



世界调水工程

王光谦 欧阳琪 张远东 编著
魏加华 任志远



科学出版社
www.sciencep.com

(TV-0074.0101)



世界调水工程

ISBN 978-7-03-024324-9



9 787030 243249 >

科学出版社 技术分社
<http://www.abook.cn>

定价：66.00 元

世界调水工程

王光谦 欧阳琪 张远东 编著
魏加华 任志远

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以国外调水工程为重点,包含了6大洲的大量调水工程实例。作者从调水工程建设背景、工程概况、关键工程设施、工程建设历程、工程运行和运营管理、环境影响、工程效益、工程经验教训等方面对近80项已建、在建、拟建调水工程及其计划进行了详细介绍,并就典型调水工程的特点、经验教训等进行了总结和评述。本书资料翔实、信息丰富、图文并茂,是一部全面介绍世界调水工程的著述。本书的问世,能帮助读者以较短的时间有针对性地获取大量国外调水工程的信息,起到事半功倍的效果,也为正在开展的南水北调工程建设及其后期运营管理工作以及相关的科学研究工作提供重要的参考或借鉴。

本书可供从事水利、水资源管理、环境保护等行业的各级政府决策人员、管理人员和专门从事水利建设和研究的技术人员参考,对高等院校相关专业的师生也具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

世界调水工程 / 王光谦, 欧阳琪, 张远东, 魏加华, 任志远编著. —北京: 科学出版社, 2009

ISBN 978-7-03-024324-9

I. 世… II. ①王…②欧阳…③张…④魏…⑤任… III. 引水—水利工程—概况—世界 IV. TV68

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 046653 号

责任编辑: 何舒民 / 责任校对: 耿 耘

责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2009 年 4 月第一次印刷 印张: 24 3/4 彩插 4

印数: 1—1 200 字数: 600 000

定价: 66.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈双青〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137154(BA08)

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229 010-64034315; 13501151303

前 言

跨流域调水是解决水资源空间分布不均、提高受水区水资源保证率、缓解缺水地区水资源供需矛盾、实现水资源合理配置的有效措施,是促进缺水地区经济发展与水资源综合利用的重要途径。据不完全统计,目前全球至少已有 40 多个国家和地区建成了 350 余项调水工程。世界上的大型河流和湖泊,如非洲的尼罗河、南美的亚马孙河、北美五大湖、欧洲的多瑙河、亚洲的底格里斯河和幼发拉底河、大洋洲的墨累—达令河、印度的恒河、美国的密西西比河和科罗拉多河等,都有调水工程的踪迹。

国外大规模调水工程的兴建始于 20 世纪初。以美国为例,20 世纪初以来,美国先后建成了跨流域调水工程十多项,总调水量超过 300 亿 m^3/a ,调水工程干渠输水线路总长近 6000 km,其中包括著名的中央河谷工程、加利福尼亚州水道工程、科罗拉多—大汤普森工程、中央犹他工程、中央亚利桑那工程、全美灌溉系统、煎锅—阿肯色工程、洛杉矶水道工程等。调水工程的成功建设和运营,对美国经济宏观布局、生产要素和资源的合理配置组合都起到了重要作用,同时维系了国家经济可持续发展。据统计,加拿大已建调水工程 60 余项,年调水量约 1390 亿 m^3/a ,调水总量位于世界第一位。印度也是调水大国,现有大、中型调水工程 46 项,年调水总量达到 1386 亿 m^3 ,仅次于加拿大,调水工程输水干渠的总长度超过 8000 km,居世界首位;印度目前的调水灌溉面积约为 2100 万 hm^2 ,位居世界之冠。此外,俄罗斯、南非、巴基斯坦、埃及、墨西哥等都是调水工程较多的国家。

20 世纪 40~80 年代是调水工程建设的高峰期,国外绝大部分的大型跨流域调水工程都在这一时期兴建。这些大型、多目标调水工程的建设,在城市供水、灌溉、发电、防洪及航运等方面创造了巨大的社会效益和经济效益。但同时,其中的某些大规模调水工程也引发了严重的负面影响,如河流入海径流量的降低引发的海水入侵问题、河流水质下降问题、水生生物系统破坏问题、大面积土地淹没问题、非自愿性移民问题以及第三方影响问题等。随着上述影响问题的出现以及人们对这些问题的日渐重视,20 世纪 80 年代后期发达国家修建的调水工程都严格考虑了生态环境的保护措施,并越来越注意第三方利益的保护及水源区居民的利益补偿问题,以求水权再分配公平性和合理性。

