

水致疾病风险



饮水安全技术

陈维杰 杨 二 等著



水致疾病风险与饮水安全技术

陈维杰 杨 二 等著

· 112991.11

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

全书共分十章,分别为绪论、水质常规指标(上、下)、饮用水中消毒剂常规指标、水质非常规指标、饮用水常规处理技术、饮用水深度处理技术、管道分质供水、应急安全供水、饮用水源保护等。比较全面系统地介绍、评价了各类饮用水源水的性质与测定、处理技术,既注重新成果的应用,更注重突出实用性,相信对新标准颁布实施后的水处理工程建设与管理,以及人们日常生活中的安全与健康饮水能够起到应有的借鉴与帮助作用。

图书在版编目(CIP)数据

水致疾病风险与饮水安全技术/陈维杰,杨二等著. 郑州:
黄河水利出版社,2009. 12

ISBN 978 - 7 - 80734 - 779 - 8

I. ①水… II. ①陈… ②杨… III. ①饮用水 - 供水
水源 - 安全管理 ②饮用水 - 给水卫生 IV. ①TU991. 11
②R123. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 243703 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsjcs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:22

字数:508 千字

版次:2009 年 12 月第 1 版

印数:1—1 300

印次:2009 年 12 月第 1 次印刷

定价:48.00 元

序

2007年5月30日至6月1日,联合国秘书长水与卫生顾问委员会第八次会议暨亚洲地区对话会在我国上海市召开,会议发表的材料表明,全球有11亿人未能喝上安全饮用水,26亿人缺乏必要的用水卫生设施,每年有500万人、包括180万儿童死于与水有关的疾病。

我国是一个发展中国家,经济实力尚不能保障水环境得以实现应有的良性循环。在这种情况下,水污染尤其是饮水不安全问题将在一个相当长的时期内继续困扰人们的身心健康。据我国水利部统计,全国现阶段有3.2亿人饮水不安全、400多座城市缺水、1/3的饮用水水源不达标,可以说饮水安全问题十分严峻。

饮用安全和卫生的水,是每一个人生命健康的需要和渴望。联合国前秘书长安南曾指出:“获得安全的水是人类的一个基本需要,因此是一项基本人权。不洁的水危害所有人的身体健康,也危害整个社会的健康。这是对人类尊严的践踏。”我国饮用水水质的进一步改善同样十分迫切。

那么,什么样的水才算是安全和卫生的饮用水呢?从概念上讲,它应该是在满足人体基本生理功能和维持生命基本需要的基础上,长期饮用可以改善和促进人体的生理功能、有利于增强人体健康和提高生命质量。在实际生活中,其属性又往往与一定历史发展阶段的的生产力状况、科学技术水平和社会文明程度相适应,一般是通过水质标准来进行衡量和判断。新中国成立之初制定的水质标准是15项,改革开放之初增至35项,到2007年猛增至106项,这充分体现了党和政府对饮水安全问题的高度重视以及我国综合国力的显著增强。

检验水质的标准由少增多,客观上反映了饮用水净化程度在不断提高。与此相对应,也就急需一部能够全面系统介绍各类各项水质指标性质、影响、检验方法及处理技术的配套读物。在这种情况下,高级工程师陈维杰、杨二等撰写了《水致疾病风险与饮水安全技术》一书。该书的最大特点是以标准为纲,逐指标地依其性质、对人体健康的影响、检验方法、处理工艺等程序展开系列介绍,克服了以往大多数专著不太注重系统化的缺陷,从而为读者全面系统地了解、掌握各项水质标准的概念和研究成果提供了参考依据,确实不失为目前对新版《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)较为全面、系统的诠释书籍。

维杰是我的同学,长期从事饮用水的生产、管理工作,探索和积累了丰富的实践经验与理论知识;在与杨二等同志合作著书过程中,还借鉴了数百位同行专家、学者的研究成果,因而书稿具有较强的知识性、实用性和收藏价值。建议从事饮用水工程建设、管理及研究者在工作学习中参阅,同时也可作为家庭日常生活中的饮水健康用书收藏。

