

全国水利水电类高职高专统编教材

CHENGSHI SHUIGONGCHENG
城市水工程
建筑物 JIANZHUWU

张朝晖 主编
李宗尧 主审



黄河水利出版社

全国水利水电类高职高专统编教材

城市水工程建筑物

主 编	张朝晖		
副主编	程兴奇	杨 勇	
	郭旭新	程 健	
主 审	李宗尧		

黄河水利出版社

· 郑州 ·

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《城市水工程建筑物》课程教学大纲编写完成的。全书共分7个项目,主要包括绪论、地表水水源工程、地下水水源工程、输水工程、水处理构筑物、水土保持工程、水生态治理工程等。

本书可作为高职高专城市水利专业、水务管理专业、市政工程专业的教材,也可作为其他水利类、城建类专业的教材,同时可供从事水工程建筑物工作的技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

城市水工程建筑物/张朝晖主编. —郑州:黄河水利出版社,2010.8

全国水利水电类高职高专统编教材

ISBN 978-7-80734-863-4

I. ①城… II. ①张… III. ①水工建筑物-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TV6

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第137725号

组稿编辑:王路平 电话:0371-66022212 E-mail: hhslwlp@163.com

出版社:黄河水利出版社

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: hhslcbs@126.com

承印单位:河南地质彩色印刷厂

开本:787 mm×1092 mm 1/16

印张:19.5

字数:450千字

印数:1—4 100

版次:2010年8月第1版

印次:2010年8月第1次印刷

定价:35.00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,以及由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。

随着我国城市化进程的加快,城市区域的水资源与水环境问题日渐突出,城市供水、防洪、水环境、水生态、水文化以及城市水系综合治理等工程日渐增多,水工程建筑物在城市水利建设工程中应用逐渐广泛。本书按“任务驱动,项目导向”的项目化课程进行编写。本书共分 7 个项目,包括绪论、地表水水源工程、地下水水源工程、输水工程、水处理构筑物、水土保持工程、水生态治理工程等内容。

本书力求概念清晰,计算方法步骤清楚,深入浅出,理论上以够用为度,不苟求学科的系统性和完整性;力求结合专业培养技能,突出实用性,体现高等职业技术教育的特点,以学生为本,以培养学生的应用能力为主线。每个项目有教学目标和小结,并附有一定量的复习题,以方便学生学习。

本书编写人员及编写分工如下:杨凌职业技术学院张朝晖(项目一)、杨凌职业技术学院郭旭新(项目二,项目七教学单元一、二)、山东水利职业学院程兴奇(项目三)、山西水利职业技术学院杨勇(项目四,项目六)、安徽水利水电职业技术学院程健(项目五,项目七教学单元三)。全书由张朝晖担任主编并负责全书统稿,由程兴奇、杨勇、郭旭新、程健担任副主编,由安徽水利水电职业技术学院李宗尧担任主审。

本书在编写过程中得到了中国水利教学协会高职教研会、各兄弟院校领导和老师及黄河水利出版社的大力支持,全书参考和引用了国内外有关专家的大量文献,在此一并表示最衷心的感谢!

由于作者水平有限,书中难免有疏漏和错误之处,我们恳切地希望各院校的广大师生及其他读者对本书存在的缺点和错误提出批评和指正。

编 者

2010 年 5 月

目 录

前 言

项目一 绪 论	(1)
教学单元一 城市水利发展概况	(1)
教学单元二 城市水工程建筑物的研究内容	(7)
小 结	(9)
复习题	(9)
项目二 地表水水源工程	(10)
教学单元一 概 述	(10)
教学单元二 河岸引水工程及水利枢纽	(15)
教学单元三 挡水建筑物	(22)
教学单元四 岸边溢洪道	(61)
教学单元五 水工隧洞	(67)
教学单元六 固定式取水构筑物	(78)
教学单元七 移动式取水构筑物	(99)
教学单元八 山区浅水河流取水构筑物	(108)
教学单元九 土石坝剖面设计实例	(115)
小 结	(120)
复习题	(120)
项目三 地下水水源工程	(122)
教学单元一 概 述	(122)
教学单元二 地下水取水构筑物的形式及其适用条件	(124)
教学单元三 管 井	(127)
教学单元四 大口井	(141)
教学单元五 辐射井	(146)
教学单元六 复合井	(150)
小 结	(151)
复习题	(152)
项目四 输水工程	(153)
教学单元一 概 述	(153)
教学单元二 渠 道	(153)
教学单元三 输水管道	(157)
教学单元四 涵 洞	(166)
教学单元五 渡 槽	(170)

