

第一章 化学与人类环境

《中华人民共和国环境保护法》中把环境定义为“影响人类生存和发展的各种天然和经过人工改造的自然因素的总称,包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜、城市和乡村等”。按照环境的功能不同,可以把环境分为生活环境和生态环境。

人类是环境的产物,人类要依赖自然环境才能生存和发展;人类对环境进行改造,使其更适合人类的生存和发展。但是,人类活动已给自然环境造成了破坏和污染。我国每年因环境污染造成的损失为 2830 亿元。其中,水污染占 500 亿元,大气污染占 200 亿元,生态环境破坏和自然灾害损失 2000 亿元,其他污染如固体废弃物排放、噪声污染等损失也高达 130 亿元。国家工业规划布局失误、调控措施不力和公民环保意识不强,是造成损失的主要原因。

一、水

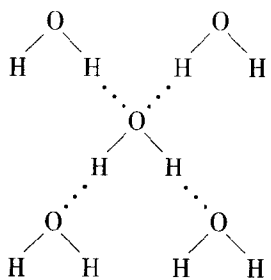
水是氢和氧的化合物,地球表面的四分之三被海洋、江河、湖泊中的水覆盖,十分之一被冰川覆盖。从太空观察,地球是个美丽的蔚蓝的水球。此外,地层、大气、生物体内都含有水。

1. 奇妙的物理性质

18 世纪末叶前,人们一直认为水是一种元素。在 1781 年

卡文迪什指出氢在空气中燃烧时生成水。水的化学式是 H_2O 水分子是 V 形结构的极性分子。水分子有很强的极性，

一个水分子中的氢原子会同另一个水分子中的氧原子之间产生较强的分子间作用力即氢键，在



液态水中经常是 n 个水分子通过氢键结合起来，形成 $(\text{H}_2\text{O})_n$ (如图 1-1 所示)。

纯水是无色无臭的液体。水的比热容为 4.2 千焦/千克·开。在所有液态和固态物质中，水的比热容最大，这说明破坏氢键需很大能量。

温度升高时，氢键数减少，但即使在 100 时仍有足够多的氢键，使得水蒸发汽化时吸收的热量比其他液体多。

水有较大的比热容这一性质，对调节地表气温起着巨大作用。沿海一带白天受到太阳光照射 由于水的比热容大 海水温度升高吸收大量热 所以气温不会很高 到了夜间 海水温度降低 又放出大量热 使气温不致降得很低 从而起到调节地表气温的作用。而在岩石嶙峋的月球表面，由于石头比热容只是水的比热容的五分之一 温度可由 120°C 变至 -150°C 。工业生产上把水作为热传导的介质，就是利用水的比热容大这一特性。

维持地表气温相对恒定的另一个原因是水具有高蒸发热。到达地表的太阳热量约有三分之一为地球上的水蒸发所抵消。要不是水的比热容大、蒸发热高，大部分水会处于液态和固态，地球上的生命也许完全不是现在这样，或者根本不存在。人体温度得以维持在一定范围内，很大程度上也是由于同样原理，新陈代谢放出的大部分热量为透过皮肤毛孔的水所消除。

绝大多数物质有热胀冷缩现象，而水在 4 时体积最小，密度最大为 1 千克 / 升。这是因为在固体冰的结构中，水分子间以氢键互相联结形成一种敞口结构 这种结构有许多空隙，造成体积膨胀，密度减小，因而冰能浮于水面上（如图 1-2 所示）

