

全国水利水电类高职高专统编教材

CHENGSHI SHUIWENXUE

城市水文学

拜存有 高建峰 主编



黄河水利出版社

全国水利水电类高职高专统编教材

城市水文学

主 编 拜存有 高建峰
副主编 黄泽钧 于 玲
主 审 杜守建

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是全国水利水电类高职高专统编教材,是根据全国水利水电高职教研会制定的《城市水文学》课程教学大纲编写完成的。全书分为10章,主要内容包括:城市水文学的基本概念、城市水文资料收集与测验设备、水文统计的基本方法、地表水源的径流分析计算、城市雨洪径流与防洪、城市设计暴雨、城市雨洪径流计算、水污染基本知识、城市水污染防治与水环境治理规划、城市水功能区划与水资源保护。书中还编写了城市水污染防治与水资源保护规划实例,供读者参考。

本书可作为高职高专城市水利、水务管理以及水政水资源管理等专业的教材,也可作为从事城市水利和水务管理一线技术人员的培训教材和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

城市水文学/拜存有,高建峰主编. —郑州:黄河水利出版社,
2009.1

全国水利水电类高职高专统编教材

ISBN 978 - 7 - 80734 - 384 - 4

I. 城… II. ①拜…②高… III. 城市 - 水文学 - 高等学校:
技术学校 - 教材 IV. P33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 003025 号

组稿编辑:王路平 电话:0371 - 66022212 E-mail:hhsllwlp@126.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路11号 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:hhsllcbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:16.75

字数:387千字

版次:2009年1月第1版

印数:1—3 100

印次:2009年1月第1次印刷

定价:30.00元

前 言

本书是根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等文件精神,以及全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划,报水利部批准,由全国水利水电高职教研会组织编写的水利水电类全国统编教材。

随着我国城市发展和城市化战略的加快实施,城市在整个国民经济和社会发展中的地位日益突出。目前,我国正处于城市化快速发展的时期,据预测,到 21 世纪中叶,我国城市化水平将达到 60%,城市人口将增加到 9.6 亿,而作为保障城市可持续发展的水资源供给、洪涝灾害防治、水环境保护等问题,引起了方方面面的高度关注。依法治水、计划治水、综合治水、科学治水,是城市水利发展的必由之路,也是实现城市可持续发展的重要保障。

《城市水文学》是水文学的新兴分支之一,它以城市地区的水文现象为研究对象,目的在于揭示城市地区的水文规律(如雨洪形成规律、水污染及其传播规律等),为城市规划建设和城市管理提供决策依据。本学科起源于西方发达国家,其内容主要包括水文学的一般知识,城市雨洪径流的形成机制及定量计算,城市水污染规律及水环境保护等。我国在这方面研究起步较晚,目前还未形成比较完整的理论体系,虽然在国内已有《城市水文学》的一些著作,但其内容多以国外研究成果为支撑,在一定程度上可以借鉴,与我国城市建设与管理水平有差异。相信随着我国城市化进程的加快,本学科的研究和应用将越来越被人们所重视。

本书是根据高职高专城市水利及相关专业的培养目标和业务规格,以及《城市水文学》课程教学大纲,构建内容体系。力求体现高等职业教育的特色,服务于培养高等技术应用型人才的目标,淡化学科体系,基本理论以必须够用为度,突出基本知识、原理和方法的应用,尽量做到语言精练、概念清楚、重点突出。紧随城市水利发展的趋势,在重视城市水文现象(水量与水质)及其规律的同时,将水资源可持续开发利用与水环境保护相提并论,为城市给排水及水资源保护等工程的规划设计与管理运用提供依据。力争在内容中引入新标准、新规范、新技术,突出高职教育教学的实用性和针对性。

本书共分 10 章,内容主要包括三部分:第一部分是城市水文学的基础知识;第二部分是城市地表水源及雨洪径流的分析计算;第三部分是城市水污染与水环境保护的相关知识。

本书编写人员及编写分工如下:绪论、第一章、第三章、第八章由杨凌职业技术学院拜存有编写;第二章由重庆水利水电职业技术学院胡先学编写;第四章、第九章由山西水利职业技术学院刘贤娟编写;第五章由安徽水利水电职业技术学院于玲编写;第六

章由湖北水利水电职业技术学院黄泽钧编写;第七章、第十章由安徽水利水电职业技术学院高建峰编写。本书由拜存有、高建峰担任主编,拜存有负责全书统稿,由黄泽钧、于玲担任副主编,由山东水利职业学院杜守建担任主审。

本书在编写过程中引用了国内一些专著、教材及工程资料,参考文献未能一一列出,编者在此对引用文献的作者一并表示衷心的感谢。

另外,限于编者的知识水平,不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正,以促进教材的进一步完善,本人将不胜感激!