李学

2009年12月

前 言

1972年6月5~16日,联合国在瑞典首都斯德哥尔摩召开的第一次环境与发展大会提出“石油危机之后,下一个危机是水”。中国工程院院士、全国政协原副主席、水利部原部长钱正英将我国的水问题概括为“一多(洪涝)、一少(短缺)、一脏(污染)”,把水质污染与洪涝灾害、水资源短缺并称为21世纪的三大水危机因素之一。当前,随着工业化、城镇化、农业产业化进程的快速推进,水质污染问题将不可避免,并且在局部地区还会有加剧之势。水是生命之源,水质污染将直接或间接地影响人民群众的身体健康。对此,党和政府历来十分关注。新中国成立60年来,我国已先后数次制订、发布生活饮用水卫生标准和规范,将控制饮用水质量标准的水质指标由最初的15项逐步增加到了目前的106项,从而最大限度地解决饮用水污染对城乡居民日常生活的困扰问题,切实保障人民群众的饮水安全。

“工欲善其事,必先利其器,器欲尽其利,必先习其技。”为认真贯彻、执行新的《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006),本书根据作者自身的实践并参考上百位前辈、学者及同行的研究成果,从理化性质、对人体健康的影响、检测方法、处理技术四个方面对标准中的106项指标进行了诠释解读,同时对饮用水的常规处理、深度处理、管道分质供水、应急安全供水和饮用水源保护等系列技术进行了介绍。另外,由于水处理技术还涉及众多的学科及专业领域,为帮助读者对相关研究成果的了解,每章之后还附加了知识链接内容,以力求使该书成为集知识性、实用性、资料性于一体的工具书,从而为推行、普及饮用水安全处理技术作出一份微薄的贡献。然而,水处理技术是一个烟波浩渺的知识海洋,一部书不可能回答所有的水问题,加之作者才薄智浅、水平有限,书中谬误之处在所难免,在此还望广大读者多提宝贵意见,以共同推进水污染防治、水净化处理的科学技术迈向更新、更高的发展阶段。

本书第1~4章及全书的“知识链接”内容由洛阳市高级工程师陈维杰撰稿,第5~6章由黄河水利科学研究院高级工程师杨二撰稿,第7章及第8章8.4、8.5节由李勉撰稿,第9、10章由李莉撰稿,第8章8.1、8.2、8.3节由鲍宏喆、陈丽撰稿。全书由陈维杰统稿。

作 者

2009年12月

目 录

序

李文学

前 言

第1章 绪 论	(1)
1.1 水的性质	(1)
1.2 水循环	(2)
1.3 水污染	(4)
1.4 水质标准	(9)
1.5 饮用水安全保障技术	(18)
知识链接 【1】 安全的饮水	(19)
【2】 天然水的分类	(21)
第2章 水质常规指标(上)——微生物指标与毒理指标	(24)
2.1 总大肠菌群	(24)
2.2 耐热大肠菌群	(28)
2.3 大肠埃希氏菌	(29)
2.4 菌落总数	(29)
2.5 砷	(31)
2.6 镉	(37)
2.7 铬(六价)	(41)
2.8 铅	(44)
2.9 汞	(47)
2.10 硒	(51)
2.11 氰化物	(56)
2.12 氟化物	(59)
2.13 硝酸盐	(71)
2.14 三氯甲烷	(75)
2.15 四氯化碳	(79)
2.16 溴酸盐	(80)
2.17 甲醛	(81)
2.18 亚氯酸盐	(83)
2.19 氯酸盐	(84)
知识链接 【1】 酶、核酸与蛋白质	(85)
【2】 微量元素与人体健康	(87)

第3章 水质常规指标(下)——感官性状和一般化学指标及放射性指标	(91)
3.1 色度	(91)
3.2 浑浊度	(94)
3.3 臭和味	(96)
3.4 肉眼可见物	(99)
3.5 pH 值	(99)
3.6 铝	(102)
3.7 铁	(104)
3.8 锰	(110)
3.9 铜	(115)
3.10 锌	(118)
3.11 氯化物	(121)
3.12 硫酸盐	(125)
3.13 溶解性总固体	(127)
3.14 总硬度	(128)
3.15 耗氧量(COD _{Mn})	(133)
3.16 挥发酚类	(139)
3.17 阴离子合成洗涤剂	(142)
3.18 总 α 放射线	(143)
3.19 总 β 放射线	(145)
知识链接 【1】 有机物污染指标	(146)
【2】 水质监测的基本方法与常用仪器	(150)
第4章 饮用水中消毒剂常规指标	(158)
4.1 氯气及游离氯制剂	(158)
4.2 氯胺消毒	(167)
4.3 二氧化氯消毒	(168)
4.4 臭氧消毒	(172)
知识链接 【1】 常用消毒方法的基本特点	(174)
【2】 饮用水中的 THMs 和 TOX	(178)
第5章 水质非常规指标项目概述	(180)
5.1 贾第鞭毛虫	(180)
5.2 隐孢子虫	(180)
5.3 锑	(181)
5.4 钡	(181)
5.5 铍	(182)
5.6 硼	(182)
5.7 钼	(182)
5.8 镍	(183)

