

# 中国河流水化学特征\*

乐嘉祥 王德春

(水利水电科学研究院水文研究所)

河流水化学特性的研究,对选择和改良农业、工业和生活的用水水源、防治土壤盐渍化、水下建筑物的施工及保护都具有重要的意义。河流水化学特性与地理环境的关系至为密切。研究这些相互联系的规律,已成为地理学的一个分支学科。

我国自1956年起,在河流上设立固定的站点进行长期的水化学测验工作。本文利用了1957—1960年间,近500条河流,900多个站点,约4000次的水化学资料,在叶永毅、陈志愷同志的指导下,对我国各地河流水化学性质的时间、空间变化规律,进行了初步的综合分析,试图描绘我国各河流水化学特性的概貌。在我国东半部地区,由于资料相对较多,编出的分布图比较可靠。西半部地区,资料较少,分区是比较粗糙的。得出的结论也只反映中等河流的水化学特性。所有这些,都有待于作进一步的工作。

## 一、河水化学类型和矿化度

我国河水的化学类型<sup>1)</sup>和矿化度的变化甚为复杂。有低矿化度的重碳酸盐类水,又有高矿化度的硫酸盐及氯化物类水。以重碳酸盐类水分布最广。各河矿化度的绝对值相差极悬殊,东南沿海闽江竹岐站1958年实测矿化度为36.4毫克/升,近于雨水的平均矿化度。黄河中游的祖厉河靖远站1958年6月实测值为7799毫克/升,两者相差竟达200多倍。

在地区分布上,因气候条件的变异(主要是水热条件),地质、土壤、地形的差别而具有明显的地带性(图1)。全国河流河水矿化度的增减和化学类型的变更,都有从东南沿海向西北内陆渐变的总趋势。东南沿海地区,气候十分湿润,土壤、岩石常年处于流水淋溶作用下,可溶盐分难以积累,河水矿化度低于50毫克/升,化学类型属重碳酸盐类钠组或钙组型。是全国河流河水矿化度的最低区。西北内陆,远离海洋,干旱少雨,有利于土壤可溶盐的积累,即使少量的径流便可溶解大量盐分,河水的矿化度均大于1000毫克/升。是全国河水矿化度的最高区。

从最低区向最高区,矿化度作带状分布逐渐增加。淮河、秦岭—一线以南的长江中下游广大地区为200毫克/升以下的重碳酸盐类钙组型。向西,随着距离海洋远近,干湿程度逐渐显著,矿化度有从东向西渐增的趋势,但河水化学类型没有改变。而受印度洋暖湿气流影响的长江上游云贵高原区矿化度则有所降低,约在100—200毫克/升。在横断山脉北部和西藏高原边缘地区的矿化度则增高到300—500毫克/升。本带丘陵与盆地的相间分布、局部的地质条件使下列地区与邻区相比矿化度有所差别:汉江盆地、四川盆地河水

\* 本文内容系1959年研究成果,并补充近年来的一些资料修改写成的。参加本研究工作的还有孙家驊等同志。

1) 按照 O. A. 阿列金的分类标准<sup>[1]</sup>。



矿化度约高 50—100 毫克/升左右。大别山区降雨较多,矿化度比邻区却低 100 毫克/升,自成一个低区。云贵喀斯特地区,流经石灰岩地层的河流为本区矿化度最高区,矿化度为 500 毫克/升。淮河、秦岭以北地区全年蒸发量超过降水量,干湿季节明显,地表呈季节性积盐状态,相应地河水矿化度有所提高。同时,矿化度的垂直分带性开始显现。在华北地区,太行山、燕山一带,河水矿化度在 200—300 毫克/升左右,为重碳酸盐类钙组型。出山以后,进入广大平原地区,排洩条件不良,地下水的补给和蒸发损耗增加,河水逐渐浓缩,矿化度激增到 500 毫克/升。在滨海受海水顶托影响的河段为 500—1000 毫克/升的氯化钠型水。在黄河中游鄂尔多斯台地半荒漠地区,尤以第三纪红色岩系遍布,含盐特多,流经该区的河流均属硫酸钠类型,矿化度高出 1000 毫克/升。而介于上述两区的山西盆地,涇、洛、渭河流域以及大兴安岭西侧内蒙草原地区矿化度则在 300—500 毫克/升,属重碳酸盐类钙组型。

