

文章编号: 0529-6579 (2000) 03-0102-04

珠江水系河水主要离子三角组分图分析^{*}

张利田

(中山大学城市与资源规划系, 广东 广州 510275)

摘 要: 利用珠江水系若干有代表性的水化学监测站 1959~1984 年的主要离子监测数据, 绘制了河水主要离子三角组分图. 结果显示: 东江主要受硅酸盐与铝硅酸盐岩石溶解作用的控制. 北江上游支流受硅酸盐与铝硅酸盐岩石溶解作用的控制, 其它支流受碳酸岩溶解作用的控制. 西江各主要支流主要受碳酸岩溶解作用的控制, 部分支流如柳江中上游、桂江等受硅酸盐与铝硅酸盐岩石溶解作用的控制.

关键词: 离子化学; 三角组分图; 珠江水系

中图分类号: S159.266 **文献标识码:** A

用三角组分图解法来分析所测得的水化学数据, 可将不同化学组分类型的水明显地区分开来, 以体现出河水溶质成分来源^[1]. 近年来, 一些学者对我国部分河流进行了采样分析, 对河水主要离子成分进行了三角组分图分析, 得出了一些有意义的结论^[1~3]. 但针对某一较大水系所做的详细分析尚未见报导. 珠江水系是我国华南地区的重要水系. 自 1959 年水利部门设立水化学监测网以来, 该水系已积累了大量连续的水质监测数据. 利用这些水质数据进行的三角组分图分析, 其可靠性将优于基于一次野外采样所进行的三角组分图分析. 作者在文献 [4, 5] 的基础上, 选取该水系有代表性的若干水化学监测站点的水质监测数据, 进行了河水主要离子三角组分图分析, 得出了有关该水系河水主要离子起源的一些有意义的结论.

1 资料来源与处理

本研究选用的河流水化学监测数据的来源、监测数据的监测时段和监测频度同文献 [4, 5]. 对各年的监测数据, 仅取各月份月中或靠近月中的主要离子含量数据. 数据已按文献 [4, 5] 的方法进行异常值剔除和正态分布检验. 因各站点的河水主要离子含量数据均服从正态分布, 故采用各站点河水离子含量数据的多年算术均值代表各站点的离子含量水平. 本文选择珠江水系干、支流上有代表性的 22 个水质监测站点河水 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 $\text{Si}(\text{OH})_4$ 等监测数据进行三角组分图分析 (各水质监测站点的位置见图 1). 各种离子含量均为体积质量, 单位为 mg/L .

^{*} 收稿日期: 1999-06-22; 作者简介: 张利田 (1963~), 男, 讲师.

将各站点离子的体积质量的多年算术均值换算成摩尔分数 (x_B) 后, 分别点绘在阴离子 $\text{HCO}_3^- - (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}) - \text{Si}(\text{OH})_4$ 三角组分图及阳离子 $\text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+} - \text{K}^+ + \text{Na}^+$ 三角组分图中.

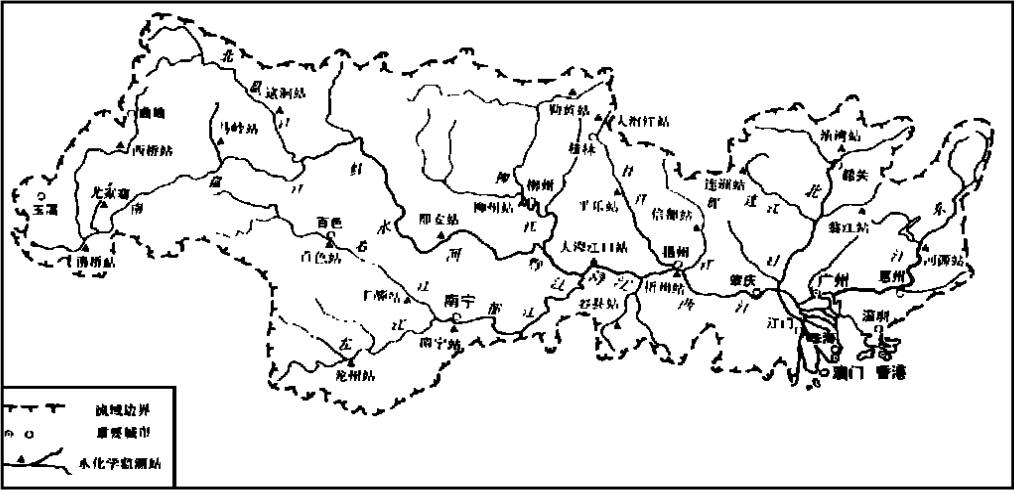


图 1 选用的珠江水系河流水化学监测站点

Fig 1 Location water quality monitoring stations of the Pearl River System

2 结果与讨论

作者已进行的研究表明^[4], 珠江水系大部分支流 (主要是西江中上游支流) 河水水化学组成受岩石溶解作用的影响, 少部分支流 (西江下游部分支流、北江部分支流和东江) 表现出既受大气降水成分影响又受岩石溶解作用影响的过渡性质. 在此基础上, 拟通过三角组分图分析进一步查明该水系河水主要离子成分主要受哪些岩石溶解过程的控制, 从而揭示该水系河水主要离子起源.

