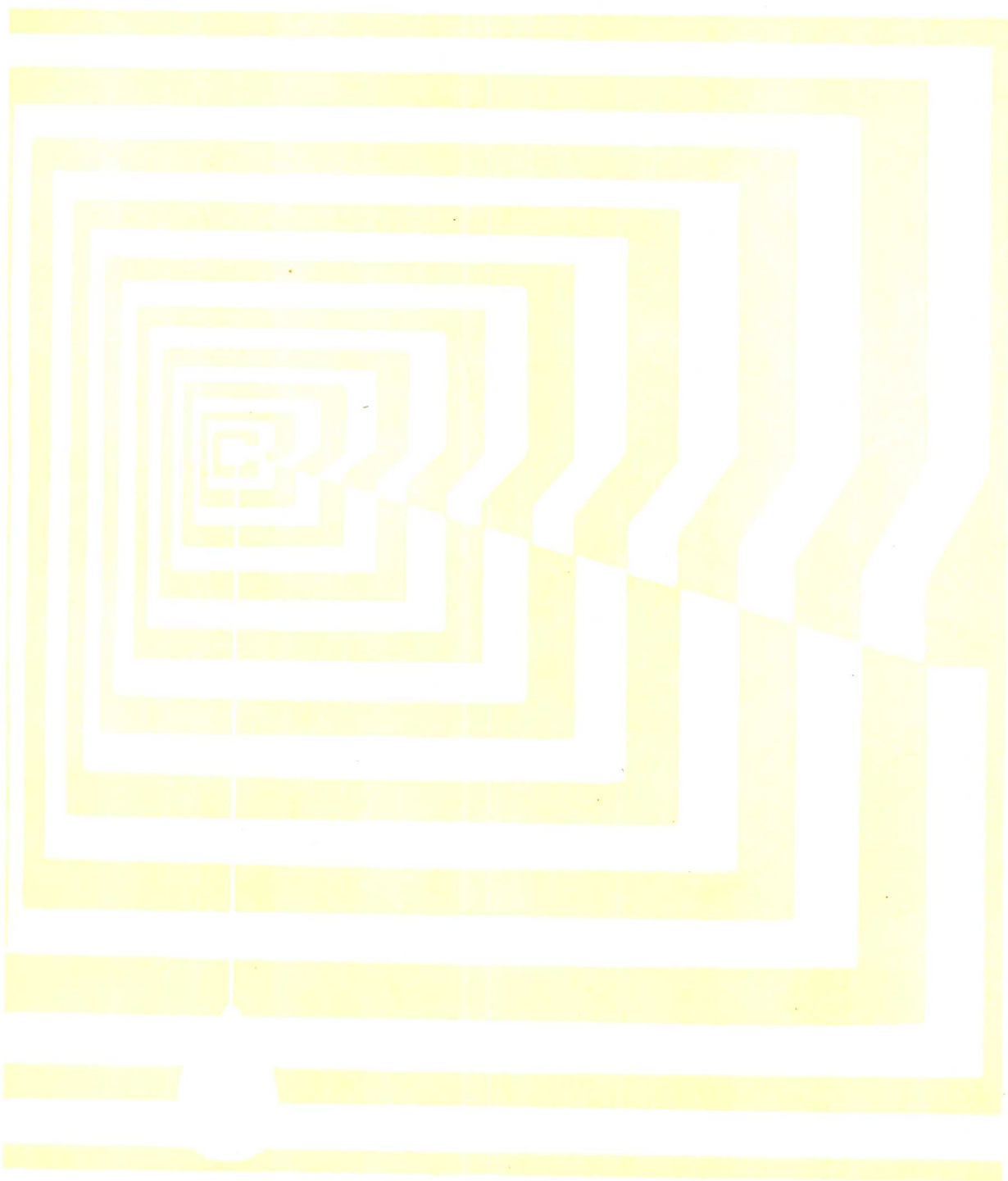


城市节水技术与管埋

主编：汪光熹 副主编：肖绍雍 孙文章



中国建筑工程出版社

1.64

城市节水技术与管理

主 编 汪光焘

副主编 肖绍雍 孙文章



中国建筑工程工业出版社

(京)新登字 035 号

本书为城市节约用水提供技术和管理方法,主要内容有水资源、地下水开发利用与保护、城镇供水、节水法规建设、节水管理、节水基础工作、微机在节水工作中的应用、工业节水技术、节水型设备与器具、节水科研管理、海水利用等。

城市节水技术与管理

主编 汪光焘

副主编 肖绍雍 孙文章

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 21 $\frac{3}{4}$ 字数: 529 千字

1994 年 4 月第一版 1994 年 4 月第一次印刷

印数: 1—10,600 册 定价: 14.30 元

ISBN7—112—02208—8/TU·1698

(7228)

