

水资源及其 开发利用

尚守忠 田世义 编著

科学普及出版社



水资源及其开发利用

尚守忠 田世义 编著

科学普及出版社

内 容 提 要

我国的水资源问题，看来已经日益制约和困扰各项事业的发展，因而引起全国各方面的重视。为了普及水资源开发、利用、保护、管理等有关科技知识，作者总结三十多年从事水资源勘察、监测、评价、开发和保护等方面的经验编成此书，着重论述了水资源开发规划、污水资源化、海咸水淡化及城乡用水调查与核算等有关的最新成果和先进技术，有些资料内容可为防治区域性水资源危机、制定宏观决策等提供科学依据。

本书适于从事城市供、节水事业与城建、市政及国土整治与规划、水源勘察与地矿等部门的科技工作者、管理人员及有关大专院校师生阅读。

(京)新登字026号

水资源及其开发利用

尚守忠 田世义 编著

责任编辑：史晓红

封面设计：王序德

*

科学普及出版社出版 (北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市燕山联营印刷厂印刷

*

开本：787×1092 毫米 1/32 印张：16.25 插页：2 字数：395千字

1993年3月第1版 1993年3月第1次印刷

印数：1—2960册 定价：12.50元

ISBN 7-110-02616-7/P·26

前 言

水，是人类赖以生存和发展的、不可替代的自然资源，是构成环境的基本要素。众所周知，水和土，是生存之基，立国之本。但是，随着我国经济建设的迅速发展，城市化日趋兴起人口增长，人民生活水平不断提高，水资源问题日益成为制约和困扰各项事业发展的一个重大消极因素，而严峻地摆在我们面前！

我国水资源总量不少，但人均占有量只有世界人均量的1/4。加上水土资源的组合极不平衡，水资源的时空分布又很不均匀，北方地区水少地多，特别是大中城市人多水少，水的供需矛盾日愈突出。北京、天津、西安等许多大城市频频出现“水危机”，已严重阻碍了各项事业的发展。为此，国家一向十分重视水资源的合理开发、利用、保护、管理和节水工作，相继颁布实施了《水法》、《水土保持法》、《城市规划法》、《水污染防治法》、《矿产资源法》等法律，依法保证水资源的合理开发。

水资源的开发、利用、保护、管理是一个跨学科、跨部门、跨地区、跨水域（或流域）的复杂环境工程，它不仅需要用水部门同供水部门、规划管理和勘察设计部门、上下游与流域或地区等的协调与合作，还需要加强科学用水、节约用水和开拓淡水资源新途径的科技知识的普及，以增强每一个用水者的“水资源意识”。作者总结从事水资源勘察、监测、评价、开发、保护、管理30多年的经验，同北京市地矿局水文地质高级工程师田世义、建设部综合勘察研究院高级

工程师林洁、北京市水利局水政处处长高德惠等同志合作，撰写了《水资源及其开发利用》一书。该书由水资源高级工程师尚守忠执笔；田世义审校全稿并撰写了第6章；林洁审校了1~6章。在拟写该书提纲时，又曾请教水利部徐士乾副总工程师，并得到国家勘察大师、建设部综合勘察院顾问、总工程师陈雨孙教授的关怀与支持。陈总不仅审阅修改了全稿，还为本书写了序言。在此书出版时，我们谨此向他们及在清稿、绘图等方面做出辛勤劳动的林洁、王显平、刘清晓、刘泉国、武增宽、高志辉、田秀梅、屈希良、陈庆玉、赵连海、马丽英、林沛等同志表示衷心感谢。

