



南 京 工 业 大 学
江苏省节约用水办公室

工业节水案例与 技术集成

季红飞 王重庆 冯志祥 廖传华 编著 ■

中国石化出版社
[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)



南 京 工 业 大 学
江苏省节约用水办公室

工业节水案例与 技术集成

季红飞 王重庆 冯志祥 廖传华 编著 ■

中国石化出版社
[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

图书在版编目 (CIP) 数据

工业节水案例与技术集成/季红飞等编著. —北京:
中国石化出版社, 2011. 12
ISBN 978 - 7 - 5114 - 1258 - 4

I. ①工… II. ①季… III. ①工业用水 - 节约用水
IV. ①TU991. 64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 224546 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

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

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 25.5 印张 637 千字
2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 次印刷
定价: 80.00 元

前 言

水是世界上最宝贵的资源之一。随着社会经济的飞速发展和人口的增长，我国用水量与日俱增。随着全球气候和环境的变化，我国水资源的总量正在明显减少，以黄河、淮河、海河和辽河地区最为显著。在水资源日益减少的同时，我国仍存在水资源利用方式粗放、用水效率不高等问题，导致水资源供需矛盾进一步突显。另一方面，工业废水很多都没经过彻底处理甚至根本没经过处理就直接排放，对生态环境造成了巨大的压力。由于水污染而产生的环境事件、公共安全事件甚至重大社会事件层出不穷，水污染制约了社会经济的发展，严重影响到人类的身体健康，直接威胁到人类的生存空间。

为此，受水利部和江苏省水利厅的资助，我们在大量现场调研的基础上撰写了这本《工业节水案例与技术集成》，旨在为生产企业的节水改造及用水管理部门的用水管理提供指南。全书共分九章，第一章概述性地介绍了当前我国的用水现状及面临的问题，指出了节约用水的重要意义；第二章介绍了工业节水的几种途径；第三章深入讲述了循环用水与废水再生回用；第四章至第九章分别详细介绍了火力发电行业、纺织印染行业、造纸行业、钢铁行业、化学工业行业和石油化工行业的生产工艺流程、用水节点及水质水量要求、目前已实施的节水案例、归纳出的节水集成技术，并对采用节水集成技术后可能取得的效果进行了预测分析。

本书由南京工业大学和江苏省节约用水办公室联合编写。参加编写的人员有季红飞、王重庆、冯志祥、廖传华、陈海军、朱廷风，全书由廖传华统稿。全书的编写过程得到了南京工业大学副校长朱跃钊教授与江苏省水利厅的吴毅泽、李春华等领导的大力支持，方向、丁杨惠勤、张华、马雷、武一鸣等研究生做了大量的文字工作，在此表示衷心的感谢。

本书虽经多次审稿、修改，但由于作者的水平有限，不妥及疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 水的组成与分布	(1)
1.2 中国的水资源现状	(3)
1.2.1 水资源的分布	(3)
1.2.2 水资源量	(6)
1.2.3 水资源的开发利用现状	(7)
1.3 水资源的危机	(8)
1.3.1 水资源的短缺	(8)
1.3.2 水资源的浪费	(9)
1.3.3 水污染的加剧	(9)
1.4 节约用水的意义	(9)
1.4.1 节约用水是缓解城市缺水的措施	(10)
1.4.2 节约用水是保护水环境的需要	(10)
1.4.3 节约用水能产生巨大的经济效益	(11)
1.4.4 节约用水是实现可持续发展战略的保证	(11)
1.4.5 节约用水是社会安定团结的要求	(11)
1.5 本书的主要内容	(11)
1.5.1 重点行业的确定	(12)
1.5.2 案例选取的原则和方法	(14)
1.5.3 技术集成的原则	(14)
参考文献	(15)
第2章 过程工业节水减排的基本途径	(16)
2.1 工程节水	(17)
2.1.1 循序用水	(17)
2.1.2 改直流水为循环水	(18)
2.1.3 工业废水的深度处理与回用	(19)
2.2 管理节水	(21)
2.2.1 行政管理	(21)
2.2.2 技术管理	(21)
2.2.3 经济管理	(23)
2.3 工艺节水	(24)
2.3.1 节水洗涤技术	(24)
2.3.2 节水型生产工艺	(27)
2.3.3 无水生产工艺	(30)

