

# 淮河流域及山东半岛天然水化学特征分析

程绪水 ,贾 利 程西方

(淮河流域水资源保护局 ,安徽 蚌埠 233001)

**摘要** 根据 20 世纪 50 年代至 80 年代初淮河流域及山东半岛水化学监测资料 ,结合地形、地貌及土壤特征 ,分析了矿化度、总硬度和水化学类型等天然水化学特征的分布规律 ,并与 2000 年水化学特征进行了对比。对比结果表明 :该流域片矿化度和总硬度呈现出南部小、北部大 ,山丘区小、黄泛平原大 ,内陆小、沿海大的特点。2000 年矿化度、总硬度值比 1980 年前增加 1 倍左右 ,水化学类型则由 1980 年前的 10 种增加到 20 种。分析评价结果为今后检验淮河流域片生态系统恢复程度提供了基础性资料。

**关键词** 淮河流域 ;山东半岛 ;矿化度 ;总硬度 ;水化学类型

中图分类号 :X131.2 文献标识码 :A 文章编号 :1004-693X(2005)03-0015-04

## Analysis of natural water chemistry characteristics in Huaihe River Basin and Shandong Peninsula

CHENG Xu-shui , JIA Li , CHENG Xi-fang

(Water Resources Protection Bureau of the Huaihe River Basin , Bengbu 233001 , China)

**Abstract** The distribution of natural water chemistry characteristics , including mineralization degree , total hardness , and water chemistry type , is analyzed based on the field data of water chemistry in the Huaihe River Basin and Shandong Peninsula from 1950 's to 1980 's as well as terrain features , morphological features , and soil features . Water chemistry characteristics of 2000( 2003 at several stations ) are introduced for comparison . It is concluded that mineralization degree and total hardness are large in northern area , in plain regions , and in coastal regions as compared with those in southern area , in hilly regions , and in land . Mineralization degree and total hardness of 2000 are two times of those in 1980 , and water chemistry types increase from 10 types of 1980 to 20 types . The analyses provide a basis for assessing the ecological rehabilitation in the Huaihe River Basin .

**Key words** Huaihe River Basin ; Shandong Peninsula ; mineralization degree ; total hardness ; type of water chemistry

淮河流域及山东半岛(以下简称淮河流域片)水资源短缺 ,水污染严重。为了保持经济社会可持续发展 ,人们已经充分认识到治理水污染、保护水资源、维持人类与自然协调发展的重要意义 ,并且努力恢复生态系统。本文根据大量的水化学监测资料 ,分析了淮河流域天然水化学特征及分布规律 ,为今后评价淮河流域生态系统恢复提供基础资料。

### 1 地形、地貌及土壤特征

淮河流域地形较复杂 ,内有山区、丘陵、平原和

湖泊洼地 ,其面积占流域总面积的比例分别为 :山区 13% ,丘陵 19% ,平原 52% ,湖泊洼地 16%。淮河流域西部伏牛山区主要为棕壤和褐土 ;丘陵区主要为褐土 ,土层深厚 ,质地疏松 ,易受侵蚀冲刷。淮河南部山区主要为黄棕壤 ,丘陵区主要为水稻土<sup>[1]</sup>。沂蒙山丘陵区多为粗骨性褐土和粗骨性棕壤 ,系由岩石风化发育而成 ,土层浅薄质地疏松 ,水土流失严重。淮北平原北部主要为黄潮土 ,其间零星分布着小面积的盐花潮土和盐碱土 ,淮北平原中部和南部主要为砂礓黑土 ,砂礓黑土的形成受地下水水位和水质(富含

作者简介 程绪水(1965—)男 ,安徽安庆人 ,教授级高级工程师 ,从事流域水资源保护、管理工作 ,E-mail :cxs@hrc.gov.cn



相反,王家坝以上北岸矿化度平均值为 197.5 mg/L,王家坝至蚌埠区间北岸为 356.7 mg/L,蚌埠至洪泽湖区间北岸为 451 mg/L。

b. 山丘区小,黄泛平原大。黄泛平原区偏大,蚌埠至洪泽湖区间北岸矿化度平均值为 451 mg/L,南四湖西区达 464.1 mg/L,而山丘区基本在 200 mg/L 以下,其中皖南山区大多在 100 mg/L 以下。

c. 内陆小,沿海大。内陆区矿化度平均值为 280.8 mg/L,沿海区为 393.6 mg/L。其中善后河善后闸、通扬运河海安、串场河东台和淄河白兔丘分别达到 1884.9 mg/L、1146.6 mg/L、1079.3 mg/L 和 871.4 mg/L。

