

水系规划理论与实践

谢新民 符传君 王彤 柴福鑫 等著

SHUOXI GUIHUA LILUN YU SHIJIAN



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

水系规划理论与实践

谢新民 符传君 王 彤 柴福鑫 等 著

内 容 提 要

本书是在海南省海口市水系综合规划成果的基础上编写而成的,在河流水系环境整治与修复、水资源配置与工程布局、水污染治理、水景观建设、防洪(潮)工程、水务信息化管理及水务管理政策法规建设等方面,提供了一套较完备的水系规划理论技术体系,反映了目前我国水系综合规划的最新研究成果。

本书内容包括水资源评价、水资源开发利用现状调查评价、水环境质量状况调查评价、社会经济发展与需水预测、水生态环境建设及需水预测、水资源配置与工程规划、防洪(潮)体系建设与实施方案、水务信息化建设与实施方案、水务管理政策法规体系、规划实施保障体系等。

本书可供水利(水务)、农业、城建、环境、国土资源、规划设计及相关部门的科技工作者、规划管理人员参考使用,也可供大专院校有关专业师生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

水系规划理论与实践/谢新民等著. —北京:中国水利水电出版社, 2007

ISBN 978-7-5084-4730-8

I. 水… II. 谢… III. 水利规划—研究 IV. TV212

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第081419号

书 名	水系规划理论与实践
作 者	谢新民 符传君 王彤 柴福鑫 等 著
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	科士洁文印中心
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	787mm×1092mm 16开本 18.25印张 433千字 1插页
版 次	2007年7月第1版 2007年7月第1次印刷
印 数	0001—2300册
定 价	58.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

主要著作人员

Z H U Y A O Z H U Z U O R E N Y U A N

谢新民 符传君 王 彤

柴福鑫 徐 云 郑国建

王 浩 等

前 言

水是生命之源，也是文明之本。人类活动的各个环节都与水息息相关。当前，以水资源的可持续利用促进经济社会的可持续发展已成为全社会的共识。“坚持以人为本，树立全面、协调、可持续的发展观，促进经济社会和人的全面发展”已成为新时期治水的指导原则。如何适应经济社会发展和水资源供求状况的变化，加强水资源科学管理，提高水利用效率，保护水生态环境，通过水系的综合规划和管理提供“人与自然和谐相处”的基础平台，已成为水利建设和管理的长期目标。进入 21 世纪以来，人们对水系作用的关注正日益增强，水系是人类社会与自然界共生、共存、共享、共融的产物，担负着供水、纳污、防洪、排涝以及生态环境保护和水景观建设等重任，它是支撑经济社会可持续发展的重要基础，是生态环境良性循环的重要保障和人类文明的重要标志。在全面建设资源节约型和环境友好型社会的总体要求下，人们更加重视维护水系的健康生命，对水系治理、保护、修复和开发建设的认识更加理性。城市水系状况最具代表性地反映出每个城市的文明程度和人居环境状态。重视和加强城市水系规划与保护、修复和建设，已成为一件事关城市发展全局的大事，对当前加速城市化文明建设的进程具有重要意义。