西北内陆,尤其是新疆地区由于天山、阿尔泰山横贯本区形成特殊的水化学垂直分带。在 4000 米以上终年积雪的高山地区为矿化度不及 200 毫克/升的重碳酸盐类钙组水。随着高度降低,气候干燥,荒漠化逐渐显著,在前山带土层中多夹石膏及可溶性盐,流经该区河流的矿化度增高到 500—1000 毫克/升,水的类型变成硫酸盐类钠组水。河流最下游的径流散失地带,是气候干旱的荒漠地区,河水矿化度最高,为大于 1000 毫克/升的氯化物钠组型。在甘肃祁连山一带亦有随高度降低,河水的矿化度逐渐增高,水的类型由重碳酸钙组型向硫酸钠或氯化钠组型过渡的现象。这种剧烈的垂直变化是西北内陆河水化学变化的特色。

东北地区,由于纬度影响,越向北气温越低,河流矿化度有从东北向西南递增的趋势。在严寒的冻土地带,大兴安岭北部伊勒呼里山区,年平均气温在 0℃以下,地层终年冻结,即在夏季降水亦难下渗,不利于盐分的积累,河水矿化度常小于 100 毫克/升。中部松辽平原风沙地区矿化度超过 500 毫克/升,属重碳酸盐类钙组型。

## 二、河水总硬度和主要离子

河水总硬度以钙( $\text{Ca}^{++}$ )、镁( $\text{Mg}^{++}$ )离子含量的毫克当量/升表示,包括永久硬度和暂时硬度两部分。参照 Н. И. 米凯依 (Микей)<sup>[2]</sup> 划分的总硬度标准可将我国河水总硬度细分为如下五类和七个级别:

类 型	级 别*	
	(毫克当量/升)	(德 国 度)
1. 极 软 水	<0.5	<1.4
	0.5—1.0	1.4—2.8
2. 软 水	1—2	2.8—5.6
	2—3	5.6—8.4
3. 适 度 硬 水	3—6	8.4—16.8
4. 硬 水	6—9	16.8—25.2
5. 极 硬 水	>9	>25.2

\* 每 1 毫克当量/升等于 2.8 德国度。

河水总硬度和矿化度有密切关系(图 2-1, 图 2-2)。分布趋势与矿化度相同, 具有明显的地带性(图 3)。东南沿海地区总硬度最小不及 0.5 毫克/升。西北内陆总硬度最大, 为高出 9 毫克当量/升的极硬水区。例如, 黄河中游的祖厉河(靖远站)河水总硬度近于 50 毫克当量/升。顺黄河下游干流、秦岭南坡延至大雪山一綫以南的广大地区, 包括长江中

