

给 水 排 水 新 技 术

主编：许京骐 陈培康
编委：李献文 郝瑞鎏 沈世杰
林秋华 李纾伯 裘本昌
姜文源

中国建筑工业出版社

给 水 排 水 新 技 术

主编：许京骐 陈培康
编委：李献文 郝瑞鎏 沈世杰
林秋华 李纾伯 裘本昌
姜文源

中国建筑工业出版社

本书是近年来给排水科学研究和新工艺设计经验总结的论文选编。收入了代表我国当前给排水新理论观点、新技术、新经验、新信息的文章共40篇。

内容包括：1.生产性科研项目的主要成果，如：微污染地下水的深度处理试验；饮用水深度处理试验研究等。2.理论研究成果，如：论生物活性炭法中生物降解与炭吸附的相互关系；活性污泥泥龄的理论及实用意义等。3.给排水工程设计新技术，如：自贡市引水工程设计与运行；周边进、出水沉淀池等。4.水资源及给水工程发展方向的研究及其对策，如：解决城市水源供需矛盾的基本对策；上海市改善供水水质的对策等。5.微机技术在给排水工程中的应用，如：开封市水资源系统管理和分配决策；市政工程设计中微机的开发和应用等。

本书可供给排水、环境工程、市政工程、卫生防疫等专业人员参考。

给 水 排 水 新 技 术

许京骐 主编
陈培康

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本：850×1168毫米 1/32 印张：14³/₈ 字数：384 千字

1988年9月第一版 1988年9月第一次印刷

印数：1—15,730册 定价：5.95元

ISBN7—112—00375—X/TU·264

统一书号：15040·5513

前 言

本书内容是以给水排水新技术开发研究成果及工程设计技术总结为中心，以给水排水学术论文为题材，经过精选、提炼、汇编而成。它是一册专业性很强的《论文集》在一定程度上从各个技术领域反映了我国当前给水排水学术水平和八十年技术发展趋向。

本《论文集》是中国土木工程学会给水排水专业委员会组织编写的。

本专业委员会系全国性的一个分科学会组织，成立于一九八五年。第一届第一次年会暨学术交流讨论会于一九八七年在杭州举行。在会上交流论文120篇，并就当前我国水资源不足、水污染严重、城市供水紧张等重要问题，进行了专题讨论。

为了有利于广泛组织开展学术活动，更好地促进技术进步，在一九八六年四月至一九八七年三月这段期间里，又在本专业委员会下，先后成立了给水、排水、建筑给水排水、机电及结构等五个学组或称委员会。同时举办了学术交流会，共提出交流论文310份。对传播新技术、新经验、新信息，都取得了很好的效果。

本书即在这六次学术交流会上提出的430多篇论文中，选编了40篇具有代表性的论文编辑成书。其中大部分文章，是在有关教授、专家及科学工作者大篇幅研究成果或技术总结的基础上，浓缩撰写成文的。提出的有关对策性、技术性和经济性的论点和创见，对解决当前我国给水排水建设事业中面临的重要问题，都有其现实意义和参考价值；对今后给水排水科学技术的发展，也将会起到一定的指导作用。

在编辑过程中，由于交流论文的局限性，也受到本书篇幅的

目 录

水资源与给水系统

1. 解决城市水资源供需矛盾的基本对策
..... 中国城市规划设计研究院 林秋华 (1)
2. 开封市水资源系统管理和分配决策
..... 中国市政工程华北设计院 许广森 (13)
3. 广州市供水系统压力分布数学模型
..... 广州市应用数学研究中心 肖化昆 (23)
..... 广州市自来水公司科研室 黎兴祖 (23)
4. 上海市改善给水水质的对策
上游引水工程简介..... 上海市自来水公司 宋仁元 (32)
5. 自贡市引水工程设计与运行
..... 自贡市引水工程指挥部 沈鹤亭 曾兴怀
..... 詹大权 李代明 (42)
6. 宝钢长江引水工程设计
..... 上海市市政工程设计院 赵秀英 (55)
7. 黑河引水方案的优化和选择
..... 西安市黑河引水工程指挥部 张世华 (65)
8. 农村给水现状与发展规划
..... 中央爱国卫生委员会改水项目办公室 杜学勤 (76)