教学单元六	倒虹吸管	(181)
教学单元七	水 闸	(190)
教学单元八	单排架矩形钢筋混凝土渡槽计算实例	(216)
小 结		(223)
复习题		(223)
项目五	水处理构筑物	(224)
教学单元一	概 述	(224)
教学单元二	典型水处理构筑物的构造、设计基本原理	(228)
教学单元三	典型水处理构筑物设计实例	(247)
小 结		(250)
复习题		(250)
项目六	水土保持工程	(251)
教学单元一	概 述	(251)
教学单元二	挡土墙	(252)
教学单元三	淤地坝	(258)
教学单元四	排水工程	(262)
教学单元五	护岸治滩造田工程	(265)
小 结		(282)
复习题		(283)
项目七	水生态治理工程	(284)
教学单元一	橡胶坝	(284)
教学单元二	水力自控翻板闸门	(290)
教学单元三	河道整治建筑物	(297)
小 结		(303)
复习题		(303)
参考文献		(304)

项目一 绪 论

学习目标

了解城市水资源开发利用发展过程、城市水利科学发展概况及我国城市水利发展存在的问题和研究展望,熟悉我国城市水利工作的总体目标和城市水利工程建设任务,掌握本课程的任务和主要内容。

教学单元一 城市水利发展概况

社会的发展和工业化程度的提高,形成农村人口大规模向城市转移的浪潮,使城市人口日益增长。据统计,到2025年,世界城市人口将达到50亿人,占世界总人口的57.5%。我国的城市总数现已达669个,城镇人口则由1978年的17245万人,增加到2000年的45594万人,占全国人口的36.1%,平均年增长率为4.5%,城市化的进程十分迅猛。目前在我国和世界上都已出现一批具有数十万、数百万甚至超过1000万人口的城市,城市面积也急剧膨胀,使城区及其周边区域的自然、文化和生态系统都发生了显著的改变。这种进程也导致对现有水资源和水环境日益增大的压力,在许多地区水资源和水环境已成为制约经济发展和社会进步的重要因素。为了实现社会可持续发展的总体目标,或者说为保证城市的长期继续存在,城市水利问题已成为亟待研究的重要课题,已被列入特别议程。

城市水利是研究城市中与水有关的水资源、水环境、水生态和水灾害等问题的专门技术科学,是水科学中为研究城市化后日益突出的城市水问题而发展起来的一门新兴边缘科学。其目的是通过对城市水资源进行综合评价、合理规划、科学调度、水环境保护和治理、河流整治、防洪除涝、供水兴利、交通运输、旅游景观、改善生存环境等方面的工作,以达到城市有效并能持续开发利用水资源等目标,为城市水利的综合发展提供科学的依据。

一、城市水利的发展概况

水是人类赖以生存的最重要基本要素之一,是人类生活和经济生产不可缺少、也是无可替代的重要物质基础。水和文明是息息相关的,人类的历史是与水的利用紧密联系在一起的。早期文明发源于幼发拉底河、尼罗河、印度河和黄河流域,根据自然条件,趋利避害,在这些流域逐渐产生了人类的最早城市,并且世界上的许多大城市都是坐落在江河湖海的岸边,以便利用天然的港口和渡口,为城市发展提供生产和生活用水,曾经有过城市与水之间的生态平衡。但随着经济的发展和城市规模的扩大,人与城市的关系远非初始时期那样单纯,城市在利用水的同时,也引起天然水文条件的改变,带来诸多不利的影响。水资源贫乏是造成城市环境恶化的重要因素,甚至使城市萎缩和衰亡。就是今天,世界上

许多城市的发展前景依旧取决于水这一有限和脆弱的宝贵资源。

(一)城市水资源开发利用的三个阶段

城市水资源是指可供城市发展、公众生活和进行城市基础设施建设利用的地表水和地下水。尽管所有城市的水资源条件不同,经济发展情况各不相同,开发城市的历程也多有差异,但是对每个城市的水资源开发利用过程都可以大体分为三个阶段。

第一阶段是自由开发阶段。在这个阶段,生产力的发展水平和居民生活水平还比较低,只依靠自然状况下的水资源,就可以基本满足人们的需要,因此人们并不认为水是一种有限资源,而且还认为水是自然界无偿提供的资源,是取之不尽、用之不竭的。水的资源属性也不被人们承认。于是人们就毫无顾忌地任意开发,城市水资源既无须保护,也无从管理。可以说,水资源的开发带有盲目性、掠夺性和破坏性,不合理的用水和浪费用水现象随处可见,即采取“随用随弃”(Use and Discard)原则。在排水和排污方面,则把雨水、废水和污水作为负担,通过新建和扩建的城市排水与排污渠道,尽快尽远地排离城市,采取的是“尽快排出了事”(Drainage as Quickly as Possible)的原则。这个阶段经历的时间很长,就现在形成的大多数城市而言,一般是从城市初具规模一直到 20 世纪中期。