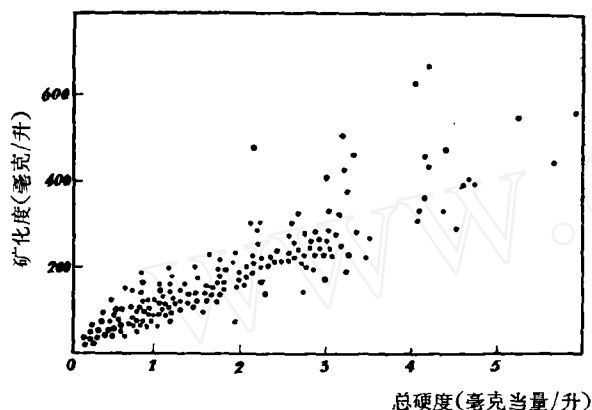


图 2-1 中国东部各河矿化度与总硬度的关系

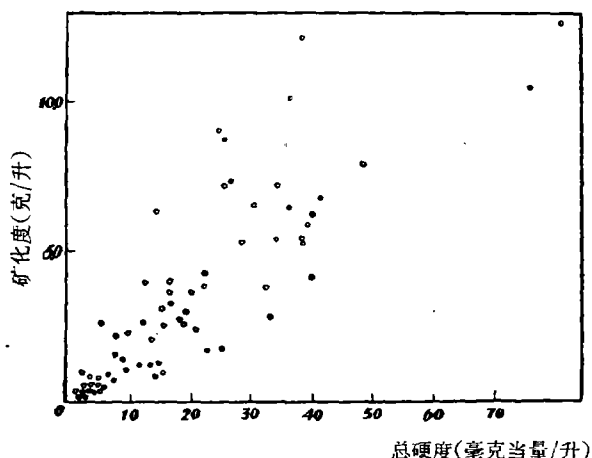


图 2-2 中国西部各河矿化度与总硬度的关系

● 新疆地区 ○ 黄河流域及甘青地区

下游珠江流域及山东沿海各河, 为低于 3.0 的软水区。但云贵高原喀斯特地区, 苏北沿海受潮汐影响的河流河水总硬度在 3—6 之間, 为适度硬水区。黄河以北, 包括黄河流域、海河流域、辽河中游以及松花江中游广大地区是适度硬水区。但在东北北部伊勒呼里山的冻土地带及长白山区都属极软水区, 总硬度小于 1.0。新疆、甘肃地区总硬度大于 9, 为极硬水区。但天山山区河流总硬度变化复杂, 一般在 1—3 間, 尤以位于高纬度的阿尔泰山区总硬度最小, 不及 1.0, 与东南地区类同属极软水区。中山、前山一带, 河水总硬度有所增加, 为硬水区。

河水中重碳酸根离子( $\text{HCO}_3^-$ )、硫酸根离子( $\text{SO}_4^{2-}$ )、氯离子( $\text{Cl}^-$ )、镁离子( $\text{Mg}^{2+}$ )、钙离子( $\text{Ca}^{2+}$ )、钠、钾离子( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ )的含量若以毫克当量/升的百分比(%)表示, 则其間的相互比例, 随矿化度的增加而有所变化。其中  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  逐渐减小,  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$  逐渐增加,  $\text{Mg}^{2+}$  趋于稳定, 約在 10% 上下变动。而  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  在矿化度小于 100 毫克/升以下时有所降低, 在 100 毫克/升以上时, 则逐渐上升。一般当矿化度小于 50 毫克/升时, 阴离子以  $\text{HCO}_3^-$  最多, 占 40% 左右。 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$  两者比较接近, 相差不大。阳离子中  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  各占 20% 左右。因此, 在东南沿海地区这两种型别的河水均有所出现。当矿化度增至 400 毫克/升时,  $\text{HCO}_3^-$  下降到 30% 左右,  $\text{SO}_4^{2-}$  迅速增大到 15%,  $\text{Cl}^-$  虽有增加, 但幅度不大; 阳离子  $\text{Ca}^{2+}$  略大于  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  含量, 約为 25% 左右。在我国广大地区常以重碳酸盐类钙组型为主。当矿化度接近 1000 毫克/升时,  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  分别急速下降至 20%、10% 以下, 而  $\text{SO}_4^{2-}$  仍然继续上升到 25% 左右, 因此, 在西北内陆地区河水常以硫酸盐类钠组型为主。

