

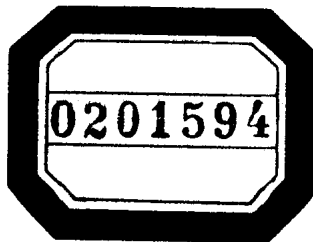
水资源保护管理

基 础

水利部水政水资源司



中国水利水电出版社



水利部



图书总号

007155 水利部信息所

分类号

TV213.4

水资源保护管理基础

水利部水政水资源司

袁弘任 魏开湄 吴国平 执笔

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书系统阐述水资源保护和管理的基础理论和方法。全书共分九章,着重论述了水质监测与评价、预测和规划、政策法规及管理经验。书中实例取材于水资源保护的科研、管理和生产实践,有很强的针对性和实用性。并收录了有关法规和标准。

本书可作为从事水资源保护及环境保护的科研、监测、评价、管理、规划及设计人员的参考书和工具书,也可作为高等院校及在职人员培训的教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

水资源保护管理基础/水利部水政水资源司编. —北京:中国水利水电出版社, 1996. 3

ISBN 7-80124-153-3

I. 水… II. 水… III. ①水资源-保护②水资源管理 IV. TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 04715 号

书 名	水资源保护管理基础
作 者	水利部水政水资源司
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京三里河路 6 号 100044)
排 版	中国水利水电出版社电脑中心
印 刷	水利部长江水利委员会航测中心
规 格	787×1092 毫米 16 开本 18.75 印张 444 千字
版 次	1996 年 3 月第一版 1996 年 3 月武汉第一次印刷
印 数	0001—3500 册
定 价	35.00 元

前 言

党的十四届五中全会审议通过了《中共中央关于制定国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标的建议》，《建议》提出了明确的环境与资源保护的远景目标：到本世纪末，力争环境污染和生态破坏加剧趋势得到基本控制，部分城市和地区环境质量有所改善。到2010年，基本改变生态环境恶化的状况，城乡环境有比较明显的改善。

我国正处于经济高速发展的时期，要注意保护资源与环境，在现代化建设中，必须把实施可持续发展作为社会主义现代化建设的重大战略。根据《建议》目标，水利部提出了“九五”期间水资源保护总的工作目标：以淮河流域水污染防治为契机，全面加强以流域为系统的水资源保护工作，建立健全江河水质监测网络，强化对江河排污口监督管理，重点作好供水水源地的水资源保护工作。

为完成上述目标，需要培养一批懂业务的管理干部，不但懂得水资源保护工作的基础知识，而且要懂得水资源保护管理的有关政策、法规等。本书根据国外水资源保护的经验和我国的工作实际编写而成，力图给读者一个有关水资源保护工作的全面概念；同时能够作为工作手册以便于工作。

让我们用辛勤的工作，唤起全社会关心水、珍惜水、保护水的意识，用碧水青山迎接21世纪的到来。谨向本书的编写、审阅人员及为本书提供资料的单位和专家表示衷心地感谢。

任光煦

一九九五年二月十五日

目 录

前 言

第一章 水资源与水资源保护	1
第一节 我国的水资源	1
一、水资源总量的概念	1
二、水资源基本状况	2
三、水资源的特性和问题	2
第二节 天然水体和水生生态系统	4
一、天然水体的一般特性	5
二、天然水体的类型	10
三、水生生态系统	14
第三节 水资源保护	24
一、日趋严重的水资源短缺	24
二、水资源保护的概念	26
三、水资源保护面临的任务	28
四、水资源保护的目标	28
五、水资源利用与保护行动	30
六、管理与方法	33
第二章 水污染与污染治理	35
第一节 水体污染与危害	35
一、水体自净与水体污染	35
二、水污染的来源和危害及水质指标	36
三、水质标准	40
第二节 污染源	43
一、污染源的分类及主要污染参数	43
二、污染源调查与评价	46
第三节 污染治理技术	48
一、控制水污染的基本途径	48
二、污水处理技术概述	49
第三章 水质监测与水质评价	53
第一节 水质监测	53
一、水质监测站网与水质采样	53
二、水质分析技术与仪器配备	57
三、监测项目与分析方法	65
四、数据处理与结果表述	69
五、水质监测的质量保证和质量控制	73
六、监测成果	77
第二节 底质与水生生物监测	78

