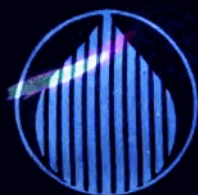


主 编 王占钊 李东祥 ■



CHENG SHI YONG SHUI GUAN LI

城市用水管理

● 济 南 出 版 社

主 编 王占鐸 李东祥
副 主 编 梁清才 林洪孝 张庆华
参编人员 游建国 王洪杰 李 丽
审定人员 陈雨孙 任光照 赵振寰 颜振元
插图绘制 张永良
责任编辑 于 干

序

城市水资源开发利用一般经历以下三个阶段：供大于需自由开发阶段；供需基本平衡阶段；需大于供阶段，出现供水紧缺及随之而来的环境生态恶化。我国目前大多数城市已处于第三阶段。客观上对于水资源进行科学管理的要求，已日益迫切。实行管理当然需要干部。因此，培训具有一定专业知识的干部，便是当前一件紧急的重要任务。

水资源管理人员，除了掌握一般行政管理知识外，还要掌握各门与水有关联的专业知识，如气象、水文、水文地质、水化学、给水排水、水力学、仪表、计算机等。因此，广大读者迫切需要一本综合理论教材。山东水利专科学校副教授李东祥、山东省滨州市节约用水办公室主任王占钙主持编写了《城市用水管理》一书，是一件非常及时而且有益的工作。

本书内容全面、实用，观点明确，深入浅出，编排合理，文字通顺、紧凑。是一本较好的、水平较高的城市用水管理专著。适于城市水资源管理干部阅读。本人读过原稿，深感编者花费了不少心血和时间，为我国水资源管理做出了贡献。为使本书能及时出版及广为发行，本人很高兴写这么几句读后感，权作序。

陈雨孙

1992年2月13日

前 言

就水资源总量而言,我国与世界各国相比,还是比较丰富的。但按人均占有资源量比较,却是一个贫水大国。自 20 世纪 70 年代以来,在我国许多城市,尤其是华北地区和东北地区南部的一些城市,因水资源匮乏而相继出现供水紧张的局面。工业用水和城市居民生活用水越来越紧缺。水资源危急已严重制约了城市和工业乃至整个国民经济的发展。对于水资源的消费,已经由自由消费过渡为计划消费,甚至抑制消费。水的问题如不能很好地解决,势必迟滞我国现代化建设的进程。人们被水的问题而困扰,人们也不能不思考着和企盼着解决水的出路。

出路是有的,一是要提高科学技术水平;二是提高用水的管理水平。把工业办成节水型工业,把农业办成节水型农业,把社会建成节水型社会。以有限的水资源来保障城市经济的持续发展和保证人民生活最基本的物质需要。

要实现科学管理水资源、科学用水,就必须提高城市水管理人员的业务素质。就目前情况看,我国在高层次的技术领域中,已具备实行科学管理的能力。但从具体管理工作人员尤其是基层管理人员的业务素质看,情况尚不能令人满意。本书就是为广大城乡水资源管理工作、城市用水管理人员和厂矿企业水管理技术干部而编写的。本书也可作为城市给排水、水资源等专业的大、中专学生的教材,可供水利、城建、环保等系统的科研人员、工程技术人员和管理干部参考。

本书首先介绍了水资源概念和水资源量,城市供水系统;又介绍了区域性水资源评价,以及企业水平衡测试、用水考核指标计算

与评价,这对工矿企业尤为适宜。书中还介绍了用水水质,用水预测方法、用水规划、用水管理、用水管理应用微机系统的经验等。

本书中的第一、三章由李东祥、王占钙编写;第二、五、七章由林洪孝、梁清才、游建国编写;第四、六、八章由张庆华、王洪杰、李丽编写。

本书经建设部综合勘察设计院陈雨孙、水利部水资源司任光照、同济大学赵振寰、山东水利专科学校颜振元等专家、教授审定。

泰安市副市长杨庆蔚、滨州地区建委主任张本松、滨州市副市长隆方同等,对本书的编写给予了关心支持,诚致谢意。并对本书编著者所在单位山东水利专科学校、滨州市节约用水办公室的有关同志,也在此一并致谢。

