

厦门市水资源 合理配置与对策研究

厦门市计划委员会
水利部南京水文水资源研究所
厦门市工程咨询中心
厦门市水利水电局



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

厦门市水资源 合理配置与对策研究

厦门市计划委员会
水利部南京水文水资源研究所
厦门市工程咨询中心
厦门市水利水电局



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是厦门市水资源问题的研究专著。全书共分十一章,系统地阐述了厦门市水资源状况和水资源开发利用现状;结合经济社会的发展,依据水资源可持续利用的原则,分析了未来水资源供需态势;采用系统分析方法,建立了水资源系统仿真模型,研究水资源合理配置,并提出了分阶段采取的对策;建立投入产出模型,对产业部门水资源优化配置和提高供水效益进行了分析;介绍了应用地理信息系统建立的水资源管理信息系统;最后对解决厦门市水资源问题提出了结论意见和建议。

本书的研究内容反映了目前我国在水资源问题研究方面的一些新的思路和较先进的方法。本书可供水利、水资源、城建、农业、环境、经济计划等部门和科研、教学等单位的有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

厦门市水资源合理配置与对策研究/厦门市计划委员会等编. —北京:中国水利水电出版社, 2001

ISBN 7-5084-0617-6

I. 厦… II. 厦… III. ①水资源-资源利用-规划-厦门市②水资源管理-厦门市 IV. TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 17328 号

书 名	厦门市水资源合理配置与对策研究
作 者	厦门市计划委员会 水利部南京水文水资源研究所 厦门市工程咨询中心 厦门市水利水电局
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: sale@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部) 全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	水利电力出版社印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 9.5 印张 220 千字
版 次	2001 年 4 月第一版 2001 年 4 月北京第一次印刷
印 数	0001—1500 册
定 价	26.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《厦门市水资源合理配置与对策研究》

课题指导： 徐 模 刘水在 贾泽民 张灿民

主 编： 郭振家

副 主 编： 王建生 洪超生 陈文庆 纪乃武

编 委： 戴 星 张世法 杨昌兵 李砚阁 郑春春

张宗旺 陈庆兒 范朝阳 詹荣安 黄麦秋

编写人员（以姓氏笔画为序）：

王建生 汤勇群 汤 斌 纪乃武 许文宗

张世法 张宗旺 李砚阁 杨昌兵 沈孝龙

陈文庆 陈庆兒 林 雄 范朝阳 洪超生

贾泽民 郭 方 郭振家 黄麦秋 詹荣安

戴 星

参加人员： 郑春春 许忠贤 章春杰 林树枝 吴晓琦

刘秀娟 傅毅东 缪存旭 王艳艳 沈盛湘

林少云 江浪声 林贻育

序

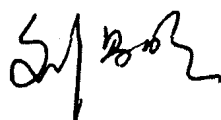
厦门市改革开放以来,随着经济特区的设立,现在已经形成了包括经济特区、保税区、出口加工区和台商投资区的多功能、多层次、高水平、全方位的对外开放格局,是我国东海沿岸一颗璀璨的明珠,经济增长速度一直居于全国前列,经济发展在福建省占有极其重要的地位,是福建经济发展的龙头。其社会经济能否长期持续稳定发展,不仅直接关系到当地人民生活水平的提高和社会的稳定,而且对整个福建省的国民经济发展将产生很大的影响。但是,厦门市水资源供需矛盾突出,城市供水主要依赖于外区水资源调配。考虑到未来国民经济将进一步高速增长,水资源的供需矛盾将会成为更为突出的问题。水资源问题将是厦门市今后社会经济发展的瓶颈因素。

可持续发展是建立在资源可持续利用和良好环境的基础上的。水是生命之源,水资源是人类生存与发展的命脉。从长远来看,面对水资源的供需矛盾对社会经济发展将构成的严重威胁,我们要转变传统观念,要把水资源与国民经济和社会发展紧密联系起来,进行综合开发、统一管理。做好对水资源的开发、利用、治理、配置、节约和保护的工作,特别是要在统一管理的前提下进行水资源的优化配置与综合调控,提高水资源的综合利用水平,建立以节流优先,治污为本,多渠道开源,水资源可持续利用的保障体系。

