

节制闸也采用块基型整体结构，共设2孔，闸孔净宽均为15m，闸孔总净宽30m，底板顺水流方向长20m，垂直水流向宽27.5m，由内河侧抛石防冲槽、引水护底、交通桥、闸室、消力池、外河侧护坦、外河侧抛石防冲槽等附属建筑物组成。闸基基础采用D800C30砼灌注桩和D600水泥搅拌桩进行处理。

7.3.14 新开河闸站

新开河闸站由一座排涝规模为 $200\text{m}^3/\text{s}$ 的泵站和一座4孔 $\times 14\text{m}$ 的节制闸组成。

泵站共设4台竖井贯流泵，单机设计流量 $50\text{m}^3/\text{s}$ ，单机功率4000kW，总装机功率 $4\times 4000\text{kW}$ 。泵站采用块基型整体结构，底板顺水流方向长49.5m，宽53.0m，由内河侧抛石防冲槽、引水护坦、引水前池、进水池、交通桥、泵房、出水池、外河侧护底、外河侧抛石防冲槽等附属建筑物

组成。泵站基础采用D800C30砼灌注桩和D600水泥搅拌桩进行处理。

节制闸也采用块基型整体结构，共设4孔，闸孔净宽均为14m，闸孔总净宽56m，底板顺水流方向长20m，垂直水流向宽27.5m，由内河侧抛石防冲槽、引水护底、交通桥、闸室、消力池、外河侧护坦、外河侧抛石防冲槽等附属建筑物组成。闸基基础采用D800C30砼灌注桩和D600水泥搅拌桩进行处理。

7.3.15 陶家路新增泵站

陶家路泵站位于钱塘江南岸支流陶家路江河口附近。

陶家路泵站共设4台竖井贯流泵，单机设计流量 $50\text{m}^3/\text{s}$ ，单机功率4000kW，排涝总规模 $200\text{m}^3/\text{s}$ ，总装机功率 $4\times 4000\text{kW}$ 。

泵站采用块基型整体结构，底板顺水流方向长57.0m，宽102.0m，由内河侧引水护坦、引水前池、进水池、交通桥、泵房、外江侧出水池、护底、防冲大沉井、抛石防冲槽、连阶段海堤等附属建筑物组成。泵站基础采用D800C30砼灌注桩和D600水泥搅拌桩进行处理。泵站两侧连阶段海堤与钱塘江南岸海堤相连接，对连阶段海堤堤脚摆放扭王字块进行防冲处理。

7.3.16 中江至长冷江闸站

中江至长冷江闸站由一座排涝规模为 $50\text{m}^3/\text{s}$ 的泵站和一座2孔 $\times 10\text{m}$ 的节制闸组成。

泵站共设5台潜水轴流泵，单机设计流量 $10\text{m}^3/\text{s}$ ，单机功率800kW，总装机功率 $5\times 800\text{kW}$ 。泵站采用块基型整体结构，底板顺水流方向长30.0m，宽36.0m，由内河侧抛石防冲槽、引水护坦、引水前池、进水流道、泵房、出水池、外河侧护底、外河侧抛石防冲槽等附属建筑物组成。泵站基础采用D800C30砼灌注桩和D600水泥搅拌桩进行处理。

节制闸也采用块基型整体结构，共设2孔，闸孔净宽均为10m，闸孔总净宽20m，底板顺水流方向长20m，垂直水流向宽21.0m，由内河侧抛

石防冲槽、引水护底、交通桥、闸室、消力池、外河侧护坦、外河侧抛石防冲槽等附属建筑物组成。闸基基础采用D800C30砼灌注桩和D600水泥搅拌桩进行处理。

7.3.17 西江闸站

西江闸站由一座排涝规模为 $50\text{m}^3/\text{s}$ 的泵站和一座4孔 $\times 10\text{m}$ 的节制闸组成。

泵站共设5台潜水轴流泵，单机设计流量 $10\text{m}^3/\text{s}$ ，单机功率800kW，总装机功率 $5\times 800\text{kW}$ 。泵站采用块基型整体结构，底板顺水流方向长30.0m，宽36.0m，由内河侧抛石防冲槽、引水护坦、引水前池、进水流道、泵房、出水池、外河侧护底、外河侧抛石防冲槽等附属建筑物组成。泵站基础采用D800C30砼灌注桩和D600水泥搅拌桩进行处理。

节制闸也采用块基型整体结构，共设4孔，闸孔净宽均为10m，闸孔总净宽40m，底板顺水流方向长20m，垂直水流向宽42.0m，由内河侧抛石防冲槽、引水护底、交通桥、闸室、消力池、外河侧护坦、外河侧抛石防冲槽等附属建筑物组成。闸基基础采用D800C30砼灌注桩和D600水泥搅拌桩进行处理。

7.3.18 贺墅江节制闸

贺墅江节制闸位于姚江与贺墅江汇合口上游约100m处。节制闸单孔净宽8m，成5孔对称布置，采用开敞式闸室结构。节制闸由上下游引河护岸、上下游连接段、闸室段组成，闸室段长30m，上游翼墙连接段长20m，下游翼墙连接段长60m。顺水流依次布置有上游混凝土护底、闸底板、消力池、下游钢筋混凝土海漫，抛石防冲槽，基础采用钢筋混凝土钻孔灌注桩进行处理。

7.3.19 五江桥调控工程

五江桥调控工程位于姚江杭甬高速跨江大桥下游约500m处。此处场地开阔，仅靠近高速公路右侧有厂房，不涉及政策处理问题。考虑到平

水通航，采用新颖的弧形双開箱型钢闸门，设计单孔净宽60m，单孔大跨度钢闸门设计为我省水利工程之最。节制闸垂直河流中心线对称布置，两岸各设一个扇形门库，顺水流方向总长125m，依次布置有上游浆砌块石铺盖、上游钢筋砼铺盖，闸底板、消力池、下游钢筋砼铺盖、下游浆砌块石铺盖、抛石防冲槽。

7.3.20 护岸结构型式

1) 混凝土高挡墙复合式护岸

从河底高程-1.87m按1:3坡比到高程1.60m，在河坡高程1.60m处设2m宽平台后修建混凝土挡墙，挡墙底板顶面高程1.60m，底板厚0.45m，宽2.84m，平台1.60m以上至4.50m高程处采用C15砼挡墙，挡墙采用砼预制块饰面，C20砼压顶，墙顶设2.5m宽平台后按1:2.5坡比到堤顶，墙顶至设计洪水位以上0.5m之间设18cm厚C25砼框条绿化护坡，再以上采用草皮护坡。墙体纵向每15m设置一道沉降缝，墙身设 $\Phi 5\text{cm}$ PVC排水管，间距2m，墙身排水孔后设无纺土工布包碎石，反滤层通长布置。挡墙基础采用水泥搅拌桩处理，搅拌桩直径60cm，三角形布置，根据水泥搅拌桩设计计算成果确定桩距、桩长。详见护岸结构图7-1。

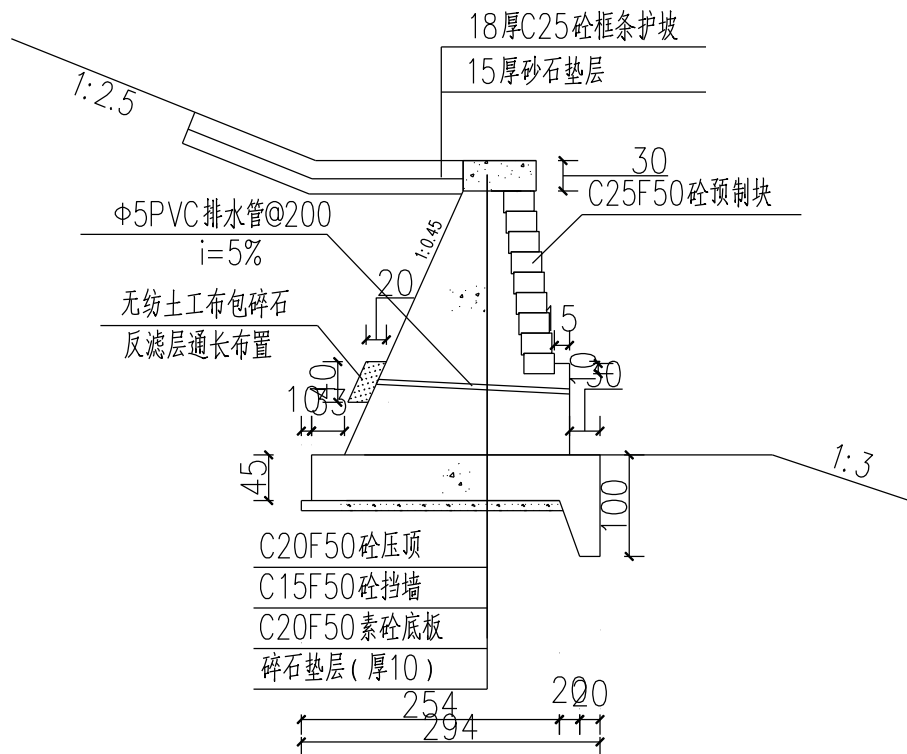


图7-1 混凝土高挡墙复合式护岸结构图

2) 混凝土高挡墙直立护岸

从河底高程-1.87m按1:3坡比到高程1.60m，在河坡高程1.60m处设2m宽平台后修建混凝土挡墙，挡墙底板顶面高程1.60m，底板厚0.45m，宽2.84m，平台1.60m以上至4.50m高程处采用C15砼挡墙，挡墙采用砼预制块饰面，C20砼压顶，顶部设防浪墙。墙体纵向每15m设置一道沉降缝，墙身设 $\Phi 5\text{cm}$ PVC排水管，间距2m，墙身排水孔后设无纺土工布包碎石，反滤层通长布置。挡墙基础采用水泥搅拌桩处理，搅拌桩直径60cm，三角形布置，根据水泥搅拌桩设计计算成果确定桩距、桩长。详见护岸结构图7-2。

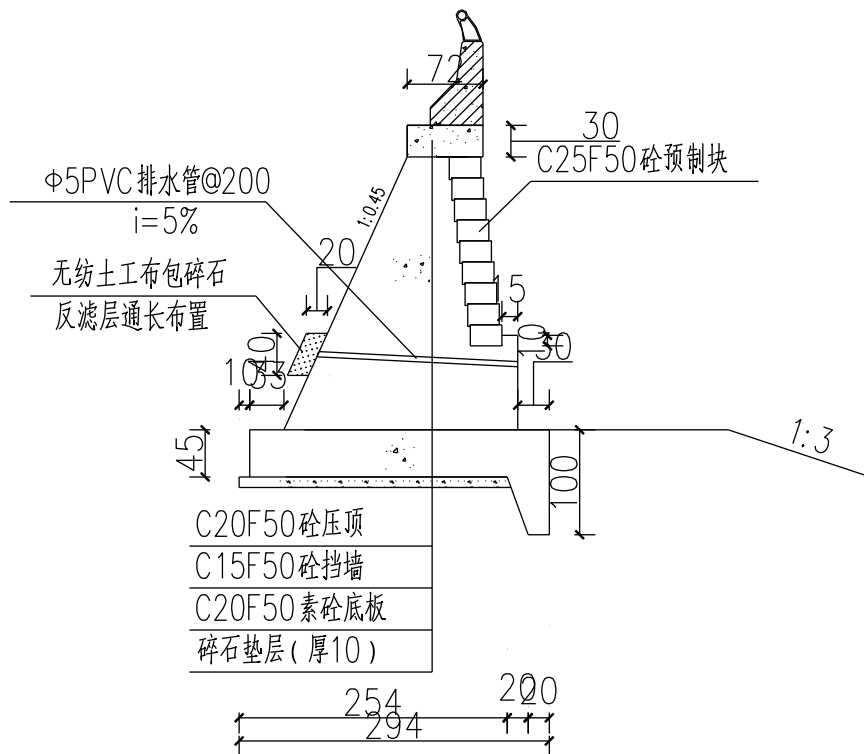


图7-2 混凝土高挡墙直立护岸结构图

3) 灌砌块石低挡墙复合式护岸

从河底高程-1.87m按1:3坡比到高程1.60m，在河坡高程1.60m处设2m宽平台后修建C15细石砼灌砌块石挡墙，挡墙底板顶面高程1.60m，底板厚0.4m，宽1.73m，平台1.60m以上至3.30m高程处采用C15砼灌砌块石低挡墙，C20砼压顶，上设石柱栏杆。墙顶设2m宽亲水平台后按1:2.5坡比到堤顶，墙顶至设计洪水位以上0.5m之间设18cm厚C25砼框条绿化护坡，再以上采用草皮护坡。详见护岸结构图7-3。

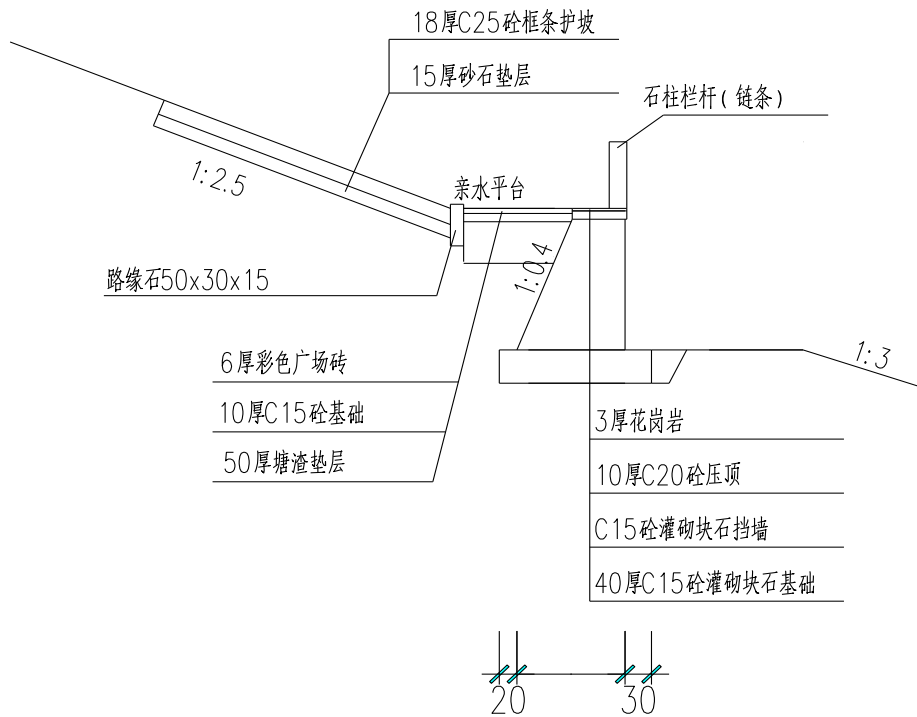


图7-3 灌砌块石低挡墙复合式护岸结构图

4) 混凝土框条斜坡式护岸

从河底高程-1.87m按1:3坡比到堤顶，高程1.00m至1.60m为C15灌砌块石基础，宽1.0m，以上至4.60m高程采用C25混凝土框条护坡，垫层为0.15m的碎石，其中3.10m高程至堤顶框条内为草皮，其余框条内回填石渣，高程1.60m以下为1:3.0土坡。详见护岸结构图7-4。

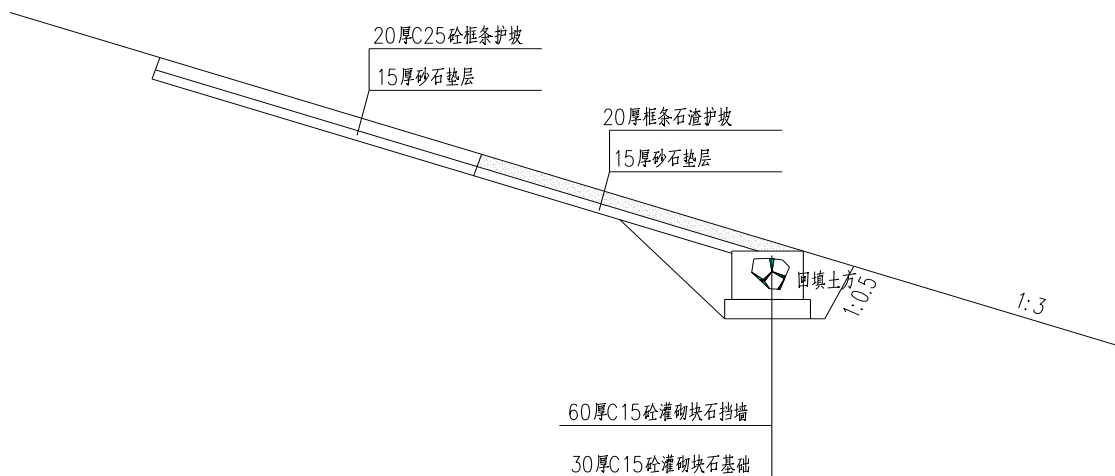


图7-4 混凝土框条斜坡式护岸结构图

5) 桩式支护结构设计

该段支护式护岸挡墙采用原位打桩后桩前开挖成墙的施工工艺，按桩顶自由的悬臂桩进行设计。从河底高程-1.87m按1:3坡比至1.60m高程后设5m宽的平台，后接三组桩。第一组桩为C25钢筋砼灌注桩和C25素桩间隔跳打，桩径均为80cm；第二组桩为水泥搅拌桩，桩径60cm，间距45cm；第三组桩为C25钢筋砼灌注桩，桩径为80cm，桩间距为5.4m。为增加桩体整体性，在第一组桩的顶部沿纵向浇注一道105cm×70cm的C30砼纵梁，在第一组桩和第三组桩的顶部沿横向浇注一道90cm×70cm的C30砼横梁，横梁间距5.4m。详见护岸结构图7-5。