编 者

2008 年 10 月

目 录

前 言

绪 论	(1)
第一节 城市化与城市水文问题	(1)
第二节 城市水文学的起源与发展	(4)
第三节 我国面临的的城市水文问题	(6)
思考题	(9)
第一章 城市水文学的基本概念	(10)
第一节 水循环	(10)
第二节 河流与流域	(13)
第三节 降 水	(17)
第四节 蒸发与下渗	(24)
第五节 径 流	(26)
第六节 水量平衡	(30)
第七节 城市气候与热岛效应	(31)
第八节 水资源与水环境	(33)
思考与练习题	(38)
第二章 城市水文资料的收集与测验设备	(39)
第一节 降水与蒸发资料	(40)
第二节 水位与流量资料	(44)
第三节 水质监测资料	(56)
第四节 土地利用情况资料	(60)
第五节 国外城市水文观测系统简介	(61)
第六节 “3S”新技术应用简介	(64)
思考与练习题	(67)
第三章 水文统计的基本方法	(69)
第一节 概 述	(69)
第二节 概率、频率、重现期	(70)
第三节 随机变量及其频率分布	(72)
第四节 相关分析法	(80)
第五节 频率计算法	(86)
思考与练习题	(92)
第四章 地表水源年径流的分析计算	(93)
第一节 概 述	(93)

第二节	影响年径流的因素	(96)
第三节	具有长期实测径流资料时设计年径流计算	(98)
第四节	缺乏实测径流资料时设计年径流计算	(104)
思考与练习题	.....	(109)
第五章	城市地区的雨洪径流与防洪	(111)
第一节	概 述	(111)
第二节	城市地区雨洪排水系统	(113)
第三节	城市化对径流形成的影响	(116)
第四节	城市化对区域水量平衡的影响	(118)
第五节	城市化对洪水的影响	(121)
第六节	城市化对水环境的影响	(123)
第七节	城市防洪标准与防洪体系	(125)
思考题	.....	(127)
第六章	城市设计暴雨	(128)
第一节	概 述	(128)
第二节	城市设计暴雨量计算	(130)
第三节	设计暴雨的时程分配	(134)
思考与练习题	.....	(136)
第七章	城市雨洪径流计算	(137)
第一节	城市流域的产流计算	(137)
第二节	城市雨洪过程汇流计算	(142)
第三节	城市雨洪产汇流计算的推理公式法	(151)
思考与练习题	.....	(156)
第八章	城市水污染基本知识	(157)
第一节	概 述	(157)
第二节	水污染指标与水质标准	(159)
第三节	城市水体的污染源	(162)
第四节	水体污染物的分类	(169)
第五节	河流污染与自净作用	(172)
第六节	湖泊、水库的污染和稀释扩散	(173)
第七节	水环境容量基本概念	(177)
第八节	水体环境质量评价	(181)
思考题	.....	(185)
第九章	城市水污染防治和水环境治理规划	(186)
第一节	概 述	(186)
第二节	城市水污染防治的目标与任务	(189)
第三节	制定水污染防治规划的方法	(190)
第四节	城市水环境整治规划的指标体系	(194)

第五节	国内城市水环境治理规划实例简介	(196)
第六节	城市污水的处置	(200)
思考题	.....	(206)
第十章	城市水功能区划与水资源保护	(207)
第一节	概 述	(207)
第二节	城市水功能区划的目的	(208)
第三节	城市水功能区划的原则和要求	(210)
第四节	水功能分类及划分指标	(212)
第五节	城市水功能区水质管理标准	(215)
第六节	水资源保护的主要措施	(216)
思考题	.....	(217)
附 表	.....	(218)
附表 1	皮尔逊Ⅲ型曲线的离均系数 Φ_p 值	(218)
附表 2	皮尔逊Ⅲ型曲线模比系数 K_p 值	(221)
附表 3	瞬时单位线 S 曲线查用表(一)	(226)
附表 4	瞬时单位线 S 曲线查用表(二)	(228)
附表 5	瞬时单位线 S 曲线查用表(三)	(230)
附 录	.....	(232)
附录 1	地表水环境质量标准(GB 3838—2002)(部分)	(232)
附录 2	污水综合排放标准(GB 8978—1996)	(242)
附录 3	污水排入城市下水道水质标准(CJ 3082—99)	(252)
附录 4	水环境保护标准目录	(253)
附录 5	水质常用专业术语	(258)
参考文献	.....	(259)