各主要离子(以毫克/升計)的含量在地区上的分布和矿化度一样, 具有同一分布趋势。最高、最低区的离子含量值对比如下, 以示一般。

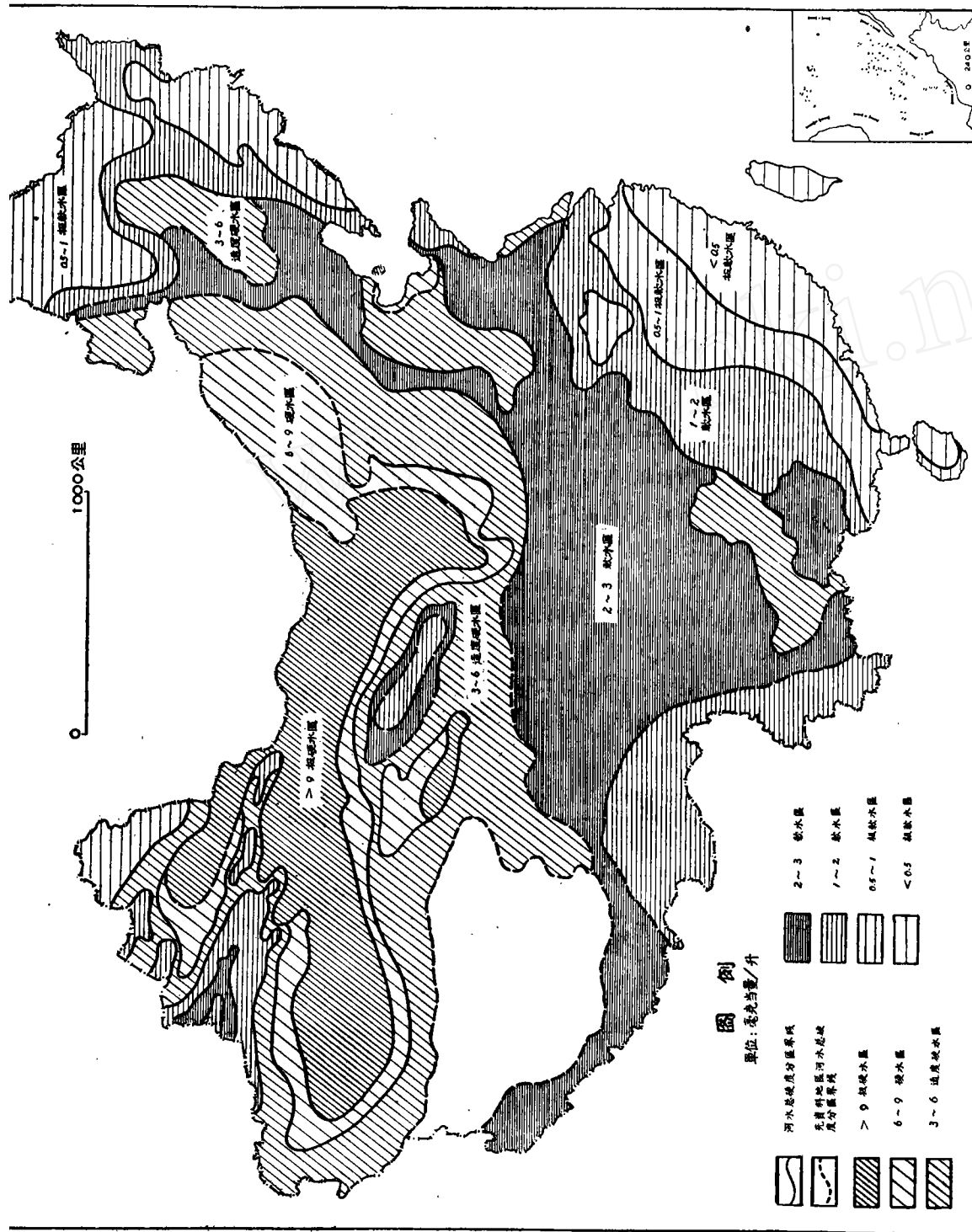


图 3 中国河流总硬度图

本图中国国界綫有关中緬、中尼兩段分別根据中緬、中尼边界条約附圖繪制，其余各段根据解放前申報地圖繪制

离子名称	东南沿海地区	西北内陆地区
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<25	200—250
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	5—10	300—500 (其中黄河祖厉河一带最大, > 1000)
Cl <sup>-</sup>	<10	300—500 (黄河中游祖厉河一带在1000—2000)
Mg <sup>2+</sup>	<3	50—100

氢离子浓度(以 pH 计)变化不大。东南沿海各河、赣江流域、东北主要山地、阿尔泰山区在 6.5—7.0 范围内变动。为弱酸性水。其余各地均在 7.0—8.5 之间,呈微碱性水。

### 三、河流的输盐量

输盐量是每年从流域内流失的矿物质总量,以万吨计。若以相对值表示称淋溶模数,以吨/平方公里/年计。目前水中有机质、胶体矿物(SiO<sub>2</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、微量元素的研究不多,因此输盐量的计算仅限于水中主要离子部分。根据现有的水化学资料,虽然还不能十分精确地计算我国各地河流的输盐量,但利用这些资料采用以下估算方法还能对我国境内各河流(除去西藏内陆河流、部分外流区和受潮汐影响河段)的输盐量作出初步估算。

