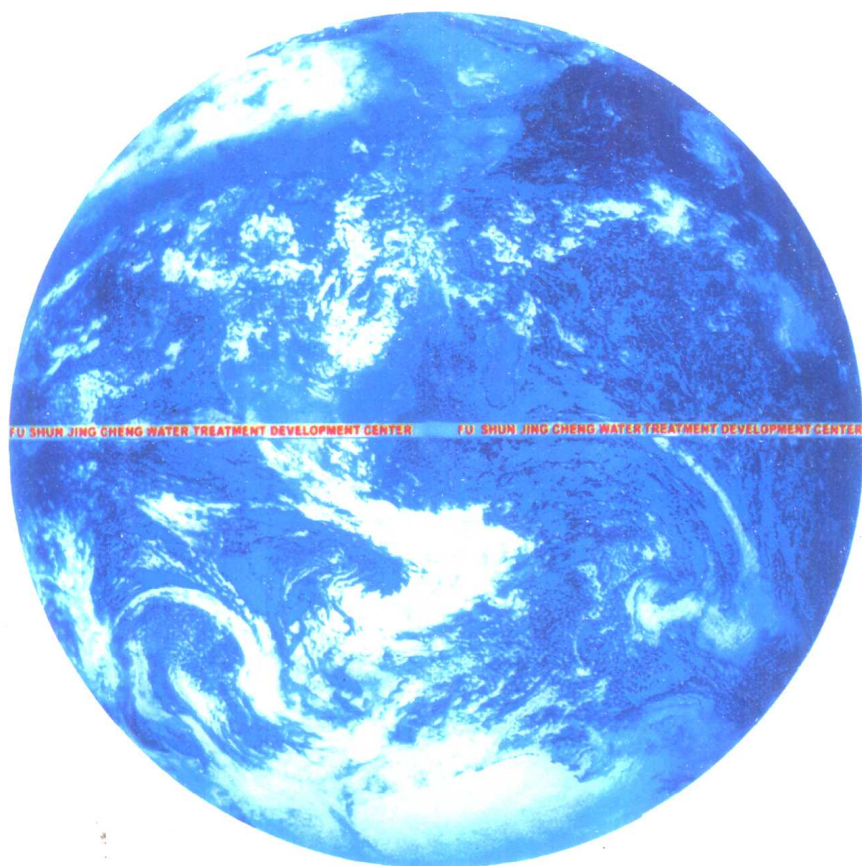


石化工业水处理技术进展

李本高 祁鲁梁 李永存 主编



中国石化出版社

石化工业水处理技术进展

李本高 祁鲁梁 李永存 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书汇集了有关工业水处理技术的部分优秀论文,对工业水处理技术和药剂、水处理设备及分析评定技术、管理经验等均作了较为详细的介绍。可供从事工业水处理的技术、管理人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

石化工业水处理技术进展/李本高等主编. —北京:中国石化出版社, 1999
ISBN 7-80043-796-5

I. 石… II. 李… III. 石油化工—水处理—文集
IV. TQ085-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 21104 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

北京金剑照排厂排版

北京京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 32.25 印张 4 插页 824 千字 印 1—2000

1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷

定价:100.00 元

《石化工业水处理技术进展》

编委会组成

主 任 张德义

副主任 陆婉珍 李兆斌 胡纪凯

委 员	汪 申	童剑浩	何承厚	贾炳贵	蔡培鸿
	张金锐	宋德朱	胡 明	左洪波	周长毅
	顾卫东	朱 勇	吴美英	于宝成	李水钦
	张皓明	何天健	吴运祥	吕碧超	王万全
	刘贵军	郑元煜	王继华	黄克根	简小工
	赵聚良	郑 塘	赵寿文	李捍东	徐永生
	赵凤昌	崔忠顺	唐向东	郭亚新	张庆河
	赵昌兴	黄由国	邹 敏	张永清	王照力
	庞如振	杨丽坤	李本高	祁鲁梁	李永存

序 言

工业水处理的对象主要是工业应用中的给排水、化学水和循环冷却水。化学水是用于锅炉及生产装置的工艺用水，循环冷却水用于生产装置冷却换热。它们的处理在炼油和化学工业的公用工程中处于十分重要的地位。

我国淡水资源不足，随着炼油和化工生产的发展，对化学水和循环水的需求量又将有较大幅度的增长。为保证石化生产装置能长周期运行，上述工业水处理的技术水平及管理必须不断改进。多年来，炼油和石化战线的工业水处理技术交流十分活跃。由中国石化水处理技术服务中心编辑的《石化工业水处理技术》期刊和研讨会文集都刊登了大量优秀论文。根据各方人士的建议，石化水处理技术服务中心编辑了本书，由中国石化出版社出版。本书的大部分文章是从内部期刊《石化工业水处理技术》和中国石化第五及第六届工业水处理技术研讨会文集中选出，又经作者修改及充实。少部分文章是特邀有关领导和专家编写的。书中的论文多数源自广大水处理科研和设计人员的成果及生产第一线管理人员辛勤劳动的宝贵经验。希望本书能够对工业水处理技术交流起到一些促进作用。