第二阶段是从水资源的供需基本平衡到需求量大于可供水量的阶段。这个阶段大体始于 20 世纪 60 年代。第二次世界大战后,世界经济有了一个相对稳定发展的时期,城市工业有了较快发展,人口大量向城市聚集,对水的需求量大幅度增加。但由于水资源在地域和时间上分配的不均匀性,再加之污废水的直接排放,减少了水资源的可利用量,出现了水荒危机。在这种情况下,人们开始认识到水的价值,初步体会到水是一种宝贵资源,而且也是非常有限的,人们普遍采取了蓄水、引水等工程措施以补救本地区水资源的不足。从这一时期开始,人们注意到对水资源进行保护和管理的重要性,逐步采取和完善技术的、经济的、法律的与行政的等各种措施来限制、压缩用水量的增加,以缓解日益严重的缺水压力。

第三阶段是综合开发利用水资源,进行可持续发展的阶段。随着经济生产的进一步发展,民众生活水平的不断提高,我们的文化也在不断增加自然形态水的价值,户外活动、生物环境保护,甚至湖泊河流之美,都使得水的价值开始超过传统的用途。这样在城市水资源的开发利用中,不仅要看重水的使用价值,还必须重视水资源与水环境协调发展的问題。正如 1992 年联合国环境和发展大会上通过的《21 世纪议程》中提到的那样:淡水是一种有限资源,不仅为维持地球上一切生命所必需,且对一切社会经济部门都具有生死攸关的重要意义。人们已开始深刻地认识到只有更合理、更科学地保护、开发、利用和管理水资源,才有可能维持经济的持续增长,人类才有继续生存下去的生态环境。对水资源的可持续发展将变为自觉行动。

就目前我国城市水资源规划管理的现状来看,大部分城市已进入第二阶段和第三阶段之间,也有少数城市开始进入第三阶段。

(二)城市水利科学发展概况

水利科学的起点可以溯源到阿基米德(Archimedes)浮体定律(公元前 250 年)的发现,经历了中世纪的长期停滞,直到达·芬奇(Da Vinci,1452~1519 年)建造船闸等水利工程时提出了阻力规律,1638 年伽利略(Galileo,1564~1642 年)为建造船闸和水闸进行

了梁的强度实验,水利科学才得到进一步的发展。可以说,生产推动了技术进步,技术进步孕育了水利科学。伴随着城市化后日益突出的城市水问题而发展起来的分支科学——城市水利学,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、设计和管理运用的需要,进行一些简单的分析计算;而后随着城市化的进展和研究工作的不断深入,才逐渐发展形成的。尽管城市水资源的开发利用可以追溯到最早城市的形成阶段,但城市水利学作为一门科学被承认的发展进程大致可以分成三个阶段:19 世纪中叶~20 世纪 60 年代为形成城市水利的孕育阶段,基本上是运用一些常规的水利学方法来解决有关城市水利问题。如水力学的谢才(Chezy)公式、堰闸的出流公式等,水文学的降雨径流推理公式、下渗曲线、单位线等方法,并且以城市防洪为主,重点进行河道整治,修建防洪堤坝,但河道水质污染日趋严重。20 世纪 60~70 年代是城市水利迅速发展、逐渐形成独立学科的阶段。在这期间,建立了一些具有特色的分析方法,先后提出了一些适应于不同问题的、大型的综合性城市水资源模型,以及城市雨洪产汇流模型,并开始重视河流水质污染问题,进行了大规模的污染治理。世界上许多城市都努力使河岸恢复自然状态,使河水变成清澈流动的水。20 世纪 80 年代以来,随着计算机技术的普及,以及系统科学的发展,城市水利科学进入较为定型成熟的阶段。欧美各国主要城市广泛开展了扩大供水、防治污染、雨洪排水等各项工作,重点进行了河流的生态学和美学的建设,提高了水的质量,美化了空间和水边区域,提出了使城市发展接近自然、创造河流文化的重要观点。在这期间,我国也开始重视城市水利问题的研究,比如在 20 世纪 80 年代初河海大学的朱元生教授就开始了城市水文的教学和科研工作,系统地翻译和介绍了大量的国外城市水文方面的研究成果,并结合我国城市的特点研究了城市产汇流规律,建立了城市雨洪计算模型。80 年代末北京水利水电科学研究院的刘树坤教授则专门系统地研究了城市防洪问题,在我国一些城市建立了防洪风险图。2000 年 12 月 25 日,中国水利学会城市水利专业委员会成立,通过组织国内外城市水利领域的学术交流和科技考察活动,进行课题研究,开展技术推广等,将促进城市水利这一具有综合性的学科领域得以完善和发展,为城市的现代化管理和经济社会可持续发展作出积极的贡献。

二、我国城市水利发展存在的问题

(一)水资源

水是一种自然资源,也是一种社会商品,水资源的数量和质量决定了它的使用性质。河川径流和地下水是城市的主要可利用水资源。据 2009 年统计资料,我国的水资源总量在世界各国中占第 6 位,人均占有水资源量却只有世界平均水平的 1/4,在世界银行统计的 153 个国家中排在第 88 位,因此已被列为世界 13 个人均水资源贫水国之一。从而水资源供需关系十分紧张,成为许多城市经济发展中的重要制约因素。