利用若干主要站点水化学数据绘制了河水阴离子和阳离子三角组分图 (图 2、3), 结果显示:

(1) 在图 2 中的阴离子三角组分图中, 东江河源站 (东江中游干流站点) 和浈水 (北江上游支流) 浈湾站的水质数据落在图的左侧, 其它站点的水质数据均落在图的上部; 在图 2 中的阳离子三角组分图中, 东江河源站 (东江中游干流站点) 和浈水 (北江上游支流) 浈湾站的水质数据落在图的右侧, 其它站点的水质数据均落在图的左侧.

(2) 在图 3 中的阴离子三角组分图中, 古宜河 (柳江上游支流) 勒黄站、北流河 (西江下游浔江段支流) 容县站和桂江上游大溶江站的水质数据落在图的左侧, 其它站点的水质数据均落在图的上部; 在图 3 中的阳离子三角组分图中, 古宜河 (柳江上游支流) 勒黄站、北流河 (西江下游浔江段支流) 容县站和桂江上游大溶江站的水质数据落在图的中部, 其它站点的水质数据均落在图的左侧.

据文献 [1, 2], 在阴离子三角组分图中, 流经硅酸盐与铝硅酸盐岩石地区的河流以 $\text{Si}(\text{OH})_4 - \text{HCO}_3^-$ 为主导, 其组分点落在三角组分图中的左侧; 流经年轻造山带 (地层富含碳酸盐岩) 的河流因 HCO_3^- 处于支配地位, 故其组分点落在图的上部; 受蒸发岩影响

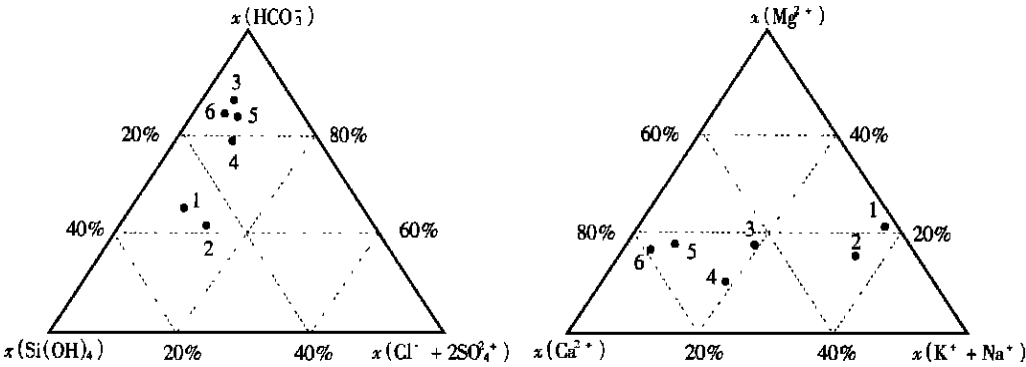


图 2 西江干流及东江、北江部分水化学监测站点河水主要离子三角组分图

Fig. 2 The portion of the ternary diagram for major ions of river water at water quality monitoring stations along Dongjiang River, Beijiang River and artery of Xijiang River

1—东江河源站 2—北江浛湾站 3—连江（北江支流）连洲站
4—翁江（北江支流）翁江站 5—西江大湟江口站 6—西江梧州站

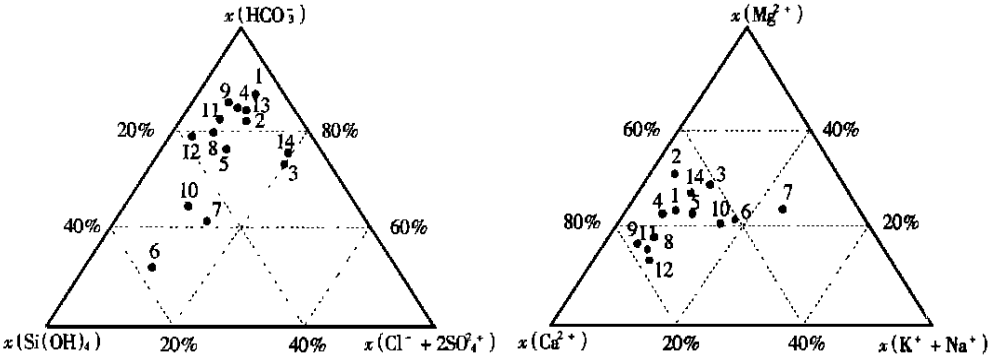


图 3 西江若干支流站点河水主要离子三角组分图

Fig. 3 The portion of the ternary diagram for major ions of river water at water quality monitoring stations along tributaries of Xijiang River

1—南盘江西桥站 2—南盘江南桥站 3—北盘江这洞站 4—红水河都安站 5—柳江柳江站 6—柳江勒黄站
7—北流河容县站 8—贺江信都站 9—桂江平乐站 10—桂江大溶江站 11—右江下颜站 右江百色站 郁江南宁站
12—左江龙州站 13—甸溪河尤家寨站 14—马别河马岭站