《水系规划理论与实践》一书，是在海南省海口市水系综合规划成果的基础上编写而成的。海南省海口市是我国实现城乡水务一体化管理的省会城市，随着涉水事务的统一管理，借助于实施水系保护、修复和重建计划来确保全市水安全与人水和谐发展就显得十分必要和紧迫，并受到了海口市各级政府和社会各界的高度关注。为此，海口市政府及时启动了海口市水系综合规划工作。根据海口市经济社会发展和水资源供求变化，以及水务一体化管理中出现的新情况和新问题，基于经济社会可持续发展和水资源可持续利用的观点，利用新思路、新观点、新资料、新理论、新方法，统筹协调生活、生产和生态环境用水需求，在充分考虑经济社会与生态环境用水需求的基础上，优化配置地表水与地下水、当地水与外调水、传统水源与非传统水源，统筹考虑防洪（潮）、水环境整治、水环境保护、水景观建设和水资源配置工程的合理性，以及水务信息化和政策法规建设等问题，给出海口市水资源配置推荐方案和工程规模，并重点分析和规划了水环境整治、水生态和水景观建设、防洪（潮）体系、水务信息化服务体系以及水务管理政策法规体系建设与实施方案，最后提出规划实施保障体系等系列成果，为海口市构建较完备的水安全保障体系提供一整套科学的依据，以支持海口市构建“水清、水活、水净、水美”和“海洋、江河与湖泊”水景观交相辉映、“滨海湿地与河湖湿地”遥相呼应、“蓝天·碧水·绿地”相互融合以及“人水和谐”发展的环境友好型绿色生态城市，保持并提高海口市可持续发展的能力。该项成果，不仅在国内外率先建立了一套面向防洪安全、供水安全和生态环境安全的全面反映生活、生产和生态环境用水需求的水系综合规划理论技术体系，而且第一次较全面地提出了

支持海口市可持续发展的水系综合规划成果,为加强海口市水资源的合理开发、科学配置、全面节约、高效利用、有效保护、综合治理,以及加强水务一体化管理等提供了重要依据,并为我国的水系规划和管理提供借鉴。

《水系规划理论与实践》由中国水利水电科学研究院、北京中关村国际环保产业促进中心、海口市水务局等单位专家共同编写完成。全书共分十二章,分别为:概况、水资源评价、水资源开发利用评价、水环境质量状况调查评价、社会经济发展需水预测、水生态环境建设与需水预测、水资源配置与工程规划、防洪(潮)体系建设与实施方案、水务信息化建设与实施方案、水务管理政策法规体系与规划实施保障体系等。其中第一章由王浩、郑国建和徐云执笔,第二章由谢新民、王彤、王志璋、柴福鑫、杨丽丽、王家维和符传君执笔,第三章由符传君、柴福鑫、刘保、杨丽丽、程守学、陈莹和徐智桓执笔,第四章由王彤、章亦兵、李培红、刘保、王家维和谢新民执笔,第五章由柴福鑫、赵建华、杨丽丽、陈挺雄、谢新民、沈仲韬执笔,第六章由徐云、程守学、章亦兵、李培红、柴福鑫、王彤、谢新民、陈挺雄、成杰、张宏图和王研执笔,第七章由谢新民、符传君、柴福鑫、王志璋、刘保、杨丽丽、魏传江、游进军、甘泓和王浩执笔,第八章由郑国建、王志璋、甘泓、刘保、谭小茹、马用祥、谢新民、章亦兵和黄芬执笔,第九章由刘保、蒋云钟、赵建华、柴福鑫、徐智桓、尹明万、沈仲韬和郑国建执笔,第十章由陈莹、徐云、王彤、杨丽丽、梁籍和刘晓霞执笔,第十一章由王浩、郑国建、徐云、马用祥、王志璋、贾玲和甘泓执笔,第十二章由谢新民、王彤、符传君、柴福鑫、陈莹、刘保和杨丽丽执笔。全书由谢新民、柴福鑫统稿。

在项目的完成及本书的编写过程中,得到了水利部水资源管理司、水利部综合事业局和北京循环经济促进会、海南省水务局、海南省水文水资源局、海南省水利勘测规划设计院、海南省环境地质监测总站、海口市人民政府、海口市科学技术产业局、海口市发改委、海口市规划局、海口市国土环境资源局、海口市统计局以及各区水务局、供排水企业等单位的大力支持和帮助。同时,很荣幸地得到了陈志恺院士及林加禾、黄世福、腾炜芬、吴季松、王扬俊、严正、李俊、李再光、李龙兵、周小文、杨敏、杨小波、李全等专家和领导的支持与帮助。该书的出版还得到了全国高校素质教育教材研究编审委员会的资助。在本书正式出版之际,特向支持和帮助过本书编写出版工作的有关单位领导及专家一并表示衷心的感谢!

