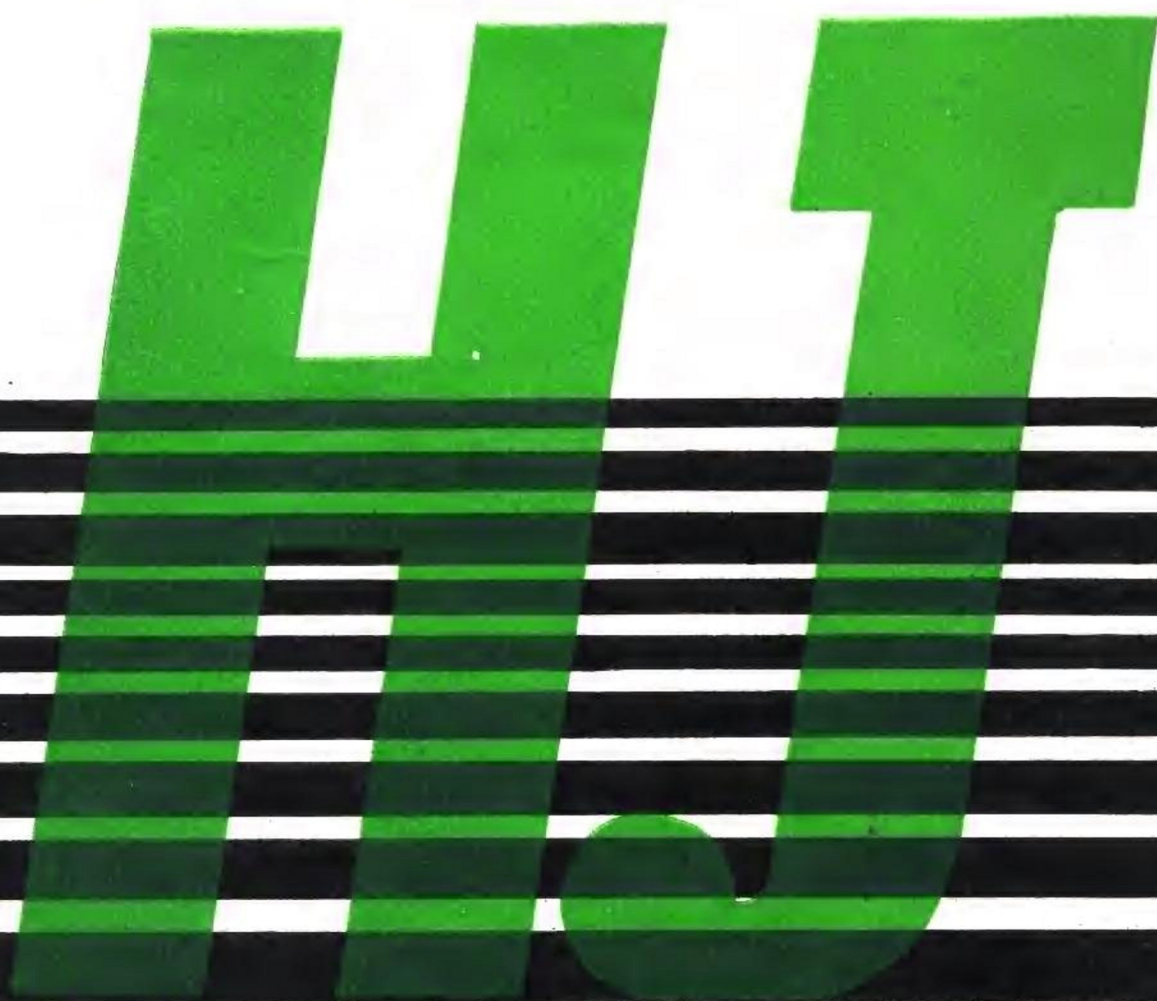


高等学校教材

# 环境水文地质学

林年丰 李昌静 钟佐欒 (统编) 田春声 等编

地 质 出 版 社



高等学校教材

# 环境水文地质学

林年丰 李昌静 钟佐燊 (统编) 田春声 等编

地质出版社

## 内 容 提 要

本书共分三篇。上篇为原生环境水文地质，主要是论述地质环境，特别是水文地质环境与各种地方病的关系。中篇为人为环境水文地质，主要是论述了污染物迁移的水文地球化学效应，主要污染物的污染状况及污染机理；污染物在地下水中运移的数学模型；同时还简明介绍了废物处理中的环境水文地质问题。下篇为环境水文地质研究方法，主要论述了污染环境水文地质调查、现状评价、影响评价以及水质预测方法及原生水文地质环境问题的研究方法；同时对地下水资源的保护和管理问题，主要从水质的观点出发进行了论述。

本书为高等院校水文地质及工程地质专业选修课教材，同时也可供有关科研和生产人员参考。

本书由沈照理主审，经地质矿产部水文地质课程教学指导委员会于1988年5月审稿，同意作高等学校教材出版。

高等学校教材

环境水文地质学

林年丰 李昌静 钟佐荣(统编) 田春生 等编

责任编辑：屠湧泉

地质出版社出版

(北京和平里)