我国水资源在区域分布上不均匀,南方水多,北方水少,水土资源与经济布局不匹配,因此调水工程对国民经济建设具有十分重要的作用。中华人民共和国成立后,我国的跨流域调水工程得到了长足发展。建设中的南水北调工程,是我国有史以来最大的跨流域调水工程,也是当今世界屈指可数的巨型工程之一,是一项以解决我国北方地区水资源短缺、改善生态环境为目标的特大型跨流域调水工程,是改变区域间水资源分布不均的现状、合理配置流域间水资源的一项重大举措。该工程的建设不仅有助于 21 世纪的社会稳定,而且可提高人民的生活水平以及促进国民经济的可持续发展,具有巨大的社会效益、经济效益、生态效益。为了借鉴国外调水工程先进的研究方法和手段、现代化的建设技术、有效的解决问题的措施以及高效的运营管理机制,为正在开展的南水北调工程建设及

其后期运营管理工作以及相关的科学研究工作提供重要的参考或借鉴,帮助读者以较短的时间有针对性地获取大量国外调水工程的信息,更好地为南水北调工程服务,国务院南水北调办公室政策及技术研究中心与清华大学先后开展了调水工程资料汇编、调水工程资料库系统建设及国内外大型调水工程运营管理体制研究等多项基础设施、能力建设等工作。本书是在上述工作基础上,经过重新组织和补充后编著而成,是多项工作成果和集体劳动的结晶。

全书共收集全球六大洲约 40 多个国家的 200 余项调水工程,并选择了其中约 80 项大型调水工程实例进行了介绍。内容涵盖工程建设背景、工程规模、工程投资、建设及运行管理、生态环境影响等方面。全书分 8 章,第 1 章分析了调水工程建设的背景,概述了全球水资源和调水工程概况,由王光谦、欧阳琪、魏加华、张远东执笔;第 2~7 章,分洲对各国的单项调水工程进行了详细介绍,力求结构清晰、明了。第 2 章、第 3 章由欧阳琪、张远东、魏加华、任志远执笔;第 4~第 6 章由魏加华、王光谦、张远东、任志远执笔;第 7 章由张远东、魏加华执笔;第 8 章由王光谦、欧阳琪、魏加华、张远东执笔。全书由张远东、魏加华统稿,王光谦、欧阳琪审定。在本书编写过程中得到国务院南水北调办公室政策及技术研究中心王志民主任、徐子恺副主任的大力支持和热忱指导。国务院南水北调办公室政策及技术研究中心的肖军、边玮、张玉山、杨益、苏治中、陈梅、杨晓婧、肖慧莉等同志,清华大学水利系的刘荣华、翁燕章、李芳芳等同学为本书的编写付出了辛勤劳动和汗水。在本书正式出版之际,特向所有支持和帮助过本书编写及出版工作的所有领导、专家和同学一并表示衷心的感谢!

本书的出版得到了创新研究群体科学基金资助项目(项目编号:50221903)和国家自然科学基金资助项目(项目编号:50509014)的资助,部分出版费由水沙科学与水利水电工程国家重点实验室资助,特此致谢!

作者力求将本书编写成一部系统、全面介绍当前世界调水工程的专著,旨在向国内同行介绍世界调水工程的过去、现在和今后发展动向。编写过程中,力求资料来源权威、可靠,尽可能地采用国外公开发表的期刊、专著及工程管理机构的网站资料。文献中的数据均经过多方对比和考证。但由于历史、保密等多方面的原因,尽管通过多种途径对世界各地的调水工程相关资料进行了广泛的收集,但难免存在遗漏,尤其是未公开发表的资料,无从考证;同时,由于工程建设从规划、设计到建设、运营等环节可能存在变更,而且工程名称叫法也不统一,很难追溯工程规划、设计、建设和运行现状这一整个过程。

