

教育部直属高等学校环境科学

第二次学术讨论会

論文選集

1269
一九八一年三月

目 录

环境系统的稳定性及抗污性·····	北京师范大学	王华东等 (1)
渡口地区地下水化学的初步研究·····	南大地质系	林凤勋等 (6)
江苏沿海底质重金属背景值的研究·····	南京大学	刘育民等 (14)
茂名北部浅层地下水的水质特征及其质量评价·····	中山大学	黄新华等 (28)
应用信息论对河流污染的客观分区与分类·····	东北师大	李惠明等 (39)
吉林省环境区划·····	吉林省环保所、东北师大	马龙英等 (45)
珠江水系水质自然背景值和污染动态研究·····	中山大学	程国佩等 (54)
官厅水系洋河下游酚污染预测初探·····	华东水利学院	高维真 (61)
手算模拟城市大气污染扩散规律·····	东北师大	阮贤舜等 (71)
北京城近郊区大气污染评价的气质模式·····	北京大学	王淑芳等 (81)
杭州市低层逆温层对空气中 SO_2 浓度的影响·····	杭州大学	王传琛等 (90)
碘管涂钨无火焰原子吸收法痕量锡的测定·····	山东大学	邹时复等 (100)
“非离子型表面活性剂、铭天青 S、金属离子”		
三元组成中 Tritonx—100 作用的研究·····	山东大学	江淑英等 (100)
活性炭吸附富集——火焰原子吸收光度法·····		51
测定水中微量铭 (VI)·····	吉林大学化学系	邢贵德等 (108)
甲基百里香酚兰络合剂光度法		
测定空气中微量镉·····	兰州大学化学系	王怀公 (117)
薄膜阳极法测定环境水样中的微量锡·····	兰州大学化学系	张玉群等 (124)
用 4—[(5—氯—2—吡啶)偶氮]—1,3—二氨基苯萃		
取分光光度法测定水中的痕量钴·····	南京大学	陈群友等 (129)
水和土壤中磷的环炉测定·····	陕西师大	章竹君、张晓丽 (136)
气相色谱法测定工业废水中 666·····	武汉大学	俞妙悦等 (140)
国产树脂富集法测定海水中痕量有机氯农药·····	南开大学	戴树桂等 (145)
天然高分子絮凝剂改性研究 (一)——羧甲基 F691 的		
制备和用应·····	华南工学院	肖锦等 (155)
水试剂 (Kcl) 的纯化及 ASV 法测定		
其中痕量 pb 的研究·····	南京大学	陈洪渊等 (163)
水中痕量钒的催化比色测定·····	南京大学	田笠卿等 (167)
水中痕量硝基苯的气相色谱测定法·····	南京大学	(177)

应用高分子微球 GDX—5.2 富集气相色谱法分析

- 水中痕量苯胺及甲基苯胺.....东北师大 郎佩珍等(181)
- 厦门沿岸水质污染细菌指标种的检验方法比较.....厦门大学等 陈绍铭等(190)
- 用醋酸分解菌监测工业废水的毒性强度.....厦门大学生物系(203)
- 沈阳市城郊农田土壤镉、铅污染评价及白菜作物吸收量
- 相关性的研究.....辽宁大学 邢克孝等(211)
- 五种毒物对鱼类胚胎发育的影响.....东北师大 金岚等(225)
- 鲤鱼体内 110mAg 的累积和组织分布.....南京大学 王连生等(232)
- 植物抗氮性的几项生理和形态解剖指标的初步探讨.....云南大学 王煥校等(242)
- 生态系统与环境保护.....西南师院 钟章成(250)
- 区域水环境污染控制的系统分析.....清华大学 傅国伟等(257)
- 臭氧氧化法处理含氮废水的研究.....上海化工学院“三废”治理研究室(271)
- 射流曝气活性污泥法的研究.....同济大学 陈世和执笔(282)
- 射流曝气活性污泥法的研究
- 射流曝气射流器性能研究.....同济大学 赵俊英等(291)
- 射流曝气活性污泥法处理城市污水的研究.....同济大学 周增炎等(302)
- 几种臭氧化器的研制和应用.....清华大学环境工程教研组臭氧课题组(317)
- 滴血中测定微量镉——微分脉冲溶出法.....上海第一医学院 林义祥等(323)
- 城市环境噪声测量中网格布点数的探讨.....同济大学 郑长聚等(328)
- 后记.....(332)

环境系统的稳定性及抗污性

王华东 郭震远

北京师范大学地理系

人类活动对环境系统产生极为深刻的影响，特别是由于大工业、大农业的发展，污染对环境系统的冲击、干扰和破坏，给人类的生产、生活和健康带来极大的影响，是人类面临的一个严重问题。工程上常用稳定性、抗干扰性、灵敏性、可靠性、可控性、可观性等作为品质指标，来描述一个系统的特征。同样，这些品质指标也可引入环境科学，来表述环境系统对污染的抗性和适应能力。本文拟仅对环境的稳定性及抗污性做一初步探讨。

(一)

环境系统是指人类的生存环境而言的，它的范围包括上到大气层平流层顶部和平流层下部，下到风化壳底部和岩石圈的上部，它是岩石圈、水圈和大气圈之间物质和能量频繁交换的地带，包括范围与生物圈相当。近年人们提出的智能圈，是指社会生态系统而言，其中既包括自然成分，又包括