厦门市计划委员会牵头联合厦门市有关部门与水利部南京水文水资源研究所共同完成的“厦门市水资源合理配置与对策研究”项目,密切结合了未来厦门市经济的高速发展和把厦门市建设成“社会主义现代化国际性港口风景城市”的战略目标及对水资源的需求,研究目标明确,思路清楚,不论在实践上,或是在理论上均有重大意义。该项目研究有以下几个特点:第一,水资源的计算与评价充分依据了水文学原理的分析,在翔实的资料基础上,利用先进的方法,发展了水资源的评价方法与理论,具有很强的基础性;第二,立足于厦门市社会、经济发展,特别是应用厦门市国民经济投入产出模型,对产业部门水资源优化配置和提高供水效益进行了分析,并密切结合实际,解决厦门市国民经济建设与发展中存在的水问题,该项研究具有全面性和系统性的特点;第三,从水资源可持续利用的角度对厦门市水资源开发利用现状和发展趋势进行了较深入的研究,提出了厦门市未来水资源态势及水资源合理配置对策,包括分阶段采取的对策,具有明显的前瞻性;第四,充分考虑了防范非常供水问题,具

有创新性；第五，采用 GIS（地理信息系统）与数学模拟等方法，是其技术手段上的先进性，其中厦门市水资源系统仿真模型具有较强的应用功能和可操作性，是研究水资源合理配置、水资源规划和科学选比工程方案有效性和可行性的重要手段，厦门市水资源管理信息系统能对大量水资源数据信息进行综合分析、显示、查询，能最大限度地发挥优化配置的作用和综合效益，是一个功能性很强的系统。

本书不仅为解决厦门市水资源问题提供了科学依据，具有重要的实用价值，而且在水资源研究领域内也具有重要的参考价值。



2000 年 12 月 25 日

刘昌明 中国科学院院士，北京师范大学资源与环境学院院长。

前 言

厦门市是我国的经济特区，现已形成了包括经济特区、保税区、台商投资区和沿海经济开放区的多功能、多层次、高水平、全方位的对外开放格局。经济增长速度一直居于全国前列。同时，厦门市又是一个水资源缺乏的城市，城市供水系统原水的80%依赖于外区水资源调配。未来国民经济仍将保持高速增长，并有可能出现超常规的发展，水资源的供需矛盾将会成为突出的问题。要实现把厦门建设成为“现代化国际性港口风景城市”的总体目标，不仅要对水资源数量，还要对水资源质量和水环境提出更高的要求。厦门市领导及有关部门十分重视水资源的问题，要求对未来水资源的态势及水资源合理配置的对策方案进行超前研究，为领导和有关部门提供科学的决策依据。据此，厦门市计委提出了《厦门市水资源合理配置与对策研究》课题，于1999年6月与水利部南京水文水资源研究所签定了“合作编制《厦门市水资源合理配置与对策研究》课题协议书”。

根据协议书，本次研究的主要目的是解决厦门市中长期供需水方面的问题。主要工作内容有：评价厦门市水资源及开发利用现状；预测未来不同水平年水资源需求状况；研制厦门市水资源系统模拟模型，进行多种对策方案的水资源供需分析，在此基础上提出相应的对策措施；并对厦门市水资源管理信息系统进行初步研究。

研究任务明确后，由厦门市计划委员会、工程咨询中心组织，成立了水利部南京水文水资源研究所及厦门市建设委员会、市规划局、市水利水电局、市政管理局、市自来水公司、市建委节水办等单位组成的课题研究组。1999年6月底课题研究人员在厦门进行现场调研并广泛收集各方面资料，厦门市计委、建委、水电局、市政工程管理局、规划局等有关部门积极参与并大力支持。此外，漳州市水利局、漳州水文水资源分局、福建省水利水电勘测设计研究院漳州分院及福建省水利规划院、福建省水利水电勘测设计研究院等单位也提供了不少资料和信息。这对提高研究成果的质量起到了很大的作用。

厦门市水资源问题涉及自然、环境、社会、经济诸多领域，包含水资源的开发、利用、治理、配置、节约、保护等各个方面，研究工作以经济社会可持续发展为指导思想，密切结合厦门市实际情况，在广泛收集厦门市各有关部门的资料、成果和国内外有关信息的基础上，综合分析了未来厦门市经济社会发

展对水的需求及其变化趋势；同时，厦门市水资源系统是一个由多水源、多部门和由来水、需水、供水、排污水处理等不同层次的诸多子系统组成的既互相联系又互相制约的有机整体。研究中采用系统分析的方法，建立具有仿真功能的模拟模型，进行多目标、多用途的分析计算，通过对输出的水资源供需状况的大量信息的分析，提出水资源开发利用及合理配置的对策意见。

研究的成果主要有：厦门市水资源合理配置及对策研究报告；厦门市水资源系统仿真评价模型软件；厦门市水资源管理信息系统。

2000年6月提出研究成果后，7月初厦门市科委主持评审，由刘昌明、徐乾清、王秉忱、任光照、马滇珍、谢森传、崔广柏、徐在民、杨家坦、张宗旺、郭逢潮等11位专家组成的评审组对研究成果进行了评审，专家们对研究成果给予较高的评价，并提出许多宝贵的意见。