北京市顺义振华印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

开本：787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张：14 字数：328000

1990年5月北京第一版·1990年5月北京第一次印刷

印数：1—3970册 定价：2.80元

ISBN 7-116-00571-4/P·483

# 前 言

自本世纪70年代以来，我国环境水文地质工作广泛开展，科研和生产上都有很大的进展。环境水文地质学已逐渐成熟，并已成为环境地学中一个新的学科分支。为了适应科学发展的需要，我们编写了《环境水文地质学》一书，作为水文地质及工程地质专业的选修教材。它总结了国内外有关此领域的最新资料。我们希望，它有益于拓宽和更新大专学生的知识面，同时对从事这方面工作的科研和生产人员也有所帮助。

全书由中国地质大学（北京）钟佐燊统编，共三篇。绪论由钟佐燊执笔；上篇及第二十六章由长春地质学院林年丰执笔；中篇，第九至十四章及第十七章由钟佐燊执笔，陈丹桂清抄，第十五章由中国地质大学（北京）陈丹桂执笔，第十八至二十章由河北地质学院李昌静执笔，蔡绪贻清抄及部分整理；下篇，第二十一至二十四章由西安地质学院田春声执笔，第二十五章由西安地质学院刘鸿俊执笔。中国地质大学（北京）沈照理审校全书。水文地质课程指导委员会委员对此书提出了很多宝贵意见，在此表示感谢。

由于本书为第一次编写，编写人员多，时间短，可能出现某些内容上的重复、某些观点不甚一致、以及论述不充分等问题。不当乃至错误之处，敬请读者批评指正。

编 者

1988年

# 目 录

绪 论	1
-----	---

## 上篇 原生环境水文地质

<b>第一章 原生环境水文地质研究现状</b>	8
第一节 我国古代的论述	8
第二节 国内外的有关研究	9
第三节 研究的内容及意义	12
<b>第二章 表生环境中元素的迁移与分布</b>	13
第一节 自然环境中元素的迁移	13
第二节 腐殖质在环境中的形成、分布与作用	17
第三节 自然地理和地质条件与元素的迁移	19
<b>第三章 水文地球化学带及地方病病带</b>	20
第一节 水文地球化学环境的地带性特征	20
第二节 生物地球化学地方病病带	23
<b>第四章 地质环境与健康</b>	25
第一节 地貌与健康	25
第二节 岩石与健康	26
第三节 土壤与健康	28
第四节 水质与健康	29
<b>第五章 地质环境与大骨节病</b>	31
第一节 概述	31
第二节 地质环境与大骨节病	31
第三节 水源水质与大骨节病	35
第四节 大骨节病的病因及防治	37
<b>第六章 环境水文地质与癌</b>	39
第一节 癌症的地理分布	39
第二节 地质地貌因素与癌	40
第三节 饮水与癌	40
第四节 癌症高发区的环境水文地质类型	42
<b>第七章 地质环境与心血管系统疾病</b>	43
第一节 地质环境与克山病	43
第二节 地理环境与心血管病	46
<b>第八章 地质环境与其它地方性疾病</b>	48
第一节 地质环境与脑溢血症	48

第二节	地方性甲状腺肿	49
第三节	氟病与龋齿	51
第四节	变性血色素症	52
第五节	肌萎缩性侧索硬化症	53
第六节	多发性硬化症	54
	参考文献(上篇)	54

## 中篇 人为环境水文地质

<b>第九章</b>	<b>概述</b>	57
第一节	地下水污染的含义	57
第二节	地下水污染来源及主要污染物	58
第三节	污染特点及污染途径	60
第四节	污染物与人体健康	63
<b>第十章</b>	<b>污染物在地质环境里的水文地球化学效应</b>	64
第一节	物理作用效应	64
第二节	化学作用效应	65
第三节	生物作用效应	68
第四节	主要污染物的相对迁移能力及其主要衰减机理	68
第五节	等温吸附方程及污染物迁移的迟后现象	69
<b>第十一章</b>	<b>地下水系统的氮污染及氮循环机理</b>	71
第一节	地下水中氮的存在形式及其来源	72
第二节	地下水系统中的氮循环机理	73
第三节	影响氮转化的环境因素及地质因素	75
第四节	地下水氮污染的研究方法	77
<b>第十二章</b>	<b>微量金属污染及其污染机理</b>	78
第一节	铬	78
第二节	汞	79
第三节	铁	79
第四节	其它微量金属	80
<b>第十三章</b>	<b>微量非金属污染及其污染机理</b>	81
第一节	砷	81
第二节	氟	82
<b>第十四章</b>	<b>有机化合物的污染及其污染机理</b>	84
第一节	地下水有机化合物污染状况	84
第二节	影响有机化合物迁移的主要机理	85
<b>第十五章</b>	<b>盐水入侵</b>	88
第一节	盐水入侵研究概况	88
第二节	盐水入侵的几个基本方程	88
第三节	盐水入侵预防及治理	92

