



水资源管理知识丛书 3

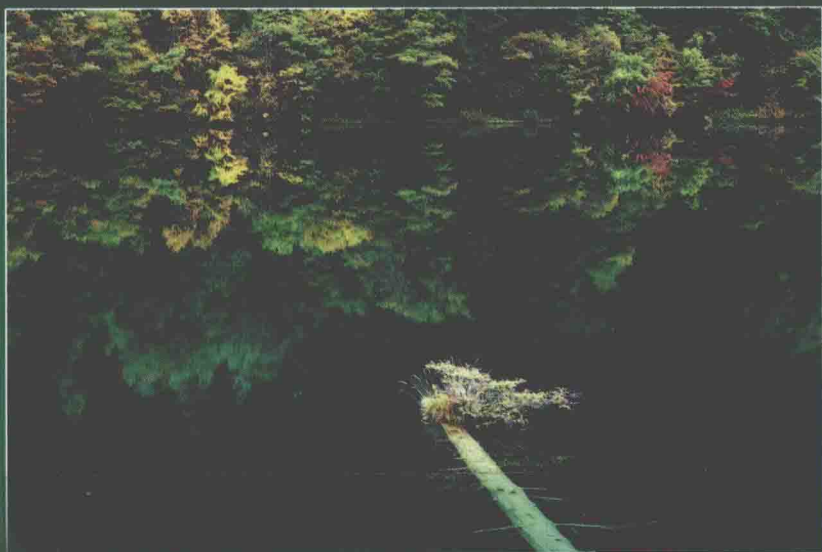
WATER  
RESOURCES

# 水资源保护

(第二版)

主 编 任树梅

副主编 杨培岭



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)



水 资 源 管 理 知 识 丛 书 3

# 水 资 源 保 护

## ( 第 二 版 )

主 编 任树梅

副主编 杨培岭



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

《水资源管理知识丛书》是应加强水资源管理工作的要求,为水资源宏观管理提供科学依据,并为各级水资源管理人员提供参考信息,本套丛书共分6个分册,本书为分册之一。本册共分9章,主要包括生命、人类社会、生态环境和水,水资源保护的基本知识,水资源的可持续发展,水质保护主要内容,水体污染与水体自净,水污染的危害及水污染防治措施,废水处理及废水利用,水资源合理开发利用,水土保持与水资源保护等。

本书可供基层水利、水资源管理工作者和工作中参考,也可作为各级水利、水资源、水文、环境等专业师生的参考读物。

## 图书在版编目(CIP)数据

水资源保护 / 任树梅主编. — 2版. — 北京: 中国水利水电出版社, 2012.8

(水资源管理知识丛书; 3)

ISBN 978-7-5170-0135-5

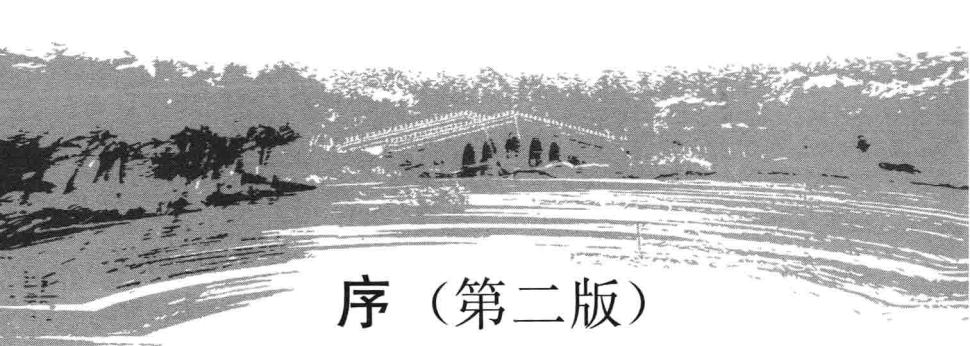
I. ①水… II. ①任… III. ①水资源—资源保护  
IV. ①TV213.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第207000号