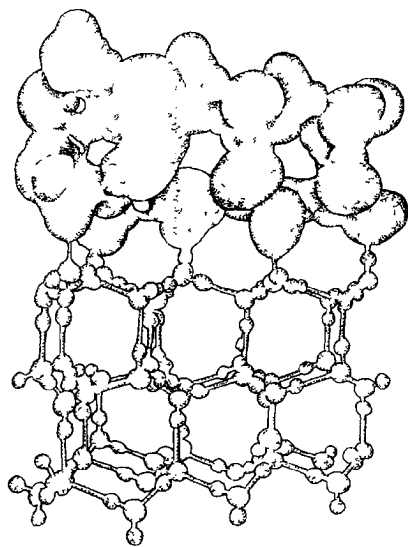


图 1-2 冰的结构

水的这一性质对于水生动、植物的生存有着重要意义。严冬季节冰封江、湖、河面时 由于冰比水轻 它浮在水面 使下面水层不易冷却 有利于水生动、植物生存。水在 4 时密度达最大值 在气温急剧下降的夜晚 水面上较重的水层向水底下降 与下部水层更换 这种循环过程使得溶解在水中的氧以及其他营养物质得以在整个水域分布均匀，这也有利于水生生物生长。

2. 水是生命的源泉

前苏联生物化学家奥巴林指出，在生命出现前原始大气层由甲烷、水蒸气、氨气等还原性气体组成。这些气体在日光下发生光化学反应：



接着，以氰化氢和甲醛为起始物合成氨基酸、有机碱、糖等前生命有机物。

1953年美国科学家米勒做了一个模拟实验：近似原始大气的甲烷、氨气、氢气和水的混合气体，在受模拟太阳的紫外线照射一周后，产生了甘氨酸、丙氨酸。后来，经过改进，在实验中发现产生核酸的重要成分腺嘌呤。

生命孕育于海洋。积聚于原始海洋里的前生命有机物，愈来愈多地形成较复杂的氨基酸，包括有生物活性的磷酸化氨基酸。我国科学家赵玉芬首次发现并论证这是生命起源的种子。氨基酸又结合成多肽、嘌呤碱、嘧啶碱、糖、磷酸，或结合成核苷酸。经过若干年代，又逐渐形成蛋白质和核酸。再通过随机的结合，形成能自我复制的DNA分子。这就是在生物体本身进化之前，所必须经历的由‘前生命物质’进化为原始生命的‘化学进化’时期。

3. 水是宝贵的自然资源

人的生命离不开水，成人体内含水量一般约占人体质量的60%左右。一个成年人平均每天补充水2.5~4升，一个60岁的人摄入体内的总水量可达55吨。水在人的生理活动中起着重要作用，水在人体内大部分以缔合形式（ H_3O_4^+ ）存

在。食物要靠唾液、胃液等消化，然后由血浆、组织液、淋巴液来吸收、运送、处理。水在人体中还起着调节体温、溶解食物、排泄废物等作用。呼吸更需要水，每天因呼吸及蒸发就会失水 0.5 升。

人体失水 2% ~ 5% ，就要补充水。如果因流血或出汗过多而丧失 10%的水，生理机能就会失调；人体内失水在 14% 以上时，体内产生的毒物不易排出，丧失 22% 以上的水，则会导致死亡。中老年人由于体内固有水减少，皮肤干燥无光泽，皱纹增多，易患皮炎、便秘、肾脏病等症。

要合理饮水，通常每天要喝 8 ~ 10 杯水（每杯 300 毫升）。一要保证水质；二要及时饮水，不要等口渴时才喝水，因为这时体内已脱水，体内水分已失去平衡；三要提倡餐前空腹饮水，即于早、中、晚三餐之前约一小时左右喝一杯水。餐前饮水可保证人体分泌出必要的足够的消化液，促进食欲，帮助消化。其中以早餐前空腹饮水尤为重要，有利于大便通畅以及体内毒物尽快从尿液排出，又清洗了胃中残物。老年人冠心病、心绞痛和心肌梗死的时间大多发生在上午，其原因之一就是由于经过一夜睡眠，不少水分以汗液、尿液及呼吸排出体外，血液变粘，血管腔内因血流减少而变窄，易发生供血不足，甚至有闭塞的危险。因此，有人主张老年人起床后喝 200 ~ 400 毫升温开水。

