

环境科学与工程系列丛书

HUANJIANGKEXUE YU GONGCHENG XILIECONGSHU

城市节制用水规划 原理与技术

刘俊良 编著 张 杰 主审



1.64



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

环境科学与工程系列丛书

城市节制用水规划原理与技术

刘俊良 编著

张 杰 主审

化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

·北 京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

城市节制用水规划原理与技术/刘俊良编著. —北京:
化学工业出版社, 2003.4

(环境科学与工程系列丛书)

ISBN 7-5025-4362-7

I. 城… II. 刘… III. 节约用水-城市规划-中国
IV. TU991.64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 016374 号

环境科学与工程系列丛书
城市节制用水规划原理与技术

刘俊良 编著

张 杰 主审

责任编辑: 管德存

文字编辑: 刘志茹

责任校对: 顾淑云

封面设计: 郑小红

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
环境科学与工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 23 字数 564 千字

2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4362-7/X·254

定 价: 50.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《环境科学与工程系列丛书》编辑委员会

主 任 王宝贞 任南琪

副主任 马 放 于秀娟 赵庆良

委 员 (按姓氏笔画为序)

于秀娟 马 放 王宝贞 王 鹏 冯玉杰

刘俊良 汪群慧 任南琪 祁佩时 姜安玺

赵庆良 黄君礼 杨基先

出版者的话

环境科学是在环境问题日益严重后产生和发展起来的一门新兴的综合性学科。近年来,其各分支学科如环境工程学、环境化学、环境生物学、环境经济学等发展异常迅速,国内各高等院校环境科学工程专业学生数量迅猛增长,为给高等院校环境科学与工程专业学生系统地提供一套环境科学与工程专业教学参考书,同时也为满足从事环保科研、设计及工程技术人员需要,化学工业出版社委托哈尔滨工业大学环境工程学院环境科学与工程系组织有关专家编写了这套丛书,丛书具有以下特点。

(1) 系统性 紧紧围绕环境科学与环境工程专业的研究方向,系统介绍了相关学科的基本理论与应用。

(2) 实用性 紧紧围绕环境科学与环境工程的应用实际,突出了科研成果的转化,因而实用性很强。

(3) 前沿性 突出了环境科学与工程各学科当前的研究进展与应用现状,并预测了今后的发展趋势。

(4) 交叉性 环境科学与工程各学科多为新兴的边缘学科,是众多学科交叉与渗透产生的,因此在编写过程中突出了学科之间的交叉性与渗透性。

(5) 权威性 丛书的编写人员都是在各自的研究领域有较高声望和一定造诣的专家、学者,因此,对于从事相关领域的教学和科学研究人员具有较高的参考和实用价值。

多年来,化学工业出版社一直把环保图书作为主要出书方向之一。2000年6月、2001年6月、2002年6月化学工业出版社成功地在全国各大、中城市举办了三届化工版环保图书展,2003年6月化学工业出版社将在全国各大、中城市的新华书店举办第四届化工版环保图书展。本套丛书也会在众多专家、学者的支持下如期出版参展,希望能得到广大读者的认可,也希望广大读者对化学工业出版社环保图书出版多提宝贵建议与意见。

序

水是基础自然资源，是生态环境的控制性因素，是人们赖以生存、生活、生产不可替代的物质资源。地球上一切地质的、气象的、水文的、地理的自然现象都与水的循环密切相关。

全球水大概有 $14 \times 10^8 \text{ km}^3$ ，其中 97% 为海水，淡水的 70% 又都贮存在南、北极的冰山上，而流动在河川、湖泊的地表水和地下水的淡水资源又仅为地球上全部水量的 0.8%。

水在大陆-河海-大气中进行全球循环的运动。水的循环是自然现象，太阳能是水循环的动力。海面、湖面以及地表面接受到太阳能而使水分大量蒸发到上空凝结成云，云随风漂泊，遇冷降雨（雪、雾、霜），地面降水又形成地表和地下径流，汇集成小溪、大河大江，奔流入海。然后再被蒸发……，往复不断地进行着水文循环。

在水的自然循环体系中，人类活动的用水循环是一个旁路，应该是有节制的，必须与之相协调，做到“天人合一”方能永续生存和发展。在水环境日益恶化的今日，如何遏制恶化趋势，重新恢复良好水环境，是当前水资源可持续利用，人类永续发展的根本性问题。