|      |                                                                                                                                                                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名  | 水资源管理知识丛书 3<br><b>水资源保护 (第二版)</b>                                                                                                                                                                                 |
| 作 者  | 主编 任树梅 副主编 杨培岭                                                                                                                                                                                                    |
| 出版发行 | 中国水利水电出版社<br>(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)<br>网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a><br>E-mail: <a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a><br>电话: (010) 68367658 (发行部) |
| 经 售  | 北京科水图书销售中心(零售)<br>电话: (010) 88383994、63202643、68545874<br>全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                                                                                                                      |
| 排 版  | 中国水利水电出版社微机排版中心                                                                                                                                                                                                   |
| 印 刷  | 三河市鑫金马印装有限公司                                                                                                                                                                                                      |
| 规 格  | 140mm×203mm 32开本 8.125印张 218千字                                                                                                                                                                                    |
| 版 次  | 2003年7月第1版 2003年7月第1次印刷<br>2012年8月第2版 2012年8月第1次印刷                                                                                                                                                                |
| 印 数  | 0001—3000册                                                                                                                                                                                                        |
| 定 价  | <b>32.00元</b>                                                                                                                                                                                                     |

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

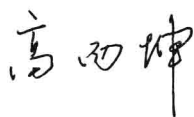


## 序（第二版）

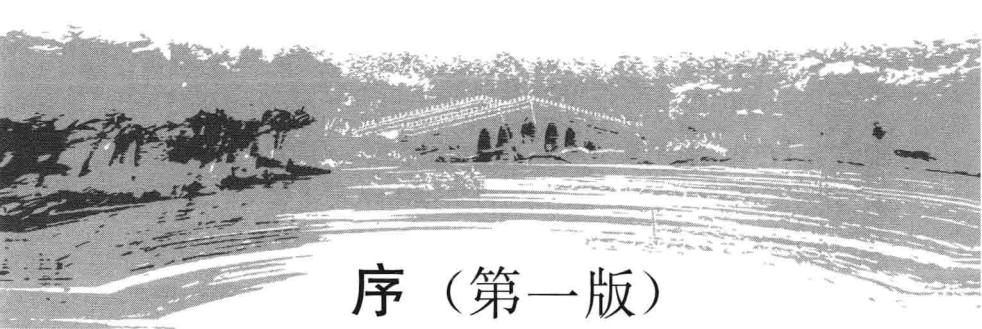
水是生命之源、生产之要、生态之基，人多水少、水资源时空分布不均是我国的基本国情和水情。当前我国水资源面临的形势十分严峻，水资源短缺、水污染严重、水生态环境恶化等问题日益突出，已成为制约经济社会可持续发展的主要瓶颈。《中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定》（中发〔2011〕1号）明确提出要实行最严格的水资源管理制度，确立水资源开发利用控制、用水效率控制和水功能区限制纳污三条红线，建立水资源管理责任和考核制度。《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》（国发〔2012〕3号）对实行最严格水资源管理制度进行了总体部署，提出了主要目标、重点任务和保障措施。党中央、国务院一系列重要文件的出台，旨在通过严格水资源管理，促进水资源可持续利用和经济发展方式转变，推动经济社会发展与水资源水环境承载能力相协调，保障经济社会长期平稳较快发展。

为了切实加强水资源的管理，提高水资源管理从业人员专业知识和管理水平，2003年丛书编委会组织编写了一套《水资源管理知识丛书》，包括《水资源学基础知识》、《水资源管理理论与实践》、《水资源保护》、《水资源经济》和《用水管理理论与实践》等，共5册。丛书内容涉及水资源管理的基础理论、科学依据、技术方法、国内外案例和经验，为水资源管理、研究人员在实际工作和学习中提供了重要参考，受到广大读者的好评。在实

行最严格水资源管理制度的新形势和新要求下，为了更好地发挥该套丛书在水资源管理领域的理论指导与实践支撑作用，水利部水资源司组织丛书的第二版编委会对原稿进行了修订，并增加了《水资源管理法律法规和规范性文件汇编》分册，进行再版。再版后的丛书将能为目前急需开展的最严格水资源管理培训工作提供系统的教材。我谨对丛书的再次出版表示衷心祝贺，期盼丛书的再次出版能有效推动我国最严格水资源管理制度的全面实施。

A handwritten signature in black ink, reading '高西鹏' (Gao Xipeng). The characters are written in a cursive, flowing style.

