



普通高等教育“十五”国家级规划教材

# 农业水资源 利用与管理

主 编 左 强 李品芳  
副主编 曾宪竞 任树梅



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS



# 农业水资源

## 利用与管理

王 强 主编  
张 强 副主编  
李 强 副主编



中国农业出版社  
CHINA AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十五”国家级规划教材

# 农业水资源利用与管理

主 编 左 强 李品芳  
副主编 曾宪竞 任树梅

高等教育出版社

## 内容提要

本教材以水源—引水输水—田间利用与管理为主线,在讲述水资源相关基本知识的基础上,着重介绍水资源在农业用水各个环节中的主要利用形式、规划设计的一般原理和步骤及部分初步管理措施。全书共分四篇:第一篇,水资源概论,重点介绍水资源的形式及其循环与转化的一般规律;第二篇,灌溉水源工程及输水工程,概述灌溉水质标准与评价、农用小型蓄水工程、引水取水工程和输水工程;第三篇,农田灌溉与排水,讲述各种灌溉排水技术方法及规划设计的一般程序;第四篇,灌排工程的施工、管理与经济效益分析简介,简述灌排工程施工及运行管理的总体原则及其技术经济分析方法。本教材可供资源与环境、水土保持、农业推广等专业的学生使用,也可供相关专业的技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

农业水资源利用与管理 / 左强,李品芳主编. — 北京:  
高等教育出版社,2003.7  
普通高等教育“十五”国家级规划教材  
ISBN 7-04-012188-3

I. 农... II. ①左...②李... III. ①农业资源:水资源—资源利用—高等学校—教材②农业资源:水资源—水资源管理—高等学校—教材 IV. S27

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 025692 号

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
总 机	010-82028899		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京民族印刷厂		
开 本	787×960 1/16	版 次	2003 年 7 月第 1 版
印 张	29.25	印 次	2003 年 7 月第 1 次印刷
字 数	540 000	定 价	36.20 元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

**版权所有 侵权必究**

# 前 言

水是一切生物赖以生存、必不可少的重要物质,同时也是工农业生产、经济发展和环境改善不可替代的自然资源。尽管地球上的水极为丰富,但大部分分布在海洋之中,陆地表面可获得的淡水资源量只占地球总水量的很小一部分。千百年来,人类一直在寻求各种方法,以充分利用各种可能获得的淡水资源。然而随着人口增长、工业发展和农业灌溉面积的扩大,水资源危机已日益成为全球关注的焦点,尤其是其中的农业用水部分。我国水资源总量为 2.81 万亿  $\text{m}^3$ ,人均占有淡水资源量仅 2 220  $\text{m}^3$ ,约为世界人均水平的 1/4;在全部用水量中,农业用水占 70%~80%;水资源的时空分布极不均衡,与人口和耕地的分布不相适应;由于利用管理不当,造成了诸如河道断流、土壤盐碱化、地面沉降和海水入侵等危及工农业生产安全与可持续发展的重大问题。因此,水资源的合理利用与管理及农业节水对解决水资源供需矛盾和保证农业的可持续发展具有十分重要的意义。

与水资源联系紧密的学科包括资源环境、农田水利、水土保持、水文地质、水文学、地理学和气象学等,各相关高等院校均开设有许多与水资源有关的课程,如水资源概论(导论)、农田水利学、水文地质学、地表水文学以及地下水资源评价等。“农业水资源利用与管理”课程基本涵盖了上述各类课程中与农业水资源利用与管理有关的章节,是适应目前全球水资源危机这种新的形势而确立的一门专业(基础)课程,它不仅可作为农业院校资源与环境、水土保持及荒漠化防治、农业推广、农业信息管理和农学等专业本科生的专业(基础)课程,而且可供林业、水利、地质或其他各类院校资源环境、农田水利、水土保持、水文地质、水文及水资源等专业本科生选读。

本教材在分别介绍水资源各相关知识的基础上,以水资源的可持续利用为宗旨,以水源—引水输水—田间利用与管理为主线,着重介绍水资源在农业用水各个环节中的主要利用形式与方法、规划设计的一般步骤和部分初步管理措施。全书共分四篇 15 章:第一篇,水资源概论,共分 3 章,重点介绍水资源的形式及其循环与转化的一般规律;第二篇,灌溉水源工程及输水工程,共分 4 章,简要介绍灌溉用水水质标准与评价方法、几种主要的农用小型蓄水工程和引水取水工程,分别讲述渠道和管道输水工程技术及其相应的输水效率与设计方法;第三篇,农田灌溉与排水,共分 6 章,阐述各种灌溉排水技术方法及规划设计方法;第四篇,灌排工程的施工、管理与经济分析简介,共分 2 章,简介工程施工及运行管