因受时间和作者水平所限,书中错误和不足之处,恳请读者批评指正!

作者

2007年4月于北京

目 录

前 言

第一章 概况	1
第一节 自然概况	1
第二节 河流水系	2
第三节 社会经济状况	2
第四节 规划任务及原则	2
第二章 水资源评价	6
第一节 水资源分区	6
第二节 降水量	7
第三节 蒸发能力及干旱指数	13
第四节 河流泥沙	17
第五节 地表水资源量	19
第六节 地下水资源量	22
第七节 地表水水质	31
第八节 地下水水质	33
第九节 水资源总量及可利用量	35
第十节 客水资源量及其可利用量	37
第三章 水资源开发利用现状评价	38
第一节 水利工程	38
第二节 供水量及变化趋势	42
第三节 用水量及其效率	43
第四节 水资源开发利用程度及潜力	46
第五节 水资源开发利用中存在的问题	47
第四章 水环境质量状况调查评价	49
第一节 水环境质量评价	49
第二节 污染源现状调查评价	61
第三节 污染原因及危害分析	64
第四节 水环境动力特征分析	67

第五节 水环境问题及发展趋势	71
第五章 社会经济发展与需水预测	76
第一节 人口与城镇化进程预测	76
第二节 宏观经济发展预测	80
第三节 社会经济发展需水预测	92
第六章 水生态环境建设及需水预测	107
第一节 建设思路、目标和原则	107
第二节 水环境功能区划与保护目标	109
第三节 水环境整治方案	112
第四节 水景观建设规划方案	130
第五节 生态环境需水预测	141
第七章 水资源配置与工程规划	146
第一节 水资源配置目标与任务	146
第二节 水资源配置依据与分区	146
第三节 水资源配置工程规划	148
第四节 水资源配置模型与计算机软件系统	154
第五节 水资源配置方案与分析	174
第六节 水资源配置工程规模	197
第七节 特枯年和连续枯水年应急对策	216
第八章 防洪（潮）体系建设与实施方案	219
第一节 防洪（潮）现状与存在问题	219
第二节 指导思想与任务	221
第三节 规划防洪（潮）工程	224
第四节 重点海堤工程	231
第五节 水库除险加固工程	232
第六节 防洪（潮）非工程措施	233
第七节 分期实施方案与投资估算	236
第八节 超标准洪（潮）水应急对策	237
第九章 水务信息化建设与实施方案	239
第一节 建设原则和目标	239
第二节 水务信息化服务体系	240
第三节 主要建设任务	241
第四节 实施方案	245
第五节 投资估算	245

第十章 水务管理政策法规体系	247
第一节 海口市水务管理政策法规现状	247
第二节 水务管理政策法规体系框架	252
第三节 近期需制定和修订的法规、规章	258
第四节 需要研究和探讨的政策法规	259
第十一章 规划实施保障体系	261
第一节 制度保障	261
第二节 体制保障	263
第三节 机制保障	265
第四节 政策保障	266
第五节 法规保障	268
第六节 投融资保障	269
第七节 管理能力保障	272
第十二章 结论与建议	273
参考文献与资料	279

第一章 概 况

第一节 自然概况

一、地理位置

海口市位于北纬 $19^{\circ}32'$ ~ $20^{\circ}5'$ 、东经 $110^{\circ}10'$ ~ $110^{\circ}41'$ ，地处海南岛的北部，横跨南渡江下游东西两岸。北隔 18 海里与广东省相望，东与文昌市接壤，南靠定安县，西邻澄迈县。东西最长 88.1km，总面积 2304.84 km^2 。海岸线长约 131km，海域面积约 800 km^2 。海岛有海甸岛、新埠岛和北港岛。