植物通过光合作用制造养料，通过呼吸供给能量，在这两种作用中都有水参加：



植物所需的养分，也需溶解在水中才能被吸收，并送到植物体各部分。水不仅构成了生物体内的组织液，而且完成了作为多种多样的生物体内化学反应媒介的任务。

工、农业生产都离不开水，世界上用于工、农业的淡水总量占人类消耗淡水总量的 60% ~ 80%。在工业上水可用作原料水、冷却水、加热用水、反应溶剂、洗涤用水、锅炉用水等，水可以发电，水上航运在人类生产、生活中作用也极大。

4. 水的净化、纯化、软化

天然水中的化学成分很复杂，在自然循环的过程中会与大气中多种物质相接触，而水又是一种极好的溶剂，在渗过土壤以及江河中流动时又会溶入各种盐类及可溶有机物，因此天然水中含有各类杂质。这些杂质可分为：悬浮物质，如细菌、藻类及原生物质、泥沙、粘土等；溶解的气体，如 O_2 、 NH_3 、 H_2S 、 CO_2 以及少量 N_2 、 CH_4 、 H_2 、 NO_x ；溶解的盐，如氯化物、硫酸盐以及钠、钾、钙、镁、铝、铁的酸式碳酸盐；微量元素有 Br^- 、 I^- 、 F^- 、 Co 、 Ni 、 Cu 、 Ti 、 U 、 Au 、 Ba 等；溶解的有机物，即来自动植物的腐烂物。

为了使天然水达到生活用水标准，就必须净化，如图 1-3 所示为水净化过程示意图。

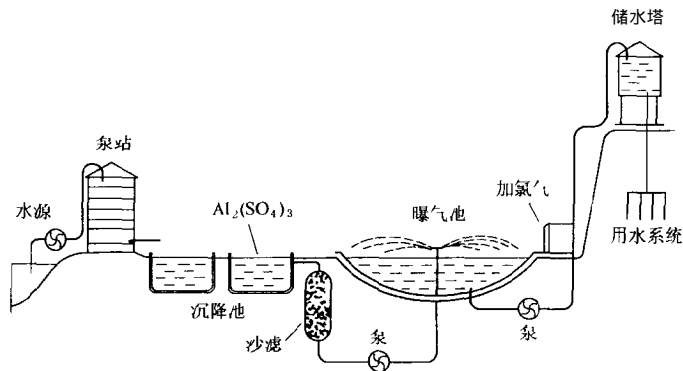


图 1-3 水净化过程示意图

我国规定饮用水质量标准为： $\text{pH}6.5 \sim 8.5$ ； Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 总浓度小于 0.0045 摩 / 升 细菌总数小于 100 个 / 毫升。

硫酸铝 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 是沉降剂，它在水中会发生水解反应，生成氢氧化铝 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 白色絮状沉淀物，在其沉降过程中吸收水中悬浮物，一并带下 所以能净水。

一般用氯对饮水进行消毒，氯可杀灭病原微生物以及除去汞、锰、氟等有害物质 但氯本身又造成污染 含多达 129 种有机化合物，其中三氯甲烷等有致癌作用。我国规定饮水中氯仿 CHCl_3 最高浓度小于 60 微克 / 升。刚煮沸的水中氯代物含量超标 煮沸 $2 \sim 3$ 分钟可使三氯甲烷大部分挥发消失。经常喝用氯消毒的水或用这种水洗澡，可能导致患前列腺癌和膀胱癌。许多国家已开始采用 ClO_2 或臭氧消毒饮水。

用氯消毒可能有臭味。长期食用用氯处理过的食物（白面粉、猪肉等）可能导致人体摄取的食物的不饱和脂肪酸活性减弱 产生活性毒味 对人造成潜在危害。

经过净化得到的水只是看上去干净些，仍含一定量的化学物质。生物性污染基本消除了 但“自来水”有可能不十分“干净”某些有毒有害的物质还存在。据美国国立癌症研究所 1978 年的资料显示，美国饮用水中所发现的致癌、致突变、促癌物质有数十种 主要是一些卤代烃、酚、炔、芳烃、苯并芘等，在需用纯水的场合 比如药剂和注射用水、超纯物质制备、配制化学试剂等场合 就必须把水进一步纯化。纯化的方法一般有蒸馏法、反渗透法和离子交换法。