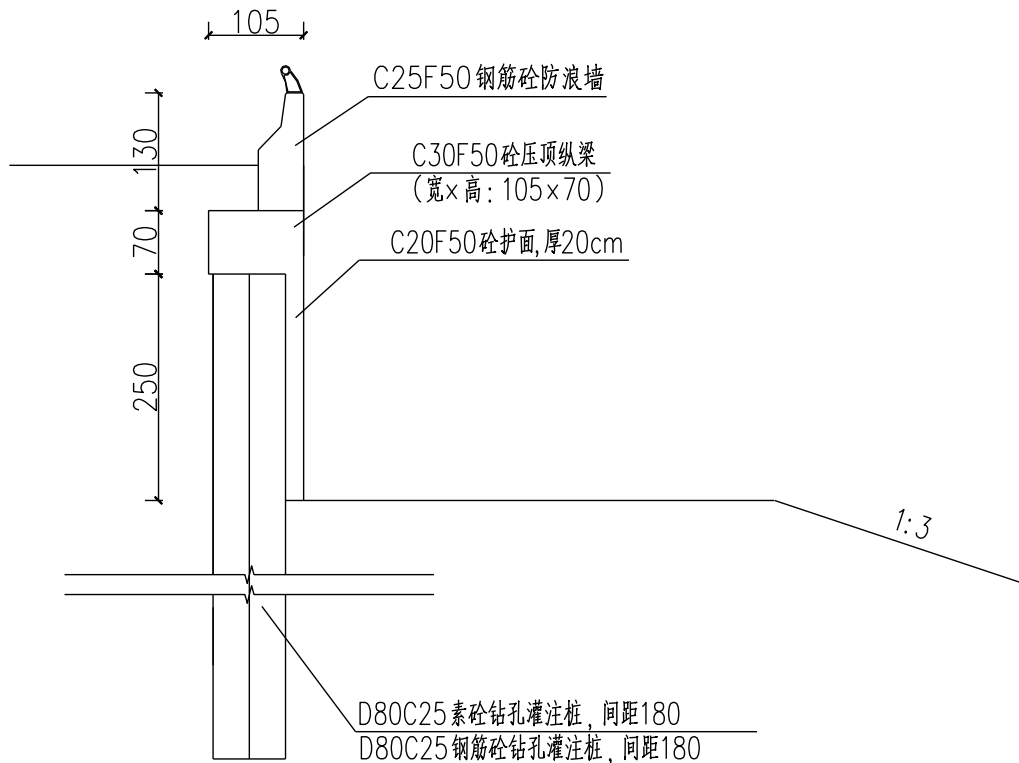


图7-5 桩式支护结构图

7.3.21 工程量

河道工程主要工程量汇总见表7-1。

表7-1 河道工程主要工程量汇总表

编号	项目名称	单位	扩大北排工程
1	土方开挖（水上）	万m ³	772.25
2	土方开挖（水下）	万m ³	317.03
3	土方回填	万m ³	318.42
4	碎石垫层	万m ³	60.45
5	砼及钢筋砼	万m ³	77.73
6	400g/m ² 无纺土工布	万m ²	75.11
7	钢筋制安	万t	2.31

7.4 城区及姚江堤防、水库下游河道工程

城区堤防工程位于余姚城区，主要由城区堤防封闭工程、下姚江及浦塘堤防加固工程、中山河改道工程、上姚江堤防工程、向家弄水库下游堤防工程、陆埠大溪整治工程等河道堤防加高加固工程组成。

7.4.1 堤线布置原则

堤线布置应根据相关规划，地形、地质条件，河流变迁，结合现有及拟建建筑物的位置、施工条件、已有工程状况、征地拆迁及生态保护等因素，统筹安全、经济、综合效益等要求，经综合分析确定。

城区堤防封闭工程堤线布置主要遵循以下原则：

1) 堤线应考虑与河势、流向相适应，必要时退堤及清障，保证河道有足够的过水断面，满足防洪的要求；

2) 应尽可能利用现有堤防和有利地形，使堤防修筑在土质较好、比较稳定的滩岸上，尽可能避开深水地带、强透水地基；避免迎流顶冲；

3) 应充分利用现有堤防加高加固，以减少土地损失和降低工程造价。在保持水流顺畅的前提下，尽可能减少征地及拆迁，节省工程投资；

4) 堤线应尽可能考虑路堤结合，以利堤防管理养护及运送防汛抢险物资等；

5) 堤线应兼顾上下游、左右岸, 均衡各地及各部门利益和要求; 在满足防洪要求前提下, 兼顾环保、航运等需要;

6) 体现“尊重自然、人水和谐”的生态治水理念, 在考虑适度经济的前提下, 尽量避免河道堤岸形态直线化, 维持河道自然岸线, 保留现有河流沿岸的浅水、回水、静水水域, 从而保持现有河岸自然生态系统的多样性, 以利于河流生命健康, 实现人与自然的和谐相处。

7) 堤线布置应控制河道水面率, 现状河道面宽超过规划河道面宽的应保留, 不能缩窄。

7.4.2 城区堤防封闭工程

城区堤防封闭工程主要包括东江堤防工程、中江堤防工程、西江堤防工程、侯青江堤防工程、最良江堤防工程, 河道总长38.11km。其中东江堤防工程河道长度5.46km, 中江堤防工程河道长度14.35km, 侯青江堤防工程河道长度3.75km, 最良江堤防工程河道长度6.2km。防洪标准按照50年一遇设计。

7.4.3 下姚江及浦塘堤防加固工程

下姚江堤防加固工程主要为姚江干流(从蜀山大闸至余姚江北分界线), 河道长19km, 防洪堤按照20年一遇防洪标准设计; 下姚江浦塘工程, 河道长40km, 防洪堤按照20年一遇防洪标准设计。

7.4.4 中山河改道工程

中山河改道工程北边与姚江相连, 南与大溪相接, 改道全长4.15km, 包括新横江2.36km和新桥江1.79km, 其中新横江左岸为公路, 右岸为城区房屋, 工程涉及房屋拆迁问题较大, 新桥江段河道河两岸沿线多为农田, 基本不涉及房屋拆迁问题。

7.4.5 上姚江堤防工程

上姚江堤防加固工程主要为姚江干流(从余姚上虞分界线至蜀山大闸), 河道长26.2km, 防洪堤按照50年一遇防洪标准设计。

7.4.6 向家弄水库下游堤防工程

向家弄水库下游堤防工程主要位于兰江街道三溪口大溪及溪凤桥，工程整治5.88km，防洪堤按照50年一遇防洪标准设计。

7.4.7 陆埠大溪整治工程

陆埠大溪整治工程位于陆埠水库下游陆埠镇，工程加固及新建堤防12.24km，防洪堤按照50年一遇防洪标准设计。

7.4.8 护岸结构型式

1) 混凝土高挡墙复合式护岸

从河底高程-1.87m按1:3坡比到高程0.53m，在河坡高程0.53m处设2m宽平台后修建混凝土挡墙，挡墙底板顶面高程0.53m，底板厚0.45m，宽2.84m，平台0.53m以上至3.43m高程处采用C15砼挡墙，挡墙采用砼预制块饰面，C20砼压顶，墙顶设2.5m宽平台后按1:2.5坡比到堤顶，墙顶至设计洪水位以上0.5m之间设18cm厚C25砼框条绿化护坡，再以上采用草皮护坡。墙体纵向每15m设置一道沉降缝，墙身设 $\Phi 5\text{cm}$ PVC排水管，间距2m，墙身排水孔后设无纺土工布包碎石，反滤层通长布置。挡墙基础采用水泥搅拌桩处理，搅拌桩直径60cm，三角形布置，根据水泥搅拌桩设计计算成果确定桩距、桩长。详见护岸结构图7-6。

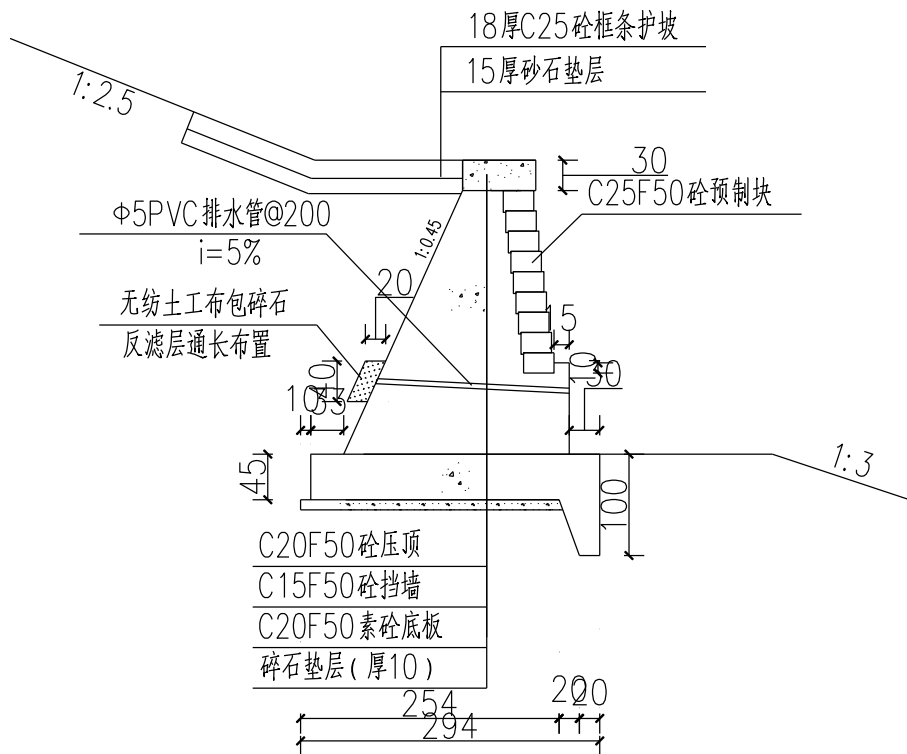


图7-6 混凝土高挡墙复合式护岸结构图

2) 混凝土高挡墙直立护岸

从河底高程-1.87m按1:3坡比到高程0.90m，在河坡高程0.90m处设2m宽平台后修建混凝土挡墙，挡墙底板顶面高程0.90m，底板厚0.45m，宽2.84m，平台0.90m以上至3.60m高程处采用C15砼挡墙，挡墙采用砼预制块饰面，C20砼压顶，顶部设防浪墙。墙体纵向每15m设置一道沉降缝，墙身设Φ5cmPVC排水管，间距2m，墙身排水孔后设无纺土工布包碎石，反滤层通长布置。挡墙基础采用水泥搅拌桩处理，搅拌桩直径60cm，三角形布置，根据水泥搅拌桩设计计算成果确定桩距、桩长。详见护岸结构图7-7。

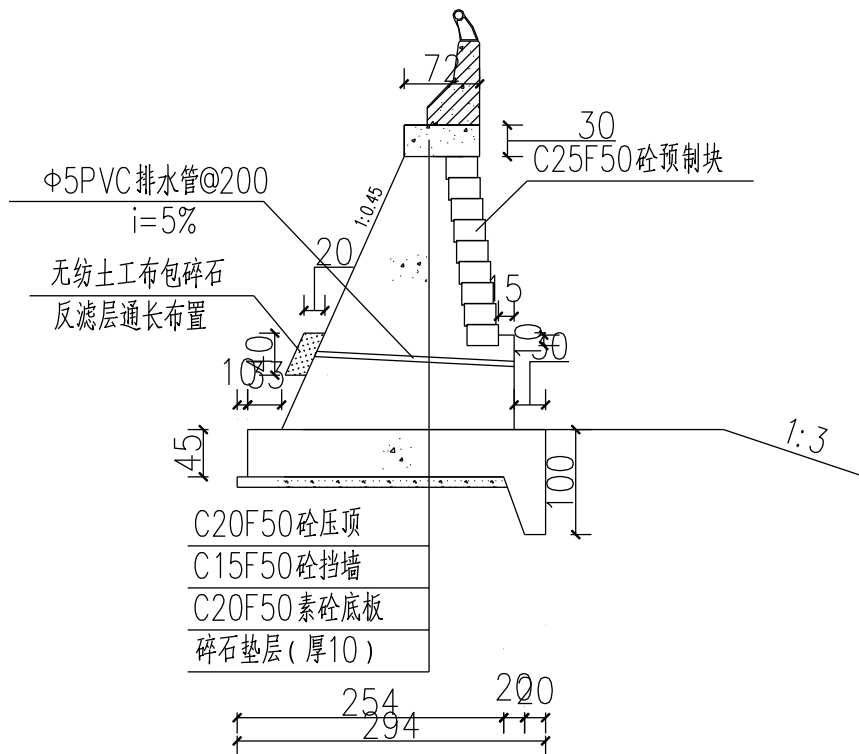


图7-7 混凝土高挡墙直立护岸结构图

3) 灌砌块石低挡墙复合式护岸

从河底高程-1.87m按1:3坡比到高程0.03m，在河坡高程0.03m处设1.9m宽平台后修建C15细石砼灌砌块石挡墙，挡墙底板顶面高程0.03m，底板厚0.4m，宽2.08m，平台0.03m以上至2.43m高程处采用C15砼灌砌块石低挡墙，C20砼压顶。墙顶设2m宽亲水平台后按1:2.5坡比到堤顶，墙顶至设计洪水位以上0.5m之间设18cm厚C25砼框条绿化护坡，再以上采用草皮护坡。详见护岸结构图7-8。

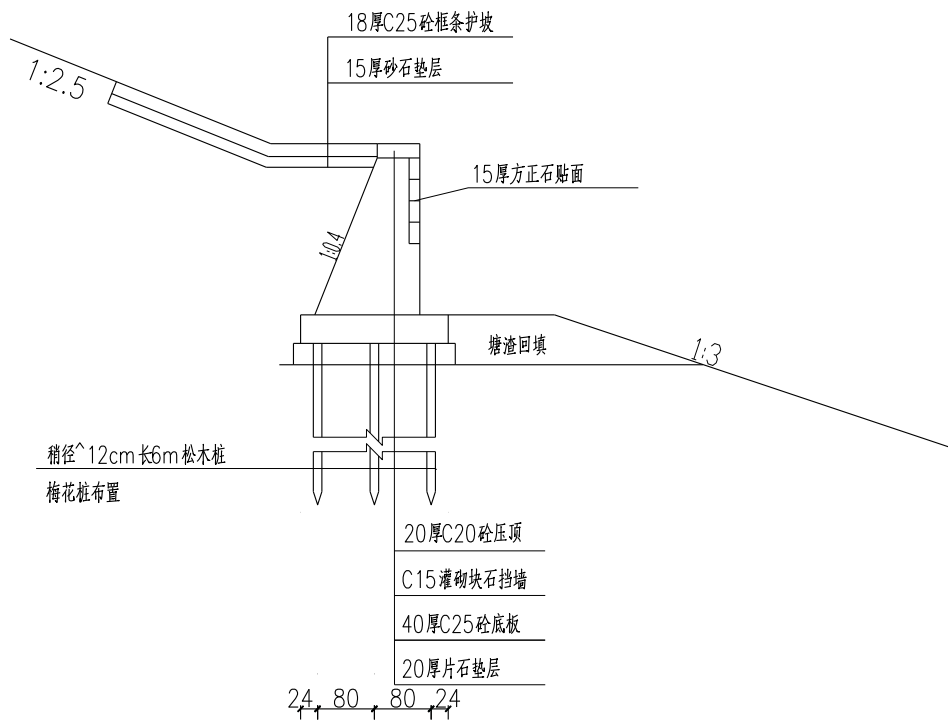


图7-8 灌砌块石低挡墙复合式护岸结构图

4) 灌砌块石护脚复合式护岸

从河底高程-1.87m按1:3坡比到高程0.03m，在河坡高程0.03m处设0.7m宽平台后修建C15灌砌块石护脚，护脚宽0.8m，高1m，下设30cm厚C25砼底板、10cm厚C15素砼垫层、20cm厚片石垫层。护脚顶留1m平台后按1:2.5坡比到堤顶，护脚顶至设计洪水位以上0.5m之间设18cm厚C25砼框条绿化护坡，再以上采用草皮护坡。详见护岸结构图7-9。

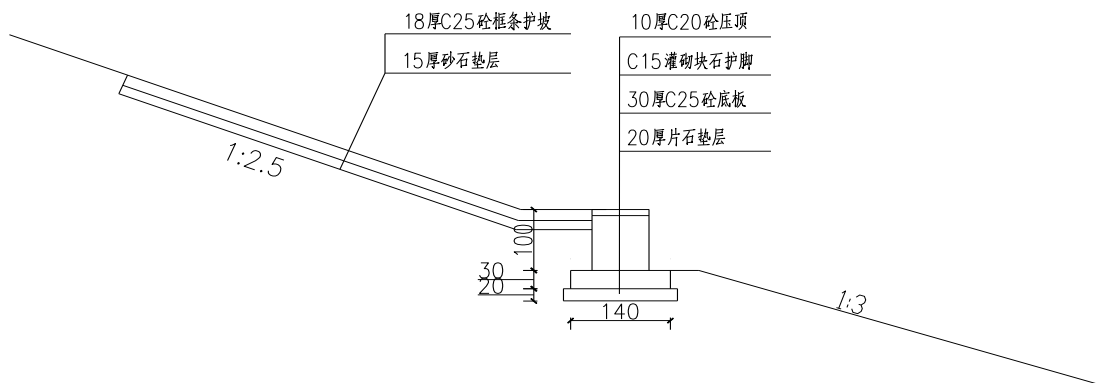


图7-9 灌砌块石护脚复合式护岸结构图

5) 桩式支护结构设计

该段支护式护岸挡墙采用原位打桩后桩前开挖成墙的施工工艺，按桩顶自由的悬臂桩进行设计。从河底高程-1.87m按1:3坡比至0.53m高程后设5m宽的平台，后接三组桩。第一组桩为C25钢筋砼灌注桩和C25素桩间隔跳打，桩径均为80cm；第二组桩为水泥搅拌桩，桩径60cm，间距45cm；第三组桩为C25钢筋砼灌注桩，桩径为80cm，桩间距为5.4m。为增加桩体整体性，在第一组桩的顶部沿纵向浇注一道105cm×70cm的C30砼纵梁，在第一组桩和第三组桩的顶部沿横向浇注一道90cm×70cm的C30砼横梁，横梁间距5.4m。详见护岸结构图7-10。