会后根据评审组意见和厦门市计委的安排，对研究报告作进一步的修改和补充。在此基础上，编写了《厦门市水资源合理配置与对策研究》一书，以供作技术交流和参考。

由于水平所限，书中错误和疏漏之处，恳请批评指正。

编 者

2000年8月

目 录

序 前 言

第一章 概况	1
第一节 基本情况	1
第二节 研究任务与方法	4
第二章 水资源开发利用现状	6
第一节 水资源及开发利用特点	6
第二节 供水水源及供水量	6
第三节 各部门用水量	7
第四节 水质水环境	8
第五节 主要存在问题	10
第三章 水文分析与计算	12
第一节 年径流资料系列代表性分析	12
第二节 用水文比拟法进行年径流计算	15
第三节 用流域水文模型法进行年径流计算	20
第四节 浦南站枯水径流初步分析	23
第五节 小结	25
第四章 需水预测	27
第一节 预测方法和成果	27
第二节 预测成果及合理性分析	36
第三节 进一步说明的几个问题	44
第四节 几点认识	48
第五章 供水预测	51
第一节 当地水供水工程	51
第二节 外来水资源调配方案	54
第三节 新水源开发	56
第四节 不同水平年供水预测成果	58
第六章 水资源供需分析	60
第一节 水资源系统仿真模型	60
第二节 主要计算方案和成果	66
第三节 各水平年水资源供需平衡分析	71

第四节	方案综合评价	81
第五节	对几个问题的认识	86
第六节	小结	89
第七章	金门供水	91
第一节	概况	91
第二节	需水量预测和补供水预测	92
第三节	金门供水可靠性及其对厦门供水的影响	92
第四节	金门供水线路	94
第八章	防范非常供水情况的对策措施	96
第一节	可能出现的非正常供水的情况	96
第二节	防范非常供水情况的应对措施	97
第九章	国民经济投入产出与水资源合理配置初步分析	101
第一节	厦门市经济投入产出分析用表的编制	101
第二节	厦门市直接、间接和完全消耗用水计算	102
第三节	厦门市输入、输出产品携带水资源数量的估算	105
第四节	厦门市工业结构调整对工业需水的影响	107
第五节	小结	114
第十章	水资源管理信息系统初步研究	116
第一节	概述	116
第二节	系统原理及功能	116
第三节	数据库系统设计与管理	119
第四节	系统的操作简介	121
第十一章	结论与建议	127
参考文献		137

第一章 概 况

第一节 基 本 情 况

一、自然地理

厦门市位于福建省东南沿海，土地面积 1565.09km²。由厦门岛与陆地两部分组成，地势由西北向东南倾斜，北部、西北部为山区，中部为丘陵，沿海为平原。

厦门市河流均属山丘区短小河流，流域面积大于 100km² 的只有同安西溪和集美后溪两条。

厦门属亚热带海洋性气候，全年平均气温 21℃，平均无霜日 357 天。多年平均降水量 1388mm，降水量分布由西北山区 2000mm 以上，往东南逐渐减少，沿海及厦门岛年降水量 1100mm 左右。

厦门市多年平均年径流量 11.8 亿 m³。按 1998 年资料统计，人均水资源占有量 932m³，亩均水资源量 2883m³（见表 1-1）。

表 1-1 厦门市水资源量

地 区	多年平均 降水量 (mm)	多年平均 年径流深 (mm)	地表水资源量 (亿 m ³)				平原地下水 可开采储量 (亿 m ³)	人均水资源 占有量 (m ³)	亩均水资源量 (m ³)
			均值	50%	75%	95%			
厦门岛 集美 杏林	1242	660	3.66	3.32	2.47	1.52	0.52	511	3433
同 安	1473	847	8.14	7.93	6.17	4.13	0.84	1480	2689
全 市	1388	778	11.8	11.2	8.50	5.40	1.36	932	2883

二、社会经济

厦门市现已形成了包括经济特区、保税区、台商投资区和沿海经济开放区的多功能、多层次、高水平、全方位的对外开放格局。经济增长速度居全国 15 个副省级城市和 4 个经济特区城市之首。1998 年全市国内生产总值（GDP）达到 418 亿元（当年价），第一、二、三产业比例为 5.2：51.6：43.2，人均 GDP 为 3.3 万元（近 4000 美元），相当于中等收入国家的水平。

1. 人口及组成

厦门市 1998 年总人口 126.6 万人，其中非农人口 59.3 万人，农村人口 67.3 万人，城市化率达到 46.8%。此外，没入户籍的暂住人口有 49 万人。1995～1998 年全市总人口年均增加 1.7 万人，增长率为 1.4%；非农人