编委及编写人员名单

主 编：汪光焄

副 主 编：肖绍雍 孙文章

编 委：宋序彤 刘信昌 付成瑞 朱 澈 陈政昌 关 伟
陈文轩 姚芳宇 丁五禾

编写人员：江建中 张 晔 王兆祥 吴方域 冯丽娅 刘继红
江照辉 刘满城 田开元 张佩华 吴锡康 张庆仁
林晓阳 赵元功 刘昌兴

前 言

随着我国经济迅速发展和人民生活水平的不断提高,城市用水的供需矛盾日趋突出,已成为我国经济发展的重要制约因素。为适应城市用水增长的需要,缓和城市用水的供需矛盾,中共中央明确提出了“坚持开源与节流并重的方针”。我国的城市节约用水工作在各级人民政府的支持和重视下,已经取得了显著的成效。从1983年到1992年底,全国设市城市累计节约用水102亿 m^3 ,城市工业用水重复利用率由1983年的不到20%提高到50%,城市万元工业产值取水量由459 m^3 降到270 m^3 ,为城市经济的持续稳定发展,改善人民生活水平做出了贡献。

为进一步提高城市节约用水的科学管理水平,利用科学技术推动节约用水工作,我们组织了城市节约用水方面的部分专家、管理人员在总结以往城市节水工作方面的经济基础上,编写了《城市节水技术与管理》一书,作为各行各业节水工作人员岗位培训的教材。该书对提高全国城市节约用水的科学技术管理水平将起到积极的推动作用。

本书在编写过程中,曾得到中国城镇供水协会节水委员会和全国各城市节水管理部门的大力支持和协助,在此表示衷心感谢。

由于城市节约用水工作涉及学科多,内容广泛,有些问题尚处于探讨和深化阶段。本书虽经多次编审,但因水平有限,难免出现不当之处。为此诚恳地希望广大读者不吝赐教,以便补充和修改,使其完善。

编 者

目 录

绪论	1
第一章 水资源	4
第一节 概述	4
第二节 世界水资源的开发利用概况	6
第三节 我国水资源概况	11
第二章 地下水开发利用与保护	19
第一节 地下水概述	19
第二节 地下水的开发	22
第三节 管井水量计算	33
第四节 地下水资源利用与保护	35
第五节 地下水人工补给	41
第六节 深井运行与维护	52
第三章 城镇供水	55
第一节 概述	55
第二节 城镇供水系统	57
第三节 水源与取水构筑物	59
第四节 净水工艺	62
第五节 水泵站与水量调节设备	74
第六节 输水管与供水管网	74
第七节 水泵	81
第八节 供水企业自身的节约用水	86
第四章 节水法规建设	89
第一节 节水法规的建立及其意义	89
第二节 节水法规现状	91
第三节 节水法规的主要内容和要点	96
第四节 节水执法	100
第五章 节水管理	111
第一节 城镇节水管理的体制与职责	111
第二节 计划用水管理	114
第三节 经济管理	117
第四节 城镇节水规划	123
第五节 节水型企业考核标准及考核办法	128
第六章 节水基础工作	134
第一节 水量预测	134
第二节 企业水量平衡测试	135

第三节 用水定额	151
第七章 微机在节水工作中的应用	164
第一节 微机节水管理系统概述	164
第二节 节水管理系统的开发	166
第三节 节水管理系统实例	179
第四节 运用微机管理地下水	184
第八章 工业节水技术	189
第一节 概述	189
第二节 水质指标及工业废水排放标准	190
第三节 工业节水途径	194
第四节 水处理技术	199
第五节 冷却水处理技术	229
第九章 节水型设备与器具	234
第一节 卫生洁具	234
第二节 龙头阀门	241
第三节 公共浴室淋浴装置	244
第四节 清洗装置	246
第五节 循环水冷却装置	248
第六节 防垢除垢器	254
第七节 静电水质稳定器	256
第八节 其他	259
第十章 节水科研管理	263
第一节 节水科研管理的必要性	263
第二节 节水科研管理的任务与内容	264
第三节 节水科研的类型和管理原则	265
第四节 节水科研预测和规划	268
第五节 节水科研课题管理	269
第六节 节水科研合同	274
第七节 节水科研经费	275
第八节 节水科研成果管理	275
第九节 部分节水科研项目	278
第十一章 海水利用	282
第一节 海水利用概况	282
第二节 海水利用的范围	283
第三节 海水腐蚀	286
第四节 海生物防治	290
第五节 海水利用实例	292
附录	296

绪 论

水是地球上一切生命赖以生存，人类生活和生产活动不可缺少的重要物质，又是不可替代的重要自然资源。随着经济发展、人口增长和人们物质文化水平的提高，世界各地对水的需求日益增长，一些国家和地区在 60 年代开始发生了水危机。水的问题已引起了当代世界各国普遍关注。

一个地区的经济、文化的发展，往往同水资源的条件密切相关。一个城市的诞生和发展也同水源条件分不开。自古以来，人住邑中，必须饮水，因此邑必有井。历史上所有的城市都很注重水源条件。现代城市对水的要求更高，也更加注重水源和现代化供水设施的建设。

我国水资源总量较丰富，但人均拥有水量少，且分布不均。目前可供城市利用的淡水资源很少，城市取水总量每年只有 500 多亿 m^3 ，只占全国总用水量的 12% 左右。城市水资源的短缺、供水设施能力不足与城市经济、文化发展的需求水量之间的矛盾，日益突出，城市缺水的形势越来越严峻，已成为制约城市社会经济发展的重要因素。