干旱缺水是我国城市水资源面临的主要问题。由于我国各地气候上的差异,使水资源在地区分布上极不平衡,并且与人口的分布极不匹配。全国 4% 的水资源集中分布在长江及其以南地区,而该地区人口占全国的 53.5%,耕地只占全国的 35.2%;长江以北广大地区人口占全国的 46.5%,耕地占全国的 64.8%,而水资源仅占全国的 19.5%。其中,黄河、淮河、海河、辽河四流域耕地面积占全国的 43%,而水资源仅占全国的 9.8%。再加

上水资源的分布在年和年际间变化很大,使得我国水资源供需矛盾更加突出。到 20 世纪 90 年代初期,我国的水利工程供水能力已达 5 000 亿 m^3 ,其中,89% 用于农业,8.5% 用于工业,城镇生活用水约 1.9%。但因当地水资源不足,或虽不缺水资源,然而供水工程跟不上,不少地区出现水资源供需紧张局面,特别是城市供水问题更为突出。按 2005 年的统计,全国 669 个城市中,缺水城市有 400 多个,其中严重缺水城市就有 110 多个。按目前经济发展速度,若不开源节流,每年城市缺水将超过 200 亿 m^3 ,严重影响了居民生活和经济发展。由于地表水资源供水量不足,北方许多地区不得不强行超采地下水,已经使地下水资源入不敷出,导致地下水位逐年下降,形成大面积的下降漏斗和局部的地面沉降。上海、天津、西安、北京等城市的下降漏斗不断扩大,最大下沉量都在数米以上,比如,目前上海市地面平均沉降 1.5 m,有的地方达 2.5 m;天津市地面最大沉降已接近 3 m,其中塘沽地区地面已在海平面以下,需依靠海堤保护,形势是非常严峻的。

另外,我国城市水资源开发管理方面体制不协调,水行政部门管供水和防洪,建设部门管沿河景观规划,环保部门管排污,各自为政,这严重地阻碍了水资源的综合管理,故有必要进行有效的整治和协调。

由于城市各类用水量的增长在近期仍将继续,因此集中力量提高供水能力,狠抓节水措施,加强水资源的供需管理,特别是针对干旱缺水期间的供需管理问题,是今后城市水利面临的最迫切任务之一。

(二) 水环境

水环境问题是由于自然因素和人为影响使水体的水文、资源和环境特征朝着不利于人类利用的主要方向演变所致。我国的城市水环境问题主要是水体污染,越来越多的河流、湖泊和地下含水层正受到生活、工业和农业废物的严重污染。全国七大流域中,太湖、淮河、黄河水质最差,均有 70% 以上的河段受到污染。海河、松辽河污染也相当严重,污染河段占 60% 以上。90% 以上的城市水域污染严重,近 50% 的重点城镇集中饮用水源不符合取水标准。目前,全国饮用水源污染的主要城市有近百个,因水源污染而导致城市缺水的占总缺水量的 60% ~ 70%。如上海的苏州河、南京的秦淮河等污染问题都很突出。过去城市内的内河和湖塘一般都是旅游景点,但近年以来由于服务行业的大量增加,废水、弃渣和生活垃圾不但淤塞河道,而且还污染环境,使大多水系水色变黑,气味难闻,破坏了自然景观,影响了水资源的开发潜力,直接危害了一些生态系统,导致水生物死亡,水上休闲娱乐活动深受影响,也危害了附近居民的生存健康。许多城市的水质污染现已达到了不能容忍的程度。

河道功能退化、河流枯萎也是城市面临的另一个严重的水环境问题。1972 ~ 1997 年的 26 年间,黄河下游共有 20 年发生断流,并且断流时间越来越长,1997 年断流时间近 10 个月。海河流域由于水资源匮乏,中下游平原地区的河流基本干涸,河口淤积严重。由于河流枯萎,天然径流很小,几乎无自净能力,使邻近城市的河道变成了排污沟,进一步加剧了城市水环境恶化。

受地表水的影响,地下水水质也在逐年恶化,尤以工业比较集中的北方城市为重。在全国 118 个主要城市中,64% 的城市地下水受到严重污染,33% 的城市地下水受到轻度污染。海河流域地下水资源量为 271.6 亿 m^3 ,受到污染的为 171.5 亿 m^3 ,占总量的

63. 14%,有一半以上的地下水不适宜饮用,其中,占 1/3 的水资源连农业灌溉的标准都达不到,完全丧失了使用价值。需注意的是,地下水一旦受到污染就很难再净化,重新恢复需要几个世纪的时间。