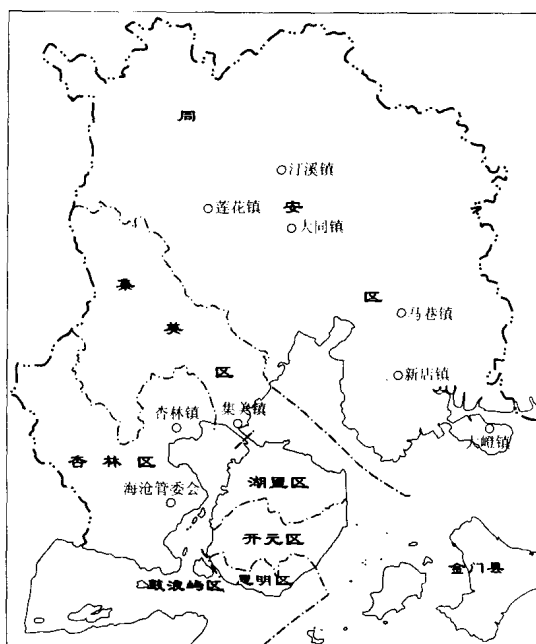


图 1-1 厦门市行政区划与乡镇位置图

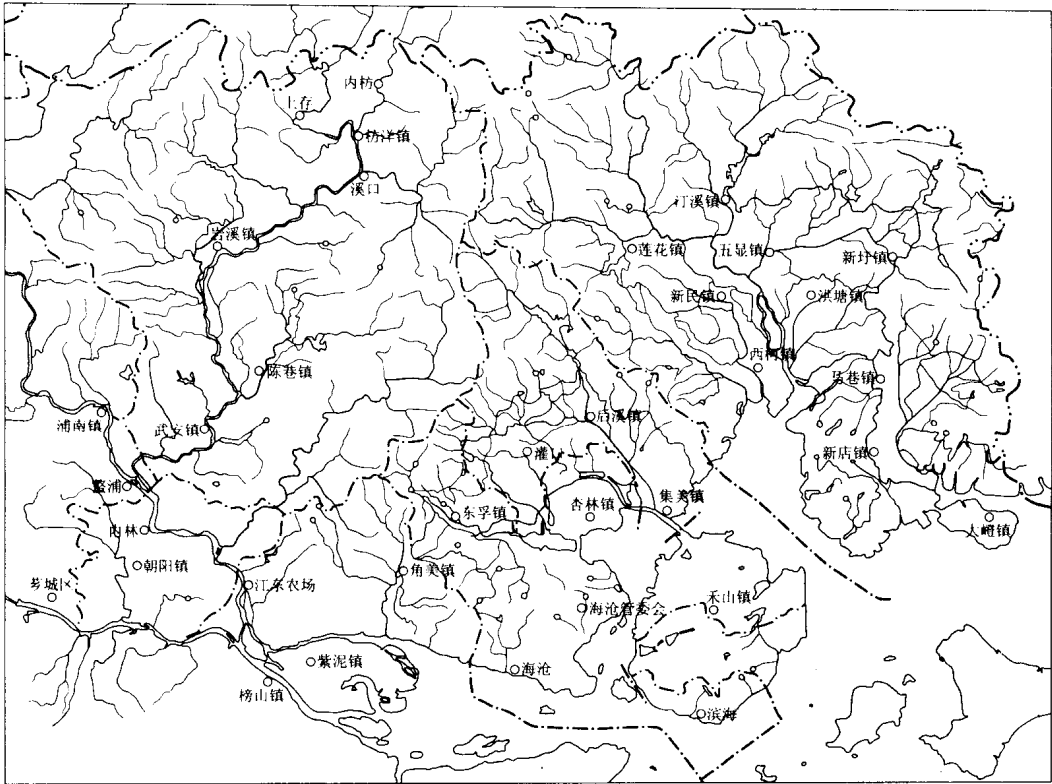


图 1-2 厦门市水系图