水中若含有较多的钙离子（ Ca^{2+} ）镁离子（ Mg^{2+} ）则称为硬水。一些可溶性的钙、镁化合物如碳酸氢钙和碳酸氢镁，在加热时会形成 CaCO_3 以及 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀 产生水垢 使传热变差、降低效率、浪费燃料 甚至会因锅炉中水垢产生裂缝，

造成受热不匀，发生事故。我们日常生活中在水壶底部和热水瓶底部常见到的一层白色水垢，就是这些沉淀物。用硬水洗衣服会生成一层白花花的硬脂酸钙沉淀物，因此降低了肥皂去污能力。为了克服上述缺点，就需要把硬水软化，常用方法有蒸馏法、石灰苏打法及离子交换法。

近年来，国内外纷纷推出小型家用净水器。这种净水器内若长期存在积水，内胆不及时更换或清洗，在温度适宜条件下会生长出蓝绿的水藻。这种水藻的毒素在煮沸时不能破坏，有较强的致癌性。因此，人们在使用净水器时，尽可能每次用后放净积水；6至9月份的气温较高，更宜于藻类生长。除采取上述措施外，还应注意更换内胆。

中小学生正处于生长和智力发育阶段，加上好动而损失许多无机盐和矿物质。如长期饮用纯净水，会减少人体对矿物质和有益元素的摄入，可能对中小学生的健康成长造成不利影响。因此，提倡多喝含有钾、钠、镁、钙离子及微量元素的天然水或矿泉水等国际流行的饮用水。饮水机也应定期清洗，以防止饮用水二次污染。

5. 海水淡化新技术

海水中所含元素大部分以盐的形式存在，从海水中可制取食盐，也可提取钾、溴、镁、碘等。从海水中提取铯、铷、锂也有报道。日本、德国等“贫铀国”已开展了从海水中提取铀的研究工作。海水淡化是利用物理、化学或生物学方法将海水中溶解的盐（约3.5%）脱除，使其转化为生活用水或工农业用水。这项工作至今已取得很大的发展，其中蒸馏法、电渗析法和反渗透法已经应用在工业上。目前全世界海水淡化日产量约700万吨，其中采用多级闪急蒸馏技术淡化的海水约占

70%。多级闪急蒸馏技术依据水的沸点随压力降低而降低的原理 将一定温度的海水引到一个压力较低的设备中 海水急速蒸发 蒸气急速离开海水 而盐留在海水中。

科学家发现，海洋动物体内均有淡化海水的器官——淡化器 其内腔膜、表皮膜、口腔膜等都是半透膜 它们只让水分子通过 不让盐分子通过。例如 当一条海鱼喝进海水后 它的口腔或内腔粘膜会把海水隔置在腔内。然后，通过呼吸不断给腔内加压 依靠这股压力 使水分子透过半透膜进入机体内 而盐分子只能滞留在腔内 并最后被排出体外。据此 科学家发明了一种能分离淡水和盐分的半透膜设备。

反渗透膜是一种非对称膜，它是由厚度为 0.1~0.3 微米的皮层 致密层 和提供强度的多孔支撑层 厚为 100~300 微米 构成的复合膜。在使用中皮层应向高压一侧放置 反渗透膜上还有许多细小的孔。在此设备中，当压力大于渗透压时，海水中的水分可通过其中的半透膜小孔流向淡水一边，但盐分不能通过 于是海水中的盐分和淡水被分离开了 除盐率最高可达 99%。反渗透膜法的最大优点是节约能源，其能耗仅为蒸馏法的 1/40。其中的半透膜不仅能除去水中的盐分，还可除去水中的细菌、病毒、胶体、COD、DOD 等有害物质 净化水体 让海水成为清洁的饮用水。因此 反渗透膜是很理想的绿色净化材料。