二、地形地貌

海口市属于海滨岗地，由于海蚀及构造作用，形成台阶式地形，市辖区范围内最高为第四级阶地上的群山岭，高程 69.8m；一级阶地分布于沿海，标高 5m 以下，宽约 0.3~0.4km，地势平坦，城区大部分建筑均在此阶地上；二级阶地标高为 18~25m 之间，宽度达 2.8km，地形平坦；三级阶地标高为 30~40m，宽度达 0.3~0.4km，切割剧烈，为宽敞平顶低岗地；四级阶地为该市地形较高的洪积层，标高在 80m 以内，地形破碎，起伏较大，系园状岗地。总体来讲，海口市地势平缓，西北部和东南部高，中部南渡江沿岸低平，东部和东北部为沿海小平原，境内最高处为马鞍岭，海拔 222.2m，最低点为南渡江入海口，海拔 0.4m。

三、气候特征

海口市属热带岛屿气候，夏长冬短，午热夜凉，历年未见霜雪，冬春多雾多旱，夏秋多雷暴雨，并有台风。多年平均气温 23.8°C ，绝对最低气温 2.8°C ，最高温度 38.8°C ，太阳辐射强，多年平均日照 2210h。

全市多年平均降雨量为 1827mm。其中 5~10 月为雨季，降雨量占全年降雨量的 78.1%；9 月为降雨高峰期，平均降雨量为 300.7mm，占全年的 17.8%；1 月平均降雨量只有 24mm，尤其 12 月至次年 2 月，月平均降雨量小于 50mm；11 月至次年 4 月为旱季，降雨量仅占全年的 22%。多年平均水面蒸发量为 1152.4mm。其中 5~7 月蒸发量最大，尤以高温强光最大的 7 月，为 216mm；其次是 5 月，为 211mm；最小以低温阴雨的 2 月，为 96mm。多年平均相对湿度为 85%。其中 2、3、9 月相对湿度最大，为 96%；7 月最小，为 83%。

海口市北部临海，地势平坦，风向基本一致。冬半年（10 月至次年 2 月），北方冷空气入侵频繁，以东北季风为主；夏半年（4~8 月），受低纬度暖气流的影响，盛行东风；3 月和 9 月，是东北和东南风的转换季节，风向不定。多年平均风速 3.3 m/s。

其中4月风速较大,为3.7 m/s;8月较小,为2.7 m/s;冬半年比夏半年风速大。多年平均受影响的台风5.5个(次),年平均大于8级大风12天,年平均12级以上台风2~4次。每年4~10月是台风活跃季节,台风盛季平均次数占平均年次数的81%,以8、9月下旬为台风高峰期。由于受大陆冷高压和入海变性高压脊影响,海口市沿海常有含盐分的海雾危害蔬菜和农作物。

第二节 河 流 水 系

海口市主要河流17条。其中南渡江水系7条,南渡江干流从海口市西南部东山镇流入境内,穿过中部,于北部入海,流经海口市75km(出海口段从西向东主要分流有海甸溪、横沟河、潭览河、迈雅河和道孟溪),支流有铁炉溪、三十六曲溪、鸭程溪、昌旺溪(南面溪)、美舍河和响水河;独流入海的有9条,分别为演州河、五源河、荣山河、演丰东河、演丰西河、罗雅河、芙蓉河、龙昆沟和秀英沟;另有白石溪流经文昌市境内入海。

第三节 社 会 经 济 状 况

海口市土地总面积为2304.84km²,海岸线长131km;辖秀英、龙华、琼山、美兰4区,下辖24个镇,17个街道办事处,138个居民委员会,248个村民委员会。改革开放以来,海口经济社会持续快速发展。2004年末全市常住人口171.03万人,户籍人口为143.07万人,其中农业人口60.82万人,非农业人口82.25万人。2004年全市国民生产总值(GDP)253.01亿元(不含农垦),按可比价格计算,比上年增长13.2%,增幅分别高于全国3.7个百分点、全省2.8个百分点。按户籍人口计算,人均GDP达到17928元,比上年增长10.5%,远高于全国平均水平。全年全社会固定资产投资完成119.28亿元,比上年增长15.4%;全年实现财政总收入51.44亿元,比上年增长20%。其中地方财政收入17.43亿元,增长27.2%。全市各主要税种保持快速增长,增值税1.23亿元,增长17%;营业税2.79亿元,增长18.6%;企业所得税0.58亿元,增长15.9%;城市建设维护税2.04亿元,增长17.6%;契税1.05亿元,增长21.3%。