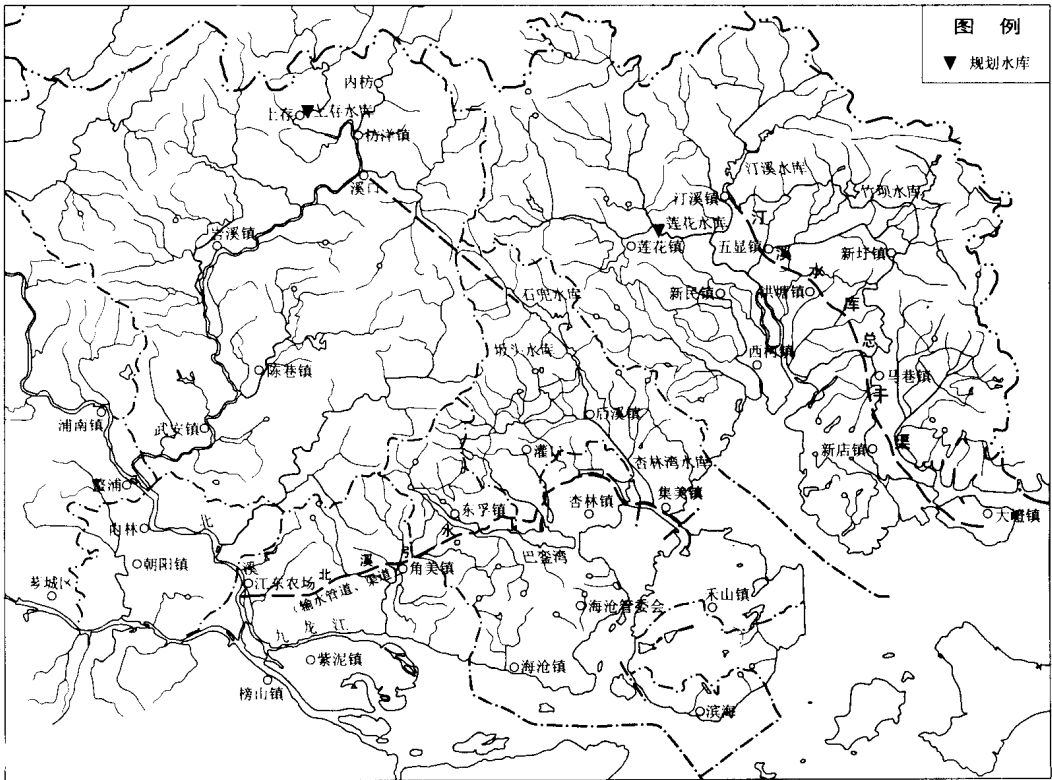


图 1-3 厦门市现有及规划供水工程示意图

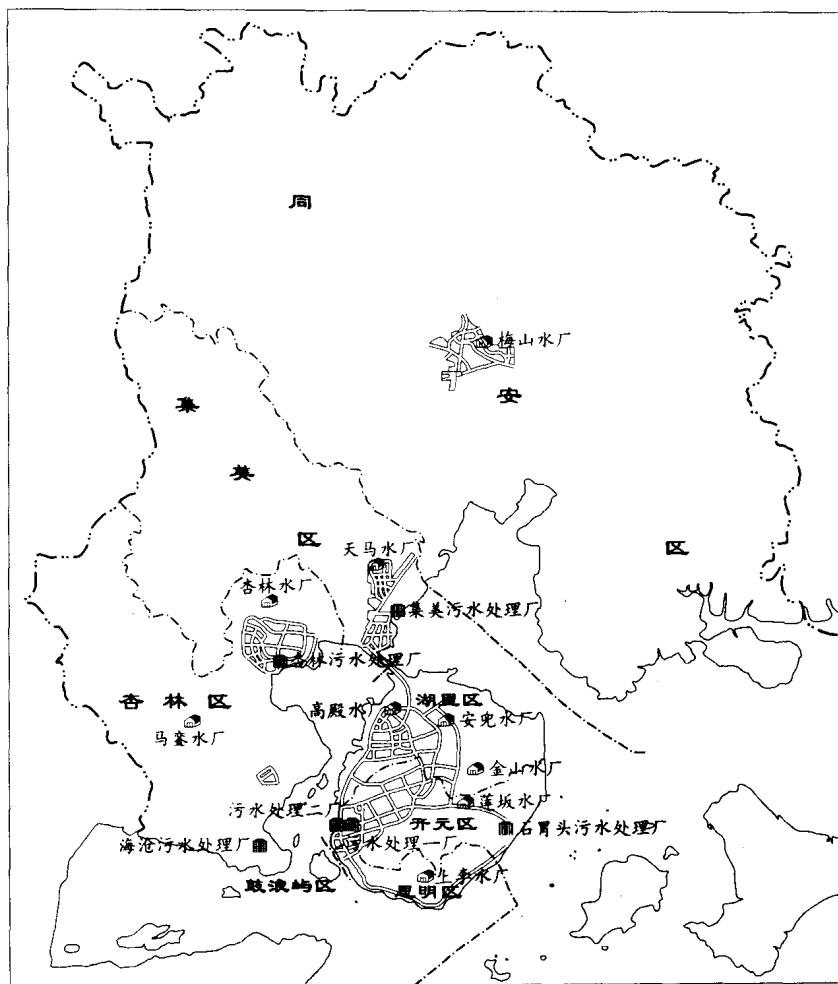


图 1-4 厦门市自来水厂与污水处理厂分布示意图 (包括已有与在建)