2012 年 7 月 9 日



## 序（第一版）

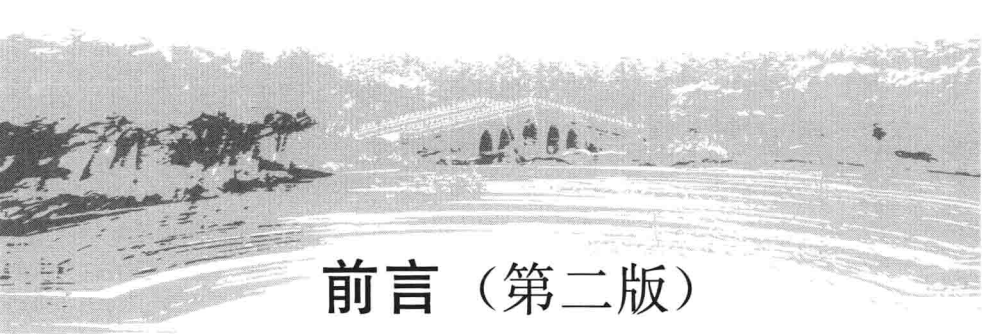
水是基础性的自然资源，战略性的经济资源。随着经济社会的快速发展和城市化进程的不断加快，各类用水不断增加，使水资源的供需矛盾日趋突出。合理开发和有效保护水资源，加强水资源的统一管理，促进水资源的优化配置、节约、保护和管理是今后水资源工作的中心内容。2002年10月修订后的《中华人民共和国水法》对水资源管理工作提出新的要求，面临的任务更加艰巨。党的十六大报告指出：要“合理开发和节约使用各种自然资源，抓紧解决部分地区水资源短缺问题，兴建南水北调工程。实施海洋开发，搞好国土资源综合整治。树立全民环保意识，搞好生态保护和建设”，还指出“可持续发展能力不断增强，生态环境得到改善，资源利用效率显著提高，促进人与自然的和谐，推动整个社会走上生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路”。党的十六大提出了全面建设小康社会的奋斗目标，对水利发展提出了新的任务和要求。根据中央的水利工作方针和可持续发展治水新思路，要对水资源进行合理开发、高效利用、综合治理、优化配置、全面节约、有效保护。为此要以水利的改革与发展和水资源的可持续利用保障经济社会的可持续发展，为全面建设小康社会作出贡献。

为了切实加强水资源的管理，大力推进流域和区域水资源统一管理，实现水资源可持续利用，我们组织编写完成了一套《水资源管理知识丛书》，包括《水资源学基础知识》、《水资源管理

理论与实践》、《水资源保护》、《水资源经济》、《用水管理理论与实践》等。《水资源管理知识丛书》的编写人员主要来自高等院校、水利科研院所和水管理单位的专家。《水资源管理知识丛书》为我们提供了国内外水资源管理理论、信息、案例和经验。相信它的出版，能够为各级水行政主管部门宏观管理水资源提供科学依据，为水资源管理人员在实际工作中提供参考信息。我对编写人员取得的成绩和丛书正式出版表示祝贺，并希望在水资源管理的重点领域不断深入进行探讨，继续为我国现代化水利建设事业添砖加瓦。

任光照

2003 年 2 月 14 日



## 前言（第二版）

随着我国水资源形势的日益严峻，水资源短缺、水污染严重、水生态环境恶化等问题已成为制约经济社会可持续发展的重要因素。在 2011 年中央一号文件《中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定》，《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》（国发〔2012〕3 号）文件中相继明确提出要“推进依法治水”，“抓紧完善水资源配置、节约和保护等方面的政策法规体系”。这些大政方略是破解我国水资源瓶颈制约、是保障国家粮食安全、加快转变经济发展方式、快速推进生态文明建设战略举措。在这样的背景下，本书对 2003 年出版的《水资源管理知识丛书》第 3 册《水资源保护》进行了修订整理，可为从事水资源管理、研究人员以及在校学生在实际工作和学习中提供参考。