另外,在我国的城市规划中,出于防洪安全的担心,几乎没有考虑到河流风景的自然环境,总是不断地改变堤岸地带,随便裁弯取直,侵占河道,不停地控制河道水流,肆意改变水流的自然形态,其结果是几乎近 90% 的水流不再以自然方式流动,而是把水流挤在狭窄的堤坝内,并且这些堤坝仅出于防洪需要,设计单一,很少考虑与自然环境的协调性,严重损害了水对生态和城市的价值,破坏了城市河畔的景观。

面临城市水环境的严峻形势,今后应将改善水环境作为城市经济、社会发展的主要目标,加强治理的科技含量和理论依据,走可持续发展之路,使经济发展水平与资源条件、环境状况相适应,充分体现水在生态学和美学方面的价值,使城市回归自然。

(三)水灾害

城市水灾害主要包括江河两岸城市由于洪水泛滥、决堤或上游溃坝所遭受的洪水灾害,沿海城市由于风暴潮、海啸所造成的海洋灾害,沿湖城市由于湖水高涨排水受阻而造成的内涝灾害,暴雨强度超过城市排水能力所造成的城市积水涝灾,以及山地城市经常遇到的山洪、泥石流、降雨滑坡、崩崖等灾害。其中,洪涝灾害是最普遍和最主要的城市水灾害。

城市化后的热岛作用、建筑物的阻碍作用和空气中尘埃的凝结核作用会使降雨量增大。此外,流域部分地区为屋顶、街道和停车场等不透水表面所覆盖,使得地表蓄水量和入渗量大幅度降低,导致地下径流的减少和地表径流的增加。还有河道的整治,排水系统的管网化,使洪水汇流速度加快,洪量更为集中。也就是说,由于城市化使城市洪涝灾害的致灾因素增多,而人口和财产的增加是城市化的表现之一,因此遭遇同等程度的洪涝灾害其损失程度也要大大增加。另外,洪涝灾害还可能使城市经济和生活紧密依赖的暖气、煤气、供水、通信、交通等网络系统不能正常工作,造成城市运行的瘫痪,带来巨大的经济损失和社会影响。

由于防洪设施建设在很大程度上是社会公益事业,直接的投入没有直接的经济效益,致使各级政府和部门对其投入还很不够,造成防洪工程建设进展缓慢,工程配套落后于城市发展的需要。也就是说,普遍忽视了城市化后的洪涝灾害问题,使得我国目前城市防治水灾害中主要存在以下两个问题:

(1)防洪标准偏低。我国主要江河的防洪标准一般只能防御 20~30 年一遇的洪水,而一些发达国家及部分发展中国家的主要江河和重要城市的防洪标准一般已达 100~200 年一遇。在 1997 年统计的全国 640 座城市中,只有北京、上海、沈阳、哈尔滨等几个城市的防洪标准达到了 100 年一遇,大多数城市也只能达到 20~50 年一遇的标准。其中,621 座城市受到不同类型洪水的威胁,在这些有防洪任务的城市中,70% 的城市防御能力低于国家规定的标准,10% 的城市根本没有任何防洪安全设施。

(2)城市排涝能力不足。许多城市在发展建设过程中忽视排水工程的完善,即使较大城市也只按 2 年一遇或 5 年一遇降雨考虑排水系统的设计。这样一旦遇到较大暴雨,城市内雨水积水严重,特别是雨水系统与污水系统未采取分流措施,使污水四溢,造成卫

生环境恶化。对于新建的深圳市,1995年7月和9月的连续两次暴雨洪水,由于排涝能力不足,造成市区积水,水深达2 m以上,很多企业、商店、宾馆、住宅进水,大量物资浸泡,下凹式立交桥全部淹没,交通中断,经济损失惨重。

从近几年城市受灾情况看,我国城市防灾抗灾的能力仍十分脆弱,城市防洪的形势依旧很严峻。无论是在防灾理论上,还是在防灾实践上,都存在着许多薄弱环节。因此,需要根据城市现代化发展的需要,不断研究新情况,更新旧观念,以科学的态度加快城市防灾理论方法的研究,从流域治理规划和城市总体规划的角度,来推动城市防灾建设的全面发展。

三、城市水利的研究展望

城市水利学总的来说是一门比较年轻的学科,它的学科特点在于综合性,因为城市中与水有关的问题涉及水文循环的所有要素:水、土地、空气和能源,即它们与所有的人类活动都有着更加密切的联系。但作为一门学科,它必须有自己独特的理论体系,因而对城市的功能进行综合分析和全面了解城市化的自然过程,是研究城市水利学的基础。在城市水利科学研究中,应根据城市容易造成水资源短缺、水环境恶化和水灾害损失严重等特点,引入新理论、新方法和新技术来解决这些日益突出的城市水利问题。结合我国城市的具体特点,展望和构建城市水利研究的初步体系,其发展战略和研究重点应包括以下几个方面。