现今世界各国都不同程度地提出了健康（健全、良性）水循环的概念。是针对人们过度取用自然水，用后滥排污水和丢弃废物，滥施农药与化肥而提出的，是拯救人类生存和永续发生空间的根本性战略。所谓健康水循环，就是上游地区的用水循环不影响下游水域的水体功能；水的社会循环不损害水自然循环的客观规律。维系或恢复全流域，乃至全球的良好水环境。

达成水健康循环的社会基础是：a. 提高全社会对水与人类关系的了解，培育珍惜水的意识，养成节制用水习惯，从而取得群众保护水环境和恢复水环境的理解和协力，育成良好的水文化；b. 在国土管理上，在城市总体规划上要注意入水循环的概念；c. 在每个流域内，都要将河流、流域及社会视为一体，统筹考虑水的循环利用规划；d. 在每个流域内都要确保环境用水量，规范社会取水量，保护水流空间，维持丰富多样的生态系及良好的水流空间和秀丽的两岸风光；e. 每个城镇都要有完备的水循环系统，既要有安全、可靠的供水系统，又要有污水收集、处理、深度净化，有效利用与排除系统，污水处理程度应按下游水体功能要求而定。

节制用水减少了社会用水循环的流量，减少对自然水循环的干扰。是达到用水健康的重要支柱。节制用水不是一般意义上的水的节约。它是人类社会长期的一个基本方针。

本书的出版将推动节制用水事业的发展。

张峰

2003 年 2 月 1 日

前 言

全球淡水资源极为有限,随着世界人口的增加和城市化水平的高涨,水资源危机已成为世界各国政治家、专家、学者瞩目的重大问题之一。我国是贫水国,水资源和水环境已制约了国民经济发展和人民生活水平的提高。个别缺水地区已经严重影响了人民的正常生活。节制用水、增强人民的节水意识和水资源的危机感、建立节水型社会应是我国当前和长远的国策,必对中华民族永续发展具有深远的战略意义。

为了支持 21 世纪我国城市社会、经济 and 环境的可持续发展,促进节水型城市的建立,解决水资源的严重不足,必须解放思想、转变观念、适时调整用水战略,进一步强调城市节制用水的主导地位,提高城市节水的科学管理水平,结合各地城市水资源状况编制城市节约用水规划。

城市节制用水规划属于专业规划,是城市水资源规划的重要组成部分,也是城市国民经济和社会发展规划的重要内容。因此城市节水规划必须在经济规划下进行。规划的根本目的在于使城市社会经济得到持续、稳定的发展,使人民的生活水平得到持续提高。按着城市水资源可持续利用的原则,要满足城市需水要求,节流永远重于开源;与此同时还要努力解决城市水资源短缺问题,并且搞好城市水资源管理和节约用水工作、采用科技手段促进合理用水,使有限的城市水资源发挥最佳经济效益、社会效益和环境效益。很显然指导思想应该是立足应用、指导决策。城市节水规划奋斗目标是城市要强化城市节约用水管理,建立比较完整的节水法规体系和管理体制;开展创建“节水型城市”和“节水型企业”活动,大力推广节水型设备、设施和器具的应用;进一步提高工业用水再用率和间接冷却水循环率的水平。城市节制用水规划的内容包括:城市水资源持续开发利用现状;城市节水现状及其潜力分析;城市用水量预测;城市供水水源规划和水资源供需平衡分析;城市节约用水规划目标及其实施措施等。

事实上全国城市节制用水规划研究刚刚起步,特别是城市节制用水规划的理论与技术亟待进一步探索和完善。本书是作者在近几年实践、研究和系统分析、编制城市节约用水规划经验的基础上,针对城市节水规划中存在的问题而编著的,可谓是有的放矢。在大部分章节中作者提出了许多新的见解和观点,融入了许多研究成果,其中相当一部分是作者业已完成的相关研究课题。

