

高等院校环境类系列教材

城市节水工程

魏摇群摇主编

摇摇
摇
摇

前摇摇言

21世纪，随着社会经济的发展和城市化进程的推进，世界各地普遍面临着严重的缺水形势，水的合理利用——节约用水（简称节水）问题，特别是城市与工业节水问题，日益受到关注和重视。我国是水资源贫乏的国家，水的供需矛盾十分突出。多年来，国家一直在寻求解决水资源短缺的途径，开展了农业节水、企业节水、城市节水等多方面的节水工作，对于缓解矛盾起到了一定的作用。目前，许多城市加强了对城市供水、排水、污水处理及再生利用的统筹规划、协调实施和科学配置，大力贯彻实施国家《节水型生活用水器具标准》、《城市居民用水量标准》和《城市供水管网漏损控制标准》等相关节水技术政策和标准，并将污水再生利用作为缓解城市缺水的重要措施。与此同时，全国范围内也正在深入开展节水型城市的创建工作。节水型社会的建设是一项系统工程，它既需要国家制定相关法律和指标体系去规范和推进节水工作的顺利进行，又需要全民提高节水意识，还需要节水专业人员对政策的准确把握、对节水先进技术的引进和开发，以及对节水工程的精确建设和实施。

本书自始至终以城市与工业节水为中心，重点阐述有关节水的基本概念、原理和方法；论述并探讨了我国城市水资源状况，城市节约用水的发展，节约用水的内涵与节水管理的阶段性特征，用水及水污染防治的基本要求，水的再利用方式与节水考核指标，工业企业水量平衡测试与用水合理化分析，用水定额的制定原理与方法，城市与工业用水（节水）状况的宏观分析，主要工业部门用水（节水）状况、节水规划目标和对策，循环水与回用水水质与水处理技术，生产工艺节水技术，人工制冷、地下水回灌的节水作用，海水利用，节水器具与设备，城市生活用水的主要节水途径，建筑中水回用技术，城市雨水利用，城市、工业企业用水（节水）管理与水资源需求预测，节约用水管理信息系统以及节水项目经济评价等。

本书编写分工如下：第一章、第三章、第八章由邹艳梅编写；第四章、第五章、第九章由徐静编写；第七章、第十章由李理编写；第二章、第六章由张皓晶编写；第十一章、第十八章、第十九章、第二十章、第二十一章由魏群编写；第十二章、第十三章、第十五章由鄢恒珍编写；第十四章、第十六章、第十七章由邓洁编写。全书由魏群负责统稿。

本书可供从事水资源、水资源利用、城市与工业节水、环境工程等工作的专业技术人员及管理人员使用，也可作为给水排水、水务管理、环境工程、环境科学、水工业等高等院校的教材或教学参考书。

编摇者

圆园零年 怨月

摇摇
摇摇
摇摇

目摇摇录

| | |
|---------------------------------|---|
| 第一章 水资源概况..... | 员 |
| 第一节 水资源的概念..... | 员 |
| 第二节 水资源的分布..... | 源 |
| 第三节 我国水资源的特点..... | 缘 |
| 第四节 我国水资源的开发利用情况与问题..... | 愿 |
| 第五节 城市水资源及我国解决城市用水的方针 | 员 |
| 第二章 节约用水引论 | 缘 |
| 第一节 节约用水的内涵 | 缘 |
| 第二节 城市节水的有关术语 | 员 |
| 第三节 节水效益及技术经济评价原则 | 缘 |
| 第四节 节水型社会与节水型城市 | 缘 |
| 第三章 城市节水现状及其潜力分析 | 员 |
| 第一节 国外城市节水现状 | 员 |
| 第二节 我国城市节水现状与潜力分析 | 员 |
| 第三节 城市节水潜力分析实例 | 猿 |
| 第四章 用水及水污染防治要求 | 缘 |
| 第一节 用水结构 | 缘 |
| 第二节 城市水资源系统概述 | 源 |
| 第三节 城市与工业用水的水量、水质与水压 | 源 |
| 第四节 城市污水、工业废水的水质 | 源 |
| 第五章 水的再利用方式与节水考核指标 | 缘 |
| 第一节 水的再利用方式 | 缘 |
| 第二节 节水考核指标 | 缘 |
| 第三节 用水（节水）发展状态与重复利用率变化的判断 | 员 |
| 第六章 城市用水定额体系 | 员 |
| 第一节 用水定额制定的原则与基本途径 | 员 |
| 第二节 用水定额制定的基本计算方法 | 员 |