(1) 主要河流如长江、珠江、黄河、闽江、赣江及河西走廊各内陆河,采用距河口最近水文站 1958 年平均矿化度乘以该站当年水量来计算输盐量和淋溶模数。

(2) 其他沿海、内陆地区无控制站各河流,平均矿化度利用“中国河流水化学图”确定。径流量采用“中国之水利资源”估算成果,两者相乘即得输盐量。

用第(2)法估算成果略有偏大,但这些河流的输盐量占全国河流输盐量的百分比很小,对总成果影响不大。

表 1 中国河流输盐量总表

地 区	流域面积 (平方公里)	输 盐 量 (10 <sup>4</sup> 吨)	%
流 入 太 平 洋	5,440,540	29,624	82.5
流 入 印 度 洋	663,750	3,780	10.5
流 入 北 冰 洋	40,340	71	0.3
流 入 内 陆 湖	3,452,370	2,407	6.7
总 计	9,597,000	35,882	100.0

估算结果表明,1958 年从全国领土上被带走的盐分有 3.59 亿吨(表 1)。按全国面积 960 万平方公里计,每年每平方公里的土地上有 37.4 吨的矿物质随水流失,其中输入太平洋流域的最多,占总输盐量的 82.5%;输入印度洋的次之,占 10.5%;以北冰洋的最少,不及 0.3%。按全国输盐量计算出的平均矿化度为 166 毫克/升,其中,外流入海各河为 161 毫克/升,流入内陆湖的河流矿化度稍高,约 282 毫克/升。比较全国各河的输盐能力大小(表 2),可以清楚地知道:气候湿润、降水丰沛,水量浩大的长江流域淋溶侵蚀十分强烈,淋溶模数可达 104.4 吨/平方公里/年,属于强烈的淋溶地区。而降水极少的西北内陆干旱地区,淋溶侵蚀和化学径流极为微弱,属盐分的积累区。对照之下,有力地说明了南方

土壤含盐贫乏,河流矿化度低;而西北内陆,土壤表层易于积盐,以致有发生土壤盐渍化的威胁。

表 2 中国一些主要河流的输盐量、淋溶模数

河 名	输 盐 量 (10 <sup>4</sup> 吨)	淋 溶 模 数 (吨/平方公里/年)	河 名	输 盐 量 (10 <sup>4</sup> 吨)	淋 溶 模 数 (吨/平方公里/年)
长 江	17,790	104.4	韩 江	84.2	29.0
黄 河	2,018*	27.4	钱塘江	210	50.5
黑 龙 江	362	12.5	西江	2,346*	67.4
松 花 江	1,170	21.4	雅鲁藏布江	850*	40.5
辽 河	400	18.2	黑 河	83.0	81.5
滦 河	104	23.4	伊 犁 河	362	65.0
闽 江	176*	32.1	祖 厉 河	41.0	77.9

\* 系 1958 年河口控制站实测成果。

#### 四、矿化度和化学类型的季节变化

我国河流受季风影响,河水矿化度和化学类型的季节变化特别明显。枯水期河流以地下水补给为主,矿化度有所增高,化学类型亦起相应的变化。夏秋洪水季节地表水补给占绝对优势,矿化度显著降低。我国东南沿海各河以雨水补给为主,汛期集中在夏半年<sup>[3]</sup>,河水矿化度均以夏半年为最低。入冬(12月)以后到次年3月,河水低枯,这时的矿化度最大。西北、东北地区以融雪、雨水混合补给的河流,年内常有两个矿化度的最高期,以入冬后出现的矿化度最高,春汛、秋汛期出现的矿化度次之。河水最小矿化度则与洪峰出现期相对应,尤以雨季发生洪峰时的矿化度为最低。因为雨水矿化度比起春汛融雪或浅层地下水补给的矿化度要小得多。

根据一些测站年内各月水化学资料的统计,年内最大矿化度和最小矿化度的比值(简称变幅)、各地相差悬殊。东南沿海一带河流补给来源比较单纯,矿化度的变幅常在 2.0—3.0 左右。西北内陆气候干旱,除雨水补给一部分外,地下水补给量占相当的比重,矿化度的变幅常在 3.0 以上。

即使在同一河流,上下游矿化度的变幅是相当不同的。河流上游地高坡陡,仅有的裂隙水补给量相当微弱,支流水量影响程度不甚显著,年内变化比较平稳。越往下游,地下水补给量逐渐增多,支流水量的影响程度越来越显著,年内矿化度的变化比较剧烈。如韩江流域上游梅江的水口站( $F = 6523$  平方公里),1959 年年内变幅为 2.54 倍,在它下游的韩江潮安站( $F = 28,980$  平方公里)同年变幅在 3.28 倍。赣江流域亦如此,其上源的姚江程龙站( $F = 1284$  平方公里)变幅是 1.64 倍,赣江中游的峡江站( $F = 61,738$  平方公里)为 2.0 倍。