的河流，因其 HCO_3^- 及 $(\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-})$ 含量较高，其组分点一般落在图的右侧。在阳离子三角组分图中，因阳离子的来源比较复杂，故图中所反映的情况不如阴离子三角组分图清晰，但仍能展示出较好的对比关系：受碳酸盐岩石影响的河流其组分点偏向图的左侧，主要受硅酸盐岩石影响的河流其组分点偏向图的右侧。基于此，可以认为，珠江水系东江主要受硅酸盐与铝硅酸盐岩石溶解作用的控制，北江上游支流受硅酸盐与铝硅酸盐岩石溶解作用的控制，其它支流主要受碳酸盐岩溶解作用的控制。西江各主要支流（如郁江及其支流、红水河及其支流等）主要受碳酸岩溶解作用的控制，仅柳江中上游、桂江等受硅酸盐与铝硅酸盐岩石溶解作用的控制；这也使得西江干流水质亦主要受碳酸岩溶解作用的控制。以上结果与珠江流域的岩性分布特征相吻合。据文献 [6, 7]，在西江流域，碳酸盐岩广泛分布。碳酸盐岩主要分布在红水河及其上源南盘江、北盘江，郁江上源左江和右江（郁江在左江和右江汇合后主要流经大片碎屑岩地区）。因此，上述河段的河水主要离子成

份受碳酸盐岩溶解过程的控制。在西江中游支流柳江, 其中、上游地区主要分布变质岩和少量的基性岩、超基性岩。故其水质成份主要受硅酸盐与铝硅酸盐岩石溶解作用的控制。桂江和贺江为西江下游较大支流。其中桂江上游地区主要分布泥盆系碎屑岩——陆表浅海碳酸盐及少量的石炭系陆表浅海碳酸盐, 桂江下游及贺江地区主要分布寒武系沙泥质复理石。因此, 桂江中游站点平乐站和贺江中游站点信都站的河水主要离子含量数据均显示出碳酸盐石溶解过程的控制作用。但桂江上游桂林以上河段有花岗岩分布, 故其河水主要离子成份亦受硅酸盐与铝硅酸盐岩石溶解过程的控制。在北江流域, 其上游韶关以上地区主要分布大面积的变质岩与花岗岩, 故河水主要离子成份受硅酸盐与铝硅酸盐岩石溶解作用的控制; 中下游地区则石炭系碳酸盐岩和泥盆系碎屑岩——陆表浅海碳酸盐占优势, 故河水主要离子成份受碳酸盐岩溶解过程的控制。在东江流域, 其上游主要为酸性岩(以花岗岩为主)和变质岩, 中下地区主要分布碎屑岩, 故其河水主要离子成份受硅酸盐与铝硅酸盐岩石溶解作用的控制。

参考文献:

- [1] 张群英, 林峰, 胡明辉. 等. 中国东南沿海地区河流中的主要化学成分及其入海通量[J]. 海洋学报, 1985, 7(5): 561 ~ 566.
- [2] HU M H, STALLARD R F, EDMOND J M. Major ion chemistry of some large Chinese Rivers[J]. Nature, 1982, 298: 550 ~ 553.
- [3] 陈静生, 陈梅. 海南岛河流主要离子化学特征和起源[J]. 热带地理, 1992, 12(1): 272 ~ 281.
- [4] 张利田. 珠江水系河水离子总量区域分布特征及其与流域自然条件的关系[J]. 中山大学学报(自然科学版), 1999, 38(5): 104 ~ 108.
- [5] 张利田. 珠江水系河水离子总量空间自相关研究[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2000, 39(1): 101 ~ 104.
- [6] 程裕淇, 沈永和, 陈书铭. 等. 中国地质图(1:5000000)[M]. 北京: 中国地质出版社, 1990.
- [7] 程裕淇, 沈永和, 曹国权. 等. 中国区域地质概论[M]. 北京: 中国地质出版社, 1994. 313 ~ 341.

Analysis of Portion of the Ternary Diagram for Major Ions in River Water of Pearl River System

ZHANG Li-tian^{*}

Abstract: Based on water quality monitoring data from Water Year Book, portions of the ternary diagram for anions and cations are made in this work. The conclusions are as follows: ① The chemical composition of the Dongjiang River is mainly controlled by silicate rock dissolution. ② The chemical composition of the upper reach of the Beijiang River is controlled by silicate rock dissolution. The chemical composition of the middle and lower reach of the Beijiang River is mainly controlled by carbonate rock dissolution. ③ The chemical composition on most tributaries of the Xijiang River is mainly controlled by carbonate rock dissolution. But the chemical composition of the upper and middle reach of the Liujiang River and the Guijiang River of the Xijiang River System is controlled by silicate rock dissolution.

Keywords: the chemistry of major ion; the portion of the ternary diagram; Pearl River System;

^{*} Department of Urban and Resources Planning, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China