<b>第十六章 其它污染</b> .....	93
第一节 微生物污染及其污染机理.....	93
第二节 地下水盐污染.....	96
<b>第十七章 废物处理的环境水文地质问题</b> .....	99
第一节 污水土地处理系统.....	99
第二节 固体废物的土地处理.....	102
第三节 放射性废物处理.....	103
<b>第十八章 污染物在地下水中运移的数学模型</b> .....	104
第一节 水动力弥散及其机理.....	104
第二节 影响溶质运移的其它因素.....	107
第三节 溶质在地下水中运移的基本数学模型.....	109
第四节 对流-弥散方程的几个常见定解问题的解.....	112
<b>第十九章 有关溶质运移的参数测定</b> .....	128
第一节 测定有关参数的实验室方法.....	128
第二节 测定有关参数的野外试验法.....	136
<b>第二十章 地下水水质污染的预测</b> .....	141
第一节 污染地下水边界的推进预测.....	141
第二节 水源地水质预测的近似解法.....	144
第三节 水质预测的数值解法.....	148
第四节 水源地水质预测的水动力渗流网法.....	151
参考文献 (中篇) .....	154

## 下篇 环境水文地质研究方法

<b>第二十一章 环境水文地质调查</b> .....	157
第一节 环境水文地质调查的目的要求.....	157
第二节 环境水文地质资料的搜集.....	158
第三节 综合性环境水文地质调查.....	159
第四节 地下水水质监测.....	160
第五节 环境水文地质勘探和试验.....	162
第六节 资料整理及报告编写.....	170
<b>第二十二章 地下水环境质量现状评价</b> .....	171
第一节 概述.....	171
第二节 评价因子的选择和评价标准.....	172
第三节 一般统计法及制图法.....	174
第四节 水质模型数理统计法.....	174
第五节 综合指数法.....	176
第六节 模糊数学在评价中的应用.....	180
<b>第二十三章 地下水质量的预测</b> .....	183
第一节 概述.....	183

第二节	应用地下水水质模型的程序.....	185
第三节	简单的地下水水质预测的实例.....	187
第四节	纯对流型水源地污染的预测.....	189
第五节	水平二维水动力-弥散方程预测 .....	190
第六节	垂向补给条件下地下水污染预测 (以山东省济宁市地下水水质模型 为例) .....	193
<b>第二十四章</b>	<b>地下水环境影响评价.....</b>	<b>197</b>
第一节	概述.....	197
第二节	人类生产活动对环境影响的分析.....	198
第三节	地下水环境容量的探讨.....	200
第四节	地下水环境影响评价模型.....	201
<b>第二十五章</b>	<b>地下水环境的保护和管理.....</b>	<b>203</b>
第一节	地下水水质防护.....	203
第二节	区域地下水污染综合防治.....	206
第三节	地下水管理.....	208
<b>第二十六章</b>	<b>原生环境水文地质研究方法.....</b>	<b>212</b>
第一节	原生环境水文地质研究方法.....	212
第二节	地方性疾病的防治.....	215
	参考文献 (下篇) .....	216



# 绪 论

环境水文地质学既是地质科学的一个新的分支，也是环境科学的一个组成部分。为此，在介绍本学科主要内容之前，应对其研究内容、研究现状及研究方法有较清晰的了解；同时，也应对环境科学的发展及有关的一些基本概念有一些粗略的认识。这就是绪论部分编写的目的。

## 一、环境问题及环境科学

### (一) 环境问题

从“环境”一词的通用含义来讲，与某一中心事物有关的周围事物，就是这个事物的环境。环境科学研究的环境是以人类为主体的外部世界，即人类赖以生存和发展的物质条件的综合体，它包括自然环境和社会环境。自然环境实际上主要是地球表层环境，它可分为大气圈、水圈、土壤-岩石圈以及生物圈，它们在太阳能的作用下进行着物质与能量的交换和流动。人类就是地球表层环境演变的产物。人类的出现使地球表层环境受到越来越多的干预，许多原生自然环境已经变为人工环境（或称人为环境）。通过人类的生产和消费活动，不断地从自然界获得生存物质，然后将经过改造和使用过的自然物质及各种废物还给自然界，从而参加和干扰了自然界的物质循环和能量流通过程，不断地改变着人类赖以生存的地球表面环境。但是，在人类改造环境的过程中，地球环境仍以自己固有的规律运动着，并且不断地反作用于人类，因此常常发生环境问题。

环境问题可分为自然环境问题及人为环境问题。自然环境问题与人类活动无关，它们是地球环境及宇宙环境等物质交换及能量流通过程中发生的，如地震、火山等。人为环境问题是人类活动对地球环境的干预而产生的，这一类问题可以说从古代就有了。在世界人口数量不多，生产规模不大的时候，人类活动对环境影响不大，即使产生问题也是局部性的。但从二十世纪五十年代以来，人口激增，社会生产力和科学技术突飞猛进，加之人类对保护环境认识不足，因此，随着人类对自然界的征服能力的增强，环境的反作用也日益增大，从而出现世界人民共同关心的全球性环境问题。