第四节 规 划 任 务 及 原 则

一、指导思想

以邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导,树立和贯彻科学发展观,坚持可持续发展治水思路,围绕全面建设小康社会的目标,以满足经济社会发展和生态环境保护对水资源需求为出发点,以实现人与自然及人与水和谐为理念,坚持兴利除害结合、开源节流与治污并重,强化对涉水事务的社会管理,大力发展循环经济,全面建设节水型社会,妥善处理好国民经济发展与生态环境保护的关系,通过水资源的全面节约、有效保护、优化配置、合理开发、高效利用、综合治理和科学管理,促进海口

市水安全保障体系建设,以水资源的可持续利用保障海口市经济社会的可持续发展。

二、规划目标与任务

1. 规划目标

从满足海口市经济社会可持续发展、生态环境治理与保护的实际需求角度,分析和研究制定海口市水系综合规划。规划目标要体现 21 世纪初期我国治水的新思路,体现“现代水利、可持续发展水利”的规划理念,通过制定海口市水系综合规划,在查清海口市水资源条件和开发利用现状及水环境质量状况的基础上,提出海口市水系防洪工程建设、水环境整治、水景观建设和水资源开发利用规划方案,作为今后相当长时期内海口市水安全保障体系建设分期实施的重要依据,促进和保障海口市人口、资源、环境和经济之间的协调、健康发展。

2. 规划任务

规划的基本任务是:从海口市水资源优化配置入手,以海口市水系综合规划为主线,坚持以人为本、人水和谐以及与《海南省水资源综合规划》相衔接、与《海口市城市总体规划》相协调和统一的原则,根据海口市水安全保障体系建设现状及存在的问题,在充分考虑经济社会与生态环境用水需求的基础上,统筹考虑防洪防潮、水环境整治、水景观建设和水资源配置等工程的合理性,以及水务信息化和政策法规建设等问题,为海口市构建较完备的水安全保障体系提供一整套科学的决策依据,以支持海口市构建“水清、水活、水净、水美”和“海洋、江河与湖泊”水景观交相辉映、“滨海湿地与河湖湿地”遥相呼应、“蓝天·碧水·绿地”相互融合、“人水和谐”发展的环境友好型绿色生态城市,保持并提高海口市可持续发展的能力。

三、规划依据与原则

1. 规划依据

规划的依据包括:《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《水利产业政策》等国家法律法规;《海南省水资源综合规划》、《海口市城市总体规划》、《海南省水务发展与改革“十一五”规划》、《海口市国民经济和社会发展规划第十一个五年规划纲要》、《海口市水务发展与改革“十一五”规划》、《海口市环境保护“十一五”规划》等相关行业“十一五”规划;有关规程规范和技术标准。

2. 规划原则

(1) 坚持以人为本、人与自然和谐发展的原则。坚持以人为本、全面、协调和可持续发展的科学发展观,从提高人民群众生活水平和生活质量的要求出发,满足国民经济发展和改善生态环境的用水需求,确保人民群众对饮水安全、水环境安全和粮食安全的要求,实现人口、资源、环境和经济的协调发展。

(2) 坚持水资源开发利用与经济社会协调发展的原则。水资源开发利用要与经济社会发展的目标、规模、水平和速度相适应,并适当超前,保持与《海口市城市总体规划》相协调和统一。同时,经济社会的发展要与水资源的承载能力相适应,城市发展、生产力布局、产业结构调整以及生态环境建设都要充分考虑水资源条件。

(3) 坚持水资源可持续利用的原则。统筹协调生活、生产和生态用水,合理配置地表水与地下水、当地水与客水、传统水源与非传统水源等多种水源,对需水要求与供水可能进行合理安排;在重视水资源开发利用的同时,强化水资源的节约与保护,以提高用水效率和效益为核心,把节约用水放在首位,积极防治水污染,实现水资源可持续利用。