本书自始至终均以城市节制用水规划为中心,特别注重阐明有关城市节制用水规划的基本概念、原理和技术。主要内容如下。

第 1 章,介绍城市水资源的基本特征,阐述城市化水平和水资源综合利用的关系以及城市节水规划的内容、目的和意义。

第 2 章,提出城市节制用水的内涵和可持续城市水管理的基本概念。

第 3 章,全面阐释城市节水有关术语及其考核指标。

第 4 章,结合城市节水规划实例系统论述城市节水现状和节水潜力的分析方法。

第 5 章,全面、系统分析城市需水量预测的方法。结合不同城市的节水规划提出了适合城市生活和工业的需水量预测模型,如“以人均综合用水量为指标的 BP 神经网络预测模

型”、“BP神经网络与灰色模型组合预测模型”、以及“SPSS软件预测模型”等。这些预测方法与技术难能可贵也值得进一步探讨。

第6章,结合节水规划实例,论述并指出城市水资源规划及其水资源供需平衡分析的方法和途径。

第7章,介绍节水型城市的条件,以及城市2010年节水规划的各种目标,并提出了实现节水目标的实施策略和技术,为各地、各行各业节水提供了努力方向。

第8章,从水的商品属性和资源属性出发,分析现行水价体制存在的问题及水价对节水的影响,探讨水价体制改革的途径。

第9章,全面系统地介绍了城市用水定额及其指标体系的制定原理和方法,提出了虚拟定额的概念,并结合实例论证了实施方法。

第10章,从水的社会循环角度出发,指明城市污水资源化是城市节水的重要途径之一。城市供水、节水和污水处理应统一规划;城市污水再生水应作为城市供水水源的一部分。结合研究实例论述了城市污水再生水需求量的计算方法和城市污水资源化规划的原理与技术,为城市污水再生水的利用提供了切实可行的途径。

第11章,分析城市节水工程项目效益分析的特点和基本原则,讨论城市节水工程项目效益分析的方法和模型。

总之,本书强调理论与实践的结合,论述深入浅出,内容丰富详实,信息点多。我们深信本书对编制城市节水规划、解决城市水资源短缺问题、促进合理用水、使有限的城市水资源支持城市可持续发展有一定的指导意义,所举实例颇具参考价值,甚至有触类旁通之妙。特别是引用的作者近几年的研究成果,作者倡导的节制用水的新问题和新观点,将会引起更多人的关注和思考。

本书由刘俊良编著,由中国工程院院士、哈尔滨工业大学博士生导师张杰教授主审。

应编著者之约,曾参加科研项目的王鹏飞、臧景红、李文朴、田智勇、郝桂珍、高永、尹向功、徐伟朴、杨薇、马毅妹、朱贵友、张月红、庞永俊、陈智慧等参加了本书的部分章节的编写工作。

在本书的编写过程中,哈尔滨工业大学教授、博士生导师马放博士提出了许多宝贵意见,并得到河北省城市节约用水办公室、河北省石家庄市、沧州市、保定市、邯郸市、唐山市、张家口市、衡水市、邢台市等节约用水办公室的大力支持,特别是在各城市节水规划及其实施技术课题的研究过程中,他们提供了必要的研究经费和大量的资料。同时,在编写过程中得到了河北建筑工程学院城建系、图书馆和科研处各部门领导的大力支持。在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中难免有错误与不足之处,敬请读者批评指正。

刘俊良

2002年11月于塞外山城

内 容 提 要

本书为《环境科学与工程系列丛书》之一。本书共分 11 章,始终以城市节制用水规划为中心,主要包括:城市节制用水概论、内涵、有关术语及考核指标,城市节水现状及潜力分析,城市用水量预测方法技术、城市节水规划目标及其实施技措,城市用水定额体系与节制用水,城市污水资源化规划及节水工程投资综合效益的分析。本书内容丰富详实,强调理论与实践的结合,许多章节提出了很多的见解和观点,融合了作者已完成的相关课题。