再版丛书第 3 册《水资源保护》秉承了第一版的章节内容，重点突出水资源的可持续利用与水资源保护方面的知识和国内外一些经典的案例。中国农业大学任树梅、李云开、杨培岭、苏艳平，水利部灌溉排水发展中心顾涛等参与了修订，全书由任树梅完成统稿。

本书的再版得到了水利部水资源司和中国水利水电出版社的大力支持，在此表示衷心的感谢。限于作者的水平有限，书中语误难免，希望读者批评指正。

作者

2012 年 7 月





# 前言（第一版）

早在 20 世纪 80 年代中期以前，世界每年的淡水消耗量就达到 31 万亿  $\text{m}^3$  左右。不少国家或地区出现了淡水资源不足和告急。由于长期以来人们在水资源开发利用中存在着注重开发利用，轻视保护与管理，造成了诸如河道断流、湖泊干涸、土壤盐碱化、水质污染和地面沉降等影响国民经济可持续发展的重大问题。因此，水资源的保护对解决水资源供需矛盾和保证社会稳定、经济的可持续发展具有十分重要意义。

本书以水资源—水资源的可持续利用—水质保护为主线，着重介绍水资源保护与防止水污染的对策。全书共分九章，各章编写者为：第一章、第二章由任树梅编写；第三章、第五章由任树梅、李云开编写；第四章由杨培岭编写；第六章、第七章由任树梅、杨培岭编写；第八章、第九章由苏艳平、顾涛编写。全书由任树梅统稿。

在本书编写过程中，承蒙中国水利水电科学研究院水资源所、北京市水文总站的同志们为本书提供了诸多便利和帮助，谨表示深深的谢意。对于书中出现的任何疏漏、不妥乃至错误之处，我们都难辞其咎。敬请对本书进行批评指正。

最后，本书的出版得到了水利部水资源司和中国水利水电出版社的大力支持，在此表示衷心的感谢。

作者

2003 年 3 月

# | 目 录 |

序 (第二版)

序 (第一版)

前言 (第二版)

前言 (第一版)

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第一章 生命、人类社会、生态环境和水·····          | 1  |
| 第一节 生命与水·····                    | 2  |
| 第二节 人类社会与水·····                  | 3  |
| 第三节 生态环境与水·····                  | 9  |
| 第四节 我国水资源及其利用现状 ·····            | 15 |
| 第二章 水资源保护的基本知识 ·····             | 19 |
| 第一节 水资源的基本含义 ·····               | 19 |
| 第二节 水资源的基本特点 ·····               | 21 |
| 第三节 我国水资源的基本特点 ·····             | 23 |
| 第四节 水资源保护的目 的和内容 ·····           | 27 |
| 第五节 水资源危机 ·····                  | 32 |
| 第六节 水问题的解决途径 ·····               | 40 |
| 第三章 水资源的可持续发展 ·····              | 44 |
| 第一节 可持续发展战略的由来 ·····             | 44 |
| 第二节 可持续发展的涵义 ·····               | 47 |
| 第三节 中国的可持续发展——《中国 21 世纪议程》 ····· | 50 |
| 第四节 水资源保护与可持续发展 ·····            | 53 |
| 第四章 水质保护主要内容 ·····               | 57 |
| 第一节 水质调查 ·····                   | 59 |