陆婉珍

一九九八年十二月十日

（陆婉珍，中科院院士，中国石化石油化工科学研究院教授级高工，博士生导师，中国石化集团公司水处理技术服务中心第一任主任）

目 录

第一章 综 述

保护淡水资源 实现可持续发展	张德义 (3)
工业循环冷却水处理技术进展	崔光磊等 (13)
世界水处理市场动态	李本高 译 (23)
努力搞好石化工业循环水工作为生产装置服务	祁鲁梁等 (29)
从质量评定看国内水处理药剂的现状	刘士永等 (34)
优化循环水系统设计加强管理提高效益	杨丽坤 (41)

第二章 循环水处理技术和水处理剂

冷却水中钙垢形成及阻垢机理的研究	王京等 (49)
循环冷却水系统浓缩倍数提高的影响因素及改进途径	庄绍祖 (64)
循环水现场监测指标的选择	杨世昌 (70)
高浊度循环水对水处理药剂缓蚀性能的影响	张健 (73)
热电厂循环水处理中的问题与对策	张书春 (76)
循环水中 $[\text{Ca}^{2+}]$ 和 $[\text{HCO}_3^-]$ 对水处理药剂阻 CaCO_3 垢性能的影响	杨小莉等 (80)
一种理想的膦阻垢缓蚀剂——2-膦基丁烷-1, 2, 4 三羧酸	张青 (86)
氯对膦缓蚀阻垢剂的氧化分解作用	张青等 (92)
新型膦缓蚀阻垢剂——2-羟基膦基乙酸	张青 (96)
含 AMPS 共聚物阻垢分散剂的研制	何高荣等 (101)
膦磺酸在循环水中阻垢效果的探讨	顾培臣等 (108)
杀菌剂研究的新进展	陈拥军等 (111)
新型有机溴杀菌剂的性能及工业应用	王征等 (125)
异丙醇在丙烯酸类聚合中的作用	杨小莉等 (130)
季膦盐杀生剂对循环水系统菌藻的杀灭作用	李本高等 (139)
稳定性二氧化氯活化条件的探索	郇和生等 (142)
稳定性二氧化氯在冷却水处理中应用前景	诸育德等 (146)
活性氯稳定剂二甲基海因的合成及性能研究	黄文氢等 (153)
工业化学清洗技术的现状与展望	马欣 (159)
大中型循环冷却水系统不停车化学清洗实例介绍	刘昕等 (170)
一种高效清洗预膜剂的性能研究	高庆丰等 (178)
全有机碱性水处理剂操作管理方法	诸育德 (185)
高碱高硬循环水加酸调 pH 值处理	杨世昌 (193)
炼油厂超低硬度低碱度的强腐蚀性水处理技术及工业应用	崔光磊等 (198)

第三章 化学水处理技术和药剂

锅炉补给水处理技术的现状和发展	韩隶传等 (205)
略谈混床的运行操作	宋业林 (218)
对双室双层浮床自由空间高度的探讨	奚连根 (221)
双室双层浮动床的应用	陈国胜 (226)
沸腾浮动床工艺的改进	江萍 (233)
逆流再生工艺的几个问题	赵造起 (237)
交换器硫酸废液再生的新工艺	夏大炎 (245)
对浮床用的树脂物化性能指标要求的探讨	奚连根 (252)
延长强碱性Ⅱ型阴离子交换树脂使用寿命的经验	宓品裕等 (258)
D301 Ⅲ型弱碱性阴离子交换树脂的研制	钱平 (264)
热电厂锅炉水汽质量恶化的原因分析与对策	赵金泉 (267)
废热锅炉水汽质量监测技术评析	田玉浓等 (271)
除盐电站扩建工程水处理工艺若干问题的研究	赵玉坤 (276)
反渗透系统运行调试中存在的问题及对策	孙培毅 (282)
反渗透技术应用综述	赵玉坤 (286)
乙二醇四乙酸洗炉的方法	范洪林 (290)
浅析锅炉水被碱液污染后的危害及措施	朱红 (293)
一种新型锅炉给水除氧剂的应用研究	陈晓峰 (296)
蒸汽皮膜剂在冷凝水腐蚀中的应用	魏思明等 (299)

第四章 污水回用技术

牛口峪水库污水回用技术探讨	任志峰等 (303)
炼油厂污水回用于循环冷却水系统的前景探讨	张文星等 (317)
工艺冷凝水的使用探讨	李修洲 (322)