员

| | |
|------------------------------------|-----|
| 摇第三节摇用水定额制定的主要步骤 | 远愿 |
| 第七章摇工业用水平衡及节约用水 | 苑园 |
| 摇第一节摇概述 | 苑园 |
| 摇第二节摇水量（流量）测定方法及水量平衡测试的方式和步骤 | 苑园 |
| 摇第三节摇工业节约用水指标体系及工业用水合理化分析 | 苑苑 |
| 第八章摇水循环及循环冷却水节水技术 | 愿园 |
| 摇第一节摇概述 | 愿园 |
| 摇第二节摇工业循环冷却用水系统 | 愿园 |
| 摇第三节摇循环水运行及水质 | 愿苑 |
| 摇第四节摇提高工业用水循环利用程度的途径 | 愿园 |
| 摇第五节摇循环冷却水系统的水质控制 | 愿源 |
| 摇第六节摇汽化冷却与空气冷却 | 愿苑 |
| 摇第七节摇人工制冷和地下水回灌冷源储备的循环冷却水 | 愿愿 |
| 第九章摇污水处理利用 | 员员员 |
| 摇第一节摇污水处理利用概况 | 员员员 |
| 摇第二节摇污水回用类型和途径 | 员员猿 |
| 摇第三节摇污水处理系统 | 员员猿 |
| 摇第四节摇污水处理单元技术 | 员员源 |
| 摇第五节摇污水回用的深度处理 | 员员苑 |
| 第十章摇建筑中水回用技术 | 员员源 |
| 摇第一节摇概述 | 员员源 |
| 摇第二节摇建筑中水系统的类型和组成 | 员员苑 |
| 摇第三节摇水质与水量 | 员员苑 |
| 摇第四节摇中水原水系统 | 员员员 |
| 摇第五节摇中水供水系统 | 员员圆 |
| 摇第六节摇中水处理系统 | 员员缘 |
| 摇第七节摇安全防护和监测控制 | 员员员 |
| 摇第八节摇中水回用工程实例 | 员员圆 |
| 第十一章摇建筑节能技术 | 员员缘 |
| 摇第一节摇建筑给水系统超压出流的防治 | 员员缘 |
| 摇第二节摇建筑热水系统的节水技术 | 员员圆 |
| 摇第三节摇建筑给水系统的二次污染 | 员员圆 |
| 摇第四节摇建筑给水系统二次污染的控制技术措施 | 员员愿 |

| | |
|-------------------------------|------|
| 第十二章 海水利用 | 12-1 |
| 第一节 海水的水质特征与保护 | 12-1 |
| 第二节 海水利用范围 | 12-2 |
| 第三节 海水淡化 | 12-3 |
| 第四节 海水用水系统的阻垢、防腐与海生生物防治 | 12-4 |
| 第五节 海水利用实例 | 12-5 |
| 第十三章 工艺节水技术 | 13-1 |
| 第一节 概述 | 13-1 |
| 第二节 逆流洗涤工艺节水技术 | 13-2 |
| 第三节 其他高效洗涤方法与洗涤工艺 | 13-3 |
| 第四节 物料换热技术 | 13-4 |
| 第五节 节水型生产工艺 | 13-5 |
| 第六节 无水生产工艺 | 13-6 |
| 第七节 闭路系统、“闭合生产工艺圈”与工艺节水 | 13-7 |
| 第十四章 节水器具与设备 | 14-1 |
| 第一节 节水器具设备的含义与要求 | 14-1 |
| 第二节 节水型阀门、水龙头与卫生器具 | 14-2 |
| 第三节 合理设置和使用水表 | 14-3 |
| 第四节 水的显示及控制装置 | 14-4 |
| 第五节 蒸汽冷凝水回收装置 | 14-5 |
| 第六节 其他节水设备 | 14-6 |
| 第十五章 城市雨水的利用 | 15-1 |
| 第一节 城市雨水利用的意义和现状 | 15-1 |
| 第二节 城市雨水的水质 | 15-2 |
| 第三节 雨水利用技术、设施及设计要点 | 15-3 |
| 第四节 雨水利用中的问题及解决途径 | 15-4 |
| 第五节 城市雨水利用实例 | 15-5 |
| 第十六章 地下管道检漏防漏 | 16-1 |
| 第一节 给水系统的漏水量 | 16-1 |
| 第二节 管网漏损检测与控制方法 | 16-2 |
| 第三节 漏水地点的确定 | 16-3 |
| 第四节 漏损勘测控制实例 | 16-4 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 第十七章 商品水水费体制与节约用水 | 100 |
| 第一节 水的资源属性及其经济价值 | 100 |
| 第二节 国外水价体制 | 103 |
| 第三节 我国水价的组成及存在的问题 | 105 |
| 第四节 商品水水费体制的建立 | 107 |
| 第十八章 节约用水计算机管理信息系统 | 108 |
| 第一节 基本概念 | 108 |
| 第二节 数据库与数据模型 | 110 |
| 第三节 数据库应用系统设计 | 110 |
| 第四节 数据库应用系统实例 | 112 |
| 第十九章 节约用水行政管理 | 113 |
| 第一节 城市节水行政 | 113 |
| 第二节 城市节水管理机构及其职责 | 114 |
| 第三节 城市节约用水行政行为 | 115 |
| 第四节 节水科研管理 | 116 |
| 第二十章 节约用水的法制管理 | 117 |
| 第一节 城市节水法规的法律渊源 | 117 |
| 第二节 节水行政执法 | 118 |
| 第三节 节水行政复议 | 119 |
| 第四节 节水行政应诉 | 120 |
| 第二十一章 节水工程投资综合效益分析 | 121 |
| 第一节 节水项目工程评价的基本概念 | 121 |
| 第二节 节水工程的静态分析与动态分析 | 123 |
| 第三节 节水工程投资效益评价 | 125 |
| 第四节 节水工程投资效益分析实例 | 126 |
| 附录 | 127 |
| 附录一 城市居民生活用水量标准 | 127 |
| 附录二 卫生器具的给水额定流量、当量、 连接管公称管径和最低工作压力 | 127 |
| 附录三 卫生器具用水定额及水温 | 128 |
| 附录四 取水许可制度实施办法 | 129 |
| 附录五 城市供水条例 | 130 |
| 附录六 城市节约用水管理规定 | 131 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 附录七城市用水定额管理办法..... | 猿缘 |
| 附录八国务院关于加强城市供水节水和水污染防治工作的通知..... | 猿缘 |
| 附录九节水型城市目标导则..... | 猿怨 |
| 附录十节水型企业（单位）目标导则 | 猿园 |
| 附录十一节水型生活用水器具..... | 猿源 |
| 附录十二中华人民共和国水法..... | 猿员 |
| 参考文献..... | 源员 |