|             |                             |            |
|-------------|-----------------------------|------------|
| 第二节         | 水质指标 .....                  | 61         |
| 第三节         | 水质标准 .....                  | 69         |
| 第四节         | 水质监测 .....                  | 85         |
| 第五节         | 水质评价 .....                  | 99         |
| 第六节         | 国内外水质保护的范例 .....            | 107        |
| <b>第五章</b>  | <b>水体污染与水体自净 .....</b>      | <b>138</b> |
| 第一节         | 水体污染 .....                  | 138        |
| 第二节         | 形成水质污染的原因和污染过程 .....        | 152        |
| 第三节         | 水污染物的种类及污染物主要来源 .....       | 154        |
| 第四节         | 水体自净 .....                  | 157        |
| <b>第六章</b>  | <b>水污染的危害及水污染防治措施 .....</b> | <b>163</b> |
| 第一节         | 水污染的危害 .....                | 163        |
| 第二节         | 水污染防治措施 .....               | 169        |
| <b>第七章</b>  | <b>废水处理及废水利用 .....</b>      | <b>182</b> |
| 第一节         | 工业废水处理 .....                | 182        |
| 第二节         | 废水处理方法 .....                | 184        |
| 第三节         | 废水处理工艺 .....                | 190        |
| 第四节         | 废水利用 .....                  | 191        |
| <b>第八章</b>  | <b>水资源合理开发利用 .....</b>      | <b>201</b> |
| 第一节         | 水量调查和用水调查 .....             | 201        |
| 第二节         | 合理开发利用水资源 .....             | 203        |
| 第三节         | 节约用水和水资源的高效利用 .....         | 212        |
| <b>第九章</b>  | <b>水土保持与水资源保护 .....</b>     | <b>229</b> |
| 第一节         | 水土保持对水资源保护的作用 .....         | 229        |
| 第二节         | 水土保持措施 .....                | 234        |
| 第三节         | 水土保持工程与径流拦蓄 .....           | 236        |
| 第四节         | 水保林草措施涵养水源、增雨的作用 .....      | 238        |
| 第五节         | 水土保持效益 .....                | 244        |
| <b>参考文献</b> | <b>.....</b>                | <b>246</b> |

# 第一章 生命、人类社会、 生态环境和水

最初，水为人类提供了一种食物的来源以及旅行的交通航线，生产和农业灌溉这些最早的人类文明出现于那些水在周围环境起着重要作用的地方，这是对人类独创性的一个挑战。埃及人根据尼罗河水每年的汛情制定出一年 365 天的日历。古代最有名的立法者——巴比伦人，发明了管理用水的法律。中国人从水上获得灵感，修建了千里大运河，这是一个复杂的体系，直到今天仍在使用，而且依旧使工程师们惊叹不已。但是古代人从没有发现过一个能彻底解决水患的办法。黄河也被称做“中国的悲哀”，它是那样的不可预料和危险，以至于一场水灾就可能使 100 万人丧生。洪水使伟大的印度河谷文明减速，灌溉的不足毁坏了它大部分的土地。今天，水一如往昔地控制着人类。水的存在决定着人们选择安家建城的位置；水的猛烈的可变性可以杀死人类或是人类的牲畜或是庄稼；水的航线把人们联系起来；水的巨大的价值或许会加剧已经危险的政治冲突。古今中外有许多这样的例子。

自从 18 世纪经济学家得出“水对生命至关重要，却一文不值。钻石对生命无关紧要，却价值连城。”这一结论后，世界已发生了翻天覆地的变化。

200 多年前的情形现在当然有了变化。在很多国家，人们在家里付的水费和电费一样多。像健康一样，我们拥有水时就会忽视它——当然除了发洪水时。一旦供水成了威胁，很快水就会变成唯一至关重要的问题。我们再清楚不过了，没有水，生命将不再存在。现状变得越来越差，以致有识之士认为 20 世纪 70 年代石油危机给世界带来了震撼，而今天水并将以相似的方式冲击人