十八世纪末，人类发现的化学元素只有20多种，至今94种天然元素已经全部发现。同时还增加了十多种人造元素。与此同时，人工制造的各种化合物种类也与年俱增，据统计已超过500万种，其中有毒化学品的年产量已达400万吨。社会生产力的发展和人口的剧增，大量的废物排放到环境中去。据统计，全世界每年排入环境的固体废物已超过30亿吨，废水超过700亿立方米，废气中的CO和CO<sub>2</sub>超过4亿吨。人工制造的有毒化学物不断进入环境，在环境中扩散、迁移、积累和转化，越来越大地超过环境的自净能力，使环境日趋恶化，不断地出现各种严重的环境问题。因环境污染造成短期人群大量发病和死亡的环境公害事件，五十年代以来就不断发生。诸如：大气公害事件（1952年12月5—8日），英国几乎全境为浓雾所覆盖，属光化学烟雾；水体污染事件（1953—1956年），日本水俣市由于含

甲基汞的工业废水排入水俣湾，使鱼类体内积累甲基汞，人食鱼中毒者283人，其中60人死亡，日本称为“水俣病”；土壤污染事件(1955—1972年)，日本富山县的锌、铅冶炼厂含镉废水灌溉农田，使稻米含镉，人食用稻米产生镉中毒，患者130人，其中81人死亡，日本称为痛痛病；食品中毒事件(1968年3月)，日本爱知县生产米糠油时，不慎将脱臭工艺中使用的多氯联苯混入米糠油中，人食用中毒，受害者13000人，米糠油中的黑油作为饲料，使几十万只鸡死亡。称得上公害事件的，美国在1961—1976年仅水污染事件就有130起。

人口的增长及生产活动的增强，形成了对环境的巨大的冲击和压力。许多矿产资源的开采，不仅破坏环境，且使资源量日益减少，甚至面临枯竭的危险。全世界每年消耗的矿物燃料，二十世纪初不足15亿吨(按标准大卡算)，七十年代增至70—80亿吨。地球森林面积，1862年约为55亿公顷，二十世纪七十年代末只剩下不到26公顷。森林砍伐造成土壤大量流失，每年流失量约240亿吨，沙漠化每年扩大600万公顷。地下水是人类供水的优质水资源，但在一些工业发达的国家同样受到严重的污染，由于挥发性有机化合物的污染，美国几百眼供水井不得不关闭。

以上事实说明，由于环境污染，自然界的生态平衡受到日益严重的干扰，自然资源受到大规模的破坏，自然环境正在退化。环境科学就是解决面临严重的环境问题。

## (二) 环境科学的发展

环境科学是本世纪五十年代以后逐步发展起来的边缘科学。它主要是运用已有的自然科学及社会科学的基本理论、技术和方法来研究环境问题，并形成与有关学科相互渗透、交叉的分支学科。属于自然科学方面的有：环境地学、环境生物学、环境物理学、环境化学及环境工程学等，还有许多环境科学方面的分支学科正在形成。

**环境地学** 它是人-地系统为对象，研究其发展、组成和结构、调节和控制、改造和利用的科学。主要研究内容为：地理环境和地质环境的组成、结构、性质和演化，环境质量的调查、评价和预测，以及环境质量变化对人类的影响等。目前较成熟的分支学科有环境地质学、环境海洋学、环境土壤学、污染气象学等。环境水文地质学应是环境地质学的组成部分。

**环境生物学** 它是研究生物与受人类干预的环境之间的相互作用的机理和规律。它以研究生态系统为中心，从宏观上研究环境中污染物在生态系统中的迁移、转化、富集和归宿，以及对生态系统结构和功能的影响；从微观上研究污染物对生物的毒害作用和遗传变异的影响。

**环境物理学** 它研究物理环境与人类之间的相互作用，主要是研究声、光、电磁场、热和射线对人类的影响，以及消除其影响的措施和途径。

**环境化学** 它主要是运用化学的理论和方法，鉴定和测量污染物在环境中的含量，以及它们在环境中存在形态、迁移、转化和归宿的规律。

**环境医学** 研究环境与人群健康的关系，特别是研究环境污染对人群健康的有害影响及其预防措施，包括污染物在人体内的致病机理和致病条件，查明其早期反应及潜在的远期效应，以便提出环境卫生标准。

**环境工程学** 运用工程技术的原理方法，防治环境污染，合理利用自然资源，保护和改善环境质量。主要研究内容有大气污染防治工程、水污染防治工程、固体废物的处理和利用、噪声控制等。

## 二、环境科学中的某些概念

在环境水文地质学的研究中，常常遇到一些环境科学的某些基本概念和名词，对这些概念和名词有一定的了解，明瞭其基本含义，将对我们的工作无疑是有益的。下面作简略的介绍。

### （一）环境地学方面

**环境自净作用** 它是污染物在环境中，在物理、化学和生物作用下，逐步消除污染达到自然净化的过程。按其发生机理可分为：①通过稀释、扩散、过滤、淋滤、沉降等的物理净化。②通过氧化还原、吸附、沉淀、分解、凝聚、络合等的化学净化。③通过生物吸收及生物降解的净化。