编者著

1992年3月

目 录

第一章 城市用水.....	(1)
第一节 我国的水资源.....	(1)
第二节 城市水资源与城市供水	(10)
第三节 城市水源	(18)
第四节 城市供水系统	(20)
第五节 城市供水的水量、水质、水压	(35)
第六节 城市排水系统	(38)
第二章 区域水资源分析计算	(42)
第一节 水资源分析基础	(42)
第二节 降水资源与蒸发	(48)
第三节 地表水资源	(58)
第四节 地下水资源	(66)
第五节 区域水资源总量与可利用量的分析	(81)
第三章 水平衡测试	(88)
第一节 有关水量的基本概念	(88)
第二节 水平衡测试内容.....	(103)
第三节 企业水平衡测试的工作步骤.....	(112)
第四节 量测设备.....	(113)
第四章 城市用水考核与评价	(144)
第一节 城市用水考核的分类与步骤.....	(144)
第二节 工业企业用水考核.....	(146)
第三节 城市生活用水考核.....	(153)
第四节 城市用水总体考核.....	(160)
第五节 工业企业用水评价.....	(165)

第六节 城市用水定额的制定·····	(184)
第五章 城市水质 ·····	(193)
第一节 城市用水水质·····	(193)
第二节 城市水污染·····	(208)
第三节 城市水质评价·····	(226)
第四节 城市废污水处理·····	(242)
第六章 城市需水量预测 ·····	(251)
第一节 需水量预测的程序与基本资料·····	(251)
第二节 工业企业需水量预测·····	(254)
第三节 城市生活需水量预测·····	(275)
第四节 城市需水总量预测·····	(280)
第七章 城市用水管理的政策与措施 ·····	(290)
第一节 城市用水管理的组织措施·····	(290)
第二节 城市用水管理的基本制度·····	(294)
第三节 城市节水的技术途径·····	(302)
第八章 城市用水管理的微机应用 ·····	(321)
第一节 微型计算机及其应用简介·····	(321)
第二节 企业用水考核的微机管理系统·····	(325)
第三节 城市供水微机管理系统·····	(336)
附 录 ·····	(338)
一、非法定计量单位与法定计量单位的换算关系	
(示例)·····	(338)
二、体积、容积换算·····	(339)
三、单位体积、容积的重量换算·····	(340)
四、流量换算·····	(340)
五、水的各种硬度单位及换算·····	(341)
六、给水排水常用名词缩写·····	(341)
七、给水排水常用符号·····	(342)

八、地面水水质卫生要求	(342)
九、十三种工业用水水质	(343)
十、工业废水中有害物质最高容许排放浓度	(344)
十一、地面水中有害物质最高容许浓度	(345)
十二、化工生产用水量定额	(346)
十三、造纸用水量定额	(348)
十四、天津市工业用水定额	(349)
十五、北京市生活用水定额	(357)

第一章 城市用水

水是人类赖以生存的最重要的基本要素之一,是人类生活和进行工农业生产活动不可缺少也无可替代的重要物质基础。人体内 80% 的重量由水组成。没有水就没有生命,也没有人类,更没有人类文明的发展进步。

第一节 我国的水资源

一、地球上的水

地球上共有 13.86 亿 km^3 的水。其中海水有 13.38 亿 km^3 , 占全球总水量的 96.5%; 淡水有 0.35 亿 km^3 , 占全球总水量的 2.5%。在这不多的淡水中还有 0.24 亿 km^3 的水以冰雪的形式存在于南北极及陆地高山区, 常年不化。余下的河床蓄水、湖沼储水, 以及生物水等总量不到 0.18 亿 km^3 。也就是说, 地球上的水虽然不少, 但可供人类享用的淡水还不到地球总水量的 1% (表 1—1)。