口年均增加 2.1 万人, 增长率为 3.9%; 农村人口平均每年减少 4000 人; 暂住人口平均每年增加 3.65 万人, 增长率达 8.8%。

2. 工业生产

全市 1998 年工业总产值达到 590.58 亿元 (当年价), 按 1990 年不变价折算为 587.67 亿元, 比上一年增长 17.3%。1997 年电子、机械、化学、食品、纺织、建材和电力等 7 类行业的产值占总产值的 78%, 其中电子、机械、化学三行业占 46.3%, 1998 年上述三行业所占比例扩大到 58%。按经济类型分, 国有经济工业产值占总产值的 10.5%, 三资企业占 81.5%, 集体及其他类型企业占 8%。厦门市乡镇企业的发展比沿海其他地区慢, 现状乡镇企业总产值约占全市总产值的 10% 左右。

3. 农业生产

随着经济建设的发展, 农村人口逐渐向城镇转移, 耕地面积出现不断减少的趋势, 相应灌溉面积也逐年减少。1995~1998 年耕地面积减少 3.7 万亩, 平均每年减少 1.25 万亩, 灌溉面积减少 2.4 万亩, 平均每年减少 8000 亩。

农业产业结构也发生了较大变化，在农林牧渔业总产值中，水产养殖业的产值已占总产值的一半以上，而农业产值降到 30% 左右。农业作物组成中，粮食作物的种植面积呈减少趋势，经济作物，特别是花卉、亚热带特色作物以及蔬菜等有较快的发展。

厦门市行政区划与乡镇位置图、厦门市水系图、厦门市现有及规划供水工程示意图、厦门市自来水厂与污水处理厂分布示意图（包括已有与在建）、厦门市水资源利用分区图等见图 1-1~图 1-5。

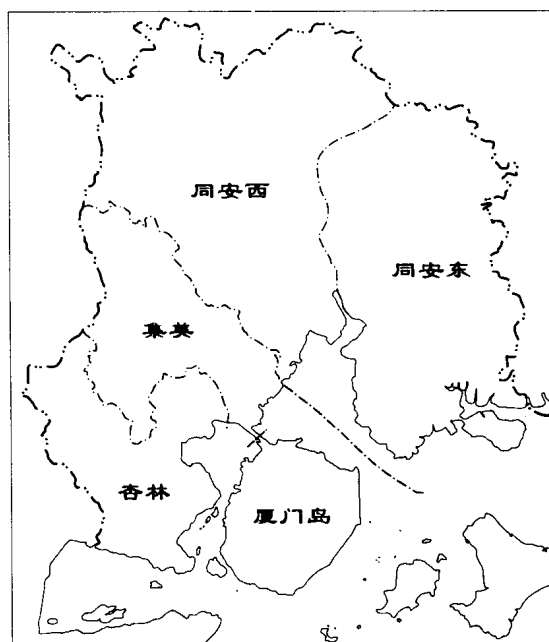


图 1-5 厦门市水资源利用分区图

第二节 研究任务与方法

一、任务与要求

厦门市是我国的经济特区，改革开放以来经济高速发展，城市建设、工农业生产等各方面都取得显著进展，同时厦门市又是一个水资源缺乏的城市，未来水资源的供需矛盾将成为突出问题。本课题针对未来经济持续高速发展，包括可能出现超常规发展的情况，分析了不同时期、各用水部门对水资源的需求状况；研究未来规划水平年水资源的供需态势和可能出现的缺水情况；对现有工程和规划工程组合生成的多种供水方案，分别研究各方案的作用和效益及可能出现的不利影响；研究工程方案实施的条件和工程开发的时间和次序；提出厦门市不同时期水资源开发利用的对策措施，为领导和有关部门提供决策依据和信息支持。

二、研究方法与技术途径

厦门市水资源系统由厦门子系统及同安子系统组成，两个子系统相对独立，各子系统

又包括来水、贮水、输水和生活、工农业用水诸子系统。针对这样由不同层次子系统组成的复杂水资源系统，本课题采用系统分析的方法，把厦门市水资源系统看作是由既相互区别又相互制约的由各子系统组成的有机整体，在深入调查系统特点、以往的规划和管理运用经验及存在的实际问题的基础上，建立具有厦门市水资源系统仿真功能的整体模拟模型。模拟模型的输入包括现有及规划水源工程的来水资料、不同水平年各分区各部门的需水量、现有和规划工程指标，以及调度运行规则等。通过对开源、节流工程措施多种组合方案，模拟计算，输出不同水平年水资源供需状况的大量信息。再应用多目标决策分析方法，通过多层次指标体系对不同的工程组合方案进行综合评价及方案的实施建议。此外，还建立厦门市水资源管理信息系统，包括图形库系统和数据库系统。该系统是以 Windows98 为开发平台，以地理信息系统软件 Mapinfo 及数据库软件 Access 为开发工具而编制的一套厦门市水资源信息查询与显示软件。系统分析的内容及技术途径见图 1-6。