类，让世界节约用水吧！

## 第一节 生命与水

水是地球上分布最广泛的物质。水是生命之源，是一切动物、植物赖以生存繁衍和发展的必需的物质基础，万物都需要它。所以说水的存在和循环是地球孕育出万物的重要因素，原始的生命起源于水，通过进化从水生到陆生，它们随时随地离不开水。水是一切生命新陈代谢活动的介质，生命活动的整个联系和协调、营养物质的运输、代谢物的运送、废物的排泄、激素的传递都与水密切相关。在生命过程中，通过水的蒸发将生命体不断产生的热量散发到体外，以保持体温的恒定。人体组成中的水分占体重的 65%~70%。一个重 60kg 的成年人，每天通过呼吸和体表散发出 1000mL 的水。水分的不足或无水便会导致生理上的不协调、正常生理的破坏，甚至引起死亡。

水赋予了生命，生物在生命活动过程中，都离不开水。生物正在生长的组织中平均含有 90% 左右的水。在组成生物体的成分中，水占的比例最大。据测定，植物体内的含水量一般为 60%~80%，有的高达 90% 以上。动物体内的含水量也大致类似，鱼类体内的含水量为 70%。对于人类来说：一个人的胚胎发育到 3 天时，所含水量达 97%；发育到 3 个月时，含水量为 91%；到 8 个月时含水量为 81%；新生儿的含水量为 80%；1 岁时的含水量已和成人差不多了；成年人体内的含水量为 65%~70%。

生物体内的水分在不停地运动着，也在不断地消耗着，需要随时加以补充。在正常情况下，成年人每天需要补充 2.5kg 的水，一个活到 60 岁的人，一生中喝掉的水就有 650t。一个健康的人，在正常情况下，体内的水分处于平衡状态，即补充到体内的水分与排出体外的水分相当，如体内的水分一旦失衡，就会发生严重后果。假如体内的水分不能正常排出，就会泛滥成灾，身体出现浮肿；如果人体内的水分，比正常量减少 1%~2% 或 0.5

~1L, 就会感到口渴; 当减少 5% 或 2~5L 时, 人的皮肤就会起皱, 口腔就会干涸, 意识就会模糊; 当人体失水 14%~15% 或 7~8L 时, 生命就无法维持, 人就会死亡。当人饥饿或不能进食时, 只要有足够的水分, 就可勉强维持生命。科学观察和灾难实例表明, 成年人在断粮不断水的情况下, 可以忍耐 40 天之久; 而在断粮又断水的情况下, 至多能忍耐 3~7 天。由此可见, 水在生物体内的作用是多么重要!

水是光合作用的基本原料。光合作用是地球上利用太阳能, 把二氧化碳和水合成有机物并放出氧气的唯一过程, 因而是人类和一切生物赖以生存的基础。绿色植物主要是靠光合作用同化二氧化碳和水生长的。从土壤中吸收的矿物质养料只占它身体物质总重的百分之几。植物就像一个绿色工厂, 各种植物的叶细胞中都含有绿色球状的叶绿体, 叶绿体是叶的物质核心, 可比做制造有机物 (主要是糖类, 又称碳水化合物) 的机器, 机器运转所需要的能量是太阳光, 机器所用的原料是二氧化碳和水, 在光合作用的过程中水一方面是构成糖类不可缺少的组分, 同时, 又是空气中氧的来源。

水在植物体中的作用也是非常重要的。不同植物为维持正常生长所需含水量下限水平不同, 不同器官之间也有较大差异。少数植物可以脱水到气干状态而不致丧失生活力。休眠种子含水量很低, 故不表现明显的生命活动。当含水量增加到 20%~25% 时, 生命活动开始表现出来, 呼吸作用也逐渐加强。但对于发芽来说, 还需要继续吸收水分, 只有当含水量增加至 40%~60% 时才开始发芽。有水的地方就有生机盎然的绿色和生命, 无水则是一片令人生畏的黄色和荒漠。这充分说明没有水就不会有生命的存在。

## 第二节 人类社会与水

### 一、人类生活和水

大自然供给人类的水资源是不均衡的, 人类要与自然和谐相

## 水资源保护

处,就应该努力认识并顺应这种不均衡。人类和水打交道的历史可以上溯几千年,几乎是与史同来。人类的发展史也包含了人类开发利用水资源及与水旱灾害做斗争的历史。

在水资源开发利用中人们首先把淡水用于生活饮用、生产工艺过程和灌溉。既利用地表水,也利用地下水。随着地下水的用处不断增加,它不仅适用于供水和灌溉,而且也适用于医疗、工业及热动力工程。