第一章 水资源概况

第一节 水资源的概念

水是人类赖以生存和发展的基本物质之一，也是人类生息不可替代和不可缺少的、既有限又宝贵的自然资源。

关于水资源的概念，国内外的有关文献和著述中有多种提法。

《英国大百科全书》中的“水资源”是这样被定义的：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”是指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。

从以上的表述中，可发现同一概念的差异较大，都很有道理，但又都欠准确和完整。

一、水资源的概念

自然界中的水，不管以何种形式（如江河、湖泊、地下水、土壤水、大气水等）、何种状态（液态、气态、固态）存在，只有同时满足三个前提时才能被称为水资源，即：

① 可作为生产资料或生活资料使用；

② 在现有的技术、经济条件下可以得到；

③ 必须是天然（即自然形成的）来源。

此三个前提即构成水资源的三要素——可使用性、可获得性和天然性。

可使用性：即可被用于某种用途的服务性能。若不能作为生产资料或生活资料来使用的水，首先就失去了成为资源的资格，而只有满足其可使用性，才有成为水资源的可能。

可获得性：严格意义上讲，不能取得又无法利用的水，是不能成为水资源的。如千年不化、数量可观、沉睡在地球两极的冰山、冰川和积雪，其水质优良，蕴藏量巨大，它的使用性和天然性毋庸置疑，但在现有的技术、经济条件下还难以将其作为水资源来开发利用，顶多只能算潜在的水资源。只有待将来科学技术高度发达、经济实力非常雄厚，上述的冰山、冰川和积雪能被人类利用时，才能成为真正意义上的水资源。

天然性：这是由资源的定义确定的，生产资料和生活资料的天然来源即为资源，作为水的来源的水资源必然也是自然形成的。

所以，“水资源”可以用更准确、更完整的表述来定义，即在现有的技术、经济条件下能够获取的，并可作为人类生产资料和生活资料的水的天然资源。

由此看来，覆盖着地球表面的海洋水（含盐度较高的咸水）不是水资源，埋藏在地表以下几千米深的深层地下水（如卤水、地热水）也不能算水资源，它们又毫无疑问都是水。所以，水的含义不同于水资源，水比水资源的范畴要大得多。

二、水资源的分类

与其他物质的分类情况一样，水资源根据分类原则的不同，可以分为许多类型。如以水的形态来分，可有三种形态，即气态、液态和固态，这是最常见的水的存在方式。而宏观水管理最常用的方法，是根据水的生成条件和水与地表面的相互位置关系（或者说是赋存条件）来划分的，即：

大气水：指赋存于地球表面上大气圈中的水。如云、雾、雨等。

地表水：指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。根据其生长要素、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。

地下水：指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。

以地下水位线为界，向上直到地表称为包气带。包气带除空气以外，还存在气态水、结合水、过路重力水和毛细管水，统称为包气带水或土壤水。包气带水距地表最近，受水文、气象影响强烈，是连接地下水和大气通道，对地下水的补给和排泄起着重要的作用。

