

水质监测技术

水污染物容许排放量 计算方法

5
逢甲

金传良

顾丁锡

舒金华等

主编

中国科学技术出版社

前 言

中华人民共和国成立四十年来,我国进行了大规模的水利建设,在防治水患、安定社会和发展生产中,发挥了巨大作用。然而,随着经济建设、城市发展、人口增长及生活水平的提高,对水资源的需求愈来愈大,废、污水的排放量也愈来愈多。接踵而来的水资源危机,对某些地区而言,已成为制约经济和社会发展的主要因素。水污染公害在蔓延,城市河系散发着臭气,流淌着黑水;江河沿岸污染带在扩展;一些企业随意排污,使污染从城市扩散到农村,清澈的河溪成了排污沟,清水塘变成了臭水坑。水污染不仅破坏了水资源、破坏了鱼类等水生物的生存环境,也直接损害了水利工程效益,一些兴利水库逐渐变成了污水库,输水道受到污染的威胁。水污染恶化人们的居住环境,不仅损害着当代劳动者的肌体,而且危害着下一代的健康。防治水污染,保护水资源已经到了刻不容缓的时候了。

为了使江河湖库更好地永远为人尖造福,必须对任意排污进行限制。尽管水体对受纳的污染物具有稀释自净能力,但这种能力是十分有限的。水体稀释污染物并使之无害的能力,决定于它的水量大小。如果污染物排放量超过了水体的纳污能力(即容许负荷量),或者过度地利用水资源,使水中所含杂质浓度增高,都会导致水体污染,水质恶化。为了有地效地保护水资源,在一定的区域,限制所有排污单位排入该水域的污染物总量,这是保护或改善该水域水质的有效手段,对排污单

位来说,这种办法也是合情合理的。

《中华人民共和国水法》,以下简称《水法》,已于 1988 年 7 月 1 日起实施,这标志着我国进入了以法治水的新阶段。为配合贯彻执行《水法》,用科学方法管理和保护水资源,在跨入 90 年代第一年之际,我们将《水污染物容许排放量计算方法》一书,献给从事水资源开发利用、管理和保护工作的广大管理干部和科技工作者。如果本书在保护和改善祖国江河湖库水质的工作中,起到一点有益的作用也就基本达到了目的。

本书比较系统地介绍了水污染物排放量计算的有关技术知识和基本方法,并附以实例。可供水种、环保、卫生、城建、水产养殖和工农业等部门从事防治污染和保护水质的有关人员阅读和参考。我们恳请读者对本书批评指正。

水利部水文司

1990 年 12 月

目 录

前 言

第一章	总述	1
第一节	我国的水资源概况和特点	1
第二节	我国水体污染状况	4
第三节	保护水资源是计算和限制水污染物排放量的 基本出发点	8
第四节	地面水水质标准是计算水污染物容许排放 量的依据	9
第五节	设计水量是计算水污染物容许排放量的基础	10
第六节	水质数学模型是计算水污染物容许排放量的 基本工具	12
第七节	区域水资源保护规划是确定水污染物容许排 放量的前提	13
第二章	水体污染调查、监测与评价	15
第一节	污染源调查与监测	15
第二节	水质监测	21
第三节	自然经济概况的调查	37
第四节	水环境质量评价	40
第三章	水资源保护区的确定	41
第一节	水资源保护区的分类	41
第二节	分区的主要原则	42
第三节	水资源保护区划分技术要点	45
第四节	编制分区报告书	49
第四章	设计水量计算方法	51
第一节	河流设计水量计算方法	52

第二节	湖库设计水量的确定	67
第五章	河流污染物计算方法	69
第一节	水污染物的基本特性	69
第二节	水质数学模型的建立	84
第三节	BOD—DO 水质数学模型	92
第四节	氮循环水质数学模型	132
第五节	正磷酸盐磷水质数学模型	138
第六节	大肠杆菌数学模型	139
第七节	放射性元素	140
第八节	温度数学模型	141
第九节	综合水质数学模型	145
第六章	河口污染物计算方法	153
第一节	AUTO—QUAL 模型	155
第二节	特拉瓦河(Delaware River)模型	163
第三节	河口解析解水质模型	169
第四节	二元河口水质模型	173
第五节	河口水生生态系统氮循环模型	177
第六节	苏州河水质模型	181
第七章	湖泊、水库污染物计算方法	187
第一节	均匀混合型的水质模型	188
第二节	非均匀混合湖泊水质模型	194
第三节	湖泊富营养化水质模型	202
第四节	大湖磷水质模型	207
第五节	分层湖泊水质模型	210
第六节	水库水质数学模型	213
第七节	湖、库综合水质模型	222
第八章	模型识别和参数估算	228
第一节	水质模型识别	229
第二节	耗氧系数 K ₁	231