解决我国城市供水紧张问题，必须本着“开源与节流并重”的方针，在建设城市供水工程设施的同时，大力开展城市节约用水工作。城市节约用水的 2000 年的奋斗目标是：要求到本世纪末实现通过城市节约用水工作解决城市经济和社会发展需要增加用水量的一半。

我国城市节约用水工作，1973 年原国家建委发布了《关于加强节约用水的意见》；1981 年国务院批转了《京津地区用水紧急会议纪要》，接着原国家建委相继召开了 25 个城市用水会议，提出了管理节约用水的政策和措施；1983 年经国务院批准，建设部联合国家经委、中华全国总工会，召开第一次全国城市节约用水工作会议，会后国务院发布了《关于大力开展城市节约用水的通知》，要求各级政府加强对城市节约用水工作的领导，实行计划供水以及确定用经济手段促进节约用水的原则。建设部根据国务院的这一通知精神，于 1986 年 11 月 4 日成立了指导全国城市节约用水工作的专职机构——城市节约用水办公室，各地也相继成立了各级政府节水管理机构，并完善城市各级节水管理体制，大大地推动了城市节约用水工作的开展；1988 年又经国务院批准由建设部发布了《城市节约用水管理规定》，这是我国第一部全国性的城市节水法规，使我国城市节约用水工作走上了依法管理的轨道。为了进一步落实贯彻《城市节约用水管理规定》，建设部会同国家计委、中华全国总工会，于 1991 年 7 月召开了第二次城市节约用水会议。会上及时传达了领导同志关于节约用水的最新批示，江泽民总书记批示：“在考虑‘八五’计划时，得认真研究水的问题，人无远虑必有近忧，应该未雨绸缪”。陈云同志指示：“水的问题始终是个大问题。要从战略高度来认识水的问题的严重性，各级领导部门，尤其是经济、科技领导部门，应该把计划用水、节约用水、治理污水和开发新水源放在不次于粮食、能源的重要位置上，并列入长远规划、五年计划和年度计划加以实施，以逐步扭转目前水资源危机的严重状况”。中央领导的批示为

我国城市节约用水工作指出了方向，对推动城市节水工作具有深远意义。会后，建设部与国家计委联合向国务院写出《关于进一步做好城市节约用水工作报告》，并得到国务院办公厅转发，指出：进一步强调城市节约用水工作，必须以法管水，要求把城市节约用水纳入国民经济和社会发展规划和规划；城市要建立合理的水价体系；做好城市地下水开发、利用和保护的管理工作；以及强调工业部门要完善节水管理体制等等。

近10年来城市节约用水工作，由于得到中央和地方各级政府领导的重视，在广大节水职工的努力下，各省、自治区、直辖市和城市的节约用水工作有了蓬勃发展，目前全国已有24个省（自治区、直辖市）机关和330个城市政府和455个县镇建立了城市节水管理机构，形成了国家、省（自治区、直辖市）、市、县（镇）的管理体制；各城市也形成了城市节约用水办公室（各主管部门的办公室）和企业、车间三级节水管理网，建立了完整的城市节水管理体系。当前城镇节水办公室的专职工作人员近万人，各企事业单位的专职、兼职节水工作人员有10万余人。

各省（自治区、直辖市）和许多城市都相继颁布了有关城市节水管理条例、办法和城市地下水资源管理办法共400余个。制定了用水定额，按照定额实行计划用水，节奖超罚。很多城市节水办公室还应用微机进行节水管理，初步走上了科学管理的阶段。

我国城市节约用水工作的深度和广度已有较大发展。就其工作深度已涉及到行政、法规、科学技术、经济和宣传教育各个领域，工作开展的范围包括对各计划用水户的节水监督管理；各地狠抓了各行业的节水技术改造，取得了年节水10亿 m^3 的成效。城镇节约用水管理必须从抓好水资源管理入手，近10年来抓好地下水资源管理，颁布了200余个省、市级有关城市地下水资源管理的规定和办法，逐步实行行之有效的凿井与取水许可相结合的管理体系。城市污水再生利用，沿海城市的海水利用等等方面也都有了发展。故论其广度已形成了全社会的节水活动。城市节约用水工作的特点是各级城市节水管理机构在各级政府主管部门领导下，承担或受委托承担了城镇节水的监督管理的政府职能，其工作范围关系到千家万户，工作的政策性很强。同时要求技术知识面广且复杂，工作任务重，工作量大。所以对广大城镇节水工作者的要求越来越高。必须要通晓城镇节约用水方面的有关法规和政策，了解各行业的用水工艺和节水技术，尤其在政治素质和工作作风方面，应严于律己，雷厉风行，模范地遵守国家法令法规，树立大公无私和密切联系群众的好作风。为使广大节水工作者适应城镇节水的新形势与任务的需要，更进一步把城镇节水工作推向一个新水平，提高管理人员的管理素质和技术素质，已迫在眉睫。为此，建设部城市节水办公室和中国城镇供水协会节水委员会，决定加强城镇节约用水的培训，组织有关节水专家、教授和节水战线有经验的管理人员，成立城市节约用水培训教材编辑委员会和编辑小组，在总结以往十几年的节水工作经验的基础上，努力编写成有理论、有实践经验、比较系统完整的培训节水工作人员的教材，供各地培训节水工作者之用。