第五章 冷却塔及水处理设备

有关机械通风冷却塔验收试验问题	王大哲 (329)
马利冷却塔设计和施工安装及考核测试中的体会	张美华 (333)
冷却塔特性数 N 与生产管理	黄克根 (336)
TSNL 技术在冷却塔改造中的应用	王敬等 (342)
横流塔的技术改造	李江文 (346)
冷却塔边层填料损坏原因及改造方案探讨	隋凤秋 (349)
扩大循环水冷却塔能力的技术措施	吴培香 (354)
离心泵叶轮切削与节能	王树松 (359)
重力单阀滤池的越冬措施	岳春祥等 (367)
炼油循环水系统塔池集油排泥技术	杨学敏等 (369)

第六章 分析与评定技术

水处理剂结构与组成的 NMR 研究	王京等 (373)
含 AMPS 磺酸盐聚合物水处理剂质量评定方法初探	陈文闯 (380)
循环冷却水处理中磷分析方法的改进	李萍 (383)
工业循环水中苯并三氮唑的测定	吴淑萍 (387)

循环冷却水中真菌分析条件的优化	刘芳 (391)
硫酸盐还原菌的抑菌试验	庞立志 (394)
异养菌静态杀菌试验的几点探讨	郇和生等 (397)

第七章 计算机与自动控制应用技术

循环冷却水档案微机管理系统的开发	佟立华等 (403)
循环冷却水自动控制加药系统及应用	吴美英等 (411)
化学水处理 PLC 程控系统技术改造	郎奎发 (416)
可编程控制器在化学水处理装置上的应用	王贵显 (421)
化学水处理装置成本核算系统	谢建新等 (425)
电导仪在线监测阳床失效技术研究与应用	刘世海 (429)
利用微机提高深井的技术管理水平	宋晓辉等 (433)

第八章 工业水管理经验

加强循环水管理 努力实现节水和装置长周期运行两个大目标	李丽南 (439)
科学管理是搞好水质管理的基础	崔忠顺 (446)
科学求实 不断提高循环水管理水平 确保生产满负荷长周期运行	王立夫 (451)
提高认识 加强管理 以水质达标保联合装置长周期运行	王一兵 (456)
强化对换热器的全方位管理	吴美英 (459)

第九章 新技术新产品

机力通风冷却塔的大型节能化	盛路等 (463)
一种独创的凝结水回收系统新技术的应用	李树生 (468)
LANTEC 公司 IMPAC 塔填料及在中国应用概况	董品白 (472)
新型缓蚀阻垢剂 W-1028 的应用	李修洲等 (478)
RP-93 水稳剂在茂名乙烯循环水场的应用	王红等 (484)
LN-120 水稳剂在九江石化的应用	舒小春 (488)
当代世界一种先进的水处理技术——满室床工艺及应用论述	徐光平 (491)

附 录

1. 水处理剂主要生产厂家通讯录及产品一览表	(496)
2. 离子交换树脂主要生产厂家通讯录及产品一览表	(502)
3. 冷却塔和水处理设备主要生产厂家通讯录及产品一览表	(505)

第一章 综 述

保护淡水资源 实现可持续发展

张德义

水，是生命的源泉，是一切生物生存和繁衍的基本条件。水和空气一样，是人类活动和社会发展的最基本的物资，也是地球上最普通和最常见的自然资源。正因为它最普通最常见，使人们往往忘记它的宝贵和忽视它的价值，认为它取之不尽，用之不竭，因而随意地开发和利用，无情地挥霍和浪费，使地球上本来并不丰富的淡水资源日益减少，有的地区几近枯竭。现在，越来越多的国家和有识之士已感到“水危机”正在威胁着人类的生存和社会的发展，联合国多个组织日前在阿比让发表声明和公告，呼吁各国政府和人民积极行动起来，节约和保护水资源，保持生态平衡，实现社会和经济的可持续发展。中国是公认的缺水国家，在全民族中树立节水意识，合理开发和利用水资源，遏制居民生活和工业生产对水体日益加剧的污染，已成为当前迫切需要解决的问题。石油化工企业一般来说都是用水和废水排放大户，在节约用水方面责无旁贷。

1 世界正面临水资源危机

地球上的水并不少，71%的地球表面被水覆盖着，因而地球被誉为“蓝色的星球”。但在地球上13.8亿立方公里的水资源中，97.5%是含有各种盐类的咸水，不能直接利用，陆地上的淡水资源并不丰富，而且分布极不均衡。