由于时间和作者的水平有限,本书难免存在偏颇、纰漏和错误,真诚地希望得到您的批评和指正。

作 者

2008 年 12 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 世界水资源状况	1
1.2 世界主要河流与湖泊	3
1.3 20 世纪水资源利用状况	8
1.4 调水工程的历史	10
1.5 世界调水工程现状	11
第 2 章 北美洲调水工程	27
2.1 北美洲水资源概况	27
2.2 美国的调水工程概况	28
2.3 美国中央河谷工程	30
2.4 美国加利福尼亚州水道工程	39
2.5 美国全美灌溉系统	53
2.6 美国科罗拉多—大汤普森工程	59
2.7 美国中央亚利桑那工程	76
2.8 美国科罗拉多水道工程	84
2.9 美国中央犹他工程	85
2.10 美国中央犹他工程——博纳维尔枢纽	90
2.11 美国中央犹他工程——威尔洛枢纽	96
2.12 美国中央犹他工程——延森枢纽	97
2.13 美国煎锅—阿肯色工程	99
2.14 美国得克萨斯州水计划	106
2.15 北美水电联盟	108
2.16 美国高原调水计划	109
2.17 美国圣胡安—查玛调水工程	112
2.18 美国加里森调水工程	116
2.19 美国纽约水道工程	124
2.20 美国洛杉矶水道工程	127
2.21 美国莫凯勒米工程	129
2.22 美国赫齐赫齐调水工程	130
2.23 美国芝加哥调水工程	131
2.24 美国苏必利尔湖—密苏里河工程	133
2.25 加拿大的调水工程概况	134

2.26	加拿大詹姆斯湾工程	135
2.27	加拿大丘吉尔—纳尔逊调水工程	140
2.28	加拿大丘吉尔福尔斯工程	143
2.29	加拿大基马诺工程	146
2.30	加拿大韦兰运河工程	147
2.31	加拿大长湖与奥戈凯河调水工程	151
第3章	南美洲调水工程	153
3.1	南美洲水资源概况	153
3.2	秘鲁马赫斯—西瓜斯调水工程	154
3.3	秘鲁奥尔摩斯调水工程	157
3.4	玻利维亚密斯库尼调水工程	159
3.5	智利塔纳—秦巴罗格渠道	161
3.6	巴西圣弗朗西斯科河调水工程	162
3.7	智利拉哈—迪奎林工程	164
第4章	欧洲调水工程	167
4.1	欧洲水资源概况	167
4.2	葡萄牙阿尔克瓦工程	168
4.3	德国巴伐利亚州调水工程	172
4.4	俄罗斯莫斯科运河工程	179
4.5	乌克兰第聂伯—顿巴斯运河调水工程	184
4.6	西班牙塔霍—塞古拉调水工程	189
4.7	西班牙埃布罗河调水计划	192
4.8	英国比尤尔—达维尔调水工程	198
4.9	芬兰赫尔辛基调水工程	200
4.10	希腊阿谢洛奥斯河调水工程	203
4.11	土耳其东南安那托利亚工程	208
4.12	土耳其和平管道工程	213
第5章	亚洲调水工程	217
5.1	亚洲水资源概况	217
5.2	印度水资源状况	218
5.3	印度萨尔达萨罗瓦调水工程	219
5.4	印度萨尔达—萨哈亚克工程	228
5.5	印度甘地纳哈工程	232
5.6	巴基斯坦西水东调工程	232
5.7	朝鲜价川—台城湖引水工程	237
5.8	哈萨克斯坦额尔齐斯—卡拉干达运河工程	238
5.9	马来西亚槟城供水工程	243
5.10	土库曼斯坦卡拉库姆运河工程	246

