

节水供水重大水利工程 规划设计技术

主编 沈凤生



节水供水重大水利工程 规划设计技术

主 编 沈凤生

黄河水利出版社
· 郑 州 ·

图书在版编目(CIP)数据

节水供水重大水利工程规划设计技术/沈凤生主编. —郑州:黄河水利出版社,2018. 10

ISBN 978-7-5509-2187-0

I. ①节… II. ①沈… III. ①水利工程-水利规划-设计 IV. ①TV5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 238025 号

出版社:黄河水利出版社

网址:www.yrcp.com

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南瑞之光印刷股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:54

字数:1 314 千字

印数:1—1 000

版次:2018 年 10 月第 1 版

印次:2018 年 10 月第 1 次印刷

定价:180.00 元

《节水供水重大水利工程设计技术》 编委会

主 编 沈凤生

副 主 编 王志强 温续余 温立成

编审组成员 廖文根 郦建强 李现社 司富安 何定恩

任铁军 雷兴顺 冀建疆 崔忠波 安宇翔

吕 洁 曾 欣 任冬勤 管 蕾 王化翠

序

人多水少、水资源时空分布极不均匀是我国的基本国情水情,水旱灾害频发,决定了治水兴水对中华民族生存发展和繁荣兴盛至关重要。重大水利工程是水利基础设施体系的骨干和关键,在保障国家水安全中具有不可替代的基础性作用。2014年5月21日国务院常务会议决定,按照统筹谋划、突出重点的要求,在继续抓好中小型水利设施建设的同时,集中力量有序推进一批全局性、战略性节水供水重大水利工程,在“十三五”末建成纳入规划的172项节水供水重大水利工程。工程建成后将实现新增年供水能力800亿立方米和农业节水能力260亿立方米、增加灌溉面积7800多万亩,使我国骨干水利设施体系显著加强。

水利部党组坚决贯彻落实党中央、国务院决策部署,以“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水方针和“确有需要、生态安全、可以持续”的重大水利工程建设原则为指导,把加快推进节水供水重大水利工程建设作为重要政治任务,精心谋划、科学论证,使市场在资源配置中起决定性作用,更好地发挥政府作用,全力推进172项节水供水重大水利工程建设。截至2018年9月,西江大藤峡、淮河出山店、陕西引汉济渭、安徽引江济淮、云南滇中引水等130项重大项目陆续开工建设,在建项目投资规模超过1万亿元,其中中西部地区分布100项,对当地贫困地区乡村振兴和脱贫攻坚将做出重要贡献。目前,牛栏江滇池补水、江西峡江、河南河口村等十几项工程基本完工,开始发挥效益。

规划设计是水利工程的灵魂,是水利工程的先行官。172项节水供水重大水利工程规模大、地质条件复杂、设计难度高,存在大埋深长隧洞高地应力、强岩溶、突泥涌水、坝基深厚覆盖层处理等重大工程地质问题,且环境保护要求严格、移民安置政策性强、建设时间紧迫,规划设计工作面临诸多挑战。水利部水利水电规划设计总院高度重视、提前介入、严格把关,勘测设计及相关科研单位精心组织、科学论证,积极运用新理论、新技术、新方法,解决了一个又一个重大工程技术难题。在大型水利枢纽、跨流域调水、灌区、河道治理与防洪等工程的规划论证、勘察、设计方面积累了丰富的经验,在高寒、高海拔、高地震烈度区的各类特高坝设计技术方面,在深埋长隧洞应对各类不良地质条件的技术

方面,在深厚覆盖层和强岩溶等地基处理技术方面,在减缓和控制工程对环境的不利影响、保障生态安全技术方面取得了突破性进展。

为及时总结近年来规划设计经验和创新成果,更好地推进 172 项工程的前期工作,更好地服务于重大水利工程建设,水利部水利水电规划设计总院组织召开“172 项节水供水重大水利工程规划设计技术讨论会”。《水利规划与设计》编辑部为本次会议做了充分的技术准备,组织完成了交流论文的征集整理、审核工作,共收到 35 家单位提交的论文 285 篇,审核录用 194 篇。入选论文基本涵盖了参与 172 项节水供水重大水利工程规划设计的设计单位,内容涉及水利规划、工程地质、水工建筑物设计、金属结构、环境保护、征地移民、施工组织等各个专业。