1.1 地球上可利用的淡水资源有限

人类生产和生活用水，主要是陆地上的地表水和地下水，人们通常所说的水资源，主要是指陆地上的这些淡水资源。地球上淡水资源总量约有3500万立方公里，而且87%以固态形式存在于冰川、冰帽和长年积雪中，又主要分布在南北两极地区；其余的13%淡水，大多都是地下水。地表湿度、沼泽和永久冻土，又占去相当于0.9%的淡水。人类比较容易利用的淡水资源，主要是江河流体、淡水湖泊水，以及浅层地下水，其储量仅占地球淡水总储量的1%，约35万立方公里。还有约1.3万立方公里的水，以蒸汽的形式存在于大气中。有人比喻，地球上可利用的水，如同一大缸水中舀出的一匙水，而这一匙水又大部分被人类自己糟蹋成为难以利用的污水！

1972年，联合国举行第一次人类环境与发展会议时就指出：“石油危机之后，下一个危机便是水”。1977年联合国大会进一步强调：“水，不久将成为一个深刻的社会危机”。1992年里约联合国环境首脑会指出：“水将成为全世界最紧迫的自然资源问题”。

1.2 世界淡水资源消耗迅速增加

人口的迅猛增长，超过了自然环境所能容纳的能力。1900年全世界人口为16亿，至1996年已达到了58亿，不到100年人口增加了近3倍。人体59%~66%是由水组成的，一个人在没有食物的情况下可以生存几周，但没有水最多只能活几天。城市的情况也如此，一个城市断绝能源或运输工具还可以维持运转，但如果断绝了水源将很快会变成一座死城。由于人口

的膨胀、城镇的增多、工农业的发展,使世界淡水的消耗急剧增加。

根据联合国统计,本世纪以来世界淡水的消费量增加了约6倍,其中,农业用水增加5倍,工业用水增加26倍,城乡家庭用水增加18倍。从1950年至1990年的40年间,世界人均淡水消费量增加了近40%。

淡水资源,大部分被利用于农业灌溉,约占全世界总用水量的70%。当今世界人口还在继续增加,粮食的需求有增无减,在先进的灌溉技术一时还难以普及的情况下,农业灌溉用水很难减少。工业用水约占全世界总用水量的24%,这部分用水虽然有潜力可挖,但需要技术和资金,大幅度减少工业用水,尤其是发展中国家还难以明显见效。饮用水和生活用水只占全世界总用水量的5%左右,人口的增加、城市化进程的加快和生活水平的提高,使饮用水和生活用水消费量逐年增加。由于各个国家生活水平和经济结构不同,人均消费水的数量差异很大,如美国每天为600L,以色列260L,欧洲200L,巴勒斯坦70L,非洲30L。这说明,发达国家人均耗水量远远高于发展中国家。

1.3 地球上水资源分布极不均衡

地球上有限的淡水资源,分布又极不均衡,65%的水资源集中在不到10个国家里,而占世界人口40%的80个国家都不同程度缺水,另外还有26个国家水资源也不足。

据“平衡与人口”协会讲,年人均占有水 1700m^3 预示将可能出现缺水,低于 1000m^3 为“慢性缺水”。联合国将人均年供水不足 1000m^3 作为严重缺水国家的标准,按此标准统计,目前世界上最缺水的国家有马耳他、卡塔尔、科威特、利比亚、巴林、新加坡、巴巴多斯、沙特阿拉伯、约旦、也门、以色列、突尼斯、阿尔及利亚、布隆迪、佛得角、阿曼、阿联酋、埃及等,详见表1。中东地区过去曾拥有丰富的水资源,尼罗河孕育了古埃及文明,底格里斯河和幼发拉底河酿造了波斯文明。但由于人口的急剧增加,大批土地沙漠化,水资源不足日趋严重。现在,中东是世界上石油资源最丰富的地区,但同时也是水资源最贫乏的地区。在沙特阿拉伯这个世界上最大的产油国,1里亚尔可以买1L汽油,却买不到1瓶矿泉水,因此,在海湾国家流传着“淡水贵如油”的说法。近半个世纪以来,中东国家因淡水资源问题一直争执不休,成为中东局势动荡不安的因素之一。阿以之间爆发的5次战争,都与领土和水资源有关。阿拉伯国家联盟秘书长马吉德最近指出,水资源已成为事关阿拉伯国家生死存亡的战略问题。

目前,全世界已有1/3的人口面临供水紧张的威胁,如果这种趋势发展下去,30年后全世界2/3的人口将处于供水紧张的环境中。世界上约有15亿人缺少饮用水,很多国家出现了“水荒”。联合国粮农组织认为,长期缺水的国家主要集中在北非、远东和撒哈拉以南的非洲。再过50年,世界上缺少饮用水的人口将达到20亿之多。缺水的问题,在非洲显得尤为突出,非洲可灌溉土地面积达4800万公顷,真正得到灌溉的只有8%。非洲埃塞俄比亚、索马里和卢旺达等也将成为最缺水的国家。详见表2。