5.11	以色列北水南调工程·····	252
5.12	中国水资源概况·····	258
5.13	中国南水北调东线工程·····	260
5.14	中国南水北调中线工程·····	263
5.15	中国南水北调西线工程·····	267
5.16	中国其他调水工程·····	269
5.17	伊拉克塞尔萨尔工程·····	281
5.18	日本的调水工程·····	284
5.19	日本爱知渠道工程·····	291
第 6 章	非洲调水工程·····	294
6.1	非洲水资源概况·····	294
6.2	埃及西水东调工程·····	295
6.3	埃及新河谷工程·····	298
6.4	苏丹琼莱运河工程·····	301
6.5	利比亚大人工河工程·····	308
6.6	莱索托高原调水工程·····	313
6.7	尼日利亚古拉拉调水工程·····	323
第 7 章	大洋洲调水工程·····	327
7.1	大洋洲水资源概况·····	327
7.2	澳大利亚雪山调水工程·····	328
7.3	西澳大利亚金矿区管道工程·····	338
7.4	澳大利亚昆士兰州布莱德菲尔德计划·····	348
7.5	澳大利亚昆士兰州里德调水计划·····	357
7.6	澳大利亚金伯利管道计划·····	359
第 8 章	结束语·····	374
8.1	调水工程的效益·····	374
8.2	调水工程的负面影响·····	375
8.3	国外调水工程的主要经验和启示·····	377
参考文献	·····	379

第 1 章 绪 论

1.1 世界水资源状况

1.1.1 世界水资源量

地球上的水量极其丰富,水圈内以液态、固态和气态存在的总水量为 13.86 亿 km^3 ^[1~3],其中,海水量为 13.38 亿 km^3 ,约占总水量的 96.54%。由于海水的含盐度较高,除极少量水体可以被利用外,绝大部分的海水目前尚无法利用。地球陆地上的水量为 0.48 亿 km^3 ,占全球总水量的 3.46%。在陆地水储量中,仅有 0.35 亿 km^3 (约占陆地水量的 73%)的水为淡水,其中分布在湖泊、沼泽、河流、土壤和地下 600 m 以内含水层中,便于人类利用的只有 0.1065 亿 km^3 ,占淡水总量的 30.4%,仅占地球总储存水量的 0.77%,其余部分主要分布在两极冰川与雪盖、高山冰川和永久冻土层之中,难以利用。实际可被人类开发利用的淡水量远远小于上述理论值(0.1065 亿 km^3)。根据水文循环统计数据,参与全球水循环的动态水量仅为淡水量的 1.6%(约为 577 万亿 m^3),其中以径流为主要形式的多年平均水量只有 47 万亿 m^3 ,这部分水量逐年循环再生,是人类开发利用的主要对象。即便是如此之少的淡水资源,在全球的分布上也极其不均,因此,真正可被人类利用的水资源量极其有限。表 1.1 所示为地球水圈中各种水的储量。

表 1.1 地球水圈的水储量^[4]

水体	水储量		咸水		淡水	
	$\times 10^3 \text{ km}^3$	%	$\times 10^3 \text{ km}^3$	%	$\times 10^3 \text{ km}^3$	%
海洋水	1 338 000	96.54	1 338 000	99.04		
冰川与永久积雪	24 064.1	1.74			24 064.1	68.7
地下水	23 400	1.69	12 870	0.95	10 530	30.06
永冻层中冰	300	0.02			300	0.86
湖泊水	176.4	0.013	85.4	0.006	91	0.26
土壤水	16.5	0.001			16.5	0.047
大气水	12.9	0.000 9			12.9	0.037
沼泽水	11.5	0.000 8			11.5	0.033
河流水	2.12	0.000 2			2.12	0.006
生物水	1.12	0.000 1			1.12	0.003
总计	1 385 984.64	100	1 350 955.4	100	35 029.24	100

1.1.2 世界水资源分布

全球多年平均降水量为 798 mm,年径流深为 314 mm。由于自然条件不同,世界各

大洲的降水和径流存在较大的差异。根据各大洲降水量和年径流深度的统计资料,大洋洲(除澳大利亚外)水量最丰,多年平均降水量深达 2704 mm,年径流深达 1566 mm 以上,但大洋洲的澳大利亚大陆却是水量最少的地区之一,其年降水量只有 456 mm,年径流深只有 39 mm,有 2/3 的面积为荒漠和半荒漠;南美洲水量也较丰富,降水量和径流深均为全球陆面平均值的 2 倍;欧洲、亚洲和北美洲的降水量深和径流深都接近全球陆面平均值;非洲大陆虽然年降水量接近世界平均值,但由于有大面积的沙漠且气候炎热,年径流深不及世界平均值的一半;南极洲降水量虽然只有 165 mm,只有全球平均值的 20%,但全部降水以冰川的形式存储,总储存量相当于全球淡水总量的 62%。世界各大洲年降水量及年径流分布情况见图 1.1 和表 1.2。