5.9	银	(183)
5.10	铊	(184)
5.11	氯化氰	(184)
5.12	一氯二溴甲烷	(185)
5.13	二氯一溴甲烷	(185)
5.14	二氯乙酸	(185)
5.15	1,2-二氯乙烷	(186)
5.16	二氯甲烷	(186)
5.17	三卤甲烷	(187)
5.18	1,1,1-三氯乙烷	(187)
5.19	三氯乙酸	(188)
5.20	三氯乙醛	(188)
5.21	2,4,6-三氯酚	(188)
5.22	三溴甲烷	(189)
5.23	七氯	(189)
5.24	马拉硫磷	(189)
5.25	五氯酚	(190)
5.26	六六六	(190)
5.27	六氯苯	(190)
5.28	乐果	(191)
5.29	对硫磷(1605)	(191)
5.30	灭草松	(191)
5.31	甲基对硫磷	(192)
5.32	百菌清	(192)
5.33	呋喃丹	(192)
5.34	林丹	(193)
5.35	毒死蜱	(193)
5.36	草甘膦	(193)
5.37	敌敌畏	(194)
5.38	莠去津	(194)
5.39	溴氰菊酯	(194)
5.40	2,4-滴	(195)
5.41	滴滴涕	(195)
5.42	乙苯	(195)
5.43	二甲苯	(196)
5.44	1,1-二氯乙烯	(196)
5.45	1,2-二氯乙烯	(196)
5.46	1,2-二氯苯	(197)

5.47	1,4-二氯苯	(197)
5.48	三氯乙烯	(197)
5.49	三氯苯	(198)
5.50	六氯丁二烯	(198)
5.51	丙烯酰胺	(199)
5.52	四氯乙烯	(199)
5.53	甲苯	(200)
5.54	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	(200)
5.55	环氧氯丙烷	(200)
5.56	苯	(201)
5.57	苯乙烯	(201)
5.58	苯并[a]芘	(202)
5.59	氯乙烯	(203)
5.60	氯苯	(203)
5.61	微囊藻毒素-LR	(203)
5.62	氨氮	(204)
5.63	硫化物	(205)
5.64	钠	(205)
知识链接 【1】 “三致性”毒物		(206)
【2】 微生物与腐殖质		(210)
第6章 饮用水常规处理技术		(214)
6.1	混凝	(214)
6.2	沉淀	(222)
6.3	澄清	(224)
6.4	过滤	(227)
6.5	消毒	(240)
知识链接 水处理方法概要		(248)
第7章 饮用水深度处理技术		(252)
7.1	活性炭吸附	(252)
7.2	离子交换	(259)
7.3	臭氧氧化与生物活性炭	(267)
7.4	膜分离技术	(273)
知识链接 深度净化水		(286)
第8章 管道分质供水		(291)
8.1	管道分质供水概述	(291)
8.2	管道分质供水的水质要求	(292)
8.3	管道分质供水工程设计	(294)
8.4	管道分质供水系统计算与部件规格选择	(298)

8.5 管道分质供水的卫生管理 (302)

知识链接 饮用水输配水管材的生产工艺与卫生要求 (303)

第9章 应急安全供水 (307)

9.1 应急安全供水的必要性与特点 (307)

9.2 应急安全供水的水源 (308)

9.3 应急安全供水设备 (309)

9.4 不同供水方式成本分析 (312)

知识链接 特征污染物与常用处理方法 (314)

第10章 饮用水源保护 (318)

10.1 饮用水源的分类与特点 (318)

10.2 饮用水源污染及危害 (318)

10.3 饮用水源水质标准 (320)

10.4 地表水源保护 (324)

10.5 地下水源保护 (329)

知识链接 地下岩层含水简况 (332)

参考文献 (333)

第 1 章 绪 论

水是生命之源。地球上的生命从咸水中诞生,在淡水中进化,在陆地上成长,不管其形态多么复杂,水在任何生命体中所起的作用从来就没有改变过。人之所以能在陆地上成长,也是因为身体内有一整套完备的储水系统。这个系统在人体内储备了大量的水,水量平均约占体重的 60%。正因为如此,人才能在短时间内适应暂时的缺水。与人一样,地球上几乎所有的生物体内也都含有水,都会因缺水而死亡。所以,从这种意义上讲,“生命就是水,水就是生命”。然而,随着世界范围内的人口与经济的快速增长,已逐渐引起了水资源的日益短缺与水污染的日益严重问题,尤其是水质变化对人类健康的影响亦愈来愈受到全社会的广泛关注,研究解决饮水安全问题已到了刻不容缓的地步。