由表2可以看出,水资源比较丰富的是拉丁美洲和北美洲,尤其是亚马逊河流域和北美五大湖区域,俄罗斯、印尼也是水资源比较丰富的国家。亚洲、非洲和欧洲水资源比较贫乏。但不管哪一个洲,水资源都在急剧地减少,特别是非洲和拉丁美洲,在近半个世纪中人均占有水资源分别减少了75.2%和73.0%。1997年6月联合国环境首脑会议认为:地区性的水危机可能预示着全球性水危机的到来。一些专家更认为,到21世纪,水、粮食和能源这三种资源中,最重要的是水。

表 1 世界上最缺水的国家

(1995 年)

序 号	国 家	年人均占有水/m ³
1	马耳他	82
2	卡塔尔	91
3	科威特	95
4	利比亚	111
5	巴林	162
6	新加坡	180
7	巴巴多斯	192
8	沙特阿拉伯	249
9	约旦	318
10	也门	346
11	以色列	389
12	突尼斯	434
13	阿尔及利亚	527
14	布隆迪	594
15	佛得角	777
16	阿曼	874
17	阿联酋	902
18	埃及	936

表 2 各大洲年人均占有水资源

(m³)

地区 \ 年份	1950	1960	1970	1980	2000
非洲	20600	16500	12700	9400	5100
亚洲	9600	7900	6100	5100	3300
拉丁美洲	105000	80200	61700	48800	28300
欧洲	5900	5400	4900	4400	4100
北美洲	37200	30200	25200	21300	17500

1.4 水资源被严重污染和大量浪费

我国历史上唐太宗李世民面对大自然的广阔无垠、高深莫测和虚怀若谷，曾感慨地说：“五岳凌霄，四海亘地，藏污纳垢，无损高深”。然而由于人类对大自然的无情攫取和恣意践踏，如今的地球已经是遍体鳞伤，五岳之高已无法医治“绿色之肺”的萎缩，四海之深也无法挽救“死亡区域”的蔓延。

由于化学肥料和各种有毒化工制品的污染，使可供人类使用的淡水总量的 1/3 受到了污

染,全世界每年排放工业废水和工业污水约 4260 亿吨,大部分没有净化处理和重复利用,直接排放到江河湖泊和近海海洋中去了。全球河流稳定流量中已有 40% 的水质发生不同程度的恶化。据有关报告讲,1995 年有 20% 的人口缺乏安全饮用水。据世界卫生组织统计,每年至少有 1500 万人死于水污染引起的疾病,沼泽污水滋生的蚊子传播的疟疾,每年使 10 亿多人受害,其中死亡达 270 万人。发展中国家的死亡人数中,有一半与水污染有关。据联合国国际儿童基金组织和联合国经济社会事务部联合发表的声明讲,从 1990 年到 1997 年,饮用不到清洁水的人数从 25 亿增加到 29 亿,约占世界人口的一半。令人担心的是,这一问题随着工业污染和其他因素还在不断加剧。由于饮用了不洁净的水,在许多地区引发了霍乱、腹泻、伤寒、甲型肝炎和其他各种传染病,每天使数千人丧命。据统计,世界上 80% 的疾病和 33% 的死亡,与饮用不干净的水有关。

由于过度开发和利用地下水资源,使地下水层不断下降。地下水约占人类生活和农业用水的 60%,工业用水的 20%~40%。目前,地球上可开采的地下水只剩下 29.9%,约占所有淡水资源的 1/3。由于过度开采地下水,世界上许多城市如曼谷、休斯顿、威尼斯、墨西哥、北京、上海、天津等出现了地面下沉的现象。地下水源的污染,对生态环境的影响是非常严重的,它关系到子孙后代的健康,如果不引起人们的重视,人类今后将会为此付出更沉重的代价。

全世界 70% 的使用水是用在农业方面,由于普遍采用明沟输水和漫灌方式,大部分灌溉用水因渗漏、蒸发而浪费掉,漫灌还会造成土壤盐碱化。可以节约用水 25%~90% 的喷灌或滴灌技术,还远没有普及。工业用水浪费也非常严重,炼 1t 钢、造 1t 纸、加工 1t 原油,生产 1t 乙烯,耗水量各个国家差异很大。联合国欧洲经济委员会调查,其大部分成员国的城市引水管道约有 40% 的水永远进不了居民家的水龙头。世界主要城市生活用水管道漏水率一般在 10%~25%,详见表 3。

表 3 世界主要城市漏水率

城市名称	洛杉矶	伦敦	巴黎	慕尼黑	罗马	新加坡	鹿特丹	东京	大阪	神户
漏水率/%	7.0	20~25	16.6	10.0	27.0	11.7	9.0	7.0	10.6	10.0