本书可作为水工业及环境专业管理及技术人员参考用书,也可作为大专院校相关专业师生教学用书。

目 录

1 城市节制用水概论	1
1.1 水资源及相关概念	1
1.2 城市水资源及其基本特征	3
1.3 城市化与水资源的关系	10
1.4 城市水资源短缺及其影响	16
1.5 城市节水规划的基本内容	20
参考文献	22
2 节制用水与可持续城市水管理	24
2.1 城市水管理的定义和内涵	24
2.2 城市水管理中亟待解决的问题	27
2.3 城市水管理的原则与途径	28
2.4 城市水管理的对象与任务	29
2.5 城市水管理的目标与手段	31
2.6 城市水管理体制及运行机制	33
参考文献	33
3 城市节水有关术语及考核指标	34
3.1 城市节水有关术语	34
3.2 节水考核指标及相应的规划目标	44
3.3 节约用水指标体系	47
参考文献	49
4 城市节水现状及其潜力分析	50
4.1 国外城市节水技术现状	50
4.2 我国城市节水现状与潜力分析	53
4.3 城市节水潜力分析实例	56
参考文献	73
5 城市用水量预测方法技术	74
5.1 方法综述	74
5.2 城市生活用水量预测	90
5.3 城市工业取、用水量预测	92
5.4 城市综合需水量预测	102
参考文献	111
6 城市供水水源规划及水资源供需平衡分析	113
6.1 城市供水现状与发展	113
6.2 城市供水水源规划	116
6.3 城市水资源供需平衡分析	122

6.4 水资源供需中的系统分析	134
参考文献	135
7 城市节水规划目标及其实施技措	136
7.1 城市节水规划目标	136
7.2 城市节制用水的一种管理模式——需求侧管理	144
7.3 城市节制用水规划目标的实施	150
7.4 城市水资源可持续利用的主要策略	162
参考文献	165
8 商品水水费体制与节制用水	166
8.1 水的资源属性及其经济价值	166
8.2 国外水价体制	168
8.3 国内水价存在的问题及改革目标	174
8.4 商品水水费体制的建立	178
参考文献	183
9 城市用水定额体系与节制用水	185
9.1 城市用水定额	185
9.2 用水定额体系的制定	186
参考文献	214
10 城市污水资源化规划	215
10.1 城市污水资源化规划的意义	215
10.2 国内外城市污水资源化现状	217
10.3 城市污水资源化需求途径	227
10.4 城市污水资源化处理方法与流程	231
10.5 城市污水资源化的经济性、可靠性和可行性	234
10.6 阻碍污水回用的主要因素	235
10.7 城市污水再生回用的对策及其展望	236
10.8 CZ市城市污水资源化规划实例	238
参考文献	251
11 节水工程投资综合效益的分析	253
11.1 节水工程效益分析的特点和基本原则	253
11.2 节水工程投资效益评价	255
11.3 节水工程效益分析实例	261
参考文献	262
附录	263
附录一 北京市主要行业用水量定额 (2001 年)	263
附录二 黑龙江省和上海市主要行业用水量定额 (2000 年)	269
附录三 取水许可制度实施办法	289
附录四 城市供水条例	293
附录五 城市供水工作暂行规定	296
附录六 城市节约用水奖励暂行办法	300

附录七	城市节约用水管理规定	301
附录八	城市用水定额管理办法	303
附录九	城市房屋便器水箱应用监督管理办法	304
附录十	城市地下水开发利用保护管理规定	305
附录十一	国务院关于加强城市供水节水和水污染防治工作的通知	308
附录十二	评价企业合理用水技术通则	311
附录十三	节水型城市目标导则	315
附录十四	节水型企业（单位）目标导则	319
附录十五	农田灌溉水质标准	320
附录十六	工业回用水水质标准	321
附录十七	生活杂用水水质标准	322
附录十八	水法	323
附录十九	节水型生活用水器具	332
附录二十	企业水平衡与测试通则（GB/T 12452—1990）	339

1 城市节制用水概论

1.1 水资源及相关概念

关于水资源的概念，国内外的有关文献和著述中有许多的提法。

在《英国大百科全书》中，水资源被定义为“整个自然界中各种形态的水，包括气态水、液态水和固态水的总和”。

在联合国教科文组织与世界卫生组织共同编写的《水资源评价活动——国家评价手册》中，水资源被定义为“可被利用或可能被利用的水源，具有足够的数量和可用的质量，并能在某一地点（区）为满足某种用途而被利用。”

在《中国大百科全书》中，水资源被定义为“地球表层可供人类利用的水，包括水量（水质）、水域和水能资源。”