1.1 水的性质

纯净的水分子是由 2 个氢原子和 1 个氧原子构成的氢氧化物,分子式为 H_2O ;按质量百分比则含有 11.11% 的氢和 88.89% 的氧。水一般是无色、无臭、无味的透明液体,常以液态、固态、气态 3 种聚集状态并存于自然界中,液态称为水,固态称为冰,气态称为水汽(水蒸气)。在 101 325 Pa(一个标准大气压下),水的沸点为 100 $^{\circ}\text{C}$,冰点为 0 $^{\circ}\text{C}$,4 $^{\circ}\text{C}$ 时密度达到最大值(1 000 kg/m^3),水的比热容为 4 186.8 $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$,是自然界热容量最大的物质。水分子是一种极性分子,水分子中的氢键结合作用较强,固态水和液态水中的 H_2O 分子常发生缔合,形成双水分子(H_2O)₂ 和多水分子(H_2O)_n。水能溶解许多物质,是最重要的溶剂,而且是一种惰性溶剂,在溶解物质的过程中本身很少发生化学变化。

自然界中并不存在绝对纯净的水,水在其运动过程中,大气、岩石、土壤和生物圈中的物质就会进入水中,使水体发生变化。环境中的盐类最容易被水溶解而进入水中,因此水中的最主要的组分就是这些盐离子;大气中的活性气体也会进入水中,这是水中鱼类等生物赖以生存的条件;天然水中还存在大量的非溶解物质、胶体物质,同时也包含一些微量元素(见表 1-1)。天然水由悬浮物质(这类物质由大于分子尺寸的颗粒组成,并借助浮力和黏滞力悬浮于水中)、溶解物质(这类物质由分子或离子组成,并被水分子结构所支撑,常见的是钙、镁、钾、钠四种阳离子和碳酸根、碳酸氢根、硫酸根、氯离子四种阴离子,即所谓的天然水中“八大离子”。此外,还有铁、锰等阳离子和硝酸根、亚硝酸根等阴离子,以及溶解于水体中的 O_2 、 CO_2 、 N_2 和偶有的 H_2S 气体等)、胶体物质(介于悬浮物质与溶解物质之间)组成,见图 1-1。

人类生活与生产排放大量的污染物,这些污染物大量进入水体后使水质状况恶化,从而对人体健康带来了不同程度的危害。

表 1-1 天然水中的主要组分

类别	主要组分
阴离子	Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-}
阳离子	Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+}
气体	O_2 、 CO_2
微量元素	Br^- 、 I^- 、 F^- 、 BO_2^- 、 HPO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 HS^- 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+}
非溶解物质	黏土、砂、细菌、藻类
胶体物质	硅胶、腐殖质