一、底质监测	78
二、水生生物监测	79
第三节 水质评价	80
一、水质评价的分类与程序	80
二、指数法评价水质	81
三、水质评价举例——黄浦江水质评价	83
第四章 水质预测	86
第一节 概述	86
一、预测的分类和预测模型	86
二、水质预测的一般方法与程序	86
第二节 水质数学模型	87
一、水质数学模型的建立	87
二、常用的水质数学模型	89
三、模型参数的估值	101
第三节 水环境容量	104
一、水环境容量的概念	104
二、水环境容量的应用	106
三、水环境容量的计算	106
第四节 水质污染预测	112
一、污染源源强预测	112
二、水质污染预测	114
第五章 水资源保护规划	116
第一节 概述	116
一、水资源保护规划	116
二、水污染控制系统的组成	116
三、水污染控制规划的分类	117
四、最优规划与方案优选	118
第二节 水污染控制规划	119
一、水污染控制规划的方法与步骤	119
二、水质功能区划与规划目标	121
三、水质规划模型与系统最优化	121
第三节 费用——效益分析	122
一、基本原理	122
二、费用——效益分析在水资源保护中的应用	122
三、水污染控制的费用——效益估算	123
四、费用——效益分析举例	123
第四节 规划实例——长江武汉江段污染防治规划	125
一、江段概况	125
二、水质现状	126
三、水体区划及环境目标拟定	126
四、污染负荷预测	127

五、水质模型研究	128
六、规划方案研究	129
七、重点治理工程意见	131
八、结论与建议	131
第六章 水工程建设项目的环境影响评价	133
第一节 环境影响评价制度	133
一、水工程建设的环境保护管理	133
二、环境影响评价制度的发展	133
三、环境影响评价制度在经济发展中的作用	134
四、环境影响评价工作的等级	135
第二节 水工程建设项目的环境影响评价	135
一、环境影响评价的目的和要求	135
二、环境影响评价的步骤和层次	136
三、建设项目的工程分析	138
四、环境现状调查	139
五、环境影响预测	141
六、环境影响评价	143
七、评价实例——三峡工程环境影响评价	144
第三节 环境影响评价工作的管理	148
一、管理程序与审批原则	148
二、环境影响评价工作大纲的管理	149
三、环境影响报告书的管理	151
四、贷款建设项目环境影响评价的管理	152
第七章 水工程项目环保设计	160
第一节 环保设计主要内容及程序	160
一、环保设计的主要内容	160
二、环保设计的工作程序	160
第二节 废水处理设计	161
一、废水处理工艺及效率	161
二、机械处理装置	163
三、生物处理设施	167
四、污水处理工艺流程的选择	175
第三节 生态保护设计	176
一、陆生植物保护设计	176
二、水生动物保护设计	177
第四节 施工区环保设计	178
一、设计目的和范围	178
二、水质保护设计	178
三、大气质量保护设计	179
四、噪声防治设计	179
五、人群健康保护设计	180

第五节 环境监测设计	180
一、目的与范围	180
二、监测项目及计划	180
第六节 环保投资概算	182
一、投资原则	182
二、投资项目划分	183
三、分项投资	183
第八章 水资源保护的政策和法规	184
第一节 水资源保护方针和政策	184
一、环境保护是我国一项基本国策	184
二、水资源保护的政策和措施	186
第二节 水法	186
一、依法治水的必要性	186
二、《水法》的主要内容	188
三、建立完善的水利法制体系	190
四、水资源管理的基本制度	194
五、《水法》的修改意见	194
第三节 环境保护法	196
一、《环境保护法》的目的和任务	196
二、环境保护法体系	196
三、《环境保护法》的主要内容	197
四、《环境保护法》的基本原则和制度	199
第四节 有关法规条例和制度	199
一、《水污染防治法》	199
二、《水土保持法》	201
三、《取水许可制度实施办法》	201
四、《取水许可水质管理规定》	202
五、《建设项目环境保护管理办法》	202
六、《征收排污费暂行办法》	203
七、《河道管理条例》	203
第九章 水资源保护管理与经验	204
第一节 水资源保护管理体制	204
一、我国的水资源保护管理体制与机构	204
二、水资源保护管理机构的职能	204
三、水资源保护工作的成就	205
第二节 流域管理	207
一、流域管理的现实性和必要性	207
二、流域管理体制的改革	212
三、流域管理的法制体系建设	214
第三节 我国水资源保护管理的经验——淮河流域水污染防治	216
一、流域概况	216

二、水污染状况	217
三、流域的水资源保护工作	218
四、流域水污染防治中的问题	220
五、淮河流域水污染防治暂行条例	220
第四节 国外水资源保护管理的经验	222
一、国外水资源保护管理的经验	222
二、英国泰晤士河流域治理和管理经验	225
三、美国威拉米特河的治理	228
四、莱茵河的治理措施	230
附录 水资源保护有关法律、法规	232
中华人民共和国水土保持法	232
取水许可制度实施办法	237
取水许可水质管理规定	242
中华人民共和国河道管理条例	245
淮河流域水污染防治暂行条例	251
建设项目环境保护管理办法	255
建设项目环境保护设计规定	260
中华人民共和国国家标准 地面水环境质量标准	267
中华人民共和国国家标准 污水综合排放标准	271
中华人民共和国国家标准 生活饮用水卫生标准	280
中华人民共和国国家标准 渔业水质标准	286
中华人民共和国国家标准 农田灌溉水质标准	290
参考文献	293