二、水资源

广义地讲, 地球上的一切水体都是人类的宝贵资源。但是, 地球上的所有水体在现阶段还不是都可以供人类使用的。由于经济和技术的原因, 海水淡化量仅仅是很有限的一部分。因此, 当前我们所说的水资源只是可以供人类生活、生产使用的那一部分淡水资源。我国《水法》中界定的水资源概念“是指地表水和地下水”, 《水法》还同时规定, “水资源属于国家所有, 即全民所有”。

表 1—1

地球上的水及其组成*

项 目	总水量 10 ⁶ km ³	占百分比 %	淡水量 10 ⁶ km ³	占百分比
世界总水量	1385.98461	100	35.02921	100
海 水	1338.0	96.5		
地 下 水	23.4	1.7	10.53	30.1
土 壤 水	0.0165	0.001	0.0165	0.05
冰雪总量	24.0641	1.74	24.0641	68.7
南 极	21.6	1.56	21.6	61.7
格陵兰岛	2.34	0.17	2.34	6.68
北 极	0.0835	0.006	0.0835	0.24
山 岳	0.0406	0.003	0.0406	0.12
冰土地下水	0.3	0.022	0.3	0.86
地 表 水	0.18999	0.014	0.10459	0.30
湖	0.1764	0.013	0.091	0.26
沼 泽	0.01147	0.0008	0.01147	0.03
河 川	0.00212	0.0002	0.00212	0.006
大气中水	0.0129	0.001	0.0129	0.04
生物内水	0.00112	0.0001	0.00112	0.003

* 日本,《地下水、井和泵》,1981年第一期。

地表水主要是指河川径流。河川径流量的大小由降水(雨、雪、冰雹等)量的大小决定。

地下水主要是指埋藏在地下可供开采利用而且又可恢复的水。

地表水和地下水是可以相互转换的。地表水可以补给地下水,地下水也可以补给地表水。

三、我国的水资源量

我国多年平均降水总量为 61900 亿 m^3 ,折合降水深 648mm,比全球陆地平均降水深 800mm 少 20%。我国降水量的 56%消耗于蒸散发,只有不到 44%的降水才形成河川径流。我国河川年平均径流总量有 27115 亿 m^3 ,地下水平均年资源量 8287 亿 m^3 。扣除地表水和地下水的重复部分,我国平均年水资源总量有 28124 亿 m^3 。若含地表水和地下水的相互转换量,且按城市用水的重复水仍是独立的可利用资源计算,我国水资源总量为 34000 多亿 m^3 。

四、我国水资源的特点

我国位于亚洲东南部,太平洋西岸。领土面积有 959.7 万 km^2 。我国地势西高东低,地形复杂多样。在气候上东南部季风强烈,西北部大陆性气候特别明显。年降水量由丰沛的东南部向北向西递减,降水量年变化较大,一般多集中在夏季。由此,我国水资源有如下特点:

第一,降水量和河川径流量的地区分布极不均匀,水土资源组成很不平衡,南方水多地少,北方水少地多。长江以南地区,耕地面积占全国耕地面积的 38%,而河川径流量却占全国的 83%;淮河及其以北地区拥有全国 62%的土地,却仅有全国年径流量的 17%。黄、淮、海、辽 4 河流域面积为 157 万 km^2 ,拥有 6.2 亿亩的耕地,占全国耕地面积的 42%,但水资源量仅有 2222 亿 m^3 ,占全国的 7.9%。

第二,降水以及河川径流量的年际变化很大,年内分配也不均匀,北方更甚于南方。华北和东北地区每年 6~9 月份的降水量一般占全年降水量的 60~80%,而 10 月至次年 5 月才占到 40~20%。全国多数地区河流最大 4 个月的径流量能占全年的 60~70%。年降水量最大值与最小值之比,南方为 2~3 倍,北方为 3~5 倍。年径流量最大值与最小值之比,在长江、珠江、松花江为 2~3 倍,黄河是 4 倍,淮河达到 15 倍,海河高达 20 倍,相差甚大。