绪 论

学习目标与要求 通过学习了解城市水文问题,理解城市水文学的内容与任务,正确认识我国所面临的城镇水文问题。

第一节 城市化与城镇水文问题

人口向城镇地区集中,致使城镇区域不断扩张的过程称为城市化。城市化总是和工业化互为因果关系的,代表了当今社会发展的趋势。世界城乡人口的统计和预估都说明了这点(见表 0-1、图 0-1)。

表 0-1 世界城乡人口变动情况表

类别		年份									
		1963		1970		1980		1990		2000	
		人口 (亿人)	百分数 (%)	人口 (亿人)	百分数 (%)	人口 (亿人)	百分数 (%)	人口 (亿人)	百分数 (%)	人口 (亿人)	百分数 (%)
总人口	全世界	32.89	100	36.35	100	44.68	100	54.56	100	65.15	100
	发达地区	10.37	31.5	10.91	30.0	12.11	27.1	13.37	24.5	14.54	22.3
	发展中地区	22.52	68.5	25.45	70.0	32.57	72.9	41.19	75.5	50.61	77.7
城市人口	全世界	11.58	35.2	13.52	37.2	18.54	41.5	25.17	46.1	33.29	51.1
	发达地区	6.51	62.8	7.17	65.7	8.64	71.3	10.21	76.4	11.74	80.7
	发展中地区	5.07	22.5	6.35	25.0	9.90	30.4	14.96	36.3	21.55	42.6
农村人口	全世界	21.31	64.8	22.83	62.8	26.14	58.5	29.39	53.9	31.86	48.9
	发达地区	3.86	37.2	3.74	34.3	3.47	28.7	3.16	23.6	2.80	19.3
	发展中地区	17.45	77.5	19.10	75.0	22.67	69.6	26.23	63.7	29.06	57.4

由于人口总数不断增长,所以逐年净增的人数也在不断加大,现在世界人口已超过 60 亿人,且每年净增 8 000 万人,预计 2022 年世界人口将达到 80 亿。据人口资料统计分析,人口增长率并非恒定的常数,长期以来存在逐年增大的趋势,这就更加剧了人口增长的速度。然而,20 世纪 70 年代初期是个历史性转折点,增长率开始转为递减(见图 0-2),但全球人口总数还在继续增加。随着城市化进程加快,城镇地区人口占总人口的比例逐年上升,使城镇地区人口总数上升得更为明显,在发展中国家或地区,城镇人口比例和总数上升的速度更是惊人(见表 0-1)。表 0-1 中所示的发展中地区城镇人口增长率高达 4.2%,这意味着只需 17 年人口总数就要翻一番,这就要求人们在一代

人的时间(35 年)内,把住房和其他一切相应的城市设施翻上两番,才能满足人口的增长,维持现有的居住和生活水平。

虽然我国在控制人口出生率方面作了巨大的努力,不过还是很难遏制住城市人口的增长。近年来,大量流动人口涌入城市,仅北京市粗略估计,有些季节每天流动人口可达 100 万人以上。参照世界和发达国家的城市化趋势,预计我国城市人口急剧膨胀的势头,在短期内不会缓解。

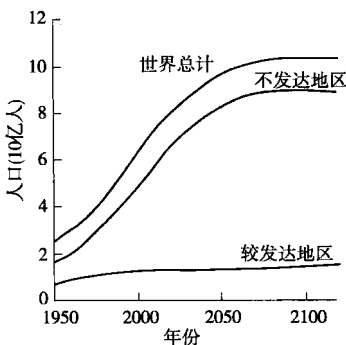


图 0-1 较发达地区、欠发达地区和世界人口变化预测 (1950 ~ 2100)

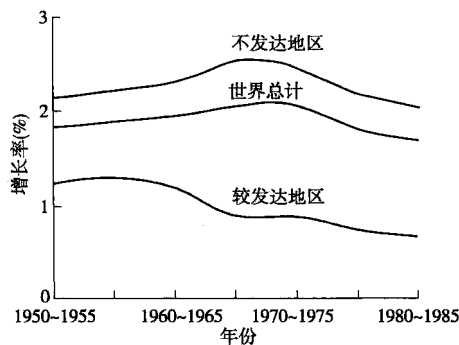


图 0-2 较发达地区、欠发达地区年平均人口增长率 (1950 ~ 1985)