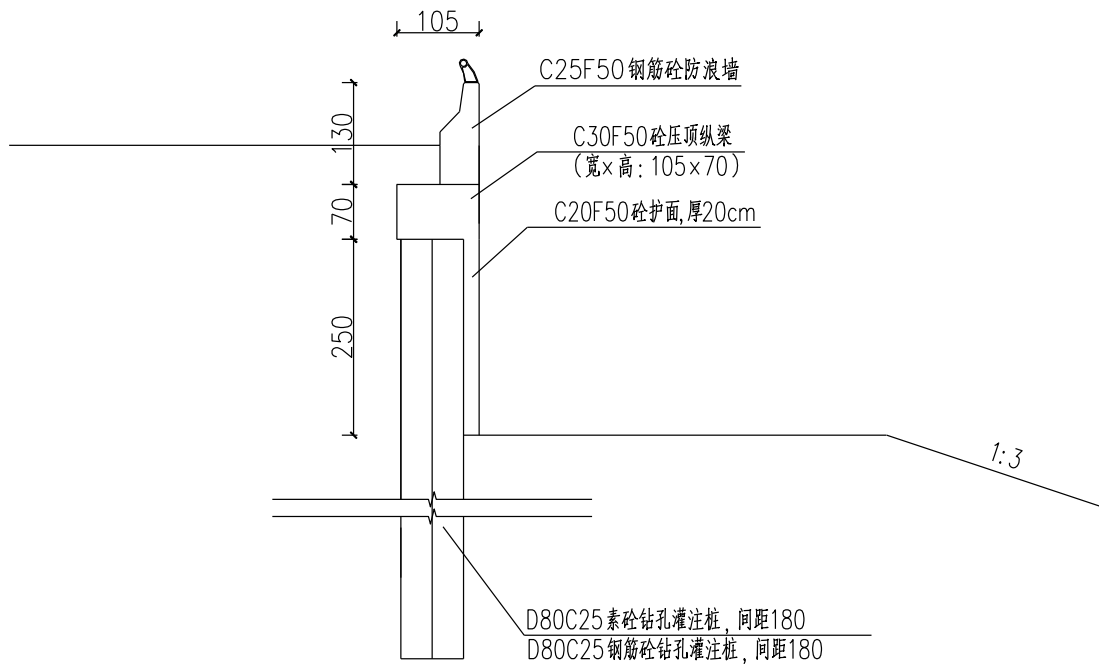


图7-10 桩式支护结构图

6) 堤顶活动防洪闸设计

贴着老挡墙设C25钢筋砼衡重式挡墙，底板顶高程0.53m，厚0.4m，墙顶高程2.63m，以上再浇筑C25钢筋砼基础至堤顶高程，长2.3m，厚1.0m。路面以上修60cm×60cm的C25钢筋砼柱子，高1.5m，外设活动防洪闸门。平常放下做行人通道，工作状态下将其翻起挡水。衡重式挡墙下打一排C25钢筋砼灌注桩，桩径80cm，间距2m。详见护岸结构图7-11。

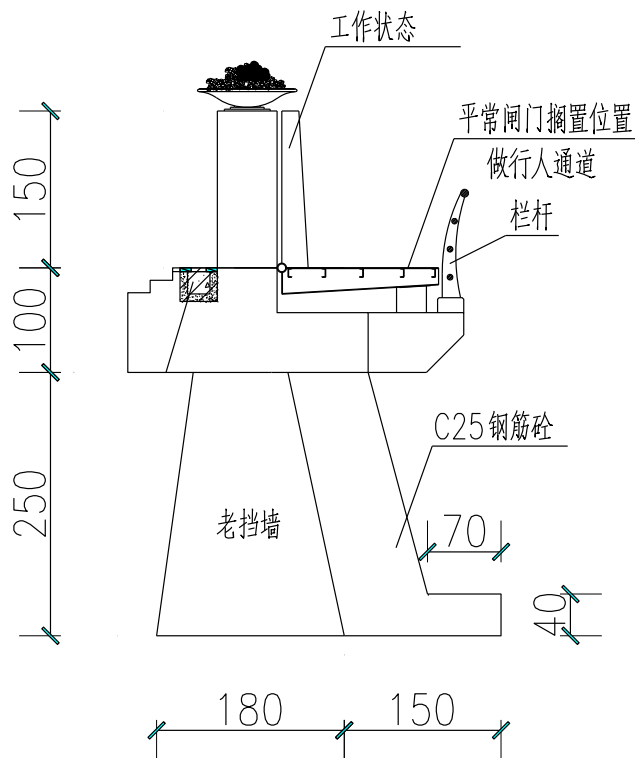


图7-11 活动式防洪闸结构图

7.4.9 工程量

河道工程主要工程量汇总见表7-2。

表7-2 河道工程主要工程量汇总表

编号	项目名称	单位	城区堤防工程
1	土方开挖（水上）	万m ³	115.45
2	土方开挖（水下）	万m ³	42.94
3	土方回填	万m ³	153.91
4	碎石垫层	万m ³	4.61
5	砼及钢筋砼	万m ³	21.02
6	400g/m ² 无纺土工布	万m ²	22.66
7	钢筋制安	万t	0.38
8	浆砌（干砌）块石	万m ³	28.11
9	M7.5浆砌块石挡墙	万m ³	20.08
10	C25砼压顶	万m ³	1.40
11	C20砼底板	万m ³	8.73

7.5 低地圩区电排工程

7.5.1 城区排涝站改造

对城区中原有排涝闸站进行改造，部分河段则新建排涝闸站。泵站整治及新建后城北圩区泵站总排涝规模达到 $268\text{m}^3/\text{s}$ ，城南圩区泵站总排涝规模达到 $250\text{m}^3/\text{s}$ 。

7.5.2 城区周边圩区工程

7.5.2.1 堤线布置原则

城区周边小圩区工程堤线布置主要遵循以下原则：

- 1) 尽可能与扩大北排工程和城区大圩区工程衔接，以减少征地和土方工程量；
- 2) 应尽可能利用现有堤防和有利地形，使堤防修筑在土质较好、比较稳定的滩岸上，尽可能避开深水地带、强透水地基；避免迎流顶冲；
- 3) 应充分利用现有堤防加高加固，以减少土地损失和降低工程造价。在保持水流顺畅的前提下，尽可能减少征地及拆迁，节省工程投资；
- 4) 堤线应尽可能考虑路堤结合，以利堤防管理养护及运送防汛抢险物资等；
- 5) 体现“尊重自然、人水和谐”的生态治水理念，避免占用原有河道。

7.5.2.2 圩区W1

圩区W1由牟山江东岸圩堤、湖塘江北岸圩堤和青山港西岸圩堤组成，北面与鲤鱼山相接，全长8km。堤线基本沿现状老堤线布设，少数地方予以调整取顺。

7.5.2.3 圩区W2

圩区W2由临泗江南岸圩堤、青山港东岸圩堤和横江北岸圩堤组成，东面与奖嘉隆江规划堤防相接，全长8.14km。堤线基本沿现状老堤线布设，少数地方予以调整取顺。

7.5.2.4 圩区W3

圩区W3由横江南岸圩堤、青山港东岸圩堤、湖塘江北岸圩堤和奖嘉隆江西岸圩堤组成，东面与奖嘉隆江规划堤防相接，全长10.06km。堤线基本沿现状老堤线布设，少数地方予以调整取顺。

7.5.2.5 圩区W4

圩区W4由奖嘉隆江东岸圩堤、马渚中河北岸圩堤组成，东北面与贺墅江延伸工程规划堤防相接，全长5.25km。堤线基本沿现状老堤线布设，少数地方予以调整取顺。

7.5.2.6 圩区W5

圩区W5由姚江北岸圩堤、马渚中河南岸圩堤组成，东面与贺墅江整治工程西岸堤防衔接，西部与老虎山形成封闭，全长5.7km。堤线基本沿现状老堤线布设，少数地方予以调整取顺。

7.5.2.7 圩区W6

圩区W6主要由牟山江东岸圩堤构成，东面与现状堤防相接，全长3.05km。堤线基本沿现状老堤线布设，少数地方予以调整取顺。

7.5.2.8 圩区W7

圩区W7主要由姚江北岸圩堤和马渚中河南岸圩堤组成，西面与贺墅江整治工程东岸堤防衔接，全长7.06km。堤线基本沿现状老堤线布设，少数地方予以调整取顺。

7.5.2.9 陆埠圩区W8

陆埠圩区由姚江南岸圩堤、洋溪右岸圩堤组成，南面与姚南山区相接，总面积约18.99km²。其洋溪右岸圩堤南起陆埠镇，北至应家闸，全长5.94km；姚江南岸圩堤西起应家闸，东至官路沿，全长12.09km。推荐堤线基本沿现状老堤线布设，少数地方予以调整取顺。

7.5.2.10 排涝站

1) 大门头闸站（郑家渡闸站、官路沿闸站）

大门头闸站位于余姚市陆埠镇以西沿溪河口门上，由一座排涝规模

为 $16.7\text{m}^3/\text{s}$ 的泵站和一座1孔 $\times 6\text{m}$ 的节制闸组成。

泵站共设3台潜水轴流泵，单机设计流量 $5.6\text{m}^3/\text{s}$ ，单机功率400kW，总装机功率 $3\times 400\text{kW}$ 。泵站采用块基型整体结构，底板顺水流方向长30.0m，宽26.0m，由内河侧抛石防冲槽、引水护坦、引水前池、进水流道、泵房、出水池、外河侧护底、外河侧抛石防冲槽等附属建筑物组成。泵站基础采用D800C30砼灌注桩和D600水泥搅拌桩进行处理。

节制闸也采用块基型整体结构，共设1孔，闸孔净宽均为6m，闸孔总净宽6m，底板顺水流方向长20m，垂直水流向宽6.0m，由内河侧抛石防冲槽、引水护底、交通桥、闸室、消力池、外河侧护坦、外河侧抛石防冲槽等附属建筑物组成。闸基基础采用D800C30砼灌注桩和D600水泥搅拌桩进行处理。

2) 其他排涝站

其他排涝站位于余姚市城区西部，各支流河宽均小于10m，各闸站由一座排涝规模 $\leq 10\text{m}^3/\text{s}$ 的泵站和一座1孔 $\times 3\text{m}$ 的节制闸组成。

各泵站均设2台潜水轴流泵，单机设计流量 $1\text{m}^3/\text{s}\sim 3.125\text{m}^3/\text{s}$ ，单机功率85kW $\sim 200\text{kW}$ 。闸站采用块基型整体结构，底板顺水流方向长19.7m，宽14.0m，由内河引水护坦、进水流道、泵房、排水涵闸、出水池等组成。闸站基础采用D800C30砼灌注桩进行处理。节制闸布置在安装场下，共设1孔，闸孔净宽均为3m，闸孔总净宽3m。

7.5.2.11 护岸结构型式

在河底高程-0.53m处设2m宽平台后修建C15灌砌块石挡墙，挡墙底板顶面高程0.53m，底板厚0.45m，宽1.91m，平台0.53m以上至2.63m高程处采用C15灌砌块石挡墙，C20砼压顶，墙顶设1.5m宽平台后按1:2.5坡比到堤顶，墙顶至设计洪水位以上0.5m之间设18cm厚C25砼框条绿化护坡，再以上采用草皮护坡。墙体纵向每15m设置一道沉降缝，墙身设 $\Phi 5\text{cm}$ PVC排水管，间距2m，墙身排水孔后设无纺土工布包碎石，反滤层通长布置。

挡墙基础根据地质情况局部采用水泥搅拌桩处理，搅拌桩直径60cm，三角形布置，根据水泥搅拌桩设计计算成果确定桩距、桩长。详见护岸结构图7-12。

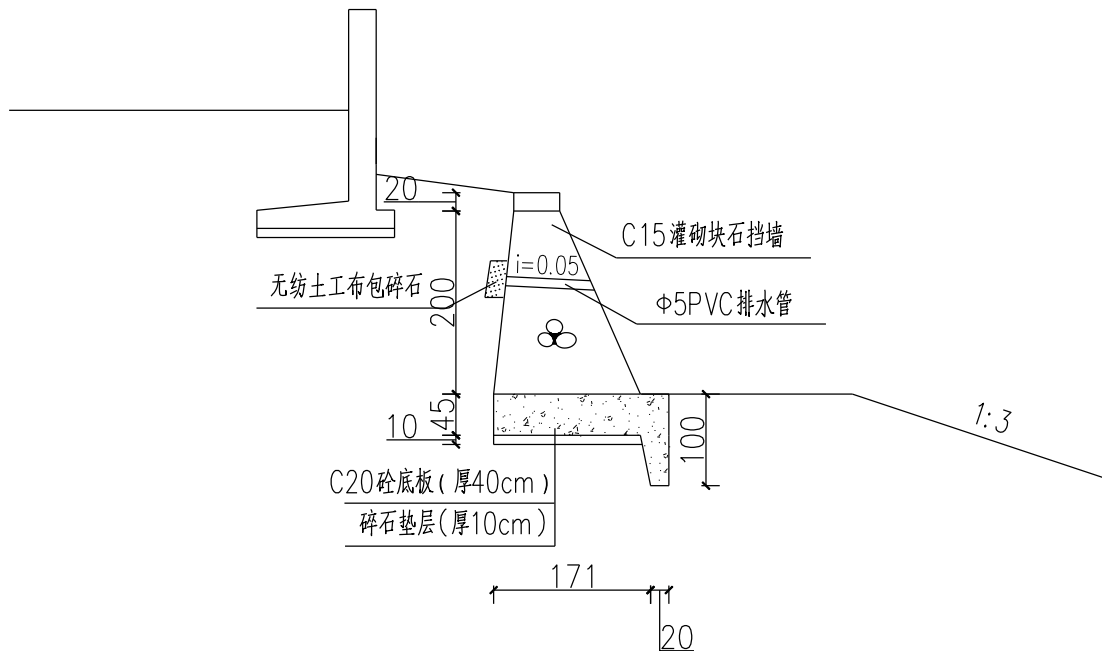


图7-12 灌砌块石挡墙复合式护岸结构图

7.6 桥梁工程

7.6.1 桥梁建设总体规划

余姚市防洪排涝规划工程沿线涉及现状道路、桥梁共88座(含道路)。其中贺墅江河道整治工程涉及桥梁7座，包括拆除重建桥梁4座，新建桥梁3座；贺墅江延伸工程涉及桥梁9座，包括完全利用桥梁1座，拆除重建桥梁3座，新建桥梁5座；奖嘉隆桥河道整治工程涉及桥梁13座，包括拆除重建桥梁7座，新建桥梁6座；陶家路江河道整治工程涉及桥梁23座，包括拆除重建桥梁19座，新建桥梁4座；西江整治工程涉及桥梁8座，包括完全利用桥梁1座，拆除重建桥梁5座，新建桥梁2座；食禄桥江整治工程涉及桥梁9座，包括拆除重建桥梁8座，新建桥梁1座；中山河改造工程

涉及桥梁19座，包括拆除重建桥梁11座，新建桥梁8座。所有桥梁工程涉及河道均无通航要求。

余姚市防洪排涝规划工程跨河桥梁布置如下：

(1) 跨河铁路桥4座，其中杭甬客运专线桥横跨贺墅江延伸工程和西江整治工程，桥址处河道断面适当拓宽，拟对河道中桥基础进行防护；萧甬铁路贺墅江桥和萧甬铁路食禄桥处河段为平地开河，故在此处新建桥梁。所有铁路桥均列入政策处理。

(2) 跨河高速公路桥1座，即G92宁波高速桥，此处河段为平地开河，故在此新建桥梁1座。

(3) 对老河道拓浚涉及现有的57座桥梁均拆除重建。

(4) 平地开河切断现有道路26条，根据沿线居民生产、生活的需要，新建桥梁26座。

7.6.2 桥梁设计原则

余姚市防洪排涝规划工程沿线与高速公路、省道及地方道路交叉较多。桥梁设计布置时，根据所在地区的地形、地质、河流、水文特点、交通网现状，充分考虑高速公路、铁路运营要求，方便沿线群众生产、生活和工作的需要，保证引水、排洪通顺，且适当控制台后填土高度，桥梁结构设计以安全、经济适用、美观及施工方便等为原则，尽量不压缩河道断面，选择经济合理的跨越形式。

1) 总体原则：借鉴国内外桥梁工程的成功经验，结合本次规划特点，力求实现“因地制宜、安全耐久、造型美观、环境协调、施工方便、经济适用”的技术目的。

2) 尊重现状：现状桥梁因规划建设受到影响，除规划另有规定外，应结合现有路网交通，按照拆一赔一的原则布置跨河桥梁，其等级、规模一般按现状考虑；部分低等级农村公路桥，根据现行的交通规范，按满足现行标准下限适当提高原桥梁等级、规模。对平地开河穿越现有

交通干道的，新建的跨河桥梁等级、规模按现有道路等级和规模或规划要求考虑。

3) 桥梁宽度和跨径：桥梁宽度一般应与原路、桥同宽，当地规划明确桥梁需加宽的，本次按加宽后规模设计。对部分低等级农村公路，根据现行的交通规范按四级公路考虑，桥梁规模以低限5.0m桥宽考虑，桥跨布置中应注意净空界限要求，并不得影响防汛通道。对于无特殊要求的桥梁，在满足泄洪等功能要求的前提下，尽量选择标准跨径布设，以方便施工。