电渗析法也是一种用薄膜淡化海水的新技术，它使用的是一种功能性薄膜即离子交换膜。阴、阳离子交换膜交替排列在电渗析法设备的两大电极板之间，组成了多个相互独立的隔室。通电后海水中的盐类物质会被分解成阳离子 (Na^+) 和阴离子 (Cl^-) 在电磁场的作用下 这些阳、阴离子渗出膜外，于是室内的海水得到淡化。电渗析法还可净化水质和处

理污水。虽然它以电作为能源，但用量不大，其能耗仅为蒸馏法的 $1/20$ ，所以世界各国普遍应用这项新技术。

6. 水污染及危害

虽然地球上水的总量很大，但是供人类使用的淡水仅占地球总水量的 0.65% 左右。在地球这个大水缸中，可以用的水只有一汤匙。随着工、农业生产的发展，用水量猛增，淡水资源日益紧张。据报道，目前世界上缺水国家已超过 100 个。世界银行 1998 年对 132 个国家进行统计，我国自然水资源总量居世界第 4 位，但人均水资源占有量却为第 82 位。全国 668 个城市中，有 400 多个城市供水不足，平均每年因缺水而损失工业产值 2000 多亿元。干旱缺水已成为我国农业稳定发展和粮食安全供给的主要制约因素。全国农村也有近 5000 万人饮水不足。水资源短缺已越来越成为严重的社会问题。

21 世纪世界水资源委员会报告指出，全世界一半以上大河已被污染，生态体系遭到严重破坏，由于水危机使 2500 万人沦为“环境难民”（第一次超过“战争难民”的人数），预计到 2025 年，“环境难民”将达 7500 万。世界上已只有两条健康文明的大河，即亚马孙河和刚果河。科学家在南极的企鹅体内发现了残余的 DDT，又测出在北极附近的冰层中铅和汞的含量在不断上升。两极尚且如此，可见水污染已严重到何种程度。据调查，全球每天至少有 1.5 万人死于由于饮用水不卫生造成的疾病，其中大部分是儿童。

由于人类活动排放的污染物如工业废水、生活废水、农业废水、废气、废渣等，使水和水体的物理、化学性质发生变化，或使生物群落组成发生变化，从而使水中杂质含量超过一定

限度,水质恶化,降低水的使用价值,产生污染。水污染物种类繁多,主要有重金属、酸碱盐等无机物,以及耗氧物质和难降解的有机物,此外还有洗涤剂等。城市污水中主要污染物的种类和主要来源见表 1-1。

1999 年我国工业和城市生活废水排放总量为 401 亿吨,生活污水排放量达 204 亿吨,首次超过工业废水的排放量。我国大淡水湖泊总磷、总氮污染面积广,富营养化严重。其中巢湖最严重,总氮、总磷超过规定 2.73 和 8.22 倍,其次是滇池、太湖。2000 年 6 月 5 日的《中国环境状况公报》指出我国主要河流有机物污染普遍,面源污染日益突出,辽河、海河污染严重,淮河水质较差,黄河水质不容乐观,松花江水质尚可,珠江和长江水质总体良好。七大水系污染程度由重到轻顺序为:辽河、海河、淮河、黄河、松花江、珠江、长江。公报谈到海洋环境时认为我国近岸海域海水污染严重,海洋环境污染恶化的趋势仍未得到有效控制,近岸海域东海污染最严重,其次是渤海、南海、黄海水质相对较好。沿海各省、自治区、直辖市中,上海、浙江、广东等省市近岸海域污染较严重,主要污染因素是无机氮、活性磷酸盐。

水污染不仅危害人体健康、影响渔业和农业生产,也增加了清洁水供应的费用支出。水污染对生态系统造成危害,使水体富营养化和动、植物物种损失。一些疾病也与人体接触污染水有关,包括腹水、腹泻、钩虫病、血吸虫、沙眼、肝炎等,甚至皮肤病、肝癌、胃癌、先天残疾、自然流产等也被认为与水污染有关。