给 水 净 化

9. 给水净化技术的发展趋势..... 同济大学 严煦世 (85)
10. 高浊度水处理技术的探讨
..... 中国市政工程西北设计院 李龙光 裴本昌 (95)
11. 我国地下水除铁除锰技术的发展
..... 哈尔滨建筑工程学院 李圭白 (105)

12. 地下水深度处理试验研究

-中国市政工程东北设计院 卜恩云
刘德明 袁起友 (117)

13. 饮用水深度处理试验(中试)研究

-哈尔滨市自来水公司 王大志 柳秉洁 (126)

14. 人工轻质陶粒滤料及全陶粒滤料滤池

-重庆建筑工程学院 姚雨霖 田平 蒋绍阶 (143)

15. 给水处理中纤维球滤料的试验研究

-清华大学 王占生 金实 马金 耿土锁 (155)

16. 迷宫式斜板沉淀装置的试验研究

-中国市政工程中南设计院 周力
李百钢 邓志光 (166)

污 水 处 理

17. 生物接触氧化法处理城市污水的试验、设计和运行

-太原市市政工程设计院 方志文 (180)

18. 城市污水水解(-酸化)-好氧生物处理工艺研究

-北京环境保护科学研究所 郑元景 王凯军
北京市政处城市污水处理研究管理所 徐冬利 (192)

19. 论生物活性炭法中生物降解与炭吸附的相互关系

-清华大学 张晓健 (203)

20. 稳定塘的技术经济分析

-北京建筑工程学院 李献文 (218)

21. 深井曝气工艺原理与开发应用

-北京市市政设计院 曲际水 (226)

22. 周边进水出水沉淀池

-中国市政工程西北设计院 许泽美
上海石油化工总厂水质净化厂 吴学琪 (243)

23. 城市煤气废水处理技术的研究

-中国市政工程华北设计院 高荫阁 唐炎 (253)

24. 活性污泥泥龄的理论与实用意义

..... 清华大学 钱 易 (262)

建 筑 给 水 排 水

25. 住宅小区给水方式的探讨..... 同济大学 钱维生 (272)

26. 高层建筑消防设计若干问题的探讨

..... 湖北工业建筑设计院 王克强 (283)

27. 卤代烷1211灭火管网系统的计算模式与电算程序

..... 城乡建设环境保护部建筑设计院第二设计所

赵世明 (294)

28. 浅谈旅游宾馆污水处理设计

..... 华东建筑设计院 潘德琦 (306)

29. 宾馆中水道设计..... 总后勤部建筑设计院 孙玉林 (316)

30. 水泵隔振技术的应用

..... 上海市民用建筑设计院 姜文源 (328)

结 构 设 计

31. 给水排水工程中的软土地基

..... 中国市政工程中南设计院 方展勇 (338)

32. 寒冷地区水厂净化构筑物土建结构方案的选择

..... 中国市政工程东北设计院 刘学叔 (348)

33. 双向预应力在矩形水池中的发展

..... 中国市政工程西北设计院 吴国泰 (359)

34. 大型缠丝预应力消化池设计

..... 中国市政工程华北设计院 何德湛 (373)

35. 钢筋混凝土圆管应力状态研究

..... 北京市市政设计院 苏庆东 苏秋菊 金 锋

刘庆仁 王学锋 (386)

36. 连云港碱厂输水管道结构设计

..... 中国市政工程西南设计院 郭天木 (402)

37. 市政工程设计中微机的开发和应用

..... 上海市政工程设计院 胡云程 (413)

自 控 设 计

38. 给水工程自动化设计问题

..... 中国市政工程西南设计院 荆绍莹 (421)

39. 水厂应用微机自动加矾技术

..... 上海市政工程设计院 朱方达 (430)

40. 水泵调速装置几个技术问题的探讨

..... 上海市自来水公司 蒋瑞敏 (442)