理的总体原则和简单的经济效益分析方法。全书以水分利用效率为中心,重点阐述水资源的赋存、循环与转化规律,以及农业水资源的各种利用管理技术(尤其是节水工程技术)。为方便查阅,各章后面均附有“本章主要参考文献”,主要专业术语均附注了英文表达。

本教材系根据近两年所用的同名课程讲义编写而成。内容安排上,一方面秉承经典、成熟的理论体系,另一方面也注意适当地吸纳了部分最新研究成果。参加本教材编写工作的人员包括:中国农业大学土壤和水科学系左强、李品芳、曾宪竟,水利工程系任树梅,神内农牧研究中心郭世文,土地资源系王教及太原理工大学水利工程系樊贵盛。各章节编者情况如下:绪论,左强;第1章,李品芳;第2章,李品芳,左强;第3、4章,李品芳;第5章,左强,王教;第6章,左强,樊贵盛;第7章,曾宪竟;第8章,左强;第9章,曾宪竟,左强;第10章,曾宪竟;第11章,郭世文,李品芳;第12章,郭世文;第13章,左强,王教;第14、15章,任树梅。全书由左强统稿。

承蒙中国水利水电科学研究院水利所龚时宏研究员、中国农业大学水利与土木工程学院杨培岭、黄冠华等教授对全书进行了审阅,谨此致谢。尽管每章后面的参考文献均给出了相应部分的引用者和帮助者,但我们仍然觉得,深深的谢意依然应该献给他们,以及其他许多为水资源利用与管理事业而辛勤耕耘的人们。北京市先飞农业工程高技术公司提供了部分算例,北京中农大网络发展有限公司“农业水资源利用与管理”网络课件制作组为本教材绘制了大量的图片,许多专家、同学都为本书的付梓提出了诸多宝贵、中肯的建议和修改意见,谢谢你们。虽然如此,对于书中出现的任何错误,我们都难辞其咎。敬请对本教材进行批评指正。

最后,本教材的出版得到了教育部“十五国家级规划教材”专项资金的资助和高等教育出版社的大力支持,在此表示衷心的感谢。

编 者

2002年10月

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

**反盗版举报电话：**(010) 82028899 转 6897 (010)82086060

**传真：**(010) 82086060

**E-mail：**dd@hep.com.cn

**通信地址：**北京市西城区德外大街4号  
高等教育出版社法律事务部

**邮编：**100011

**购书请拨打读者服务部电话：**(010)64054588

<b>责任编辑</b>	田 军
<b>封面设计</b>	张 楠
<b>责任绘图</b>	尹文军
<b>版式设计</b>	张 岚
<b>责任校对</b>	康晓燕
<b>责任印制</b>	陈伟光

# 目 录

绪论	1
绪-1  水资源的概念	1
绪-2  变化中的世界之水	2
绪-3  我国的节水农业与水资源的可持续利用	10
本章主要参考文献	12
<b>第一篇 水资源概论</b>	
<b>1  降水与地表水资源</b>	<b>17</b>
1.1  降水	18
1.1.1  降水特征	18
1.1.2  降雨径流与汇流	22
1.2  河川径流	27
1.2.1  水系、流域和湖泊	27
1.2.2  河道与河流	33
1.2.3  河川径流的分析与计算	39
1.3  蒸发	42
1.3.1  蒸发的形式及干旱指数	42
1.3.2  蒸发的测定与计算	44
1.4  我国主要江河水资源简介	49
1.4.1  我国主要江河水资源概况与水系分区	49
1.4.2  各流域区的特点及资源量	51
1.5  冰川水资源简介	53
1.5.1  冰川在我国的分布	53
1.5.2  我国冰川的类型	54
1.5.3  冰川水资源的特点	55
1.5.4  冰川水资源的利用	56
本章主要参考文献	57
<b>2  地下水资源</b>	<b>59</b>
2.1  概述	59
2.1.1  地下水的储存与分类	60