4) 一般大、中桥位平面线形服从路线总体布设需要，做到桥位处平面与道路线形协调一致，衔接平顺。桥梁纵向一般采用连续结构或简支支承体系连续桥面，以满足行车舒适性的要求。

5) 桥梁纵轴线尽量与河道中心正交，缩短桥梁主跨跨径，降低工程造价；对于位于平曲线上的桥梁考虑采用弯桥直做；对于斜交桥梁，考虑斜桥斜做，以减少墩台阻水，保证桥下过水断面；河槽内桩基础承台应低于河床底面，减小阻水效应。

6) 结合本项目的施工条件，着重桥梁施工方案的研究，选择合理的方案，以降低施工难度，减少施工对现有交通的影响，加快施工进度，保证工程质量，节约投资。对跨河高速公路桥，桥梁方案应优选施工方便，对高速公路运营影响最小者，尽量减少对运输造成的损失。

7) 重视桥梁结构的耐久性和可维护性。如加大桥梁刚度、减少裂缝发生等。

8) 树立保护环境的理念。桥梁结构形式的选择要尽可能减少施工期和营运期工程对环境的破坏。

9) 加强新技术、新材料、新工艺在本项目桥梁结构设计中的推广运用。

7.6.3 典型设计

本规划工程选取有代表性的2座桥梁进行方案设计，分别介绍如下：

1) 禾马桥

本桥位于207县道禾马段，为拆除重建桥梁。老桥为板梁结构，桥长约56m，桥宽12m。新建桥梁中心线和河道中心线的交角为90°。桥梁设计跨径3×25m，桥梁全长82m，桥梁净宽11m。

桥梁上部构造采用先简支后连续预应力混凝土组合箱梁，梁高1.4m。下部构造采用柱式墩、台，钻孔灌注桩基础。

桥面铺装采用10cmC40水泥混凝土调平层+防水层+10cm沥青混凝土。桥台处设置40型伸缩缝，桥头设置6m长搭板。

2) 茹虚村桥

本桥位于茹虚村附近，为拆除重建桥梁。老桥圯工，桥长约9m。新建桥梁中心线和河道中心线的交角为90°。桥梁设计跨径为3×20m，桥梁全长65.7m，桥梁净宽5m。

桥梁上部构造采用预应力混凝土简支空心板，桥面连续，梁高0.95m。下部构造采用柱式墩、台，钻孔灌注桩基础。

桥面铺装采用10cmC40水泥混凝土调平层+防水层+8cm沥青混凝土。桥台处设置40型伸缩缝，桥头设置6m长搭板。

8 环境影响评价

8.1 流域环境概况

8.1.1 自然环境

1) 河流水系

余姚市境内河流众多，分属姚江水系、奉化江水系和曹娥江水系，均源于南部四明山区。姚江水系与奉化江水系同属甬江流域；曹娥江水系属钱塘江流域。姚江水系由姚江干流、湖塘江、高桥江、临泗江、长岭江、西江、中江、东江、慈江及陆埠、车厩、大隐等南北渚支流以及四明湖、牟山湖等湖泊组成。姚江水系在余姚境内流域面积1078.5km²，包括中部、北部平原及南部梁弄、陆埠的大部分地区。

2) 气候特征

余姚市属北亚热带季风性湿润气候，冬夏季风交替明显，温和湿润，四季分明，日照充足，雨量丰沛。该区多年平均降雨量1300mm~2050mm之间，降水量变化显著，以余姚站为例，最大年降水量1890.8mm，最小年降雨879.4mm，丰枯年降水量比2.15倍。年平均气温16.3℃，无霜期总天数为240天，最大风速17.0m/s，多年平均相对湿度80%。降水主要集中在春末夏初的梅雨期和夏秋季节的台风期。主要灾害性天气为夏秋季干旱和梅雨期的暴雨、洪水。

3) 地质地貌

余姚属浙东盆地低山区和浙北平原区交叉地区，全市山地丘陵面积占总面积的52.7%，主要分布在南部地区，余脉镶嵌于姚江平原。地形南高北低，中间微陷。南部四明山区，山峦起伏，中间散布大小不等的盆地和谷地。中部为姚江冲积河谷平原，北部钱塘江平原、杭州湾冲积平原，均是宁绍平原的组成部分。

余姚地处闽浙断裂陷区江山—绍兴大断裂带以东，境内以断裂构造为主，褶皱构造次之。

4) 矿产

余姚境内矿藏以非金属为主，已探明的有萤石、高岭土、粘土、石英、磷、泥石碳等。其中萤石、高岭土有开采价值，均分布于南部山区。石英出露广泛，储量丰富，成材率高，色泽各异，颗粒均匀。

5) 土壤植被

余姚市土壤有黄壤、红壤、岩性土、水稻土、潮土和盐土等6个土类，12个亚类。其中黄壤占10.4%，分布在550m以上的山地上，红壤占44.9%，分布在550m以下的丘陵区，水稻土占36.8%，是主要的耕作土壤，潮土占6.2%，分布山区溪谷两岸，盐土占1.3%，岩性土面积极少。

余姚属中亚热带常绿阔叶林区，由于人类生产活动和自然灾害的影响，天然常绿阔叶林已被次生群落或人工植被所取代，植被主要有马尾松、黄山松、杉木、柳杉、木荷、香樟、桃、李、板栗、茶叶等树种，竹类主要有毛竹、刚竹、雷竹、青竹等，森林资源极为丰富。

6) 野生动物

境内野生动物繁多，常见的脊椎动物包括哺乳类、鸟类、爬行类、两栖类、鱼类等400余种，无脊椎动物，尤其是昆虫，数不胜数。据市志记载，珍贵的物种有穿山甲、白枕鹤、丹顶鹤、白鹤、白鹳、黑鹳、白鸕、鸳鸯、灰鹤、大灵猫、白额雁、松鸡、水獭、白颈长尾雉、大鲵、虎纹蛙等。

8.1.2 社会环境

1) 社会经济

余姚是浙江省历史文化名城，历史悠久绵长，文化灿烂，是著名的河姆渡文化发祥地，中华文明的摇篮之一。改革开放以来，余姚一直跻身于全国经济综合实力百强县市之列。余姚市行政区划面积1527km²，辖6个街道、14个镇、1个乡，265个村。2012年年末全市户籍人口83.45万人，其中非农业人口18.86万人。2012年全市生产总值709.07亿元，比上年增长8.8%，人均生产总值84970元，连续四年蝉联“中国十大（县级）最具幸福感城市”桂冠，

2012年全国县域经济基本竞争力跃居第十位。城镇居民人均可支配收入37217元，农村居民人均纯收入17977元，分别比上年增长10.7%和11.8%。

2) 环境质量现状

① 水环境

根据余姚市环境质量报告书，2012年度地表水河流18个监测断面，符合III类水质标准的断面6个，占总数的33%；符合IV类水质标准的断面9个，占总数的50%，符合V类水质标准的断面3个，占总数的17%；无劣V类水质。其中姚江8个监测断面5个符合III类水质标准，分别是菁江渡、念慈桥、浦口闸、咸池、郁浪浦；3个符合IV类水质标准，分别是余姚三江口、丈亭三江口、车厩。城区内河西江西洋桥为IV类水质，水质轻度污染，主要污染项目为总磷；中江联盟桥、侯青江三官堂桥和最良江最良桥3个监测断面为V类水质，水质中度污染，主要污染项目为总磷。丈亭祝家渡断面符合III类水质标准，水质状况良好。东江安山桥断面为IV类水质，水质轻度污染，主要污染项目为总磷。姚西北河网小曹娥、黄家埠、朗霞、马渚4个监测断面为IV类水质，水质轻度污染，主要污染项目为石油类、总磷。

2012年度湖库2个监测点位四明湖水库、梁辉水库符合II类水质标准，水质状况优；4个监测点位陆埠水库、大池墩水库、寺前王水库和牟山湖符合III类水质标准，水质状况良好。

2011~2012年地表水例行监测站位湖库水质评价、河流站位水质评价分别见表8-1、表8-2。

表8-1 2011~2012年湖库水质评价结果一览

站位名称	水质目标	2011年			2012年		
		水质类别	主要污染项目 (最大超标倍数)	水质状况	水质类别	主要污染项目 (最大超标倍数)	水质状况
四明湖水库	II	II	/	优	II	/	优
梁辉水库	II	II	/	优	II	/	优
陆埠水库	II	II	/	优	III	总磷 (0.16)	良
大池墩水库	II	III	总磷 (0.20)	良	III	总磷 (0.64)	良
寺前王水库	II	III	总磷 (0.60)	良	III	总磷 (0.48)	良
牟山湖	II	III	总磷 (0.16)	良	III	总磷 (0.12)	良

表8-2 2011~ 2012年河流点位水质评价结果一览

河流名称	监测站位	水质目标	2011年			2012年			
			水质类别	主要污染项目 (最大超标倍数)	水质状况	水质类别	主要污染项目 (最大超标倍数)	水质状况	
姚江	菁江渡	III	III	/	良好	III	/	良好	
	念慈桥	III	III	/	良好	III	/	良好	
	余姚三江口	III	IV	总磷 (0.33)	轻度污染	IV	总磷 (0.33)	轻度污染	
	咸池	III	IV	总磷 (0.08)	轻度污染	III	/	良好	
	郁浪浦	III	IV	总磷 (0.03)	轻度污染	III	/	良好	
	浦口闸	III	III	/	良好	III	/	良好	
	丈亭三江口	III	IV	总磷 (0.26)	轻度污染	IV	总磷 (0.40)	轻度污染	
	车厩	III	V	氨氮 (0.90)	中度污染	IV	氨氮 (0.280)	轻度污染	
城区内河	中江	联盟桥	III	IV	总磷 (0.43)	轻度污染	V	总磷 (0.90)	中度污染
	西江	西洋桥	III	IV	总磷 (0.12)	轻度污染	IV	总磷 (0.47)	轻度污染
	侯青江	三官堂桥	III	IV	总磷 (0.42)	轻度污染	V	总磷 (0.52)	中度污染
	最良江	最良桥	III	IV	总磷 (0.41)	轻度污染	V	总磷 (0.70)	中度污染

续表8-2 2011~2012年河流点位水质评价结果一览

河流名称		监测 站位	水质 目标	2011年			2012年		
				水质 类别	主要污染项目 (最大超标倍 数)	水质 状况	水质 类别	主要污染项目 (最大超标倍 数)	水质 状况
与慈 溪交 接河 流	东江	安山桥	IV	IV	总磷(0.02)	轻度 污染	IV	总磷(0.44)	轻度 污染
与江 北区 交接 河流	慈江	祝家渡	III	III	/	良好	III	/	良好
姚西 北河 网	引水 工程	小曹娥	IV	IV	石油类(5.40)、 总磷(0.46)、 高锰酸盐指数 (0.40)	轻度 污染	IV	石油类 (4.60)、总 磷(0.48)、 高锰酸盐指数 (0.34)	轻度 污染
	高桥江	黄家埠	IV	IV	石油类(5.20)、 总磷(0.44)、 高锰酸盐指数 (0.40)	轻度 污染	IV	石油类 (4.80)、总 磷(0.39)、 高锰酸盐指数 (0.17)	轻度 污染
	长冷江	朗霞	IV	IV	石油类(6.80)、 高锰酸盐指数 (0.49)、总磷 (0.46)	轻度 污染	IV	石油类 (6.80)、高 锰酸盐指数 (0.41)、总 磷(0.41)	轻度 污染
	低塘江	马渚	V	V	石油类(8.20)、 总磷(0.92)、 高锰酸盐指数 (0.46)	中度 污染	IV	石油类 (8.00)、总 磷(0.42)、 生化需氧量 (0.33)	轻度 污染

② 声环境

余姚市城市区域环境噪声、功能区噪声和城市道路交通噪声基本保持稳定。2012年城市区域环境噪声等效声级为54.6dB(A)，较2011年上升0.2dB(A)。与2011年相比，区域环境噪声声级60.1~65.0dB(A)的覆盖面积和覆盖人口均略有增加，分别从2011年的3.3%、3.2%增加到2012年的4.2%、4.5%，总体来看，2012年余姚城市区域环境噪声污染状况基本不变。各个功能区昼间噪声均达标，夜间噪声均超标，与2011年基本一致。城市道路交通

噪声等效声级为67.4 dB(A)，2012年噪声超标率为28.6%，相比于2011年的24.3%有所增加。

③ 大气环境

2012年，余姚市城市环境空气质量保持良好。2012年城区环境空气中二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物年平均浓度均优于二级标准，与2011年相比，二氧化硫、二氧化氮和可吸入颗粒物的年平均浓度，均呈现下降趋势，分别下降了9.38%、6.67%及12.5%。全年空气质量Ⅰ级优83天，Ⅱ级良250天，Ⅲ级轻度污染33天，环境空气质量优、良的天数为333天，优良率占90.98%，较2011年基本不变。平均空气污染指数（API）为67，与2011年相比有所下降，主要污染物依旧为可吸入颗粒物。

余姚市酸雨污染依然严重。2012年降水酸雨率为89.5%，比2011年的90.0%降低0.5个百分点。余姚市仍为中酸雨区。城区年降水pH值最低为3.97，最大为6.33，pH值年平均值为4.85，降水酸性化程度比2011年的4.74变化不大。

3) 水土保持现状

① 水土流失类型

按全国水土流失类型区的划分，余姚市水土流失类型主要包括水力侵蚀和重力侵蚀。水力侵蚀存在于本区山地丘陵、岗地等区，分布面广、量大。重力侵蚀主要存在于山地丘陵中坡度较大的地方以及一些有边坡开挖的基本建设项目中，主要形式为崩塌、滑坡等，分布面狭、量小。从时间上看，每年5~6月份梅雨期和7~9月份暴雨期水土流失量为最大。

② 水土流失强度

全市共有水土流失面积149.45km²，占全市土地总面积的9.79%。根据分析，区域现状水土流失强度为300t/km² a，小于工程区容许流失强度（500t/km² a），属微度侵蚀区。

8.1.3 现状主要环境问题

1) 饮用水源地还未得到严格保护, 水源存在污染隐患。部分作为农民饮用水工程供水源地未划定饮用水源保护区, 因此未进行严格有效的依法保护。从当前情况来看, 饮用水源区域内还存在一些农业种植、养殖、生活污水排放等, 对饮用水水源地水质产生较大影响。

2) 水土保持意识不强, 人为活动造成水土流失较多。在开发建设过程中片面追求当前利益, 乱挖乱倒, 乱堆乱弃, 人为活动造成新的水土流失现象时有发生, 水土流失呈扩大趋势。

8.2 规划环境目标

1) 水质保护目标

满足地面水功能区划要求, 水质达到规定标准。

2) 水土保持目标

各工程施工中的水土流失得到有效的控制。

3) 生态保护目标

维护生态平衡, 改善城乡居民生活环境。

8.3 规划方案分析

针对姚江流域及甬江流域的特点, 受地势及下游甬江、奉化江洪水顶托的影响, 余姚市东排能力越来越受限, 从防洪排涝工程体系的角度, 余姚市防洪排涝工程措施是“东泄、南蓄、北排、中疏、低围”, 采取排、蓄、围、提、引等相结合的工程措施, 规划重点实施扩大北排工程、城区及姚江堤防、水库下游河道工程、低地圩区电排工程。

1) 扩大北排工程

(1) 河道工程

包括食禄桥江整治工程(长4.63km, 设计河宽45m)、贺墅江整治工程(长3.52km, 由现状25m~30m拓宽至60m)、贺墅江延伸段整治工程(长3.3km, 设计河宽60m)、长冷江拓浚工程(长13.01km, 设计河宽80m)、

西江整治工程（长8.6km，设计河宽60m）、新开中江至长冷江河道工程（长4.5km，设计河宽50m）、陶家路江二期整治工程（长5.02km，拓宽至80m~100m）、新开北排河整治工程（长20.85km，设计河宽80m~100m）、临海大浦南延伸工程（长9.5km，设计河宽30m）、北排水系沟通工程（拓宽疏浚河道长约10km）。

（2）节制闸及排涝站工程

包括陶家路江泗门泵站（设计流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ ）、新开河外江闸站（泵站排涝规模 $100\text{m}^3/\text{s}$ 、节制闸2孔 $\times 15\text{m}$ ）、新开河闸站（泵站排涝规模 $200\text{m}^3/\text{s}$ 、节制闸4孔 $\times 14\text{m}$ ）、陶家路新增泵站（设计流量 $200\text{m}^3/\text{s}$ ）、中江至长冷江闸站（泵站排涝规模 $50\text{m}^3/\text{s}$ 、节制闸2孔 $\times 10\text{m}$ ）、西江闸站（泵站排涝规模 $50\text{m}^3/\text{s}$ 、节制闸4孔 $\times 10\text{m}$ ）、贺墅江节制闸（5孔 $\times 8\text{m}$ ）、五江桥调控工程（单孔 $\times 60\text{m}$ ）。

2）城区及姚江堤防、水库下游河道工程

包括城区堤防封闭工程（东江、中江、西江、侯青江、最良江堤防工程，总长38.11km）、下姚江及浦塘堤防加固工程（长59km）、中山河改道工程（长4.15km）、上姚江堤防工程（长26.2km）、向家弄水库下游堤防工程（长5.88km）、陆埠大溪整治工程（长12.24km）。

3）低地圩区电排工程

（1）城区排涝站工程

对城区中原有排涝闸站进行改造，部分河段则新建排涝闸站。泵站整治及新建后城北圩区泵站总排涝规模达到 $268\text{m}^3/\text{s}$ ，城南圩区泵站总排涝规模达到 $250\text{m}^3/\text{s}$ 。