但由于作者业务水平所限，撰写时间零散、完稿周期又长，难免出现论述不充分乃至不当之处，欢迎读者批评指正。

著 者

1991年11月9日于北京

序

读了尚守忠、田世义两同志合写的《水资源及其开发利用》原稿，深感这是一本针对我国各族人民生存与发展之关键性问题的好书。

回忆50年代中，本人刚步入水文地质界时，通过亲身实践，和许多同行前辈一样，也感到祖国大好河山地广物博，水之丰富似是“取之不尽，用之不竭”。及至70年代初，大搞农田水利，到处打井抽水；加之不少发展起来的大中城市集中超量开采地下水，人们才觉察到国家水源的紧张。80年代初，从人均占有的水资源量与国外相比，又发现我国原来是个贫水国家。稍后城市供水告缺，水资源危机频频传来，使我们搞水的同行思想上产生了一种难以推卸的压力。作为水利专业技术人员，我自认为确实有责任解决这一问题；但几经尝试和探索，终于不得不承认：要解决我国水资源危机问题，单靠我们技术人员的努力远远不够，而在很大程度上须取决于政府的立法及行政管理的水平和效率，特别是取决于国家一级领导的重视和解决问题的决心。因为这不是一个单纯的科技问题，而是一个涉及社会、经济、体制、权力的复杂社会问题。

为什么一方面水很紧张，一方面又在浪费、污染、自毁资源，而无法改变和制止呢？为什么这类现象在市场经济体系中，正在逐步改善，而在我们计划经济体系中反而解决不了呢？难道我们的社会主义国家必须被迫走西方资本主义先污染后治理的老路？这些严峻的问题，在本书的最后一章中可以找到一个颇合逻辑的答案。应该承认，各类用水，特别是城市和工业用水，是利用水资源通过供、排系统的劳动、加

工而产出的商品，故对水资源的利用本应按经济规律办事。但迄今我国各级计划部门尚未将可供水量和需水量的计划总指标列入同级国民经济计划主要指标总表中，也就是说，各级政府还没有想到在我们的计划经济中怎样为保持和保证水资源的平衡作出应有的安排；而是一直把供排水系统当作社会福利事业来办理（例如，表现在水价远低于生产可供使用的水和用后污水处理的成本）。这样也就很难对我国的水资源实行有效的治理和管理。由此看来，为了管好水，就必须让各级领导部门、计划部门和管水部门对水资源有个全面了解。而《水资源及其开发利用》这本全面阐述水资源问题的科普读物的问世，就显得很重要了。

这本书全部内容还表明：作为水资源的开发利用应该涉及气象、陆地水文、水利工程、水文地质、生态学、环境学、给水工程、污水处理、海水淡化、城乡规划、系统工程、运筹学、数学模型等很多学科。但过去由于学习苏联等历史原因，竟将作为整体的水资源人为地分割成地表水和地下水，并分别归水利部门和地矿部门管理。而在学科发展和人才培养上，也分别归属于工科的水利工程和理科的地质学。故面对新形势和新任务，专业技术人员也有一个重新学习、互相学习的过程、因此这本书也完全适应于水资源技术人员需要。

出于以上两点感触，本人虽与尚守忠、田世义二位同志素昧平生，且在某些技术细节上与节中所述有不同看法，但仍十分乐意为之作序，以期该书能广为传播。该书虽论述浅显易懂，但其专业内容乃有一定深度。一般读者如能认真阅读，阅后也会有不少收获的。

陈雨孙

目 录

前言 序

第一篇 水资源的形成与特点	1
第一章 水的赋存与水资源形成	1
第一节 地球上水的存在与分布	1
第二节 自然界水的循环	2
一、大循环与小循环	3
二、内陆水文循环	5
三、影响水分循环的因素	6
第三节 我国水分循环的途径与水资源的形成	7
一、我国水分循环的途径	7
二、中国主要水文循环系统	8
三、我国水文循环与水资源的形成	9
第四节 地表水、地下水的形成与三水转化	10
第五节 水量平衡原理与通用水平衡方程	11
一、水量平衡原理及其应用	11
二、地球上的水量平衡	12
三、通用水量平衡方程式	14
第二章 水资源及其养蓄与管理的有关概念	16
第一节 水资源的基本含义	16
一、水资源含义综述	16
二、水资源定义	18
三、水资源的三种重要作用	19
第二节 水资源科学与养蓄和管理概论	20
一、水资源科学研究的主要目的与对象	20