2.1.2	地下水的补给、排泄与径流 .....	67
2.2	地下水的物理化学特性 .....	71
2.2.1	地下水的物理性质 .....	71
2.2.2	地下水的化学特性 .....	73
2.3	地下水的动态与均衡 .....	76
2.3.1	地下水动态 .....	76
2.3.2	地下水均衡 .....	80
2.4	地下水资源评价 .....	84
2.4.1	地下水资源评价中的“四大储量” .....	84
2.4.2	地下水资源评价的基本原则 .....	85
2.4.3	地下水资源评价的内容 .....	86
2.4.4	地下水资源评价方法 .....	87
2.4.5	地下水资源评价计算实例 .....	90
2.5	我国地下水资源概况 .....	91
2.5.1	水文地质分区概况 .....	91
2.5.2	地下水资源量 .....	94
	本章主要参考文献 .....	95
<b>3</b>	<b>水的循环与转化</b> .....	<b>97</b>
3.1	地球水圈 .....	97
3.2	水圈中水的循环与转化 .....	99
3.2.1	水的循环 .....	99
3.2.2	水的转化 .....	103
	本章主要参考文献 .....	104
<b>第二篇 灌溉水源工程及输水工程</b>		
<b>4</b>	<b>灌溉水质标准与评价</b> .....	<b>109</b>
4.1	常用灌溉水质指标 .....	109
4.1.1	物理指标 .....	109
4.1.2	化学指标 .....	110
4.1.3	生物指标 .....	111
4.2	灌溉水质标准 .....	111
4.3	灌溉水质评价 .....	113
4.3.1	单项指标评价法 .....	113
4.3.2	多项指标评价法 .....	117
4.3.3	污染指数法 .....	118

本章主要参考文献 .....	119
<b>5 农用小型蓄水工程 .....</b>	<b>120</b>
5.1 小型水库工程 .....	120
5.1.1 水库的分类及组成 .....	120
5.1.2 小型水库的勘测 .....	121
5.1.3 库容的确定 .....	123
5.1.4 小型水库建筑物的规划设计 .....	126
5.2 塘坝工程 .....	130
5.2.1 塘坝的分类与作用 .....	130
5.2.2 塘坝的规划 .....	131
5.2.3 塘坝的设计 .....	133
5.2.4 塘坝的施工 .....	138
5.2.5 塘坝的利用 .....	139
5.3 集雨工程 .....	139
5.3.1 雨水集蓄的概念及适用范围 .....	139
5.3.2 集雨工程的组成及特点 .....	140
5.3.3 集雨工程的规划 .....	143
5.3.4 集雨工程的设计与施工 .....	147
本章主要参考文献 .....	157
<b>6 引水取水工程 .....</b>	<b>158</b>
6.1 地表水的灌溉取水方式 .....	158
6.1.1 无坝引水 .....	158
6.1.2 有坝(低坝)引水 .....	160
6.1.3 抽水取水 .....	161
6.1.4 水库取水 .....	161
6.2 引水灌溉工程的水利计算 .....	162
6.2.1 灌溉设计标准 .....	162
6.2.2 无坝引水工程水利计算 .....	163
6.2.3 有坝引水工程水利计算 .....	165
6.3 抽水站设计内容简介 .....	168
6.3.1 抽水站的组成 .....	168
6.3.2 抽水站的规划 .....	168
6.3.3 水泵的主要参数 .....	169
6.3.4 水泵的选型和配套 .....	171
6.3.5 水泵安装高度的确定 .....	172

6.4	地下水取水建筑物——井 .....	173
6.4.1	地下水取水建筑物简介 .....	173
6.4.2	井的水力学计算 .....	179
6.4.3	井灌区规划 .....	186
	本章主要参考文献 .....	189
7	输水工程 .....	191
7.1	灌溉渠道系统 .....	191
7.1.1	灌溉渠道系统概述 .....	191
7.1.2	灌溉渠道系统的规划布置 .....	192
7.1.3	灌溉渠道系统设计流量的计算 .....	201
7.1.4	灌溉渠道纵、横断面设计 .....	204
7.1.5	渠系水利用系数 .....	220
7.1.6	渠道防渗技术 .....	223
7.1.7	渠系建筑物简介 .....	224
7.2	管道输水系统 .....	226
7.2.1	输配水管道系统的类型 .....	227
7.2.2	管道输水灌溉系统的组成 .....	228
7.2.3	管道的水力计算 .....	228
7.2.4	管材及管件 .....	230
7.2.5	管网规划与布置 .....	235
	本章主要参考文献 .....	239