注:较发达地区包括欧洲、北美、澳大利亚、日本、新西兰和苏联;欠发达地区包括非洲、亚洲、拉丁美洲和大洋洲,下同。

我国 1980 年以前,城市整体上处于起始期,呈初级工业文明特征;1980 ~ 1990 年为发展期;1990 年以后,我国城市进入高速发展期,现代工业文明特征明显,预计城市化率将由 1990 年的 18% 上升到 2020 年的 50%,若按我国现代化的目标进程分析,至 2035 年,我国城市化率将达到 60% 以上,城市进入稳定增长期,如图 0-3 所示。

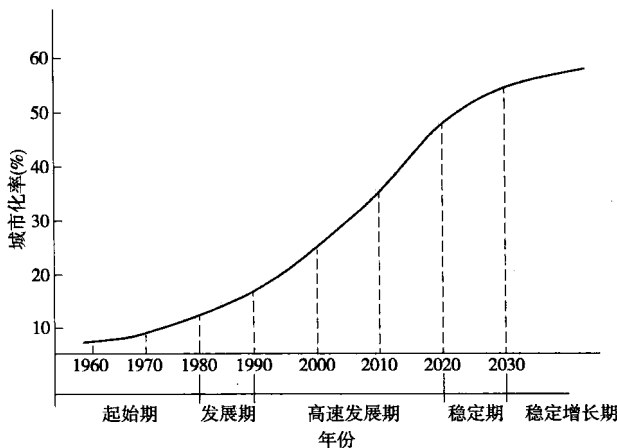


图 0-3 我国城市发展过程曲线图

现在全世界有 50% 的人口集中居住在仅占大陆面积 5% 的城市范围之内,势必要造成资源、能源、交通、住房和排污等全面紧张,尤其是水资源,它是人类生存和社会生产须

水不可或缺。随着城市化的进展,水的供需矛盾日益尖锐,这将成为城市居民生活质量和社会福利水平有所下降的重要原因之一。各城市都通过兴建和运用各种供水、排水、水处理工程措施以及制定与实施一系列管理法规,来处理上述水资源的供需矛盾,从而提高城市居民的生活质量和社会福利水平。

长期以来,人们把水作为取之不尽、用之不竭的再生性资源,在处理有关城市水利问题时,往往强调当前和局部的利益,较少考虑城市化长远的利益和对周围环境的影响。在国内、外,城市给水排水的指导思想都存在一定片面性,如用水时铺张浪费,“随用随弃”,而在排水时则采取“尽快排出了事”。

第二次世界大战以后,欧美各国城市规模和需水排水量都成倍地增大,上述指导思想已不再适用。经过多年的实践,逐渐形成了以系统理论为基础的分析途径,把城市地区水文过程作为一个系统,将充分开发利用当地水资源的效益,同时最大限度地减少洪涝、供水不足和水质污染等造成的损失,以多目标作控制,协调各地区、各部门、当前与长远、投资与效益等方面的利害关系,寻求最优的解决方案(见图 0-4)。

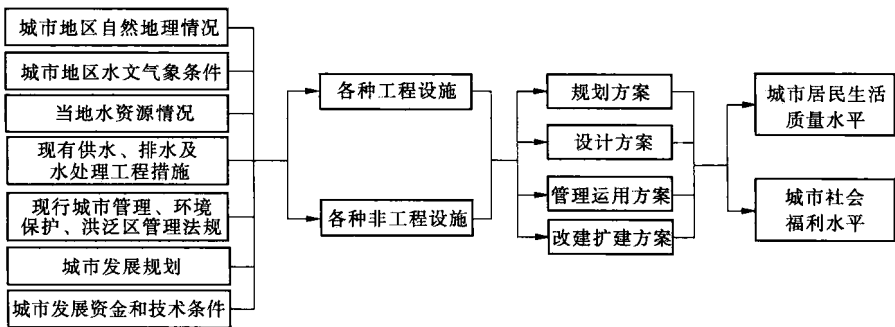


图 0-4 城市供水及排水的系统分析示意图

为了进行上述多目标系统分析,就必须建立适用的模拟模型,选定符合实际的约束条件和目标函数,并且还需要对城市水文物理过程作深入的观察、剖析和研究,以便掌握其中各项影响因素及其相互关系。

城市化的发展直接或间接地改变着水环境,影响城市居民的生活质量和社会福利,主要表现为三个方面的城市水文问题(见图 0-5),即水资源问题、污染控制问题和洪水控制问题。