(4) 坚持“节水优先、防污为本”的原则。针对海口市自然及经济社会发展实际,要节水与防污并举,把节约放在首位,大力发展循环经济,逐步构建节约型的产业结构和消费结构,打破“先污染、后治理”的恶性循环发展模式,从根本上解决由于城市化、工业化和产业化快速发展导致的水资源短缺和污染严重问题。“节水为先、防污为本”,应该作为海口市在水资源开发利用过程中必须始终坚持的原则。

(5) 坚持全面规划和统筹兼顾的原则。坚持全面规划、统筹兼顾、标本兼治、综合治理,除害兴利结合,开源节流治污并重,防洪抗旱并举;妥善处理上下游、左右岸、干支流、城市与农村、流域与区域、开源与节流、治理与保护、近期与远期等各方面的关系,并保持与《海南省水资源综合规划》相衔接。

(6) 坚持市场经济规律的原则。要适应社会主义市场经济发展的要求,认真研究水务管理体制和政策法规等方面问题,利用市场经济手段调节水资源开发、利用、配置和治理、保护等行为,发挥政府宏观调控和市场机制的作用。

(7) 坚持科学治水的原则。要广泛应用先进的科学技术,努力提高水资源配置的科技含量和成果的合理性、科学性及实用性。要运用现代化的技术手段、技术方法和规划思想,科学配置水资源,缓解海口市发展所面临的防洪防潮、水资源短缺和水环境恶化等方面问题,提出合理的水系综合规划方案。

(8) 坚持因地制宜、突出重点的原则。根据海口市水资源条件和经济社会发展状况,确定适合当地实际的水资源开发利用模式。同时,要充分考虑需水的增长及地方财力状况,界定各类用水的优先次序,确定水资源开发、利用、配置、节约、保护和治理的重点。

(9) 系统性原则。在流域、水系和行政区三个层面上对水资源合理配置和统筹规划。在流域层面上,将与流域水资源综合规划相衔接,实现水资源合理配置;在水系层次上,对干流与支流、地表水和地下水、当地水和过境水、原生性水资源和再用性水资源、降水性水资源和径流性水资源统一配置;在行政区层次上,实现水资源在各行政区之间及各行政区内各行业之间、国民经济发展与生态环境保护之间的合理配置。在不同层面上,将水量平衡和水环境容量平衡联系起来考虑,将流域和水系的水循环转化过程与国民经济的供水、用水、耗水与排水过程联系起来考虑,用系统的原则来指导海口市的水资源配置和水系规划。

(10) 高效性原则。通过采取各种措施提高参与生活、生产和生态环境过程的水资源利用效率和效益。增加对降水的直接利用,减少水资源转化过程和用水过程中的无效蒸发,实行一水多用和综合利用,增加单位供水量对农作物、工业产值和 GDP 的产出;减少水污染,增加水资源的可利用量;遵循市场规律和经济法则,根据边际成本来安排各类水源工程和节水措施,力求在各项节流、开源与治污措施之间的边际成本大体接近。

四、规划范围、水平年与保证率

1. 规划范围

规划范围为海口市所管辖的区域，包括秀英区、龙华区、琼山区和美兰 4 区。

2. 规划水平年

将 2004 年作为现状基准年；2010 年为近期水平年；2020 年为中期水平年；2030 年为远期水平年。

3. 设计保证率

根据城市性质和规模以及水源条件，结合城市近期、中期和远期发展规模，分析确定其供水设计保证率：

(1) 海口市是海南省的省会城市，供水保证率确定为 97%；其他建制镇供水保证率确定为 95%。

(2) 城镇生态用水保证率与城市供水保证率相同，河道内生态用水保证率为 90%。

(3) 农业用水保证率为水田 90%、旱田 75%。

(4) 湖泊湿地用水保证率为 50%。

第二章 水 资 源 评 价

第一节 水 资 源 分 区

水资源评价采用行政分区和流域分区两种方式。行政分区是在海南省二级地市行政分区的基础上,进一步划分为4个三级县区行政分区;流域分区是在全国水资源评价流域三级分区的基础上,进一步划分为3个流域四级分区。具体分区结果见表2-1和图2-1。