2 我国水资源不足的问题已十分突出

我国历史上曾经是一个水资源比较丰富的国家,5 万多条江河纵贯东西,数千个淡水湖泊镶嵌在大江南北,数不清的潺潺泉水从地下喷薄而出。淡水资源仅低于巴西、俄罗斯、加拿大、美国和印尼,居世界第 6 位。但是,现在人均水资源量仅有 2400m³,是世界人均水平的 1/4。全国有 1/2 河流受到污染,许多湖泊已不能作为淡水资源,干涸了的泉眼比比皆是。中国已被公认为“贫水国”,是世界上 13 个主要缺水国之一。

2.1 中国正面临水荒的威胁

据国家环保局公布的资料讲,我国地表水资源总量为 2.8 万亿 m³,地表径流量为 2.7 万亿 m³,浅层地下水量为 8238 亿 m³。随着人口的不断增加,国民经济的高速发展,水体污染的加剧,在我国已引发了季节性和局部性水荒。如任其发展下去,过不了多久,将可能出现全国性水危机。

据联合国调查的资料讲,我国人均占有水资源量居世界第 88 位(也有的资料讲 110 位),农业每年缺水 350 亿 m^3 ,城市每年缺水 60 亿 m^3 。日益突出的缺水问题,严重地影响人民生活质量和安定。我国 8000 万贫困人口中,有 6000 万人主要是因缺水而贫困,这些贫困地区几乎完全靠天吃饭。在全国 666 座建制市中,近 400 座(也有说 300 座)城市缺水,日缺水量达 1000 万 m^3 以上,其中缺水严重的城市有 100 多座。北京是严重缺水的城市之一,每人年均占有水资源不到 400 立方米,相当于世界平均水平的 $1/24$,全国平均水平的 $1/6$ 。按人均拥有水量 1000 m^3 为起码需求,2000 m^3 为缺水边缘的国际标准衡量,我国已有 18 个省市接近缺水边缘,有 10 个省市在起码需求线以下,北方 9 个干旱省份人均占有水资源仅为 500 m^3 。我国水资源分布极不平衡,全国水资源 81% 集中分布在耕地面积仅占全国 36% 的长江流域及其以南地区,淮河及其以北地区耕地面积占全国 64%,而水资源仅占全国的 19%,因而形成了松辽平原、黄淮海平原、黄土高原、川东-川北地区、云贵-岭南等 5 个易旱区。据统计,从 1950 年至 1983 年的 33 年间,受旱面积超过 4 亿亩的就有 8 次之多,干旱对日益成为我国重要粮食产区的北方威胁更大。中国北方和西北地区农村,尚有 5000 多万人口和 3000 多万头牲畜得不到饮水保障。

听起来似乎不可思议,素有江南水乡之称的浙江,近些年逢年过节不少企业给职工发放的物品,既非鸡鸭也非鱼肉,而是一桶桶纯净水。在浙江城乡随处可见一队队蔚为壮观的“卖水军”。不仅是县城和乡镇,就是杭州市夏季用水高峰期或秋季枯水期也苦于缺少纯净水。温州、台州的一些县城,一天只能供应一次淡水。据有关专家介绍,目前浙江有半数县级以上的城镇缺水。2000 年,浙江将缺水 35 亿 m^3 ,情况十分严峻。

美国经济学家莱斯特·布朗预测,到 2030 年中国居民对水的需求将从 1995 年的 310 亿 t 增加到 1340 亿 t,增加 3.3 倍;工业用水将从 520 亿 t 增加到 2690 亿 t,增加 4.2 倍;农业用水将从 4000 亿 t 增加到 6650 亿 t,增加 66%。布朗先生的预测值可能偏高,但在下个世纪初我国将面临缺水高峰是国内外专家公认的。我国水利专家预测,2020 年将缺水 300 多亿 m^3 ,如果不超采地下水,不引用未处理的污水灌溉,缺水总量可能达到 500~600 亿 m^3 。

2.2 河水断流、湖泊干涸、地下水位下降

千百年来,奔腾直下的黄河之水哺育了一代又一代的炎黄子孙,成为中华民族的摇篮,被中国人民誉为母亲河。然而就是这样一条世界著名河流,在我们这一代却出现了频繁断流,有人曾站在兰州市滨河路“黄河母亲”的雕像前发出震撼心灵的感叹:母亲啊,你的乳汁还能淌多久?历史上除了因决口改道和大坝截流出现过断流现象外,黄河自然断流始于 1972 年,1972 年至 1997 年的 26 年间,黄河出现了 20 次断流。尤其是进入 80 年代以来,几乎年年出现断流,断流时间、断流距离越来越长。70 年代平均断流为 130km,80 年代平均为 150km,90 年代平均为 300km,1995 年断流距离达 700km。1997 年 2 月 7 日山东省就出现黄河断流,至 7 月份断流已拉长到河南省开封,断流时间长达 226 天。据专家预测,到 2000 年以后黄河将会年年断流,或至少在今后 10 年中出现 8~9 次断流,断流时间将长达 140~200 天。黄河多年平均天然径流量为 580 亿 m^3 ,但目前非断流期的人海水量仅剩 170 亿 m^3 了。“黄河西来决昆仑,咆哮万里触龙门”的景象将难以再现。