（2）城区周边乡镇及农村圩区工程

a. 节制闸及排涝站工程

规划新建30座排涝闸站，泵站规模 $145\text{m}^3/\text{s}$ 。

b. 圩堤工程

规划圩堤工程总长度为65.29km。

4) 桥梁工程

规划整治桥梁工程88座，其中新建桥梁29座，保留桥梁2座，拆建桥梁57座。

8.4 规划符合性分析

从规划符合性考虑，本规划提出的各防洪排涝措施均符合《姚江流域综合规划报告》、《甬江流域综合规划报告》、《余姚市城市总体规划(2001-2020年)》、《余姚市河道整治规划报告》等规划的有关内容，并充分征求了当地政府有关部门的意见，因此本规划与国家及地方的相关规划、政策是相符的。

8.5 规划工程环境影响评价

8.5.1 对防洪排涝的影响

规划区内各河道经拓宽、整治、建闸、增加排涝泵站及新开挖部分河道后，河道过水能力增加，可有效提高河道的行洪能力，降低河网的洪水位，增加外泄涝水量，提高防洪排涝能力，可使规划范围内余姚城区段（蜀山大闸以上）防洪标准达到50年一遇，蜀山大闸～余姚江北分界线达到20年一遇，城镇防洪标准达到20年一遇；城市及城镇排涝标准达到20年一遇24小时暴雨24小时排出，农田排涝标准达到20年一遇3天暴雨3天排出，对当地的防洪排涝效果非常明显。

8.5.2 对水质的影响

规划工程实施后，将改善规划区内河道的水体流态，增加水体容量，改善河道水环境，有利于河道的行洪及水质的净化。河道疏浚底泥挖除将污染物从水域系统中彻底去除，可以较大程度地削减底泥对上覆水体的污染贡献率，进而改善工程后河道水质。堤防设计兼顾防洪排涝与生态景观，采用了大量的亲水植物、植被护坡和堤后绿化带，美化环境的同时，还能增强河道沿岸的水体自净能力，河道沿岸面源污染入河前经堤后绿化植被吸收，可减少污染物入河量，也有利于水质的改善。

8.5.3 对生产生活用水的影响

余姚市目前主要城乡饮用水供水水源地为湖库型、河道型和地下水水源地，其中以湖库型水源地为主。

平原河网洪水期用于排涝，早期用作输水河道提水灌溉农田。河网水系水质较差，除姚江干流河道近期作为水厂补充水源外，其它均不作为饮用水水源地。姚江饮用水源地属饮用水水源一级保护区，但由于地处城镇区，受到生活和工业污染威胁，水体总体水质达不到相关功能区要求，且呈富营养化趋势，尚未创建合格饮用水源保护区。

本规划堤防工程、河道整治工程和排涝闸站工程实施过程中，对周围的生产生活用水影响较小，但施工期间对两岸农田灌溉用水有一定的影响。

8.5.4 对生态的影响

规划工程的实施，土方的开挖、填筑均破坏了局部植被，使生态环境遭受一些破坏。要求施工时以尽量减少植被破坏为原则，对施工过程中开挖的疏浚土方应进行底质监测，以免在弃渣利用中将有毒物质带入生态系统中循环。施工结束后对开挖区和弃渣区应尽可能恢复农田和植被，随着各项水土保持措施、绿化美化措施的同步完成，促进整个生态环境朝良性循环发展。各防洪工程可减少规划内土地受洪水冲刷的影响，有利于规划区内生态系统的稳定。

规划工程建设多为原河道的拓宽修整加固，相对而言，对生态环境影响较小。要求在工程建设过程中将保护植被与工程建设相结合，在规划工程管理范围内搞好绿化，美化环境。规划工程的实施，提高了河网的调蓄能力，同时河道两侧绿化带的建设还可以净化大气、降低噪声、改善景观，有利于城市整体环境的改善。通过河道整治，可以充分发挥、强化和提升河道的生态、水利、文化、旅游、休闲、商贸、居住等功能，优化整个城区的环境质量，有利于当地旅游资源的开发，促进旅游业的发展，更好地为当地经济建设服务。

8.5.5 工程占地的影响

规划各项工程永久和临时占用土地会给当地农业和林业带来不利影响，被占用土地因利用方式发生改变而丧失生产力，从而给当地农业和林业造成一定的损失。因此，规划各项工程实施前应做好调查，及时对受影响的个人和团体进行补偿，保障其自身利益。

8.5.6 对社会经济的影响

规划工程实施后，防洪排涝标准的提高，有利于保护河道两岸的农田和村庄。同时由于各种设施的新、改、扩建，使水利设施能够跟上城市建设的发展。

8.5.7 施工对环境的影响

1) 施工对水质的影响

工程施工期间，因土石方的开挖、出渣、场地平整，土石围堰的填筑、混凝土拌和、堤防填筑等均有浑水排放。另外大量施工人员进驻工地所排放的生活污水将对沿线的水质带来一定的污染。施工期间，每逢暴雨，由于施工场地的含泥沙水冲入河道，将使河水的浑浊度增加。而生活污水因所含的有机物较多，有机污染将加重。施工期间应采取相应措施对废污水进行处理，处理达标后方可排放。

预计工程全部建成后，因施工场地基本稳定，并有一定的植被覆盖度后，河网水体的浑浊度能逐渐恢复到工程前水平。

2) 施工弃渣对环境的影响

规划工程施工期间，由于基坑的开挖、河道疏浚、堤防填筑、围堰拆除等都有大量的土方产生。这些土方若不加处理，裸露于荒野，势必引起水土流失，影响环境。

为充分利用开挖土方，应对土方进行平衡分析，开挖土方尽量用于堤防填筑，多余部分土方尽可能用于城市建设和低洼地填高利用。为了改善环境，要求对弃入渣场的弃渣建挡墙拦渣并采取排水措施，确保渣体稳定。河道两

岸开挖区必须形成合适的坡度，防止崩塌和滑坡。

另外，整个工程施工期间将产生垃圾和粪便。这些垃圾主要分布于河道两岸、圩区和闸站周边，可由当地环卫部门及时清运。要求在生活区和施工集中区建厕所和化粪池，并经常打扫和消毒，可将粪便作为附近农田肥料，严禁随地倾倒。

3) 施工噪声对环境的影响

工程施工期间，各种施工机械的操作，均将产生噪声，施工单位在作业中应尽量合理配置施工机械，降低组合噪声级，并对作业人员做好劳动保护。

4) 施工对环境空气的影响

对空气的影响主要由施工过程中土石方开挖及汽车运输中产生的扬尘引起。

土石方开挖过程中产生的粉尘对生态环境的影响较小，但对施工人员身体健康会有不良影响。故开挖设备应尽可能使用湿式工艺，减少粉尘产生；施工人员应加强劳动保护（如戴口罩等），防止粉尘的吸入。

汽车运输扬尘对公路两侧居民健康会有一定影响，应对公路定期洒水，对居民点应加强绿化，以减少扬尘。

8.6 环境影响评价结论

本规划的环评工作中，无制约规划工程建设的环境问题，制定的环境保护目标基本可以实现。且规划工程实施后，可提高余姚市的防洪排涝能力，为城镇居民安居乐业提供保障；同时也有利于余姚市国民经济的持续发展和生态环境的改善。工程施工期间，土方开挖将损坏局部植被，使生态环境受到一定程度的影响，但工程建成后有利生态环境的改善。

总之，余姚市防洪排涝规划工程的建设，其有利影响是主要的，不利影响是次要的、局部的、暂时的，且不利影响可通过采取一定的措施加以减免或改善，从环境角度考虑，本规划工程的兴建是可行的。

9 非工程措施规划

9.1 工程管理

9.1.1 水利管理现状及存在问题

余姚市境内现有的水利设施主要有：四明湖水库、梁辉水库、陆埠水库、双溪口水库等4座大中型水库，另外还有小型水库54座；海塘23km，重要江堤394km，水闸765座，小水电站总装机2.6万kW，抽排站总装机5.3万kW，新建和完善了6个水级，初步实现了防汛指挥决策现代化，已基本形成了一个以防洪、御潮、除涝、灌溉、供水、发电为主框架的功能较为完备的水利工程体系，为余姚市经济和社会发展提供了重要的基础保障和支撑作用。

尽管经过多年的建设，水利管理工作已有一些基础，但还不够完善。目前存在的主要问题有：

(1) 余姚市所处的地理位置、流域特性决定了其水利工程数量众多、位置分散、规模较小，客观上给水利管理工作带来一定的难度。

(2) “水法”、“防洪法”等水利法规，贯彻存在一定困难，给水利管理带来一定难度。部分河道的滩地被占用，缩窄河道过流断面，影响河道行洪排涝能力，人与水争地，影响人与水和谐共处的基本环境，也对提高防洪排涝标准带来负面作用。

(3) 近年来，随着域内经济发展，水环境污染日益严重，河流及平原河网的水环境承载能力都是有限的，过量的排污，造成水环境恶化，其造成的严重后果不亚于洪、涝灾害，而且治理难度也最大。

9.1.2 管理机构设置及职能

9.1.2.1 水行政主管机构

余姚市水利行政管理部门是余姚市水利局。目前余姚市河道管理以河区为单位，根据水系、河道及行政区域等因素对余姚全市河道进行划分后，由市、乡镇和村三级管理。

9.1.2.2 水利工程管理

余姚市水行政主管部门下属部门主要有余姚市四明湖水库管理局、余姚市陆埠水库管理局（丈陆地区水利管理处）、余姚市梁辉水库管理局、余姚市水政监察大队、余姚市机电排灌站、余姚市水文站、余姚市小水电开发管理中心、余姚市蜀山大闸管理处、余姚市姚江水利管理处、余姚市西上河地区水利管理处、余姚市姚西北地区水利管理处、余姚市四明山水电管理处、余姚市双溪口水库管理局等。

根据水库工程分级管理的原则，建立了相应的管理组织机构。具体见表9.1-1。

表9.1-1 水利工程分级管理机构

单位性质	单位名称
国家事业	西上河水利管理处
	四明湖水库管理局
	陆埠水库管理局
	梁辉水库管理局
	双溪口水库管理局
乡、镇	14座小(一)型水库管理所
村	40座小(二)型水库
	1333座山塘

余姚市堰闸管理处主要对低塘、戴家堰、胜利、陶家路、四塘横江和临山东门堰等6处交通闸堰坝进行管理；蜀山大闸设立蜀山大闸管理处；陆埠浦口大闸和小浦口闸由陆埠水库管理；临海浦闸管理处管理临海浦闸和横山狮桥闸；西横河闸、斗门新闸以及西上河的一些较大水闸，由西上河水利管理处管理，该些水闸的启闭均由余姚市防汛防旱指挥部决定。泗门闸站、陶家路闸站、西江闸站、中江至长冷江闸站、新开河

闸站、新开河外江闸站等由余姚市市政府成立专门的机构负责运行管理。其余较小的堰、坝、水闸均由所在地乡镇街道建立相应的管理机构，确定人员进行管理。

江塘、浦塘、水闸、排涝站、翻水站由各乡镇负责管理。

9.1.3 工程管理范围

根据《中华人民共和国防洪法》和《浙江省水利工程安全管理条例》的有关规定，水库、河道堤防、泵站、排涝挡潮闸工程均应划定工程管理范围和保护范围。

流域内水库的管理范围应在征地水位以内进行管理，并对移民水位以内的范围进行移民管理，严禁移民返回，影响水库防洪调度。

境内河道工程的管理范围为河道全部及其堤防管理带。II等工程的2级堤防如余姚市城区范围内骨干河道，其堤防的管理范围为背水坡脚外10m~20m，若设有防汛公路则为路基外10m；III等工程的3级堤防的管理范围为背水坡堤脚外10m。平原内部排涝河道管理带范围从河岸线起算，河面宽20m以下河道左右岸管理带范围为8m，河面宽20m以上河道左右岸管理带范围为15m。险工地段适当放宽，并考虑河道养护、中转及工程管理用地。

大中型分洪闸主要包括蜀山大闸、临海浦闸、陶家路闸等的管理范围为向内河延伸200m~500m，左右侧边墩翼墙起各向外延伸50m~200m，其他小型节制闸的管理范围可酌情缩减。

河道、水闸管理范围内的土地所有权属国家，使用权属堤防管理所，按规定征用后由工程管理机构使用。禁止在上述管理范围内新建房屋等建（构）筑物；禁止在涵闸闸口附近抛锚停船。管理带范围以外5m宽的保护带，在保护范围内土地所有权和使用权不变，但不得从事有碍于堤防、水闸安全的活动。

按设计管理范围，建设管理机构应会同土地管理部门按设计管理范围

埋设界桩。

根据水库、河道堤线等级划分，明确防洪标准、等级，提出管理带和保护带宽度的建议意见，防汛道路的安排等。结合余姚市城区的实际情况，建议河道管理范围与绿化带相结合，这样即有利于埋设界桩，划定范围，也有利于日常的管理。建议沿河绿化带宽度不小于河道管理带和保护带之和，若绿化带比管理保护带宽，则取绿化带宽度。

9.2 重要水利工程防洪调度原则

9.2.1 水库工程调度原则

1) 四明湖水库

在确保水库主体工程安全的前提下，适时与姚江错峰，减轻姚江两岸洪涝压力，下泄流量的控制根据库水位分级控制：库水位16.28m以下，按下游河道安全泄量 $30\text{m}^3/\text{s}$ 泄洪；库水位16.28m~16.78m控制泄洪 $45\text{m}^3/\text{s}$ ；库水位16.78m~17.28m时控制泄洪 $80\text{m}^3/\text{s}$ ；库水位超过17.28m时，控制下泄流量不超过入库流量。四明湖水库准备泄洪时，应及时向省和宁波、余姚各级防汛部门汇报，以利组织避洪。

2) 陆埠水库

当库区内发生大洪水时，按以下方案泄洪：库水位46.19m—47.69m由溢洪道自由泄洪，不开启泄洪洞，最大下泄流量 $221\text{m}^3/\text{s}$ ；库水位47.69m—49.19m时，除溢洪道自由泄洪外，逐渐开启泄洪洞，直至全开。五十年一遇最大下泄流量 $591\text{m}^3/\text{s}$ 。

3) 梁辉水库

当库区内发生20年一遇及其以下洪水时，原则上实行洪水全拦，适时下泄安全流量；当发生50年一遇洪水时，溢洪闸启闸下泄不超过 $100\text{m}^3/\text{s}$ ；当下泄流量大于 $100\text{m}^3/\text{s}$ 时，下泄流量不得超过入库流量。

4) 双溪口水库

当库水位60.10m~61.30m，通过泄洪洞泄洪，按下游学士桥安全流量

167m³/s 控制下泄；库水位 61.30m~67.20m，通过溢洪道泄洪，按下游学士桥安全流量 167m³/s 控制下泄；库水位 67.20m~67.30m，溢洪道闸门开启 3.0m；库水位 67.30m~67.40m，溢洪道闸门开启 3.5m；库水位 67.40m~67.50m，溢洪道闸门全开；库水位 67.50m~67.81m，溢洪道闸门全开，同时开启泄洪洞闸门 1.2m；库水位 67.81m~68.04m，溢洪道闸门全开，同时开启泄洪洞闸门 1.3m；库水位超过 68.04m，溢洪道闸门全开、泄洪洞闸门全开。

5) 小(1)型水库

严格按照市水利局批准的水库汛期控制运行计划运行，严禁超蓄。

9.2.2 骨干排涝闸调度原则

各防洪排涝工程调度应服从余姚市防洪排涝整体大局，在市防汛防旱指挥部制订的调度运用原则和计划的基础上，编制调度细则。

根据气象部门预报，姚江流域将发生强降雨时，流域主要河网水位及姚江干流控制在中低水位。

流域内发生大洪水时，向北排涝的临海浦闸、陶家路闸、新开河闸要尽最大可能候潮排涝，减轻姚江压力；为了保证骨干河道及水闸的安全，应控制闸前最低水位。当流域发生 20 年一遇以下洪水时，向东排涝的西横河闸、斗门闸、蜀山大闸、五江桥调控工程要加大泄洪，及时排除闸前阻水水草及其他障碍物；当流域发生 20 年一遇及以上洪水时，向东排涝的西横河闸、斗门闸、五江桥节制闸、长冷江沿线节制闸关闭，使上虞客水及姚西北涝水尽可能往北排，蜀山大闸要加大泄洪，以确保余姚城区的安全。

9.2.3 排涝站调度原则

当流域发生 20 年一遇及以下洪水时，各地所有排涝设施全力排涝；当发生 50 年一遇洪水时，往北的临山强排站、沿 329 国道强排站群、陶家路新闸强排站、新开河闸强排站开机补充向北排涝，城镇等重要目标

内的排涝设施连续排涝，农村各圩内排涝泵站停止排水，以保证姚江江堤和重要目标的安全。

9.3 水面率与地坪控制

本次规划除采取必要的“蓄、输、排”等工程措施来提升平原排涝能力之外，建议通过严格控制平原河网水面率来保障城市排涝安全，同时采用控制规划地坪的方法来满足建设项目的设防安全。

根据流域分区排涝格局和水位情况，对余姚市分河区水面率提出以下控制标准（表9.3-1），各区片控制水面率应不小于其相应控制标准；老城区应按《余姚市城市总体规划（2001-2020年）》控制地坪高程3.4m~3.6m，新城区按照余姚市相关部门提出控制地坪高程3.8m~4.0m；城镇建设中的民用设施应不小于表9.3-1的控制地坪标准，而其他特殊区域及重大公共设施等地坪控制要求需结合实际情况进行专题研究和特殊处理。

表9.3-1 姚江流域平原水面率和地坪控制建议

平原	分片	分片边界	预留农保区面积 (km ²)	控制 水面率	城镇建设 控制地坪 (m)
余姚片	姚西北	长冷江以北	姚北: 35 (18%)	8%	4.0
	姚江上游片	长冷江以南、马渚、 余姚中心城区片	姚西北: 60(19%)	7.2%	3.4~3.6
	姚江中游片	沿姚江中游两侧，包括丈亭、陆 埠、三七市、河姆渡片以及大隐	姚南: 25 (20%)	8%	3.0~3.2