**环境现状评价** 它是着眼于当前情况对一个区域内人类活动造成的环境质量的评定，为区域环境污染综合防治提供科学依据。其评价标准一般为国家颁布的环境质量标准。

**环境影响评价** 它是在一项工程动工兴建前，对工程的选址、设计以及施工过程中，特别是建成投产后可能对环境造成的影响进行预测和估计。它的评价主要包括对水资源、土壤、大气、生物等环境要素的影响，以及噪声影响。

**可更新资源和不可更新资源** 可更新资源是通过天然作用或人工经营可为人类反复利用的自然资源，主要是土地、水、生物等资源，地下水属此列。不可更新资源是经人类利用后，在现阶段不可更新的自然资源，主要是指矿产资源。

**环境地质学** 它是研究地质环境与人类关系以及地质作用与人类环境关系的学科，是地质学的一个新的分支，也是环境地学的组成部分。它主要研究两方面的问题：①地质因素（作用）引起的环境问题，诸如地震、火山爆发、滑坡、泥石流引起的环境问题，地质环境引起生物效应问题（地方病等）。②人为活动改变地质环境引起的环境问题，诸如地下水污染、水资源枯竭、地面沉降、矿产资源开采引起的地面塌陷及矿产资源枯竭等。

**环境质量指数** 它是依据环境标准，用数学方法，求得评价环境质量的数值。它是无量纲的。分单要素指数及综合指数两种，前者只能作单要素对环境影响的评价，后者是多要素对环境影响的总体评价。

**污染指数** 它是依据环境背景值（或对照值），用数学方法，求得评价环境污染程度的数值。它是无量纲的。与环境质量指数一样，分单要素指数及综合指数。

**环境效应** 它是指自然过程或人类活动造成环境恶化，引起环境系统结构和功能的变化。环境生物效应是指导致生态系统变异的效果，诸如生物的死亡、人类致病、致癌、致畸、致突变及生态平衡的破坏等。环境化学效应是指在各种环境条件下，物质之间的化学反应引起的环境效果。诸如环境酸化、水污染、光学烟雾等。环境物理效应是指物理作用引起的环境效果，诸如热岛效应、温室效应、地面沉降或塌陷、噪声等。

### （二）环境生物学方面

**生态平衡** 它是指生态系统发展到成熟阶段，其结构和功能，包括生物种类的组成，各个种群数量的比例及能量和物质的输入、输出等都处于相对稳定状态，这种状态称生态平衡。这种稳定状态被破坏，称为破坏生态平衡。

**生物降解** 土壤、水体及废水处理系统中，需氧微生物对天然的和合成的有机物的破

坏或矿化作用称为生物降解。生物降解的结果，可使复杂的有机物变为简单的有机物，或者变为无机物；完全降解的最终产物多为 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ 。有机物可分为可（易）降解的有机物和难降解的有机物，后者是地下水危险的污染物。

**食物链** 一切生物为了维持生命都必须从外界摄取能量和营养，以这种能量和营养的联系而形成的各种生物之间的链索称为食物链。食物链对环境有十分重要的影响。通过食物链的生物放大作用，可逐级浓缩微量有毒物质，使其达到很高的浓度。鱼浓缩污水中的汞，人食鱼都产生汞中毒，从而产生“水俣病”。

### （三）环境工程学方面

**污水一级处理** 它是城市污水处理的三个级别中的第一级，用以去除废水中的漂浮物和部分悬浮状态的污染物，调节废水的pH值，减轻废水的腐化程度及后续处理工艺的负荷。一般是通过格栅和筛网筛滤和沉淀池沉淀。处理后的污水称一级污水，一般均达不到排放标准。未经任何处理的污水称原始污水。

**污水二级处理** 它是城市污水处理的三个级别中的第二级。污水经筛滤、沉砂、沉淀等一级处理（亦称预处理）后，虽然可去除悬浮物和25—40%的BOD，但仍不能去除呈溶解状态和胶体状态的有机物、氧化物、硫化物等毒物，达不到排放标准，仍须进行二级处理。生物处理是污水二级处理的主要工艺。处理后的污水称二级污水。采用高负荷的生物滤池的不完全二级处理法，去除BOD75%左右（包括一级处理），BOD在60ppm以下；采用活性污泥的完全二级处理法，去除BOD85—95%，BOD在20ppm以下。

**污水三级处理** 它是城市污水处理三个级别中最后一级，是污水高级处理措施。污水经二级处理后，仍含有磷、氮、难以生物降解的有机物、矿物质、病原体等。处理后的污水称三级污水，其质量接近于饮用水标准，可用于洗衣、清扫、喷洒街道等。因其处理费用很高，一般很少用。