这些论文是广大工程规划设计人员智慧的结晶,是节水供水重大水利工程建设实践的经验总结。编印《172 项节水供水重大水利工程规划设计技术讨论会论文集》,将促进我国重大水利工程规划设计实践成果的交流与推广,也将指导后续设计更好地服务于重大水利工程建设,对提高水利工程的规划设计水平也具有积极的借鉴意义。

叶建喜

2018 年 10 月

目 录

序

叶建春

规划篇

- 福建省平潭及闽江口水资源配置工程总体布局研究 朱光华(3)
- 基于河冰模型模拟分析计算伊丹河冰期输水 齐文彪 于德万 茅泽育(12)
- 关于三江低平原沿松花江两岸新建灌区建设的研究 韩 梅 梁贞堂(20)
- 基于 NSPSO 算法涇天河灌区长藤结瓜灌溉系统的水资源优化配置研究 杨家亮(26)
- 淮河入海水道二期工程管理若干问题的思考 张 鹏 何夕龙 洪 成(32)
- 珠江三角洲水配置工程建设的必要性及规模分析 徐洪军 黄永健(38)
- 西藏水利工程面临的形势及对策分析 尼 玛 尼玛旦增 王亚军(44)
- 某调蓄水库渗漏反演及敏感性计算分析 阮建飞 周志博 张欣欣(51)
- 阿尔塔什水利枢纽工程生态放水系统设计 孙红丽(55)
- 古贤水库坝前浑水容重垂向分布研究 陈松伟 万占伟 韦诗涛 李保国(60)
- 大型灌区渠线线路与国家文物保护单位的关系研究 申黎平(65)
- 多水库联合调度对关门嘴子水库规模的影响 周光涛(72)
- 龙塘水库工程不闭合流域径流计算分析研究 赵 云 王 平(77)
- 考虑梯级水库影响的大藤峡水库入库悬移质输沙量分析 张永胜 麻长信(86)
- 南渡江引水工程库-泵群联合调度规则研究 薛 娇 杨辉辉(92)
- 基于二维水流数学模型的洪泽湖周边滞洪区分区运用调度方案研究
..... 季益柱 何夕龙 赵潜宜 朱丽丽(100)
- 卫运河历次弯道治理启示 秦何聪(109)
- 河道拓浚对邻近高铁安全影响分析 赵津磊 朱庆华 吕大为 王铁力(114)
- 建立水文学模型对洪泽湖周边滞洪区洪水演进模拟计算 周 杨 陶碧涵(121)
- 广西防洪控制性工程落久水利枢纽工程 2018 年主坝施工区度汛设计与实践
..... 莫燕飞 李震翔(126)
- 水库初期蓄水与度汛方案的规划技术难点探讨 李 臻 刘 伟(132)
- 巴音河流域防洪需求及防洪方案研究 盖永岗 沈 洁 崔振华 陈松伟(136)

设计篇

- SETH 水利枢纽工程碾压混凝土重力坝温控设计 王立成 高 诚 张青松(145)
- “龙落尾”布置形式在高速水流泄洪洞中的应用研究 杨志明 郑 洪 詹双桥(152)
- 田间工程装配式结构在绰勒水利枢纽下游内蒙古灌区的应用
..... 马荏春 贺文华 李 璇 杨文静(158)
- 引黄入冀补淀工程老渠村涵闸闸板底高程分析论证 胡永生 苏 丹 戴菊英(167)