海水的进退对河口段河水矿化度的年内变化影响极大。甌江温州站( $F = 14,700$  平方公里)1960 年最大矿化度达 33010 毫克/升,最小值只有 39.6 毫克/升,相差极悬殊,对河口段的用水有一定的影响。

甘肃祁连山一带,虽处于干旱地区,但特殊的地貌条件使年内矿化度变幅并不剧烈,约在 2.0 左右变化。

河水化学类型的年内变化在不同地区,或同一河流的上、中、下游亦是不同的。东南沿海各河,全年以重碳酸盐钙组或钠组型为主。只是主要离子的比例关系有所不同,河流上游一般  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} < \text{HCO}_3^-$ , 或  $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{--} > \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} > \text{HCO}_3^-$  (以毫克当量/升计),在河流下游则以  $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{--} > \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} > \text{HCO}_3^-$  为主。滨海河口段,随潮位变化,化学类型常在氯化钠型和重碳酸钙型之间摆动。西北内陆河流,化学类型季节变化显著,汛期属重碳酸盐或硫酸盐类,枯水季节则属硫酸盐类或氯化物类,这些特点使我们有可能拦蓄汛期低矿化度河水来灌溉农田,有利于农业生产。

## 五、大江大河的水化学特征

“中国河流水化学图”反映的是中等河流的水化学情况。集水面积很大的大江大河,由于流经不同的自然地理区域,接纳了不同地区的河水化学径流,加上本身河床宽阔,调节混合了各支流的来水,水化学特征与中等河流有所不同:矿化度较低,季节变化较小,沿程变化复杂等特殊的性格,现着重分析我国黄河、长江主要大江大河的水化学特征。

(1) 黄河。黄河全长 4800 多公里,流经青海高原、荒漠草原、黄土高原及华北大平原。不同的自然地理条件使黄河矿化度沿程变化复杂化。按 1958 年 8 月间矿化度的沿程变化可将黄河分成四段:河源到兰州,兰州至包头,包头龙门间,龙门以下直到河口(图 4)。

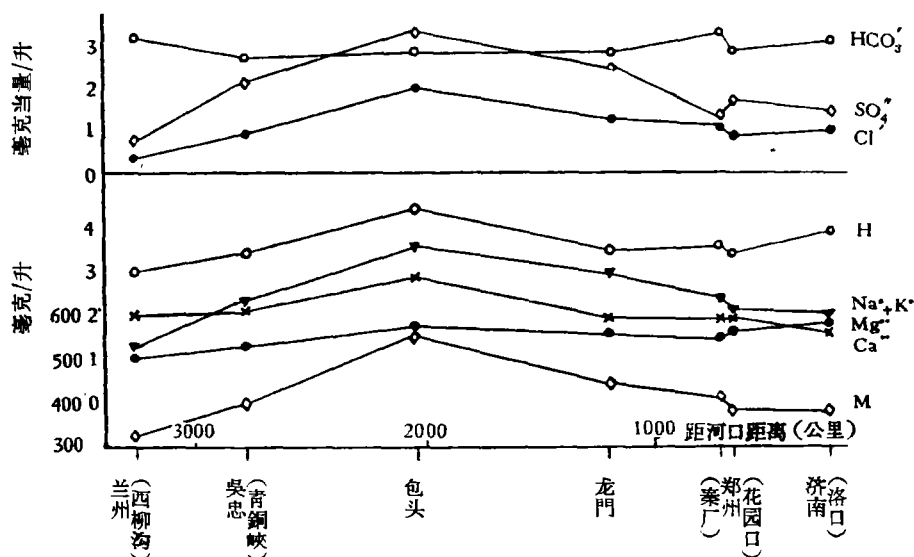


图 4 1958 年 8 月间黄河干流矿化度(M)、总硬度(H)、各主要离子沿程变化

兰州以上,黄河流经海拔高出 4000 米的终年积雪高原,气温低,蒸发小,径流丰富,土壤以山地草甸土为主,矿化度为全河最低区,属 300 毫克/升左右的重碳酸钙组型。兰州至包头段,矿化度急剧增至 500 毫克/升,河水化学类型虽未变化,但  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{--}$  离子相对增多,  $\text{HCO}_3^-$  离子反较上段有所降低。本段气候干燥,年降水量不及 250 毫米,径流深不及 10 毫米,干旱指数超出 5 以上,属半荒漠地带,土壤以第三纪红色岩系为主,含盐特多,加上银川灌区灌溉回归水和左岸矿化度极高的祖厉河等河的加入(祖厉河靖远站