在现代社会中,人类对水的需要越来越大,每年消耗的水资源增量远远超过对其他资源的消耗增量。随着人们生活水平的提高,人均需水量也在不断增加。据有关资料记载公元前每人一天耗水 12L,中世纪增加到 20~40L,18 世纪增加到 60L。当前在发达国家,如欧美一些大城市居民需水更多,每人每天耗水为 500L,最高在 600L 以上(如在莫斯科,需 650L)。在发展中国家,每个居民一昼夜需 35~40L 水。每个城市生产每一件工业品和任何一种农产品都需要一定数量的水:生产钢需要  $150\sim 200\text{m}^3/\text{t}$ ,生产纸需要  $450\sim 800\text{m}^3/\text{t}$ ,生产橡胶需要  $2850\text{m}^3/\text{t}$ ,生产小麦需要  $1800\text{m}^3/\text{t}$ ,生产棉花需要  $7500\text{m}^3/\text{t}$ ,生产肉需要  $20000\text{m}^3/\text{t}$ ,生产药品需要  $56000\text{m}^3/\text{t}$  等。

然而,地球上供水的保证程度却很不平衡。在河网发育的国家(加拿大、挪威等),每个居民的人均河川年径流量为  $25000\sim 50000\text{m}^3/\text{d}$  以上(在俄罗斯平均为  $16600\text{m}^3/\text{d}$ )。干旱地带国家的供水程度最小,为  $100\sim 120\text{m}^3/\text{d}$ (如土库曼荒漠区)。

我国城市人均生活用水量约为  $90\text{L}/\text{d}$ 。据各地调查分析:一般大城市目前的人均用水量为  $100\sim 150\text{L}/\text{d}$ ,最高为  $200\sim 500\text{L}/\text{d}$ ,最低为  $70\sim 100\text{L}/\text{d}$ 。中小城市用水量较低,一般为  $50\sim 70\text{L}/\text{d}$ ,最低在  $30\text{L}/\text{d}$  左右。北方用水标准明显低于南方。近年来,随着我国城市人口增加和生活水平提高,生活用水急剧增长,全国平均每年增长速度在  $3\%\sim 5\%$  甚至更快。为了说明生活用水增加的前景,以深圳特区为例,1990~1993 年人均实际生活用水为  $320\text{L}/\text{d}$ 。这些数据说明:经济发展、人口继续增加、

生活水平日益提高，对水资源供给的压力是巨大的。

我国农村生活用水每年约 80 亿  $\text{m}^3$ ，人均日用水为 28L，北方农村人均生活用水为 15~25L/d，南方农村人均生活用水为 25~40L/d 或更多。

## 二、人类社会经济发展和水

水资源是一个国家或地域发展的重要条件，尤其在低级和中高级发展阶段更是如此。人类发展的历史表明，古人是逐水栖居的，人类最早的文明是在埃及的尼罗河、中国的黄河、印度的恒河和古巴比伦的两河流域发生和发展的；近代世界和我国的一些著名大城市也都是依水滨海而建的。这就证明了水资源对地区和城市发展的重要性。

水资源是国民经济和社会发展的一项重要物质基础。工农业生产活动像生命系统一样离不开水的供给，而且随着生产力的发展，需水量将大大增加。

随着我国经济迅速发展，工业产值不断增加，用水量也日趋加大。1952 年我国工业产值为 343 亿元，用水量为 79 亿  $\text{m}^3$ ，1979 年工业产值为 4591 亿元，用水量为 263 亿  $\text{m}^3$ ；产值增加了 13.4 倍，用水量增加了 3.3 倍（该年工业用水量占全国总水量的 5.5%）。1995 年利用水利设施向城市工业供水 428 亿  $\text{m}^3$ ，比 1979 年增加了 1.63 倍，表明工业发展需要大量水资源。