- 引黄入冀补淀工程新、老渠闸联合应用方案研究 胡永生 苏丹 戴菊英(175)
- 江西省峡江水利枢纽工程设计 张建华 刘波 廖冬芽 翟泽冰(181)
- 贵州夹岩水利工程附属取水建筑物设计研究 周仕刚(192)
- 莽山水库主坝 6[#]~8[#]坝段坝基缓倾角结构面抗滑稳定设计
..... 王旭斌 林飞 王明(202)
- 出山店水库重力坝基岩固结灌浆设计与效果评价
..... 王桂生 马东亮 杨中 刘美义(211)
- 某电站压力管道布置优化设计 柴玉梅 张晓 赵亚昆(216)
- 某一级电站厂房后边坡优化设计 张晓 柴玉梅 陈浩 訾娟(224)
- 多年运行渠道及配套建筑物除险加固浅析 张瑞雪(231)
- 分层取水在三河口水利枢纽工程中的应用与研究 谭迪平 张刚(238)
- 龙塘水库引水发电系统布置方案研究 郑湘文 补舒棋(242)
- SETH 水利枢纽过鱼建筑物设计 柴玉梅 马妹英 胡鹰(247)
- 浅谈青海省黄河干流防洪工程护岸结构设计 焦万明(252)
- 东台子水库鱼类保护设计 孙鹏 张五洋 陈永彰(260)
- 卡拉贝利工程联合进水口的设计
..... 谭新莉(266)
- 柴石滩水库灌区傍山明渠断面型式探讨与研究
..... 戴菊英 王爱国 苏丹 李晓梦(273)
- 三河口水利枢纽电站压力管道适应大坝变形布置形式研究
..... 党力 赵玮 解豪(278)
- 三河口水利枢纽泄洪消能设计与研究 李红 毛拥政 赵玮(283)
- 三河口水利枢纽消力塘结构优化研究 赵利平 赵玮 毛拥政(289)
- 廖坊灌区拱式渡槽结构内力及损伤分析 万小明 詹青文 李同春(295)
- 猴山水库溢流坝闸墩及堰面混凝土抗裂设计 袁哲(302)
- 浯溪口水利枢纽泄洪建筑物优化设计研究 吴正东 陈卫(319)
- 东台子水库沥青混凝土心墙堆石坝设计 贾庆稳 陈永彰 张希(326)
- 滇中引水工程水力特性分析——龙泉倒虹吸水力控制
..... 王超 杨小龙 朱国金 司建强(337)
- 驮英水库沥青混凝土心墙软岩堆石坝设计 刘时明(344)
- 复杂地质条件下调压室防渗与排水系统研究 赵亚昆 尉霄腾 陈浩 郭巍巍(354)
- 南水北调中线鲁山南 2 段地下水内排设计计算与分析
..... 马少波 贾静 岳丽丽 曹阳(360)
- 观景口水利枢纽工程输水线路交叉建筑物选型设计
..... 曹阳 马少波 张青松 陈星宇(365)
- SETH 水利枢纽工程物理模型试验与数模计算对比分析研究
..... 吕会娇 禹胜颖 李桂青 苏通(370)
- 灌区节水改造中渠道断面结构与设计流量选择研究 于浩(377)
- 老旧灌区节水改造中骨干渠系衬砌形式的探索 王敏 王瑞昕(383)

新型箱泵一体化泵站在水利水电工程中的应用

- 卢建业 金图雅 肖志远 李艳涛(387)
- 蓄集峡面板堆石坝应力变形分析 杜少磊 赵大洲 游慧杰 王全锋(393)
- 庄里水库工程枢纽布置设计及研究 吴先敏 冯庆刚 兰 昊 李玉莹(401)
- 锦西灌区渠首泵站布置形式分析 黄 勇 胥 慧(407)
- 三河口水利枢纽电站厂房安装间结构与仿真分析 薛一峰 郑湘文(413)
- 引汉济渭二期工程输水线路选择 王 刚 周 伟 周春选 尚小军(420)
- 大藤峡船闸上游引航道右侧边坡裂缝处理 杜泽鹏 赵现建 李 欢 李亚文(426)
- 大藤峡水利枢纽工程取消发电厂房排沙洞的优化分析 ... 李 帅 张冬冬 傅 迪(432)
- 引绰济辽水源工程分层取水进水口设计 宁卫琦 郑玉玲 孙 利 尹一光(437)
- 引绰济辽工程岸坡溢洪道下游消能试验研究 ... 马 纪 吴允政 吕宏飞 李广一(444)
- 观音山倒虹吸水工模型试验研究 潘建娟(449)