**城市垃圾填埋** 它是利用坑洼地填埋城市固体垃圾的一种方法。分三种填埋方法：①卫生填埋。先铺一层60cm垃圾，压实后再铺15cm松土，直至预定高度。回场可作公园、绿化地等。②压缩垃圾填埋。它是将垃圾压缩后再填埋。③破碎垃圾填埋。它是将垃圾破碎减小体积后再填埋。

### （四）环境化学方面

**酸雨** pH值小于5.6的雨（雪）或其它形式的降水称为酸雨。它是大气污染的一种表现。不受污染的大气的 $\text{CO}_2$ 约为316ppm，降水溶解 $\text{CO}_2$ 为碳酸，其pH值一般为5.6。如大气受 $\text{SO}_2$ 及氮氧化物的污染，则降水中可形成硫酸和硝酸，从而使降水pH值降低形成酸雨。我国及世界其他国家的酸雨多属硫酸型的。我国的酸雨多出现于南方，特别是四川、贵州的城市地区。影响酸雨形成的因素很多，大气受 $\text{SO}_2$ 污染区不一定形成酸雨，但形成酸雨多半是大气受 $\text{SO}_2$ 污染。南方土壤多为酸性，大气颗粒物pH低，对酸雨的缓冲能力低，易形成酸雨。北方土壤多为碱性，大气颗粒物pH高，对酸雨缓冲力高，不易形成酸雨。

**富营养化** 它是在人类活动影响下，生物所需的氮、磷等营养物质大量进入湖泊、河口海湾等缓流水体，引起藻类及其他浮游生物迅速繁殖，水体溶解氧下降，水质恶化，鱼类及其他生物大量死亡的现象。蓝藻大量出现是富营养化的征兆。

**化学需氧量** 它是水体中能被氧化物质在规定条件下，进行化学氧化过程所消耗的氧

量。以毫克每升表示。记为“COD”。水中各种有机物进行化学氧化的难易程度不同，因此COD值只表示在规定条件下水中可被氧化物质需氧量的总和。它反映水体受有机污染的程度。测定方法有高锰酸钾法及重铬酸钾法两种，不同方法测定结果各异，故其结果必须注明测定方法。

**生化需氧量** 它是水体中微生物分解有机化合物过程中所消耗的溶解氧量，记为“BOD”。因微生物分解有机物的速度和程度与温度和时间直接有关。为了使测定的BOD值有可比性，通常采用在20℃下，培养5天后所测得BOD值，记为 $BOD_5$ 。 $BOD < 1\text{mg/L}$ 为清洁水， $> 3-4\text{mg/L}$ ，表示已受有机污染。

### (五) 环境医学方面

**致癌作用** 它是指环境中致癌物诱发肿瘤的作用。在环境科学上致癌作用概念中的“癌”，包括良性和恶性肿瘤两种。世界卫生组织的有关报告书中，已列有140多种化学物质为致癌物，但其中仅21种对人致癌，18种被怀疑对人致癌。

**致畸作用** 人或动物胚胎发育过程中，由于各种原因所形成的形态结构异常，称为先天性畸形或畸胎。环境污染物通过人或动物母体，影响胚胎发育和分化，使子代出现先天性畸形的作用，称致畸作用。六十年代西欧及日本一些国家，因使用镇静剂“反应停”，致使出现不少畸形婴儿。因此许多国家规定，对药品、食品添加剂、农药等要进行致畸作用试验后方可正式使用。

**致突变作用** 污染物或其它环境因素引起生物体细胞遗传信息发生突变的作用。生殖细胞突变可引起不孕或胚胎早期死亡；人体细胞突变可能是形成肿瘤的基础。常见的致突变污染物有：亚硝胺类、苯并(a)芘、甲醛、苯、砷、铅、DDT、DDV、甲基对硫磷、2,4-D、2,4,5-D、百枯草、黄曲霉素 $B_1$ 、谷硫磷等。

上述三种作用常称为“三致作用”，其污染物称为“三致污染物”。

## 三、环境水文地质学及其研究内容

### (一) 环境水文地质学的概念

随着环境问题的日益突出，与环境有关的新的科学分支也应运而生。就环境地质学而言，有“环境地质学”、“环境地球化学”、“环境水文地质学”、“环境工程地质学”等等。它们都是新的边缘学科分支，具有很大的综合性，涉及的学科范围很广。到目前为止，虽然在七十年代中期“环境水文地质学”一词已经出现，但其确切的概念和研究内容，仍然没有统一，诸多著作中均有各自的阐述。

“环境水文地质学”纯粹是中国学者自己提出的术语，它在国外文献中尚未出现，但已为我国水文地质界大多数学者所公认并沿用。

就作者粗浅认识而论，环境水文地质学是以水文地质学，特别是水文地球化学的基本理论为基础，研究水文地质环境与环境质量关系的学科。它是水文地质学的一个分支，也是环境科学的组成部分。它不仅研究人为水文地质环境对环境质量的影响，也研究天然水文地质环境对环境质量的影响；它不仅研究地下水水质对环境质量的影响，而且也研究人为开采地下水对环境质量的影响。在环境科学中，环境要素主要是指水、大气、生物、岩石和土壤。地下水是水环境的重要组成部分，因此水文地质环境的好坏与整个环境质量密