工业用水的增加与工业产值增长率有一定的关系。根据 1979 年工业产值及用水量推算，该年万元产值用水量为 573 $\text{m}^3$ ，单位产值用水量是相当高的。全国各地工业用水随产品、定额、规模耗水与非耗水工业类型、供水条件、技术条件和管理水平等的不同而有很大的差异。一般来说，我国北方和沿海缺水地区、工业较发达和管理水平较好的城市，万元产值的综合用水量一般在 300 $\text{m}^3$  左右；重工业比重大、管理水平差、耗水型工业多的城市，万元产值综合用水量在 500 $\text{m}^3$  以上，如北京、天津（1980 年）分别为 370 $\text{m}^3$ /万元和 289 $\text{m}^3$ /万元。南方多水地区如福建、广东、广西等不少地区的用水量达 800~1000 $\text{m}^3$ /万元。



## 水资源保护

工业发达的上海工业用水重复利用率达 60%，万元产值的用水量为  $300\text{m}^3$  左右。新兴工业城市深圳特区 1993 年万元产值用水量，除电力行业为  $188.5\text{m}^3/\text{万元}$  外，其他行业都大致为  $27.6\text{m}^3/\text{万元}$ （水的重复利用率近 58%）。

我国工业用水定额普遍偏高。电炉炼钢需水  $18\sim 25\text{m}^3/\text{t}$ ，生产汽车需  $46\text{m}^3/\text{辆}$ ；用草浆造纸需水  $130\sim 165\text{m}^3/\text{t}$ ；生产粘胶长丝需水  $656\text{m}^3/\text{t}$ ；生产人造丝需水  $2000\sim 2100\text{m}^3/\text{t}$ （包括空调及棉浆用水）；生产维生素 E 需水  $36\text{万 m}^3/\text{t}$  等。电力工业也是个用水大户。到 1994 年底全国电力装机容量达 1.99 亿 kW，年总发电量为 9378 亿  $\text{kW}\cdot\text{h}$ ，其中火电装机占总装机的 75%，发电量占总电量的 81%（水电装机为 4810 万 kW，核电装机为 210 万 kW，风电装机为 3 万 kW，共装机 5023 万 kW）。1 台 60 万 kW 的火电机组就需要循环水  $2945\sim 3926\text{m}^3/\text{h}$ 。尽管工业单位产品的用水定额不同，但随其发展供水量要不断增加。

根据 20 世纪 80 年代末和 90 年代初的估算，全国农业及农村每年用水量约为 4400 亿  $\text{m}^3$ ，该期总供水量为 5000 亿  $\text{m}^3$  左右。其中：农业灌溉 4500 万  $\text{hm}^2$ ，用水量为 4200 亿  $\text{m}^3$ ，约占全国总用水量的 84%，每公顷平均用水量为  $10000\text{m}^3$ ，年产粮食数量约占全国总产量的  $2/3$ ；全国牲畜每年用水约 57 亿  $\text{m}^3$ ，平均每头每天用水 26L；大牲畜（牛、马、骡、驴等约 1 亿头）每头每天用水  $25\sim 35\text{L}$ ，中牲畜（猪、羊约 5 亿头）每头每天用水  $8\sim 25\text{L}$ ；牧业、草场、渔业等用水共约 63 亿  $\text{m}^3$ ；灌溉草场 43 万  $\text{hm}^2$ ，灌水定额为  $2250\sim 3000\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，用水约 9 亿  $\sim 13$  亿  $\text{m}^3$ ；灌溉苗圃 40 万  $\text{hm}^2$ ，灌水定额  $3750\sim 5250\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，用水约 15 亿  $\sim 21$  亿  $\text{m}^3$ ；其他用水量 20 多亿  $\text{m}^3$ 。

由于我国人口仍在继续增长，生活水平也在提高，灌溉的农田和可开垦的耕地必然还要增加，农业和农村用水总量还要大大增加。

### 三、水与战争

武器乃战争的手段和工具，而水作为战争时进攻和防御的武