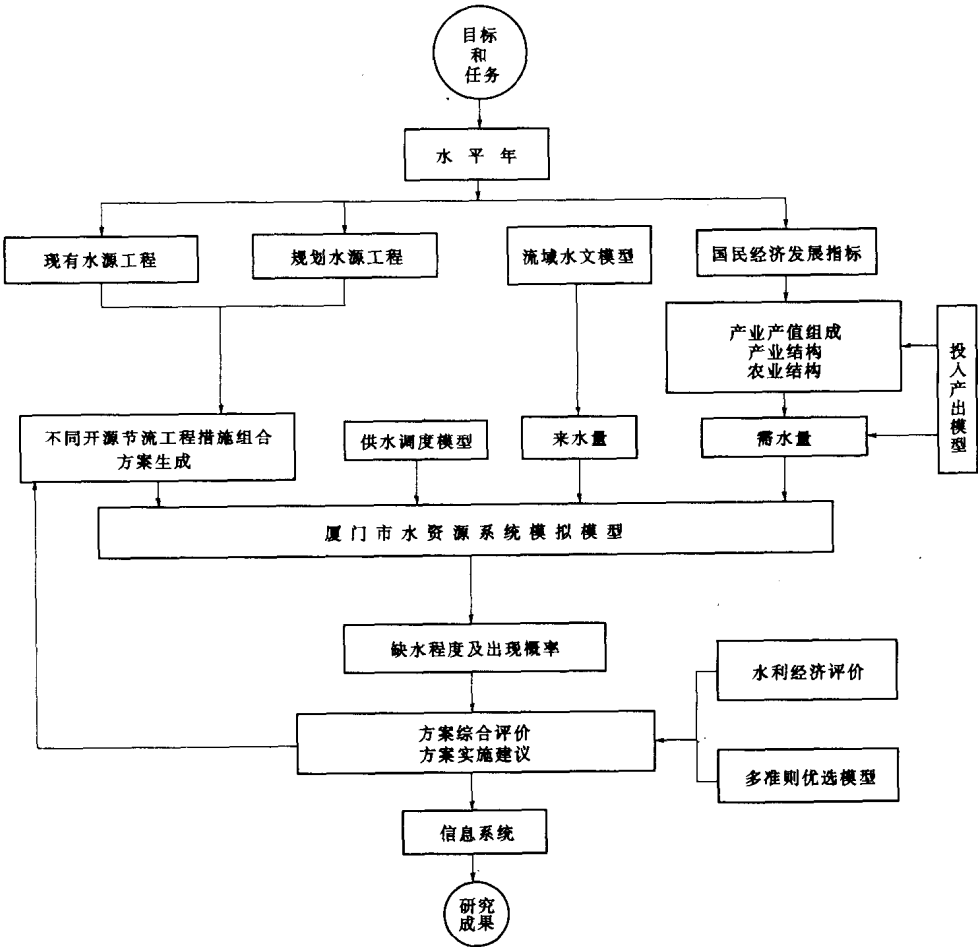


图 1-6 厦门市水资源系统分析的主要内容及技术途径

第二章 水资源开发利用现状

第一节 水资源及开发利用特点

厦门市地处东南沿海,境内无大河,人口稠密、经济发达。水资源开发利用有如下特点:

(1) 降水及径流时空变异较大。降水量丰沛,但年内年际分配不均,汛期(4~10月)降水量占全年的80%,径流占85%以上,最大年降水量为最小年降水量的3.2倍。年径流 $P=75\%$ 为多年平均值的72%, $P=95\%$ 为46%。水资源的分布与人口、经济发展布局不一致,与土地资源配置不佳。本岛、集美、杏林人口占全市的近60%,国内生产总值占全市的85%,但水资源量仅占全市的30%。同安区的东部和西部地区也存在明显差异,东部耕地面积和人口均占全区的2/3左右,但水资源量仅占40%左右。

(2) 河流集水面积小、汇流时间短、水量集中在汛期,开发利用难度大。厦门市最大的河流西溪流域面积494km²,第二条大河流后溪流域面积209.3km²,其余河流面积均小于100km²,还有占全市总面积40%的地区,降雨后形成地表径流直接入海。现状当地水资源开发利用量为3.5亿~3.8亿m³,约占多年平均年径流量的30%。

(3) 当地水资源严重不足,邻区的客水资源已成为不可缺少的重要水源。按1998年户籍人口统计,人均水资源占有量仅932m³,是全国平均数的40%,全省平均数的1/4。若将49万暂住人口考虑在内,则仅为672m³。目前厦门市自来水系统原水的80%来自北溪引水,对客水资源的依赖程度越来越高。