9.4 防洪减灾指挥决策系统规划

9.4.1 现状和存在问题

防洪指挥系统主要包括防洪机构组织系统，预警预报系统，通信网络系统、防洪决策系统等。目前，余姚市主城区防汛指挥系统已基本建设完成，但洪水预警预报系统还不够完善，部分基层地区尚存在薄弱环节。水雨情信息采集、城市积水监测、工程设施调度等各个系统有待进

一步的完善。由于余姚市城区在河道及水利设施管理机构设置方面存在多头管理的现象，部门职责和权限交叉，一旦发生较大洪水时，往往沟通协调的程序复杂，对防洪的决策带来一定困难。

9.4.2 防洪减灾指挥决策系统规划

1) 防洪机构组织系统建设

根据《防洪法》第三十八条“防汛抗洪工作实行各级人民政府行政首长负责制，统一指挥、分级分部门负责”的原则，组建由一名市政府领导为总指挥的城市防汛减灾指挥系统，领导全市防汛抗洪工作。

根据余姚市城市河道与水利设施的管理现状，规划建设 2 个城市防洪减灾指挥子系统，分别为主城区防洪减灾指挥子系统，主城区以外区域防洪减灾指挥子系统。

由于余姚市主城区范围以内的河道水域主管部门为余姚市住建局，余姚市主城区防洪减灾指挥子系统设置在住建局，防洪减灾决策指挥系统覆盖范围为 45km² 主城区。主城区以外区域防洪减灾指挥子系统设在余姚市水利局，防洪减灾决策指挥系统覆盖范围为主城区以外区域。

2) 防洪决策支持系统硬件构成

防洪决策支持系统硬件构成框图见图9.4-1。

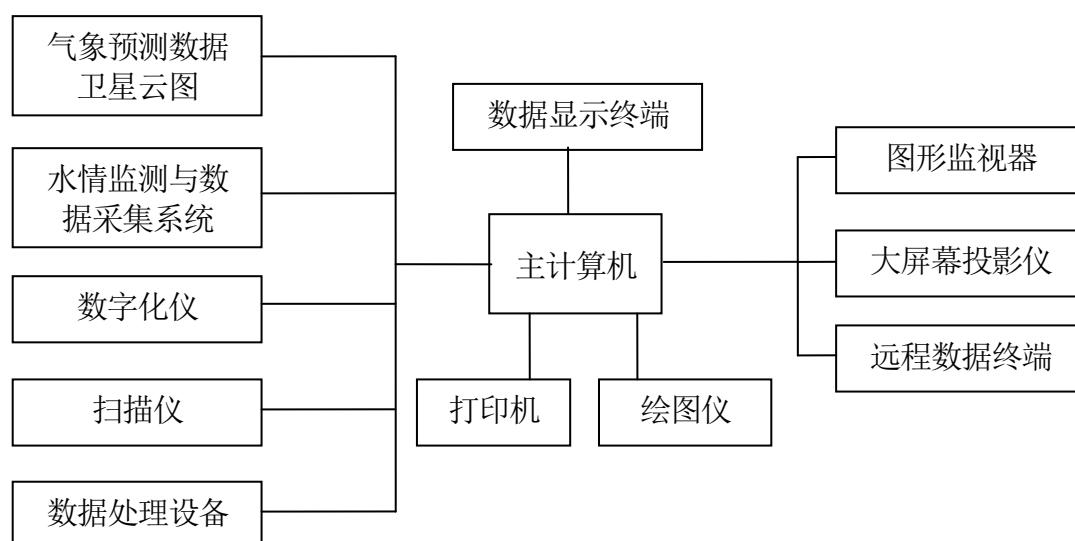


图 9.4-1 硬件构成图

(1) 数据采集系统。包括气象、水情、雨情和工情数据和防洪调度的有关数据，以及数据的处理、传递、解译。

(2) 计算机及其附属设备。

(3) 输入系统包括数字化仪、扫描仪以及气象、水情、雨情自动测报系统的数据之类的输入通道。

(4) 输出系统包括图形显示器、打印机和绘图仪、彩色大屏幕投影等。

(5) 其它附属设备有不间断电源、调制解调器。

3) 防洪减灾决策系统构成

健全防洪减灾决策系统，汛期要充分利用预警预报系统的分析资料；组织专家对比进行科学分析，为领导正确决策作为参谋；并保证决策能够全面、准确、及时的贯彻实施。

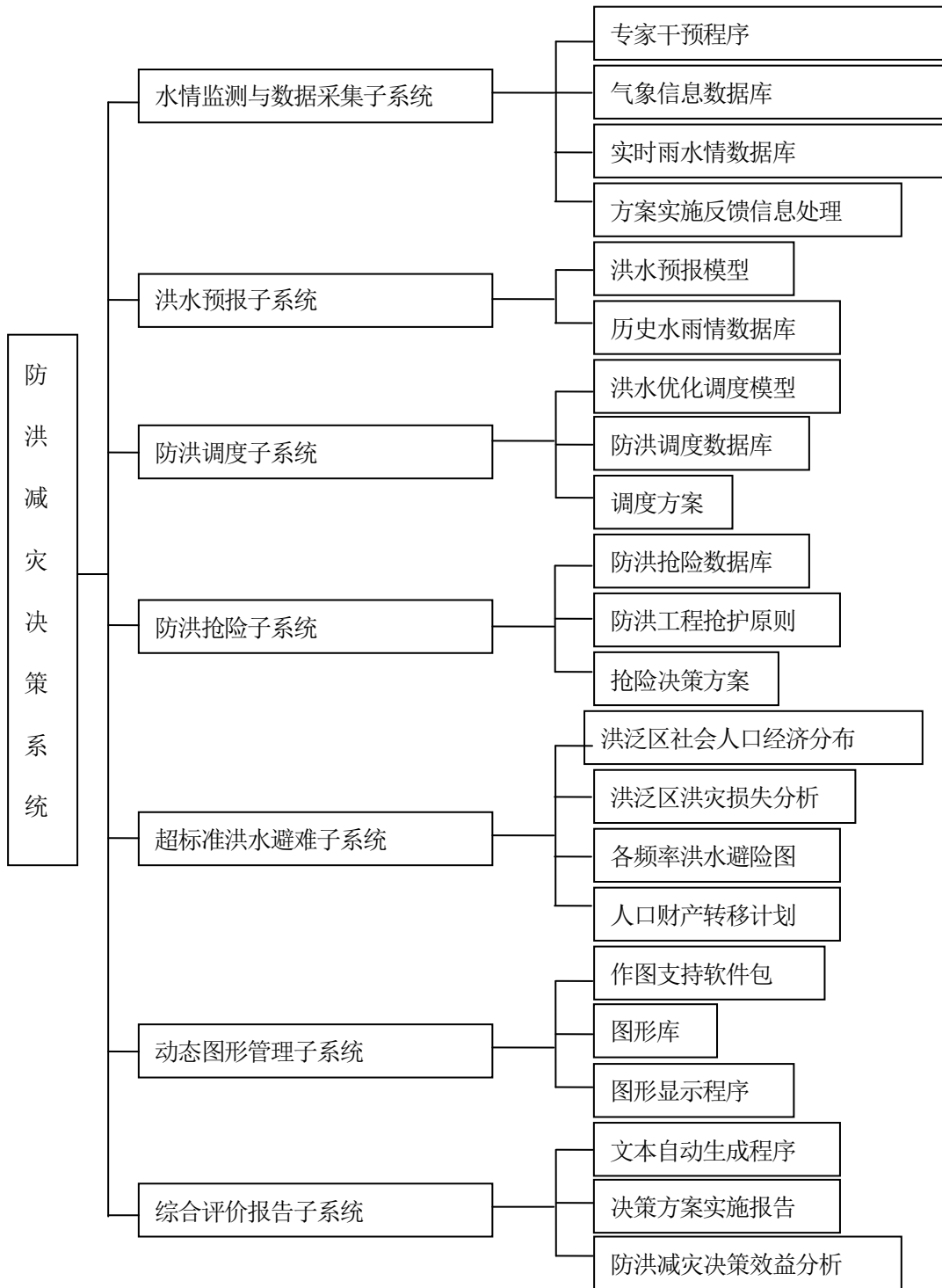


图9.4-2 防汛指挥系统结构图

9.5 水情监测与数据采集规划

利用余姚市已有的信息化系统（公共信息网）并与有关规划相协调，建立水情监测与数据采集系统，实现水情、水质信息快速传输，处理和

发布体系，以便实施动态监控和管理，充分发挥数字化、信息化在水资源环境保护中的作用。

9.5.1 系统组成

水情监测与预警系统主要包括水情数据采集系统、通信系统和决策指挥系统等。余姚市主要为姚江、临海浦江、奖嘉隆江、陶家路江、新开北排河道等主要河流，区域内部水域有水库山塘、山溪性河流与平原河网组成。因此，针对本区域的特点，系统构成如图9.5-1所示。

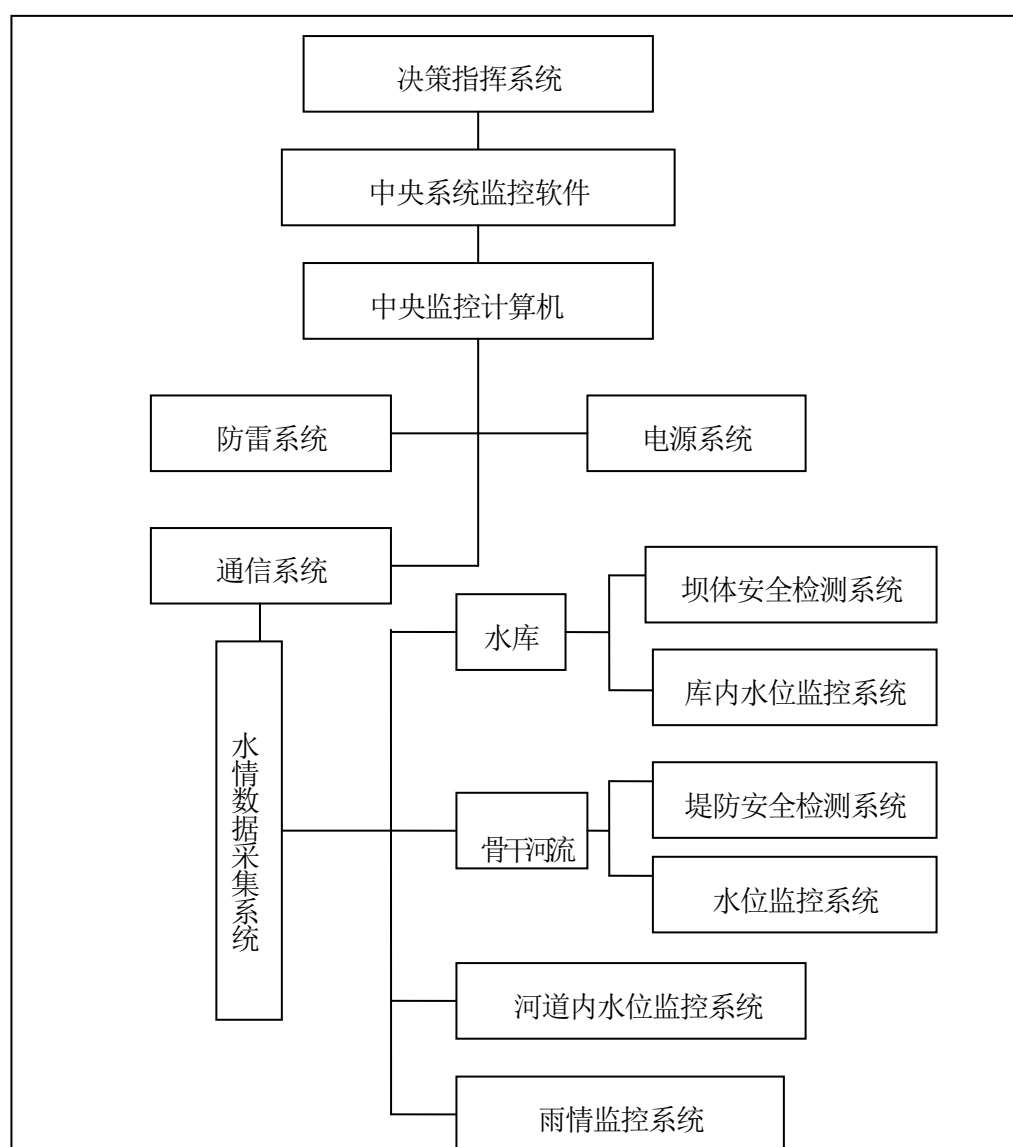


图9.5-1 水情监测与数据采集系统结构图

为了促进水利现代化，必须加快水利信息化的发展，根据当地具体情况，增强骨干工程管理和运用的科学性、域内工程范围广、项目多，管理难度大，结合流域水情预报警系统和水质监测系统、防洪调度通讯系统等管理设施建设，建设域内水情预报和水质监测系统。

余姚历史上洪涝灾害频繁，对人民生命财产构成了严重威胁。近年来，余姚市投资大量财力，建成了国内领先，省内首个覆盖全区域的多功能防汛抗旱决策指挥系统，该系统由信息收集、投影、图像传输、预警预报等子系统组成，覆盖全市所有小（一）型以上水库、重要河流，连接61座水文测报站点，可实时显示各站点水位、潮位、雨量、风向、风速等信息，其中，洪水预警预报系统可在险情出现前发出警报，使决策者能在第一时间采取相应措施。它能在极短的时间内将余姚各水文、气象、墒情遥测站点的数据一一显示在大屏幕上，全市水情、雨情、气象信息一目了然。

9.5.2 通信系统建设

1) 专用通讯线路建设

水文自动测报系统进行数传的通讯线路可以采用：超短波信道、微波信道、公用电话线路PSTN、公用数据线路（ISDN、DDN、X.25等）、卫星信道（INMARSAT、VSAT、GSM信道）及短波信道等。

为了确保通信畅通，选用公用数据路线作为主通信线路、无线通信线路作为辅助通信线路。

2) 预警预报系统建设

随着科学技术的进步，洪水预警报系统在技术上日趋成熟，已成为防汛抗洪的有力武器。因此，应建立健全全市的洪水预警报系统，即利用流域内及流域附近现有的雨量站、气象站，根据流域中上游的地理特征、雨型的时空分布、走向及各遥测降雨量、卫星云图接收等参数，建立雨洪水预报模型，为余姚市的城市防洪提供准确的决策依据。

3) 通信网络系统的建设

健全通信网络系统，为了确保防洪指挥调度通信畅通，必须建立起无线和有线二套通信系统。

4) 防洪决策系统建设

健全防洪决策系统，防汛期间要充分利用预警预报系统的分析资料。组织专家进行科学分析，为领导防汛正确决策参谋，并保证决策能够全面、准确、及时的贯彻实施。

9.6 超标准洪水应对措施

9.6.1 对策措施

当流域内发生比50年一遇洪水更为严重的水情，即为超标准洪水。规划工程实施后，余姚市遭遇超标准洪水时仍将受灾，为了使洪水灾害减轻至最低程度，建议采取如下对策：

1) 五江桥调控工程、斗门闸、西横河闸、沿长泠江沿线等节制闸，泗门泵站、新开河闸站、新开河外江闸站、陶家路闸站等，结合气象预报，加强优化调度，以降低姚西北平原沿程洪水位。

2) 加强南部四明湖水库、梁辉水库、陆埠水库、双溪口水库、向家弄水库的调度运行。

3) 洪水期间，要组织抢险力量，提高防洪意识，调集抢险物资，巡视堤防隐患，及时处理险情，确保堤防安全。

4) 对保护一般农田和小村庄的电排圩区，当圩外水位超过堤防设计洪水位时，电排站应停止排水，以保护防洪不失事，以免防洪堤溃决，造成更大的损失。

5) 为避免超标准洪水时发生堤防溃决，对防洪标准较低的建制镇和农田防洪圩堤，应预留若干处有消能设施的漫水堤段，允许超标准洪水漫溢过圩堤，发挥分洪和平衡堤身两侧水位作用，避免防洪堤失事。

6) 制定超标准洪水影响地区的撤离方案。根据洪水预报和事先的计

划安排，进行有序地撤离。

7) 在城市建设发展中，不得随意填掉水面，至少保持现有水面积，在城市景观设计时，尽可能考虑一些水体景观以增加河网调蓄，减轻超标准洪水所带来的损失。

8) 建立防汛物资储备，以备紧急防汛抢险，重要部门和单位，应布设在地势相对较高处，以避免超标准洪水对要害部门产生严重的影响。

9.6.2 余姚城区超标准洪水对策

本次规划拟根据“菲特”台风作为余姚城区的超标准洪水，提出超标准洪水应急工程措施。

当余姚城区遭遇“菲特”量级降雨时，当余姚城区水位超过50年一遇水位时，为了尽量减少超标准洪水对城区造成的损失，同时确保城区堤防安全，考虑的工程措施有：

1、为确保城区安全，在西江闸站、中江至长冷江闸站发挥最大强排效益的同时，可应急增加临时北排强排泵站，尽可能降低河道水位，增加城区的排水能力；

2、适时关闭农村的强排泵站，以保证防洪堤的安全，利用农业保留区内的田面进行适当滞蓄涝水；

3、在确保四明湖、向家弄、梁辉、陆埠、双溪口等大中型水库大坝安全的前提下，做好水库的实时调度，与干流洪水错峰调度，减轻水库下游灾害。

当遭遇“菲特”量级降雨时，城区按照50年一遇设防，采用上述应急工程措施后，余姚城区100年一遇洪水位成果见表9.6-1，基本能够满足抢险需求。

表9.6-1 超标准洪水工程措施实施后100年一遇洪水位成果表 单位: m

县市	代表点	规划推荐方案(菲特雨型)+北排潮位修订		超标准应急措施实施后		
		2%	1%	1%	差值	
上虞市	通明闸上	5.2	5.42	5.41	-0.01	
	长坝	4.12	4.24	4.23	-0.01	
余姚市	平原区	西横河上	4	4.09	4.09	0
		西横河下	4.11	4.23	4.22	-0.01
		泗门	3.6	3.68	3.72	0.04
		临山	3.86	3.9	3.9	0
		四塘横闸	3.56	3.67	3.7	0.03
		七塘横闸	3.46	3.57	3.59	0.02
		临海浦闸	3.44	3.54	3.56	0.02
		陶家路闸	3.42	3.52	3.54	0.02
	余姚	3.81	3.87	3.83	-0.02	
	姚江干流区	永思桥	4.52	4.76	4.76	0
		最良江	3.83	3.9	3.88	-0.02
		蜀山大闸上	3.77	3.82	3.79	-0.03
丈亭		3.75	3.73	3.73	0	
宁波市区	姚江大闸	3.52	3.6	3.6	0	
	三江口	3.48	3.58	3.58	0	