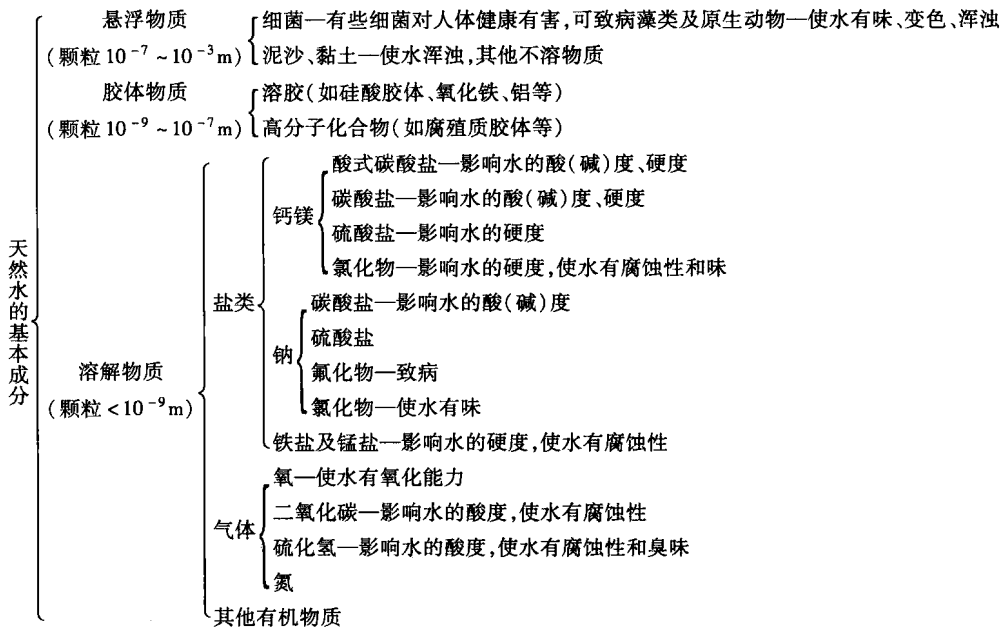


图 1-1 天然水的基本成分

1.2 水循环

地球上的天然水具有与地球几乎相同的年龄(约 46 亿年)。这么多的水又这样长久存在而不消散,这与水的性质、大气的化学组成、地球的质量及地球在太阳系中的位置(与太阳距离适中)等因素有关。

图 1-2 所示为水在地球表层的循环,其驱动力是太阳能。图中方框代表储层,箭头所指代表水的迁移径路。水从某储层流出时,该储层被称为源;水自外流入储层时,该储层被称为汇。为了定量描述水循环,还需要在方框内标出储层中水物质的总量(即储存量),并在箭头处标出两储层间的通量。通量表示为在一定时期内(一般为一年)沿特定径路传质的数量。若某储层中水量保持恒定,这表示在流入量和输出量之间保持平衡,呈恒定状态。

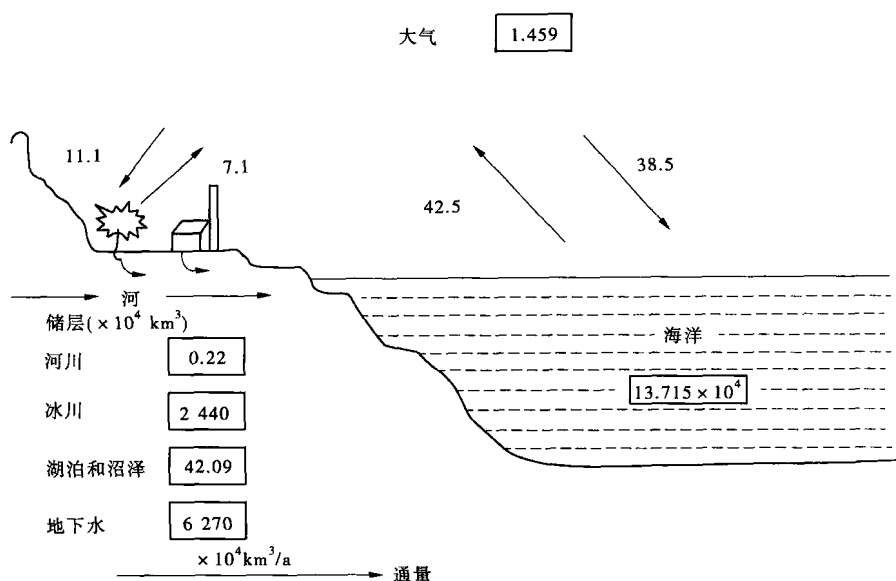


图 1-2 水在地球表层的循环

在地球表层,世界气象组织(WMO)1992年公布的水体总量为 14.59 亿 km^3 (联合国科教文组织 UNESCO1978 年公布的地球表层水体总量为 13.86 亿 km^3),其中海洋水约为 13.715 亿 km^3 ,占 94%,地下水约为 0.627 亿 km^3 ,占 4.3%;冰川水约为 0.244 亿 km^3 ,占 1.67%;湖泊、沼泽、河川水分别为 39.65 万、2.44 万、0.22 万 km^3 ,三者合计占 0.029%;大气水约为 1.459 万 km^3 ,占 0.001%。在这些总水储量中,淡水资源总量约为 3 700 万 km^3 (根据联合国教科文组织和世界气象组织共同制定的《水资源评价活动——国家评价水册》给出的定义,水资源为“可以利用或有可能被利用的水源,具有足够数量和可利用的质量,并能在某一地点为满足某种用途而可被利用”),约占水体总量的 20.025%,其他均为苦咸水。而在淡水资源中,有 2 000 多万 km^3 储藏于冰川和南北两极的冰层里、约 800 万 km^3 埋藏于地下含水层中,此两项在现有技术水平条件下尚难开发利用,所以能够真正被人类所利用的全球淡水资源仅约 21.3 万 km^3 ,无疑是十分短缺和宝贵的。