二、水资源科学及其应用与分支	21
三、水资源养蓄与管理的主要内容与分支	23
第三节 地表水及其特征	24
一、河流水系及其径流的形成	24
二、湖泊与水库	30
第四节 地下水及其特征	37
一、地下水定义	37
二、地下水的主要类型及其特征	42
三、潜水、承压水(自流水)、上层滞水	42
第五节 水资源的主要特点及地表水与地下水的区别	46
一、水资源的主要特点	46
二、地表水与地下水的区别	49
第三章 中国水资源及其特点	52
第一节 中国的水系湖泊	52
一、水系湖泊与水资源	52
二、水系流域	53
三、湖泊	57
第二节 我国水资源量及其地区分布	59
一、水汽输送和降水	59
二、地表水资源量及其分布	62
三、地下水资源量及其分布	64
四、水资源总量及其分布	65
第三节 中国水资源特点与水资源条件	66
第四节 北京水资源及其特点	73
一、地表水资源及其特点利	74
二、地下水资源及资源条件的恶化	75
三、北京可利用水资源	77
四、北京严重缺水形势日趋严峻	77
第二篇 水资源计算与评价	81
第四章 水资源计算	82
第一节 降水量计算	82

一、区域降水量计算	82
二、年降水量频率计算	85
三、年降水量资料系列的特征值统计	87
四、降水资源量计算	90
第二节 地表水资源计算	91
一、年与多年平均径流量计算	91
二、地表水资源各组成部分的分别计算与地表水资源总量 统计量	95
三、地表水资源量年内分配	97
四、地表水资源计算中资料的处理和修正	99
第三节 地下水资源计算	101
一、地下水资源(储量)的分类	101
二、地下水补给量的组成与计算	104
三、地下水动态均衡法计算地下水补给资源	114
四、与地下水资源计算有关的水文地质参数的确定	115
第四节 总水资源计算	122
一、总水资源计算模型	122
二、地表水与地下水相互转化的重复量计算	123
三、总水资源计算	126
第五章 水资源评价	128
第一节 地表水资源评价	128
一、地表水可利用量评价问题	128
二、地表水资源评价方法	130
(一) 可利用水量与用水量对比法	130
(二) 不具备充分调蓄条件的典型年法	130
(三) 河川径流被控制并可多年调节时的以丰补欠评价法	131
三、现状条件下的可供水量并非可利用量	131
第二节 地下水资源评价	132
一、地下水可采资源的评价原则	132
二、局部(或集中)开采区的地下水可采资源评价方法	134
三、区域地下水可采资源评价方法	136

四、地下水可采资源（允许开采量）按研究程度的分级	142
第三节 总水资源评价	145
一、迭加法评价可利用总水资源	145
二、保证率曲线法评价可利用总水资源	146
三、地表、地下水联合调蓄是提高地区可利用水资源总量的有效途径	147
第四节 水资源评价实例	148
一、北京地表水可利用量评价	148
二、北京地下水可采资源量评价	149
三、北京可利用总水资源量评价	156
第六章 水质评价	158
第一节 水质及水质分析中一般化学指标和细菌学指标的含义	158
一、水质的基本概念	158
二、水分析中一般化学指标的含义	160
三、水分析中细菌学指标的含义	166
第二节 水中化学元素对人体作用及水分析中毒理学指标的含义	167
一、化学元素对人体作用概述	167
二、水分析中毒理学指标的含义	168
第三节 水的物理化学特征及分类	176
一、水质按物理特征分类	176
二、水质按化学特征分类	178
三、水化学类型	180
四、水质评价的基本概念及分类	181
第四节 依水环境本底值的天然标准评价水质	182
一、水环境本底值的概念	182
二、水环境本底值的确定	183
三、水环境本底值做为水质评价天然标准的建立	185
四、依水环境本底值做天然标准评价水质	185
第五节 按不同用水的水质标准评价水质	185