勘察篇

大藤峡水利枢纽左岸泄洪闸坝基岩体稳定的工程地质特性研究

- 李占军 史海燕 李保方 吕 赫(459)
- 挤密砂桩在土坝坝基处理中的应用与效果分析
- 张一冰 张浩东 刘兰勤 李 洋(466)
- 丘陵平缓区施工支洞勘察与评价——引绰济辽工程施工支洞勘察总结
- 冯 伟 康家亮 李保方 王俊杰(473)
- 吉林引松工程隧洞 TBM 穿越灰岩地区涌水分析
- 齐文彪 徐世明 马振洲 刘 阳(481)
- 夹岩水利枢纽工程岩溶发育特征及主要工程地质问题 ... 吴高海 高奋飞 陈敏涛(493)
- 基于软岩变形特性的溢洪道边坡稳定性分析 ... 文 杰 朱明杰 代承勇 卓国锋(504)
- 滇中引水工程香炉山隧洞渗控设计研究 颜天佑 李建贺 张传健(512)
- 某高拱坝拱肩槽顺层高边坡稳定及开挖支护方式研究
- 朱 涛 秦永涛 刘清朴 金 月(516)
- 高承压水复杂地质输水隧洞处理方案研究 苏卫涛 王 帅 王 伟 王志华(522)
- 四川龙塘水库库坝区岩溶渗漏防渗处理方案研究 程汉鼎 赵 玮(527)
- 大藤峡水利枢纽岩溶水文地质条件与基坑涌水分析
- 于景宗 孙 政 史海燕 杨瑞刚(534)
- 引绰济辽工程输水线路 2[#]隧洞涌水量预测方法探讨及应用
- 康家亮 李保方 程宪龙 赵海阔(540)
- 西藏拉洛水利枢纽沥青混凝土骨料质量评价及料场比选
- 黄振伟 杜胜华 雷 明(549)
- 新航片与老航片在航空摄影测量中的整合运用分析——以夹岩水利枢纽工程为例
- 顾莉娟(556)
- 滇中引水工程昆呈隧洞大新册岩溶水系统研究
- 孙文超 闫 斌 刘 皓 李宗龙(561)

全风化花岗岩在土石坝中的应用 刘 苏 陈善友(571)

滇中某水源工程地下泵站绢云微晶片岩软弱夹层对主泵房大型洞室围岩稳定的影响分析
..... 张海平 王家祥 周 云 陈长生 史存鹏 李银泉(575)

引江济淮调蓄水库地质问题及其处理措施 周子东 张利滨(582)

缓倾角断层对某特高拱坝坝肩稳定影响研究 ... 訾 娟 朱 涛 孙亮科 高 诚(587)

饱水泥岩隧洞主支洞交叉区域支护系统研究 杨 凡 辛凤茂 李 萍(593)

大石门水利枢纽库区左岸大区域渗控措施研究
..... 王晓强 崔 炜 朱银邦 彭卫军 邓检强(599)

出山店水库复杂坝基筑坝技术方案 刘兰勤(604)

EH4 大地电磁法与瞬态瑞雷面波法联合探测古河道展布特征
..... 张明财 陈卫东 李 洪 孟 磊 张文生(610)

综合物探方法在水库除险加固工程中的应用 张明财 陈宗刚 李 洪(616)

综合物探在坝址区隐伏断层探测的应用 侯剑凯 孙 刚(621)

机电信息化篇

浅谈引绰济辽供水工程调节阀型式的选择 唐 平 霍顺平(631)

广西落久水利枢纽溢流坝工作闸门设计 刘 星(636)

大藤峡水轮发电机组制造可行性研究 李树刚 田晓军 王云宽 门 飞(643)

滇中引水基于景观要求的闸门型式及布置研究 陈 琪 尹显清 崔 稚(649)

引绰济辽供水工程活塞式调节阀的数量研究 霍顺平 唐 平(656)

BIM 技术在引绰济辽工程稳流连接池设计中的应用
..... 李国宁 肖志远 王雪岩 李利荣(661)

水利工程节能评估报告编制探析 高普新 马韧韬(665)

水工金属结构前期设计有关问题探讨 吕传亮(670)

草海——外海联通泵站工程泵选型研究 胡卫娟(674)

垫层蜗壳中弹性垫层作用的分析计算 廖燕华(678)

引绰济辽工程大口径压力钢管的结构设计及有限元分析
..... 王雪岩 梁一飞 李国宁 苏海涛(683)

莽山水库工程导流隧洞堵头温度场仿真计算 吴国军 曾更才(690)

边坡支护参数化三维建模技术研究 杨礼国 唐海涛 杨建城 胡 婷(696)

Autodesk Civil 3D 在碾盘山水电站导流建筑物设计中的应用
..... 梁建波 解凌飞 喻建春(701)

水利水电工程征地移民三维地理信息云平台研建——以黄家湾水利枢纽工程建设为例
..... 杨胜飞 罗天文 吴恒友 徐 锐(706)