2.3.4	物流节水技术	(31)
2.3.5	余热利用节水技术	(32)
2.3.6	冷凝水的回收	(33)
2.3.7	闭路系统和闭合生产工艺圈与工艺节水	(34)
2.4	设备节水	(36)
2.4.1	工业用水计量装置	(37)
2.4.2	蒸汽冷凝水回收装置	(38)
2.4.3	换热设备	(39)
2.4.4	污水处理设备	(40)
2.4.5	供水及排渣处理设备	(41)
2.4.6	海水、苦咸水等利用设备	(41)
2.4.7	管网的检漏与防渗	(42)
2.5	非常规水源的利用	(42)
2.5.1	海水的利用	(43)
2.5.2	雨水的利用	(45)
2.5.3	城市再生水的利用	(47)
2.6	水系统集成优化	(47)
	参考文献	(48)
第3章	循环用水与废水处理	(49)
3.1	循环用水	(49)
3.1.1	循环冷却水系统的分类	(49)
3.1.2	冷却构筑物	(51)
3.1.3	冷却塔的运行参数	(53)
3.1.4	敞开式循环冷却水系统的运行参数	(54)
3.1.5	循环冷却水的节水措施	(55)
3.1.6	循环水的水质控制与处理	(57)
3.1.7	采用非水冷或人工冷源, 减少地下水或优质淡水的用量	(61)
3.2	废水处理与回用	(62)
3.2.1	废水处理与回用的意义	(62)
3.2.2	工业废水的来源及特点	(63)
3.2.3	工业废水的处理方法	(64)
	参考文献	(72)
第4章	火电行业的节水技术	(73)
4.1	火力发电厂的典型生产流程	(73)
4.2	我国火力发电厂的用水现状及面临的困境	(74)
4.2.1	火力发电厂的用水现状及存在的问题	(75)
4.2.2	火力发电面临的水资源困境	(75)
4.2.3	火力发电行业水资源综合利用的对策	(76)

4.3 火力发电厂的用水与排水	(78)
4.3.1 用水节点及水质水量分析	(78)
4.3.2 污废水的产生	(80)
4.3.3 废水的排放与处理	(81)
4.4 节水案例剖析	(82)
4.5 节水技术集成	(87)
4.5.1 节水技术集成	(87)
4.5.2 集成效果预测	(88)
4.5.3 用水指标合理性分析	(89)
4.5.4 火力发电的发展趋势	(90)
4.6 火力发电废水的“零排放”	(91)
4.6.1 火力发电厂废水“零排放”的技术措施	(92)
4.6.2 确保火力发电厂废水“零排放”的有效方法	(93)
4.7 超临界水发电技术及其应用	(93)
4.7.1 超临界净水发电技术	(93)
4.7.2 超临界水氧化法热能利用及发电技术	(96)
4.8 可再生能源发电技术	(98)
4.8.1 太阳能发电	(98)
4.8.2 风力发电	(99)
4.8.3 海洋能发电	(100)
4.8.4 地热能发电	(103)
参考文献	(104)
第5章 纺织印染行业的节水技术集成	(106)
5.1 节水型工艺	(106)
5.2 节水型技术	(109)
5.2.1 应用逆流洗涤技术	(109)
5.2.2 染浴循环利用	(109)
5.2.3 提高空调的用水效率	(110)
5.2.4 凝结水的回用	(110)
5.2.5 染整废水的处理与回用	(112)
5.3 棉纺织印染行业的节水技术集成	(112)
5.3.1 典型生产流程	(112)
5.3.2 用水节点及水质水量分析	(116)
5.3.3 废水的排放与处理	(118)
5.3.4 节水案例剖析	(122)
5.3.5 节水技术集成	(127)
5.4 毛纺印染行业的节水技术集成	(128)
5.4.1 典型生产流程	(129)
5.4.2 用水节点及水质水量分析	(131)