第三节	大气复氧系数 K_2	250
第四节	同时估算河流水质模型参数	261
第五节	饱和溶解氧计算公式	267
第六节	沉降系数 K_3	270
第七节	纵向分散系数 E_x 的估算	271
第八节	藻类光合作用增氧量和呼吸作用耗氧量	278
第九节	底泥耗氧系数	280
第十节	水温对各反应率系数的影响	283
第九章	污染负荷量的预测和排入标准的制定	286
第一节	污染物负荷量的预测	286
第二节	排入标准的制定	300
附录:		311
附录 I	制定河流污染物排放标准实例	311
附录 II	制定湖泊污染物排放标准实例	321
附录 III	水文统计表	330

第一章 总 述

第一节 我国的水资源概况和特点

水是人类环境的基本要素,是人们生活、生产、社会经济与文化发展不可替代的资源。据《中国水资源评价》一书介绍,我国平均年降水总量为 61889 亿 m^3 ,平均年水资源总量为 28124 亿 m^3 。换言之,降水量中有 45% 转化为地表水和地下水资源,55% 消耗于蒸散发。平均年河川径流量为 27115 亿 m^3 ,居世界第六位,低于巴西、苏联、加拿大、美国和印尼,见表 1-1。

表 1-1 我国年径流总量、人均、亩均水量与国外比较表

国家名称	年径流总量 ($10^8 m^3$)	年径流深 (mm)	人 口 (10^8)	人均水量 ($m^3/人$)	耕 地 (10^8 亩)	亩均水量 ($m^3/亩$)
巴 西	51912	609	1.23	42200	4.85	10701
苏 联	47140	211	2.64	17860	34.00	1385
加拿大	31220	313	0.24	130080	6.54	4771
美 国	29702	317	2.20	13500	28.40	1046
印 尼	28113	1476	1.48	19000	2.13	13200
中 国	27115	234	10.30	2630	15.06	1800
印 度	17800	514	6.78	2625	24.70	721
日 本	5470	1470	1.16	4716	0.65	8462
全世界	468000	314	43.35	10800	198.90	2353

注:外国人口是联合国 1979 年的统计数。我国人口是 1982 年普查人口数。我国人口、水量、耕地均包括台湾省。

就水资源的总量看并不算少,但由于我国国土面积大,人口多,耕地面积也比较多,故人均,亩均占有水量都比较低。人均

占有河川径流量为 2630m^3 ，仅为世界人均占有量的 $1/4$ ，是美国的 $1/5$ ，苏联和印尼的 $1/7$ ，加拿大的 $1/50$ ，列在世界第 88 位。日本河川径流量仅为我国的 $1/5$ ，但人均占有量却为中国的两倍。我国亩均占有河川径流量为 1800m^3 ，是世界亩均占有量的 $3/4$ ，远低于印尼、巴西、日本和加拿大。由此可见，按人均、亩均占有水资源量计，我国的水资源并不丰富。

我国水资源的地区分布很不均匀，南多北少，见表 1-2。北方有的地方，人均占有量只相当于世界最干旱的国家。全世界，按人均占有水量属末位的是西德和荷兰（分别为 $850\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{年}$ 和 $825\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{年}$ ），而我国的淮河流域为 $623\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{年}$ ，海滦河流域仅为 $430\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{年}$ ，均低于西德和荷兰。黄河流域也只有 $912\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{年}$ ，略高于西德。

我国水资源的年际和季节变化很大，而且贫水地区的变化一般大于丰水地区。我国南部地区最大降水量一般是最小降水量的 2—4 倍，北部地区一般是 3—6 倍；年径流量的变化与降水量相一致。我国历年汛期最大月降水量都为同年最小月降水量的 10 倍以上，有的竟高达 100 多倍。我国多数地区雨季为 4 个月左右，南方有的地区可长达 6—7 个月，北方干旱地区仅为 2—3 个月。全国大部分地区连续最大 4 个月降水量占全年降水量的 70% 左右。南方大部分地区连续最大 4 个月径流量占全年径流量的 60% 左右，华北平原和辽宁沿海地区可达 80% 以上。