地球表面的水循环是通过蒸发、蒸腾、降雨、径流形成来实现的,即海水蒸发为云,随气流迁移到内陆,遇冷气流凝为雨雪而降落,降水后一部分沿地表流动,汇成江河湖泊,称为地表水,另一部分渗入地下转为地下水,在流动过程中,地表水和地下水相互补充,最终复归大海,完成了海洋→内陆→海洋的水循环。在水循环的量变过程中,通常大气中水的约 83% 来自海洋,但通过雨雪而返回海洋的水量仅为 75% 左右;这也说明海水中的一部分是通过河川入海而得到补足的。生物圈含水总量少得几乎不能与其他圈层相比,但组成生物体的主要成分还是水。例如,哺乳动物体内的水分平均为体重的 60%~70%,成年人体重的一半以上是水分(每天通过饮水和食物吸收的水分约为体重的 5%),新生婴儿体重的近 80% 是水分,水是人体内有机物和无机物的溶剂,消化、新陈代谢、造血、组织合成等都是在水溶液中进行的;在植物体上,农作物的体内水分占总体重的 75%~85%,

农作物没有足够的水分就不能发芽、生长、发育、结实,生产 1 kg 冬小麦籽粒平均需水 1 000 kg,生产 1 kg 玉米需水 1 200 kg,而生产 1 kg 水稻则需水 2 000 kg。氧、碳、氢依次是生物圈中丰度最多的三大元素,且氧和氢的比例接近于水中该元素之比。由此看来,生物体内含有如此多量的水是在情理之中了。

天然水系的分类如图 1-3 所示。

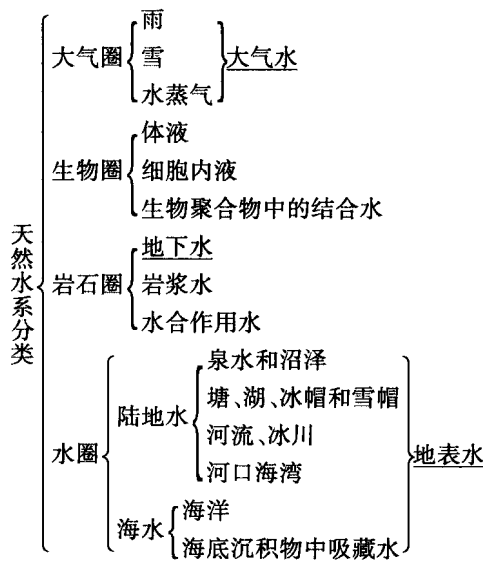


图 1-3 天然水系的分类

其中具有环境相对重要性的有地表水、地下水和大气水,它们分属于水圈、岩石圈和大气圈。

天然水在自然循环和被人利用的过程中受到污染,混入各种杂质,因此各种水系具有不同水质。对某一天然水系,可以从地理、地质、物理、化学、生物等方面来描述它的性质状态,但从水环境安全的角度看,则应突出这些方面与污染物性质之间的关系,从而为进一步探讨水污染对人身健康的影响以及制订相应的应对措施奠定科学的基础。

1.3 水污染

由于人类活动或天然过程而排入水体的污染物超过了其自净能力,从而引起水体的水质、生物质量恶化,称之为水污染。水污染的重要恶果就是造成水致疾病。据世界卫生组织(WHO)统计,地球上 80% 的疾病是由于不良的饮用水引起的。第一类是介水传染病,即通过饮用或接触受病原体污染的水而传播的疾病,如伤寒、霍乱、痢疾、肝炎、脊髓灰质炎、腹泻等;第二类是介水化学性疾病,即由于水中化学物质所造成的疾病,如水中高氟所致的氟斑牙、氟骨症,水中缺碘(10 $\mu\text{g/L}$)造成的甲状腺肿大,饮用水被汞、镉、砷、铅、农药等污染所造成的中毒等;第三类是水量不足或水质不良而诱发的疾病,如各种皮肤病、眼结膜炎、沙眼、中耳炎、虱传染(斑疹伤寒、回归热等);第四类是其他各种间接形式与饮用水有关的疾病,如钩端螺旋体病、血吸虫病、水蛭病、水生昆虫及其他动物所传播的