Civil 3D 二次开发在管道平纵横出图中的应用 梁凯旋(713)

PCCP 管道 CECS140 配筋计算的程序化 梁凯旋(720)

浅谈水电工程应急设施的设计配备 卢雯雯(728)

环境移民篇

- 移民安置前期—实物调查准备工作经验总结——以阿尔塔什水利枢纽工程为例
 徐 刚 庞旭东(735)
- 渠道工程征地移民安置关键问题与解决对策——以 BA 干渠工程为例
 徐 刚 赵金虎 芦 晨 张 博(739)
- 抬田措施在低水头水库移民安置中的作用 胡建军(744)
- 喷植被混凝土护坡在广西落久水利枢纽工程中的应用
 廖宏骞(748)
- 生态护坡技术在史灌河综合治理中的研究与应用
 王 蓓 段 蕾 阮国余 金国强(753)
- 刍议土地利用现状库在水利水电工程征地补偿中的不足与建议——以碾盘山水利水电枢纽工程为例 张 良 丁 俊 涂澜涛 李 航(758)
- 碾盘山水利水电枢纽工程中移民效益分享模式探索
 王绎思 张 徽 张 良 丁 俊(762)
- 引汉济渭工程黄三段隧洞废水分析及处理优化
 轩晓博 王 晶 宁亚伟 王 楠(766)
- 新建挡土墙与其附近已有拦挡工程最小安全距离探讨 ... 刘 磊 宁勇华 杨西林(772)
- 基于二维水动力模型的引汉济渭工程黄金峡水库饮用水水源保护区划分
 万 帆 刘 睿(778)
- 引绰济辽工程鱼类增殖放流站工艺设计 卞勳文(783)
- 引绰济辽工程鱼道布置及数模试验研究 孙庆丰 吴允政 周炳昊 丛广明(788)

施工概算篇

- 红崖山水库混凝土防渗墙施工技术研究 任仓钰(795)
- 复杂地质条件下的长引水隧洞施工方法研究 易义红 韦道嘉 徐云明(801)
- 龙泉隧洞浅埋软土隧洞施工影响及控制措施 ... 杨小龙 蒋 敏 王 超 朱国金(806)
- 复杂地质条件隧洞施工与初期支护探讨——以涔天河水库扩建灌区工程为例
 孙春山(814)
- 出山店水库防护工程堤基防渗处理优化设计研究 张浩东 李 洋 曹 捷(820)
- 坝基未达设计盖重固结灌浆参数的确定 黎良明 杨 来 李 帅(828)
- 三河口水利枢纽人工骨料料场开采规划方案研究
 党 力 毛拥政 赵 玮 王云涛(833)
- 海南省红岭灌区灌溉定额分析计算 王晓霞 赵 伟(839)
- 梅梅岭隧洞施工组织设计研究 徐 成 曾更才 宗 蓓(847)

福建省平潭及閩江口水資源配置工程 总体布局研究

规划篇



工程概况

本工程建设规模为... 规划范围...

1. 工程概况

2. 规划范围

3. 规划依据

4. 规划原则

5. 规划目标

6. 规划布局

7. 规划实施

8. 规划效益

9. 规划结论

福建省平潭及闽江口水资源配置工程 总体布局研究

朱光华

(福建省水利水电勘测设计研究院,福州 350001)

摘要 本文研究提出了平潭及闽江口水资源配置工程“一库一闸三线”的总体布局,即规划建设大樟溪莒口拦河闸作为主水源,建设龙湘水库提高下游枯水期保证流量,由闽江竹岐引水补充大樟溪枯水期不足水量,再通过2条输水线路,分别向平潭和福清、长乐和福州南港片实施供水。工程将有效解决闽江咸潮上溯和区域经济社会发展引起的水资源安全保障问题。

关键词 平潭及闽江口;水资源配置工程;总体布局

1 工程概况

本工程供水范围包括平潭综合实验区、福清市、长乐市、福州市南港片。

平潭人均水资源拥有量 448 m^3 ,属绝对贫水区,本岛水资源难以支撑经济社会的跨越发展需要,迫切需要建设岛外引(调)水工程。福清、长乐、福州市区南港片等地的现状取水水源位于闽江南港下游,近年来受海水咸潮上溯影响,频繁出现水质超标问题,取水口水质安全难以保障。为了解决上述供水安全问题,规划提出平潭及闽江口水资源配置工程规划。