切相关。所以说环境水文地质学是环境科学的组成部分。在研究中，一方面要以水文地质学特别是水文地球化学的基本理论为基础，另一方面，要从改善和保护人类环境的观点出发，以如何保护和改善水文地质环境以利于人类生存为最终目的进行研究。

## （二）环境水文地质学主要研究内容

哪些内容属于环境水文地质学研究的范畴，目前仍众说不一。但有一些是公认了的，诸如地下水水质（包括天然的和污染的）对环境质量的影响，这是目前我国环境水文地质主要研究的内容。有一些仍有争议的，诸如地下水大量开采引起的地面沉降，矿区疏干引起的地面塌陷，液体及固体废物排放（处理）工程的水文地质问题，水利工程引起地下水位上升导致的土壤盐渍化和沼泽化，地下水大量开采引起区域下降漏斗导致一些风景点的破坏及草原退化等等。我们不主张把环境水文地质研究内容无限扩大，诸如把不是水文地质因素起主导作用的环境问题（如滑坡、黄土湿陷、地震等）列为研究内容之列；也不能使它仅局限于研究地下水水质对人体健康的影响。确定环境水文地质学研究内容的原则应该是，凡是水文地质因素为主导（或重要）因素引起的环境问题才应列为环境水文地质学研究的内容。

笔者认为，本学科研究内容可分为天然的（原生的）和人为的环境水文地质问题两大部分。前一部分，目前仅限于天然水文地质环境（包括地下水环境及土壤环境）与地方病的关系，研究范围较窄，但研究深度较深（指地下水水质与人体健康关系方面）；后一部分研究范围较广，不仅包括地下水水质恶化引起的环境质量问题，而且涉及地下水开采引起的环境问题和废物排放的环境水文地质问题，但在污染物与人类健康关系研究方面深度较浅。后一部分是环境水文地质研究的主要内容。

### 1. 天然（原生）环境水文地质问题

主要研究天然地下水动力场和化学场与人类健康（主要是地方病）的关系，特别是着重研究生命必须组分和有毒有害组分的来源、迁移、聚集规律；研究地方病和异常生理状态分布规律与水土环境关系，配合医学部门研究病因及防病改水，寻找优质水源，进行天然地下水环境质量评价。

### 2. 人为环境水文地质问题

这方面的问题可归纳为三类：

第一类是人为活动引起的地下水水质恶化。这里所指的人为活动，不仅包括废物排放，而且涉及引起水质恶化的其它人为活动，如海岸地区大量抽取淡水，水位下降引起的海水入侵，矿产资源开采引起的酸性矿山排水等等。研究内容包括污染物来源，污染途径，污染物的分布、迁移、转化和聚集机理和规律，地下水污染预测，地下水质量评价，水文地质环境（包括含水层、隔水层及包气带）的防污性能，地下水污染防治措施以及地下水污染对生态平衡（含人类健康）的影响。

第二类是人类活动引起水文地质环境改变导致环境质量恶化。诸如地面沉降、地面塌陷、草原退化、盐渍化、沼泽化等。

第三类是废物排放（处理）的环境水文地质问题。人类生活和生产过程中产生大量的固体废物及液体废物，经一定工程处理后，最终都必定排放（处理）到地面上，或埋藏于某一深度的地质体里，这是废物的最后归宿。大自然对各种污染物有着巨大的净化能力，人们已经逐渐把它做为天然的处理场。但为了保护地表的生态环境，必须设计最合理的系

统，选择最优的处理地点，其中最重要的选择最优的排放废物的水文地质条件，使地表环境、地下水及地表水污染减少到最低限度，这是环境水文地质工作面临的必须解决的问题。诸如城市固体废物处理场，放射性固体废物处理场，适合于污水土地处理的场地等等，这些必须从保护环境观点出发达到一定的环境目标去研究。

关于环境水文地质研究现状及其研究方法有关章节均已提及，此处从略。

# 上篇 原生环境水文地质

## 第一章 原生环境水文地质研究现状

### 第一节 我国古代的论述

原生环境水文地质是环境水文地质学的一个部分，它主要研究原生水文地质环境与人类健康的关系。这部分又可称为医学水文地质。这一名词于1980年首次在我国正式提出，虽然问世较晚，但是与其有关的问题早在我国古代就有许多著名的文人学士作了精辟的论述。

#### 一、水土环境与健康

在我国历代，人们十分注意观察水土环境与健康的关系。好的水土环境，人多“美”，与“寿”，坏的环境则“丑”与“夭”。

管子指出：“济之水其水清白，其人坚劲，寡有瘠瘿，终无痼醒”引自《地员篇》；唐代李吉甫曰：“菊水出县石涧山，其旁多菊，水极甘馨，谷中卅余户不复穿井，仰饮此水，皆寿百余岁”；李时珍在《本草纲目》中也指出：“南阳之潭，渐于菊，其人多寿”。以上所指的清泉，菊水，按现在的观点来看也都是好水，在这样的环境里很少见到地方病。