寄生虫病等。

1.3.1 污染源

向水体排放污染物质的策源地和场所称为水体污染源。

水体污染物大体来源于两个方面：一是自然过程（例如大气降落物、岩石风化、有机污染物自然降解等）产生。例如河流上游的某些矿床、岩石和土壤中的有害物质通过地面径流和雨水淋洗进入水体，这种自然污染源具有长期性和持久性，但一般认为这种缓慢自然过程产生的污染只能算是水体中的沾染物。二是水在应用过程中，如工农业生产等社会、经济活动中产生的废水以及生活污水、城市污水等。当前，对天然水造成较大危害的是第二种污染源，即人为污染源。全世界每年排放的污水达 4 260 亿 m^3 ，造成河流稳定流量的 40% 左右和 55 000 亿 m^3 水体被污染（据另一统计资料，全世界每年排入水体的污水量达 7 000 亿 m^3 ，被污染的水量达 85 000 亿 m^3 ）。我国 2000 年排放的污水总量约为 620 亿 m^3 （20 世纪 80 年代年均均为 310 亿 m^3 、90 年代年均均为 435 亿 m^3 ），造成近 40% 的河段水质达不到Ⅲ类地面水环境质量标准、90% 的城市水域环境污染严重、50% 以上的重点城镇水源地不符合饮用水质量标准，其污染源主要是工业废水、生活污水和农业面源污染，其严重恶果就是造成区域性的水质型缺水（水质型缺水指因水源的水质达不到国家规定的饮用水水质标准而造成的缺水）。

1.3.1.1 工业废水污染源

各种工业企业在生产过程中排出的生产废水、生产污水、生产废液等统称为工业废水。工业废水是当前人为污染源的头号策源地，其毒性和危害最为严重，且在水中不易被净化。工业废水往往所含成分十分复杂，一般很难对其作出明确的分类。表 1-2 按废水中所含污染物种类列举了与其相应的各种污染源。

1.3.1.2 生活污水污染源

生活污水往往是城镇污水的主要组成部分，是人们日常生活中产生的各种污水的混合液，主要包括厨房、洗涤间、浴室等排出的炊事、洗涤污水和厕所排出的粪便污水等，是当前仅次于工业废水的第二大污染策源地。生活污水中主要组分是有机物，也有无机物和少量重金属及病原微生物，有机物包括纤维素、淀粉、糖类、油脂、酚、尿素、蛋白质等，无机物包括各种氯化物、硫酸盐、磷酸盐以及钾、钠重碳酸盐等。生活污水的特点主要是 SS（悬浮固体）、BOD（生化需氧量）、 $\text{NH}_3 - \text{N}$ （氨氮）、ABS（合成洗涤剂）、P（磷）、Cl（氯）、细菌和病毒等含量高（其中对水威胁最大的是氨氮、细菌和病毒），尤其是 N、S、P 极易在厌氧微生物的作用下生成硫化氢、氨、硫醇等具有恶臭气味的物质。生活污水多呈弱碱性，pH 值为 7.2 ~ 7.8，从外表看水体混浊，可呈黄绿色以至黑色，一般除了厌氧微生物外，其他生物都不能在其中生存。