人源成分在内。

环境系统是一个多参数、多回路的自适应系统，它是具有多级结构的复杂的大系统。可分成大、小不同等级的系统。

① 单元环境系统：它是指组成及结构均一的环境系统而言。它是研究环境系统稳定性的最小结构单元。在单元环境系统中污染物质流动图式如下：

如图1所示，在单元环境系统内，污染物质在大气、地表水、土壤及生物要素间形成网络循环。

② 区域环境系统：它是由数个

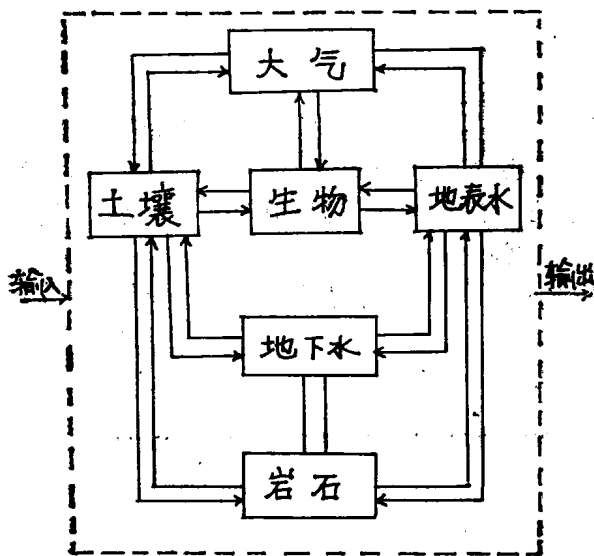


图1 环境单元内污染物质流循环示意图

环境单元发育组合而成的具有局部区域结构特点的环境系统综合体而言。区域环境系统结构形式不同，它们的稳定性也不一样。一般，正地形上的环境系统序列，大气环境容量较大，大气环境的稳定性强，抗污能力强；负地形上的环境系统序列，环境容量较小，环境的稳定性弱，抗污能力小。例如，在山间盆地建立厂矿常造成严重污染的恶果。

③ 地带环境系统：由于地表太阳辐射分布的不均匀性，形成地表的明显地带环境系统。在同一地带环境系统内，由于地表物质长期受共同主导因素的影响，可以使复杂物质在一些区域环境系统内通过各种自然过程向着相同的方向发展，形成地带的综合体。

各不同地带环境系统的组成和结构不同，它们的物质能量交换强度及循环规模不同，因此它们的稳定性及抗污性也不一样。例如，在热带雨林地带环境系统组成结构复杂，它是一个多回路的反馈系统，存在复杂的物理、化学和生物学的自适应过程，它对外界的污染冲击有较强的缓冲调节能力，环境容量大，环境的稳定性强。而寒带及荒漠地带环境组成结构简单，缓冲能力小，环境容量小，环境系统的稳性定小。

④ 圈带环境系统：它是地带环境系统以上的更高级环境系统。由大气圈下部、水圈、土圈及岩石圈上部的物质能量交换构成了生物圈系统。它的厚度最大，可达数十公里，由于人类科学技术的不断发展，它的范围不断在扩大伸展。由于人类活动污染的影响，圈带环境系统正在进行着多参量、多回路的自动调节过程，使圈带环境系统产生脉动的向前发展过程。

(二)

环境系统的稳定性是环境的一种最基本性质。这里主要是指环境受到人为活动污染，当污染源的排放停止后，该环境系统能否在一定时间内恢复到原来状态的性能。

环境系统的稳定性与它组成成分的特性和系统本身的结构有关。环境系统是由大气、水、土壤及生物等数个子系统构成的一个网络系统，在这些子系统之间存在着物质、能量和信息的交换。环境系统是一个开放系统，它是一个非平衡的稳态系统，它是在长期的自然历史发展中形成的。

判断一个系统是否稳定有很多种方法。在工程系统中常用的有所谓代数法判据，对数频率判据，李亚普诺夫函数判据等。这些方法或只适于比较简单的系统，或必须事先判断各子系统的稳定性才能综合分析，这些方法多比较复杂。这里拟采用一种比较方便的大系统“宏观稳定性”来判断环境系统的稳定性。

大系统的“宏观稳定性”是指：在一定时间内，若各系统的输出都趋于零，则称大系统是宏观稳定的。

环境系统任何一个子系统的输出可写成：

$$y_i = \sum_{j=1}^n u_{ij} + u_{im} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\sum_{j=1}^n u_{ij}$ ：为该子系统对其它各子系统输出的总和。

u_{im} ：为该子系统直接对系统外的输出。

设 u_{ij} 和 u_{im} 是随时间 t 而变化的, 并且是 t 的线性函数即:

$$u_{ij} = g_i(t)$$

$$u_{im} = f_i(t)$$

∴ ①式可改写成:

$$y_i = \sum_{j=1}^n g_i(t) + f_i(t) \dots\dots\dots (2)$$

若 $\lim_{t \rightarrow \infty} y_i = \lim_{t \rightarrow \infty} \left[\sum_{j=1}^n g_i(t) + f_i(t) \right] = 0$