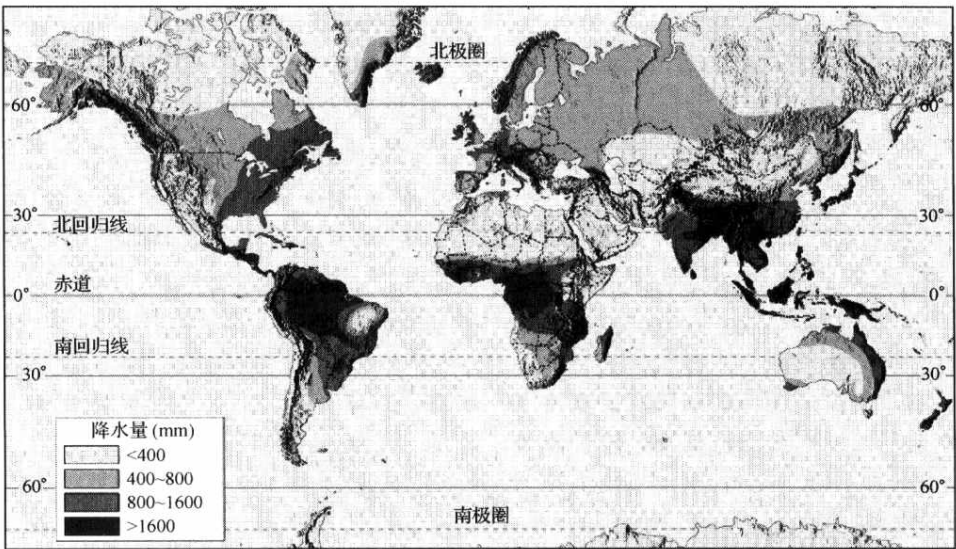


图 1.1 世界降水量分布图^[6]

表 1.2 世界各大洲年降水量及年径流分布情况^[5]

洲名	面积	年降水		年径流		径流系数
	× 10 ³ km ²	mm	× 10 ³ km ²	mm	× 10 ³ km ²	
亚洲	43 475	741	32.2	332	14.41	0.45
非洲	30 120	740	22.3	151	4.57	0.20
北美洲	24 200	756	18.3	339	8.20	0.45
南美洲	17 800	1596	28.4	661	11.76	0.41
南极洲	13 980	165	2.31	165	2.31	1.00
欧洲	10 500	790	8.29	306	3.21	0.39
澳大利亚	7615	456	3.47	39	0.30	0.09
大洋洲(各岛)	1335	2704	3.61	1566	2.09	0.58
全球陆地	149 025	7948	118.88	3559	46.85	0.45

1.1.3 世界各国水资源状况

受气候因素和自然地理条件的影响和制约,世界各国的水资源占有量相差极其悬殊,其中巴西的水资源总量为 69 500 亿 m^3 ,居世界之首,俄罗斯、美国、印度尼西亚、加拿大、中国、孟加拉国、印度、委内瑞拉、哥伦比亚 9 个国家的水资源量分别位居第二至第十位,这十个国家的水资源量之和约占全世界水资源总量的 65%。

由于各大洲的经济、人口及社会发展水平存在较大差异,各国的人均水资源占有量和人均水资源利用量也各不相同。1996 年 5 月,在美国纽约召开的“第三届自然资源委员会”上,联合国发展支持和管理服务部(United Nations Department of Development Support and Management)对 153 个国家(占世界人口的 98.93%)的水资源,采用人均占有水资源量、人均国民生产总值、人均取(用)水量等指标进行综合分析,将世界各国分为四类,即水资源丰富国(包括吉布提等 100 多个国家)、水资源脆弱国(包括美国等 17 个国家)、水资源紧缺国(包括摩洛哥等 17 个国家)、水资源贫乏国(包括阿尔及利亚等 19 个国家)。按此种评价法目前世界上有 53 个国家和地区(占全球陆地面积的 60%)缺水。表 1.3 所示为全球当时参与统计的 153 个国家中不同指标的排序结果。