未经处理的生活污水典型成分（水质参数）列于表 1-3，供参考。

1.3.1.3 农业污水污染源

农业污水污染源包括农田排水和农副产品加工的有机污水，以及含有化肥、农药、农家肥（人和畜的粪便）以及动植物残体和农副产品加工的有机废弃物渗出的污液。

表 1-2 工业废水污染源

污染物	污染源	污染物	污染源
游离氯	造纸厂、织物漂洗、农药厂	镉	锌矿、炼锌厂、电镀、电池厂
氨、铵盐	化工厂、煤气厂、焦化厂、氮肥厂	锌	电镀、人造丝生产、橡胶生产、锌矿矿区排水
氟化物	烟道气洗涤水、玻璃刻蚀业、原子能工业、氟矿、炼铝厂、磷肥厂等	铜	有色金属矿山与冶炼、电镀、人造丝生产
硫化物	石油煤气化工、织物染色、制革、造纸、人造丝生产	汞	化工厂、氯碱厂、农药厂、造纸厂、冶炼厂、用汞仪表厂
氰化物	焦化煤气、炼油化工、电镀业、贵金属冶炼、金属清洗、塑料、有机玻璃制造、丙烯腈合成等工厂排水	钒	化工厂、染料厂、冶炼厂
亚硫酸盐	纸浆厂、人造丝生产	砷	含砷矿石处理、制革、涂料、染料、药品、玻璃等生产
酸类	矿山开采、石油化工、化肥、金属清洗、酒类酿造、织物生产、电池生产排水以及酸雨	硒	制药厂、冶炼厂
碱类	造纸厂、化学纤维、制碱、制革、炼油、电镀等工业	磷	合成洗涤剂、农药、磷肥等生产
合成洗涤剂	印染厂、洗涤剂厂、电镀厂	糖类	甜菜加工、酿酒、食品加工制罐厂
酚类化合物	炼油、焦化、煤气、树脂、染料、农药厂的排水以及木材防腐厂、酚醛塑料厂等	淀粉	淀粉生产、食品加工、织造厂
苯类化合物	石化、焦化、农药、塑料、橡胶、颜料、炸药等生产排水	油脂	采炼油、毛条、织造、涂料、机械加工、食品等
醛	合成树脂、合成纤维、制药、染料等	感官性污染	纺织污水、制碱污水、生活污水等
耗氧废弃物	造纸厂、纤维厂、食品厂和生活污水等	热污染	热电站、核电站、冶金和石油化工等工厂的排水
铬	矿山、冶炼、电镀、制革、化工、合金制造	放射性物质	原子能工业、同位素生产和应用单位
铅	铅矿矿区排水、电池生产、汽车尾气、油漆与颜料涂料生产	致癌性物质	含焦油废水等
镍	电镀、电池、冶金	病原微生物	制革厂、屠宰场、洗毛厂

表 1-3 未经处理的生活污水典型成分(水质参数)

污染物	浓度 (mg/L) (可沉淀固体除外)		污染物	浓度 (mg/L) (可沉淀固体除外)	
	范围	平均		范围	平均
总固体(TS)	350 ~ 1 200	720	总氮(TN)	20 ~ 85	40
总溶解性固体(TDS)	250 ~ 850	500	有机氮(Org - N)	8 ~ 35	15
不挥发的	145 ~ 525	300	自由氨(Amm - N)	12 ~ 50	25
挥发的	105 ~ 325	200	硝酸盐和亚硝酸盐	0	0
悬浮固体(SS)	100 ~ 350	220	总磷(TP)	4 ~ 15	8
不挥发的	20 ~ 75	55	有机的	1 ~ 5	3
挥发的	80 ~ 275	165	无机的	3 ~ 10	5
可沉淀固体,mg/L	5 ~ 20	10	氯化物	30 ~ 100	50
5 天生化需氧量 (BOD ₅ , 20 ℃)	110 ~ 400	220	碱度(CaCO ₃)	50 ~ 200	100
总有机碳(TOC)	80 ~ 290	160	油和油脂	50 ~ 150	100
化学耗氧量(COD)	250 ~ 1 000	500			

农田施用化肥和农家肥,特别是施用过量的化肥,其较高的氮、磷成分除被植物吸收一部分外,过剩的部分会通过污染土壤而污染土壤中的水(全国近年农田施用化肥的平均利用率只有 20% ~ 50%,以 2005 年为例,全国共施用化肥 4 766.9 万 t,其中氮肥占 2 229.7 万 t、磷肥占 743.8 万 t、钾肥占 489.8 万 t、复合肥占 1 303.6 万 t,测算综合利用率约 35%),被污染的土壤水渗出后连同当地含有氮、磷污染因子的工业废水排入水库、水塘、水井等储水体,会促使藻类繁殖,形成“水华”现象(海边则称为“赤潮”),即水体富营养化。所谓水体富营养化,就是指氮、磷等植物营养物质含量过多所引起的水质污染现象,其后果是造成大量藻类繁殖、水草丛生和浮游生物死亡。其表现特征可由优势浮游生物的颜色不同而呈现出蓝绿色、棕红色、浮白色等,严重的还会在岸边出现大量堆积,不但散发恶臭,破坏景观,更重要的是消耗了水中的溶解氧,促使鱼类窒息死亡,同时藻类还会释放出生物毒素——藻毒素而对人体及其他生物构成严重危害。表 1-4 列出贫、富营养水面特征现象对照,供参考。

在对农作物喷洒杀虫剂、农田施用除草剂等过程中,只有少量药液附着于农作物上,约 80% 含有氯、苯、烃等有毒成分的残液将存留在土壤中,残留时间由一周到数年不等,残留期间有毒成分可通过降雨和地面径流的冲刷而进入地表水与地下水中,被污染的地表水和地下水一旦被开发饮用,这些有机成分进入人体后将会在脂肪和肝脏发生积累,进而使神经系统和肝脏产生慢性中毒甚至诱发致癌致突变作用。