本教材共分十一章及附录，论述了城市供水资源和运用微机管理地下水的经验；中国城镇供水；节水法规建设；节水管理及微机应用；节水基础工作；工业节水技术；节水型设备与器具介绍；节水科研和海水利用等。既有管理内容，亦有技术内容。除一般的节水管理工作外，还有法规管理和应用微机管理等。在技术方面，既有供水技术，也有工业废水处理及海水利用技术等等，所以本书涉及的学科很多，知识面广，而这些又都是广大节水工作人员应该了解的。因此，要求读者具有一定的基础知识（如化学、物理、生物）并

有初步的节水管理工作经验。

事物总是不断地向前发展的，新的经验也必将不断产生，把走过的路程和取得的成果，如实地展现给广大节水工作人员是编写本书的目的。今后应更好地总结经验和加深认识，继续组织力量使之更趋完善。

我们衷心希望我国城市节水工作的研究能不断深化，不断前进。在当今世界水资源危机重重的情况下，把城镇节约用水推向一个专门学科，这也是历史潮流的必然趋势。愿大家共同努力，肩负起这一人类历史的重任。

第一章 水资源

第一节 概述

一、水资源与人类活动关系

水和生命是不可分的，水既是生物体组成的基础物质，又是新陈代谢的主要介质。动植物的含水量除苔藓和禾本科种子外，其成分的一半以上几乎均由水组成。对人体来说也是如此，人体内水分约占体重的 $\frac{2}{3}$ ，儿童更多，约占体重的 80%。植物通过根部吸收水分，再由蒸腾作用散失，以求其平衡；动物体通过饮食获取水分，由排尿、出汗、呼吸等方式排出体外，以求其平衡。这种平衡一旦遭到破坏，即水分过多或过少，植物就要枯萎或死亡，动物就会感到不舒服或者生病以至死亡。这主要是因为生物从外界环境中吸取养分是通过水将其输送到机体的各个部分，又通过水把代谢物排出机体以外，从而维持生物内物质及能量的转化过程。为维持人体的生理活动，通常成年人应补给的水量为每日每千克体重 400mL。当人体失去 6% 的水分时会出现口渴、尿少和发烧，失水 10~20% 将出现幻觉昏厥甚至死亡。对人来说，水比食物更为珍贵，人不吃食物，生命还可维持 20 余天，但如不喝水，则不过几天便会死亡。可见，水对生命多么重要，可以说，没有水就没有生命。

一切物质生产都离不开水，世界上几乎没有一种工业不用水，没有一个工业部门不需要用水来蒸煮、清洗、溶解、浸透、加热、冷却、洗涤和结晶。水不仅是工业生产的重要生产资料，而且在许多方面还直接作为原料，通过生产过程参加到产品中去。在现代工业生产中，无论是作为生产资料，还是作为生产原料，所需的水量都很大，在我国工业取水量一般要占全国水利设施供水量的 11%，占城市总取水量的 60~80%。例如：在我国生产一吨钢需取水 63m^3 （1989 年全国平均数据），生产一吨纸品需取水 78~138 m^3 （上海市地方标准），生产一吨啤酒需取水 8~38 m^3 （山东省 45 个厂 1990 年统计数）……，由此可见，没有水，工业生产就无法进行。

水对农作物生长发育和高产优质有着密切关系，农业生产中所有的作物一生都离不开水，缺乏水的供应，它的生长发育就会受到严重影响，甚至死亡。在农业生产上，不论是提高单位面积产量，或是开垦荒地扩大耕地面积，都必需要有足够的水量予以保证。没有水就没有农业，在我国华北地区，灌溉一亩小麦地要用水 40~50 m^3 ，灌一亩棉花地要用水 35~50 m^3 ，灌一亩蔬菜地约需用水 25~35 m^3 ，在我国南方，生产一吨谷物，平均需水 450 m^3 。1988 年我国用于农业灌溉的水量达到 3874 亿 m^3 （平均每亩为 627 m^3 ），占到全国总用水量的 76.8%，可见水对农业是多么重要。

水不仅是农业的命脉，也是城市生存和发展的命脉。由于城市是政治、经济、文化、科学技术中心，又是人口、工业，能流、物质流和信息流最密集的地方。例如 1990 年我国城

市总人口（不包括市辖县）就有 3.35 亿人，占全国总人口的 29.5%，城市国内生产总值占全国的比重达到 67.26%。因此，解决好城市用水问题是一项关系到全局发展的重大课题。城市缺水，不仅严重地影响到整个国民经济的向前发展，限制了城市发展规模，也影响到人民生活安定，目前，全国城市还有不少人，因缺乏水源而没有用上自来水，仍在饮用坑水、河水、塘水和土井水。这些水都未经过净化消毒，极易危害人民身体健康。因缺水，很多城市出现大面积低压供水区，夏天吃“夜来水”的已非个别现象。如 1989 年夏季用水高峰期间，大连市供水低压区有 3.5 万户居民面临断水的危险，岭前一个居民区连续几天供不上水，一些居民砸坏了市政供水设施。同年，哈尔滨供水低压区达 30km²，有 40 万居民吃“夜来水”，太平区发生了居民与工厂争水的纠纷。武汉市 1988 年夏天因缺水，居民曾强行开启 50 多个消防栓取水饮用。1989 年西安市城区一度断水面积达 27.32km²，市长不得不采取应急措施，组织车队给居民送水。本溪市 1991 年春节前停水三天三夜。缺水，已成为影响社会安定的潜在因素。