5.4.3	废水来源及处理方法	(132)
5.4.4	节水案例剖析	(135)
5.4.5	节水技术集成	(136)
5.5	麻纺印染行业的节水技术集成	(137)
5.5.1	苧麻纺织的典型生产流程	(137)
5.5.2	亚麻纺织的典型生产流程	(140)
5.5.3	用水节点及水质水量分析	(141)
5.5.4	废水的处理	(142)
5.5.5	节水案例剖析	(143)
5.5.6	节水技术集成	(144)
5.6	丝绢纺织印染行业的节水技术集成	(146)
5.6.1	典型生产流程	(146)
5.6.2	用水节点及水质水量分析	(147)
5.6.3	废水的排放与处理	(147)
5.6.4	节水案例剖析	(149)
5.6.5	节水技术集成	(151)
5.7	超临界流体技术在印染行业节水中的应用	(152)
5.7.1	超临界二氧化碳流体技术在染色中的应用	(152)
5.7.2	超临界水氧化技术在染整废水治理中的应用	(153)
	参考文献	(155)
第6章	造纸行业的节水技术集成	(157)
6.1	制浆造纸行业的用水现状	(157)
6.1.1	制浆造纸行业的排水	(157)
6.1.2	制浆造纸行业的取水	(158)
6.1.3	制浆造纸行业的节水潜力分析	(158)
6.2	制浆过程的节水技术集成	(159)
6.2.1	制浆过程的工艺流程	(159)
6.2.2	用水节点及其对水质水量的要求	(160)
6.2.3	制浆过程的废水排放与处理回用	(161)
6.2.4	节水案例剖析	(166)
6.2.5	节水技术集成	(170)
6.2.6	制浆企业节水技术的发展趋势	(171)
6.3	造纸过程的节水技术集成	(174)
6.3.1	造纸生产的工艺过程	(174)
6.3.2	用水节点和水质水量要求	(175)
6.3.3	废水排放与处理回用	(177)
6.3.4	节水案例剖析	(178)
6.3.5	节水技术集成	(183)

6.4 二次纤维原料制浆的节水技术集成	(184)
6.4.1 二次纤维制浆的工艺流程	(185)
6.4.2 用水节点及其对水质水量的要求	(187)
6.4.3 废水的排放与处理	(189)
6.4.4 节水案例剖析	(191)
6.4.5 节水技术集成	(196)
6.5 造纸行业废水的“零”排放	(198)
6.5.1 “零”排放的发展趋势	(198)
6.5.2 废纸造纸“零”排放技术实施的重要性	(198)
6.5.3 制浆造纸企业废水“零”排放的实施途径	(199)
6.5.4 “零”排放存在的问题	(200)
6.5.5 “零”排放案例	(201)
6.6 造纸行业的水务管理	(204)
6.6.1 节水管理	(204)
6.6.2 水的循环利用管理	(204)
6.6.3 水质控制管理	(206)
参考文献	(206)
第7章 钢铁行业的节水技术集成	(207)
7.1 钢铁行业的生产流程和用水现状	(207)
7.1.1 钢铁行业的生产流程	(207)
7.1.2 钢铁行业的用水现状与节水潜力	(209)
7.1.3 钢铁工业废水的处理原则与方法	(210)
7.1.4 钢铁工业节水的基本原则	(211)
7.2 烧结工序的节水技术集成	(212)
7.2.1 烧结工序的工艺流程	(212)
7.2.2 用水节点及水质水量分析	(213)
7.2.3 废水的排放与资源化回用	(216)
7.2.4 节水案例剖析	(220)
7.2.5 节水技术集成	(224)
7.3 焦化工序的节水技术集成	(224)
7.3.1 焦化工序的生产流程	(224)
7.3.2 用水节点及水质水量要求	(224)
7.3.3 废水的排放与资源化回用	(226)
7.3.4 节水案例剖析	(228)
7.3.5 节水技术集成	(231)
7.4 炼铁过程的节水技术集成	(231)
7.4.1 生产工艺流程	(231)
7.4.2 用水节点分析	(231)
7.4.3 废水的排放与资源化回用	(234)