第一章 水资源与水资源保护

水是生命的源泉，是人类和一切生物生存和发展不可缺少的物质，是工农业生产、经济发展和环境改善不可替代的极为宝贵的自然资源。

地球上的水分布在海洋、冰川、雪山、湖泊、沼泽、河流、大气、生物体、土壤和地层中，它们紧密联系，相互作用并不断交换，形成一个完整的水的系统，称为水圈。

全球水的储量很大，估计约为 $1.39 \times 10^{18} \text{ m}^3$ ，其中 97.5% 是咸水，而能参与全球水循环，在陆地上逐年可以得到恢复和更新的淡水资源，数量却仅为全球水储量的 0.2%。这部分淡水与人类的关系最密切，并且具有经济利用价值，虽然在较长时间内，它可以保持平衡，但在一定时间、空间范围内，它的数量却是有限的，并非取之不尽、用之不竭。这部分陆地上可供人们使用的淡水就是通常所指的水资源，包括地表水和地下水，它们都靠降水补给。除生物水外，大气和冰川水是自然水中最为活跃的部分。

第一节 我国的水资源

一、水资源总量的概念

地表水、土壤水、地下水是陆地上普遍存在的三种水体。地表水主要有河流和湖泊水，由大气降水、冰川融水和地下水补给，经河川径流、水面蒸发、土壤入渗的形式排泄。地下水为储存于地下含水层的水量，由降水和地表水的下渗补给，以河川径流、潜水蒸发、地下潜流的形式排泄。土壤水为存在于包气带的水量，上面承受降水和地表水的补给，下面接受地下水的补给，主要消耗于土壤蒸发和植物散发，一般是在土壤含水量超过持水量的情况下才下渗补给地下水或形成壤中流汇入河川，所以它具有供给植物水分并连通地表水和地下水的的作用。由此可见，降水、地表水、土壤水、地下水之间存在一定的转化关系，可以用区域水循环概念模型（图 1-1）表示。

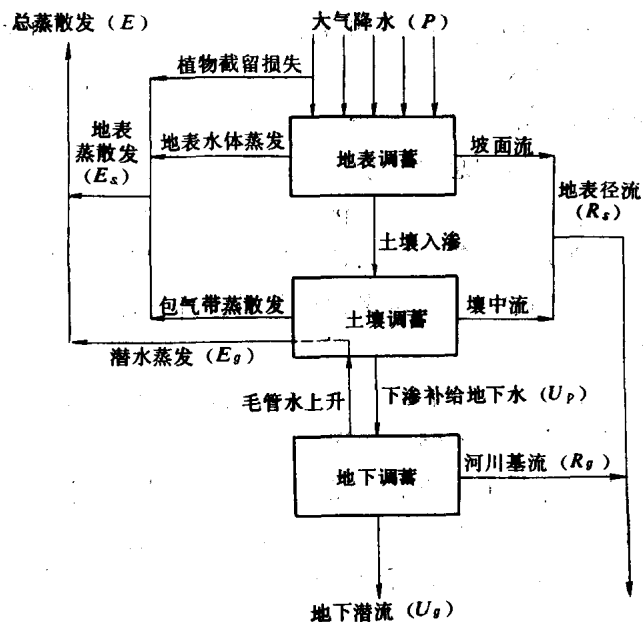


图 1-1 区域水循环概念模型

将区域水资源总量 (W) 定义为当地降水形成的地表水和地下水的产水量。则有:

$$W = P - E_s = R_s + U_p \quad \text{或} \quad W = R + E_g + U_g$$

式中各符号意义见图 1-1。

二、水资源基本状况

我国大陆上空多年平均年水汽输入量约 $1.82 \times 10^{13} \text{ m}^3$, 输出总量约 $1.58 \times 10^{13} \text{ m}^3$, 年净输水汽量约 $2.4 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。全国多年平均年降水总量为 $6.1889 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 相当于年水汽输入量的 $1/3$ 左右。平均年降水深 648 mm, 既小于全世界陆面平均降水深 800 mm, 也少于亚洲平均年降水深 740 mm。年降水量 400 mm 等值线将全国分为湿润区和干旱区两大部分。400 mm 等值线以东多数地区湿润多雨, 为主要农业区, 以西绝大部分干旱少雨, 多草原荒漠, 为主要的牧业区。