这些提法无疑都是有道理的，但又都欠准确和完整。

1.1.1 水资源的概念

自然界中的水，不论以何种状态存在，只有同时满足三个前提时才能被称为水资源。三个前提是：

- ① 可作为生产资料或生活资料使用；
- ② 在现有的技术、经济条件下可以取得；
- ③ 必须是天然（自然形成）的来源。

这也就是水资源的三要素——可使用性、可获得性和天然性。

可使用性：无须多述，不能作为生产资料或生活资料来使用的水，首先失去了成为资源的资格，又如何能是水资源？只有满足可使用性，才有成为水资源的可能。

可获得性：因不能取得而无法利用的水，不能成为水资源。如极地冰盖，其可使用性和天然性无可置疑，但在人类现有的技术、经济条件下还无法将其作为具有一定规模供水意义的水源来使用，因此它还不能成为水资源。至多只能算是潜在的水资源。在技术、经济高度发达的未来，或许因能被人类使用而成为真正意义上的水资源。

天然性：这是由资源的定义所确定的。非天然物质的来源不能称为资源，非自然形成的水的来源不是水资源。

至此，我们可以为水资源下一个较为明确、完整的定义了。

水资源：在现有的技术、经济条件下能够获取的，可以作为人类生产资料或生活资料的天然资源。

1.1.2 水资源的分类

根据分类原则的不同，水资源可以划分为许多类型。宏观水管理最常用的方法，是根据水的生成条件和水与地球表面的相互位置关系（或者说是赋存条件）来划分的。

(1) 大气水 赋存于地球表面之上大气圈中的水。如云、雾、雨等。

(2) 地表水 聚集赋存于地球表面之上，以地球表面为依托而存在的液态水体。根据其生

成要素、聚集形态、汇水面积、水量大小、运动、排泄方式的不同而分为江、河、湖、海等。

(3) 地下水 聚集赋存于地球表面之下各类岩层(空隙)之中的水。

根据地下水的埋藏条件,地下水可分为包气带水、上层滞水、潜水、承压水。上层滞水是指赋存于包气带中局部隔水层或弱透水层上面的重力水。它是由大气降水和地表水等在下渗过程中局部受阻聚积而成。潜水是指赋存于地表之下第一个稳定隔水层之上,具有自由表面的含水层中的重力水。承压水是指充满于两个隔水层之间的含水层中的水叫做承压水。补给区位置较高,水由补给区进入承压区,含水层充满水,受到隔水顶底板的限制,水自身受到压力,并以一定压力作用于隔水顶板。承压性是承压水的一个重要特征。

根据含水介质空隙的不同,地下水可分为孔隙水、裂隙水和岩溶水。

此外,根据地下水的温度、化学成分及特有的生成、埋藏条件,又可划分出一些特殊类型的地下水。如地下热水、矿水、咸水、卤水、多年冻土带水等。

1.1.3 水资源的品位

水资源是一种动态、可再生资源。同其他资源一样,水资源也存在着品位的高低之分。水资源的品位主要受下列因素影响。

1.1.3.1 生成条件

大气水的生成主要受地表、海洋蒸发水量和各种气象因素的影响。决定地表水生成的因素主要有大气降水、地表汇水面积、地表植被状况、地形、地貌等。影响地下水生成的主要因素有地质构造、地层岩性和补给条件。具备优越的生成条件才有形成高品位水资源的基础和可能。

1.1.3.2 补给条件

大气水主要靠地表、海洋蒸发水量补给。地表水的补给主要有大气降水的直接补给,其他地表水的直接补给和地下水的补给。

地下水的补给主要有大气降水入渗补给,地表水的入渗补给,地下水的侧向径流、越流补给。各类水资源如无充足的补给源,则无法形成较高的品位。

1.1.3.3 时空分布

水资源的时空分布状况是评价各类水资源品位的重要因素。不同类型水资源的时空分布有很大差异。相对而言,地表水的空间分布受水文网的制约,局限性较强,距离稍远使用就受到影响,甚至无法使用。在时间分布上,受季节大气降水规律的影响,年丰水期与枯水期的水量可以有很悬殊的差别,多年周期的规律亦如此。许多大的江河在丰水期时会形成洪灾威胁,而在枯水期时甚至断流的现象正是地表水时间分布不均匀的真实例证。