水资源与给水系统

1. 解决城市水资源供需矛盾 的基本对策

中国城市规划设计研究院 林秋华

随着我国经济的高速发展、城市化进程的加速和人民生活水平的提高,城市用水的需要量大大增加。现有水资源和供水设施不能满足城市的用水要求。供需矛盾日益突出。据有关部门统计,全国有180多个城市缺水,其中40多个城市严重缺水,目前缺水严重情况还在继续扩大和发展。水的短缺已成为我国北方地区和沿海城市经济和社会发展的重要制约因素。水的问题从来没有象现在这样引起人们的严重关切和普遍重视。

一、我国水资源的主要特点

1. 人均占有水资源量小

我国水资源总量约为2.7万亿 m^3 ,年径流量总量少于巴西、苏联、加拿大、美国和印尼,居世界第六位。我国水资源总量不算少,但人均占有水资源量仅约为世界人均占有量的四分之一,在世界各国中排在第86位,我国水资源并不富裕。

2. 全国水资源分布不均

由于受降雨量分布的影响,我国南方水资源丰富,北方水资源短缺。按流域分区,长江、珠江、浙闽台诸河和西南诸河四个

流域的国土面积占全国土地总面积的三分之一，而水资源量却占全国水资源总量的五分之四。占近三分之二国土面积的北方地区只有五分之一的水资源量，特别是海滦河流域和沿海一些城市水资源更加紧张。华北地区是我国最重要的经济发展区之一，工业产值占全国工业总产值的六分之一，人口占九分之一，耕地面积占七分之一，而水资源量只占全国水资源总量的1.8%，人均占有水资源量仅为全国平均的15%。水资源的不足已影响到该地区的经济发展和人民生活。

3. 径流量年际和年内季节性变化大

我国径流量集中在夏天。华北地区从六月到九月的最大四个月的径流量占年径流量的百分之七十至八十。北京地区一年中这四个半月雨季的最大径流量占全年径流量的百分之八十五。径流量的年际变化也很大，经常出现连续二、三年的枯水年。北京城市水源之一的官厅水库，曾出现过连续七年的枯水年。径流量年际和季节性变化大的特点给地表水资源的控制和利用带来了困难，需要建设更多更大的调节水库，才能逐步满足供水和防洪的要求。

二、我国城市水资源开发利用 中的主要问题

1. 水资源的开发利用缺乏统一规划和管理

地下水和地表水资源的开发缺乏统一考虑。传统的开发水源的主导原则是优先利用地下水。这在某一经济和社会发展阶段，结合当时各地的水资源条件及供需情况来考虑是对的。但随着工农业生产的发展和城市生活用水量的迅速增加，水资源出现紧张，供需矛盾突出之后，如果各行业不按地下水采补平衡的要求开采地下水，缺乏统一规划和协调，工业、农业和城市都在无限制地开采地下水，就必然要引起城市水资源的失调。近年由于不少城市对于地下水的超量开采，地下水位逐年下降，抽水泵程增大，耗电增加，水的成本提高；地面下沉使有些地区雨后积水，

增加了防洪的困难，甚至引起道路、地下管道和构筑物的破坏，海水入侵，含氯量增加。特别应该指出的是对工业自备水源的开发没有统一的管理，造成水资源不足和用水浪费情况日益严重。根据统计资料，从1972年到1982年的10年间，我国城市公共供水系统的供水能力增长1倍，而城市自备水源的供水能力增长了2.5倍。这一期间城市工业产值增长1.1倍。自备水源的新增能力大大超过公共供水系统供水能力的增长，这说明过去开发自备水源，不计量、不交水资源费，任意抽取，造成用水严重浪费。由于超量开采，地下水水位逐年下降。报废水井不断增加，造成了自备水源开发投资的浪费。因此搞好水资源开发利用的统一规划和管理，是充分利用有限城市水资源的必要条件。

2. 水的利用率低

衡量水的利用率高低，是用取水量变化与产值变化关系的弹性系数、万元产值取水量、单位产品产量的取水量和重复利用率等指标来表示的。反映工业取水量变化与工业产值变化的弹性系数，等于在一定时间的工业取水量变化百分率与该时间工业产值变化百分率之比。这一弹性系数越大，耗水量也越大。从60年代中期到70年代中期的10年间，美国、日本、荷兰总取水量变化与国民生产总值变化关系的弹性系数分别为0.2、0.26和-0.37。我国在同期间工业用城市自来水与城市市区工业产值变化的弹性系数为0.74。这说明我国要获得和这些工业发达国家相同的工业增长速度，水量增长要比这些国家快，即要多消耗水量。