表 1.3 世界 153 个国家中不同指标的排序^[7]

序号	排序指标	排序	说明
1	水资源量	巴西、俄罗斯、美国、印度尼西亚、加拿大、中国、孟加拉国、印度、委内瑞拉、哥伦比亚	前 10 名
2	人均水资源量	科威特、利比亚、新加坡、沙特阿拉伯、约旦、也门共和国、以色列、突尼斯、阿尔及利亚、布隆迪	后 10 名
3	用水量	中国、美国、印度、巴基斯坦、俄罗斯、日本、乌兹别克斯坦、墨西哥、埃及、意大利	前 10 名
4	人均年用水量	土库曼斯坦、伊拉克、乌兹别克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、阿塞拜疆、巴基斯坦、美国、阿富汗、圭亚那	前 10 名
5	人均年用水量	所罗门群岛、海地、刚果共和国、赤道几内亚、几内亚比绍、刚果、布隆迪、乌干达、中非共和国、贝宁	后 10 名

1.2 世界主要河流与湖泊

同海洋和地下水量相比,地球上河流与湖泊中的总水量要少得多,但河流与湖泊中的水与人类生活和生产活动最为密切,是水资源中的重要部分。

地球上为数以万计的河流,其流域面积、长度、年径流总量及径流强度等特征参数,在各洲不同地区差别很大。表 1.4 所示为世界上河流长度居前 100 位、多年平均径流量大于 120 亿 m^3 的 100 条河流。其中,年径流总量最大的河流为位于秘鲁和巴西的亚马孙河,年径流总量为 63 900 亿 m^3 ,流域面积为 691.5 万 km^2 ,位于世界之首,长度为 6436 km,居世界第二;流经苏丹和埃及的尼罗河全长 6689 km,是世界上最长的河流,其

年径流总量仅为 810 亿 m³；中国长江的长度为 6300 km，为世界第三长河，年径流总量为 9600 亿 m³，居世界第四位。据初步统计，径流量位居前 10 名的河流，其多年平均径流量之和约占全球所有河流径流总量的 36%。由此可见，全球河流径流量的自然分配是何等悬殊。图 1.2 所示为世界主要河流分布情况。

表 1.4 长度位居前 100 名多年平均径流量大于 120 亿 m³ 的河流^[8]

河长次序	河流名称	所在洲	河长	流域面积	多年平均径流量
			km	万 km ²	亿 m ³
1	尼罗河	非洲	6689	287	810
2	亚马孙河	南美洲	6436	691.5	69300
3	长江	亚洲	6300	180	9600
4	密西西比河—密苏里河	北美洲	6021	322	5800
5	叶尼塞河	亚洲	5527	260.5	6255
6	黄河	亚洲	5464	79.5	580*
7	鄂毕河—额尔齐斯河	亚洲	5410	299	3850
8	湄公河	亚洲	4880	81	4750
9	刚果河	非洲	4640	370	13026
10	黑龙江(阿穆尔河)	亚洲	4444	185.5	3408
11	勒拿河	亚洲	4400	241.8	5400
12	马更些河—奴河—皮斯河	北美洲	4240	180.5	3572
13	尼日尔河	非洲	4160	210	2000
14	拉普拉塔河—巴拉那河	南美洲	4100	310.3	8000
15	圣劳伦斯河—大湖	北美洲	3800	130	4470
16	墨累河—达令河	大洋洲	3750	107.3	227
17	伏尔加河	欧洲	3688	138	2540
18	萨尔温江	亚洲	3240	32.5	2520
19	育空河	北美洲	3185	85	2008
20	布拉马普特拉河	亚洲	3100	62.2	6180
21	锡尔河	亚洲	3019	21.9	336
22	阿拉伯河—幼发拉底河	亚洲	2943	67.5	473
23	印度河	亚洲	2900	103.4	2070
24	圣弗朗西斯科河	南美洲	2897	67.6	886
25	多瑙河	欧洲	2850	81.7	2030
26	纳尔逊河—萨斯喀彻温河	北美洲	2800	115	747
27	托坎廷斯河	南美洲	2750	82	5676
28	伊洛瓦底江	亚洲	2714	41	4860
29	赞比西河	非洲	2660	135	2232
30	阿姆河	亚洲	2540	46.5	630
31	恒河	亚洲	2527	105	5500
32	塔里木河	亚洲	2421	43.55	407