7.4.4 节水案例剖析	(240)
7.4.5 节水技术集成	(243)
7.5 炼钢与连铸过程的节水技术集成	(244)
7.5.1 炼钢连铸过程的工艺流程	(244)
7.5.2 用水节点及水质水量要求	(245)
7.5.3 废水的排放与资源化回用	(247)
7.5.4 节水案例剖析	(251)
7.5.5 节水技术集成	(256)
7.6 轧钢过程的节水技术集成	(256)
7.6.1 生产工艺流程	(256)
7.6.2 用水节点及其对水质水量的要求	(257)
7.6.3 废水的排放与资源化回用	(258)
7.6.4 节水案例剖析	(265)
7.6.5 节水技术集成	(266)
7.7 钢铁行业的节水技术集成	(267)
7.7.1 节水技术	(267)
7.7.2 节水工艺	(269)
7.7.3 集成后节水效果预测	(274)
参考文献	(274)
第8章 化工行业的节水技术集成	(276)
8.1 化工行业的分类及用水节水现状	(276)
8.1.1 化工行业的分类	(276)
8.1.2 化工行业的用水节水现状	(277)
8.2 无机化工行业的节水技术集成	(278)
8.2.1 合成氨工业的节水技术集成	(278)
8.2.2 硫酸工业的节水技术集成	(287)
8.2.3 纯碱工业的节水技术集成	(291)
8.2.4 氯碱工业的节水技术集成	(295)
8.2.5 化肥工业的节水技术集成	(300)
8.3 基本有机化工行业的节水技术集成	(306)
8.3.1 甲醇生产过程的节水技术集成	(306)
8.3.2 甲醛生产过程的节水技术集成	(309)
8.3.3 乙醇生产过程的节水技术集成	(312)
8.3.4 乙醛生产过程的节水技术集成	(314)
8.4 精细化工行业的节水技术集成	(317)
8.4.1 主要精细化工产品	(317)
8.4.2 染料生产过程的节水技术集成	(318)
8.4.3 农药生产过程的节水技术集成	(322)
8.4.4 医药生产过程的节水技术集成	(325)

8.4.5 合成洗涤剂生产过程的节水技术集成	(327)
参考文献	(330)
第9章 石油化工行业的节水技术集成	(331)
9.1 石油化工行业的分类	(331)
9.1.1 石油炼制	(331)
9.1.2 石油化工	(331)
9.1.3 天然气化工	(332)
9.1.4 高分子化工	(332)
9.2 石油化工行业的用水现状及节水技术	(332)
9.2.1 石油化工行业的用水现状	(332)
9.2.2 存在的主要问题	(332)
9.2.3 石油化工行业的节水措施	(333)
9.3 石油炼制行业的节水技术集成	(335)
9.3.1 典型工艺流程	(336)
9.3.2 用水节点及水质水量分析	(341)
9.3.3 废水的处理与回用	(343)
9.3.4 节水案例剖析	(344)
9.3.5 节水技术集成	(350)
9.4 石油化工行业的节水技术集成	(351)
9.4.1 烯烃生产过程的节水技术集成	(351)
9.4.2 芳烃生产过程的节水技术集成	(358)
9.5 天然气化工行业的节水技术集成	(363)
9.5.1 天然气净化过程的节水技术集成	(364)
9.5.2 天然气制甲醇过程的节水技术集成	(368)
9.5.3 天然气制乙炔过程的节水技术集成	(372)
9.6 高分子化工行业的节水技术集成	(375)
9.6.1 合成塑料工业的节水技术集成	(375)
9.6.2 合成纤维工业的节水技术集成	(380)
9.6.3 合成橡胶工业的节水技术集成	(390)
参考文献	(395)