从用水单耗和重复利用率也可以看出，我国水的利用率是比較低的。国外火电工业先进的用水指标是1kWh电耗水3l。我国火电工业比较先进的用水指标是1kwh电耗水9.7l，比国外大二倍。我国大型钢铁厂每吨钢耗水量比国外同类规模的先进厂高六、七倍，甚至高十几倍。从整个工业看，目前我国只有大连、青岛、北京、天津、上海、沈阳、西安等少数城市工业用水重复利用率达到60%以上。美国1973年全国工业用水重复利用率为68%，日本1975年工业用水重复率为64.4%。大体可以认为我国

节水工作搞得比较好的城市，八十年代中期的工业用水重复率相当于工业发达国家七十年代中期的工业用水重复利用率。水的利用率低和用水严重浪费是造成我国城市水的供需矛盾紧张的主要原因。

3. 水源污染减少了可利用的水资源量

随着城市工业和生活用水量增加，城市排出的工业废水和生活污水也相应增加。1985年城市排出的污水总量达230亿 m^3 。经过城市污水处理厂处理的水量只占2.5%。85%以上的污水未经处理直接排入水体。我国排入水体的总污染量，目前还没有得到控制，排放量远大于治理量，污染仍在继续恶化。上海的水资源量是丰富的，但由于市区每天排出540万 m^3 的污水，85%未经处理直接排放，使黄浦江的水质越来越恶化。近年来黄浦江水黑臭天数达100天以上。这样的原水水质作为饮用水水源已为人们所难以接受。从根本治理被污染的黄浦江，使其水质达到饮用水水源标准，在短期内是不可能的。因此决定花10亿投资，把自来水厂取水口移至黄浦江上游，输水干管两次过江，把水输送到各个自来水厂，进行处理后，送至用户。这是改善几百万上海市民饮用水水质的重大措施，是非常必要的。同时也应该看到，从河流生态和环境考虑，苏州河、黄浦江一定要治理，又需要大量的投资。由于城市近处水源受污染，需要更换取水口，到远处去取水的例子，不仅是上海一个城市。废水任意排放，污染水体，有害人民身体健康。为了改善水质，要采取远距离输水或建深度处理设施。供水工程投资也大大增加，这给新建供水设施增加了困难。因此解决水资源紧张问题，必须与水污染治理综合考虑。我们不应该允许城市水源继续遭受污染，使原来可以利用的水资源量不断减少。

三、解决城市水资源供需矛盾 的基本对策

1. 合理分配开发利用水资源

水资源量是有限的。国民经济的发展和城市化对水的需求又

在不断增加。如何对有限的水资源进行合理的分配，需要在水资源规划管理中统一考虑。一般把用水分为农业用水、工业用水和城市生活用水。我国农业用水在总用水量中占的比重很大。就全国而言。七十年代末农业用水量占总用水量的88%，工业用水占11%，城市生活用水占1%。目前，城市总用水量中，虽然工业用水和生活用水所占比例有所增大，但农业用水的比重仍然是相当大的。表1-1为八十年代初我国一些城市总用水中各类用水的比例情况。

一些城市总用水量组成(%)

表 1-1

		农业用水	工业用水	城市生活用水
北	京	68.5	22.8	8.7
太	原	58	33	9
大	连	81	15.2	3.8
宁	波	82	14	4
北	海	89.1	8	2.9

我国农业用水比重大的原因，一方面由于农业在我国国民经济中占有相当重要的地位，另一方面我国农业用水的利用率很低，水没有得到充分利用，浪费还很严重。因此，必须重视农业用水的合理利用问题。农业的节水潜力很大，狠抓农业节水对缓解水资源的供需矛盾具有重大作用，是水资源紧缺地区必须采取的一项重大措施。

随着工业的发展和城市人民生活水平的提高，工业用水和生活用水在总用水量中的比例不断增大。从发达国家日本和发展中国家墨西哥的用水组成的变化可以看出这种发展趋势(表1-2和表1-3)。日本在1965~1975年的10年间，在总用水量中所占比例增加最快的是生活用水，其次是工业用水，而农业用水所占比例下降，墨西哥也有类似情况。