除了黄河断流之外,流经中国人口最稠密地区的淮河去年也断流 90 天。根据人造地球卫星拍摄的照片分析,我国目前有数百个湖泊正在干涸,一些地方性的河流也在消失。华北平原的明珠——白洋淀,曾连续干涸了 5 年,著名的洞庭湖、鄱阳湖、太湖、洪泽湖、巢湖等五大湖泊,湖容蓄水量都在减少,湖面缩小了 $1/4$ 甚至一半。湖面和湖容减少,主要原因是

由于盲目围湖造田,以及上游水土流失大量泥沙淤积湖内造成的。五大淡水湖之首的洞庭湖,年淤沙量达1亿多t,目前湖面积比50年代缩小了40%,湖容量减少了115亿 m^3 。建国初期,湖北省有大小湖泊1066个,现在只剩下325个,水面减少了3/4以上。安徽省过去星罗棋布的塘坝,如今几乎全部填平了。新疆西部艾比湖流域,从50年代到70年代人口增长了9.7倍,耕地面积增长了8.2倍,流入艾比湖的奎屯河、古尔图河等被拦截断流,精河、博尔塔拉河入湖水量也急剧减少。现在,每年注入艾比湖的水量减少70%以上,湖面由解放前的1200平方公里已缩小到520平方公里。储水量由32亿 m^3 减少到7亿 m^3 。艾比湖正在迅速地走向干涸,1500平方公里的湖地将沦为沙漠。有人预言,50年后艾比湖将成为第二个罗布泊。

由于地下水的过度开采,导致许多地区和城镇地下水位严重下降,甚至地面下沉。如华北地区,地下水位5年来平均每年下降1.5m。北京市50年代在地面下5m深处便可以汲到水,现在井深要打到50m以下才见水。由于地下水日渐枯竭,造成地面下沉。天津市地面下沉的速度达到每年100mm;北京市地面下沉的速度也在加快,而且东郊地区也出现了明显下沉的迹象;大连市由于地下水位下降,导致海水入侵数千米。嘉兴市地面已累计下沉70cm以上,目前浙江省许多地区的水井已抽不上水了。

2.3 水资源遭到严重污染

水利部门对全国700余条大中河流进行检测,结果得知有近1/2的河水受到污染,1/10的河水因污染严重而失去使用价值,加重了我国缺水问题的严重性。根据国家环保局1996年《中国环境状况公报》介绍,我国七大水系符合《地面水环境质量标准》Ⅰ、Ⅱ类的占32.2%,符合Ⅲ类标准的占28.9%,属于Ⅳ、Ⅴ类标准的占38.9%。与往年相比,七大水系的水质状况没有好转的迹象,污染程度在进一步加剧,范围在不断扩大。目前,78%的城市河段不适宜作饮用水源,50%的城市地下水已受到污染,工业较发达的城镇附近水域污染尤为突出。在国家统计的138个城市河段中,有133个河段受到不同程度的污染,占统计总数的96.4%,主要污染参数是石油类、高锰酸盐指数、悬浮物。

1995年全国废水排放量达365.2亿t,长江流域每年污水排放量已逾150亿t,占全国总污水排放量的41%,其中工业废水占全国的45%,生活污水占全国的35%,大部分污水未经任何处理或处理了也未达到标准而直接排入长江中。长江全流域符合农用水标准的已不到45%,黄河流域则不到5%。水资源占全国江河总量12%的珠江流域,亦出现缺水现象,不少河道发黑发臭,广州市区河段水质已劣于Ⅴ类标准,江水中含有各种有害物质20余种。松花江60至70年代发生了震惊中外的甲基汞污染,目前沉积在江底的汞仍有57.7t。七大水系中,污染最重的是辽河、海河和淮河。辽河流域到枯水季节,城市河段的水质完全丧失使用功能。淮河属于Ⅳ、Ⅴ类标准的已占50%以上,上游一半支流的河水已完全丧失利用价值。海河水系除引滦专线未受到严重污染外,水系中完全不能利用的河段长达1821km。这些水系污染参数,主要是氨氮、高锰酸钾指数和挥发酚等。一旦河水中氮、磷等污染物含量过高,河水流速变缓,再遇上气温偏高,就会导致硅藻等浮游生物爆发性繁殖,引起水色异常,发出腥臭味,这就是所谓“水华”现象。1997年汉江仙桃至武汉的200多km江段“水华”现象持续了10多天,1998年2月中下旬武汉市汉江段又出现了罕见的“水华”现象,江水突然变成褐色,气味腥臭,持续了10多天。“水华”现象一般多发生在相对静止的湖泊塘堰里,而像汉江这样的大河流出现“水华”,尚属国内外罕见。主要原因是汉江中下游排污口过多,汉江已成为沿岸城市和工厂的总下水道,每年排入汉江的工业污水和生活废水达7亿多t。