### 第三篇 农田灌溉与排水

8	农田水分状况和土壤水分运动 .....	243
8.1	农田土壤水分的基本情况 .....	243
8.1.1	土壤水分的形态 .....	243
8.1.2	土壤水的能态——土水势 .....	245
8.1.3	土壤水能量与数量之间的关系——土壤水分特征曲线 .....	248
8.2	土壤水分的动态 .....	249
8.2.1	土壤水分运动的基本方程 .....	249
8.2.2	入渗条件下土壤水分的运动 .....	250
8.2.3	蒸发条件下土壤水分的运动 .....	252
8.3	土壤水分运动定量分析的一般步骤 .....	255
	本章主要参考文献 .....	255
9	灌溉原理 .....	257

9.1 灌溉的作用 .....	257
9.1.1 灌溉的意义 .....	257
9.1.2 灌溉对作物生长环境及对作物的影响 .....	258
9.2 作物对水分的需要 .....	259
9.2.1 作物需水量 .....	259
9.2.2 影响作物需水量的主要因素 .....	259
9.2.3 需水量的确定方法 .....	261
9.2.4 作物对土壤水的要求及实际蒸散量的计算 .....	264
9.3 灌溉制度 .....	265
9.3.1 灌溉制度的内涵及确定方法 .....	265
9.3.2 水量平衡法确定旱作物的灌溉制度 .....	267
9.3.3 水量平衡法确定水稻的灌溉制度 .....	270
9.3.4 非充分灌溉简介 .....	271
9.3.5 灌水率 .....	272
本章主要参考文献 .....	273
<b>10 地面灌溉</b> .....	<b>275</b>
10.1 畦灌 .....	276
10.1.1 畦田规格与畦田灌水要素 .....	277
10.1.2 畦田灌水要素计算 .....	278
10.2 沟灌 .....	279
10.2.1 沟灌的含义与分类 .....	279
10.2.2 灌水沟的规格 .....	280
10.2.3 沟灌灌水要素间的关系 .....	280
10.2.4 细流沟灌的特点 .....	282
10.3 淹水灌和漫灌 .....	282
10.3.1 淹水灌 .....	282
10.3.2 漫灌 .....	282
10.4 波涌灌溉 .....	283
10.4.1 波涌灌溉灌水技术简介 .....	283
10.4.2 波涌灌溉的灌水方式 .....	283
10.4.3 波涌灌溉的田间灌水系统 .....	284
10.5 低压管道输水灌溉(设计示例) .....	285
10.5.1 基本情况 .....	285
10.5.2 灌溉制度 .....	286
10.5.3 管网布置 .....	287

10.5.4	管网设计 .....	288
10.5.5	机泵选型 .....	289
10.5.6	投资概算 .....	290
	本章主要参考文献 .....	291
<b>11</b>	<b>喷灌</b> .....	<b>292</b>
11.1	喷灌技术简介 .....	292
11.1.1	喷灌的定义及优缺点 .....	292
11.1.2	喷灌系统的组成及分类 .....	293
11.1.3	喷灌的技术要求 .....	297
11.2	喷头 .....	298
11.2.1	喷头的基本参数 .....	298
11.2.2	喷头的类型与性能 .....	305
11.2.3	喷头的选型 .....	307
11.3	喷灌的其他设备及选型 .....	308
11.3.1	喷灌用水泵的性能及选型 .....	308
11.3.2	喷灌用管材及附件的选择 .....	308
11.3.3	喷灌机的选择 .....	309
11.4	风对喷灌的影响 .....	309
11.5	喷灌工程的规划与设计 .....	311
11.5.1	规划设计准则 .....	311
11.5.2	规划设计内容 .....	312
11.5.3	喷灌工程技术设计 .....	314
11.6	喷灌工程设计示例 .....	325
11.6.1	概况 .....	325
11.6.2	大田半固定式喷灌示范小区规划设计 .....	326
11.6.3	主要设备、材料投资概算 .....	331
11.6.4	施工、运行操作及维护 .....	332
	本章主要参考文献 .....	333
<b>12</b>	<b>微灌</b> .....	<b>334</b>
12.1	微灌技术简介 .....	334
12.1.1	微灌的定义及优缺点 .....	334
12.1.2	微灌系统的组成及分类 .....	336
12.2	微灌专用设备 .....	339
12.2.1	微灌灌水器 .....	339
12.2.2	微灌用管道及主要设备 .....	341