关于水土环境与人类健康的关系，李时珍作了精辟的论述。在《本草纲目》的水部集中有这样一段记载：“水者，坎之象也。上则为雨露霜雪，下则为江河泉井。流止寒温，气之所钟既异；甘淡咸苦，味之所以不同，是从昔人分别九州水土，以辨人之美恶寿夭。盖水为万化之源，土为万物之母。饮资于水，食资于土。饮食者，人之命脉也，而营卫赖之。故曰：水去则管竭，谷去则卫亡。然则水之性味尤慎疾卫生者之所当潜心也。”

#### 二、对环境水质的选择

关于地下水的埋藏、分布和运动特征在古代已有较细致的观察研究。宋人廖禹曾指出：“黄潦之泉，色浊而味薄，或近或远必有积池，泄而出流行也，本于下湿之浸灌，清冽之泉，色温而味厚，或近或远必有天池，通达而流行也。”此段说明泉水水质的好与坏和补给来源，渗透途径有关。

明朝的汪颖说：“凡井水有远从地脉来者为上，有从近处江湖渗来者次之，其城市近沟渠污水杂入者成咸。”这表明井水水质的好坏与补给来源、渗流途径以及是否被污染等有关。

“人赖水土以养生，可不慎所择乎！”唐代刘禹锡深明此理，并为之大声疾呼。他还指出：“凡饮水疗疾，旨取新汲清泉，不用停、污、浊、暖，非直无效，亦且损人。”尔雅云：“其泉源远冷清，或山有玉石美草者为良。其山有毒石恶草者不可用。”李时珍更形



象地指出：“井泉，地脉也，人之经血象之，须取其土厚水深源远而质洁者方可食用也。”

历代人们还提出了许多处理水质的方法。汪颖指出：“须用煎滚，停一时，候碱沉，乃用之。”他还指出：“雨后水浑，须插入桃杏仁澄之。”显然，这是利用有机胶体的凝絮沉淀作用来净化水质。范仲淹对环境卫生十分注意。他认为“所居室，必先浚井，纳青术数斤，以避瘟气。”

《后汉书·礼仪志》记曰：“夏至阴气萌作，是日浚井改水。”其意是夏天到了，井中淤积之物腐烂变质，有异味，应及时淘洗水井，以收改良水质之效。《太平清话》中说：“水无美恶，以活为上。”这说明了流水不腐，户枢不蠹的道理。

我国古代，乃至现今在民间仍流传着许多古老的改善处理水质的方法，如用明矾、硫磺净水。用红胶泥（即三趾马红土）净化水质，有不少地区采用木炭或草木灰净化水质。归纳起来改良处理水质的方法不外乎是疏井、煮沸、凝絮沉淀、吸附过滤和消毒灭菌等几个方面。这些基本原理目前仍然是适用的。

### 三、对矿泉水的研究与利用

我国是开发利用矿泉最早的国家。汉朝张衡的“温泉赋”算是最早的记载了，在温泉碑上刻有“有疾病兮，温泉泊焉，以流秽兮，黜除苛慝。”此赋采用了诗经的风格，其意是有疾病就到温泉去沐浴，可以洗掉污秽，除去邪气。《水经注》云：“大融山石山温汤，疗治百病。”在《本草纲目》中关于庐山的温泉有这样的记载：“庐山温泉有四孔，四季皆温暖，可以熟鸡蛋，……方土每教患有疥癣、风癞、杨梅疮者饱食入池，久浴后出汗，以旬日自愈也。”

古人对矿泉的利用很广泛，或沐浴，或口服，或入药，都有良好的效果。

## 第二节 国内外的有关研究

### 一、理论性研究

公元前四世纪古希腊名医海帕克莱蒂斯（Hippocrates）在他所著的《关于空气、水及土壤》一书中指出，环境因素对人类的健康有重要的影响，他论述了环境与疾病的关系。直到17世纪，关于这方面的研究有了新的进展，在欧洲诞生了一门新的环境科学——医学地理学。

Chatin证实了地方性甲状腺肿与水土中缺碘有关。1916年，Black McKay发现斑釉齿与饮水中含氟量高有关。1939年Shortt在印度的马德拉斯邦发现氟骨症。随后关于环境与健康的研究就愈来愈多了。

国外有关的研究大体可分为理论研究和专题研究。按作者的观点将理论研究分为景观学派和周期律学派。

#### （一）景观学派

医学地理学可视为景观学派的先驱。不过当时主要是研究气温、湿度、高程、辐射等物理因素对人类健康的影响，而且是一些定性的描述性的研究。由于化学测试手段的不断完善，A. A. Григорьев（1935）开拓了化学地理的新领域。对人类健康的研究从物理因素角度转变为化学因素。