则必有 $\lim_{t \rightarrow \infty} \sum_{j=1}^n g_i(t) = 0 \dots\dots\dots (3)$

和 $\lim_{t \rightarrow \infty} f_i(t) = 0 \dots\dots\dots (4)$

由③和④可导出

$$g_i(t) = \frac{K}{tn} \quad (n=1, 2, \dots\dots\dots) \dots\dots\dots (5)$$

$$f_i(t) = \frac{K}{tm} \quad (m=1, 2, \dots\dots\dots) \dots\dots\dots (6)$$

⑤、⑥可以用 $\frac{H}{t^p}$ ($p=1, 2, \dots\dots$) 共用来表示。

从上式可以看出, 在一个引境系统中, 当人为活动污染停止以后, 该系统能逐渐消除这一作用的影响时, 则称这个环境系统是稳定的。这种表示方式对可生化降解的有机污染物是比较适用的, 而对难于以生化降解的有机污染物和重金属污染物则需另行探讨研究。

以上所讨论的环境稳定性, 主要是指“绝对稳定性”的问题。而对于地表各个不同地带、地区环境系统的稳定性, 更多地是做“相对稳定性”的比较问题。在工程系统中, 一般用超调量 σp , 衰减度 ϕ 和稳定余量来表示系统的相对稳定程度。将这些概念运用到环境系统中, 则环境系统的超调量 σp 是表示人为活动污染以后, 环境系统中该污染物的过冲现象的严重程度。可用下式表示:

$$\sigma p = \frac{y_{max} - y(\infty)}{y(\infty)}$$

式中:

y_{max} : 为 $y(x)$ 的最大值 (一般为环境系统受到污染后, 第一次达到极值时的数值);

$y(t)$: 为某污染物的输出量;

$y(\infty)$: 为经长时间后环境系统输出的某污染物的稳定值 (对稳定的环境系统也可以看做系统未受污染前的输出)。

环境系统的衰减度是指环境系统在人为活动污染作用下, 环境污染由最大污染程度, 经过一定时段以后, 衰减的情况, 可用下式表示环境系统的衰减度:

$$\phi = \frac{y_{max} - y_1}{y_{max}}$$

式中：

y_1 表示环境系统中出现 y_{max} 值一个时段后 $y(t)$ 的数值；

若 $y_1 < y_{max}$ 则表示污染衰减很快，即 $\phi \approx 1$ ，则表示系统稳定；若 $y_1 \approx y_{max}$ ， $\phi \approx 0$ ，则说明系统的稳定性差。

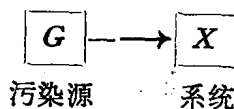
环境系统的稳定余量表示环境系统中某项污染物的具体指标与该指标临界稳定值的差额。

由上述不难看出，环境系统的超调量，衰减度用来表征环境系统的动态特征，而环境系统的稳定余量则表示环境系统的静态特征。这三种环境参数从三种不同角度表征环境系统的特点，一般来说，在比较不同环境系统的稳定性时，环境系统的超调量是第一个应该考虑的参数，其次是环境系统的衰减度和稳定余量。

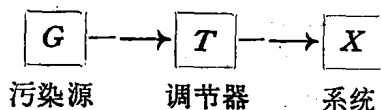
(三)

环境系统的抗污性是指环境系统受到污染时保持其结构、功能不变的能力，即当由污染引起的环境参数在较大幅度内变动时，环境系统保持结构、功能稳定的能力，或人类活动引起的污染冲击对环境系统稳定性影响程度的大小。实质上对环境系统来说，抗污性即指环境对污染物的同化、调节和缓冲能力而言。为了从环境系统抗污染功能角度讨论的方便，这里可从变异度和熵的角度加以说明。

环境系统的变异度可以用排入环境系统中不同污染物的种类以及各种不同污染过程个数来表示。环境系统的熵是指环境系统在实现每一步移转时所呈现的变异度。当一个环境系统经受外来污染干扰冲击时，可以用下列模式表示它的变化即：



但为了表示环境系统的调节作用，可进一步表示如下：



当环境系统受到人为活动污染时，则该系统受到干扰，意味着污染源向该系统输入变异度。当环境系统接受这些输入的变异度时，如果环境系统的变异度不增加，或虽有增加，但经过一定时段后又恢复原状，则认为该系统是稳定的（指绝对稳定性）。如果环境系统本身变异度增加了，则增加得少的比增加得多的要稳定（指相对稳定性），这里变异度增加的多少，取决于环境系统同化、调节、缓冲作用能力的大小，即对污染源变异度的抵抗能力。可见，一个地区环境系统的抗污性，主要取决于它本身的调节功能的大小。可以用下式表示环境的调节能力与系统变异度变化的关系：

$$\text{系统的变异度变化} \geq \frac{\text{干扰源的变异度}}{\text{调节器的变异度}}$$

均采用对数表示则：

$$V_x \geq V_G - V_T \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

VX ：为环境系统变异度变化的以2为底的对数，即系统的熵；

VG ：污染源变异度的以2为底的对数；

VT ：调节器变异度的以2为底的对数。

由(1)式可以看出，当 VG 不变时， V_x 随 VT 的增加而减少，即环境系统的熵值随其调节能力的增加而减少。对(1)做简单的变换则得：

$$VT \geq VG - V_s \quad \dots\dots\dots (2)$$

从(2)式可以看出，可以用污染源变异度与环境系统变异度的差值来表示调节器调节能力的大小，即表示环境系统抗污性的强弱，也可以它做为指标，区别环境系统稳定性的。一般说来，调节能力大的环境系统，比调节能力小的环境更为稳定。