由此可见，水这项重要的自然资源，是人类活动的物质基础。

二、水在地球上的分布

地球表面约有 70% 以上为水所覆盖，其余约占地球表面 30% 的陆地也有水的存在。

根据联合国 1977 年的统计，地球上水的总储量为 138.6 亿亿 m³，其中淡水储量为 3.5 亿亿 m³，占总储量的 2.53%，由于开发困难或技术经济的限制，到目前为止，海水、深层地下淡水、冰雪固态淡水、盐湖水等还很少被直接利用，比较容易开发利用的，与人类生活、生产关系最密切的湖泊、河流和浅层地下的淡水资源，只占淡水总储量的 0.34%，为 104.6 万亿 m³，还不到全球水的总储量的万分之一。通常所称的水资源，主要即指这部分可供使用的、逐年可以部分地恢复更新的淡水资源。这些淡水资源虽然在较长时间内可以保持平衡，但在一定时间、空间范围内，它的数量却是有限的，并不象人们所想象的那样可取之不尽，用之不竭。世界各种水体的储量见表 1-1。

世界各种水体储量

表 1-1

水的类型	分布面积 (万 km ²)	水储量 (万亿 m ³)	在世界水储量中的 %	
			占总储量	占淡水储量
一、海洋水	36130	1338000	96.5	
二、地下水	13480	23400	1.70	
其中：地下咸水		12870	0.94	
地下淡水		10830	0.74	30.1
三、土壤水	8200	16.5	0.001	0.05
四、冰川与永久雪盖	1622.75	24064.1	1.74	68.7
其中：南极	1398	21600	1.56	61.7
格陵兰	180.24	2340	0.17	6.68
北极岛屿	22.61	83.50	0.006	0.24
山脉	22.4	40.60	0.003	0.12
五、永冻土底冰	2100	300.00	0.222	0.86
六、湖泊水	206.87	176.40	0.013	—
其中：淡水	123.64	91.00	0.007	0.26
咸水	82.23	85.40	0.006	—
七、沼泽水	268.26	11.47	0.0008	0.03
八、河床水	14880	2.12	0.0002	0.006
九、生物水	51000	1.12	0.0001	0.003
十、大气水	51000	12.90	0.001	0.04

续表

水的类型	分布面积 (万 km ²)	水储量 (万亿 m ³)	在世界水储量中的%	
			占总储量	占淡水储量
水体总储量	51000	1385984.61	100	——
其中：淡水储量	14800	35029.21	2.53	100

资料来源：《世界水平衡和地球水资源》，1977

1983 年建设部《世界水资源及其开发利用概况》

三、水的循环与水量平衡

自然界的水，从来不是静止的，而是在无休止地运动之中。这是因为自然界的水分不仅受地心吸力作用，沿着地壳倾斜方向流动，而且在太阳辐射的热力作用下发生形态变化，蒸发的水分随着气流运行而转移，遇冷凝结成云或以降水形式到达地表，到达地表的水又重新蒸发、凝结、降落，这种过程，循环往复，终年不断，我们称之为自然界的水分循环。水分循环是通过降水、蒸发、土壤水、地下水、河川水流等实现的，由于这些都属于水文因素，所以也称水文循环。仅在局部地区（陆地或海洋）完成的水分循环过程谓之小循环。自海洋蒸发的部分水蒸气，随气流转移至陆地上空，并以降水形式达到地面后，经过江河湖泊或渗入地下，再归入海洋，这种复杂的水分循环过程谓之大循环。参加水分循环的水量称水的动储量，即通常所说的“水资源”。其每年循环水量的多少，通常以多年平均降水量和河川径流量（河道上特定断面下泄的水量）进行统计。根据联合国的统计资料，全球多年平均年降水深为 1130mm，全部陆面上平均年降水深为 800mm，全部陆面上多年平均河川径流量为 47 万亿 m³，折合径流深为 315mm。其中地面径流约占 69%，地下径流约占 31%。但其在地球上的分布极不均匀，适合人类生活、生产和活动的地区，可以利用的水量仅占全部水量的三分之一左右。

由于自然界的水分循环，使水成为地球上唯一能够更新的物质。它处于经常的运动之中，不断地消耗，被污染，又不断地恢复和自净着。

不断运动着的水，一方面遵循有关的物理和力学规律，另一面则还遵循物质守恒定律。对自然界整体而言，水是既不出，也不进的闭合系统，但对其他圈层或任何研究地段而言，水则是既有进，也有出的不闭合系统。在某一时间段内水量进出之差必等于此时间段内蓄水量的变化量，此即水分循环过程中的水分收支平衡，或水量平衡。此原理可推广应用到各种水体、海洋、陆地、农田、都市等条件，只不过在不同的情况下，进出水量的组成不同而已。