为了解决城市发展所需的水量和水质问题,除了在现有的城市水文系统内新建或扩建蓄水、引水及水处理工程外,还可以采取其他一些“开源节流”措施,如跨流域远距离调水、地下水库人工回灌、地面地下水联合调度、改进净化设备和增加水的重复利用等工程措施及管理法规。为了研究城市水污染的控制和管理办法,必须弄清城市水污染的物理、化学过程和生物过程(由污染物的来源分成点源和非点源两类过程)。这方面需待解决的课题很多,例如测定和预测各排污点及其下游各河段的水量水质过程;面源污染物的集聚、冲洗和传输过程;合流制排水系统的漫溢水流的水量水质;水处理厂的合理布设;各项环保管理措施的效果研究以及接纳水体水质污染状况等。为了降低雨洪的灾害和潜在的威胁,不少城市已从单纯兴建或扩建排水管网、改善水力条件等排水工程措施,发展成为

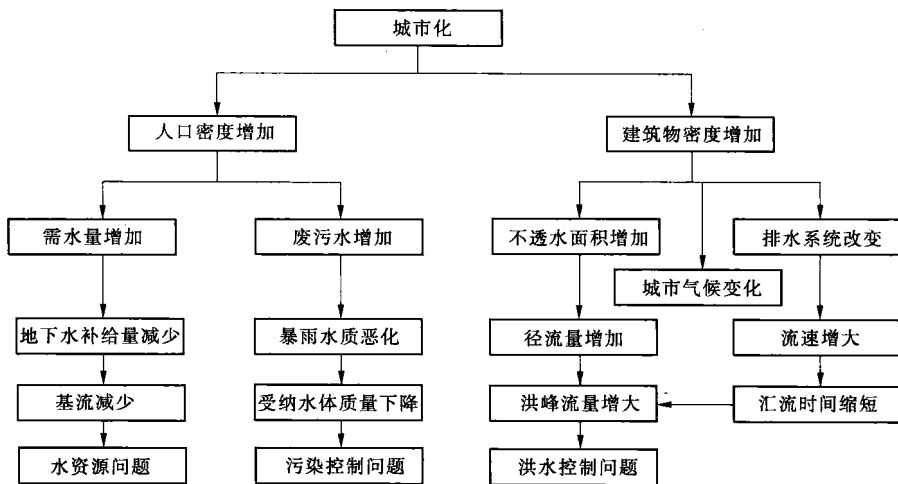


图 0-5 城市化发展带来的三个主要城市水文问题

运用滞蓄水池、地下水回灌水井和采用一些糙率和透水性较高的材料或结构铺砌人行道和停车场等。此外,还配合采用洪泛区管理措施,如建立预报系统和警报系统,开展保险业务,制定防洪法规等。亟待解决的问题是正确模拟上述这些措施对各地的雨洪效应和环境效应。

城市化对水文过程的影响主要表现在以下几个方面,即对流域下垫面条件的改变,对城市区域小气候的影响,对洪水过程线形状的影响,对洪峰频率及其分布的改变,城市水土流失以及对城市水质的影响等。

第二节 城市水文学的起源与发展

一、水文学与城市水文学

水文学是研究地球上各种水体的一门科学,属于地球物理学的一个分支。它研究各种水体的存在、循环和分布规律;探讨水体的物理性质和化学性质以及它们对环境的作用,包括它们对生物的关系。根据研究的水体不同,水文学可分为水文气象学、陆地水文学、海洋水文学和地下水文学。但是,与人类关系最为密切的是陆地水文学,它又可分为河流水文学、湖泊水文学、沼泽水文学、冰川水文学等。河流水文学发展最早、最快,内容也最为丰富。因此,一般所说的水文学主要指河流水文学。

河流水文学按其研究的任务不同,可分为以下几门主要分支学科:

(1) 水文学原理。研究水循环的基本规律和径流形成过程的物理机制。

(2) 水文测验与资料整编。研究如何布设水文站网,通过长期的定位观测收集较准确的、有代表性的基本水文资料。同时通过水文调查,弥补实测水文资料的不足。然后将所得资料按科学的方法和全国统一规范,进行整编刊印或建立资料数据库,供国民经济建设各部门使用。

(3) 水文分析与计算。根据长期实测和调查的水文资料,运用数理统计法,并结合成

因分析法、地区综合法,推估未来长期的水文情势,为水利水电工程的规划设计提供合理的水文依据。

(4)水文预报。根据实测和调查资料,在研究过去水文现象变化规律的基础上,预报未来短期内或中长期(如几天、几个月)内的水文情势,为防洪、抗旱及水利水电工程的施工和管理运用等提供依据。

(5)水利水电规划。在水文分析与计算和水文预报的基础上,根据预估和预报未来的水文情势,进行水量、水能调节计算和经济论证,对水利水电工程的位置、规模、工作情况等提出经济合理的方案,以满足合理综合开发利用水资源的目的。