(四)

环境系统基本品质的研究是环境学的基本理论问题之一。运用系统论及控制论的观点发展环境系统的有关理论，对推进理论环境学的发展有重要作用。

本文仅是对环境系统稳定性的初步探讨，如何根据环境系统的结构及功能对各地带、各地区的不同环境系统的稳定性进行定量描述，是今后应进一步探讨的问题。

参 考 文 献

- | | | |
|---------|-------|-------|
| [1] 维 纳 | 控制论 | 科学出版社 |
| [2] 艾什比 | 控制论导论 | 科学出版社 |

渡口地区地下水化学的初步研究

林凤勋 高 明 华致洁 刘庆华

南京大学地质系

渡口市环办

渡口市为我国著名的攀枝花钢铁基地,随着工矿企业的迅速发展,环境污染问题日益突出。为此,渡口市环办和南京大学环保所对渡口市开展环境质量评价,我们参加研究地下水化学特点及其随空间和时间的变化规律,为今后地下水的开发利用和防护提供依据。

一、地下水化学形成的基本条件

1. 自然地理概况

渡口市位于青藏高原的东南缘,云南高原的北部,属深切切割的侵蚀、剥蚀中山丘陵类型,地势陡峻、地形切割深,相对高差大,是一个比较强烈上升的地区。

境内山脉水系多呈南北向延伸,地形自西北向东南倾斜,北部有近东西的大火山为屏障,地势最高,如老鹰岩海拔2920米,西南和南部也较高,如乱板凳梁子海拔2755米,东部稍低,如杨梅山海拔2168米,它们组成本区的地表分水岭、金沙江自西向东继而折向南流,河谷在海拔1015米以下(最低海拔937米),金沙江是本区的相对侵蚀基准面和地下水的泄水基面,既汇集地表逕流,又汇集地下逕流。

从南北地表分水岭位置来看,金沙江河谷偏居北部,两岸江水面积不相一致,南岸汇水面积较大,支流多而长,如大河水系,干流长59公里,流域面积700平方公里,北岸汇水面积较小,支流也较小,

本区气候近似亚热带,常年无严寒酷暑,因地势高差悬殊,垂直分布明显,年平均气温:海拔1102米,21.1℃;海拔1750米,16.3℃。相对湿度:仁和60%;跃进水库65%。年降雨量800—1100毫米,随海拔高度而增大,河谷地带(1500米以下)800毫米,半山地带(1500—2000米)900—1000毫米,高山地带1000—1100毫米,降雨集中,干季和雨季分明,通常6—9月为雨季,10月中旬至翌年6月上旬为干季。

2. 地质概况

渡口西部和南缘主要分布碳酸盐岩、碎屑岩和粘土岩;碳酸盐岩有震旦系灯影组白云岩和白云质灰岩,二迭系阳新灰岩;碎屑岩、粘土岩有震旦系观音崖组砂岩、泥岩、砾岩,三迭系炳南组紫红色砂岩及砾岩,大荞地组灰色砾岩、砂岩类煤,侏罗系紫红色泥岩、石英砂岩、长石砂岩,白垩系泥岩、粉砂岩,第三系昔格达组灰色页岩、细砂岩,第四系砂砾石,砾石粘土互层。东部和北部广泛分布各类岩浆岩及变质岩,分布面积较沉积岩稍大。

地质构造特点,中部是由前震旦纪石英闪长岩构成核部,会理群大田组为两翼之基底背斜。它的北侧由三迭系、侏罗系组成的向斜。南部由上白垩统构成极宽缓的向斜构造。西部临邛中“红色盆地”的东北边缘,中生代强烈拗陷,形成含煤及红色陆相建造和宽缓的褶皱。宝鼎一带,是由三迭系侏罗系组成的背斜向斜。把关河一带为一向南凸出呈弧形分布的单斜层,两侧外倾,观音崖组与前震旦纪石英闪长岩为沉积接触,其上依次为灯影组、二迭纪灰岩和玄武岩。东部基底为一呈北略偏东的复式向斜,盖层也有褶皱。

喜山期新构造运动主要为断裂活动,具有一定的方向性,即北北东和北西西两个方向。这种断裂在本区第三系昔格达组地层中表现得最为明显。并且,由此还反映出下伏地层新构造断裂的性质和特征。

3. 水文地质条件

新构造断裂和裂隙以及在此基础上发育的岩溶,乃是本区地下水流动的主要通道和储存的主要场所,地下水类型主要是构造裂隙水和裂隙岩渗水,一般埋藏不深,特别是裂隙岩溶水埋藏较浅。

地下水主要由大气降水入渗形成,入渗的条件因地而异,在海拔1500米以下的地区,植被较少,若地形坡度较大,则集中的降水容易形成地表逕流排走,但是在昔格达广泛分布的地区,由于地形平缓,岩层中新构造裂隙发育,则集中的降水下渗较多,形成地下逕流。在海拔1500米以上的地区,植被比较发育,甚至有大片森林,则有利于降水入渗形成地下水,最后以地下逕流和泉的形式向金沙江及其支流排泄。由于本区处于上升阶段,地势高,地形割切强烈,因此,地下水一般循环深度不大,逕流路程较短,流动交替比较迅速。在特殊情况下,例如在大的、延伸比较深的新构造断裂带中以及向斜盆地中,地下水循环比较深,逕流路程长,流动交替比较迟缓。