广义上讲，上层滞水属于包气带水，但又有其独特的特点。它指的是赋存于包气带中局部隔水层或弱透水层上面的重力水，是大气降水和地表水等在下渗过程中局部受阻聚集而成的。

潜水是指贮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。

承压水则是指充满于上、下两个稳定隔水层之间的重力水。上、下两个隔水层分别叫顶板和底板。承压水最重要的特征是含水层顶面承受静水压力，当钻孔揭穿隔水顶板时，承压含水层中的水在静水压力作用下沿钻孔上升，直到某一高度才能静止下来，可见承压水的初见水位与静止水位是不一致的。静止水位又称承压水位，或称测压水位。某点处的静止水位高出隔水层顶板底面的距离，称为该点的承压水头。测压水位高于地面时，承压水头称为正水头；反之称为负水头。在正水头区（自溢区），钻孔揭穿隔水层顶板，水能喷出地面，产生自流现象，故又称承压水为自流水。在负水头区，钻孔揭穿隔水层顶板，承压水只能上升至地表以下一定高度，称半自流水。承压水由于含水层上覆隔水层，与地表水和大气圈联系较少，承压区与补给区不一致，因而受当地气候和水文因素影响小，水循环缓慢，动态比较稳定。承压水的形成主要决定于地质构造条件。

根据含水介质空隙的不同，地下水还可分为孔隙水、裂隙水和岩溶水。

当然，根据地下水的温度、化学成分和特有的生成、埋藏条件，又可以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。

三、水资源的品位

品位指的是某种物质中有益元素或它的化合物的百分含量，百分含量越大，则品位越高

高。

水资源与其他资源一样，同样存在着品位高低的问题，而其品位主要受下列因素的影响：

（一）生成条件

从分类上看，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；地表水的生成主要由大气降水的多少、地表汇水面积的大小、地表植被的状况、地形及地貌等决定；地下水的生成主要受地质构造、地层岩性和补给条件的影响。只有具有优良的生成条件，才有形成高品位水资源的可能。

（二）水质条件

水质的优劣是水资源品位高低的评价条件之一。水质包括水中所含的物质成分和水的温度。自然状态的地表水，其悬浮物和化学成分的形成，主要受地表植被、水流对沿途岩石的溶解、地下水的渗出、日光照射等因素的影响；而地表水的水温却主要取决于大气环境的温度，所以，地表水的水温随季节、昼夜气温的变化而作大幅度 and 频繁的变化。对于地下水来说，地下水的水质形成受许多因素的影响，如溶滤、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，处于一种动态的平衡状态；其水温则是含水层的地温和补给源水温综合作用的结果。

现代人类大规模的生产活动、生活水平的提高所带来的生活方式的改变，以及部分人环保意识的淡薄，已经越来越严重地影响着各类水资源的形成条件，进而影响水质的质量。

（三）补给条件

各类水资源要想有一个较高的品位，必须要有充足的补给源。

大气水主要靠地表和海洋蒸发水补给；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和地表水入渗补给，地下水的侧向径流、越流补给。

（四）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，而不同类型水资源的时空分布差异较大。

地表水的空间分布受水文网的制约，局限性很强，距离的远近常常影响到人们的使用；在时间的分布上，季节的变化使得大气降水量的差异较大，年丰水期与枯水期的水量相差悬殊。

地下水的分布主要受地质条件的控制，在远离地表水的山区和平原都可以有广泛的分布；在时间的分布上，由于地下水流的水力坡度较缓，还有含水层的阻滞作用，地下水的流速相对迟缓，使得大量的地下水相对长时间地滞留在含水层中。因此，在缺少地表水的地方和季节，地下水也能保证一定的供水额度。由此来看，时间和空间分布上的均匀性比地表水优越。

大气降水高峰期时，地表水位升高，地表水附近的地下水可得到地表水的入渗补给；枯水期时，地表水量减少，水位降低，而地下水位高于地表水位时，地表水又可得到地下水的流出补给。

第二节 水资源的分布

一、地球水资源

地球表面约70%以上为水所覆盖，约占地球表面29%的陆地也有水的存在。地球总水量为1.386亿亿³，其中淡水储量为0.000107亿³，占总储量的0.00077%。由于开发困难或技术经济的限制，到目前为止，海水、深层地下水、冰雪固态淡水等还很少被直接利用。比较容易开发利用的、与人类生活生产关系最为密切的湖泊、河流和浅层地下水资源，储量为0.0000071亿³，只占淡水总储量的0.0066%，还不到全球水总储量的万分之一。实际上，人类可以利用的淡水量远低于此理论值，主要是因为总降水量中，有些是落在无人居住的地区如南极洲，或者降水集中于很短的时间内，由于缺乏有效的水利工程措施，很快地流入海洋之中。由此可见，尽管地球上的水是取之不尽的，但适合饮用的淡水水源却是十分有限的。全球各种水体储量见表1-1。