闽江是福建省第一大河流,流域面积 $60\,992\text{ km}^2$,闽江竹岐断面多年平均径流量约526亿 m^3 ,多年平均流量 $1\,670\text{ m}^3/\text{s}$ 。大樟溪是闽江下游一级支流,流域面积 $4\,843\text{ km}^2$,多年平均径流量47.58亿 m^3 。大樟溪流域水量丰富、水质良好,开发利用程度低,地理位置靠近供水区,具有引调水的良好条件。工程以大樟溪为主要水源,以闽江干流补充为补充水源。工程主要由“一库一闸三线”组成:

(1)一库为龙湘水库:工程任务以供水为主,兼顾防洪、发电。规划水库正常蓄水位195 m,死水位173 m,调节库容6 549万 m^3 。

(2)一闸为莒口拦河闸,闸址位于永泰县塘前乡大樟溪干流上,流域面积 $4\,471\text{ km}^2$ 。水库正常蓄水位9.0 m,总库容0.65亿 m^3 ,调节库容623万 m^3 ,具有日调节性能,共布置15孔单宽16.0 m的泄水闸,并在右岸设置鱼道。

(3)三线为三条引水线路:闽江竹岐—大樟溪引水线路,设计流量 $26.3\text{ m}^3/\text{s}$,线路长37.873 km;大樟溪—福清、平潭输水线路,设计流量 $16.8\sim 8.7\text{ m}^3/\text{s}$,长度91.713 km;大樟溪—福州、长乐输水线路,设计流量 $15.2\sim 7.0\text{ m}^3/\text{s}$,线路长度51.993 km。三条输水线路全长约181.597 km。其中,隧洞126.754 km、管道及渠道等54.825 km。工程静态总投资59.61亿元,总投资61.64亿元。

工程总体布局示意图如图1所示。

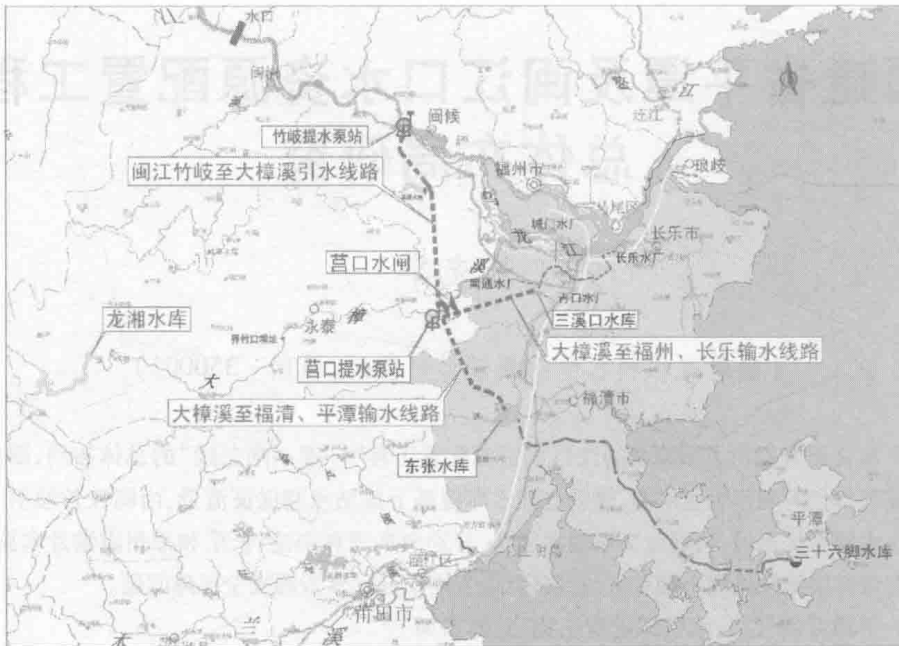


图1 工程总体布局示意图

2 水资源安全保障形势

2.1 闽江口咸潮上溯危及城市现有供水安全

闽江干流的水口水库 1993 年 8 月首台机组投产,自其建成以来,闽江下游的输沙量大幅度减少,造床质泥沙锐减,加上人为过量采砂,导致闽江下游河床下切十分严重。闽江水口坝址—南、北港出口河段,1989~2009 年 20 年时间,河床平均下降了 4.11 m,其中 2003~2009 年 6 年间,平均下降 2.02 m;水口坝址—长门河口段 2003~2009 年 6 年间河床平均下降 2.11 m。2009~2016 年,北港河床基本稳定;南港主河槽继续下切 2~3 m,同水位断面面积增加 10%~20%。