二、地下水化学特征

1. 地下水化学基本类型及其分布特点

本区地下水大多数属于低矿化(矿化度一般小于0.6克/升)的重碳酸盐型水。以金沙江为界,可划分四大区,各区的地下水化学类型及其矿化度列于表1。

表1 地下水化学分区表

分 区	岩 石 性 质	矿化度(克/升)	水 化 学 类 型
新庄格里坪一带 (西 北 部)	碳酸盐类岩石为主	0.25~0.46	HCO ₃ —Ca、Mg HCO ₃ —Mg、Ca
宝鼎矿务局一带 (西 南 部)	碎 屑 岩 为 主	0.40~0.56	HCO ₃ —Ca、Mg HCO ₃ —Ca
攀枝花矿山 (东 北 部)	各 类 岩 浆 岩 及 变 质 岩	0.13~0.6 个别>0.6	HCO ₃ —Ca、Mg HCO ₃ —Ca、Na HCO ₃ —Ca、Mg、Na (个别出现SO ₄ 型)
东 南 部	变质岩及岩浆岩	0.16~0.55 (个别>0.55)	HCO ₃ —Ca、Mg (个别出现SO ₄ 型)

从上表看出,不同地区地下水化学成分有共同特点但亦有一定的差异,这主要是其所处环境的各种因素综合作用的结果。

如前所述,本区地下水交替迅速。同时气候温暖,有一定的降水量,促使风化作用不断进行。大气降水进入土壤岩石空隙后,在运动过程中,长期与围岩接触,发生溶滤作用。由于本区的岩石均为一些难溶的碳酸盐及铝硅酸盐组成,只有在水中含有 O_2 及 CO_2 时才能使其风化分解及溶解,使一部分元素进入地下水中。因此,大部分地下水为低矿化的重碳酸盐型水。但是,不同条件下存在一定的差异。

地下水的矿化度在同一地区往往随地形高程的增加而减少。如攀矿地区徐家山海拔1500米左右出露的泉水矿化度仅0.14—0.18克/升,而向河谷矿化度可增加1—2倍。如前所述,海拔高的地区降水量多,地下水补给量丰富,迳流路程短,故地下水矿化度低,而向下游,降水量减少,地下水补给受到影响,加之迳流路程长,地下水矿化度就高。

新庄龙洞泉及其附近占孔中的地下水矿化度一般均小于0.4克/升(龙洞泉水矿化度仅0.244克/升)。龙洞泉与周围占孔之间有一定的水力联系,占孔抽水时龙洞泉流量明显减少。龙洞泉水量与降水量动态基本一致。它是地下水系的排泄点,地下水在其中流动畅通,停留时间较短,故地下水矿化度低。相反裂隙岩溶不发育,地下迳流条件差,水停留时间长,则地下水矿化度略高。

宝鼎地区向斜核部常出现承压的裂隙水,矿化度一般大于0.5克/升。这是由于向斜构造,地下水集中,迳流条件差,水中的各种元素经溶滤作用后在此相对富集。相反在背斜轴部地下水迳流条件比较好,水质也好。

构造断裂特别一些大断裂是地下水运动的良好通道,地下水循环较深,渗透路途增长,溶滤作用加强。同时由于深处受地热影响,地下水温度有所增加,因而使某些盐类溶解度也增加。如建材厂,地下水温为 $30^{\circ}C$ (一般为 $20^{\circ}C$),矿化度为0.46克/升。

个别地段地下水矿化度增加,地下水化学类型出现重碳酸、硫酸盐型,甚至硫酸盐型水。如尾矿坝下游泉水,由于受尾矿水下渗影响,矿化度达0.8克/升。由此可见人为因素对地下水矿化度影响是较大的。

地下水化学动态随气候变化略有变化,干季和湿季相比较,地下水矿化度略有增加,但幅度不大,仅增加十几到几十毫克/升。

2. 地下水化学成分变化规律

如前所述本区地下水化学成分有其共同特点。但即使阴离子均以 HCO_3^- 为主,不同地区含量仍有一定差异,最大可差3倍以上。而阳离子变化更明显,有些地区以 Ca^{2+} 及 Mg^{2+} 为主,而另一些地区则以 Ca^{2+} 及 Na^+ 为主,即使同样以 Ca^{2+} 为主,数量上也可差几倍、这些变化与岩石地球化学性质密切相关。在某种岩石中循环的地下水与岩石的化学成分有一定的相关性。为了便于对比,将各类岩浆岩硅酸盐分析结果及相应的地下水化学成分列于表2及表3。

碳酸盐类岩石在含 CO_2 水作用下,碳酸盐发生溶解,而岩浆岩及变质岩仅其中的一部分钠长石、钙长石、钾长石等风化分解,所以在碳酸盐类岩石裂隙岩溶中循环的水

HCO₃⁻ 含量高。从补给区向排泄区随着溶滤作用加强,使得 HCO₃⁻ 含量相应增加。至于本区砂岩中 HCO₃⁻ 含量较高与碳酸盐胶结物有关,同时与前述构造条件密切相关。