续表

河长次序	河流名称	所在洲	河长	流域面积	多年平均径流量
			km	万 km ²	亿 m ³
33	奥列尼奥克河	亚洲	2292	22	381
34	第聂伯河	欧洲	2285	50.3	530
35	阿拉伯河—底格里斯河	亚洲	2238	60.6	366
36	珠江	亚洲	2214	45.37	3360
37	拉普拉塔河—乌拉圭河	南美洲	2200	36.5	1451
38	科雷马河	亚洲	2129	64.3	1230
39	奥里诺科河	南美洲	2062	95	11 984
40	哥伦比亚河	北美洲	2000	66.9	2340
41	顿河	欧洲	1870	42.2	295
42	奥伦治河	非洲	1860	102	155
43	伯朝拉河	欧洲	1809	32.2	1290
44	因迪吉尔卡河	亚洲	1726	36	583
45	巴纳伊巴河	南美洲	1700	35	725
46	哈坦加河	亚洲	1636	36.4	1047
47	马格达莱纳河	南美洲	1612	26.2	2208
48	丘吉尔河	北美洲	1609	28.1	378
49	瓦楞格河	亚洲	1486	44.7	294
50	戈达瓦里河	亚洲	1465	31.5	1002
51	沙里河	非洲	1450	70	388
52	塞内加尔河	非洲	1430	44	240
53	塔兹河	亚洲	1401	15	457
54	沃尔特河	非洲	1400	38.8	441
55	鲁非吉河	非洲	1400	17.7	252
56	辽河	亚洲	1390	21.9	126
57	弗雷泽河	北美洲	1368	23.3	1075
58	库拉河	亚洲	1364	18.8	181
59	北德维纳河	欧洲	1332	35.7	1100
60	莱茵河	欧洲	1320	22.44	790
61	纳尔默达河	亚洲	1310	9.9	420
62	莫比尔河	北美洲	1245	11.55	599
63	奥果韦河	非洲	1210	22.3	1491
64	内格罗河—内乌肯河	南美洲	1210	12.5	315
65	红河—元江	亚洲	1185	15.8	1230
66	卡斯科奎姆河	北美洲	1165	12.4	597
67	易北河	欧洲	1165	14.8	236
68	阿纳德尔河	亚洲	1150	19.1	315

续表

河长次序	河流名称	所在洲	河长	流域面积	多年平均径流量
			km	万 km ²	亿 m ³
69	乌苏马辛塔河	北美洲	1110	10.3	546
70	赫尔曼德河	亚洲	1110	38.6	120
71	热基蒂尼奥尼亚河	南美洲	1090	6.2	176
72	维斯瓦河	欧洲	1068	19.9	347
73	海河	亚洲	1050	31.8	264
74	卢瓦尔河	欧洲	1020	11.8	284
75	普尔河	亚洲	1020	11.2	276
76	道加瓦河—西德维纳河	欧洲	1020	8.79	221
77	埃塞奎博河	南美洲	1014	6.9	705
78	涅瓦河—沃尔霍夫河—洛瓦季河	欧洲	1000	28.1	790
79	塞非德河—克孜勒乌赞河	亚洲	1000	5.78	410
80	多西河	南美洲	1000	8.3	306
81	湄南河	亚洲	990	18	229
82	奥尔巴尼河	北美洲	982	13.4	442
83	塞文河	北美洲	981	10.2	138
84	宽扎河	非洲	965	15.6	263
85	阿纳巴尔河	亚洲	939	10	157
86	埃布罗河	欧洲	927	8.61	174
87	萨纳加河	非洲	920	13.5	691
88	奥得河	欧洲	912	11.8	183
89	梅克纳河	亚洲	902	8.2	1418
90	亚纳河	亚洲	872	23.8	315
91	拉特朗德河	北美洲	861	9.8	546
92	默哈纳迪河	亚洲	858	14.1	666
93	泰梅尔河	亚洲	840	12.4	384
94	巴尔萨斯河	北美洲	840	10.7	122
95	图尔盖河	亚洲	825	15.7	350
96	罗纳河	欧洲	812	9.9	539
97	鸭绿江	亚洲	795	6.19	291
98	塞纳河	欧洲	776	7.86	158
99	杜罗河	欧洲	776	9.84	156
100	格里哈尔瓦河	北美洲	766	5.22	463