第1章 绪 论

水是生命之源，生产之要，生态之素，人类社会一刻也离不开水。在现代社会中，水更是经济可持续发展的必要物质条件。然而，随着社会经济的快速发展，城市化进程的加快，水资源供需矛盾更加突出，水对经济安全、生态安全、国家安全的影响更加突出，成为制约可持续发展的重要因素。因此，企业实行最严格的水资源管理制度，深入推进节水型社会建设，大力加强节水工作，充分挖掘节水潜力，进一步提高节水水平，对缓解当前用水的紧张局面，实现水资源的可持续利用，进而实现经济社会的可持续发展具有重大的意义。

1.1 水的组成与分布

地球上水的分布很广泛，在海洋、冰川、雪山、湖泊、河流、大气、生物体、土壤和地层中，在全球形成了一个完整的水系统，这就是水圈。根据现有资料估算，全球水的总储量为 $13.86 \times 10^8 \text{ km}^3$ ，其中 97.47% 的水是在海洋中(咸水)，海洋在地球上的覆盖面积为 71%。陆地上、大气中和生物体中的淡水资源只占很少的一部分，淡水所占比例极少，约为 2.53%，而且多储存于冰川、雪山和深度为 750m 以下的地下，便于取用的河水、湖泊水及浅层地下水等水资源约为全球水的总储量的 0.02%。全球自然界中各种水体的组成与分布见表 1-1。

表 1-1 地球上各种水体的组成与分布

水的形式	分布面积/ 10^4 km^2	储量/ 10^4 km^3	在全球总水中的百分比/%	
			占总水	占淡水
一、海洋水	36130	133800	96.5	
二、地下水	13480	2340	1.7	
其中：淡水	13480	1053	0.76	30.1
三、土壤水	8200	1.65	0.001	0.05
四、冰川冰盖	1622.75	2406.41	1.74	68.7
五、永冻土底冰	2100	30.0	0.222	0.86
六、湖泊水	206.87	17.64	0.013	
其中：淡水	123.64	9.10	0.007	0.26
咸水	82.23	8.54	0.006	
七、沼泽水	268.26	1.147	0.0008	0.03
八、河床水	14880	0.212	0.0002	0.006
九、生物水	51000	0.112	0.0001	0.003
十、大气水	51000	1.29	0.001	0.04
水体总储量	51000	138598.461	100	
其中：淡水储量	14800	3502.992	2.23	100

(1) 冰的储水量

全球冰的储水量为 $2406 \times 10^4 \text{ km}^3$ ，占全球总储水量的 1.74%，占全球淡水资源的 68.7%，覆盖面积为 $1623 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，大部分分布在南极，约为 $1398 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占冰覆盖面积的 86%。地面冰的储水量见表 1-2。

表 1-2 地面冰的储水量

国家和地区	冰的面积/ km^2	储水量/ km^3	占总冰储水量的百分比/%
南 极	13980000	21600000	0.897601
格陵兰	1802400	2340000	0.09724
北 极	226090	83500	0.00347
欧 洲	21415	4090	0.00017
亚 洲	109085	15630	0.00065
北美洲	67522	14062	0.000584
南美洲	25000	6750	0.000281
非 洲	22.5	3	0.00000125
新西兰	1000	100	0.00000416
新几内亚	14.5	7	0.000000291
总 计	16232549	24064142	1

(2) 湖泊的储水量

世界湖泊水的分布面积为 206.87104 km^2 ，储水量约为 17.64104 km^3 。各大洲中面积超过 100 km^2 的湖泊共有 145 个，对其中 111 个湖泊的统计，总面积为 130104 km^2 ，总储水量为 16.8104 km^3 ，其中淡水储量为 8.65 km^3 ，占湖泊总储水量的 51.5%，咸水的储量为 8.14 km^3 ，占湖泊总储水量的 48.5%。咸水湖主要分布在欧洲、亚洲，淡水湖主要分布在北美洲、南美洲和非洲。世界上最大的淡水湖是位于美国和加拿大之间的苏必利尔湖，面积达 82000 km^2 以上；水量和水深最大的淡水湖是俄罗斯的贝加尔湖。世界各大洲的大湖泊见表 1-3。