表 2

各类岩浆岩硅酸盐分料结果(%)

岩石类型 \ 氧化物含量(%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO
辉石岩	42.75	1.58	11.18	3.58	8.18	0.15
辉长岩	46.65	1.88	17.36	3.71	8.14	0.17
闪长岩	51.55	1.22	19.80	2.99	4.81	0.12
石英闪长岩	60.68	0.65	17.17	2.18	3.47	0.09
正长岩	67.38	0.59	11.90	3.90	2.80	0.22
花岗岩	71.36	0.26	15.00	1.05	1.78	0.05

岩石类型 \ 氧化物含量(%)	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O
辉石岩	18.20	10.18	0.39	1.45	0.02	0.08
辉长岩	6.68	11.46	0.27	2.82	0.12	0.01
闪长岩	4.55	8.97	0.30	4.05	0.39	0.07
石英闪长岩	2.98	5.91	1.77	3.60	0.18	/
正长岩	0.55	1.40	4.00	3.37	0.09	/
花岗岩	0.65	3.16	2.33	4.11	0.10	0.04

表 2 及表 4 引自南京大学及渡口市环办“四川渡口市环境基岩中元素背景值的初步研究”1980年4月。

表 3

各类岩石中地下水化学元素平均含量*

岩石类型 \ 化学成分	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Ca ²⁺ (Mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	硬度 (德国度)	H ₂ SiO ₃ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	P H
辉长岩	197.8	308.9	132.66	31.3	25.8	38.1	0.8	7.5
闪长岩 (包括石英闪长岩)	239.1	62.22	60.2	24.9	17.39	41.2	0.88	7.2—7.8
正长岩	108.5	2	2.88	10.9	6.5	29.9	0.5	7.4
花岗岩	257	47	59.4	20.6	12.1	38.0	0.95	7.2—7.5
砂岩	433.9	46.9	72.7	37.2	20.4	36.4	0.72	7.4—8.1
石灰岩 (包括白云岩)	413.6	10.6	72.9	41.3	19.7	12.1	0.68	7.1—8
水质标准					25		1.0	6.5—9

* 本数值为剔除个别异常的平均值

地下水硬度变化按辉长岩、砂岩、石灰岩、闪长岩、花岗岩、正长岩依次减小, 硬度变化实质上反映 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 的变化, 如图 1 为各类岩石中 CaO 平均含量及与其相对应的地下水中 Ca^{2+} 含量。其含量按辉长岩、闪长岩、花岗岩、正长岩依次减少。砂岩地区的地下水硬度增加与所处地质环境有关。必须指出, 时代不同的岩石其化学成分上也有一定差别, 以砂岩为例, 震旦纪砂岩与三迭纪砂岩中的地下水硬度差 2—3 倍。

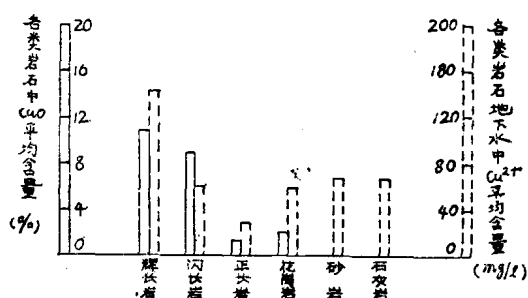


图 1

地下水中 H_2SiO_3 含量, 由于岩浆岩、变质岩及砂岩主要成分为铝硅酸盐矿物及 SiO_2 等, 所以这些地区地下水中 H_2SiO_3 含量均在 30 毫克/升以上, 而石灰岩地区明显降低仅 10 毫克/升。但是, 石灰岩中循环较深的温热水, H_2SiO_3 含量增加一倍左右。地下水 Na^+ 的含量也有同样变化, 石灰岩中的地下水 Na^+ 的含量最低。

地下水中 F^- 变化范围不大, 由于岩浆岩及变质岩中存在少量含氟矿物, 尤其花岗岩地区地下水中 F^- 含量比其它地下水中高, 个别地段已出现超过饮用水标准。

岩石中含有少量矿石也会直接影响地下水中某些元素含量。如攀枝花地区矿石中硫化物(硫黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿)占 1—2%, 而这些硫化物矿石氧化后, 形成易溶的硫酸盐。使地下水中 SO_4^{2-} 含量增加, pH 值降低(个别地区小于 7)。同样地煤系地层中常有分散状黄铁矿, 这些地区地下水中 SO_4^{2-} 含量也有所增加。

岩石的地球化学性质对地下水化学成分有直接影响, 岩石中含量多的元素地下水中不一定多。花岗岩中 Na 和 Ca 含量相近, 但由于钙长石容易风化, 使得 Ca^{2+} 比 Na^+ 容易迁移到地下水中, 故攀枝花地区花岗岩中地下水化学类型仍以 HCO_3-Ca 、 Mg 型为主, 仅少数出现 HCO_3-Ca 、 Na 型水。

3. 地下水中微量元素特点

通过对渡口地区不同岩石类型中微量元素的光谱半定量分析, 已检出的元素有 40 种左右, 有些元素超过了它的平均丰度, 甚至构成异常。如 V、Ti、Co、Ni、Cr、Mn、Bo、Zr、Y、Nb (Ta)、Ga、Sc、Cu、Pb、Zn、Th、B、P 等, 由于这些元素在岩石中含量很少, 迁移能力较弱, 故迁移到地下水中的量就更少了。从这次对地下水中十几个微量元素进行定量分析(原子吸收分光光度法、比色法、极谱法)。现将岩石半定量与地下水定量分析结果列于表 4 及表 5。