闽江口是咸淡水交汇区,枯水期大潮为强混合型、小潮为缓混合型。由于河床下切、水位降低,闽江下游河道纳潮容积大幅扩大,给潮水大量入侵创造了条件,导致潮流界、潮区界不断上延。闽江下游潮区界过去只能到达侯官,现在可达水口坝址;潮流界从旧洪山桥下游向上延伸到闽清梅溪口以上,上延 48 km 左右;20 世纪 90 年代,闽江特枯水期且遇天文大潮时,南港咸潮可过乌龙江大桥到达尚干,北港咸潮上溯到魁岐,2009 年闽江咸潮已上溯到大樟溪口以上。未来一段时间,闽江下游河床仍以冲刷为主,河床将进一步下切,咸潮影响将进一步加剧。

近年来,咸潮对闽江下游取水口影响呈加大趋势。闽江下游的城门水厂、长乐炎山、福清闽江调水等取水口,在枯水天文大潮期,水质受咸潮影响较大。2003 年、2009 年、2013 年及 2018 年枯水期,闽江下游发生了较大规模的咸潮入侵,持续时间短则数周,长则 2~3 个月,期间上述水厂取水口水质的氯离子浓度超标,水厂只能间歇取水甚至中断取水,导致城市大面积停水事件发生。

2.2 福州城市扩展需要与时俱进调整水源地布局

福州中心城区由鼓楼、台江、晋安、仓山四个行政区的城区部分组成,主要分布在北港两

岸。2010年市区建设用地面积 161.3 km^2 ,其中中心城区 133.3 km^2 ,2010年市区实际居住人口200万,其中中心城区170万。随着福州中心城区东扩南移,沿两江四岸发展,中心城区规划面积从 133.3 km^2 扩大到 378 km^2 ,人口从170万增加到410万。随着福州市区扩展,南港现状取水口已位于福州城市下游,同时是城区主要的排污河段,取水口和排污口犬牙交错分布,不利于水源的保护,城市供水受突发污染风险加大。2014年3月19日,闽江发生了油污泄漏事件,数千米油污污染黑闽江水源保护区。

另外,由于闽江下游河床下切,河道槽蓄量增大、潮动力增强,伴随而来的是南港河道潮差增大、涨潮历时增长、落潮历时缩短,导致福州市城区排入闽江的污染物在闽江下游回荡时间增加,不易向外海扩散。根据模拟计算,2003年河道地形条件下,闽江下游枯水期水体的置换时间为 25.8 d ;2009年河道地形条件下,水体置换时间延长为 33.8 d ;预计今后水体置换时间还将进一步延长。

2.3 现有供水能力难以满足经济社会对需水的增长要求

供水区包括福州、平潭在内的闽江口都市圈,在海峡西岸经济区发展布局中处于重要位置。供水区现状年常住人口约345万,地区生产总值(GDP)1666亿元,其中工业增加值741亿元。预测至近期水平年2030年,供水区内将形成1个特大城市(福州中心城区)、2个大城市(福清市、平潭岛),以及一批小城镇,届时常住人口将达584万,地区生产总值(GDP)约7400亿元,其中工业增加值约3000亿元。至远期水平年2040年,常住人口584万,地区生产总值约13000亿元,其中工业增加值约5400亿元。

供水区境内多年平均水资源量 22.56 亿 m^3 ,其中平潭 1.85 亿 m^3 、长乐 4.28 亿 m^3 、福清 12.16 亿 m^3 、福州南港片 4.27 亿 m^3 。水资源开发利用约 40.7% ,其中平潭 53.4% 、长乐 41.4% 、福清 37.0% 、南港片 45.2% 。

供水区2012年总供水量 11.58 亿 m^3 (不含火电直流冷却水),其中城镇用水量 6.74 亿 m^3 、农业用水量 4.84 亿 m^3 。从闽江的引提水量约 2.39 亿 m^3 ,当地供水量 9.19 亿 m^3 。