同时与 2000 年资料进行了分析比较,发现淮河流域片天然水化学特征已经有较大改变。矿化度由 1980 年以前流域平均 323.7 mg/L 上升到现状 654.5 mg/L,内陆地区矿化度受人为影响而明显上升。说明在生产高速发展的今天,人类活动对水生生态系统的影响越来越明显。

3.2 总硬度

碳酸盐硬度与非碳酸盐硬度的总和,即暂时硬度与永久硬度的总和,称为总硬度。一般情况下,总硬度大于 170 mg/L 但小于 250 mg/L 即认为水质有变差趋势,大于 250 mg/L 即认为水质较差。分析发现,淮河流域片水体总硬度随矿化度的增加而增加,地区分布规律基本与矿化度相同。总硬度分布面积及其占该流域片总面积百分比数见表 2。

表 2 总硬度分布面积及其占流域片总面积百分比

| 级别  | 总硬度/<br>(mg·L <sup>-1</sup> ) | 面积/<br>万 km <sup>2</sup> | 占流域片总面积<br>百分比/% |
|-----|-------------------------------|--------------------------|------------------|
| 一级  | < 15                          |                          |                  |
|     | 15 ~ 30                       | 0.3520                   | 1.0              |
| 二级  | 30 ~ 55                       | 2.6257                   | 8.0              |
|     | 55 ~ 85                       | 2.3703                   | 7.2              |
| 三级  | 85 ~ 170                      | 17.8778                  | 54.2             |
| 四级  | 170 ~ 250                     | 7.3016                   | 22.1             |
| 五级  | > 250                         | 2.4736                   | 7.5              |
| 合 计 |                               | 33.0010                  | 100.0            |

从表 2 可知,总硬度为三级或优于三级的面积占到流域片总面积的 70.4%,说明该流域片天然水体的总硬度良好。

总硬度分布规律与矿化度相似,淮河南岸的大别山区为总硬度低值区,在 85 mg/L 以下,属于软水区,最小值出现在淝河磨子潭水库,仅为 23 mg/L。流域片西北部黄泛冲积平原总硬度较高,最大值出现在惠济河大王庙站为 279.4 mg/L。淮河北沿岸、大运河东西沿岸以及山东半岛内陆区总硬度基本在 85 ~ 170 mg/L 之间,属于中等硬度区,流域片大部分地区为中等硬度。局部地区如薛城大沙河和峰城沙河略

受人为因素影响,总硬度较高,薛城达 331.2 mg/L。

江苏沿海地区明显受高硬度海水影响,总硬度较高。越靠近海安总硬度越大,其中善后河最大为 417.8 mg/L。

由于淮北平原冲积土石灰成分高,碱性高,溶解后使附近河水总硬度增大;另外淮北平原河流坡降小,闸坝多,河水滞留时间长,地水与地下水互补,土壤中钙、镁离子有较多机会溶于水中。

根据淮河流域片 123 个代表站资料统计,该片总硬度变幅在 23 ~ 417.8 mg/L 之间,水资源三级区总硬度分布见图 2。分布规律如下。

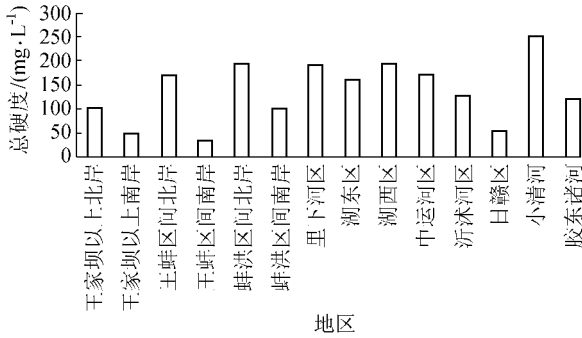


图 2 水资源三级区总硬度分布

a. 南部小,北部大。王家坝以上南岸平均总硬度为 46.4 mg/L,王家坝至蚌埠区间南岸为 33.4 mg/L,蚌埠至洪泽湖区间南岸为 101.8 mg/L;与此相反,王家坝以上北岸总硬度平均值为 101.4 mg/L,王家坝至蚌埠区间北岸为 169.9 mg/L,蚌埠至洪泽湖区间北岸为 192.9 mg/L。