重金属污染中影响比较大的有先后发生在日本的“水俣病”事件(由汞污染引起)和“痛痛病”事件(由镉污染引起),重金属主要是 Hg、Cd、Cr 等,污染有如下特点:分布广,在局

表 1-1 城市污水中主要污染物的种类和主要来源

污染物种类	主要项目	主要来源
无机悬浮物	砂粒、炉渣、灰尘、铁屑	生活污水、食品、制革、造纸、煤气和炼焦、染料、炼钢等工业
病原微生物	病菌、寄生虫、病毒	生活污水、屠宰、制革、生物制品等工业
需氧有机物	碳水化合物、蛋白质、油脂、氨基酸、合成洗涤剂	生活污水、食品、造纸、纤维、化学等工业
植物营养素	硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐及磷酸盐	生活污水、食品、化肥等工业
无机污染物	酸、碱、无机盐、硫化物	金属加工、制药、制革、纺织、造纸、炼油、化肥冶炼等工业
重金属	汞	化学、造纸、电气器材、涂料等工业
	镉	电镀、化学、冶炼等工业
	铅	雨水淋洗含铅空气及蓄电池、涂料、化学等工业
	铬	电镀、制革、涂料等工业
	砷*	制药、涂料、染料、冶金等工业
难分解有机物	有机农药	农田排水
	多氯联苯	制造多氯联苯的工业和使用多氯联苯的化学、食品、合成树脂、电器设备等工业
	多环芳烃	煤气和炼焦、炼油等工业
	芳香胺	染料、合成橡胶、塑料、制药等工业
其他化学污染物	酚**	冶金、石油化工、煤气和炼焦、塑料等工业
	氰**	化学纤维、金属加工、电镀、煤气和炼焦等工业
	氟**	炼铝、化肥、玻璃等工业
热	热	电力和其他工业的冷却水
石油	石油	船舶排油、炼油和石油化学等工业
放射性污染物	铀、钚、锶、铯	原子能电站和其他原子能工业

* : 砷不是重金属, 但常与重金属一起讨论其危害。

** : 酚可与难分解有机物合并称为有机有毒物, 氰、氟可与重金属合并称为无机有毒物。

部地区 如矿区、冶炼厂等 可能会出现高浓度污染 具有潜在危害 不仅不能被微生物分解 甚至有的可转化为毒性更大的金属有机化合物。重金属污染物的毒害不仅与摄入量有关，还与其存在形式有关，如烷基汞毒性显著大于 Hg^{2+} 、六价铬的毒性比三价铬大得多。有时某些重金属的毒性还受其他共存物的影响 例如：Cu、Zn共存时，其毒性为它们单独存在时 8倍（协同作用）；Zn能抑制 Cd的毒性，Se能对抗 Pb、Hg、Cd、As等有害元素对人体的危害（拮抗作用）两种以上的重金属污染物共存时 其毒性大致为各成分毒性加和（相加作用）

有毒有机物主要包括酸类化合物、有机农药、多氯联苯、稠环芳烃、酚类有机物。它们都难降解，在水中残留时间长 有蓄积性 可促进慢性中毒、致癌、致畸、致突变等生理毒害。

多氯联苯（PCB）是联苯分子中一部分或全部氢被氯取代后所形成的各种异构体混合物的总称。

多氯联苯剧毒 难溶于水而脂溶性大 极难分解 易被生物吸收。它的化学性质十分稳定 不易燃烧 强碱、强酸、氧化剂难以破坏它。它有良好的绝缘性、耐热性 蒸气压低 难挥发 所以广泛用作绝缘油、润滑油、添加剂 应用于变压器、电容器以及各种塑料、树脂、橡胶等工业 会随这些工业的废水排入水体中。据估计存在于全世界海洋、土壤、大气中的 PCB总量达 30万吨以上。PCB是很稳定的环境污染物，许多国家已禁止使用。PCB能经皮肤和呼吸道进入人体，也能被消化道吸收 进入人体后蓄积在脑、肝等组织 尤其是胎盘组织中。PCB能通过胎盘转移到胎儿体内。人体 PCB的摄入量达 0.5~2克时即可出现中毒。1968年 3月日本由于生产米糠油时用 PCB作脱臭工艺中的热载体，因管理不善，PCB混入