表 1-3 世界各大洲大湖泊的储水量

大 陆	面积超过 100 km^2 的湖泊数/个		总面积/ 10^4 km^2	储水量/ km^3	
	总计	统计		淡水	咸水
欧 洲	34	30	43.04	2047	78000
亚 洲	43	24	20.99	27782	3165
非 洲	21	15	19.68	30000	
北美洲	30	20	39.29	25623	19
南美洲	6	21	2.78	913	2
大洋洲	11	1	4.17	154	174
总 计	145	111	129.95	86519	81360

从世界范围来看，农业是最大用水户，农业用水占世界水资源量的三分之二。低收入国家的农业用水量占其总用水量的 91%，而高收入国家的仅占 39%。20 世纪 80 年代，世界农业用水量占总用水量的比例平均为 68%，至 2000 年下降为 60%。从收入水平看，高收入国家的人均用水、年用水量高，城市生活和工业用水的比例较高。从各洲用水发展情况看，全球城市生活和工业用水的比例在不断提高，由 20 世纪 80 年代的 32% 提高到 2000 年的 40%。以欧洲和美国所占比例最大，欧洲由 20 世纪 80 年代的 69% 提高到 2000 年 74%，南美洲由 20 世纪 80 年代的 44% 提高到 2000 年的 62%，北美洲由 20 世纪 80 年代的 53% 提高

到 2000 年的 55%。而亚洲城市生活与工业用水的比例相对较低,在 20 世纪 80 年代仅为 14%,至 2000 年为 26%。

1.2 中国的水资源现状

我国位于世界最大的大陆,即亚欧大陆的东侧,濒临世界最大的海洋,即太平洋,南北跨纬度约 50° ,东西跨经度约 60° ,土地面积约为 $960 \times 10^4 \text{ km}^2$,地域辽阔、地形复杂、气候多样、江河众多、资源丰富,是一个人口众多、社会生产力正在迅速发展的国家。

1.2.1 水资源的分布

(1) 河流水系

我国江河众多,流域面积 1000 km^2 以上的河流约 5800 多条,因受地形、气候的影响,在地区上的分布很不均匀。绝大多数河流分布在我国东部气候湿润、多雨的季风区,西北内陆气候干燥、少雨,河流很少,有面积广大的无流区。

按照河川径流循环的形式,河流可分为直接注入海洋的外流河和不与海洋沟通的内陆河两大类。从大兴安岭西麓起,沿东北—西南走向,经内蒙古高原的阴山、贺兰山、祁连山、巴颜喀拉山、唐古拉山、冈底斯山,直至我国西端的国境线,为我国内陆河和外流河的主要分水界。在此分水界以东,除松辽平原、鄂尔多斯台地以及雅鲁藏布江南侧有几块面积不大的闭流区外,河流都分别注入太平洋和印度洋。外流河区域约占全国土地总面积的 65%。在分水界以西,除额尔齐斯河下游流经俄罗斯入北冰洋外,其余的河流都属于内陆河,内陆河区域约占全国土地总面积的 35%。我国的河流水系和流域面积如表 1-4 所示。

表 1-4 中国河流水系和流域面积

区域	水系	流 域	流域面积/ km^2	占全国总面积的比例/%
外 流 河	太平洋	黑龙江及绥芬河	875342	9.16
		辽河、鸭绿江及沿海诸河	245207	3.61
		海河、滦河	319029	3.34
		黄河	752443	7.87
		淮河及山东沿海诸河	327443	3.43
		长江	1808500	18.92
		浙闽台诸河	241155	2.52
		珠江及沿海诸河	578141	6.05
		元江及澜沧江	240194	2.51
		小计	4587454	57.40
	印度洋	怒江及滇西诸河	154756	1.62
		雅鲁藏布江及藏南诸河	369588	3.87
		藏西诸河	52930	0.55
		小计	577274	6.04
	北冰洋	额尔齐斯河	50000	0.52
	合计		6114728	63.97

续表

区域	水系	流 域	流域面积/km ²	占全国总面积的比例/%
内 陆 河	内蒙古内陆河		309923	3.24
	河西内陆河		517822	5.42
	准噶尔内陆河		322316	3.37
	中亚细亚内陆河		79516	0.83
	塔里木内陆河		1121636	11.73
	青海内陆河		301587	3.15
	羌塘内陆河		701489	7.34
	松花江、黄河、藏南闭流河		90353	0.95
	合计		3444642	36.03
	总计		9559370	100.00