一、按生活饮用水卫生标准评价饮用水水质	186
二、按国家饮用天然矿泉水水质标准评价天然矿泉水或 矿泉水水质	193
三、按锅炉用水水质标准评价锅炉用水	195
四、按不同工业用水水质要求评价工业用水	198
五、按灌溉用水水质标准评价农田灌溉用水	203
六、按渔业用水水质标准评价水产养殖用水	208
七、按地面水环境质量标准评价环境用水	211
第六节 污水及垃圾溶液对水环境影响及水污染评价	211
一、污水及垃圾溶液的排放	211
二、工业废水的排放标准	212
三、工业企业排放的污水特征及各种工业废水水质	219
四、放射性“废水”的排放标准	219
五、污水排放对水环境影响及水污染评价	220
第七节 地表水水质评价	222
一、河流水质评价内容和评价因子的选择	222
二、河流水体水质评价方法	224
三、湖泊、水库水质评价	226
四、湖泊环境质量综合评价	230
第八节 地下水水质评价	230
一、评价因子的选择	230
二、评价的本底值	231
三、地下水水质评价方法	232
四、以地下水为水源的生活饮用水评价实例	235
五、饮用天然矿泉水水质评价实例	236
第九节 应用模糊数学法进行区域水质综合评价	238
一、模糊概念及模糊数学	238
二、模糊综合评价水质污染的原理和方法——隶属函数的 确定	239
三、模糊综合评价水质实例	240
第三篇 水资源的开发利用	251

第七章 水资源开发规划	251
第一节 水资源开发规划的含义及基本任务	251
一、水资源开发规划的含义.....	251
二、制定水资源开发规划的基本任务.....	252
三、水资源开发保护规划以水资源勘查、监测和评价为基础.....	253
第二节 水资源开发规划在国民经济发展中的作用与地位	254
一、水资源开发规划是国土整治规划的主要组成部分.....	254
二、水资源开发规划是制定水利建设计划的主要依据.....	255
三、水资源开发规划是合理利用水资源、兴利除害的纲领.....	256
四、水资源开发规划是流域(或区域)内进行各种水事活动的根据.....	256
五、水资源开发规划是主要供水工程可行性研究和初步设计的前提.....	257
第三节 水资源开发规划的类型	257
一、水资源开发规划的分类.....	257
二、不同范围和目的的水资源开发规划分类.....	258
三、综合规划和专业规划.....	261
四、各种规划之间的关系.....	262
第四节 水资源开发规划编制的原则和方法	263
一、水资源开发规划编制的指导思想.....	263
二、水资源开发规划编制的主要原则.....	264
三、水资源开发规划编制的程序与方法.....	265
第五节 城镇及工业企业规划中的水资源开发规划	272
一、城镇及工业企业规划与水资源开发规划的关系.....	272
二、区域水资源规划与城镇及工业区规划中水资源条件评价.....	273
三、城镇及工业企业规划中地下水开采规划.....	275
第六节 规划实施与水资源开发系统的建立	276
一、与水资源开发系统有关的一些基本概念.....	276
二、实施规划建立城市给水系统.....	278
第八章 地表水资源开发	285
第一节 地表水取水工程形式及取水位置选择	285

一、开发地表水的取水工程形式	285
二、地表水取水构筑物设计原则	286
三、地表水取水位置的选择	287
第二节 开发地表水的固定式取水构筑物	294
一、固定式取水构筑物的基本型式与构造	294
二、山区浅水河流的固定式取水构筑物	300
三、湖泊水库取水构筑物	303
第三节 开发地表水的活动式取水构筑物	305
一、浮船式取水构筑物	306
二、缆车式取水构筑物	311
三、活动式低坝取水构筑物	313
第四节 地表水厂与输配水系统	314
一、地表水厂厂址的选择	315
二、地表水厂净水工艺流程	316
三、地表水厂的流程布置	321
四、输配水系统	325
第九章 地下水资源开发	328
第一节 开发地下水的工程形式与水源选择	328
一、开发地下水的水源选择	328
二、开发地下水的形式及取水构筑物种类	330
三、开发地下水井群的合理布局	330
第二节 管井	333
一、管井概述	333
二、管井的型式和构造	334
三、管井的建造及成井工艺	339
四、管井的出水量计算	342
第三节 渗渠	350
一、渗渠概述	350
二、渗渠位置的选择和布置方式	352
三、渗渠的型式和构造	354
四、渗渠的出水量	356