米糠油中，发生中毒事件，1.3 万人受害，16 人死亡。患者症状是恶心、呕吐、痤疮、肌肉疼痛等。用作鸡饲料后造成几十万只鸡死亡。PCB 还会危害儿童的智力。

环境中的酚主要来自炼焦、炼油、制取煤气、制造酚及其化合物以及用酚作原料的工业排放的含酚废水和废气等，渗入地下会污染地下水。当酚进入人体的量超过人体的解毒功能时，一部分酚会蓄积在各脏器组织中，造成慢性中毒。出现不同程度的头昏、头痛、心神不宁等神经症状以及食欲不振、吞吐困难、流涎、呕吐和腹泻等慢性消化道疾病。1962 年日本埼玉县某地区有两家工厂排出含酚废水，造成酚污染，出现多例皮疹和腹泻患者。1973 年美国威斯康辛州某村附近曾发生过酚货车脱轨，造成酚污染地下水事件，出现腹泻、口腔炎及黑尿症。

稠环芳烃 PAH 类化合物中有 20 多种有致癌作用，最有代表性的是 1,2-苯并芘，此外还有苯并蒽等。煤和石油在燃烧的过程中产生大量稠环芳烃。水体中稠环芳烃的重要来源是大气中的煤烟随雨水降落，以及煤气发生站、焦化厂、炼油厂、汽车、飞机等排放的含多环芳烃的废气、废水进入水体。多环芳烃在水体中可能呈现三种状态，即吸附于悬浮性固体上、溶解在水中或呈乳化状态。水生生物对它能进行某些生物降解，它也可以通过食物链富集浓缩。在浮游生物体内可富集数千倍。苯并芘进入人体后，大部分被人体的肺、肝等细胞中氧化酶激活转化为代谢物，其中部分变为致癌物。

石油中各类烷烃、环烷烃、芳烃等也是重要污染物。在石油的开采、炼制、储运、使用过程中以及船舶排放和事故溢油等造成原油和各种石油制品进入环境而造成污染，特别是对海洋的污染已成为世界性问题。

石油对水体的影响 除其有毒组分危害生物外 还将阻碍天然水同大气之间的物质交换,使水中溶解氧减少(1毫克石油氧化需氧 3.5 毫克 油膜厚度大于 1×10^{-4} 厘米就可阻止氧进入水中)由于石油覆盖或堵塞生物的表面和微细结构 抑制动物的正常运动和植物的光合作用,以及小型动物正常摄取食物、呼吸等活动。水中油浓度为 1×10^{-8} 时 使鱼类在一天内出现油臭 降低食用价值 浓度大于 2×10^{-5} 时鱼类不能生存;对鱼苗和鱼卵危害更大,使之畸形或丧失生殖能力。

7. 防治水污染

世界各国都非常重视保护水资源和合理用水,每年的 3 月 22 日定为“世界水日”这是个沉重的节日。

巴西在保护江河流域植被、营造天然环境方面取得显著成果。1994 年至 1998 年巴西政府投资约 20 亿美元 用以解决居民饮用水问题和扩大水浇地,并通过打井等办法累计增加供水 85 亿米³。

德国 1996 年通过《水资源管理法》(第六次修订版)该法律详细规定了取水、水处理、用水和废水排放标准。例如 规定废水在排入河道之前必须经过三级处理 即物理沉淀、生物降解和消毒三道工序。1998 年德国的废水处理率高达 97%,在欧洲仅次于荷兰 这很大程度上归功于法律严明。同时 经济调节也是促进节约用水、减少废水排放的重要手段 德国政府保护水资源的重要经济手段包括调控自来水价格、征收生态税和污水排放费以及对污水处理企业减税等。