(一)城市水利信息系统的研究

加强城市水利信息监测和资料分析、存储和检索水平的研究,开发城市水资源、水环境、水灾害预报模型和经济规划模型,建立城市水利可靠的和交互式数据库,以及有关的地理信息系统,并应用标准和其他手段以确保数据的兼容性。收集、吸收、分析和显示多部门的有关城市水利信息,同时使决策最优化。进行环境和水灾害时空分布特征的监测和评价,及时提供有关水资源的供需信息和质量状态。

(二)城市水资源评价、利用和管理的研究

把环境、经济和社会的考虑结合起来,加强对全国缺水城市水资源评价和开发策略的研究,使水资源、水环境管理与国民经济持续发展相协调。考虑地表系统水资源、水环境、水灾害的相互作用与转化机理,评估确定城市水资源的极限承载力。探讨气候变化条件下的水资源评价和管理战略。研究干旱情况下的城市水资源管理问题。以城市需要和优先次序为基础,对水资源持续合理的利用、保护和管理进行统筹规划。

通过对城市节水、合理用水及地表水、地下水、淡化海水等多种水源开发利用的研究,探讨节水型经济的标准和管理模式,探讨从经济、技术、法律和行政上全面加强城市合理用水的途径,通过提高公众觉悟、宣传教育方案以及调整水费等经济手段,推广合理用水方法。

城市水资源管理机制中要反映出水作为社会、经济和维持生命的商品作用,考虑水的真正成本和用户的支付能力,通过需求管理、价格机制和调控措施,实施城市水资源的合理分配。对城市地表水和地下水资源进行数量和质量的联合管理,从科学的观点出发整体对待,通过各部门机构的协调合作,高层次地改善城市水资源的管理。

(三) 城市水资源水环境保护的研究

确定城市可以持续开发的地表水和地下水资源,以及其他可供开发的水源,制订保护和利用这些水资源的计划。注意公众健康,建立饮用水保护区,研究如何控制水生环境中疾病传播的媒介。全面评价地下水资源的现状,划分和确定地下水资源保护区,探讨如何在不同条件下采取必要的有效措施,防止和控制地下水层的污染。

促使城市生活污水和工业废水处理设施的建立。在污染源头采用生物科学等新技术、新产品和改变工艺来减少污染,通过废水再用、循环利用和回收处理,以及环境无害化安全处理,尽量减少和预防水污染。对所有各类污染源坚决实行“污染者付款”的原则,使污染和退化的水体复原,以恢复水生环境和生态系统。

从生态学和美学的角度,研究水在城市规划中的作用,即美化城市水环境,改善城市生活质量,使城市回归自然,创造有特色的城市河流文化。探讨水在休闲娱乐中的作用,以及在维护绿化带中的重要性,使水与城市风光综合起来,体现城市水域的观光游览价值。

(四) 城市水灾害的研究

根据城市发展和运行模式,研究城市水灾害发生的原因和规律,以及其未来的发展形势。研究城市化后影响降雨分布和水灾害特征的水文因素、地理因素和人为因素等,及其变化特点,确定这些因素的变化对城市防灾的影响及对城市水灾害模式的影响。

根据城市水灾害的特点,对城市防洪进行全面论证,按水系行洪能力制定统一的城市排水规划,通过防洪事业中投资、效益、损失、风险的相互关系,探讨城市防洪的新思想和新途径。研究洪灾损失统计指标体系和计算方法,发展完善适合我国国情的防洪政策法规和防洪经济理论,建立综合性城市防洪安全社会保障体系。

加强防洪蓄水设施的建设,提高城市对雨洪的调蓄能力。研究城市防洪管理中风险损失与成本效益平衡的非工程措施。通过流域和城市防洪总体规划,建立城市防洪预报预警系统、洪水调度指挥系统和防洪抢险系统,并使之逐步现代化。研究防洪基金集资与使用方法,以及洪灾风险评价方法,发展水灾害保险事业。研究缺水城市的洪水与洪水资源利用问题,探讨防洪兴利兼顾的发展模式。

教学单元二 城市水工程建筑物的研究内容

2006年《水利部关于加强城市水利工作的若干意见》中指出城市水利工作的总体目标是:保障城市防洪安全、供水安全、水生态与水环境安全,推进节水型社会建设,努力实现人水和谐。到2010年,城市防洪标准进一步提高;在流域和区域的统一配置和调度前提下,通过供水工程建设与节水措施,基本满足城市发展的用水需求;加快城市污水处理设施建设,使城市水体质量明显好转,通过水生态系统保护与修复,水环境得以改善。到2020年,全国大中型城市基本达到国家规定的防洪标准,水资源供给能力与城市发展相适应,水功能区水质全面达标,水生态状况和水环境质量明显改善,实现人水和谐,环境优美。