(1) 地表水资源。地表水资源通常理解为河流、冰川、湖泊、沼泽等水体的动态水量, 河川径流量综合反映了这一动态水量。

我国江河众多, 流域面积 100 km^2 以上的河流有 5 万多条, 流域面积 1000 km^2 以上的河流也有 1500 多条。根据各江河 1956~1979 年 24 年同步期系列资料分析计算, 全国多年平均年径流量为 27115 亿 m^3 , 平均年径流深 284 mm。其中最大的是 1973 年, 年径流量 32490 亿 m^3 , 最小的是 1978 年, 年径流量的比值为 1.37, 变差是比较小的。

在地表水体中, 水面面积大于 1 km^2 的湖泊约有 2300 个, 总储水量约 7090 亿 m^3 , 其中淡水湖多与外流河相通, 可互济水量。湖泊总储水量中约有 $1/3$ 为淡水。全国冰川总面积约 58500 km^2 , 总储水量约 51000 亿 m^3 , 冰川年融水量仅 560 亿 m^3 , 是我国西部河流的补给来源之一。

(2) 地下水资源。地下水资源是地下含水量的动态水量, 用地下水的补给量来表示。

经计算, 山区多年平均地下水资源量为 6762 亿 m^3 , 平原多年平均地下水资源量为 1874 亿 m^3 。扣除山区与平原的重复计算量 348 亿 m^3 , 全国多年平均地下水资源总量为 8288 亿 m^3 。

北方地区地表水资源相对贫乏, 平原区地下水资源量为 1468 亿 m^3 , 占全国平原地区地下水资源量的 78%, 比较丰富。

(3) 水资源总量。水资源总量为当地降水形成的地表和地下的产水量。由于地表水和地下水互相联系且相互转化, 因此计算资源总量时, 应扣除相互的重复计算水量。

根据分析计算, 全国多年平均地表水资源总量为 27115 亿 m^3 。多年平均地下水资源量为 8288 亿 m^3 , 扣除两者之间的重复计算水量 7279 亿 m^3 , 全国多年平均水资源总量为 28124 亿 m^3 。

按流域分区多年平均年降水量及水资源量见表 1-1, 各省(区)、直辖市水资源量见表 1-2。

三、水资源的特性和问题

水资源是最重要的自然资源之一, 雨热同期是我国水资源最突出的优点。较高的气温、充足的雨水是许多作物生长需要同时具备的自然条件。我国各地 6、7、8 月高温期, 一般也是全年雨量最多的时间, 因此, 有可能在有限的土地上, 经过辛勤耕耘获得丰收。然而, 我国水资源也存在着一些矛盾, 为了缓解这些矛盾, 劳动人民已经奋斗了几千年。随着人口的增长和经济的发展, 有些矛盾更加突出, 还产生了一些新的矛盾。

表 1-1

分区多年平均年降水量及水资源量 (1956~1979 年)

分 区	面 积 (万 km ²)	降 水 量		径 流 量		地下水资源 (亿 m ³)	水资源总量 (亿 m ³)
		mm	亿 m ³	mm	亿 m ³		
I 黑龙江	90.3	496	4476	129	1166	431	1352
II 辽河及其它河	34.5	551	1901	141	487	194	577
III 海滦河	31.8	560	1781	91	288	265	421
IV 黄河	79.5	464	3691	83	661	406	744
V 淮河及山东诸河	32.9	860	2830	225	741	393	961
VI 长江	180.9	1071	19360	526	9513	2464	9613
VII 东南诸河	24.0	1758	4216	1066	2557	613	2592
VIII 珠江及华南诸河	58.1	1544	8967	807	4685	1116	4708
IX 西南诸河	85.1	1089	9346	687	5853	1544	5853
X 内陆河	337.4	158	5321	34	1164	826	1304
全 国	954.5	648	61889	284	27115	8288	28124

注：内陆河包括额尔齐斯河。

表 1-2

全国各省、自治区、直辖市水资源总量

(单位：亿 m³)