第三,连丰连枯年份的出现突出。黄河 1922~1932 年是连续

11 年的枯水年。11 年的平均年径流量比常年少 30%。海河 1980~1984 年平均径流量比正常年平均径流量少 50%，其中北京市 5 年平均减少 51%。松花江在近 80 年中曾出现过连续 11 年和连续 13 年的枯水期。1916~1928 年 13 年的平均年径流量比常年少 41%，而 1953~1966 连续 14 年又比正常年多 41%，浅层地下水如遇连续枯水年其可开采量也显著减少，但比河川径流缓和。

我国水资源的特点，是造成水旱灾害频繁、增加水资源开发利用难度和复杂性的原因。

五、我国水资源开发利用现状

1. 水资源开发利用水平

在我国拥有的 28000 多亿 m^3 的水资源中，据 80 年代中期资料表明，已开发利用约 4700 多亿 m^3 ，开发利用率为 17%。低于前苏联的 27%。美国的 34%。据 1980 年资料表明，在开发利用的水量中，城市生活用水 67.69 亿 m^3 ，约占已开发利用总量的 1.5%；工业用水（包括发电）457.32 亿 m^3 ，占 10.5%；农业用水，包括农村生活、工副业、林牧畜业和灌溉等用水 3911.89 亿 m^3 ，占 88%（表 1—2）。

表 1—2 我国各类用水所占比例统计(%)

项 目	1949 年	1957 年	1965 年	1979 年	1980 年
农 业	97.10	94.63	92.75	88.00	88.0
工 业	1.90	3.86	4.34	5.52	10.5
电 力	0.39	0.83	2.26	5.03	
城市生活	0.61	0.68	0.65	1.45	1.5
合 计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

2. 城市供水

据 1987 年资料统计，全国已有 300 多个城市建设起供水系统。自来水日供水能力为 4020 万 m^3 ，年供水量 128 亿 m^3 。城市工

矿企业,事业单位的自备水源日供水能力总计约为 6755 万 m^3 ,是自来水供水能力的 1.7 倍;年供水量达 170 亿 m^3 ,是自来水年供水量的 1.33 倍。在 7400 多个建制镇中有 28% 建立起了供水设施,日供水能力约 800 万 m^3 ,年供水量为 29 亿 m^3 。

3. 农田灌溉

全国农田灌溉面积 1950 年为 2.4 亿亩,1980 年为 7.2 亿亩,占全世界总灌溉面积 32.9 亿亩的 22.3%。高于同期全世界灌溉面积平均增长率的 2.7%。据 1980 年统计,我国有灌溉设施的农田占全国总耕地面积的 48%,生产全国粮食总产量的 74%。

4. 水力发电

我国水力发电装机容量已达到 2630 万 kW,居世界第六位。水力发电装机容量占全国发电总装机容量的 31%。水力发电量占全国总发电量的 22%。

5. 其他

我国水上航运、淡水养殖等与水资源开发密切相关的行业也都有较大较快发展。

六、当前我国开发利用水资源存在的问题

1. 我国北方地区水资源不足

我国水资源虽有 2.8 万多亿 m^3 ,居世界第六位(在巴西、前苏联、加拿大、美国、印度尼西亚之后),但按人口平均每人只占有 2630 m^3 (习惯说 2700 m^3)。相当于全世界人均量的 1/4。按人均占有量排队,加拿大是我国的 46 倍,巴西是 16 倍,印度尼西亚是 9 倍,前苏联是 7 倍,美国是 5 倍。除上述 5 国外,我国还低于日本、墨西哥、法国、南斯拉夫等 70 多个国家、位居第 88 位。从人均占有量看,我国的水资源实在算不上丰富。

我国水资源在时间、空间上的分配又极不均匀,所以造成了许多地区尤其是北方 7 省(市)严重缺水。据 1984 年调查,有 180 多个城市缺水,占城市总数的 60%,平均日缺水量 1240 多万 m^3 。其