9.7 其他非工程措施

1) 加强城市规划建设与管理, 改善城市雨洪排泄条件, 促进雨洪的资源化利用。

近年来, 随着城市建设的高速发展, 城市热岛效应也变得越来越明显, 城市局部地区生态环境恶化, 暴雨、大风、冰雹等极端灾害天气发生概率增大。因此在城市规划建设是应考虑绿地、水面等生态带的建设, 通过保护生态环境, 减少废气、废热排放, 植树绿化改善环境等措施创造一个较好的气候条件。

另一方面, 随着城市人口的聚集和居住条件的提高, 不透水地面面积的增加也使水灾损失急剧增加。为改善城市防洪排水条件并结合水资源利用, 应将水资源的合理调配、水灾害防御与水环境治理一起纳入城市

规划与管理。具体措施可以参考日韩等先进发达国家的城市建设经验，建设雨水调节设施，在地下停车场建地下蓄水池，有条件的地方则建更大的防灾调节池；将城市绿地高程降至下水道进水口以下；改造排水系统，如设置上下两层双排水管道；道路和广场建设时考虑雨水的下渗，路面不用水泥，而是用石子或渗水的沥青等等，对于排洪和储蓄地下水有显著的效果。

2) 建立健全法律法规，完善防洪减灾的法律法规体系与执法体系。

在防洪减灾方面，国家与地方政府先后制定和出台了多项法律法规。有《水法》《防洪法》《防汛条例》等，防洪减灾的执法主体主要是各级政府的水行政主管部门、各级防汛指挥机构、法院。但在实际工作中防洪减灾的执法力度还不够，尤其是城市河道往往要让步与城市的建设，河道改线、河道水域侵占等行为的监督、监管缺位现象严重。由于余姚市在城市河道建设、管理、审批等方面存在多头管理的现象，由于执法主体的不明确造成的问题屡有发生。

因此，在进一步完善防洪减灾的法律法规体系建设的同时，制定详细的、具有可操作性的法规制度也是亟需解决的问题。尤其需要在城市河道管理、洪水保险、蓄滞行洪区的建设与管理、洪灾救济与补偿等方面制定专门的法律。

3) 以科技为先导，加强防洪减灾人才队伍建设，大力开展科学研究，指导防洪防灾工作。

目前，我国的水利科技含量还不高，水利人才资源匮乏，人才总量不足，整体文化素质偏低；人才结构和分布也不合理，高层次专业技术人才和高技能的实用人才严重不足，不能满足随社会经济发展而日益提高的防洪安全保障需求。

因此一方面培养适应于水利科技的人才，大力表彰青年科技英才，为建设现代水利、可持续发展水利的支撑和保障。另一方面加强防洪减灾

科研领域的投入，促进跨学科的联合攻关之，大力加强自身的学科建设积极推进水利科技成果的转化和推广。

4) 加强防洪防灾方面的宣传工作，强化风险意识，实现依法防洪和公众自觉防灾的良好结合。

防洪减灾工作需要人民群众的积极参与，提高居民防灾意识。使他们确切了解居住地区遭受洪水的可能性及其严重程度，宣传临时避洪减灾的各种办法。使他们在遭受洪灾时有必要的思想准备和应变能力，对于减少洪灾带来的经济损失和人身安全方面的隐患尤为重要。

宣传防洪减灾相关知识可以借鉴日韩两国的经验，从儿童开始教育，在中小学校中增加防灾自救常识的学习，通过电视网络媒体及宣传手册等多种多样、喜闻乐见的方式普及自然灾害防御的基本知识，强化民众的防灾风险意识。通过教育和学习，使得政府的号召，转化成为民众的自觉行动，这样就能大大减轻灾害的损失。

5) 推进洪水保险工作的开展。

防洪减灾管理的手段包括行政手段、法律手段、经济手段等。其中，经济手段最能调动区内居民的积极性，同时可减轻政府行政管理的负担。

洪水灾害难以完全避免，如实行洪水保险，灾发后，保险公司可根据灾情向投保单位或个人支付保险金实施经济补偿，以防止或减轻灾情蔓延和扩大。国外许多国家把洪水保险作为非工程措施的重要组成部分。如美国、日本、南朝鲜、新西兰等国都有洪水保险法令；一些发展中国家也在研究和实行洪水保险。

余姚市由于地形特殊性，洪涝灾害频发。通过在洪水高风险区内推行洪水保险，控制洪泛区内的人口增长和经济发展，可以达到减轻洪灾损失的目的，减少政府对洪灾损失救济的负担，提高对灾民洪灾损失的赔偿能力。

10 投资估算

10.1 编制说明

10.1.1 编制依据

1) 水利部水总[2002]116号文颁发的《水利工程设计概(估)算编制规定》(以下简称《编规》)、《水利建筑工程概算定额》、《水利水电设备安装工程概算定额》、《水利工程施工机械台时费定额》;

2) 浙江省水利厅、省发展和改革委员会、省财政厅浙水建[2010]37号文颁发的《浙江省水利水电工程概(预)算编制规定(2010年)》、《浙江省水利水电建筑工程预算定额(2010年)》、《浙江省水利水电安装工程预算定额(2010年)》、《浙江省水利水电工程施工机械台班费定额(2010年)》、浙水建[2012]49号文颁发的《关于调整浙江省水利建设工程人工预算单价的通知》;

3) 交通部《公路工程基本建设项目概预算编制办法》JTG/B06-2007、交通部《公路工程概算定额》JTG/B-02-2007、交通部《公路工程机械台班费用定额》JTG/B-03-200、浙江省交通厅关于印发《浙江省公路工程概算预算编制补充规定》的通知(浙交[2008]85号)、浙交[2012]88号文《关于调整我省公路工程概算预算编制人工费单价的通知》;

4) 价格水平为2014年2月;

5) 其他有关定额、文件。

10.1.2 基础单价

1) 人工预算单价

人工预算单价划分为工长、高级工、中级工、初级工四个档次,基本工资标准分别为:385、350、280、190元/月,施工津贴按5.3元/天标准计,经计算人工预算单价分别为:5.40、5.06、4.36、2.32元/工时。

2) 材料预算价格

本工程主要材料预算单价参考2014年2月宁波余姚市造价信息。其他材

料预算单价按工程所在地区的市场价格水平，参照近期其他工程资料分析确定。实际市场价超过限价的价差在计取税金后列入相应项目的单价中。

水泥：520元/t

钢筋：3755元/t

柴油：8.33元/kg

汽油：9.82元/kg

10.1.3 临时工程

按建安工作量的10%计算。

10.1.4 独立费用

按一至二部分的20%计算。

10.1.5 预备费

工程部分基本预备费按一至三部分的15%计算，价差预备费按规定取零。

10.1.6 其他

本投资估算仅为工程部分投资，不含征地移民、环境保护和水土保持部分投资。

10.2 投资估算表

总估算表

单位：万元

序号	工程或费用名称	投资
I	工程部分投资	
1	建筑工程	570330
2	施工临时工程	57033
3	独立费用	125473
4	基本预备费 15%	112925
	合 计	865761
II	移民和环境部分投资	
1	建设及施工场地征用费	654155
2	水土保持工程	908
3	环境保护工程	1159
4	基本预备费 15%	98433
5	有关税费	72905
	合计	827560
	I~II部分总投资	1693321

建筑工程估算表

序号		单位	数量	单价(元)	合计(万元)
	第一部分 建筑工程				570329.51
一	扩大北排工程				358858.74
(一)	河道工程				217061.91
1	陶家路江二期整治工程				18439.60
2	食禄桥江整治工程				11851.63
3	贺墅江整治工程				12371.24
4	贺墅江延伸段整治工程				11720.49
5	长冷江拓浚工程				38034.68
6	新开河整治工程				60950.06
7	西江整治工程				22203.41
8	新开中江至长冷江河道工程				18088.82
9	临海大浦南延伸工程				13975.12
10	北排水系沟通工程				9426.86
(二)	节制闸及排涝站工程				107723
(三)	桥梁工程				34074.31
二	城区及姚江堤防、水库下游河道工程				139787.1
(一)	堤防工程				113457.46
1	城区堤防封闭工程				35000.00
2	下姚江堤防加固工程				8857.09
3	浦塘加固工程				13285.63
4	中山河改道工程				14152.80
5	上姚江堤防工程				15936.60
6	向家弄水库下游堤防工程				16390.77
7	陆埠大溪整治工程				9834.58
8	下姚江浦塘堤防工程				16786.82
(二)	桥梁工程				9542.82
三	城区及周边圩区工程				38746.13
(一)	圩区工程				6746.13
1	圩区 W1 圩堤				1141.82

建筑工程估算表

序号		单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
2	圩区 W2 圩堤				1161.82
3	圩区 W3 圩堤				1435.87
4	圩区 W4 圩堤				749.51
5	圩区 W5 圩堤				813.73
6	圩区 W6 圩堤				435.45
7	圩区 W7 圩堤				1007.93
(二)	排涝站工程				32000.00
五	房屋建筑工程				5443.34
六	供电设施工程				5790.00
七	其他建筑工程				21704.21

11 规划效益分析

11.1 概述

余姚市防洪排涝规划的任务是防洪排涝，属于社会基础设施水利建设项目，社会效益显著，但无财务收入，不具备财务评价条件。经济评价按照水利部发布的《水利建设项目经济评价规范》(SL72-94)和国家发改委、建设部发布的《建设项目经济评价方法和参数（第三版）》的规定，结合工程具体情况进行国民经济评价。

11.2 规划效益

规划工程实施后，可提高余姚市的防洪排涝能力，使余姚市城区和地区防洪工程达到规划设计标准，减少洪涝灾害和经济损失，促进这一地区社会经济的可持续发展。

本次规划任务是防洪排涝，属于社会基础设施水利建设项目，社会效益显著，但无财务收入，不具备财务评价条件。经济评价按照水利部发布的《水利建设项目经济评价规范》(SL72-94)和国家发改委、建设部发布的《建设项目经济评价方法和参数（第三版）》的规定，结合工程具体情况进行国民经济评价。

本规划工程实施后的社会效益主要为防洪排涝效益。本次规划将规划工程系统化，从而充分发挥工程防洪、排涝效益，保障人民生活安全，提高人民生活水平，推动区域社会经济的持续稳定的发展。

11.2.1 洪灾损失

余姚地形复杂，气候多变，自然灾害频繁。自然灾害以干旱、洪涝和风潮（台风）为主，龙卷风以及冰雹次之。

余姚市建国以来最大洪水发生于 1962 年 14 号台风暴雨期间，全市平均过程雨量 540mm。该次洪水，余姚站水位 2.98m（1985 国家高程基准，下同）（地面高程 2.2m 左右），受淹 13 天~15 天，成灾 54.6 万亩，减产粮食 9606 万斤，棉 343.5 万斤。

2000年9月的“桑美”台风：全市三日平均降雨量达240mm，暴雨中心夏家岭站的三日雨量达748.3mm。四明湖面雨量达440mm，库水位从15.66m（吴淞高程基准，下同）上升到19.13m，创建库以来的最高水位，超汛限水位1.98m。余姚站最高水位达4.65m。全市受灾面积20万亩，其中5.1万亩绝收，全市直接经济损失达2.1亿元。

2005年的“麦莎”台风，余姚站最高水位2.14m，超过警戒水位（1.60m）0.54m，超过危急水位（1.90m）0.24m；姚江大闸最高水位2.08m，超过警戒水位（1.33m）0.75m，超过危急水位（1.53m）0.55m。

2007年的“罗莎”台风，余姚市三天面雨量255mm，余姚站最高水位2.78m，超过警戒水位（1.60m）1.18m，超过危急水位（1.90m）0.88m；姚江大闸最高水位2.49m，超过警戒水位（1.33m）1.16m，超过危急水位（1.53m）0.96m；丈亭站最高水位2.54m，临山站最高水位3.34m，虽然当时下姚江丈亭站水位只有2.54m，但因当时下姚江堤顶高程只有2.63m~2.73m之间，造成姚东5个乡镇全线告急，全市农作物受淹面积约10万亩。

2012年“617”梅暴雨，全市平均降雨165.0mm。本次降雨强度大，范围广，据统计，临山站17日10时~18日10时24小时降雨量为270.5mm，为1955年有记录以来的历史最大值。受此影响，全市河网水位全线超警戒水位。其中临山（上）站最高水位3.69m，超警戒水位0.59m。余姚站2.72m，超警戒水位0.82m，永思桥3.62m，超警戒水位1.12m，丈亭站2.39m，超警戒水位0.59m，马渚（上）站3.35m，超警戒水位0.65m。

2012年11号“海葵”台风，全市平均降雨达220mm，四明山区平均雨量为284.6mm，姚江平原地区平均雨量为160.4mm，姚西北沿海地区平均降雨量为100.5mm，全市有14个测站降雨量超过300mm，33个测站降雨量超过200mm，最大站为唐田二级站的541mm，次大站为串水岩站的471mm。据统计，受本次台风影响，全市21个乡镇（街道）均出现灾

情，41266 人受灾，倒塌房屋 450 间，农作物受灾面积 14.7 万亩，其中粮食作物受灾面积 6.67 万亩，经济作物山区主要是花卉、毛竹等，平原地区主要为大棚蔬菜、棉花、水果等。山区发生多起山体滑坡、塌方，13 条县道以上公路相继塌方，其中浒溪线、甬梁线、李俞线、袁毛线等 7 条公路中断，发生公路塌方 164 处，冲毁挡墙 18 处，经交通部门抢修后已基本恢复正常。山区资源公路损坏比较严重。水利设施水毁比较严重，全市有 203 处 14km 堤防受损，130 多处护岸损坏，764 处灌溉设施冲毁，6 个水文测站受损，9 座水闸和 29 处机电泵站等损坏。全市直接经济损失达 7.565 亿元。

2013 年第 23 号“菲特”强台风，姚江流域本次最大 24 小时雨量达到 338.4mm，最大三日面雨量为 441.7mm，。奉化江流域本次最大 24 小时雨量达到 296.3mm，最大三日面雨量为 452.2mm，其中黄土岭雨量站实测最大 3 日暴雨 737.0mm，陆埠雨量站实测最大 3 日暴雨 736.5mm，向家弄雨量站实测最大 3 日暴雨 692.0mm。受强降雨影响，全市水库山塘基本超汛限水位运行，余姚站最高洪水位达到 3.40m，超历史最高洪水位 0.48m，本次台风期间，余姚水位站超危急水位 1.90m 持续时间近 8 天（189 小时），3.00m 以上高水位持续时间近 4 天（88 小时）。丈亭站最高水位 3.04m，超警戒水位 1.24m。

据统计，受本次台风影响，余姚市 70% 以上城区被淹，全市 21 个乡镇、街道均出现灾情，有 145 个行政村（社区）被围，受灾人口 832870 人，房屋受损 25650 间，转移人口 61665 人。农作物受灾面积 17287 公顷，其中粮食作物受灾面积 11000 公顷，死亡畜禽 21 万只。城区立交桥下等区域积水深达 2 米左右，从而导致城市交通基本瘫痪。城乡公路初 5 条运行外，其余 94 条全部停运。受山体塌方、水淹没等因素的影响，浒溪线、甬梁线、何梁线等 16 条公路交通中断。全市累计发生供电中断 118 次，千伏线路跳闸 8 次、拉停 110 条，因灾停止供电变电所两座(22

万伏和 11 万伏各一座)。变电所故障、线路拉停已累计造成全市 50 余个村庄、400 余台配变、近 17000 户居民停电。马渚等 2 座水厂停产。此外,全市还有 55 处约 38 公里堤防、溪道损坏,水电站、灌溉设施、水文设施等水利设施也不同程度的受损。全市直接经济损失高达 206 亿。

11.2.2 防洪效益

余姚市城区现状防洪能力不足20年一遇,本次规划项目的实施,远期能提高到100年,低洼农田治涝能力能从5~10年一遇提高到20年一遇。乡镇工业以及域内的各行业都得到有效保护,其所减少的社会经济损失为规划工程防洪治涝经济效益。保护范围为姚江两岸平原的低洼地区和工程薄弱地区、姚西北平原等,共有乡镇17个(2012年底,下同),人口83.45万人,受益农田49.2万亩,2012年全市实现农业总产值67.15亿元,实现规模以上工业企业总产值1102.11亿元。