12.3	微灌工程的规划与设计	344
12.3.1	微灌工程的规划	344
12.3.2	微灌工程设计参数的确定	346
12.3.3	微灌系统的设计	349
12.3.4	水力计算	352
12.3.5	机泵选型配套及工程结构设计	357
12.3.6	工程预算编制	358
12.4	微灌工程设计示例	359
12.4.1	灌区基本情况	359
12.4.2	微灌系统规划设计	361
12.4.3	微灌系统水力设计	363
12.4.4	微灌系统设计方案说明	365
12.4.5	投资概算	367
	本章主要参考文献	368
13	农田排水	369
13.1	农作物对农田排水的要求——排水标准	369
13.1.1	农田水分过多对土壤和作物的影响	369
13.1.2	农田对除涝排水的要求——排涝标准	371
13.1.3	农田对防渍排水的要求——排渍标准	372
13.1.4	防止土壤盐碱化对农田排水的要求——防盐排水标准	375
13.2	排除地面积水——排涝设计	376
13.2.1	排涝设计标准	376
13.2.2	排涝设计流量	377
13.2.3	日常设计流量	379
13.2.4	排水沟的设计水位	380
13.2.5	田间排涝沟的间距	381
13.3	调控地下水位——明沟排水	382
13.3.1	排水沟之间地下水的运动	382
13.3.2	排水沟间距的确定	385
13.3.3	明沟排水系统的布置与结构	388
13.4	调控地下水位——暗管(沟)排水	392
13.4.1	暗管(沟)排水时水分的运动	392
13.4.2	暗管(沟)排水的特点与种类	393
13.4.3	暗管(沟)的布置形式	395
13.4.4	暗管(沟)的施工与管护	396

13.5	调控地下水位——竖井排水	397
13.5.1	竖井排水的作用	397
13.5.2	竖井的规划布置	398
13.6	农田排水的农业措施	404
	本章主要参考文献	405
<b>第四篇 灌排工程的施工、管理与经济分析简介</b>		
<b>14</b>	<b>灌排工程施工要点简介</b>	<b>409</b>
14.1	灌排渠沟施工	409
14.1.1	施工放线	409
14.1.2	土方计算	414
14.1.3	土方施工	414
14.1.4	浆砌石衬砌施工	418
14.1.5	混凝土衬砌施工	419
14.1.6	沥青混凝土衬砌施工	423
14.1.7	塑料薄膜衬砌施工	424
14.2	管道工程的施工与安装技术	425
14.2.1	管槽开挖	426
14.2.2	管道系统安装	427
14.2.3	试水回填与竣工验收	430
14.3	喷灌、微灌系统的施工与安装	432
14.3.1	喷灌系统的施工	432
14.3.2	微灌系统的施工与安装	434
	本章主要参考文献	437
<b>15</b>	<b>灌排系统的管理与技术经济分析简介</b>	<b>438</b>
15.1	灌排系统的管理简介	438
15.1.1	组织管理和用水管理	438
15.1.2	工程、设备的管理与维护	440
15.2	灌排工程技术经济分析简介	443
15.2.1	投资	443
15.2.2	年费用计算	444
15.2.3	经济效益计算	446
15.2.4	经济分析	452
15.2.5	其他技术经济指标计算	453
	本章主要参考文献	454

# 绪 论

## 绪-1 水资源的概念

**水(water):**最简单的氢氧化合物,化学分子式  $H_2O$ 。无色,无味,无臭,标准大气压下,冰点  $0^{\circ}C$ ,沸点  $100^{\circ}C$ ,  $4^{\circ}C$  时密度最大,比重为 1。

**资源(resource):**生产资料或生活资料的天然来源。

——引自中国社会科学院语言研究所词典编辑室编(1999)《现代汉语词典》(修订本)