中 14 个沿海开放城市平均日缺水 190 多万 m^3 。大连、青岛、太原等城市生活用水实行定时定量供应。天津、烟台一些城市因缺水致使不少工厂被迫限量生产或停产,造成严重经济损失。我国每年因缺水造成的经济损失约 200~1000 亿元。农村当前还有 5000 多万人和 4000 多万头牲畜的安全饮用水问题尚未解决。有的山区农民要到数里乃至数十里外运水吃。

由于供水不足,许多地区就超采地下水,造成大面积的地面沉降,地面建筑裂缝、歪斜,以致倒塌。以前津浦铁路泰安以南地段曾因地下水位下降火车限速行驶。有的滨海地区如山东莱州市,海水入浸面积达 71km^2 。北方地区已形成北京、保定、石家庄、邢台、邯郸、安阳、濮阳等总面积为 1.5 万 km^2 的地下水超采区,河北省沧州市超采漏斗深达 70m 以上。

水资源的紧缺也造成灌溉面积的减少。1981~1984 年全国累计净减少 731 万亩,1984 年全国农田灌溉总面积为 7.26 亿亩,仅与 1978 年水平相当。至 1990~1991 年灌溉面积减少才得到控制。

2. 水污染日趋严重

水资源遭受污染使相当一部分水体失去利用价值,并对人民的健康、生产建设、生态环境等带来严重不良影响。1985 年全国工业和生活污废水总排放量达 342 亿 m^3 ,其中工业废水占 3/4,有 80% 都是未经处理直接排放的,城市污水处理率只有 2.4%。在 530 多条河流中受污染的河流占 80% 以上。在调查的 44 个城市中,地下水受污染的就 41 个。另据对 9.5 万 km 长的河段调查,受到不同程度污染的占 20%,严重污染段占 5.2%。长江干流岸边污染带长达 420km,黄浦江每年黑臭期在 100 天以上。另外,南北大运河、北京通惠河、上海苏州河、济南小清河、南京秦淮河、山西汾河、辽宁浑河及太子河等污染都十分严重。湖泊、水库的富营养化趋势也非常突出。随着乡镇企业的兴起和发展,水污染正由点(城市)、线(河流)向面上(农村)发展,急剧向乡村支流小河扩散。

3. 水资源利用水平低

我国的用水水平一直比较低,长期以来不大重视水资源的综合利用,在计划用水、节约用水、合理用水、用水管理上都缺乏有力措施,造成了无计划地盲目用水,节水不力,水资源开发利用的效率低,浪费水的现象比比皆是。我国用水水平低的主要表现为:

(1)工业用水重复利用率低。我国工业用水平均重复利用率1984年为20%,近年提高到40%左右,而美国1985年已达到75%,前苏联1980年也达到75~80%,日本1982年为73.8%。就国内情况而言,也很不平衡。河北省12个城市的1983年平均工业用水重复利用率为42%(不含电力),而县镇工业用水重复率仅为21%(不含电力)。相同行业在不同地区,其重复利用率差异也很大。可以说水资源较丰富的地区低于水资源紧缺的地区。经济技术较先进的城市高于经济技术较落后的小城镇。

(2)单位产值或单位产品用水量。据1984年统计资料表明。海河流域各城市工业用水指标以青岛市为最低,单位产值用水 $61.7\text{m}^3/\text{万元}$ 。18个城市平均为 $423.8\text{m}^3/\text{万元}$ 。承德市高达 $601\text{m}^3/\text{万元}$ 。河北省1983年前的综合定额为 $1186\text{m}^3/\text{万元}$ (表1—3至表1—5)。

表 1—3 八(省)市万元产值用水量*

省(市)	天津	河南	河北	山西	表海	陕西	北京	甘肃
$\text{m}^3/\text{万元}$	600	1027	1186	1217	1226	1573	1760	2020