七十年代以来，京、津、冀、晋等省市，相继发生了水的危机。许多地方，水资源短缺已严重地制约着经济的发展。防止水污染，保护水资源已是水资源管理的一项重要任务。水资源时空分布不均的特性，是研究和计算水体污染物容许负荷量和容许排放量的重要依据。

表 1-2 各流域片人均水资源量与亩均水资源量比较表

流域片名称	流域片面积占全国百分数 (%)	水资源总量		占全国人口百分数 (%)	占全国耕地百分数 (%)	人均水量 (m³/人)	亩均水量 (m³/亩)	
		10⁸m³	占全国百分数 (%)					
内流区内陆河片(含额尔齐斯河)		1303.9	4.6	2.1	5.8	6290	1470	
外流区	北方五片	黑龙江流域片	1351.8	4.8	5.1	13.0	2630	679
		辽河流域片	576.7	2.1	4.7	6.7	1230	558
		海河流域片	421.1	1.5	9.8	10.9	430	251
		黄河流域片	743.6	2.6	8.2	12.7	912	382
		淮河流域片	961.0	3.4	15.7	14.9	623	421
	合 计		4054.2	14.4	43.5	58.2	938	454
	南方四片	长江流域片	9613.4	34.2	34.8	24.0	2760	2620
		珠江流域片	4708.1	16.8	10.9	6.8	4300	4530
		浙闽台诸河片	2591.7	9.2	7.2	3.4	3590	4920
		西南诸河片	5853.1	20.8	1.5	1.8	38400	21800
合 计		22766.3	81.0	54.4	36.0	4180	4130	
合 计		26820.5	95.4	97.9	94.2	2750	1860	
全 国		28124.4	100.0	100.0	100.0	2730	1870	

第二节 我国水体污染状况

目前,我国水污染情况相当严重,全国工业废水和生活污水的排放总量达 342 亿吨,约有 80% 以上的废、污水未经处理,直接排入地表水体。据 1985 年至 1987 年全国工业污染源调查表明,16.8 万家企业,年排放工业废水为 291.8 亿吨,约占全国废水排放总量的 80%。工业废水中主要污染物是有机物和重金属类。被调查的污染源废水中化学耗氧量为 892 万吨,重金属中的汞、镉、六价铬和铅为 3794 吨,90% 进入我国七大水系和四大海域,7.4 万多 km 的河段受到不同程度的污染。当前工业污染状况相当于发达国家五六十年代的严重时期。水污染已成为社会公害,据有关部门估计,全国每年因水污染造成经济损失至少在 300 亿元以上,对人民健康所造成的危害则更大。

我国工业企业 80% 集中在城镇,而且城市化和城市人口的发展速度也很快。1978 年全国共有 191 个城市,1985 年增加到 324 个,1986 年达到 353 个。超过百万人的城市已有 57 个,其中超过 200 万人的特大城市有 13 个。城镇人口总数占全国人口总数的比率,从 1949 年的 10.6% 增加到 1985 年的 36.9%,农村人口则从 1949 年的 89.4% 下降到 63.1%。随着城市化人口的增长和经济的发展,废污水量不断增加水体污染日趋严重。例如上海市,1984 年的工业总产值比 1949 年增长 34 倍,据调查,至 1987 年日排放废污水达 571.2 万吨,其中工业废水 407.8 万吨,而经处理的废污水仅占总量的 27.7%。换句话说,70% 以上的废污水未经处理,直接排入江中,其中每天有 7100 吨粪便排入江里。黄浦江的污染,1963 年的

黑臭天数为 22 天,而 1987 年高达 195 天,1988 年突破 200 天大关,达到 229 天。58 条支流中有 53 条受到不同程度的污染,其中有 8 条全年黑臭。又如北京市,水资源既相当紧缺,污染又十分严重,城区近郊的护城河、通惠河、凉水河和莲花河已成为主要排污河道,大部分河段水黑发臭,凉水河和通惠河出现 31.5km 长的无大型生物河段。