b. 山丘区小,黄泛平原大。淮河南岸山丘区总硬度一般在 100 mg/L 以下,属于软水区;而里下河区平均总硬度为 192.3 mg/L,南四湖西区黄泛平原为 192.9 mg/L。

c. 内陆小,沿海大。内陆区平均总硬度为 129.5 mg/L,小清河区、胶东诸河区、里下河区、日赣区 4 个沿海区平均总硬度为 154.1 mg/L。

与 2000 年资料进行比较分析,发现总硬度已从 143.1 mg/L 上升到 256.4 mg/L,增加了近一倍,但地区分布无明显规律性。

3.3 水化学类型

地表水中主要离子有 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 和 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 等 8 大离子。它们的总量又常接近水体的矿化度。采用阿列金分类法,按水体中阴阳离子的优势成分和阴阳离子间的比例关系确定水质化学类型。

根据该流域片 123 个代表站统计结果,重碳酸类水(C)为 116 个,占 94.3%,尤以 C<sub>II</sub><sup>Ca</sup>、C<sub>I</sub><sup>Ca</sup>、C<sub>II</sub><sup>Na</sup> 水型居多,分别占 42.2%、25%、17.2%,其余类型合计仅

占 15.6% ;氯化类水( Cl )为 5 个 ,占 4.1% ,以  $Cl_{II}^{Na}$ 、 $Cl_{III}^{Na}$ 型水居多 ,分别占 20%、40%、40% ;硫酸类水( S )为 2 个 ,占 1.6% ,均为  $S_{II}^{Ca}$ 型水。淮河流域 II 型水多 ,其特点是硬度大于碱度。从成因上讲 ,与各种沉积岩有关 ,主要是混合水 ,大多属低矿化度和中矿化度的河水。水化学类型分布面积及其占流域片总面积百分比见表 3。

| 表 3 水化学类型分布面积及其占流域片总面积百分比 |                          |                |                 |                          |                |
|---------------------------|--------------------------|----------------|-----------------|--------------------------|----------------|
| 水化学类型                     | 面积/<br>万 km <sup>2</sup> | 占流域面积<br>百分比/% | 水化学类型           | 面积/<br>万 km <sup>2</sup> | 占流域面积<br>百分比/% |
| $C_I^{Ca}$                | 8.446                    | 25.7           | $Cl_I^{Na}$     | 0.272                    | 0.8            |
| $C_{II}^{Ca}$             | 11.791                   | 35.7           | $Cl_{II}^{Na}$  | 0.561                    | 1.7            |
| $C_{III}^{Ca}$            | 0.937                    | 2.8            | $Cl_{III}^{Na}$ | 0.725                    | 2.2            |
| $C_I^{Na}$                | 2.832                    | 8.6            | $S_{II}^{Ca}$   | 0.115                    | 0.3            |
| $C_{II}^{Na}$             | 5.778                    | 17.5           | 合计              | 33.001                   | 100.0          |
| $C_{III}^{Na}$            | 1.544                    | 4.7            |                 |                          |                |

该流域片绝大多数是低矿化度的重碳酸盐类 ,占流域总面积的 94.3%。天然水体状态下淮河沿岸全部为  $C_I^{Ca}$ 型 ,水质较好。只有江苏滨海平原沿海一带其水化学类型为氯化物类的钠型 ,主要是因为滨海平原新垦地多为滨海盐土 ,以氯化钠为主。个别地区水化学类型反常 ,如薛城和峰城两个测站水化学类型是  $S_{II}^{Ca}$  ,经分析认为主要是由枣庄市排放的高浓度  $SO_4^{2-}$  的污水污染所致 ,实际上该地区的矿化度和总硬度含量也略有反常。

水化学类型分布与矿化度也有一定关系 ,随着矿化度的增加 ,水的化学组分也相应变化。当矿化度超过 300 mg/L 时 ,水化学类型就由原来的重碳酸盐钙组变化成重碳酸盐钠组 ,水型也由 I 型过渡到 II 型或 III 型。