* 天津与甘肃相比为1:3.4。

表 1—4 华北 18 个城市工业(不含电力)用水情况(1984 年)

城市	北京	天津	太原	阳泉	大同	长治	秦皇岛	泊头	沧州
实际取水量 (万 m ³)	64001	41300	16448	4033	7468	4318	2053	328	2536
重复利用率 (%)	71.7	63.8	74.4	34.5	42.0	57.6	31.2	38.0	83.5
万元产值取水量 (m ³ /万元)	234	169	317	379	371	447	312	248	445

(续表)

城市	张家口	衡水	邢台	保定	石家庄	唐山	邯郸	承德	廊坊
实际取水量 (万 m ³)	7093	785	3579	7912	20474	15977	15186	3121	1227
重复利用率 (%)	58.0	32.8	43.7	37.1	46.8	35.6	53.3	57.1	27.8
万元产值取水量 (m ³ /万元)	424	454	478	582	474	625	533	601	536

表 1—5 八城市工业用水情况

城市 用水 情况	含火电厂			不含火电厂		
	取水量 (万 m ³)	重复利用率 (%)	万元产值 取水量 (m ³ /万元)	取水量 (万 m ³)	重复利用率 (%)	万元产值 取水量 (m ³ /万元)
徐 州	17500	72	819	10984	16	521
淮 南	20410	73	1908	15630	18	1911
淮 北	4374	91	721	2798	72	614
郑 州	14900	67	518	13416	52	478
开 封	13950	75	1104	12561	54	1087
连云港	5566	60	812	4796	22	742
清 江	6352	55	758	5610	16	695
枣 庄	6450	80	689	5853	25	698

单位产品用水量资料较少,国内外情况也很复杂,不便于全面

比较,仅以每万 kWh 发电量为说明。国外每万 kWh 用水 $0.05 \sim 2.0 \text{ m}^3$,而我国却为: 577 m^3 (兰州)、 53.3 m^3 (济宁)、 41 m^3 (上海), 39 m^3 (枣庄),相差 $300 \sim 20$ 倍之多。^{*}

(3)农业灌溉用水不合理。过去甚至现在还有些地方仍采取大水漫灌的方式进行农田灌溉,大量的水被渗漏和蒸发损失掉。渠系利用系数偏低,仅为 $0.25 \sim 0.5$ 。灌溉水利用系数一般仅为 $0.25 \sim 0.40$ 。灌溉定额偏高,有的旱田灌溉每亩达到 1000 m^3 ,稻田灌水量有的每亩高达 1500 m^3 以上。

(4)浪费现象严重。我国一方面水资源严重不足,另一方面又浪费严重。在生活用水上长期形成无偿使用或包费制,造成无节制用水,长流水现象屡见不鲜,供水管线跑、冒、滴、漏现象十分普遍。据山东9大城市分析,漏水率可达 $4.5 \sim 7\%$,鲁北有一个城市漏水率高达 12.6% 。在一些单位和居民区仍采用按人头低标准收费,用水相互攀比,加剧水的浪费。即使现在按实际用水量收费,由于收费标准太低,也起不到约束用水的作用,尤其是生活用水。

(5)水资源管理水平低。长期以来,对水资源的管理是松散无力的,似管非管。只是近 10 多年来才对水资源的管理引起普遍重视。对水资源实施科学管理也还刚刚起步。对地下水的开采、保护、涵养还没能形成“一条龙”。如在我国北方缺水地区由于超量开采地下水,造成地下水位持续下降,其中很多地方即使在雨量丰沛的丰水年,地下水的贮藏量也难以大幅度恢复。

在管理体制上也存有不少不利于水资源统一有效管理的弊端,这也影响到管理水平的提高。

(6)全社会节水意识差。在很多单位都张贴着节约用水的宣传品,但很难把宣传内容变成全社会的实际行动。水龙头常流水也并非罕见。虽然节水就是节电,但节电意识就比节水意识强得多。尽

• 山东省水利厅李开鲁《城市供水分析》(1985)