地下水的人为污染和自然恶化问题也相当突出,无论是干旱、半干旱地区,还是南方丰水地区、内陆地区、滨海地区和城市,凡是长期开采地下水的地方都出现了这个问题。

大江大河是陆地的大动脉,我国从北到南的六大江河:松花江、海河、淮河、黄河、长江和珠江,都已遭到不同程度的污染。长江是我国第一大河,尽管其年径流量达 9600 亿 m^3 ,水量充沛,但从渡口到上海 3600km 长的河段中,沿江 22 个主要城市的岸边污染带已达总长度的 1/7,大量的工业废水,城市污水、粪便等未经处理直接排入长江,仅重庆市每年排入江中的粪便就达 180 万吨。

支流小河的污染则更为严重,极大多数河流在经过工矿区、城镇后,其下游大多出现了严重的污染问题,水生生态环境被破坏,农业生态环境恶化,饮用水源遭污染,居民健康状况下降。例如,位于西漳河,南漳河和北漳河汇集的襄垣县,由于“三河”发源区的工矿及城市超标排污,致使全县 10 个乡镇 2 万余人的饮用水被污染,引起多种疾病,迫使不少村民背井离乡,荒芜土地 2200 多亩,并使该县养鱼等水产业萎缩。

我国湖泊水库的污染也日趋严重。鄱阳湖、洞庭湖、太湖、洪泽湖和巢湖五大淡水湖泊,都存在不同程度的污染。具有“湖上青山梦里甜”秀丽姿色的巢湖,每年接纳流域内 2500 多家工矿企业排放的废污水达 1.8 亿多吨。鄱阳湖每年接纳废

污水 10 多亿吨。位于山东、江苏交界，素有“日出斗金”著称的微山湖，盛产鱼、虾、蟹等水产，近年来，鲁、苏两省 7 个县、市的 300 多家工矿企业，每年有 2.5 亿多吨废污水流入湖里，已使 20 余万亩湖面遭到严重污染，1985 年曾发生 10 多起鱼类、水禽中毒事件，5 万多渔民，各种疾病发病率增高。“华北明珠”白洋淀，1988 年 8 月来了几十年罕见的洪水，使干涸了五年的白洋淀蓄水达 5.4 亿 m^3 ，水位高达 9m 以上，变成一片汪洋。可是自蓄水后仅一个月时间内，来自保定市的每天 26 万 m^3 的废污水流入白洋淀，使淀水变成酱油色，水面出现大面积绿萍。长此下去，每年有 1 亿 m^3 的废污水入淀，占整个蓄水量的 $1/6-1/4$ （以扣除自然蒸发和渗漏每年 2 亿 m^3 之后计），白洋淀又笼罩着被污染的阴影。

“千湖之省”的湖北省，有养殖水面 928 万多亩，是全国商品鱼基地。可是，据统计全省约有 30% 的湖泊遭到污染，其中严重污染的占 10% 左右，许多湖泊因严重污染或被填塞，名存实亡。全省每年因污染造成鱼类急性死亡所带来的直接损失在 3000 万元左右，渔业纠纷有 100 起左右。

内陆地区的淡水湖泊，由于不合理开发利用，引走入湖水源，使湖泊水位急剧下降，盐分浓度迅速增大，导致生态环境恶化，如青海湖、博斯腾湖、岱海和黄旗海等。古有“西海”之称的博斯腾湖，1958 年湖水矿化度为 $0.383-0.390\text{g/l}$ ，水是淡的。1983 年矿化度升高到 1.84g/l ，局部水域高达 $2.4-4.5\text{g/l}$ ，湖水已转变为硫酸钠型，并由微咸水湖向咸水湖转化。

沿海地区及港口城市经济发展迅速，同时面临水资源紧缺和水污染问题也十分突出，已对这些地区和城市的经济发展产生了明显的制约作用。例如，大连市，流经市区或县镇的红旗、马栏等河，由于工矿企业的排污，已使上述河流丧失了