城市水文学是陆地水文学的一个分支,属于应用水文学的范畴,是将水文学的基本原理和方法应用到城市的建设过程之中,并不断丰富、完善、创新而逐步形成的一门交叉学科,其主要任务是研究解决城市区域的水文问题,为城市的规划建设与管理运行服务。

城市水文学的最显著特点是研究发生在城市环境里的水文过程,它涉及到城市水利工程建设、市政工程学、城市环境学、城市气象学及市政管理学等多学科的研究与发展。它与城市规划与设计,城市防洪与排涝,城市水环境,城市水资源的开发、利用与保护,以及市政管理等有着密切的关系。

二、城市水文学的发展过程

城市水文学也称都市水文学,最先产生于西方发达国家,到20世纪70年代中期才逐步形成比较系统的内容体系。

城市化水文研究工作,开始时只是针对个别地区的个别问题,简单地满足城市规划、设计和管理运用需要进行的一些分析计算,随着研究的开展,逐渐发展形成水文学的一个分支学科——城市水文学。美国德吕尔(Delleur)列出了城市水文研究的大事年表。

该大事年表列出了1850~1981年百余年期间研究工作的进展。麦克弗森(McPherson)把这一进程分成三个阶段:

(1)1850~1967年。为形成城市水文学的孕育阶段,基本上是运用一些常规的水文学方法来解决有关城市水文问题,如推理公式、下渗曲线、单位线等方法。

(2)1967~1974年期间。建立了一些具有特色的分析方法,先后提出了一些适用于不同问题的、大型综合性的模拟模型,经过试用、修正,形成了几个通用性很强的模型软件包,如STORM、SWMM和ILLUDAS等,他把这个时期称为“方法研制时期”,是城市水文研究发展最快并逐渐形成独立学科的时期。

(3)1975年以后。进入较为定型成熟的阶段,主要的工作是应用、推广和完善上述一些通用模型程序,称为“方法推广时期”。欧美各国主要城市广泛开展了扩大供水、防止污染、雨洪排水等各项工作。在应用中,通过实践的检验,特别是由于观测手段的完善,资料更加精细,使得对城市水文物理过程的认识更加深入,因而有可能验证或修正模型建立时所采用的一些假定,使模型更加符合客观实际,进一步提高了模拟的精度。

我国的城市水文研究起步较晚,但随着城市化进程的加快,对于城市水文的研究也如雨后春笋般蓬勃发展,主要围绕城市水资源开发利用、防洪与排涝、水污染控制、水环境治理等展开,已取得了一些重要成果,但还没有形成比较系统的内容体系。

三、城市水文学的主要特征

城市水文学的主要特征有两个:综合性和动态性。

虽然水文现象都是关于水的物理-化学-生物系统综合作用的结果,然而一方面,由于城市地区空间和时间的尺度都很小,其水文要素的响应过程十分敏感;另一方面,城市化使环境的改变十分显著。这两方面原因要求城市水文研究更精细,且须考虑过程中所涉及的各项影响因素及其相互之间的作用,这就需建立具有物理基础的、分布式的模拟模型。

在城市水文研究过程中,还得打破水文工作中一些传统的分科界限,如水量与水质,地表水文与地下水文,市区水文与流域水文等。城市水文工作往往是把这些内容综合在一起,围绕城市的水问题进行研究。城市水文观测和实验的站网布设、测验手段、仪器设备、测验方法等,都必须充分考虑上述各个方面的需求,体现出城市水文的综合性特征。

还应指出,城市是一个生态、气象、环境、水文、经济和社会等分系统耦合而成的大系统。社会、经济和法律等因素都对城市的发展起着决定性作用。

城市水文学的另一特征是动态性。由于城市地区人口和物质高度集中,加以近年来科学技术高度发展,使水环境发生异常迅速的变化。一个自然流域的演变是缓慢的,一般是以地质年代为尺度的,可将其水文过程作为“准平稳过程”来进行研究,在解决各种实际问题时,都是针对某种稳定的水平进行研究,并认为整个环境处在一种相对平衡的状态。而城市化的过程是一个不断发展的过程,水及其环境都处在动态中,分析研究城市地区的径流量、水质及雨洪过程都需要考虑这种动态性。具体而言,必须考虑在资料观测期间内城市环境已有的变化,及其对各种水文要素响应过程的影响。因此,需要同时量测或调查与城市化有关的资料,并不断更新,在这方面航空和卫星摄像已得到广泛应用。另一方面,还得考虑城市化以后的发展趋势,研究环境演变的规律,作为建立各种预测模型的基础。