省、自治区、 直辖市名称	平均年降水总量	地表水平均 年资源量	地下水水平 年资源量	重复计算量	平 均 年 水资源总量
北京市	105	25.3	26.2	10.7	40.8
天津市	68.3	10.8	5.8	2.0	14.6
河北省	1034	167.0	145.8	75.9	236.9
山西省	831	115.0	94.6	66.1	143.5
内蒙古自治区	3183	371.0	248.3	112.6	506.7
辽宁省	1000	325.0	105.5	67.3	363.2
吉林省	1140	345.0	110.1	65.1	390.0
黑龙江省	2481	647.0	269.3	140.5	775.8
上海市	65.1	18.5	12.0	3.7	26.9
江苏省	1017	249.0	115.3	38.9	325.4
浙江省	1597	885.0	213.3	201.3	897.1
安徽省	1590	617.0	166.6	106.8	676.8
福建省	2023	1168.0	306.4	305.7	1168.7
江西省	2660	1416.0	322.6	316.2	1422.4
山东省	1110	264.0	154.2	83.2	335.0
河南省	1290	311.0	198.9	102.2	407.7
湖北省	2166	946.0	291.3	256.1	981.2
湖南省	3020	1620.0	374.8	368.2	1626.6
广东省	3757	2111.0	545.9	522.8	2134.1
广西壮族自治区	3621	1880.0	397.7	397.7	1880.0
四川省	5889	3131.0	801.6	798.8	3133.8
贵州省	2094	1035.0	258.9	258.9	1035.0
云南省	4824	2221.0	738.0	738.0	
西藏自治区	7132	4482.0	1094.3	1094.3	
陕西省	1371	420.0	165.1	143.2	441.9
甘肃省	1297	273.0	132.7	131.4	274.3
青海省	2064	623.0	258.1	254.9	626.2
宁夏回族自治区	157	8.5	16.2	14.8	9.9
新疆维吾尔自治区	2429	793.0	579.5	489.7	882.8
台湾省	874	637.0	138.7	111.6	664.1
全 国 总 计	61889	27115.2	8287.7	7278.5	28124.4

1. 水资源特性

(1) 我国水资源总量不算太少,但按人口、耕地平均,占有水平很低。我国河川径流总量居世界第六位,低于巴西、加拿大、美国和印尼等国家。但由于国土辽阔,人口众多,按人口、耕地平均,人均亩均占有水量均低于世界平均水平。人均占有量只有世界平均的 $1/4$, 亩均占有量只有世界平均的 $3/4$ 。

(2) 水资源分布极不均衡,水土资源组合不相适应。我国降水量的分布由东南沿海向西北内陆递减,降水量和径流量在地区上的分布极不均匀,并且与人口、耕地的分布不相适应。全国水资源的 81% 集中分布在长江及其以南地区,而该地区耕地面积仅占全国 36%; 淮河及其以北地区,耕地面积占全国 64%, 水资源仅占全国的 19%。其中:黄、淮、海、辽河流域内耕地面积占全国 42%, 水资源占全国的 9%。因而形成了南方水多耕地少,水量有余;北方耕地多,水资源短缺的局面。

(3) 降水及径流的年内分配集中,年际变化很大,连丰、连枯年份交替出现。受季风影响,我国大部分地区的降水量在年内和年际之间有很大变化,汛期四个月的降水量和径流量占全年的 60%~80%。年径流历年最大和最小的比值,在长江、珠江、松花江为 2~3,黄河为 4,淮河、海河则高达 15~20。

降水量和径流量在时程上的剧烈变化是造成一些地区水旱灾害出现频繁、农业生产不稳定和水资源供需矛盾十分尖锐的主要原因。

2. 水资源开发利用中存在的主要问题

(1) 由于自然条件的限制和长期以来人类活动的结果,我国森林覆盖率很低,水土流失严重。水土流失不但使土壤贫瘠,农业低产,而且给水资源开发利用带来许多困难,河床不断抬高,泄洪能力降低,增加了防洪的难度。

(2) 我国北方地表水资源相对贫乏,平原地区地下水资源比较丰富,容易开发利用,对工业、农业和城镇供水有重要意义。但有些地区由于过量开采,地下水位不断下降,很多北方和沿海地区城市严重缺水。

(3) 我国河流的天然水质是相当好的,但由于人口不断增长,城市规模和工业建设迅速发展,污水的排放增加很快,水污染日趋严重,水质性缺水问题在很多城镇和地区日益突出。

(4) 农田受旱面积大,农田水利工程老化、失修,效益衰减,与农业发展要求很不适应。经过近 40 年的水利建设,我国已形成一定规模的供水能力,这是当前解决我国国民经济供水需求的根本保证。但是,这些工程有相当数量存在防洪标准不高、老化失修、配套设施不完整以及管理不当等问题。

第二节 天然水体和水生生态系统

水是氢和氧的简单化合物,也是物理性质很特殊的一种化合物,正是这些异常的特性使水在自然界和生物体中起着独特的、无法替代的作用。

水的热容量很大,能吸收相当多的热量而不损害其稳定。水的沸点较高,凝固点较低,

正常气温下为液态，其相变潜热大，所以，它能很好地调节气温和体温。水在 4℃ 时密度最大，这就保证了即使在极冷的气候条件下，水生生物也能正常地生活。

水是最好的溶剂，并具有很大的介电常数，各种物质或多或少地均可溶于水，并呈离子状态，使天然水成为含多种元素的混合溶液，能为水生生物提供必要的营养物质和微量元素。而水的密度又使许多无活动能力或活动能力不强的微小生物能悬浮于其中生活。