利用价值。上海市,因长江上游过多地消耗水资源来水减少,造成海水倒灌,咸潮入侵,仅 1978 年 11 月至 1979 年 5 月,长达 7 个月的咸水包围了崇明岛,造成农田不能灌溉、渔场缩小、鱼产下降、加剧航道淤浅;1979 年上半年,上海的涉外工业由此而造成的直接经济损失达 1400 万元(扣除降价处理回收部分)。又如广州市,通过市区的 15 条河流已成了纳污河道,13 处风景游览湖的水质在加剧恶化,全市十大自来水厂的水源地水质,受到污染的威胁。

地下水被污染和自然恶化也相当突出,由于农作物长期使用不合标准的污水灌溉,工业废水又乱排乱放,造成大面积地下水污染。如北京市南郊水源七厂的水源井受到污染毒物侵染,报废四眼水井,每天有 30 万 m^3 的水不能开采,市区有 12 眼井被迫停产,有 24% 的水源井的硬度超过标准。山西省是水资源严重紧缺省份之一,据监测资料表明,太原、大同、阳泉、长治、运城、晋中、永济县的地下水已普遍受到污染,地下水污染程度与河川污染程度呈正相关关系。在沿海地区和城市,由于过度开采地下淡水资源,导致咸水入侵,入侵面积随开采量和开采时间的延长而扩大。如大连市,地下水咸水入侵面积 1964 年为 2km^2 ,1978 年扩展到 49km^2 ,1982 年剧增到 221km^2 ,最严重的区域咸水入侵面积已达总面积的 36%。其它地区和城市也有类似情况。

水体被污染不仅严重威胁工、农业生产生态平衡和人体健康,也直接危害水利工程设施的效用。例如,河南驻马店地区因河道污染失去了农灌价值,被迫停用机(电)灌站达 210 座,占全区总数的 $1/3$;投资 80 万元修建的练江闸失去作用;黑河上的大张庄机灌站投资 20 万元,原设计可浇地 3 万亩,竣工后就闲置无用;西平县沿洪河的 6 座提灌站已全部报废。

类似的情况还有不少,不一一例举。

据预测,到 2000 年,我国城镇生活污水和工业废水(不含火电)排放量将达 776 亿 m^3 ,比 1980 年增加数倍;松花江、黄河等七大江河的 15 个主要河段中,污染程度比较严重的将由目前的 5 个增至 10 个;预测的 18 个湖泊中,污染程度比较严重的将由现在的 9 个增至 13 个;27 个主要城市的地下水水质将有不同程度的下降。随着乡镇企业的发展,由于生产技术、设备和工艺比较落后,管理水平低,资源利用率低。“三废”污染严重,加剧了水体的污染程度。因此,防治污染,保护水资源,将是我国在 90 年代和 21 世纪初水利事业面临的一项严峻任务。

第三节 保护水资源是计算和限制 水污染物排放量的基本出发点

水是生命之源,生产之本。古往今来,城市的变迁,工农业生产的兴废,沧海变桑田,绿洲变沙漠,无不与水资源直接相关连。在人少地广、生产力低下的时代,人类活动产生的污染物,在大自然的净化能力面前,显得无足轻重。也正是由于这个原因,人们养成了随意向江河倾倒垃圾废物、排放废污水的陋习。随着工农业生产和城市的发展,人口的增长和人民生活水平的提高,对水资源的需要量和产生的废污水量也随之增加。今天,由于水资源紧缺和水体污染,使我国出现了水的危机。人们对水资源的认识,已从过去“取之不尽,用之不竭”的旧观念转变为“节约用水,计划用水”的新思想。水资源具有社会公用性和不可代替性两大特点,为了保障社会和经济健康发展,必须使水资源的数量和质量都维持在良好状

态。退一步讲,起码应维持在社会公众可以接受、基本能满足各种用途要求的水平。

中华人民共和国成立后,党和政府十分重视水资源的开发和利用,曾多次指出:水是一种极为重要的资源,开发和利用的情况如何,不仅直接关系到农业生产的发展,而且直接关系到整个国民经济的发展,要使广大群众和干部了解开发、保护和合理利用水资源、节约用水的重要性,防止水质污染。由于水资源数量和质量的多少与好坏,直接影响国计民生。因此,一定要提高全社会对管理和保护水资源重要性的认识,尤其是水利系统的职工要增强防止污染、保护水质的观念,不但要加强水量供需平衡的研究和规划,更要重视防止污染、保护水质、加强水质与水量关系、自净能力以及水质规划与管理方面的研究。在研究与确定各水系容许负荷量与废污水容许排放量的实践中,既要考虑工农业生产和整个国民经济发展的需要,又要考虑到维护水资源良好状态的程度,及解决污染问题所需支付的代价等,以求得投资费用最小,环境效益最佳的可行方案。所以,保护水资源是计算废污水容许排放量及作出相应规划的基本出发点。