第二节 世界水资源的开发利用概况

人类对水资源的开发利用有两类，一类是从水源取走所需的水量，满足人民生活和工农业生产的需要后，数量有所损耗，质量有所变化，在另一地点回归水源。另一类是取用水能（水力发电）、发展水运、水产和水上游乐、保护环境维持生态平衡等，不需要从水源引走水量，但是需要河流、湖泊、河口保持一定的水位、流量和水质。本节所述主要是第一类用水形式。

一、水资源的开发利用现状

人类在早期对水资源的开发利用，主要是在农业、航运、水产和水能利用等方面，用于工业和城市生活的水量很少，直到本世纪初，工业和城市生活用水只占总用水量的12%左右。随着工农业生产的发展和人口的增长，人类对水资源的需要量也越来越大。到1970年，世界用水量已达2.726万亿 m^3 ，占世界总径流量47万亿 m^3 的5.8%。据预测，到2000年世界用水量将达6.11万亿 m^3 ，占总径流量的13%。随着人类文明的进步，一方面对水资源的需要量越来越大，例如从60年代到80年代，世界平均每15年用水量就增长一倍，另一方面可用的水资源不仅不会增加，反而还由于人为的污染等因素逐渐减少。再加之水资源在时间和空间上以及人类分布的不均匀性，使得水资源的供应和需求产生了很大的矛盾。尤其是在工业和人口集中的城市这个矛盾更为尖锐。

美国日取水量从本世纪初的1.5亿 m^3 到1980年的16.83亿 m^3 ，增长11倍多，为全国可利用水资源的30.6%。同时美国水资源的分布也很不均匀，如西南部的加利福尼亚州，农副产品产量占全国的1/4，但年降雨量仅250~500mm(美国年总雨量为800mm左右)，1977年大旱，全州缺水130亿 m^3 。欧洲的英国、爱尔兰、法国、德国、意大利、卢森堡、丹麦、比利时和荷兰等9国，1970年用水量为1285亿 m^3 ，预计2000年将达2182亿 m^3 ，增长近70%。日本水资源量5470亿 m^3 /年，1975年总用量为838.8亿 m^3 ，占水资源量的15.3%，1977年已上升到近1117亿 m^3 /年(3.06亿 m^3 /d)，占20.4%，两年上升了5%。

工业和城市生活用水发展更迅速，在总用水量中所占的比例也越来越大，从本世纪初到70年代中期，全世界农业用水增长了7倍，而工业用水却增长了20倍(由300亿 m^3 /年增至6300亿 m^3 /年)。在世界总用水量中，工业和城市生活用水，本世纪初只占12.5%，到1979年则已占34.6%。城市用水量在水资源开发总量中所占的比例及一些国家不同用水所占比例见表1-2和表1-3

世界城市用水量(城市生活用水和工业用水)占总用水量比例

表 1-2

年度	1900	1940	1950	1960	1970	1975	1979
%	12.5	19.5	22.7	20.5	24.2	26.1	34.6

1980年一些国家用水情况统计

表 1-3

国 别	取 水 量		主要部门取水量比例(%)		
	总计(亿 m^3 /d)	人均(m^3 /d)	农 业	工 业	城市生活
美 国	16.83	7.2	34	57	9
加 拿 大	1.20	4.8	7	84	9
前 苏 联	9.67	3.6	64	30	6
日 本	3.06	2.4	29	61	10
墨 西 哥	1.49	2.0	88	7	5
印 度	10.58	1.5	92	2	6
英 国	0.78	1.4	1	85	14
波 兰	0.46	1.3	21	62	17
印度尼西亚	1.15	0.7	86	3	11

注：1. 城市生活用水除居民用水外，还包括商业用水、公共用水，如花园、高尔夫球场用水等。

2. 墨西哥为1975年数字，印度、印度尼西亚、日本为1977年数字。

资料来源：表1-2、表1-3摘自《城镇供水》1992年第二期12、13页。

二、存在问题与解决问题的主要途径

1972年在联合国“人类环境会议”上，许多国家的报告中都强调了城市缺水问题，会议提要中指出：“遍及世界的许多地方，由于工业的膨胀和每人消费量的提高，需要量已增加到超过天然来源的境地。地下水被取竭，而且受到了污染，为不断增长的人口和膨胀的工业提供适当的清洁水，已是许多国家的一个技术、经济和政治上的复杂问题，而且是日益深化的问题”。1977年3月联合国水会议曾向世界发出了郑重警告：“水，不久将成为一个深刻的社会危机。石油危机之后的下一个危机就是水”。

目前，世界上仍有1/4的人饮水（干净水）没有保障。地球上已有60%的陆地面积，遍及63个国家和地区面临缺水问题。

从地球上总的水储量和循环量来看，应该说地球上的水资源是很丰富的，地球上的淡水量，如果能得到妥善的保护和合理的使用，是可以供应四倍多于现今人口之用的，即可供应约200亿人之用的，那为什么还会出现水资源危机呢？这主要是因为：

（一）水资源的分布与人口、土地分布极不平衡，而且受到气候变化的影响，所以有些地区干旱缺水，有些国家人均占有水资源量丰富，而另一些国家水资源紧缺。例如：巴西年径流总量51912亿 m^3 ，人均占有径流量71488 m^3 ，而埃及却分别只有840亿 m^3 和2530 m^3 ，相差分别为61倍和21倍。世界水资源分布见图1-1。