经需水预测,城镇需水量2012年为 6.64 亿 m^3 ,2030年为 13.05 亿 m^3 ,2012~2030年增长 6.41 亿 m^3 ,年均增长率 3.82% 。2040年 13.77 亿 m^3 ,2030~2040年增长 0.72 亿 m^3 ,年均增长率 0.54% 。

由于闽江下游咸潮上溯等,现有的闽江南港取水需要替代,保留的可供水量加上境内新可开发的水源工程,供水区2030年城镇可供水量 5.25 亿 m^3 ($P=97\%$),缺水量 7.80 亿 m^3 ;2040年城镇可供水量 5.25 亿 m^3 ($P=97\%$),缺水量 8.52 亿 m^3 。

供水区内的平潭、福清、长乐等地,由于用水紧张,原设计以灌溉为主的水库,纷纷转为城镇供水水源。例如福清市的东张水库、建新水库,长乐市的三溪口水库等,原灌溉面积逐步萎缩。由于用水紧张,境内一些水库难以保证最小下泄生态流量,也导致河流生态环境受到一定程度的影响。

由上述分析可知,如没有建设关键性的替代工程,未来供水区内缺水问题将会日趋严重,影响区域经济社会的可持续发展。

3 水资源供需平衡分析

供水区内已建蓄水工程有:大型水库1座,总库容 20600 万 m^3 ;中型水库4座,总库容 7316 万 m^3 ;小(一)型水库31座,总库容 6086 万 m^3 ;小(二)型水库124座,总库容 2791

万 m^3 。合计各类供水水库共 160 座,总库容 36 793 万 m^3 。已建引调水工程主要有:福清闽江调水工程,规划供水流量 10 m^3/s ,已建成 4.85 m^3/s ;长乐炎山供水工程,日供水规模约 35 万 t/d ;平潭应急调水工程,设计流量 1.337 m^3/s ,从福清闽江调水工程分水。

2030 年城镇用水部分多年平均可供水量 59 244 万 m^3 ,其中常规水源供水量 54 116 万 m^3 、雨洪水利用水量 1 165 万 m^3 、再生水利用水量 3 233 万 m^3 、海水淡化量 730 万 m^3 ; $P = 97\%$ 年份可供水量 52 465 万 m^3 ,其中常规水资源供水量为 47 722 万 m^3 、雨洪水利用水量 780 万 m^3 、再生水利用水量 3 233 万 m^3 、海水淡化量 730 万 m^3 。

基于现状供水设施的城镇用水供需平衡分析见表 1,净缺水过程见表 2。供水区 2020 年、2030 年、2040 年多年平均缺水量分别为 36 987 万 m^3 、71 212 万 m^3 、78 434 万 m^3 ; $P = 97\%$ 年份缺水量分别为 43 766 万 m^3 、77 991 万 m^3 、85 213 万 m^3 。2040 年平均缺水流量达到 24.85 m^3/s 。

表 1 供水区现状年城镇用水供需平衡分析

(单位:万 m^3)

项目	保证率	水平年			
		2012	2020	2030	2040
城镇需水量		66 380	94 581	130 456	137 678
城镇可供水量	多年平均	64 303	57 594	59 244	59 244
	$P = 50\%$	67 763	61 587	63 237	63 237
	$P = 75\%$	62 195	56 634	58 284	58 284
	$P = 90\%$	58 010	53 117	54 767	54 767
	$P = 97\%$	55 837	50 815	52 465	52 465
余缺水量	多年平均	-5 311	-36 987	-71 212	-78 434
	$P = 50\%$	-5 060	-32 994	-67 218	-74 441
	$P = 75\%$	-5 780	-37 947	-72 172	-79 394
	$P = 90\%$	-9 220	-41 464	-75 689	-82 911
	$P = 97\%$	-11 068	-43 766	-77 991	-85 213

表 2 供水区设计水平年净缺水流量过程线

(单位: m^3/s)

分区	缺水	多年平均	$P = 50\%$	$P = 75\%$	$P = 90\%$	$P = 97\%$
平潭	年最大	7.52	7.52	7.66	7.75	7.84
	平均	6.98	6.98	7.11	7.19	7.28
长乐	年最大	5.88	5.73	5.96	6.05	6.25
	平均	5.46	5.32	5.53	5.62	5.69
福清	年最大	5.85	4.69	5.94	6.91	7.49
	平均	5.43	4.36	5.51	6.42	6.95