我国用水组成变化会出现类似的趋势。生活用水和工业用水所占比例会逐渐增大，农业用水比重相应减小。在工业高度发达

日本用水变化及预测

表 1-2

	1965		1975		1985		1990	
	用水量 (亿m ³ /a)	%	用水量 (亿m ³ /a)	%	用水量 (亿m ³ /a)	%	用水量 (亿m ³ /a)	%
工业	117	18.3	182.8	20.9	259.3	23.5	292.8	24.3
生活	67.4	9.7	123.4	14.0	188.3	17.1	214.6	17.8
农业	510.6	72.0	570	65.1	655.0	59.4	700	57.9
合计	695	100	876.2	100	1102.6	100	1207.4	100

墨西哥的用水变化和预测

表 1-3

	1950		1975		2000	
	用水量 (亿m ³ /a)	%	用水量 (亿m ³ /a)	%	用水量 (亿m ³ /a)	%
工 业	1	0.4	10.71	2.6	50	6.2
生 活	2	0.8	11	2.8	42	5.2
农 业	236	98.8	380	94.6	713	88.6
合 计	239	100	401.71	100	805	100

高度集中、城市人口密集、而水资源又短缺的地区，这种比例变化会更大、更快些。当水资源开采量达到其最大可利用量时，为了保证城市生活用水，要压缩农业用水，甚至压缩工业用水。这样农业用水不仅所占比例下降，而且使农业用水量大大缩减。因此水资源规划管理部门应根据城市和工业发展情况，主动调整水资源的分配比例，并积极采取有效措施，使其既能优先满足城市人民生活必需的用水，又能合理安排好工业用水和农业用水，使工农业在压缩用水量的情况下，能协调发展。合理分配水资源是一项非常复杂的工作，要对各城市的水资源量及其分布取得可靠的数据，掌握目前的用水现状，并根据国民经济的发展和城市的

发展进行用水量预测，再进行综合分析，提出近、远期水资源量的合理分配方案。

前面已经提到，由于地下水严重超采，地下水位大幅度下降，造成取水成本增加、地面下沉、水井报废等严重后果。其中一个重要原因是城市地下水开发没有统一规划，各企业、各单位可以任意打井，而农业打井失控情况更加严重。一般来说，地下水自备水源供水量在城市供水量中所占比例越高，水的利用率越低。因此，为了有效利用水资源，必须严格控制自备水源的开发。应该制定政策、采取措施，逐步减少城市自备水源供水量的比例，不断提高城市公共供水能力。在地下水过量超采地区，应该鼓励并制定计划用地表水源代替地下水源，并采取回灌等措施，使地下水位逐步回升。

合理利用水资源不仅考虑水量问题，还要考虑水质问题。地下水一般具有水质好、水温变化小、成本低、不易受污染等优点。城市生活用水对水质要求较高，地下水应优先保证城市居民和公共生活用水。地下水还有易储存的优点，在制定地下水开发或保护规划时，还应考虑留有一定储量，以备应急需要。要根据工业用水水质要求、考虑城市工业布局和供水系统的供水可能，分别给工业提供不同质的水源。水质要求高的工业供给地下水或城市公共自来水，水质要求较低的工业供给地表水或经过处理的城市污水等其它水源，农业用水也可用处理后的污水或其它水质差一些的水。这样可以大大提高水利用的合理性，获得更大的经济效益。

2. 节约用水是解决城市水资源供需矛盾的主要对策

有关部门估计，目前我国城市缺水 $1200\text{m}^3/\text{d}$ 。从1978年和1985年统计资料可以看出，城市公共供水系统的年供水量从 78.8亿m^3 ，增加到 128亿m^3 ，平均每年增加约 7亿m^3 ，相当于 $192.8\text{万m}^3/\text{d}$ 。因此，靠新增供水能力来满足按目前的用水水平估计的缺水量是不可能的。