防洪效益分为农村综合防洪效益和工商企业综合防洪效益两部分分析。

1) 农村综合防洪效益

农业综合防洪效益包括粮食和经济作物、畜牧业、水产养殖、房屋建筑、各种财物财产、公益设施和工程等,在项目实施后可以减少的洪灾经济损失,以频差法推求。

通过对90年代以来发生的洪水灾情及其损失的调查统计,经数据调整分析建立现状工况条件下保护区内洪水频率与受灾农田面积关系列表 11.2-1。根据多次洪水受灾损失资料,并经不同年份价格可比性调整,可得出保护区内不同洪水频率与受灾农田面积、单位面积综合损失关系。得工程建成后保护区不同频率防洪效益,进而以频率差法求得多年平均农业综合防洪效益为0.61亿元/年(2011年水平)。

表11-1

农业综合效益分析

单位:亿元

频率 (%)	频差 (ΔP)	受灾农田 (万亩)		工程免灾 农田 (万亩)	受灾农田 每亩损失 (元/亩)	免灾 效益 (亿元)	平均 减灾 (SI)	$\Delta P SI$
		现状	规划工程 实施					
		工程						
50	0.3	3	0	3	500	0.2	0.7	0.20
20		15	0	15	800	1.2		
10	0.1	18	0	18	1200	2.2	1.7	0.17
	0.05	20	0	20	1800	3.6	2.9	0.14
5	0.03	25	20	5	2500	1.3	2.4	0.07
2		30	23	7	3000	2.1	1.7	0.02
1	0.01	30	23	7	3000	2.1	1.9	0.01
0.5	0.005	40	35	5	3200	1.6		
合计								0.61

2) 工商企业综合防洪效益

工商企业综合防洪效益包括各类工业、交通、商业、服务业、建筑业、邮电通讯业等，在规划工程实施后可以减少的经济损失。按照洪水频差法，以工商企业综合免损率和工业总产值计算。

表11-2

工商综合效益分析

单位：亿元

频率 (%)	频差 (ΔP)	洪灾损失 (亿元)		免灾效益 (亿元)	平均减灾 (SI)	$\Delta P SI$
		现状工程	规划工程			
			实施			
50	0.3	2	0	2	6.0	1.80
20		10	0	10		
10	0.1	40	0	40	25.0	2.50
	0.05					
5	0.03	100	30	70	100.0	3.00
2		180	50	130		
1	0.01	206	100	106	118.0	1.18
	0.005					
0.5		300	200	100	103.0	0.52
合计						11.75

从而得出2012年水平总防洪效益为11.75亿元/年。

考虑防洪保护区的农业产量和社会财富等保护对象随着经济的发展而增加，防洪排涝效益相应有所增加，参照当地政府关于国民经济长远发展计划速度，2012~2020年农业综合防洪排涝效益年均增长率取2%，工商企业综合防洪排涝效益年均增长率取4%，2020年后，农业综合防洪排涝效益和工商企业综合防洪排涝效益年均增长率分别取1%和2%。

11.2.3 其他效益

规划工程实施后，可增加水体流动与交换，提高水体自净能力，改善水环境。减少水事纠纷，促进农村社会和谐稳定，改善居民生活环境，提高区内居民生活品质。该部分不作量化评价。

12 规划工程及实施意见

12.1 规划治理工程

根据上述规划，余姚市防洪排涝治理共需规划工程项目46项，具体如下：

1) 扩大北排工程20项：

- (1) 新建五江桥调控工程（水闸1孔×60m）
- (2) 新建贺墅江节制闸(5孔×8m，闸底高程-1.87m)
- (3) 拓宽贺墅江（由现状20m拓宽至60m面宽）
- (4) 新开贺墅江延伸段（面宽60m）
- (5) 拓宽长冷江（由现状20m拓宽至80m）
- (6) 拓宽长庆桥江（面宽80m）
- (7) 新开北排通道（面宽80m~100m）
- (8) 陶家路江二期整治工程（拓宽至面宽80m~100m）
- (9) 陶家路江泗门泵站工程（泵站规模100m³/s）
- (10) 陶家路闸新增泵站工程（泵站规模200m³/s）
- (11) 食禄桥江整治工程（拓宽至45m）
- (12) 北排水系沟通工程
- (13) 新开北排河道外江闸站工程（水闸宽度50m，泵站规模100m³/s）
- (14) 新开河闸站工程（水闸宽度56m，泵站规模200m³/s）
- (15) 临海浦江整治工程（拓宽至60m）
- (16) 临海大浦南延伸工程（控制最小面宽30m）
- (17) 新增中江至长冷江河道整治工程（面宽50m）
- (18) 新增中江至长冷江闸站工程（水闸20m，泵站规模50m³/s）
- (19) 西江农村段拓宽至60m
- (20) 西江闸站工程（水闸40m，泵站规模50m³/s）等。

2) 城区及姚江堤防、水库下游河道工程6项

- (1) 城区堤防封闭工程, 河长38.11km
- (2) 下姚江及浦塘堤防加高加固工程, 河长59km
- (3) 中山河改道工程, 河长4.1km, 包括新横江2.36km、新桥江1.79km
- (4) 上姚江堤防工程, 河长26.2km
- (5) 向家弄水库下游河道堤防工程, 河长5.88km, 其中三溪大溪3.47km, 溪凤桥江2.41km
- (6) 陆埠大溪整治工程, 河长9.78km。

3) 低地圩区电排工程19片:

为解决城市低洼地区的涝水问题, 分级设防, 城南分级设置4个圩区, 城北设置7个圩区, 乡镇及农村设置8个小圩区。保护面积246 km², 泵站规模662 m³/s, 圩堤长度65km, 水闸规模57m。

其中城北利用食禄桥江、西江、中江、东江、侯青江、最良江、姚江干流、中江至长冷江等河道堤防工程, 共分成7个小圩区, 保护面积114km²; 城南圩区利用向家弄水库下泄河道、梁辉水库下泄河道、中山河改道工程、陆埠水库下泄河道、最良江等河道堤防工程形成4个圩区, 保护面积62km², 城区泵站规模518 m³/s, 其中城北圩区泵站规模为268 m³/s, 城南圩区泵站规模为250 m³/s。

乡镇及农村8个圩区保护面积70 km², 泵站规模144 m³/s, 圩堤长度65km, 水闸规模57m。

4) 南蓄工程1项:

根据《甬江流域综合规划》(1998年), 规划实施南蓄工程——西岙水库, 集雨面积17.7km², 总库容2430万m³, 防洪库容350万m³。

12.2 规划近期工程

根据统一规划、全面安排、综合治理、分期实施的原则, 在推荐余姚市整个防洪排涝体系建设的基础上, 考虑余姚市人力和财力实际情况, 根据工程实施对区域防洪排涝的重要性及工程实施的难易, 并与城镇发

展相适应的原则，明确规划近期实施工程27项，具体如下：

1) 扩大北排工程10项：

(1) 拓宽长冷江（近期起点新开河出口，终点长冷江与斜白江汇合口段）；

(2) 拓宽长庆桥江（面宽80m）；

(3) 新开北排通道（面宽80m~100m）；

(4) 新开北排口门（水闸净宽30m）；（5）陶家路江二期整治工程（拓宽至面宽80m~100m，含四塘横江新开北排河至陶江路江段）；

(6) 陶家路江泗门泵站工程（泵站规模100m³/s）

(7) 食禄桥江整治工程（拓宽至45m）

(8) 北排水系沟通工程

(9) 西江农村段拓宽至60m

(10) 西江闸站工程（水闸40m，泵站规模50m³/s）等。

2) 城区及姚江堤防、水库下游河道工程6项

(1) 城区堤防封闭工程，河长38.11km；

(2) 下姚江及浦塘堤防加高加固工程，河长59km；

(3) 中山河改道工程，河长4.1km，包括新横江2.36km、新桥江1.79km；

(4) 上姚江堤防工程，河长26.2km；

(5) 向家弄水库下游河道堤防工程，河长5.88km，其中三溪大溪3.47km，溪凤桥江2.41km；

(6) 陆埠大溪整治工程，河长9.78km。

3) 低地圩区电排工程11片：

近期实施城区圩区泵站改造工程，其中城北圩区改造泵站规模202m³/s，城南圩区改造泵站规模111 m³/s。

13 结论与建议

13.1 结论

1) 规划编制的必要性

近几年来，余姚市不断遭受2000年“桑美”、2005年“麦莎”、2007年“罗莎”、2012年“617”梅暴雨、2012年“海葵”等台风的袭击，尤其今年第23号“菲特”台风，持续强降雨，给余姚市造成了严重灾害，损失惨重，期间暴露出姚江流域防洪排涝形势持续恶化，姚江干流东排不畅，姚江干流防洪工程相继完工洪水归槽，使干流水位高涨，加上境外来水增加，杭甬运河裁弯取直后，洪水下泄速度加快等客观因素，致使流域受灾时间延长，受灾程度加重，随着奉化江、甬江干流全线堤防封闭归槽及规划强排工程的实施对姚江大闸排水顶托日渐加剧，且余姚市区较四周地势低，是一个易汇水的地区，在面对类似“菲特”级别的风暴雨时，依托姚江大闸的过流能力，无法应对上虞客水加快入境和姚西北来水的防洪压力，然而姚江二闸建设又遥遥无期，奉化江干流规划强排工程的实施对姚江大闸排水顶托日渐加剧，令姚江东排功能削弱，因此在姚江流域防洪排涝严峻形势下，急需对姚江流域的防洪排涝格局及防洪优化调度进一步研究。本次规划的编制是适应社会经济发展，解决余姚城区防洪排涝治本之需的需要，城市下垫面条件改变的需要，是构建姚江流域城市防洪封闭体系的需要，是适应流域建设防洪形势改变、完善上虞客水及姚西北排涝布局，缓解宁波市城区防洪压力的需要。

2) 规划范围

本次规划范围为余姚市境内的姚江水系、钱塘江水系（含规划新围垦区），合计 1527km²。

规划研究范围涉及姚江流域、奉化江流域、甬江流域及上虞、余姚北排的钱塘江流域，总面积约 4684km²。其中姚江东排面积 1516km²。

3) 规划标准

(1) 防洪标准

余姚城区防洪标准为50年一遇，乡镇防洪标准为20年一遇。

其中：

余姚城区段（蜀山大闸以上）防洪标准为 50年一遇；

蜀山大闸～余姚江北分界线为20年一遇。

(2) 排涝标准

城市及城镇排涝标准为20年一遇24暴雨24小时排出；

农村排涝标准为20年一遇3天暴雨3天排出。

4) 规划水平年

规划基准年：2012年；

规划水平年：2020年。

5) 规划防洪排涝成果

(1) 工程布局的原则

本次余姚市防洪排涝布局主要原则为“东泄、南蓄、北排、中疏、低围”。

(2) 工程布局主要措施

1、“南蓄”：根据《甬江流域综合规划》（1998年），兴建西岙水库，工程集水面积17.7km²，总库容2430万m³，防洪库容350万m³。

2、“北排”：在对余姚市河道进行疏浚整治的基础上，在上姚江设置节制闸，导引上游洪水北排入杭州湾，北排骨干河道自通明闸至杭州湾，总长38km。需拓浚河道86km，新建大型排涝泵站六座，设计流量700m³/s。

3、“中疏”：对东排姚江干流及城区河道及虽苦下游河道实施堤防工程，主要加高加固骨干河道及水库下游河道长度143km。

4、“低围”：分级设防，城区分级设置11个大圩区，乡镇设置2个圩区，农村设置6个小圩区。保护面积246 km²，泵站规模662 m³/s，圩堤长度65km，水闸规模57m。

13.2 若干问题的说明

1、本规划推荐的排涝工程实施后，基本可达到城区50年一遇，乡镇20年一遇的防洪标准。

2、规划中尚未控制的较小河道，原则上应维持现状，以保证河网水面率。在城镇发展中确需改变，需作专题论证及采取必要的补偿措施，并报水行政主管部门批准。

3、城市水网是城市发展的重要资源，水网所形成的独特的自然环境影响城市的风格，美化城市环境，水网具有提供水源、保护绿地、维持环境等多项生态功能，在城市生态建设、拓展城市发展空间、提高城市人文品位方面显示出空前独特的作用。

4、本次规划的方案计算是在整个甬江流域治理的基础上进行的。计算时已考虑奉化江、甬江的边界调节对本次规划范围内水位的影响。

5、对于地势低洼的小片农田，建议结合新农村建设，形成分区农田排水系统，利用汛期前期低水位时预排，或用小泵站抽排，以达到排涝标准。

13.3 建议

1、对本规划提出的推荐排涝河道及两岸的管理带，应及早埋标定线，进行控制，对于农业保留区和滞洪区域的控制要求应尽快与城市总体规划和土地利用规划等相关规划做好对接。

2、老城区部分低洼区现状地面高程低于规划城区控制高程，甚至低于规划工况下设计涝水位，应按《余姚市城市总体规划（2001-2020年）》尽早填高至3.4~3.6m，若确实存在实施困难，建议利用道路形成圩区进行抽排，以达到排涝标准。

3、根据统筹兼顾的原则，在流域规划的基础上，实施单项防洪排涝工程时，应根据不同的保护对象，细化建设标准和规模，在工程体系建设过程中，应分析单项工程的防洪任务以及敏感性，合理确定建设次序。

4、对于规划明确的近期实施项目，应抓紧启动前期工作，有序推进实施，早日发挥效益。

5、规划工程实施后对宁波市有利，对上虞市存在一定的不利因素，五江桥调控工程实施后对上虞平原带来的影响和弥补措施作专题分析论证比较，科学规划、统筹治理，实施前应协调好与上游地区排涝的关系，四明湖水库下游配套河道应抓紧推进实施。

6、建议开展南面大中型水库以及干流堤防、水闸等工程防洪联合优化调度研究，研究水库、堤防以及水闸防洪关系和任务，充分挖掘已建水库防洪能力，提高下游城镇防洪标准。

7、建议进一步完善区域信息采集系统和防汛抗旱调度决策支持系统。

8、建议编制区域城市防洪风险图，以便防汛抗旱指挥机构根据各类洪水、干旱风险图作为抗洪抢险救灾、群众安全转移安置和抗旱救灾决策的技术依据。

9、考虑到兴建姚江二闸及强排泵站、慈江-沿山大河等东排工程对减少姚江干流的高水位持续时间效果明显，建议进一步对东排工程措施进行专题研究并加快实施。

10、考虑通明闸、五江桥调控工程位于姚江干流、涉及余姚市、绍兴市上虞区水资源调度问题，建议由省里统一管理。

编 号：GH1074A
密 级：内 部

余姚市防洪排涝规划报告

(报批稿)



浙江省水利水电勘测设计院

ZHEJIANG DESIGN INSTITUTE OF WATER CONSERVANCY & HYDRO-ELECTRIC POWER

二〇一四年七月

余姚市防洪排涝规划报告

(报批稿)

院 长：唐巨山

总工程师：郑雄伟

项目经理：王灵敏

余姚市防洪排涝规划报告

(报批稿)

核 定：黄 昉
审 查：康 瑛 傅联森
郎小燕 张明胜
徐小燕
校 核：张晓波 吕中明
陈 术 陈伟法
童 娴
编 写：王灵敏 张杨波
刘 航 陈 术
申存科 陈 润
李 波 张 健
李 博 胡 宾
盛海峰 罗志洁

目 录

前 言	1
1 基本情况.....	3
1.1 地理位置和地形	3
1.2 水系.....	3
1.3 水文气象	4
1.4 地质地貌	5
1.5 社会经济现状及发展规划.....	5
1.6 水利工程现状	13
1.7 洪涝灾害及成因分析.....	18
1.8 已有规划成果	29
1.9 本次规划编制的必要性.....	30
2 已有规划成果评估	37
2.1 《98综规》总体完成情况.....	37
2.2 《98综规》实施评价.....	39
2.3 《甬江流域防洪治涝规划》（2011年）规划工程措施	39
2.4 《甬江流域防洪治涝规划》（2011年）推荐工程防洪能力复核	41
3 规划任务和标准	43
3.1 规划指导思想及原则.....	43
3.2 规划任务	44
3.3 规划范围及研究范围.....	44
3.4 规划水平年	45
3.5 规划标准	45
3.6 编制依据	46

4 水文	48
4.1 流域概况	48
4.2 气象.....	50
4.3 水文基础资料	50
4.4 洪 水.....	57
4.5 潮位.....	106
5 防洪规划	116
5.1 水利计算方法	116
5.2 模型验证计算	117
5.3 现状防洪能力分析.....	122
5.4 甬江流域治理工程实施对余姚市防洪排涝影响	128
5.5 防洪排涝总体布局及方案比较	130
5.6 规划工程方案比较.....	134
5.7 扩大东排工程实施建议.....	162
6 排涝规划	166
6.1 圩区排涝模数计算方法.....	166
6.2 圩区排涝工程总体布局.....	166
6.3 圩区排涝模数计算	167
6.4 圩区建设次序控制	171
7 工程建筑物布置规划	172
7.1 工程概况	172
7.2 工程等别和标准	172
7.3 扩大北排工程	177
7.4 城区及姚江堤防、水库下游河道工程.....	188
7.5 低地圩区电排工程.....	196
7.6 桥梁工程	199

8 环境影响评价	203
8.1 流域环境概况.....	203
8.2 规划环境目标.....	209
8.3 规划方案分析.....	209
8.4 规划符合性分析	211
8.5 规划工程环境影响评价	211
8.6 环境影响评价结论	214
9 非工程措施规划	215
9.1 工程管理	215
9.2 重要水利工程防洪调度原则	218
9.3 水面率与地坪控制.....	220
9.4 防洪减灾指挥决策系统规划	220
9.5 水情监测与数据采集规划.....	223
9.6 超标准洪水应对措施.....	226
9.7 其他非工程措施	228
10 投资估算.....	231
10.1 编制说明	231
10.2 投资估算表	232
11 规划效益分析	236
11.1 概述.....	236
11.2 规划效益	236
12 规划工程及实施意见.....	242
12.1 规划治理工程	242
12.2 规划近期工程	243
13 结论与建议.....	245
13.1 结论.....	245

13.2 若干问题的说明.....	247
13.3 建议.....	247