湖泊、水库普遍受到污染,总磷、总氮严重超标,有机物污染面广,富营养化严重。在

主要淡水湖泊中,滇池、巢湖、南四湖和太湖污染最为严重。昆明滇池,这颗享誉中外的高原明珠,如今已不复往日的风采。水面上覆盖着一尺多厚绿藻一望无际,黑乎乎的湖水散发出阵阵恶臭,水草、鱼虾已经绝迹,船在水中几乎无法行进,人间仙境几近死水一潭。

据国家环保局对 118 个大中城市 2~7 年的地下水污染情况调查,其中 115 个城市地下水已受到不同程度污染。

2.4 我国使用水资源浪费惊人

我国农业灌溉用水占总用水量的 80%,而发达国家农业用水量一般只占总用水量的 50%~60%。我国一直沿用土渠输水和田间漫灌式浇水,有效利用率仅为 30%左右。发达国家不但实现了输水工程的防渗和管道化,田间灌水方式也在不断改进更新,已从全面喷灌向更高效的滴灌和微灌过渡,水的有效利用率达到 60%~80%。发达国家每毫米降水(折算为每亩 0.67m^3)每亩可生产 2.5kg 或更多谷物,而我国北方地区多数小于 0.5kg。在我国北方地区,灌溉耕地粮食单产可达每亩 400kg 左右,而旱地只能产 150kg。从长远看,为了满足下个世纪我国人口增长对粮食的需求,灌溉耕地面积必须增加 1 亿亩左右,而要满足农业灌溉用水的需求,必须推广管道输水和喷灌或滴灌技术。农业用水有效利用率每提高 1 个百分点,就相当于建设几座大型水库。

我国城市工业用水重复使用率很低,一般只有 30%左右,较高的上海市也仅为 50%。而德国为 64%,日本为 60%。一些重要产品单位耗水量,比国外先进水平高几倍,甚至几十倍。如我国炼 1t 钢耗水 23~56t,而日本只需 3~5t,美国、德国也不到 6t。我国造 1t 纸耗水量 300t,而国外先进水平仅为 20t。

据 1996 年供水年鉴统计,60%自来水公司抄见率不到 70%,水损失率高达 20%以上。1997 年全国城市日供水量为 1.06 亿 m^3 ,其中约有 2000 多万 m^3 中途损失掉了。日本漏水调查专家高桥健一先生认为,中国目前的供水情况相当于日本 70 年代水平。1972 年日本东京和大阪的水漏失率在 30%左右,经过近 20 年的努力,现在已经控制在 10%以下。他们准备再用 5 年时间,把漏失率降到 8%左右。我国水损失总量约占供水总量的 20%,而管道漏水占总损失的 50%~60%。近 10 年来,供水量平均每年递增 515 万 m^3/d ,未来 10 年预计每年递增 710 万 m^3/d ,如果不采取相应措施减少损失量,每年的供水量还要相应增加。

3 石化工业要为保护水资源作出贡献

在组建石油、石化两大集团之前,原石化总公司有 80 个直属企事业单位,其中包括 25 家特大型和 13 家大型炼油、化工、化纤和化肥生产企业。这些生产企业分布在 21 个省市自治区之内,我国长江、黄河、珠江、淮河、海河、松花江和辽河等七大水系流域均有石化总公司的下属生产企业,仅长江两岸就有 9 家直属生产企业。这些企业,每年消耗新鲜水 14.9 亿 t,约占全国总用水量的 0.3%,占工业用水总量的 2.87%;1997 年废水排放总量为 8.57 亿 t,占全国生产和生活废水排放总量的 2.34%,其中工业废水排放量约占全国工业废水排放总量的 3.85%,应当说,这个比例是很高的。一般来说,石化企业在各地都是消耗新鲜水的大户,也是排放废水的大户,因此,节约用水,搞好污水处理,对各个地区经济和社会发展,乃至对全国国民经济的可持续发展都至关重要。

3.1 石化企业消耗水资源数量大浪费也大

1997 年全国加工原油 1.54 亿 t,其中石化总公司加工 1.25 亿 t。石化总公司系统 1997 年