表 4

各类岩石中微量元素平均含量 (ppm)

岩石类型	样品个数	Cr	Ni	Co	Ti	V	Mn	Cu	Pb	Zn	Be	Ba
超基性岩	6	2183	1850	73	4083	333	1667	57	/	130	/	400
辉长岩	72	225	67	56	10560	375	1117	37.6	10.6	73	1.2	554
玄武岩	18	225	45	22	6824	221	1000	28	10	70	2	400
闪长岩类	63	88	14	10	3183	149	1015	11.7	18.4	70	1.7	1200
正长岩	38	39	/	/	3685	10	1446	2.2	21.3	97	4.3	1417
花岗岩	33	72	6.5	5.5	1755	78	726	1.8	18.4	50	1.3	1890
砂岩	98	260	43	11	2606	100	920	16.6	14.1	55	2.7	469
页岩	7	201	54	11	6286	134	786	44.7	20.7	64	5.3	486
泥岩 (昔格达)	20	150	49	13	4694	117	1000	33.7	30	62	4.6	650
灰岩	30	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
变质岩	20	183	56	30	1875	220	1225	21	21	60	1.5	400

表 5

各类岩石地下水中微量元素平均值*($\mu\text{g}/\text{l}$)

岩石类型	样品个数	Ni	Co	Ti	V	Mn	Cu	Pb
辉长岩	3	4.76	4.47	12.73	6.46	3.3	284	13.77
闪长岩 (石英闪长岩)	11	4.26	5.52	4.26	5.84	11.24	284	5.01
花岗岩	4	5.36	7.75	5.51	2.66	1.97	4.97	10.3
正长岩	1	3.18	3.58	4.64	/	1.39	6.25	3.45
砂岩	6	3.18	4.91	3.9	1.45	15.57	2.27	10.3
石灰岩	8	4.17	5.48	4.14	0.32	1.79	3.69	11.2
饮用水质标准 (地面水中允许浓度)		100	1000	100	100	100	1000	100
岩石类型	样品个数	Zn	Fe	Mo	Cd	As	Th	U
辉长岩	3	14	55.4	0.32	0.99	0	0.34	0.73
闪长岩 (石英闪长岩)	11	24.90	94.31	0.36	0.83	0	0.34	1.03
花岗岩	4	5.65	73.83	1.83	0.94	0	0.56	2.15
正长岩	1	24.4	94.6	0.28	0.63	0	0.25	0.07
砂岩	6	7.08	131.1	0.46	0.92	5	0.50	0.4
石灰岩	8	10.2	116.6	0.11	0.90	7	0.36	0.3
饮用水质标准 (地面水中允许浓度)		1006	300	500	10	20		

* 本数据为剔除个别异常值的平均值。

比较表中所列数据，V、Ti 等元素在岩石中及地下水中含量变化基本一致。图 2 表示 V 含量的变化。基性岩石中含量最高。所以攀枝花矿区地下水中 V、Ti 含量比 其他地区高出几倍。

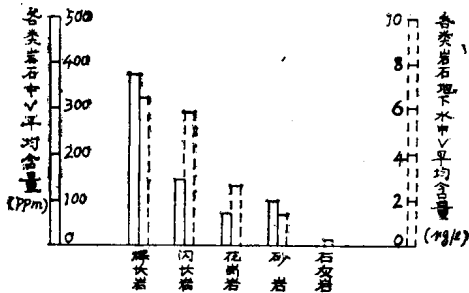


图 2

能力有关。如Zn、Mo、u在氧化环境为强烈迁移元素，而在还原环境中则为弱和 很 弱 迁移的元素，故其在地下水中含量低。

4. 人为因素对地下水化学成分的影响

个别地段地下水化学成分出现明显异常，人为因素起着一定作用。攀矿地区大规模地开采，岩石经破碎、重新堆积后更有利于风化分解及溶滤作用的进行，元素发生迁移和富集，矿区上下游水质相差很大，矿山采场附近及其下游的一些泉水中 SO₄²⁻ 含量可高达300—400毫克/升，V、Ti 等微量元素含量也增高。

大量的尾矿砂和水一起进入尾矿库，废水通过风化壳进入基岩裂隙中，使其下游地 下水质明显变坏，除 V、Mo、Th 以外其它元素含量均超过平均值，个别成分已超过饮 用水标准（表 6）。

表 6 污染和未受污染的地下水水质比较

	PH	硬 度 (德国度)	矿化 度	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Ag	氮氮	V	Ti
受 污 染 采 样 点	6.8	28.64	836	139.2	39.8	411.1	302.2*	0.134*	0.24	0.50	6.13
未受污染采样点	7.75	9.17	215	33.4	19.5	220.4	0	0	0.24	955	4.64
	Fe	CO	Ni	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd	Mo	U	Th
受 污 染 采 样 点	175.0	8.93	7.94	17.4	4.55	24.1	34.5	1.56	0.10	4.3	0.2
未受污染采样点	157.1	3.58	3.18	1.39	2.27	6.9	8.7	0.48	0.28	1.1	0.71