地下水的分布主要受地质条件(储水构造)的控制,在远离地表水的山区和平原也有着广泛的分布。这就为无法使用地表水地区的供水提供了条件。在时间分布上,由于地下水流的水力坡度较缓,以及含水层的阻滞作用,地下水的流速相对迟缓,这就使得大量的地下水相对长时间的滞留在含水层中。这就为我们在缺少地表水的地方和季节保证供水提供了可能。综上所述,地下水在时间分布和空间分布上的均匀性较地表水优越。

大气降水高峰期时地表水位升高,地表水体附近的地下水得到地表水的入渗补给。枯水期时地表水水量减少,水位降低,此时,在地下水位高于地表水位的情况下,地表水体又可得到地下水的流出补给。

1.1.3.4 水质条件

水质的优劣是评价水资源品位高低的关键条件之一。从利用的角度讲,水质应包括水中

所含物质成分和水的温度。天然状态下地表水水质的形成较为简单，其悬浮物质和化学成分的形成，主要受地表植被、水流对沿途岩土的溶解、地下水渗出、日光照射等因素的影响。地表水的水温则主要取决于大气环境温度，因此，地表水的水温随季节、昼夜气温的变化而作大幅度、频繁的变化。

天然状态下影响地下水水质形成的主要因素有：溶滤、溶解作用；浓缩作用；脱碳酸作用；脱硫酸作用；阳离子交替吸附作用；混合作用等。在这些因素的影响下，地下水水质处在变化→平衡→变化的动态平衡状态。一般来说，地下水的水温是含水层位的地温和补给源水温的综合作用的结果。

实际上，现代人类的生产、生活活动已经越来越大的影响着各类水资源的水质。其表现主要有两方面：一是人类活动废弃物对水资源的污染；二是人类活动改变了水资源的形成条件，导致其水质发生变化。

理论上，人类活动对水质的影响应是双向的，即可向恶化方面发展，又可向优化方面发展。而现实中是恶化的多优化的少，有些地方则是迅速恶化，以致出现了污染性缺水局面。这是一个需要特别警惕的问题。

1.1.3.5 取水条件

取水条件主要是指取水的难易程度，单位时间内取得单位水量所需建设的取水工程的规模和复杂程度，以及所需付出的经济代价。

一般而言，与地下水相比，地表水的取得较为容易，取水工程设施也较简单，经济代价亦较小。

需要指出的是，虽然水资源的状况因上述因素的影响而千差万别，但最基本的规律是存在的。地表水与地下水相比较存在着以下弱势：①容易受到污染；②水温随气温变化（夏季做工业冷却水使用有诸多不利影响）；③缺乏有利于人体健康的矿物质；④水量保证率低。

综上所述，希望拥有生成条件优越，补给条件充足，时空分布广泛、均匀，水质条件优良，取水条件简易、经济，水量保证率高的高品位水资源。而现实中这种面面俱优的情况几乎是不存在的。所以对于水资源品位的评价不能仅考虑上述诸因素，还要考虑供水的主要目的。在实际工作中，应根据供水的主要目的、要求和水资源的具体状况，选择品位相对较高的水资源。如：若以生活饮用水为供水目的，则最应注重的是水质条件，在取水条件允许的情况下选择最适宜饮用水水质的水源；若以工、农业生产为供水目的，则应以取水条件、时空分布和补给条件为要。这样，才能在水质条件满足要求的情况下，达到供水的经济性、整体（全局）供水的合理性和供水量的长期高保证率的和谐统一。若以特殊用途如供热、医疗等为供水目的，则必须视水温、水中的特殊矿物质含量、特有的化学成分能否满足要求，即以水质条件为先决条件。

评价水资源品位的目的，在于鉴别、比较以至最后确定出最适合的供水水源，以最小的代价为社会生产和生活提供最基本的物质保证。

1.2 城市水资源及其基本特征

1.2.1 水的自然循环与水的社会循环

地球上的水处于不停的循环运动状态中。海水蒸发变云，云又以雨的形式降到地面，部分蒸发，部分渗入地下或汇入河川形成地下、地表径流，最终又回归大海。地球上的水在周

而复始地进行着大循环。我们就是在其循环中利用地表或地下径流。城市从自然水体中取水，经净化供给工业和居民使用，用过的废水经排水系统输送到污水厂，处理后又排回自然水体。这是水的社会循环，又称为水的小循环。水的自然循环和社会循环交织在一起，社会循环依赖于自然循环，同时自然循环又影响着社会循环。图 1-1 为自然界水和人类社会用水的循环框图。我国水资源虽然短缺，但是水是可以循环利用的，是可以不断往复再生的。如果人们不破坏水自然循环的规律，尊重水的品格，仅有的一点淡水资源是可以不断地循环地满足工业、农业、市政和人民生活的需要。这就需要水的社会循环良性地健康发展。