一、加快城市水利工程建设

(1)城市水利工程作为城市的重要基础设施,必须适度超前建设。当前,城市水利基础设施建设严重滞后于城市发展,要采取切实有效措施加快城市水利建设步伐,以城市水利的率先发展更好地支撑和保障城市的健康发展。

(2)保障城市供水安全。在制定流域和区域水资源综合规划时,优先考虑和安排城市生活用水,协调好生活、生产经营和生态环境用水。城市供水要协调用水需求,适度超前建设,实现多库串联,水系联网,地表水与地下水联调,优化配置水资源,优先满足城镇饮用水源地的取水。要加强水源地保护,建立和完善水量、水质监测体系,在有条件的地方推行分质供水,建设战略储备水源和应急备用水源,鼓励开发利用非传统水源,切实保障居民生活饮水安全。

(3)加快城市防洪除涝工程建设。在继续实施既定流域、区域性防洪工程建设的同时,根据国家制定的城市防洪标准和城市防洪规划,加快建设城市防洪除涝工程。

(4)整治和完善城市水系。要把城市水系纳入流域、区域水系中统筹规划,在保证河道功能的前提下进行综合治理,实现城市河湖与流域、区域河湖沟通,增强引排能力,建成“挡得住、排得出、引得进、调得活”的城市水系网络。城区河道要体现城市特点、城市历史、城市文化和以人为本、改善人居环境。强化河湖岸线和堤防(包括海堤)的综合治理,推广堤路结合、堤林结合及生态型自然护坡和工程性护坡相结合。

(5)加强城市水生态系统保护与修复。要结合城市水系整治,实施雨污分流、清淤保洁、岸线整治、景观营造、环境美化,真正做到河畅、水清、岸绿、景美,逐步建立城市的水资源循环利用体系,大力发展循环用水系统和在中水回用系统。

二、本课程的任务和主要内容

(一)本课程的任务

城市水利建设必须通过工程措施来实现既定目标。本课程的主要任务是使学生掌握城市水利建设中相关建筑物、构筑物的功能、形式、构造及设计计算(基本计算)方法,具备地表水水源工程、地下水水源工程、输水工程、水处理工程、水土保持工程、水生态治理工程等建筑物、构筑物的设计能力,具备城市水利工程管理的基本能力。培养绘制工程图纸,进行建筑物设计计算和编制设计说明书的能力。

(二)本课程的主要内容

本课程的主要内容如下:

(1)地表水水源工程。主要介绍了地表水水源工程的基础知识,河岸引水工程、水利枢纽的等级划分,重力坝、拱坝、土石坝等挡水建筑物,河岸溢洪道及水工隧洞等,固定式、移动式、特种式等地表水取水构筑物等内容。

(2)地下水水源工程。主要介绍了地下水资源的基础知识和开发地下水井群的合理布局,管井、大口井、辐射井、复合井等地下水取水构筑物的构造、适用条件、设计方法及施工工艺、维护管理等内容。

(3)输水工程。包括渠道、输水管道、涵洞、渡槽、倒虹吸管、水闸等建筑物的概念、作

用、分类、构造及水力计算等内容。

(4) 水处理构筑物。主要介绍了水处理工艺的特点和分类情况,水处理构筑物的类型和构造、适用条件,掌握典型水处理构筑物的构造、设计基本原理。

(5) 水土保持工程。主要介绍水土保持工程的基础知识,挡土墙的类型和设计计算,淤地坝、排水工程、护岸护滩工程的类型、特点和构造等内容。

(6) 水生态治理工程。主要介绍橡胶坝的类型、特点、坝址选择和布置适用条件及运行维护,水力自控翻板闸的发展历程、工作原理、特点和注意问题,河道整治建筑分类、构造、适用条件等城市水生态治理工程内容。

小 结

本项目介绍了城市水资源开发利用发展过程、城市水利科学发展概况及我国城市水利发展存在的问题和研究展望,指出了我国城市水利工作的总体目标和城市水利工程建设任务,明确了本课程的任务和主要内容。

复习题

1. 城市水资源开发利用经历了哪些阶段?目前我国城市大多处在哪个阶段?
2. 我国城市水利发展存在哪些问题?
3. 今后我国城市水利发展战略和研究重点包括哪些方面?
4. 我国城市水利工作的总体目标是什么?
5. 简述现阶段我国城市水利工程建设任务。
6. 简述本课程的任务和主要内容。

项目二 地表水水源工程

学习目标

了解地表水水源工程的组成、河岸引水工程的类型、水利枢纽的等级划分和地表水取水构筑物的分类;了解重力坝、拱坝、土石坝的特点、类型、荷载及其组合、构造等,掌握重力坝、土石坝断面设计方法,能进行重力坝和土石坝断面初拟;了解河岸溢洪道和水利隧洞的形式、位置选择、组成等;了解固定式、移动式、特种式取水构筑物的类型、组成等,掌握它们的适用条件。