* 为超过饮用水标准。

“三废”长期任意排放，废水直接进入地下水，废渣通过大气降水淋滤，将有害元

素带入地下水中。目前个别井泉已出现细菌及酚、氰等。

有些占孔成井后,没有及时洗净,或长期不用,井管受到腐蚀,使得地下水中铁离子含量明显增加,有的已超出饮用水标准3倍以上。

三、地下水质量评价及其资源保护

从现有地下水化学分析资料来看,不论其主要成分或微量元素,单项基本上符合饮用水质量标准要求,地下水原生环境质量是较好的,可作为饮用水水源。但由于地貌、地质、水文地质条件及人为因素影响,某些井泉的个别项目超过饮用水质标准。如Fe、Mn、As、F等微量元素以及矿化度、总硬度等。

本区东北的基性岩和矿体周围以及其下游地下水矿化度及总硬度均较高,同时V、Ti等微量元素也高;东部变质岩及其它岩浆岩尤其是花岗岩地区地下水水质比基性岩地区好,但有个别地区F⁻及放射性略高,西部沉积岩地区岩石本身微量元素组分较简单,地下水中微量元素含量较低,但As含量较高,碎屑岩地区地下水中Cr也较其它地区高。

从已有分析资料看,绝大部分元素没有超过饮用水质标准,但有些元素还未分析,如Be、Ba等,有待进一步研究。而有些元素如Mo等在本区地下水含量比地表水还低,这些元素含量偏低,对人体影响还需进一步研究。

随着工农业生产发展及城市人口增长,各种用水量日益增加,相应地“三废”排放量也不断增加,渡口市地下水也面临着遭受污染的威胁。地下水一旦污染后,很难处理,遗害深远。为此必须加强“三废”的管理和治理,消除污染源,保护地下水资源。

目前渡口市开发利用地下水刚开始,为此必须进行全面规划、合理布局。要考虑地下水源分布,特别是城市布局与地下水源补给区的关系。厂矿企业应与地下水源上游补给区保持一定距离,特别是岩溶和基岩裂发育以及透水性良好的覆盖层地区,须特别注意“三废”对地下水的污染。同时地下水源及井泉周围要建立一定范围的卫生防护带,尤其开采井与污染源要保持一定距离,浅部松散层中的地下水因易受污染尽可能采取隔离措施,以免影响下部地下水水质。同时加强地下水的化学监测工作,对地下水污染范围、污染程度及发展趋势进行监测,及时采取措施。

总之,保护地下水资源是开发利用地下水资源的重要一环,它直接影响到工农业生产发展及人民身体健康。在目前还未大规模开采地下水之前,就应着手进行地下水资源保护工作。

参考文献:(略)

江苏沿海底质重金属背景值的研究

南 京 大 学 刘育民 竇貽俭
江苏省卫生防疫站 石亚先
南京工程兵学院 李春义

研究海洋底质的金属元素背景含量,对海洋环境保护具有重要意义。由于海洋环境中,海水、底质(海洋堆积物)、生物、大气之间构成了一个物质与能量交换的体系,在气—液相、固—液相的界面上进行着复杂的物理化学过程,海水的污染物质通过沉积作用进入到底质中,在一定的条件下,它们也会重新进入水中而产生“二次”污染。另一方面生活在底质中的生物,也可能通过同化作用而使一些有害物质进入到食物链。自从日本的公害病—水俣病的病因被查明之后,重金属对河流和海洋底质的污染问题,日益引起环境科学工作者的重视。从一九七二年开始,东海沿海海域水质污染调查就把底质列为重要的调查内容,目前已积累了大量的分析数据,为本海区的底质背景值研究提供了科学资料。本文就江苏沿海底质的重金属含量及其分布规律,探讨其背景值,为海域环境质量评价提供科学依据。

一、汞

从表1可以看出,江苏沿海底质汞的含量范围为0.006—0.052毫克/公斤,平均值为0.019毫克/公斤。据资料统计,约有62%的测站底质汞的含量在0.02毫克/公斤以下。与长江口最外面的断面以及杭州湾的资料比较,含量的范围属于相同的数量级,但与渤海湾底质汞含量更接近。与珠江口海区比较,江苏海区约低10倍。根据国外的资料(表2)深海沉积物中汞的含量每公斤大约为零点零几毫克,日本水俣湾外的八代海海域底质汞的背景值为0.06毫克/公斤,这些数值与江苏海区是相接近的。此外,从表1还可以看出江苏海区汞的含量与世界土壤的汞含量0.01—0.3毫克/公斤,平均值0.03毫克/公斤也相当接近,但明显低于岩石圈的平均含量。

无论从沿岸向外海的方向,还是自长江口到启东嘴以北的方向,都发现底质汞含量逐渐减少的趋势,而这种趋势又恰与<0.01毫米颗粒含量以及有机质含量降低的趋势相一致。根据国内外文献的报导,粘土矿物和腐殖质对重金属都有吸附富集的能力,特别是后者其吸附能力比粘土矿物约高二个数量级。这些吸附着重金属的粘土矿物及腐殖质从河口向外海搬运的过程中,随着盐度的增大,胶体发生凝集作用而沉淀下来,这就造成了从河口向外海重金属含量逐渐地降低。