水的社会循环系统是由城市给水系统和排水系统所组成，二者是统一的有机体，好比人体的动脉与静脉一样，不可偏废一方（如图 1-1 所示）。而污水处理正是水循环的心脏，是水良性循环的保障，是连接水的社会循环和自然循环的纽带。所以水资源的可持续利用和人类社会的永续发展直接与城市污水处理息息相关。城市污水必须处理到能为自然水体自净能力所容纳的程度。然而由于污水处理的昂贵费用和人们滞后的水环境和水资源的意识，至今世界各大中城市绝大多数尚未达到水良性循环的目标，在我国江河污染的严重势态还没有得到遏制。水污染和水资源的危机制约着我国经济建设、城市发展和人民生活水平的提高。

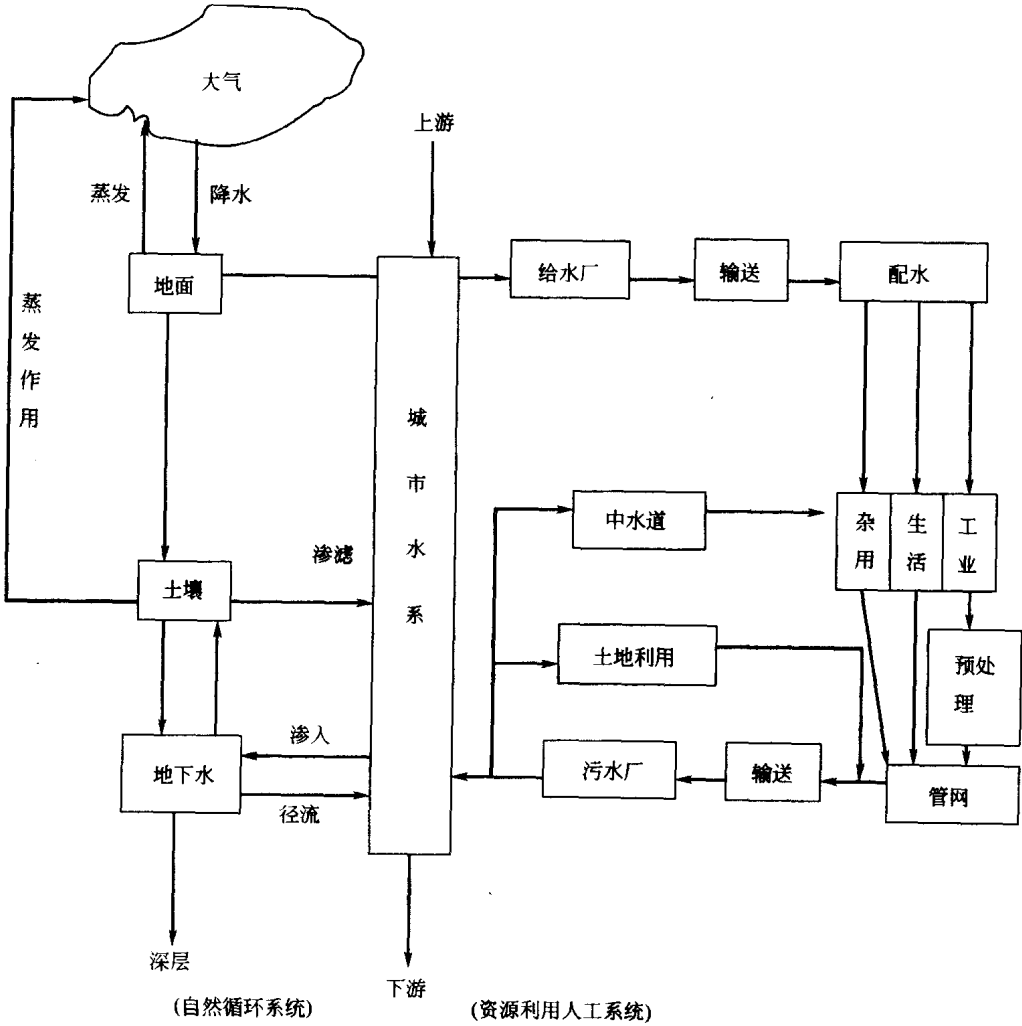


图 1-1 自然界水与人类社会水循环框图

1.2.2 自然资源及其特征

水资源作为一种人类生存所必需的一种特殊的自然资源和地球环境的组成部分，它具有以下诸多特性。

1.2.2.1 运动性

大气水、地表水和地下水构成了地球水圈的主体，也称为水圈的三要素。这三个要素时刻处于运动、变化的状态，从而形成了自然界中海—空—陆之间水的大循环，这种运动也是水圈的主要运动形式，和陆—空—陆之间、海—空—海之间水的小循环（见图 1-2）。此外，大气水、地表水、地下水除本身在不停的运动、变化之外，在特定条件下的相互补充和转化，也充分表现了水资源的运动性。因此，可以说，水圈是一个运动圈，水资源是一种动态资源。

1.2.2.2 系统性

各类水资源因在生成、聚集、赋存、运移、补给、排泄、转化、动态变化和时空分布等各环节上都有自己的不同因素和特点，从而使各类水资源均具有自身的特征和规律。所谓水资源的系统性，指的就是这些特征和规律的完整性。在主要环节上具备某些因素和特点，符合某类水资源的特征和规律，即可确认为属于某类水资源系统。也就是说，水资源系统是按水资源本身的这些特征和规律来划分的。