水是一切生物赖以生存的重要物质,同时也是工农业生产及可持续发展不可替代的自然资源。就所有的资源及人类环境的各种组成要素而言,除了大气中的氧气之外,水可能是其中最必不可少的。至少在太阳系中,地球是独一无二的富含丰富水资源的行星,因而地球也常常被称作“水行星”(Gleick, 2000)。尽管地球上的水很丰富,达  $13.86 \times 10^8 \text{ km}^3$ ,但陆地表面的淡水量却只占地球总水量的很少一部分,约  $0.35 \times 10^8 \text{ km}^3$ ,大部分水都分布在海洋之中。由于海水含盐量太高,达  $35 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,人类及其他所有陆地上的生物都很少利用它。太阳辐射能量的作用,使地表和大气之间的水通过蒸发和降水得以不断地循环。正是这些以雨雪形式降落到陆地上,或在漫长的地质时期以地下水的形式汇集和储存的淡水,成为人类赖以生存的资源,满足了人类的各种需求。

水作为地球上最重要的自然资源之一,已获得广泛的共识。然而遗憾的是,由于对水体作为自然资源的基本属性认识程度和角度的差异,目前有关水资源的确切含义仍未有统一的定义(李广贺等,1998)。

水资源(water resources)一词的出现由来已久,随着时代的进步其内涵也在不断地丰富和发展。《大不列颠大百科全书》将水资源解释为:“全部自然界任何形态的水,包括气态水、液态水和固态水的总量”,为“水资源”赋予了十分广泛的含义。实际上,资源的本质特性应体现其“可利用性”,不能被人类利用即不能称其为资源。基于此,1963年英国的《水资源法》将水资源定义为:“(地球上)具有足够数量的可用水”。在水环境污染并不突出的特定条件下,这一概念



比《大不列颠大百科全书》的定义赋予水资源更为明确的含义,强调了其在量上的可利用性(李广贺等,1998)。联合国教科文组织(UNESCO)和世界气象组织(WMO)共同制订的《水资源评价活动——国家评价手册》中,定义水资源为:“可以利用或有可能被利用的水源,具有足够的数量和可用的质量,并能在某一地点为满足某种用途而可被利用。”这一定义的核心主要包括两个方面:其一是应有足够的数量;其二是强调了水资源的质量。有“量”无“质”,或有“质”无“量”均不能称之为水资源。这一阐述比英国《水资源法》中有关水资源的定义具有更为明确的含义,它不仅考虑了水的数量,同时还指出其必须具备质量的可利用性(李广贺等,1998)。

1988年颁布的《中华人民共和国水法》将水资源认定为“地表水和地下水”。《环境科学词典》(1994)定义水资源为“特定时空下可利用的水,是可再生资源,不论其质与量,水的可利用性是有限制条件的”。

之所以对水资源的概念及其内涵具有不尽一致的认识与理解,其主要原因在于(李广贺等,1998):水资源是一个既十分简单又非常复杂的概念。它的复杂内涵表现在:水的类型繁多,具有运动性,各种类型的水体具有相互转化的特性;水的用途广泛,不同的用途对水量和水质具有不同的要求;水资源所包含的“量”和“质”在一定条件下是可以改变的;更为重要的是,水资源的开发利用还受经济技术条件、社会条件和环境条件的制约。正因为如此,人们从不同的侧面认识和体会水资源,造成对水资源一词认识和理解的差异。

为此,李广贺等(1998)将水资源界定为:“水资源可以理解为人类长期生存、生活和生产活动中所需要的各种水,既包括数量和质量含义,又包括其使用价值和经济价值。水资源的概念具有广义和狭义之分。狭义上的水资源是指人类在一定的经济技术条件下能够直接利用的淡水;广义上的水资源是指能够直接或间接使用的各种水和水中物质,在社会生活和生产中具有使用价值和经济价值的水都可称为水资源。”

除非特别提及,本书中所论述的水资源仅限于狭义水资源的范畴。

## 绪-2 变化中的世界之水<sup>①</sup>

几千年来,全球水资源的开发方式千姿百态,人类一直在寻求各种方法,如调水、储存和疏通等,以增强对恣意泛滥的河流或变化莫测的降水的抗拒能力。早期的农业文明,主要分布在降水丰富和河网发达的地区。灌溉渠道的出现,才

<sup>①</sup> 选编自 Gleick, 2000