第三节 我国面临的都市水文问题

一、城市化引起的水危机

城市化是我国走向现代化强国的不可阻挡的大趋向。但是,在城市化过程中,围绕以城市为中心的供水、排水、水环境保护与防洪排涝问题日益突出,水灾害加剧、水资源紧缺、水环境恶化,议论多年的水问题,在某些地区已经孕育发展为“水的危机”,并呈全面加重的趋势。

(1)水灾害加剧。20世纪90年代以来,我国水灾损失急速增长,1994年突破1000亿元,1996年超过了2000亿元,其中水灾损失增长最快的是城市及快速城市化的地区。目前,我国600余座有防洪任务的城市中,80%防洪标准低于50年一遇,一些城市防洪标准达不到10年一遇,其中10%基本不设防。1994年柳州市3次受淹,梧州市4次受淹。其中,柳州市第一次受淹直接经济损失就达21亿元,占该市1993年国民收入的1/4。

1998年武汉市军民严防死守,虽然确保了长江大堤的安全,但是7月21日一场暴雨仍然造成了市区严重的内涝,大范围交通、电力、通信系统的瘫痪,甚至还有人员伤亡。

(2)水资源紧缺。我国城市缺水现象自20世纪70年代以来逐年扩大。现有400多座城市供水不足,其中100多座城市严重缺水,年缺水量达58亿 m^3 。许多大城市供水长期处于紧张状态,对居民实行定时、定量、低压供水;消防设施由于水量不足、水压太低而无法使用;工厂被迫停产、学校被迫放假的事件时有发生。为了满足城市日益增加的用水需求,一些城市大量超采地下水,出现地下水位恶性下降、地面沉降等严重现象;一些城市被迫采取长距离引水、跨流域调水的措施,虽然缓解了城市的困境,但也引出一系列环境问题。在严重缺水的城市,水资源短缺已成为当地国民经济和社会发展的最大制约因素。

(3)水环境恶化。随着城市工业与居民生活污水排放量的增加,城市河道水质普遍恶化,部分河道与湖泊水体的污染已达到危害居民健康的程度。目前,我国工业、城市污水总排放量为416亿 m^3 ,经过集中处理达标的只占23%,其余大都直接排入江河。全国90%以上的城市水域受到不同程度的污染。城市周边农村被迫利用污水进行农田灌溉和水产养殖,如天津市污灌面积达到15万 hm^2 ,占全市耕地面积的30%以上,污灌作物有蔬菜、水稻、小麦、玉米等;污养面积发展迅速,近郊已达4500 hm^2 ;年利用污水量占市区排水总量的50%。由于工业废水与生活污水混合排放,污水处理率低,污水中含有大量有毒物质,自1986~1995年,累计排放镉约30t,汞约4.7t,砷约68t,已引起农田土壤严重污染。太湖流域水质全面超标,1987~1995年,重污染河长由22.1%增长到53.2%,太湖水质由中营养发展至富营养。黄河、海滦河、辽河、松花江等监测到50%以上河段的水质为IV~V级。淮河水污染事故一度震惊全国,虽经强化治理,问题依然严重。珠江水量大,但三角洲河网地区随着城市化的高速进展,水质已显著恶化。长江情况较好,但攀枝花至上海22个城市江段水质低于三类标准,岸边污染带长度500余km,1/5河流断面水质呈恶化趋势。与此同时,水的生态环境也在急剧恶化,举国上下,“救我湖泊、河流”的呼声日益高涨。

二、城市水危机的孕发机制

水旱灾害自古就有,水的污染虽然是工业化与经济发达的产物,但是在发达国家已经找到了解决的办法。何以在我国会孕发成水的危机呢?

城市化过程是人口向城市高度集中、城市面积持续向周边地区扩张与城市系统功能不断复杂化的过程。在这一过程中,人们的生活方式、社会的运作机制、资产的结构形式、流域的地形地貌、江河的产汇流条件及水域的水质等都在发生着显著变化。这种以人的生存与发展需求为导向,使人与自然之间的平衡不断被打破的现象,具有两重性。一方面,人为营造的城市,随着规模的不断扩大,与原有环境之间产生出大量新的矛盾,并且矛盾越来越复杂,解决矛盾的难度越来越大;另一方面,随着社会经济、技术实力的增强,对自然演化规律认识的深入,以及人类自我约束能力的提高,又为改善城市环境,维护城市的正常发展,创造了条件。