引起城市供水紧张的原因是多方面的。城市居民生活水平提

高,生活用水逐年增长;新的城市公共建筑和设施的大量出现,公共用水量增加;新建工业企业要求增加工业用水量;老企业生产的发展也不同程度地要求增加供水量;第三产业的发展引起用水量增加等。这些因素都引起城市用水量迅速增长、供需矛盾日益突出。但是最主要的一条是我国水的利用率低,用水严重浪费。水资源紧缺程度越高,用于开发新水源的资金越少,水的供需矛盾越突出,节约用水就越显得更为必要,在今后相当长的时间内,节约用水是解决水的供需矛盾的主要对策。

节约用水不仅必要,而且具有很大的经济效益,社会效益和环境效益。近年来不少城市工业产值高速增长,取水量却逐年下降。北京、天津都地处缺水的华北地区。从七十年代末以来,大力开展了节约用水工作,取得了明显的效果。北京一般工业的产值1984年比1978年增长了63.7%。同时期工业取水量减少了18.4%,万元产值取水量从 469m^3 下降到 234m^3 ,即水的利用率提高了1倍。天津市的节水效果也很显著。1984年同1978年相比,工业产值提高了60%,工业取水量却减少了16.4%,万元产值取水量从 320m^3 下降到1984年的 169m^3 ,即水的利用率提高了90%。从北京、天津的节水效果可以看出,经过六年的努力。由于水的利用率提高,利用相同数量的水,工业产值可以翻一番。因此通过节水来满足工业生产发展的需要是缓解城市供水紧张的有效途径。

有些城市开发的水资源量已接近或超过可利用量,要通过远距离引水来增加水源。这类供水工程投资一般都比较高。如北京水源九厂从密云水库的水源引水。日供水 1m^3 的投资要800元以上。引黄济青工程将给青岛增加水量 $30\text{万m}^3/\text{d}$,总投资估计要8亿多元,单位水量的投资是很高的。有些城市由于当地水源受污染,要采用比较复杂的工艺流程进行处理,工程投资和水的成本也越来越高。而节水所需投资是比较低的,一般为 $100\sim 200\text{元}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ 。在开展节约用水的初期,只要少量投资,采取一些简单措施,就可以节约大量水。通过节约用水,可以减少废水量,从而减免或延缓排除废水的管道和废水处理构筑物的建设投资和

运转费用，经济效益是很大的。由于废水量的减少，废水对水体的污染也相应减轻，有利于对排入环境的污染物总量进行控制，具有明显的环境效益。近年来不少城市的工业取水量逐年下降，工业上省下来的水供给了城市公共用水和居民生活用水，有利于社会稳定，不难看出节水的社会效益。

随着节水工作的深入开展，节水的难度在加大，所需的节水投资也在增加。因此，今后节水投资能否有保证是节水工作能否继续深入的重要条件。本世纪末产值要翻二番，从水资源条件来看，要从节水中求发展，必须做好各项工作：加强节水的宣传教育，制定节约用水的有关法规、条例；完善节奖超罚的规定，利用经济杠杆发挥价值规律在节水工作中的作用；加强节水技术的研究、总结和推广工作。

3. 开发新的水资源，增加城市供水设施

我国缺水地区已开始利用新的水资源。从国内外解决淡水资源不足所采取的对策来看，海水和污水资源是两种最有前途、能代替大量淡水的水资源。

海水在全球水量分布中占97.2%，可以说是取之不尽。我国有很长的海岸线，沿海有许多重要的城市，在我国经济发展和对外开放中起着非常重要的作用。我国不少沿海城市淡水资源紧缺。如大连、青岛、天津、秦皇岛、烟台等城市由于缺水，工业发展受到限制，人民生活受到影响。有些城市已利用其靠海、海水资源丰富的优势，在使用海水代替淡水方面取得了很好的效果。1985年大连市用于冷却、洗涤、工艺等的海水量占总用水量的一半。青岛市1984年每天利用海水110万 m^3 ，而淡水取水量不到20万 m^3/d 。天津也利用了大量的海水。利用海水一般投资比较低，主要取决于取水口的设置。利用海水有腐蚀问题、海水生物在管道和设备中繁殖、生长，使管道系统阻力增加，以至堵塞等问题，但这些问题可以通过涂层、衬里，以及使用耐腐蚀材料加以解决。生物繁殖问题可以通过加氯抑制。我国不少地区有大量的苦咸水，也应充分考虑用于工业和农业。