(4) 受地形地貌及水系分布等条件的限制,全市形成的两个相对独立的厦门子系统和同安子系统之间尚未相互联系和发挥互济作用。在水资源系统内部,当地水资源的利用多以小型工程为主,调蓄能力有限,水资源余缺地区互补能力不足。这些都对水资源合理配置带来一定的困难。

第二节 供水水源及供水量

厦门市供水水源主要有:北溪引水、坂头石兜水库、汀溪水库群、祥溪策槽引水、小型地表水供水工程、地下水、海水利用、污水处理回用等。1993~1998年供水情况见表2-1。

按厦门、漳州两市北溪分水方案,厦门市从北溪引水的流量为12m³/s,年引水量3.78亿m³。但近几年实际引水量在1.5亿m³左右,仅为引水能力的40%。

坂头、石兜水库是城市供水的重要补充调节水源。年均供给自来水系统原水0.35亿~0.40亿m³。此外水库还承担下游2万亩农田灌溉及其他农业供水,年供水量0.25亿~0.35亿m³。石兜水库由于库区移民问题未解决好,目前水库蓄水位超过45m就要向受淹村民赔偿。有近0.2亿m³蓄水库容未能发挥兴利调节作用。

汀溪水库群由汀溪主库、溪东、小坪、竹坝等水库和引水总干渠组成,是同安东部农

表 2-1

厦门市不同水源供水量

单位: 亿 m^3

年份	北溪管道引水	北溪渠道引水	坂头、石兜水库	汀溪水库群	其他工程	地下水	海水利用	总供水量
1993		1.0906	0.4532	1.0449	2.1688	0.2143		4.9718
1994		1.2525	0.4674	0.9279	1.8849	0.2368		4.7695
1995		1.4412	0.5898	0.9309	1.9594	0.2533		5.1746
1996	0.4958	1.0119	0.6094	0.9726	1.7706	0.2404	0.2400	5.3407
1997	1.0543	0.4911	0.4237	0.8500	1.8063	0.2347	0.2400	5.1001
1998	1.3244	0.1106	0.7798	0.9350	1.9226	0.2414	0.2400	5.5538

注 海水利用替代淡水量按 1:30 计算。

业和城镇供水的骨干工程。汀溪水库库容近 0.4 亿 m^3 , 复蓄能力强, 1993 年以来年供水量 0.85 亿~1.05 亿 m^3 , 1998 年供水量为 0.935 亿 m^3 , 其中向城镇生活和工业供水 0.25 亿~0.30 亿 m^3 。

以河溪水库、祥溪和策槽引水工程组成的策槽灌区灌溉工程是同安西部的主要供水工程。供水能力近 1 亿 m^3 , 灌区面积为 5 万亩。其他小型供水工程, 在利用当地水资源、为所在地农业供水, 也发挥了重要作用。

地下水主要供给部分地区村镇生活用水, 年供水量 0.24 亿 m^3 左右。海水利用主要用于嵩屿电厂的冷却用水。近几年嵩屿电厂年发电量保持在 30 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 左右, 海水利用替代的淡水量约为 0.24 亿 m^3 。厦门市污水处理回用量很小, 主要用于绿化、冲洗马路等。

第三节 各部门用水量

1998 年厦门市总用水量 5.54 亿 m^3 , 其中城镇生活用水 0.81 亿 m^3 , 工业用水 1.30 亿 m^3 , 农村生活用水 0.22 亿 m^3 , 农田灌溉用水 2.40 亿 m^3 , 林牧渔用水 0.81 亿 m^3 。与 1993 年相比, 总用水量增加 0.89 亿 m^3 , 年增长率 3.54%。其中城镇生活、工业、农村生活及林牧渔业用水均有不同程度的增加, 农田灌溉用水减少 0.20 亿 m^3 , 这主要是灌溉面积减少所致, 1998 年有效灌溉面积 35.7 万亩, 比 1993 年的 40.1 万亩减少 11%。1993 年及 1998 年各部门用水量见表 2-2。

表 2-2

各部门用水量

项 目	年 份	城镇生活	工 业	农村生活	农田灌溉	林牧渔	总计
用水量 (亿 m^3)	1993	0.48	0.90	0.15	2.60	0.52	4.65
	1998	0.81	1.30	0.22	2.40	0.81	5.54
占总用水量比例 (%)	1993	10.4	19.3	3.3	55.9	11.1	100
	1998	14.6	23.5	4.0	43.3	14.6	100
增长率 (%)	1993~1998	10.83	7.70	7.45	-1.6	9.29	3.54

注 商品菜田用水列入农田灌溉用水中, 牲畜用水列入林牧渔业用水中。