一、天然水体的一般特性

海洋、湖泊、河流、沼泽、水库、地下水等载体中的水统称水体。

各种天然水都不是纯水。在水循环过程中，水体表面与大气接触，水体底部与土壤、岩石接触，在自然条件下溶解了气体、离子以及来源于矿物及生物的胶体物质等，这些物质以各种形式悬浮、分散或溶解在水中，互相作用，共同决定天然水的特性。表 1-3 列出了天然水中的成份及其对水质的影响。

表 1-3

天然水中的成分及其对水质的影响

天然水中的成份	悬浮物质																				
	细菌——有些细菌对人体健康有碍，致病 藻类及原生动物——使水有味、变色、浑浊 泥砂、粘土——使水浑浊 其他不溶物质																				
	胶体物质																				
	溶胶（如硅酸胶体等） 高分子化合物（如腐殖质胶体等）																				
	溶解物质																				
	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2">盐类</td><td>钙镁</td><td> 酸式碳酸盐——决定水的碱度、硬度 碳酸盐——决定水的碱度、硬度 硫酸盐——决定水的硬度 氯化物——决定水的硬度，使水有腐蚀性、味 </td></tr> <tr> <td>钠</td><td> 碳酸盐——决定水的碱度 硫酸盐 氯化物——致病 氯化物——使水有味 </td></tr> <tr> <td colspan="3">铁盐及锰盐——决定水的硬度，使水有腐蚀性</td></tr> <tr> <td rowspan="4">气体</td><td>氧</td><td>使水有腐蚀</td></tr> <tr> <td>二氧化碳</td><td>决定水的酸度，使水有腐蚀性</td></tr> <tr> <td>硫化氢</td><td>决定水的酸度，使水有腐蚀性和臭味</td></tr> <tr> <td>氮</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="3">其他有机物质</td></tr> </table>		盐类	钙镁	酸式碳酸盐——决定水的碱度、硬度 碳酸盐——决定水的碱度、硬度 硫酸盐——决定水的硬度 氯化物——决定水的硬度，使水有腐蚀性、味	钠	碳酸盐——决定水的碱度 硫酸盐 氯化物——致病 氯化物——使水有味	铁盐及锰盐——决定水的硬度，使水有腐蚀性			气体	氧	使水有腐蚀	二氧化碳	决定水的酸度，使水有腐蚀性	硫化氢	决定水的酸度，使水有腐蚀性和臭味	氮		其他有机物质	
盐类	钙镁	酸式碳酸盐——决定水的碱度、硬度 碳酸盐——决定水的碱度、硬度 硫酸盐——决定水的硬度 氯化物——决定水的硬度，使水有腐蚀性、味																			
	钠	碳酸盐——决定水的碱度 硫酸盐 氯化物——致病 氯化物——使水有味																			
铁盐及锰盐——决定水的硬度，使水有腐蚀性																					
气体	氧	使水有腐蚀																			
	二氧化碳	决定水的酸度，使水有腐蚀性																			
	硫化氢	决定水的酸度，使水有腐蚀性和臭味																			
	氮																				
其他有机物质																					

（一）天然水的物理性质

1. 温度

水温影响到水中生物、水体自净和人类对水的利用。

地表水的温度随季节气候条件变化，其变化范围大约在 0.1~30℃。地下水的温度则比较稳定，一般在 8~12℃ 之间变化。

河水等流动水体的温度通常低于大气的月平均温度，水中各部位的温度差异不大。

湖泊、水库等静水水体的水温季节性变化具有明显的地理特征。温带地区，夏季温度出现随水深下降的正分层现象，按照湖水的温度梯度，可分为湖上层、温跃层和湖下层，其中温跃层的水温随深度急剧下降（通常水深每增加1 m，水温可下降1℃）。在冬季则出现下层温度高于湖上层的逆分层现象。春秋两季由于水密度差所引起的垂直对流混合的作用，湖泊的上下水层发生循环而处于同温状态。

2. 臭味

用鼻闻到的称臭，用口尝到的称味，有时臭和味不易截然分开。天然水中臭与味的主要来源有：①水生动植物或微生物的繁殖和衰亡；②有机物的腐败分解；③溶解的气体，如硫化氢；④溶解的矿物盐或混入的泥土。