表 2-1 海口市流域分区与行政区划对照表

流 域 四 级 分 区			所 在 行 政 区 划	
序 号	名 称	编 码	名 称	计算面积 (km ²)
1	南渡江	H100100	美兰区	149
			琼山区	502
			龙华区	247
			秀英区	226
			小 计	1124
2	海南岛东北部	H100120	美兰区	429
			琼山区	451
			小 计	880
3	海南岛西北部	H100160	美兰区	3
			龙华区	28
			秀英区	270
			小 计	301
	合 计			2305

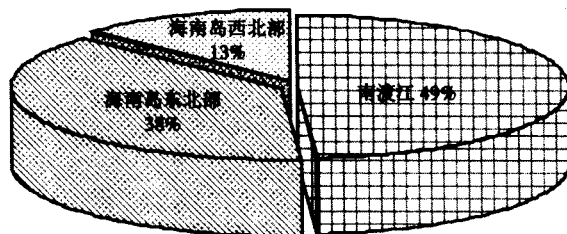


图 2-1 海口市流域四级分区面积百分比统计图

(1) 南渡江。南渡江干流从海口市西南部东山镇流入境内,穿过中部,于北部入海,流经海口市 75km,支流有铁炉溪、三十六曲溪、鸭程溪、昌旺溪(南面溪)、美舍河和响水河。

(2) 海南岛东北部。海南岛东北部位于海南岛东北, 包括滨州河、演丰东河、演丰西河、罗雅河、芙蓉河, 另有白石溪流经文昌市境内入海。

(3) 海南岛西北部。海南岛西北部位于海南岛西北, 包括五源河、荣山河、龙昆沟和秀英沟。

第二节 降 水 量

一、降水量资料分析

1. 雨量站的选取

海口市雨量站历史系列资料比较齐全, 但分布极不均匀, 主要分布在美兰区和琼山区。因此, 本次评价在选用雨量站基本资料的基础上, 对一些质量较好的水库站及农场观测的资料也进行了搜集, 并按照在降水量变化梯度较大的山区尽可能多地选取站点, 在降水量变化梯度较小的平原区着重考虑站点的均匀分布的原则。在全面收集资料的基础上, 选择资料质量好、系列完整的雨量站点进行分析统计。在点据稀少的地区, 增选一些资料系列较短的雨量站, 通过插补延长处理后作为补充。具体情况见表 2-2。

表 2-2 海口市分区选用雨量站统计表

行 政 区	面积 (km ²)	雨量站数量	雨量站密度 (个/km ²)
美兰区	581	3	194
琼山区	953	3	318
龙华区	275	0	0
秀英区*	496	2	248
全 市	2305	8	288

注 其中有*号的站为参证站。

2. 资料的插补延长

海口市现有雨量站 8 处, 大多在 20 世纪 60~70 年代设站, 资料系列较短, 实测系列多在 40 年左右, 等于和大于 45 年系列的雨量站, 只有海口和龙塘两站, 占选用站数的 25%。根据《全国水资源评价技术细则》要求, 统一采用 1956~2000 年同步期降水系列, 凡实测不足 1956~2000 年同步期的, 一律插补至同步期, 中间缺测年份一般尽量插补, 使其成为连续系列。本次所采用的资料中, 实测降水资料 337 站年 (包括同步期以外的实测资料), 插补延长 63 站年 (其中 1956~1979 年系列插补为 33 站年, 1980~2000 年系列插补为 30 站年), 共计 400 站年, 平均每站 50 年, 插补延长占总站年数的 15.8%。

3. 系列的代表性分析

(1) 资料选用。根据海口市面积比较小的实际情况, 考虑到地区的分布情况, 选择海口市东部、南部、西部、北部和中部的 8 个雨量站进行代表性分析, 详见表 2-3。