第四节	大口井	360
一、	大口井概述	360
二、	大口井的型式和构造	362
三、	大口井的施工与建造	366
四、	大口井的出水量	368
第五节	辐射井	371
一、	辐射井概述	371
二、	辐射井的型式和构造	373
三、	辐射管的施工	376
四、	辐射井出水量计算	378
第六节	坎儿井	382
一、	坎儿井及其基本原理	382
二、	坎儿井的构造与建造	383
第七节	地下水厂与输配水系统	384
一、	集中开采地下水水源地与水厂选择	385
二、	地下水水厂净水工艺流程及布置	386
三、	输配水系统	389
四、	自备水源井(包括自备井群)供水的分散配套给水系统	389
第十章	污水的开发再利用	392
第一节	污水与污水资源化的基本概念	392
一、	污水及其组成和性质	392
二、	污水资源化及其作用和意义	395
第二节	城镇工业废水排放与工业水污染物排放	398
一、	工业废水及其分类	398
二、	城镇工业废水污染物允许排放标准	399
三、	工业企业废水治理	400
第三节	城镇污水处理	401
一、	污水处理概述	401
二、	污水处理基本方法	403
三、	污水处理回用的水质要求	408
第四节	中水及中水系统	410

一、中水、中水设施及中水系统的基本概念	410
二、中水水源的种类与水质	411
三、现行中水处理工艺流程	412
四、中水水质标准	414
五、中水回用系统与中水利用	415
第五节 污水资源化的主要途径	416
一、再生污水回用范围	416
二、污水资源化的主要途径	417
第十一章 海咸水的开发利用	424
第一节 海咸水及其水质特征	424
第二节 海水水域环境与水质标准	425
一、海水水质分类及水质卫生要求	428
二、海水中有毒物质的最高容许浓度	428
三、海水水环境保护措施	431
第三节 海咸水的利用途径及海水取水构筑物	432
一、海咸水的利用途径	432
二、海水特点	434
三、海水取水构筑物	436
第四节 海咸水淡化方法与途径	438
一、海咸水淡化的基本含义	438
二、海咸水淡化方法与途径	439
三、海水淡化方法综述	440
第五节 海上淡水蓄水池	441
第六节 国内外海咸水利用状况	442
一、国外海咸水利用状况	442
二、我国海咸水利用现状	444
第十二章 城乡用水调查与水资源供需平衡分析	446
第一节 城乡用水分类与定义	446
一、城乡用水分类	446
二、城市生活用水分类及定义	447
三、工业用水分类及定义	449

四、农村用水分类及定义.....	451
第二节 城市用水调查与用水量估算.....	453
一、城市用水调查的主要内容和方法.....	453
二、城市用水量的测定与估算.....	459
三、城市用水量统计与调查结果的汇总整理.....	461
第三节 农村用水调查与用水量估算.....	463
一、农村用水调查的内容与方法.....	463
二、农村用水量调查与估算.....	469
三、农村用水量的测量方法.....	473
四、农村用水调查结果的统计汇总.....	480
第四节 水资源供需平衡分析.....	482
一、水资源供需平衡分析概念.....	482
二、水资源供需平衡分析与综合评价.....	484
三、水资源供需平衡分析实例（以北京市水资源供需平衡 分析为例）.....	488
第五节 水资源供求量统计核算.....	491
一、水资源供求量列入国家统计局部门核算的含义.....	491
二、水资源统计核算的内容与基本形式.....	493
参考文献.....	497