3. 水的颜色和色度

天然有机物分解常使天然水表现出各种颜色。腐殖质使水呈褐色，悬浮泥沙和不溶解的矿物质也会使水带颜色。根据水的颜色可以推测水中杂质的种类和数量。

包括悬浮杂质在内所呈现的水色称为“表色”，除去悬浮杂质，由胶体及溶解物质造成的颜色称为“真色”。水质分析中，一般只对天然水的真色进行定量的测定。

水质色度是对黄褐色的天然水或处理后的各种用水进行颜色定量测定时所规定的指标。目前世界各国统一用氯铂酸钾（ K_2PtCl_6 ）和氯化钴（ $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ ）配制的混合溶液作为色度的标准溶液。清洁的天然水色度大多在15~25度之间，湖泊水的色度可在60度以上，有时高达数百度。

4. 浑浊度

水的浑浊度是水中悬浮物和胶体物对光线透过时的阻碍程度。透明度则表示水对光线的透过程度。这两个概念从不同角度反映了水中所含杂质的多少。

地表水的浑浊是由水中含泥沙、粘土、有机物等造成的。不同河流因流经地区、土壤和地质条件不同，浑浊程度可能有很大差别。同一条河流的浑浊度在不同季节也会有很大变化。

浑浊度通常以“硅单位”表示，即1L蒸馏水中含1mgSiO₂所构成的光学阻碍现象为浑浊度1度。

浑浊度常用作判断水是否遭受污染的一个表现特征之一。水的浑浊度高，其中所含杂质必多。但是，不浑浊的水体并非未受污染。

5. 悬浮物质

天然水体的悬浮物质主要来自水体所在区域内的地表。泥沙、土壤有机质和无机矿物微粒因降水和地表径流的冲刷和搬运作用进入水体，这种现象在雨季或暴雨期尤为显著。

水中的悬浮物影响水体的光合作用，妨碍水体的自净作用，还可能对鱼类生活产生危害；同时水中的悬浮物质又是各种溶解物质的“载体”，它可以吸附污染物并向河流的下游输送。某河流水样中，含酚量为0.007 ppm，而将河水水样过滤去掉悬浮物质后，再测定含酚量为0.002 ppm。又如浑浊河水中含铅10~20 ppb，过滤或澄清后，水样中一般含铅3~5 ppb，由此可以看出，悬浮物质所携带的污染物数量是不少的。

6. 电导率

由于水中溶解的各种无机盐类多呈离子状态，使天然水具有导电能力。水中主要阴离子有 Cl^- 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} ，地下水中 NO_3^- 较多；主要阳离子有 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 。这八种离子总量可占水中溶解固体总量的 95%~99% 以上。天然水的电导率较低，约为 $50\mu\Omega/\text{cm}$ ~ $500\mu\Omega/\text{cm}$ 。

7. 溶解气体

天然水体表面与大气接触，在气水界面间不断地进行气体交换，各种气体既可进入水中，亦可逸出水面。此外，水中的生物作用和化学反应也可产生气体。水中最重要的气体是氧、二氧化碳和氮，其溶解度见表 1-4。

表 1-4 氮、氧、二氧化碳在不同温度纯水中饱和溶解量 (单位: mg/L)

温度 (°C)	溶解氧	溶解氮	溶解 二氧化碳	温度 (°C)	溶解氧	溶解氮	溶解 二氧化碳	温度 (°C)	溶解氧	溶解氮	溶解 二氧化碳
0	14.60	23.02	10.57	11	11.20	17.76	7.15	22	8.73	14.35	5.12
1	14.20	22.44	10.21	12	10.77	17.38	6.93	23	8.56	14.11	4.98
2	13.81	21.88	9.85	13	10.53	17.02	6.72	24	8.40	13.86	4.83
3	13.45	21.34	9.50	14	10.29	16.68	6.50	25	8.25	13.64	4.68
4	13.09	20.81	9.14	15	10.08	16.36	6.29	26	8.09	13.41	4.56
5	12.76	20.32	8.78	16	9.86	16.04	6.12	27	7.95	13.19	4.45
6	12.44	19.85	8.50	17	9.66	15.74	5.94	28	7.81	12.98	4.33
7	12.13	19.40	8.12	18	9.45	15.44	5.77	29	7.67	12.78	4.22
8	11.83	18.95	7.93	19	9.26	15.16	5.59	30	7.54	12.58	4.10
9	11.55	18.54	7.64	20	9.08	14.88	5.42				
10	11.28	18.14	7.36	21	8.90	14.61	5.27				

从表 1-4 中可知，在标准大气压下，水中溶解性气体含量随水温升高而降低；在恒定温度下，随着压力增加而上升。此外，增加水气交换面积，也可增加水中气体溶解量，故流水比静水溶解气体含量高。