教学单元一 概 述

给水水源可分为两大类:地表水源和地下水源。地表水源包括江河、湖泊、水库和海水;地下水源包括潜水(无压地下水)、自流水(承压地下水)和泉水。

大部分地区的地下水受形成、埋藏和补给等条件的影响,具有水质澄清、水温稳定、分布面广,但径流量较小,有的矿化度和硬度较高等特点。地表水通常表现出与地下水相反的特点。例如,河水浑浊度较高(特别是汛期),水温变幅大,有机物和细菌含量高,易受到污染。但地表水一般具有径流量大、矿化度和硬度低、含铁锰量等较低的优点。

在一般情况下,当生活饮用水和某些工业企业用水量较小,且要求水温低、当地又有地下水资源时,可以采用地下水源,但必须征得地方有关部门的同意。对于大城市和工业企业(如冶金、化工、石油、火电厂和核电站等),需要供给大量的生活和工业冷却用水,常采用地表水源。

我国地表水资源非常丰富,如长江、黄河、珠江、淮河、松花江、辽河、海河等河川和湖泊、水库以及海域等,都是城市及工业企业利用水资源的良好给水水源。在选择水源时,应因地制宜,区别不同用水对象、用水量大小和用水水质的具体要求,进行多方案的技术经济比较和论证来确定,使之达到安全可靠、技术先进、经济适用,并与自然景观相协调。

地表水水源工程一般包括地表水资源开发利用工程和取水工程两大部分。

一、地表水资源开发利用工程

为满足工农业用水、城市给水等要求,常需要从河道取水,并通过渠道等输水建筑物将水送达用户。但是,除在地表水体附近,天然状态下的水体大多数难被人们直接利用。为保证取水的质和量,人类对水资源的利用往往需要修建一系列的水资源开发利用工程。例如,在公元前390年,魏周的西门豹发动民众在邺(今河北临漳)修建了12级低坝引水的引漳十二条渠工程,引漳水进行灌溉,这是我国早期较大的引水灌溉工程。

本项目介绍采用较多的地表水资源利用工程有河岸引水工程和水库工程。

在引水量相对较小、河流水位和流量在年际与年内变化幅度不大时,可以采用岸边直接取水方式引水。河岸引水工程随河流的种类、性质和取水条件不同,从河道中引水通常有两种方式:一是自流引水,二是提水引水。对于自流引水又分为无坝引水和有坝引水两种。

当河流水位和流量在年际与年内变化很大时,往往出现在丰水年组或年内汛期,地表水水量得不到充分利用,而在枯水年组或枯水季节,由于河流流量过小、水位低,无法满足各用水部门对地表水资源的利用要求。为了解决这个矛盾,需要修建蓄水工程——水库来进行径流调节。水库枢纽一般均包括挡水、泄水和引水(或输水)这三类基本建筑物,它们称为水库的“三大件”,即挡水建筑物——各种拦河坝,泄水建筑物——溢洪道及泄水隧洞等,引水建筑物——水工隧洞等。

二、取水工程

地表水具有水量丰富、分布广泛的优点,很多城镇及工业企业常以地表水作为供水水源。因地表水水源的种类、性质和取水条件各不相同,所以地表水取水构筑物有多种形式。

(一) 地表水取水构筑物的形式

按水源种类的不同,地表水取水构筑物可分为河流取水构筑物、湖泊取水构筑物、水库取水构筑物和海水取水构筑物;按取水构筑物构造的不同,地表水取水构筑物可分为固定式取水构筑物、移动式取水构筑物和山区浅水河流取水构筑物。

1. 固定式取水构筑物

固定式取水构筑物有以下几种分类:

- (1) 按位置分岸边式、河床式和斗槽式;
- (2) 按结构类型分合建式、分建式和直接吸水式;
- (3) 按水位分淹没式和非淹没式;
- (4) 按采用泵型分干式泵房和湿式泵房;
- (5) 按结构外形分圆形、矩形、椭圆形、斗瓶形和连拱形泵房等。

固定式取水构筑物在全国各地使用最多,取水量一般不受限制,其中岸边式和河床式采用比较普遍。

2. 移动式取水构筑物

移动式取水构筑物可分为浮船式和缆车式。

(1) 浮船式。浮船式的泵站安放在船上。浮船式按水泵安装位置可分为上承式和下承式,按接头形式可分为阶梯式连接、摇臂式连接、带活动钢引桥的摇臂式连接及综合式连接。

(2) 缆车式。缆车式的泵站安放在缆车上。缆车式按坡道形式可分为斜坡式和斜桥式。

移动式取水构筑物适用于水位变化幅度在 10 ~ 35 m,取水规模以中、小型为主的情况,在长江中、上游地区和南方水库取水中采用较为普遍,黄河流域和东北地区也有采用