表 1-1 全球各种水体储量

| 水的类型 | 分布面积 (万 km ²) | 水储量 (亿 m ³) | 占全球水总 储量 (%) | 占全球淡水 总储量 (%) |
|---------------|------------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|
| 海洋水 | 361000 | 1370000000 | 99.99923 | |
| 地下水 (其中淡水) | 107000 | 107000000 | 0.00077 | 99.99923 |
| 土壤水 | 107000 | 107000000 | 0.00077 | 99.99923 |
| 冰川和永久雪盖 | 10700000 | 10700000000 | 0.00077 | 99.99923 |
| 永冻土底冰 | 10700000 | 10700000000 | 0.00077 | 99.99923 |
| 湖泊水 (其中淡水) | 1070000 | 1070000000 | 0.00077 | 99.99923 |
| 沼泽水 | 1070000 | 1070000000 | 0.00077 | 99.99923 |
| 河床水 | 1070000 | 1070000000 | 0.00077 | 99.99923 |
| 生物水 | 1070000 | 1070000000 | 0.00077 | 99.99923 |
| 大气水 | 1070000 | 1070000000 | 0.00077 | 99.99923 |

二、我国的水资源

我国是一个水资源短缺、水旱灾害频繁的国家。虽然水资源总量居世界第六位，但是我国人口众多，人均占有量只有2200 m³，在世界排第121位（按190个国家统计，统一采用联合国1980年人口统计结果），已经被联合国列为16个贫水国家之一。全国年降水总量为2.8万亿³，多年平均地表水资源（即河川径流量）为2.6万亿³，平均地下水资源量为0.8万亿³，扣除重复利用量以后，全国平均年水资源总量为3.4万亿³。表1-2是我国水资源总量的统计结果。

源

表 员原圆我国水资源总量

| 分摇摇区 | 计算面积 (亿皂) | 年降水量 | | 年河川径流量 | | 年地下水 (亿皂) | 年水资源 总量 (亿皂) |
|--------------|--------------|------------|----------|------------|----------|--------------|--------------------|
| | | 总量 (亿皂) | 深 (皂) | 总量 (亿皂) | 深 (皂) | | |
| 黑龙江流域片(中国境内) | 猿猿猿猿 | 猿猿猿 | 猿 | 员员员 | 员猿 | 猿猿 | 员猿猿 |
| 辽河流域片 | 猿猿猿猿 | 员员员 | 猿 | 源 | 员 | 猿 | 猿 |
| 海滦河流域片 | 猿猿猿 | 员员 | 猿 | 圆 | 猿 | 圆 | 源 |
| 黄河流域片 | 猿猿猿猿 | 猿猿 | 员 | 员 | 愿 | 源 | 猿 |
| 淮河流域片 | 猿猿猿 | 圆愿 | 愿 | 苑 | 圆缘 | 猿 | 猿 |
| 长江流域片 | 员愿愿缘 | 员愿 | 员 | 怨 | 缘 | 圆 | 怨 |
| 珠江流域片 | 缘缘 | 愿 | 员 | 源 | 愿 | 员 | 源 |
| 浙闽台诸河片 | 圆猿猿 | 源 | 员 | 圆 | 员 | 员 | 圆 |
| 西南诸河片 | 愿 | 怨 | 员 | 缘 | 员 | 员 | 缘 |
| 内陆诸河片 | 猿猿 | 缘 | 员 | 员 | 猿 | 愿 | 员 |
| 额尔齐斯河片 | 缘 | 圆 | 猿 | 员 | 员 | 源 | 员 |
| 全摇摇国 | 怨猿猿 | 员 | 员 | 圆 | 圆 | 愿 | 圆 |

表 员原圆表明，我国各流域由于面积不同，加之自然地理条件的差异，形成了南方水多、北方水少的格局。

第三节 我国水资源的特点

我国的水资源总量并不丰富，人均、亩均占有量更低，人均水资源拥有量只有世界平均值的 圆缘，而按耕地面积平均值计算，也只为世界平均值的 愿缘。同时，我国国土幅员辽阔，地处亚欧大陆东侧，地势起伏变化较大，受季风和自然地理特征的影响，南北气候差异大，水资源的地区时空分布极不均衡。

一、水资源的地区分布状况

整体来说，从东南沿海向西北内陆方向，年径流深逐渐减少，基本状况为东南水多，西北水少，由东南沿海向西北内陆递减，非常不均匀。表 员原猿为我国径流地带区划（示意）及降水、径流分区情况。

表 员原猿我国径流地带区划及降水、径流分区

| 降水分区 | 年降水深 (皂) | 年径流深 (皂) | 径流分区 | 大摇致摇摇国 |
|------|-------------|-------------|------|--------------------------------------|
| 多摇雨 | 猿猿 | 猿 | 丰摇水 | 摇广东、福建、浙江、台湾大部、湖南山地、广西南部、云南西南部、西藏东南部 |
| 湿摇润 | 愿-员 | 圆-猿 | 多摇水 | 摇广西、云南、贵州、四川、长江中下游地区 |
| 半湿润 | 源-愿 | 缘-圆 | 过摇度 | 摇黄、淮、海大平原，山西，陕西，东北大部，四川西北部，西藏东部 |