日本注重开源节流、双管齐下。近年来 日本积极兴建各种规模的水库、拦河坝等水利设施。1995 年,日本从地面提取的 221.6 亿米³工业和生活用水,有 164.1 亿米³是通过各

种水利设施获取的。日本还开展节水运动，鼓励水资源的循环使用，提高水的利用率。1995年，日本工业用水回收使用率已达77.2%；特别是钢铁、化工和电力等用户的水循环使用率更高，达80%至90%。可喜的是我国一些先进企业对水的重复利用也非常重视，如上海宝钢水的重复利用率已达98%，每吨钢耗水降到6.8米³。

美国目前每年人均拥有水资源近1万米³，是世界上10个水资源最丰富的国家之一，但美国居安思危，倡导节约用水，保护水资源。美国早在50年前就发现了利用自然分解处理污水的方法，利用这种方法处理废水时，水中的可溶化学物质由需氧细菌处理，不可溶悬浮颗粒则在第一阶段沉淀为污泥，进入密封的厌氧代谢区，厌氧细菌把污泥分解成甲烷、硫化氢、二氧化碳和氨等气体，这些气体反过来又可作为细菌的食物，因此剩下的污泥就很少（10年也只有7~15厘米厚）。

我国农业灌溉用水有效利用率只有30%~40%（发达国家为80%），先进国家农用灌溉已实现了喷、滴灌化，我国喷、滴灌只占灌溉面积的2%；我国工业用水利用率很低，80%的工业废水未经处理直接排入江河流域，我国城市工业万元产值耗水量近200米³，是发达国家的10倍。据统计，全国城市自来水管网水量损失率高达30%。我们呼吁增强节水意识，为了我们社会的可持续发展，为了子孙后代的幸福，来一场节水革命。

防治水污染的措施是改进工艺，严格控制工业“三废”的排放。要合理使用农药、化肥，采用无磷洗衣粉，有效预防水污染。要尽可能用分离法、转化法处理污水、废水，既可变废为宝，回收有用物质，又可循环使用。分离法是通过各种外力作用，把有害物质分离出去，通过化学或生化的作用，使污水

转化为无害的物质或要分离的物质的方法叫转化法。化学转化技术有中和、沉淀、氧化还原、电化学等，生物转化技术有活性污泥法、生物膜法、厌氧生物处理法、生物塘法和氧化沟法等。废水中污染物的组成相当复杂，往往需要采用几种技术组合的方法，才能达到处理要求。

党中央国务院高度重视水资源不足和水污染问题。“十五”计划指出：“水资源可持续利用是我国经济社会发展的战略问题，核心是提高用水效率，把节水放在突出位置。要加强水资源的规划与管理，搞好江河全流域的水资源合理配置，协调生活、生产和生态用水。城市建设和工农业生产布局要充分考虑水资源的承受能力。大力推行节约用水措施，发展节水型农业、工业和服务业，建立节水型社会。抓紧治理水污染。改革水的管理体制，建立合理的水价形成机制，调节全社会节水和防治水污染的积极性，采取多种形式缓解北方地区缺水矛盾，加紧南水北调的前期工作，尽早开工建设。”

二、大气

包围地球的全部气体总称为大气，随地球旋转的大气层叫大气圈，而弥漫于地球周围的混合气体称为空气。

地球上生命的存在，依赖于覆盖在地球表面的薄层空气，虽然大气总质量（约 5.3×10^{18} 千克）只占地球总质量的 0.0001%，它却是一座天然宝库。从中我们吸入新陈代谢所需的氧气（一个人每天呼吸空气约 1 万多升，折合质量约 12.9 千克），有光合作用所需的二氧化碳，也有构成生命基本物质（蛋白质和核酸）不可缺少的元素。而从地表进入大气，又从大气返回地面的水蒸气的运动，支配着全球的气候。