在山区、丘陵地区 ,水体中离子含量很小 ,而且其中的溶解物主要是钙盐类。淮北平原区土壤属砂疆黑土 ,pH 呈中性至碱性 ,钠和钾含量很高 ,受诸多因素影响 ,水化学类型从山区的钙组变为钠组。水化学类型按水化学类的组成成分述如下。

a. 重碳酸类。王家坝以上南岸、王家坝以上北岸、王家坝至蚌埠区间南岸、王家坝至蚌埠区间北岸、蚌埠至洪泽湖区间南岸、蚌埠至洪泽湖区间北岸、南四湖西区、日赣区、小清河区和胶东诸河区全部为重碳酸类 ,水化学类型比较单一 ,以  $C_{II}^{Ca}$ 、 $C_I^{Ca}$ 、 $C_{III}^{Na}$ 水型为主。

b. 重碳酸类为主兼有硫酸类。南四湖东区和中运河区以重碳酸类为主并兼有硫酸类 ,这些区域水化学类型复杂 ,除以  $C_{II}^{Ca}$ 型为主外 ,产生  $S_{II}^{Na}$ 型的原因可能是受人为因素影响。

c. 重碳酸类为主兼有氯化类。里下河区和沂沭河区以重碳酸类为主兼有氯化类 ,其中里下河区

氯化类占有较大比例。  
与 2000 年资料进行比较 ,水化学类型由 1980 年以前的 10 种上升到 2000 年的 20 种之多 , $C_I^{Ca}$ 型从 23.6% 下降到 3.6% , $C_{II}^{Ca}$ 型从 39.8% 下降到 23.8% ,两者大多转化成了  $C_{III}^{Ca}$ 和  $C_I^{Na}$ 等 ,使后者比例有大幅度上升。

4 结 语

随着生产力的快速发展及人们生活水平的日益提高 ,生态系统受关注程度也与日俱增。因自然生态系统除了具有一定的承载变化和自我修复能力之外 ,还一直处于动态平衡的过程之中 ,所以多年来遭到破坏的生态系统也不是不可以恢复的 ,至少短期目标有可能恢复到破坏前的水平。确切地说 ,生态恢复就是使生态系统尽可能地恢复到干扰前的条件和功能<sup>[3]</sup>。经评价分析 ,了解到淮河流域片地表水目前的矿化度和总硬度平均水平 ,与未遭到明显破坏前的 1980 年以前相比已上升了一倍 ,水化学类型也由 1980 年以前的 10 种上升到 2000 年的 20 种之多 ,说明该流域片目前水污染重、面广 ,天然水比例极低。本文为今后检验淮河流域片生态系统恢复程度提供了对比资料。

参考文献：

[ 1 ] 谢承玉.淮河流域堤防工程质量及堤基工程地质条件评价的推荐标准[ J].水利水电科技进展 ,2001 2( 7 ) :16 ~ 17.  
[ 2 ] 水利水电部水文局.中国水资源评价[ M ].北京 :水利电力出版社 ,1987. 157 ~ 158.  
[ 3 ] 刘树坤.淮河流域的可持续发展及行蓄洪区的移民安置[ J].水利水电科技进展 ,2001 2( 2 ) :23 ~ 25.

( 收稿日期 2004-05-31 编辑 徐 娟 )

· 简讯 ·

河海大学与多伦多大学合作建立的“ 中加瞬变流仿真与控制研究中心 ”日前挂牌成立

由河海大学与加拿大多伦多大学合作建立的“ 中加瞬变流仿真与控制研究中心 ”日前在河海大学正式成立。河海大学校长助理刘德有教授兼任该中心中方主任 ,多伦多大学凯莱教授任加方主任。该中心成立后 ,将开展长距离调水系统仿真调度研究 ,开发水力系统瞬变流仿真分析通用软件 ,并拟启动输水系统事故状况瞬变流动态监测系统优化分析方法研究课题。

多伦多大学是一所世界一流大学 ,凯莱教授是国际瞬变流学术领域的著名专家。中心的成立将进一步加强河海大学的国际合作与交流 ,及时了解并介入该领域的国际学术活动 ,互派研究人员 ,联合培养研究生 ,巩固学校在该领域的国内一流地位。

( 本刊编辑部供稿 )