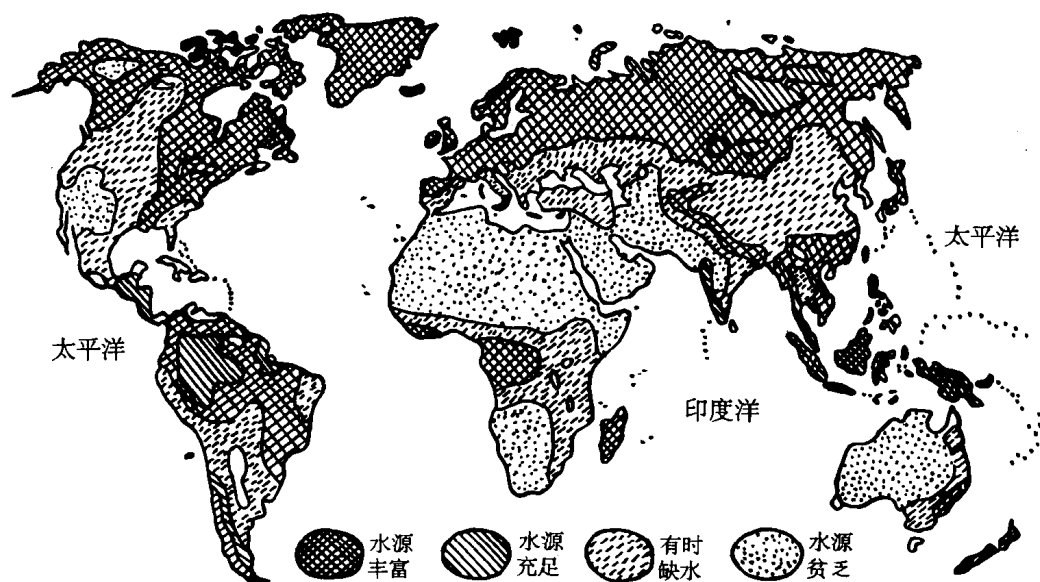


图 1-1 世界水资源分布图

（二）工农业发展，人口成倍增长，人类对水资源的需求量越来越大，造成水资源短缺。从60年代到80年代，世界平均每15年用水量增长一倍。预测到2000年，世界用水量还将增长一倍多，而水资源量不会再增加。

（三）不能恢复的耗水量不断增长。据联合国统计，1975年已有18000亿 m^3 的水不能恢复，预测到2000年，将有30000亿 m^3 的水不能恢复，加剧了水资源的紧张。见表1-4。

世界耗水量的增长量和不能恢复的耗水量 单位: km³/a

表 1-4

项 目	1900 年	1940 年	1950 年	1960 年	1970 年	1975 年	1980 年	2000 年
城市用水	$\frac{20}{5}$	$\frac{40}{8}$	$\frac{60}{11}$	$\frac{80}{14}$	$\frac{120}{20}$	$\frac{150}{25}$	$\frac{350}{38}$	$\frac{440}{65}$
工 业	$\frac{30}{2}$	$\frac{120}{6}$	$\frac{190}{9}$	$\frac{310}{15}$	$\frac{510}{20}$	$\frac{630}{25}$	$\frac{1100}{45}$	$\frac{1900}{70}$
农 业	$\frac{350}{260}$	$\frac{660}{480}$	$\frac{860}{630}$	$\frac{1500}{1150}$	$\frac{1900}{1500}$	$\frac{2100}{1600}$	$\frac{2400}{1900}$	$\frac{3400}{2600}$
水 库	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{20}{20}$	$\frac{70}{70}$	$\frac{110}{110}$	$\frac{170}{170}$	$\frac{240}{240}$
总计 (取整数)	$\frac{400}{270}$	$\frac{820}{500}$	$\frac{1100}{650}$	$\frac{1900}{1200}$	$\frac{2600}{1600}$	$\frac{3000}{1800}$	$\frac{3900}{2200}$	$\frac{6000}{3000}$

注: 分子为总消耗水量, 分母为不能恢复的耗水量。

(四) 水资源污染严重。水体污染是指进入水体中污染物含量, 超过了水体的自净能力, 使水质变坏造成危害而言。水资源污染的主要原因是工业废水、农药、生活污水以及各种固体、气体废弃物等。据全球环境监测系统水质监测项目表明, 全球大约有 10% 的监测河流受到污染, BOD 值超过 6.5mg/L, 两项最重要的营养物指标, 氮和磷在网络测定的水中也高于天然值。污染的河流含磷量中值为未受污染河流平均值 (10mg/L) 的 2.5 倍。城市是各种污染物主要排放源, 因此, 城市周围的水资源污染更严重。由于内陆的河流湖泊都遭到不同程度的污染, 清洁的淡水越来越少。例如日本由于供水水源的富营养化导致了水不良臭味的增加, 到 1987 年为止, 受害的水厂达 93 个, 供水人口约 1400 万。当前在全世界, 与水相关的疾病仍然是一个重大的危害健康问题, 特别是在发展中国家, 80% 的疾病和三分之一的死亡率与受过污染的水有关系, 水污染减少了可用的水量, 是造成水资源危机的重要原因之一。