(1) 溶解氧 (DO)。溶解于水中的分子态氧，称“溶解氧”。它直接影响水生生物的生存、繁殖和水中物质的分解、化合等化学和生化行为。水中的氧主要来自空气中氧的溶解和水生植物的光合作用。

(2) 二氧化碳 (CO_2)。大多数天然水中都含有溶解的 CO_2 气体。它主要来源于有机物质的分解和大气中 CO_2 的溶入。地表水中溶解二氧化碳一般不会超过 20~30 mg/L，而地下水中可达 15~40 mg/L。

溶解在水中呈分子状态的二氧化碳称为游离二氧化碳，其中大部分以 CO_2 形态存在，一部分与水结合成 H_2CO_3 。在溶液中， H_2CO_3 与 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 的平衡关系随 pH 值而变化。当游离 CO_2 量超过平衡所需的部分称为侵蚀性二氧化碳，这种状态的水对混凝土有侵蚀作用，故在兴建水利工程时，应作为一项水质指标来测定。

(3) 硫化氢 (H_2S)。缺氧的天然水体，由于有机物无氧分解可产生 H_2S ，含有 H_2S 的水有恶臭味。地下水由于特殊的地质环境，可含有大量的 H_2S 。地表水中 H_2S 含量如达 5 mg/L 以上，不宜饮用。

(4) 溶解氮 (DN)。溶解氮近乎惰性，不参与生物体内的代谢活动，所以，水中溶解氮

经常维持在饱和或近饱和状态。在下述条件下水中溶解氮常呈过饱和状态：①水电站大坝跌落水挟带大量空气深入消力池而溶解；②电厂热的冷却水排放，导致局部受纳水体水温急剧上升；③水生生物在光合过程中释放氧气，同时放热使水温升高。

近期研究证实，在溶解气体过饱和水体中生存的鱼类等水生动物，由于外界条件和身体生理状态的改变，使溶解气体从血液中逸出形成气泡，阻止血液流动，造成死亡，称之为“气泡病”。因此为保护水生生物，规定水中总溶解气体浓度不应超过当地大气压力下饱和值的110%。故有人建议将溶解氮列为水质必测项目。

(二) 天然水的化学特性

1. 天然水是溶有众多元素和物质的一种混合溶液

天然水来源于大气降水、地表径流和地下水，是一种混合溶液。

降水在形成及降落过程中，吸收、吸附或夹带大气中各种来源的悬浮微粒（尘、雾、烟、霾），其中气体含量十分丰富，尤其是溶解氧和酸性氧化物，这些溶解气体对天然水的化学组分影响极大。降水到达地表形成地表径流或下渗成为地下暗流，经过不同的自然地理带、植被、土壤和岩层，氧化和溶解所接触的各种物质，携带着泥沙、生物等悬浮物质一起迁移。在汇流迁移中，又有各种各样的物质加入天然水中，使其物质组分和含量不断地丰富。

天然水中各种物质、离子之间还会发生许多物理、化学作用，诸如物质溶解与析出、化合与分解、氧化与还原、凝聚与胶溶、吸附与解吸、气体溶入与逸出等，随时都在改变着水中物质组成及其含量。再加上水生生物的吸收、分解与排泄等生物作用，水中物质组成更加复杂与丰富。

到目前为止，地球上已知的100多种元素，在天然水中已找到了60余种。天然水中最主要组分，有以下数种离子：

氯离子—— Cl^- ；	钠离子—— Na^+ ；
硫酸根离子—— SO_4^{2-} ；	钾离子—— K^+ ；
重碳酸根离子—— HCO_3^- ；	钙离子—— Ca^{2+} ；
碳酸根离子—— CO_3^{2-} ；	镁离子—— Mg^{2+} ；
氢离子—— H^+ 。	

水中溶解性气体有氧（ O_2 ）、二氧化碳（ CO_2 ）和氮（ N_2 ）。含量微小的其它成分有以下诸离子：

溴离子—— Br^- ；	硫代硫酸根离子—— $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ；
碘离子—— I^- ；	硫氢离子—— HS^- ；
氟离子—— F^- ；	硅酸氢根离子—— HSiO_3^- ；
偏硼酸根离子—— BO_2^- ；	铁离子—— Fe^{2+} 、 Fe^{3+} ；
磷酸根离子—— HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- ；	锰离子—— Mn^{2+} ；
亚硫酸根离子—— SO_3^{2-} ；	硅酸—— $\text{H}_2\text{SiO}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ ；
亚硫酸氢根离子—— HSO_3^- 。	

2. 天然水体是一个复杂的氧化——还原混合系统

天然水溶解了众多元素和物质，其中有多种变价元素、氧化剂和还原剂、无机物和有