1) 外流河流

我国的外流河大都发源于青藏高原东、南部边缘地带；内蒙古高原、黄土高原、豫西山地和云贵高原的东、南地带；长白山地、山东丘陵、东南沿海低山地丘陵的三个地带。发源于青藏高原的河流都是源远流长、水量很大，蕴藏着巨大水力资源的巨川大河，主要有长江、黄河、澜沧江、怒江、雅鲁藏布江等。发源于内蒙古高原、黄土高原、豫西山地和云贵高原的河流，主要有黑龙江、辽河、滦河、海河、淮河、珠江、元江等河流，除黑龙江、珠江外，就长度、流域面积和水量而言，均次于源自青藏高原的河流。发源于东部沿海低山地的河流，主要有图们江、鸭绿江、沂沭泗河、钱塘江、瓯江、闽江、九龙江、韩江、东江和北江等河流，这些河流的长度和流域面积都较小，但大部分河流的水量和水力资源都十分丰富。

2) 内陆河流

我国内陆河的水系，由于地理、地形和水源补给条件的不同，在水系发育、分布方面存在很大的差异，大致可划分为：内蒙古、河西、准噶尔、中亚细亚、塔里木、青海和羌塘等内陆河流域。内蒙古内陆河地形平缓，河流短促、稀少，存在着大面积无流区。河西、准噶尔、中亚细亚、塔里木内陆河，气候干燥，但地形起伏较大，在祁连山、天山、昆仑山等高山冰雪融化水和雨水的补给下，发育了一些比较长的内陆河，如塔里木河、伊犁河和黑河等。另有许多短小的河流顺山坡流到山麓，消失在山前或盆地的砂砾带中。青海柴达木盆地的地形和高寒气候使盆地四周分布着许多向中央汇集的短小河流，在盆地中广泛分布着盐湖和沼泽。藏北羌塘内陆河流域的特色是星罗棋布地分布着许多湖泊和以湖泊为汇集中心的许多小河。

我国主要江河的长度和流域面积见表 1-5。

表 1-5 中国的主要江河长度和流域面积

江河名称	长度/km	流域面积/km ²	江河名称	长度/km	流域面积/km ²
长 江	6300	1808500	珠 江	2210	442585
黄 河	5464	752443	塔里木河	2179	198000
黑龙江	3101	886950	雅鲁藏布江	2057	240480
澜沧江	2354	164766	怒 江	2013	134882

续表

江河名称	长度/km	流域面积/km ²	江河名称	长度/km	流域面积/km ²
松花江	1956	545594	鸭绿江	790	32466
辽 河	1390	219014	元 江	686	75428
海 河	1090	264617	闽 江	541	60992
淮 河	1000	269150	钱塘江	410	41700
滦 河	877	54412			

注：国外部分的长度和流域面积不计在内。

(2) 湖泊

我国是一个多湖泊的国家，据初步统计，面积在1km²以上的湖泊有2800多个，湖泊总面积达75610km²，占全国总面积的0.8%左右；全国湖泊的储水量约为7510×10⁶m³，其中淡水的储量为2150×10⁸m³，仅占湖泊储水量的28.7%。

我国的湖泊大致以大兴安岭、阴山、贺兰山、祁连山、昆仑山、唐古拉山和冈底斯山一线为界，此线的东南为外流湖泊区，以淡水湖分布为主，此线西北的湖泊为内陆湖泊区，以咸水湖或盐湖分布为主，但青藏高原还分布着一些淡水湖泊。

我国内流湖泊的总面积为38150km²，储水量为5230×10⁸m³，其中淡水的储量为390×10⁸m³；外流湖泊的面积为37460km²，储水量为2270×10⁸m³，其中淡水的储量为1760×10⁸m³。外流湖泊的淡水储量为内流湖泊的4.5倍。