(五) 浪费和盲目开采造成水资源不足。消费水资源最大的部门是农业。农业灌溉用水耗去了世界总用水量的 70%, 而实际上只有 40% 的灌溉用水对农业生产发挥了作用, 很大一部分被白白地损失掉了。

工业用水在总用水量中所占的比例很大, 尤其是在工业发达的国家和工业发达的城市。在工业生产已确定的工艺流程条件下, 维持正常运转所需的水量是个定值, 消耗的水量在工业生产中虽随不同行业而变化, 但与用水量相比是不大的。据国外资料介绍, 仅占用水量的 0.5~10%, 平均不足 3%, 其余 97% 的工业用水作废水排放, 不仅浪费且造成污染。在城市生活用水中 (包括单位和家庭两个方面), 也存在着很大的浪费。发达国家和发展中国家用水量相差悬殊, 如美国人均生活用水量为加纳的 70 多倍。根据日本的经验, 通过采用各种合理用水措施后, 就整体来说, 单位可减少用水量的一半, 家庭可削减 30% 左右。在城市用水中浪费最大的还有供水管网的漏水, 据美国东部、拉丁美洲、欧洲和亚洲许多城市的统计, 供水管网的漏水量占供水量的 20~25%。如维也纳市, 由于作出努力防止漏水, 每天减少损失 64000m³ 的洁净水。足够满足 40 万居民生活用水的需要。菲律宾首都马尼拉, 70 年代供水系统的漏水达 50%。

另外, 很多城市因地面水资源不够, 而大量开采地下水, 由于过量开采地下水, 造成地下水位的急剧下降, 形成大面积漏斗, 甚至发生地面沉降, 如美国亚利桑那州的图森市, 一些地区地下水位已下降了 50m, 达拉斯——福特沃思城市地区过去 25 年地下水位下降了 120m; 印度、苏联、墨西哥等许多国家都曾出现过类似情况。由于地下水位下降, 使水的

硬度超标，沿海地区海水入侵，加速了地下水污染，使可用的地下水资源减少，这是世界不少国家遇到的问题，已引起各方面的关切。

世界上不少国家为了消除潜在或实际存在的水资源危机，采取了一系列的措施，如：开源与节流、管理与保护、规划与研究、法制与宣传、行政干预与经济手段等。取得了一定的成效，其大致情况为：

1. 充分利用现有水资源

对水资源在时间和空间的不均匀分布，用各种人工手段加以调节。如培育水源林，做好水土保持工作；修整天然湖泊，防止湖泊富营养化或修筑水库及河口堰，使其增加调蓄水量的能力，以解决水资源在时间上的不均匀分布。采用地域调节如：改变上游流域、调节河流的径流状态、由其他地区长距离引水等，以解决空间的分布不平衡。

2. 做好水资源供需平衡的远景预测，科学地合理地制定水资源开发和供水工程建设的长远规划

水资源是发展工农业生产和满足人民生活需要的基本物质条件，但是水资源的开发时间较长。在通常情况下，城市供水工程设施的建设，从施工到完成一般需要5年时间，如将水资源开发也考虑在内，则需要10年左右的时间。因此，保证工业生产发展和人民生活对水资源需要的日益增长，必须切实抓紧水资源供需平衡的远景预测，制定出水资源开发和供水工程建设的长远规划。世界各国对此十分重视。日本将全国划分为几十个区域进行水资源供需平衡预测，为解决水资源供需矛盾，满足各地区不断增长的用水需要以及合理配置工业和城市建设提供科学依据。同时各国还重视基础研究与资料积累工作。如日本建设省河川局编制了河川手册，每年修订刊印一次。

3. 发挥法制和宣传工作的作用

制定各种有关水资源合理利用的法律，是用行政手段实现水资源合理利用的最高形式。世界各国对此十分重视，颁布了很多法规来保证水资源的合理利用。如日本已颁布的“国土六法”，其中第三部分就是12个关于水资源的法令。其次是按经济规律办事，适当地提高水价。许多国家和工厂所以有大量的水被浪费掉，水价过低是很重要的原因。因此适当提高水价是促进合理用水的可行手段之一。近年来，日本很多城市的水价标准采用了递增制。即随用水量的增长，超过一定数量之后收费单价也提高。在特殊情况下，例如干旱时期水量不足，则采取限水措施，强行压缩某些用户的用水量。

在利用行政和经济手段的同时，各国也十分重视合理用水的宣传工作。利用报纸、广播、电视、电影、报告会、展览会和宣传画，甚至中小学课本广泛宣传合理用水的意义和方法，做到家喻户晓，人人皆知。

4. 大力开展节约用水工作

目前在外国解决城市用水紧张，主要是采取研究节水新技术、推广合理用水的技术措施、改进用水的管理工作、降低单位产品耗水量、提高水的重复利用和循环使用率。

5. 直接利用雨水并积极进行人工降水试验

在雨量充沛地区，由于城市修建房屋及铺筑道路后，地面径流系数可由一般土地的0.5增至0.9。因此，世界上一些城市为了充分利用雨水，在市内修建一些水池或地下水库贮存雨水，经简单沉淀后，供城市浇洒绿地、道路和供洗涤用水。在一些缺水地区为了增加降水量，许多国家正在积极进行人工降水试验工作。