以下仅以城市型水灾害及其与水资源、水环境的关系为例,加以说明。

(1)城市型水灾害。城市化过程中,城市洪涝的水文特性与成灾机制均发生着显著

的变化。例如:城市人口、资产密度提高,同等淹没情况下,损失增加;城市面积扩张,新增市区过去为农业用地,防洪排涝标准较低,而洪涝风险较大;以往城外的行洪河道变成了市内的排水渠沟,加重了防洪负担;城市空间立体开发,一旦洪涝发生,不仅各种地下设施易遭灭顶之灾,高层建筑由于交通、供水、供气、供电等系统的瘫痪,损失亦在所难免;城市资产类型复杂化,水灾之后,即使洪水退去,诸如计算机网络的破坏等所造成的损失不可估量,恢复更加困难;城市对生命线系统的依赖性及其在经济贸易活动中的中枢作用加强,一旦遭受洪水袭击,损失影响范围远远超出受淹范围,间接损失甚至超过直接损失;城市不透水面积增加,排水系统改善,径流系数加大,使河道洪峰流量成倍增加,洪峰出现时间提前,已有堤防的防洪标准相对降低;由于城市气温高、空气中粉尘大,形成所谓城市雨岛效应,即出现市区暴雨的频率与强度高于周边地区的现象;大规模城市扩张阶段,往往造成水土流失加剧,局部水系紊乱,河道与排水管网淤塞,人为导致城市防洪排涝能力下降;城市防洪排涝的安全保障要求大为提高,而城市防洪排涝工程设计施工管理的难度加大。由于这些变化与城市化进程之间存在明显的相关关系,因此除非增大治水的投入,加大治理力度,否则出现水灾损失急剧增长的恶性局面在所难免。

(2)城市水灾害、水资源与水环境问题之间的关系。对于城市河道、湖泊而言,水太多、太少、太脏,都发生在同一水域中,都威胁同一对象。在人与自然的相互作用下,形成了相互影响的复杂关系。例如:由于城市河道水质污染严重,恶臭难忍,人们迁怒与河,干脆“活埋”了事,或以此作为与河争地的借口。由此引起城市雨洪调蓄能力下降,加重内涝发生的几率;一旦污水泛滥,对沿河居民危害更大。上海城市化过程中,大量河道正在消失。南汇区7年中填埋河道321条,全长168 km;新中国成立初期杨浦区有大小河流130多条,至今仅存26条。1997年11号台风期间,虽然暴雨未停,由于内河水满为患,泵站被迫停机,使城市低洼地区出现路面集水盈尺的现象。地表水质恶化加剧水资源短缺,城市水源地建设成为棘手的问题,被迫更多依赖和超采地下水,加速地面沉降,不但直接造成城市地下管线和建筑物的损毁,而且降低防洪排涝工程系统的能力,加剧水灾风险;沿海地带由于地下水位下降过低,引起大范围的海水内侵,导致更严重的生态环境问题。洪水可以补充地下水源,增加水库蓄水量,是有利的一面;但是,由于城市需水量大,用水保证率高,许多过去为防洪和农业灌溉而建的水库被迫转为承担城市供水任务,为了预防汛期不来水,汛前往往舍不得腾出防洪库容,使得水库应急泄洪的风险大为增加,不仅削弱防汛的调控能力,甚至加剧水灾损失。

以上情况表明,城市型水问题的出现,在大规模城市化进程中是不可避免的。如果不同步加强城市水利建设,则水的问题必将日趋严重,甚至孕发水的危机,成为社会可持续发展的严重制约因素。我国人口众多,对生存空间压力大,加之水资源短缺、降水量时空分布不均,是生态环境比较脆弱的国家。同时,我国又是发展中国家,经济与法制基础薄弱,在城市化加速发展时期,容易出现投入不足、治理不力、水的危机不断加重的局面。

事实上,水太多、太少、太脏的问题,是相对而言的。随着社会经济的发展与水问题的日趋严重,人的水患意识、节水意识、水环境保护意识开始增强,水问题综合治理的技术实力与经济实力也在增强,相应的法规体系与执法体系逐步健全,从根本上又为克服水的危机创造了条件。

综上所述,我国城市所面临的水文问题十分严峻,特别是水环境污染和防洪能力过低等,严重地威胁着城市的发展以及城市居民的生活和安全。过去由于观测资料不足,未能及时开展城市水文的研究,致使一些问题积聚成堆。现在,必须引起足够重视,加强城市水文测验工作,针对城市的具体情况开展有关的分析研究工作,以及进行必要的规划设计和控制管理,给城市的发展提供可靠的资料,做到更好地为城市建设服务。

思考题

- 0-1 试从城市化的主要特征论述城市的主要水文问题?
- 0-2 什么是水文学? 城市水文学与水文学之间有何联系与区别?
- 0-3 目前我国城市面临的主要水文问题是什么?