* 表示非河口多年平均径流量；** 表示不包括拉普拉塔河的流域面积和河口流量。

除河流外,陆地上可供人类直接利用的水资源还包括天然湖泊和人工修建的水库。世界上约有 500 万个湖泊,其中面积大于 5000 km² 的有 34 个(表 1.5)。其中,湖面面积分别位居世界第一的里海和第四的咸海均为咸水湖。淡水湖中面积最大的为北美洲的苏

续表

湖面面积次序	湖名	英文名称	所在洲	湖面面积	最大水深	湖面高程
				万 km ²	m	m
16	拉多加湖	Ladoga	欧洲	1.77	225	4
17	乍得湖	Chad	非洲	1.63	7	240
18	马来开波湖	Marakaibo	南美洲	1.35	35	0
19	帕图斯湖	Patos	南美洲	1.01		
20	奥涅加湖	Onega	欧洲	0.96	100	33
21	埃尔湖	Eyre	大洋洲	0.93	1	-20
22	的的喀喀湖	Titicaca	南美洲	0.83	251	3812
23	尼加拉瓜湖	Nicaragua	南美洲	0.80	70	31
24	阿萨巴斯卡湖	Athabasca	北美洲	0.79	124	213
25	伦迪尔湖	Reindeer	北美洲	0.67		387
26	图尔卡纳湖	Turkano	非洲	0.64	73	375
27	伊塞克湖	Isayk	亚洲	0.61	702	1610
28	托伦斯湖	Tarrens	大洋洲	0.58		28
29	维纳恩湖	Vanern	欧洲	0.56	100	44
30	内蒂林湖	Nettilling	北美洲	0.55	29	0
31	温尼伯格西斯湖	Winnipegosis	北美洲	0.54	12	253
32	艾伯特湖	Albert	非洲	0.54	51	619
33	乌尔米耶湖	Urmie	亚洲	0.52	4~6	1276
34	姆韦鲁湖	Meveru	非洲	0.51	9~15	931

北美洲是世界上特大面积湖泊较多的一个洲,其中苏必利尔湖、休伦湖、密执安湖、伊利湖和安大略湖 5 个大型湖泊存在水力联系,被称为北美五大湖(Great Lakes)。北美五大湖总面积约 24.5 万 km²,是世界上最大的淡水水域。五大湖水大致从西向东流,注入大西洋。五大湖中除密执安湖为美国独有外,其他 4 个湖均由美国和加拿大两国共同享有。

1.3 20 世纪水资源利用状况

自 20 世纪初以来,尤其是第二次世界大战之后,世界人口急剧增长,工业得到迅猛地发展,人口增长对粮食需求量大幅增加,世界农业灌溉面积不断扩大。受上述三方面关键因素的影响,全世界的取水总量也不断增加。由全球人口总数、灌溉面积及取水总量的变化趋势可知(图 1.3),在 1900~1995 年间,全球人口从 16 亿增加到约 60 亿;至 2000 年左右,灌溉土地面积已从 20 世纪初的约 0.5 亿 hm² 增至 2.5 亿 hm²。加上工业以及其他因素的影响,全球的年取水从 20 世纪初的约 5800 亿 m³ 增加至 20 世纪末的近 40 000 亿 m³,增加了近 6 倍之多。从全球的取水总量变化情况来看,整个 20 世纪,全球的总取水量都处于不断增长的趋势,其中 1940~1990 年最为迅速。