续表

| 降水分区 | 年降水深 (毫米) | 年径流深 (毫米) | 径流分区 | 大摇致摇范摇围 |
|------|--------------|--------------|--------|-------------------------------|
| 半干旱 | 400-500 | 50-100 | 少摇水 | 摇东北西部、内蒙古、甘肃、宁夏、新疆西部和北部、西藏南部 |
| 干摇旱 | 约200 | 约50 | 缺水(干涸) | 摇内蒙古、宁夏、甘肃的沙漠,柴达木盆地,塔里木和准噶尔盆地 |

二、水资源地区分布不均、组合不平衡

相关统计表明,我国约有 1/3 的国土处于降水深少于 400 毫米的干旱少水地区。降雨量的地区分布不均衡,直接影响了水资源的分布,同时也与人口的分布以及耕地的分布不匹配。包括长江在内的南方江河各流域的水资源总量占全国的 1/3,而土地面积和耕地面积各约占全国的 1/2,人口占全国的 1/2,人均水资源拥有量为全国平均值的约 1/2,耕地面积的水拥有量为全国平均值的 1/2。但是,北方,尤其是海河、黄河、淮河三流域的水资源总量只不过是全国的 1/3,而人口为全国的 1/2,耕地为全国的 1/2,按人口平均和按耕地面积平均,水资源拥有量大大低于全国的平均值。这种水资源分布的不均衡状况,也促成了我国南水北调工程的实施。表 1-1 表 1-2 分别为水资源、人口及耕地的地区分布对比情况和按主要河流划分的水源分布情况。

表 1-1 我国水资源、人口及耕地的地区分布对比

| 分区名称 | | 土地面积水 | 资源总量 | 人摇口 | 耕地面积 | 人均水量 (毫米) | 亩均水量 (毫米) | |
|-------------|--------|------------|------|-----|------|--------------|--------------|----|
| | | 占全国的百分数(%) | | | | | | |
| 内陆河(含额尔齐斯河) | | 10 | 1 | 15 | 1 | 10 | 1 | |
| 外 流 河 | 北 方 | 东北诸河 | 15 | 1 | 10 | 1 | 10 | 1 |
| | | 海摇河 | 10 | 1 | 10 | 1 | 10 | 1 |
| | | 淮河和山东半岛诸河 | 10 | 1 | 10 | 1 | 10 | 1 |
| | | 黄河河 | 10 | 1 | 10 | 1 | 10 | 1 |
| | | 北方四片 | 10 | 1 | 10 | 1 | 10 | 1 |
| | 南 方 | 长江江 | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | | 华南诸河 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | | 东南诸河 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | | 西南诸河 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | | 南方四片 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 外流河八片 | | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | |
| 全摇国 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |

表 员景瑶按主要河流划分的水源分布情况

| 河瑶瑶名 | 注入的湖或海 | 流域面积 (噪) | 长瑶度 (噪) | 平均流量 (号) | 径流总量 (亿号) | 径流深度 (号) |
|-------|--------|-------------|------------|-------------|--------------|-------------|
| 长瑶瑶江 | 东瑶瑶海 | 员愿愿愿愿 | 远愿愿 | 猿愿愿 | 怨愿愿愿愿 | 缘愿 |
| 珠瑶瑶江 | 南瑶瑶海 | 猿愿愿愿愿 | 愿愿愿 | 员愿愿愿 | 猿愿愿愿愿 | 猿愿 |
| 黑 龙 江 | 鄂霍茨克海 | 员愿愿愿愿 | 猿愿愿 | 愿愿愿 | 愿愿愿愿愿 | 员愿 |
| 雅鲁藏布江 | 孟加拉湾 | 愿愿愿愿愿 | 员愿愿 | 猿愿愿 | 员愿愿愿愿 | 源愿 |
| 澜 沧 江 | 南瑶瑶海 | 员愿愿愿愿 | 员愿愿 | 愿愿愿 | 猿愿愿愿愿 | 源愿 |
| 怒瑶瑶江 | 孟加拉湾 | 员愿愿愿愿 | 员愿愿 | 愿愿愿 | 猿愿愿愿愿 | 源愿 |
| 闽瑶瑶江 | 台湾海峡 | 远愿愿愿 | 缘愿 | 员愿愿 | 远愿愿愿愿 | 员愿愿 |
| 黄瑶瑶河 | 渤瑶瑶海 | 猿愿愿愿愿 | 缘愿源 | 员愿愿 | 缘愿愿愿愿 | 猿愿 |
| 钱 塘 江 | 东瑶瑶海 | 缘愿愿愿愿 | 源愿 | 员愿愿 | 猿愿愿愿愿 | 愿愿 |
| 淮瑶瑶河 | 黄瑶瑶海 | 员愿愿愿愿 | 员愿愿 | 员愿愿 | 猿愿愿愿愿 | 员愿愿 |
| 鸭 绿 江 | 黄瑶瑶海 | 远愿愿愿 | 猿愿 | 员愿愿 | 猿愿愿愿愿 | 缘愿 |
| 韩瑶瑶江 | 南瑶瑶海 | 猿愿愿愿愿 | 猿愿 | 怨愿 | 愿愿愿愿愿 | 愿愿 |
| 海瑶瑶河 | 渤瑶瑶海 | 愿愿愿愿愿 | 员愿愿 | 猿愿 | 愿愿愿愿愿 | 愿愿 |
| 鸥瑶瑶江 | 东瑶瑶海 | 员愿愿愿愿 | 猿愿 | 远愿 | 员愿愿愿愿 | 员愿愿 |
| 李 仙 江 | 北 部 湾 | 员愿愿愿愿 | 猿愿 | 缘愿 | 员愿愿愿愿 | 愿愿 |
| 九 龙 江 | 台湾海峡 | 员愿愿愿愿 | 愿愿 | 源愿 | 员愿愿愿愿 | 怨愿 |
| 元瑶瑶江 | 北 部 湾 | 猿愿愿愿愿 | 猿愿 | 源愿 | 员愿愿愿愿 | 猿愿 |
| 伊 犁 河 | 巴尔喀什湖 | 缘愿愿愿愿 | 猿愿 | 猿愿 | 员愿愿愿愿 | 愿愿 |
| 额尔齐斯河 | 咯 拉 海 | 缘愿愿愿愿 | 源愿 | 猿愿 | 员愿愿愿愿 | 愿愿 |
| 龙 川 江 | 孟加拉湾 | 员愿愿愿愿 | 猿愿 | 猿愿 | 怨愿愿愿愿 | 愿愿 |
| 辽瑶瑶河 | 渤瑶瑶海 | 员愿愿愿愿 | 员愿愿 | 猿愿 | 怨愿愿愿愿 | 缘愿 |
| 鉴瑶瑶江 | 南瑶瑶海 | 怨愿愿愿 | 愿愿 | 愿愿 | 愿愿愿愿愿 | 怨愿 |
| 漠 江 河 | 南瑶瑶海 | 远愿愿愿 | 员愿愿 | 愿愿 | 愿愿愿愿愿 | 员愿愿 |
| 南 流 江 | 北 部 湾 | 怨愿愿愿 | 员愿愿 | 愿愿 | 猿愿愿愿愿 | 愿愿 |
| 飞 云 江 | 东 海 | 远愿愿愿 | — | 愿愿 | 猿愿愿愿愿 | — |
| 下淡水溪 | 台湾海峡 | 猿愿愿愿 | 员愿愿 | 愿愿 | 猿愿愿愿愿 | 愿愿愿 |

三、水资源量年际、年内变化大

我国各地的径流年内分配在很大程度上取决于降水的季节分配，较不均衡。大部分地区年内连续源个月降水量占全年水量的远愿~愿愿，也就是说，我国水资源中大约有愿愿左右是洪水径流量。我国降水量年际之间变化很大，南方地区最大降水量一般是最小年降水量的愿~源倍，北方地区为猿~愿倍，并且出现过连续丰水年或枯水年的情况。降水量和径流量的年际剧烈变化和年内高度集中，是造成水旱灾害频繁、农业生产不稳定和水资源供需矛盾十分尖锐的主要原因，也决定了我国江河治理和水资源开发利用的长期性、艰巨性和复杂性。

第四节 我国水资源的开发利用情况与问题

一、开发利用情况

水资源的开发利用无疑受到水资源条件、自然环境和社会经济发展水平等因素的影响。我国水资源的开发利用历史悠久，早在战国时期，秦蜀郡守李冰父子就率众修建了举世闻名的都江堰，这是全世界年代最久远、唯一留存下来的以无坝引水为特征的宏大水利工程，也正是这个造福千秋的工程，使得成都平原变成了富饶的天府之国。修建中的三峡水利枢纽更是具有防洪、发电、灌溉、航运和供水诸多功能的特大型工程，它不但会促进长江的综合治理和开发，也必将加快中国现代化的进程。

(一) 供水工程状况

截至 1999 年底，我国已建成各类水库 1.9 万余座，总库容达 1.9 万亿 m³，其中，大型水库 1.1 万座，总库容 1.1 万亿 m³，占各类水库总库容的 57.9%；修建各种引水闸 1.1 万处；机电排灌动力达到 1.1 亿 kW，其中机电排灌站的装机容量近 1.1 亿 kW；机电井发展到 1.1 万眼，装机容量近 1.1 亿 kW。表 1-1 为全国供水工程的供水能力现状。

表 1-1 全国供水工程的供水能力现状

| 分区名称 | 蓄水工程 (亿 m ³) | 引水工程 (亿 m ³) | 提水工程 (亿 m ³) | 地下水工程 (亿 m ³) | 其他工程 (亿 m ³) | 合设计 (亿 m ³) |
|------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 松辽河 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 海滦河 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 淮扬河 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 黄淮海 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 长珠江 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 珠西江 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 东南诸河 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 西南诸河 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 内陆河 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 全国 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |

(二) 供水量

供水量指各种水源工程为用户提供的包括输水损失在内的毛供水量。按地表水源、地下水和其他水源（污水处理回用和集雨工程供水）统计。

1999 年全国总供水量 1.1 亿 m³，占当年水资源总量的 1.1%。地表水源供水量占 1.1%，地下水源供水量占 1.1%，其他水源供水量（指污水处理再利用量和集雨工程供水量）占 1.1%。在省级行政区中，地下水源供水超过 1.1% 的有河北、北京、山西、河南、山东和辽宁 5 个省（直辖市），其中河北省高达 1.1%。另外，海水直接利用量为 1.1 亿 m³。主要的跨流域调水情况是：海河流域引黄河水 1.1 亿 m³，淮河流域从长江、黄河分别引水 1.1 亿 m³ 和 1.1 亿 m³，山东半岛从黄河引水 1.1 亿 m³，甘肃河西内陆河从黄河引水 1.1 亿 m³。

亿 皂。

2014年全国总用水量为599.9亿 皂。其中，城镇生活用水（包括全部建制市、建制镇以及具有集中供水设施的非建制镇的居民用水和公共设施用水）占12.8%，农村生活用水（包括农村居民和牲畜用水）占12.8%，工业用水占17.1%，农田灌溉用水占27.6%，林牧渔用水占1.7%。与2013年比较，全国总用水量减少1.9亿 皂，其中生活用水增加0.2亿 皂，工业用水增加0.1亿 皂，农业用水减少0.2亿 皂。在省级行政区中，用水量大于100亿 皂的有新疆、江苏、广东 3个省（自治区），约占全国用水量的12.8%；用水量介于100~1000亿 皂的有14个省（自治区），约占全国用水量的23.2%；其余15个省（自治区、直辖市）的用水量约占全国用水量的64.0%。生活用水占其总用水量10%以上的有北京、天津、重庆 3个直辖市，工业用水占其总用水量10%以上的有上海、重庆、湖北、江苏 4个省（直辖市），农业用水量占其总用水量10%以上的有新疆、宁夏、西藏、内蒙古、海南 5个省（自治区）。

2014年，全国人均综合用水量为100.0 皂，万元国内生产总值（当年价）用水量为10.0 皂。城镇人均生活用水量为10.0 皂，农村人均生活用水量为10.0 皂，万元工业增加值（当年价）用水量为10.0 皂，农田灌溉亩均用水量为10.0 皂。

2014年全国用水消耗总量100.0亿 皂，占总用水量的16.7%。各类用户的需水特性和用水方式不同，其耗水率（消耗量占用水量的比例）差别较大，全国平均城镇生活耗水率为10.0%，农村生活耗水率为10.0%，工业耗水率为10.0%，农业耗水率为10.0%。

2014年全国废污水排放总量100.0亿 皂（不包括火电直流冷却水），其中工业废水占10.0%，生活污水占10.0%。

松辽河片：2014年总用水量100.0亿 皂（地表水源供水占10.0%），比2013年减少1.0亿 皂。其中，生活用水占10.0%，工业用水占10.0%，农业用水占10.0%。用水消耗量10.0亿 皂，综合耗水率为10.0%。

海河片：2014年总用水量100.0亿 皂（地表水源供水占10.0%），比2013年增加1.0亿 皂。其中，生活用水占10.0%，工业用水占10.0%，农业用水占10.0%。用水消耗量10.0亿 皂，综合耗水率为10.0%。

黄河片：2014年总用水量100.0亿 皂（地表水源供水占10.0%），比2013年减少1.0亿 皂。其中，生活用水占10.0%，工业用水占10.0%，农业用水占10.0%。用水消耗量10.0亿 皂，综合耗水率为10.0%。

淮河片：2014年总用水量100.0亿 皂（地表水源供水占10.0%），比2013年增加1.0亿 皂。其中，生活用水占10.0%，工业用水占10.0%，农业用水占10.0%。用水消耗量10.0亿 皂，综合耗水率为10.0%。

长江片：2014年总用水量100.0亿 皂（地表水源供水占10.0%），比2013年减少1.0亿 皂。其中，生活用水占10.0%，工业用水占10.0%，农业用水占10.0%。用水消耗量10.0亿 皂。综合耗水率为10.0%。

在长江片中，太湖流域总用水量100.0亿 皂（地表水源占10.0%），比2013年减少1.0亿 皂。其中，生活用水占10.0%，工业用水占10.0%，农业用水占10.0%；用水消耗量10.0亿 皂，综合耗水率为10.0%。

珠江片：2014年总用水量100.0亿 皂（地表水源供水占10.0%），比2013年增加1.0亿 皂。