表 2-3 降水量多年变化分析代表站

站 名	海口	丁荣	新德	凤潭	风圪	龙塘	定安	美造
系列长度 (年)	83	40	43	37	38	45	29	27

(2) 统计参数的分析确定。全部选用站点的多年资料系列和同步期系列均按日历年进行统计, 资料一律统计到 2000 年, 均值采用算术平均值法计算, C_v 值用矩法作初步计算, 计算公式如下:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^2}{n-1}}$$

式中: X_i 为系列变量 ($i=1, 2, \dots, n$); n 系列年数; K_i 为模比系数 ($K_i = X_i / \bar{X}$)。

用上述公式计算统计参数作初试值, 应用 P-III 型理论频率曲线, 固定 $C_s = 2C_v$, 进行适线调整, 经验频率采用数学期望公式 $P = m/(n+1) \times 100\%$ (m 序位, n 系列总年数), 适线时固定均值不变, 调整 C_v , 照顾大部分点据, 尽可能使理论频率曲线与经验点据配合好, 调整 C_v 时, 一般控制在 $C_{v\text{适}} = C_{v\text{计}} \pm \delta C_v$ 的范围内。

(3) 统计参数的稳定性分析。统计参数的稳定性分析基于长系列统计参数比短系列统计参数的代表性相对较好这一基本假定, 即长系列统计参数更接近于总体, 故以长系列统计参数为标准来检验短系列资料的代表性。以长系列 2000 年为起点, 逆时序累积计算不同系列长度的均值 $\bar{n}$ 和变差系数 $C_{v\bar{n}}$, 以长系列统计参数 N , C_{vN} 为准, 计算长短系列统计参数的比值 $K_x = \bar{n}/N$, $K_{cv} = C_{v\bar{n}}/C_{vN}$, 绘制 $K_x \sim T(n)$ 、 $K_{cv} \sim T(n)$ 关系曲线, 并进行综合分析。具体分析结果见表 2-4。

表 2-4 海口市各主要站年降雨量长短系列均值变差系数比值表

站名	长系列统计参数			各系列 (均至 2000 年) 统计参数与长系列统计参数之比									
	N	X_N	C_{vN}	n=15		n=21		n=25		n=30		n=45	
				K_x	K_{cv}	K_x	K_{cv}	K_x	K_{cv}	K_x	K_{cv}	K_x	K_{cv}
海口	83	1633	0.22	1.02	0.88	1.02	0.91	1.01	0.95	1.02	0.92	1.02	0.92
龙塘	45	1894	0.21	0.99	0.89	1.00	0.92	1.01	0.96	1.01	0.98	1.00	1.00
丁荣	40	1844	0.22	1.02	1.05	1.03	0.96	1.02	0.95	1.03	0.93	1.00	1.00
凤潭	37	1899	0.21	1.02	0.96	1.02	0.98	1.01	1.02	1.00	1.01	1.00	1.00
新德	43	2043	0.23	0.98	0.87	1.00	0.95	0.99	1.01	0.99	1.00	1.00	1.00
风圪	38	1858	0.21	0.96	1.05	0.98	1.02	0.98	1.02	1.00	0.99	1.00	1.00
定安	29	1886	0.19	1.03	0.94	1.01	0.97	0.98	1.01	0.99	1.01	1.00	1.00
美造	27	1558	0.23	1.05	0.85	1.03	0.92	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.00

从表 2-4 分析结果综合得出 8 个站长短系列均值、变差系数比值变化范围, 见表 2-5。如以长短系列均值比值在 0.95~1.05、变差系数在 0.90~1.10 范围作为短系列统计参数稳定性的要求, 从各站 $K_x \sim T(n)$ 、 $K_{cv} \sim T(n)$ 关系曲线和上列长短系列比值的变化范围来看, 各站均值达到稳定的系列年数约为 20 年左右, 变差系数则需要更长一些, 约为 30 年左右。