第四节 地面水水质标准是计算水污染物容许排放量的依据

地面水水质标准是为了保护和改善地面水质量,维护生态平衡,保障人体健康和促进工农业生产持续稳定发展而制定的。它是管理和保护水资源,维护水质良好状态的依据。制订地面水水质标准的依据是水质基准(Criteria),如卫生基准、渔业基准等。经济技术条件对水质标准的宽、严只是起调节作

用,不能作为一个基本条件。因此,地面水水质标准是不能随意放宽的,必须使水质标准的最低要求,保持在不危害人体健康和水生生态平衡的水平。

我国现行的地面水水质标准有《工业企业设计卫生标准》中的表2“地面水水质卫生要求”,表3“地面水中有害物质最高容许浓度”;《渔业水域水质标准》;《生活饮用水水质标准》;《农田灌溉用水水质标准》;《放射性物质防护规定》;《地面水环境质量标准》和《水资源质量标准》(正在制订),等等。

这些标准既可用来评价水体的质量状况,又可用于衡量按用途要求水体达到标准的程度;同时,无论是对集中式供水水源地,养鱼水体,还是农业灌溉水源,都可用相应的水质标准作为计算水体容许负荷量(或废污水容许排放量)的根据。因此,把水质评价、水质计算、水质规划和管理统一在水质标准的基础上,可以使水质保护目标概念明确,对实际工作具有重要意义。

水质标准是国家对水资源开发、利用、管理和保护政策目标的具体体现。制订各种排放标准(全国性的或地区性的,行业的或综合性的排放标准),都应以水体实际用途所确定的水质标准为依据,实现保护水资源为目标。如果脱离了按水体实际用途所确定的水质标准,不以水资源质量标准为依据,制订的各种废污水排放标准就成了无本之木,失去了保护水资源这一根本目标。

第五节 设计水量是计算水污染物 容许排放量的基础

自然水体对污染物具有一定的稀释自净能力。水体自净

是指进入自然水体的污染物,经过水的物理作用(稀释、扩散、挥发、迁移和沉降等),化学作用(氧化、还原、络合、化合和颉抗等)和生物与生物化学作用(吸收、异化和转化等),使水质恢复到水体原来的质量状况的过程。水体自净的速度,取决于溶解氧的含量、水温、流速、流量和水源的补给条件等。在《只有一个地球》一书中也指出:“河流稀释污染物并使之无害化的能力,决定于它的流量大小”。相同的污染物质,排入不同水量的水体,其污染程度有很大差异,水量大的水体污染轻,反之,则污染重。河流的水质状况在很大程度上决定于河流的流量(湖泊水库为蓄水量)的大小。

我国地域辽阔,水系及其类型众多,气象,水文和地理等自然条件也各不相同。不同水系的径流量在时间(年际和年内不同季节)、空间(不同地域)上的分布是极不均匀的,因此水体的稀释自净能力,在时空分布上有显著差异,而社会用水又是经常性的。鉴于上述特点,为了保证全年供水达到水质的要求,根据水质随排污量和径流量改变而相应变化的趋势,按历年水文资料,确定全年安全供水保证率的相应设计水量(河流为流量,湖泊水库为蓄水量)。设计水量是涉及污水容许排放量的关键因素之一。国外不少国家采用 95% 保证率连续七天最枯流量为设计水量。我国河流径流量时空差异悬殊,如长江流域及其以南地区的水量占全国总水量的 65%,而黄、淮、海、辽四流域的水量仅占全国总水量 8.5% *;以丰水年的最大流量与枯水年的最大流量之比值来看,珠江(北江)为 1.5 倍,淮河(蚌埠)为 13.5 倍,长江下游为 18 倍,而黄河(三门峡)竟达 120 倍。由此可见,我国南方河流即使在枯水季节,其枯水量一般仍比较大;北方河流的径流量大多数集中在雨季,枯季的流量较小,某些小河流常出现断流,甚至干涸。因此,各