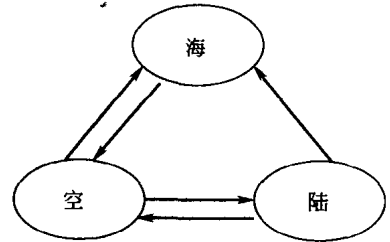


图 1-2 水圈的运动

地表水系统的特征和规律较为明显，划分和确定也较容易。地下水系统的特征和规律则较为隐蔽和复杂。地下水系统（或称单元）可按地质构造成因类型划分，如冲、洪积扇储水系统、断裂破碎带储水系统。也可按含水介质空隙类型划分，如孔隙、裂隙、岩溶含水系统。亦可按地下水受力性质划分，如潜水、承压水系统。

实际工作中对于较大型的地下水系统，常用多种方法综合划分。如石家庄市的地下水系统为：山前冲洪积扇第四系潜水——承压水含水系统。只是由于长期的高强度超量开采，目前的承压含水层已失去了承压性。

现实中往往在一个地区有多种地下水系统穿插、重叠、共同存在，所以划分确定起来较为困难。了解和掌握水资源的系统性，可以帮助我们在水资源管理的诸多方面做出科学、正确的决策。

1.2.2.3 可恢复性

水资源是一种动态资源，也是一种可再生资源。一般地讲，地表水、地下水的运动由补给、径流、排泄三大要素组成。其中的补给就是再生、恢复的过程。不同水资源系统的恢复能力可以有很大差异，除了补给水量的差别外，系统本身对水的运移能力直接影响系统对补给水量的接受速率，即直接影响系统的恢复能力。如，植被较好的地区可以阻滞大气降水迅速转化为地表径流，而有利于大气降水向地下的入渗。植被不好的地区，大气降水则会迅速转化为地表径流，相对来看，有利于地表水体的补给而不利地下水的补给。又如，地表岩性、含水层的岩性直接影响着水的入渗和渗透速率。一般地，对于第四系松散沉积物，其渗透速率从大到小的排列为：卵砾石 > 粗沙 > 细沙 > 粉沙 > 黏质沙土 > 沙质黏土。

需要强调的是，水资源的再生、恢复能力是受多种因素制约的，是有限的，一旦遭到重创就很难恢复，甚至于（相对几代人来说）失去恢复能力。

1.2.2.4 脆弱性

水资源的脆弱性主要表现在其水量、水质的承受能力和恢复能力上。