我国主要湖泊的面积和水量分布见表1-6。

表1-6 中国主要湖泊的面积和水量分布

湖泊分布地区	湖水面积/km ²	占全国湖泊总面积的比例/%	储水量/10 ⁸ m ³	其中淡水储量/10 ⁸ m ³	占湖泊淡水总量的比例/%
青藏高原	36560	48.4	5460	880	40.9
东部平原	23430	31.0	820	820	38.2
蒙新高原	8670	11.5	760	20	0.9
东北平原	4340	5.7	200	160	7.4
云贵高原	1100	1.4	240	240	11.2
其 他	1510	2.0	30	30	1.4
合 计	75610	100.0	7510	2150	100.0

(3) 冰川

我国是世界上中低纬度山岳冰川最多的国家之一，南起云南省的玉龙雪山(27°N)，北抵新疆的阿尔泰山(49°10'N)，纵横数千公里的西部高山，据初步查明现代冰川的面积约为56500km²，占亚洲中部山岳冰川面积的一半，其中以昆仑山冰川覆盖面积为最大，其次是喜马拉雅山，最小为阿尔泰山。分布于内陆河区域的冰川面积为33600km²，约占全国冰川面积的60%；分布于外流河区域的冰川面积为22855km²，约占全国冰川面积的40%。全国冰川的总储水量约为50000×10⁸m³。

我国冰川分为大陆性和季风海洋性两大类型。

1) 大陆性冰川

它是在干冷的大陆性气候条件下发育的, 具有降水少、气温低、雪线高、消融弱、冰川运动速度慢等特点, 主要分布在喜马拉雅山中段的北坡和西段、昆仑山、帕米尔、喀喇昆仑山、天山、阿尔泰山、祁连山和唐古拉山等。

2) 季风海洋性冰川

它是在季风海洋性气候条件下形成的, 具有气候温和、降水充沛、气温高、消融强烈、冰川运动速度快等特点, 主要分布在喜马拉雅山东段和中段、念青唐古拉山东段以及横断山脉部分地区。

我国各山系的冰川面积见表 1-7。冰川是“高山固体水库”, 星罗棋布分布在全国的西北、西南河流的源头。每当湿润年, 山区大量的固态积水储存在天然水库中, 而遇到干旱年, 由于山区晴朗的天空, 气温升高, 消融增强, 冰川释放大量融水以调节因干旱而缺水的河流。所以, 对以冰川融水补给为主的河流具有干旱年不缺水, 湿润年水量接近或略小于正常年的特点, 这是冰川消融水补给占有相当比例的西北山区河流独具的特色。

表 1-7 中国冰川面积

山 脉	主峰高度/m	雪线高度/m	冰川面积/km ²		
			内陆河	外流河	合计
祁连山	5826	4300 ~ 5240	1931.5	41	1972.5
阿尔泰山	4374	3000 ~ 3200		293.2	293.2
天 山	7435	3600 ~ 4400	9549.7		9549.7
帕米尔	7579	5500 ~ 5700	2258		2258
喀喇昆仑山	8611	5100 ~ 5400	3265		3265
昆仑山	7160	4700 ~ 5800	11447.1	192	11639.1
喜马拉雅山	8848	4300 ~ 6200	989.4	10065.6	11055
羌塘高原	6547	5600 ~ 6100	3188		3188
冈底斯山	7095	5800 ~ 6000	845.9	1342.1	2188
念青唐古拉山	7111	4500 ~ 5700	122.8	7413.2	7536
横断山	7556	4600 ~ 5500		1456	1456
唐古拉山	6621	5200 ~ 5800		2082	2082
总 计			33597.4	22885.1	56482.5
所占比例/%			59.48	40.52	100

1.2.2 水资源量

根据地形地貌特征, 可将全国的水资源分布按流域水系划分为 10 大片和 69 个分区, 各分区的名称及分区范围如表 1-8 所示。

表 1-8 中国的水资源分区

分 区	计算面积/km ²	范 围
全 国	9559370	
松花江区	807081	额尔古纳河、嫩江、松花江、黑龙江、乌苏里江、绥芬河