为大于 7000 毫克/升的硫酸钠水), 造成了本段矿化度为全河的最高区。包头至龙门一带, 降水逐渐增多, 径流有所增加 (增加量占全河的 8.2%), 起着明显冲淡作用, 矿化度降低到 400 毫克/升左右。再向下游矿化度虽有所降低, 但比第一段为高, 这与涇、洛、渭河携来的盐分和河流流动过程中的浓缩变质作用有关。洛口以下, 支流加入甚少, 成地上河, 河水渗漏、蒸发及海水顶托影响, 矿化度不下于 400 毫克/升。

1958 年黄河被带入渤海的盐量有 2018 万吨, 只占当年径流量的万分之四。

(2) 长江。长江流域除上游金沙江有部分融雪补给外, 径流主要由雨水补给。流域内气候湿润、水量浩大, 因而沿程矿化度变化平缓。岷江汇合以下, 李庄至宜昌段的一千多公里的流程中, 矿化度的变幅仅为 65 毫克/升, 平均每公里流程矿化度的变化还不到 0.1 毫克/升。依 1958 年 7 月的一次分析 (同年 11 月亦有相同趋势) 可分长江为三段: 上游段以宜昌为终点; 宜昌到汉口为中段; 汉口以下为下游段 (图 5)。上游段在寸滩李庄间接纳了岷江、沱江和嘉陵江的来水, 径流量大, 矿化度较低, 为 150~200 毫克/升左右的重碳酸盐钙组型。寸滩宜昌间有乌江会合, 矿化度有所增加。宜昌站的矿化度约在 250 毫克/升, 乌江流经二迭或三迭纪的石灰岩地区, 喀斯特发育, 矿化度比其他各河为高, 如乌江思南站平均矿化度就大于 250 毫克/升。此外, 沿干流各小河的加入, 三峡地段易溶石灰岩的分布形成了长江干流矿化度的高区。宜昌以下, 湘、资、沅、澧四水的冲淡作用 (平均矿化度小于 150 毫克/升), 矿化度有所降低, 汉口站为 200 毫克/升左右, 恢复到上游段的情况; 汉口以下, 鄱阳湖区赣江加入又起冲淡作用 (赣江矿化度小于 100 毫克/升, 湖口站约为 85 毫克/升), 矿化度接近 200 毫克/升左右。再往下游, 没有大的支流加入, 随流程的增长, 加上潮汐影响, 矿化度增加到 200 毫克/升以上。

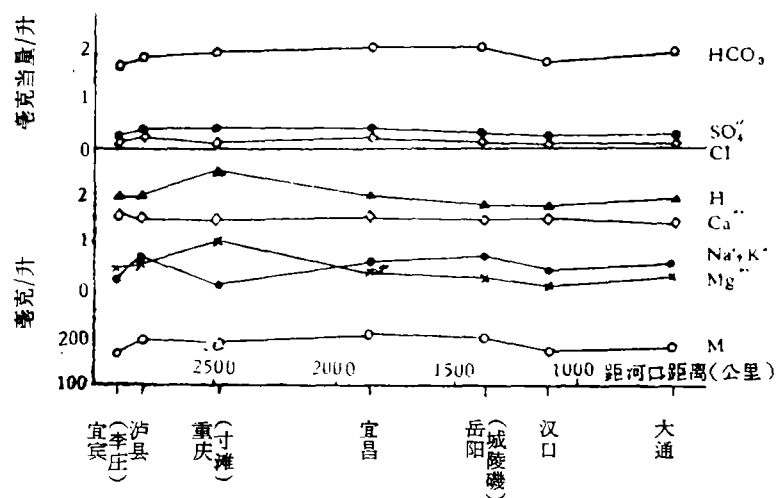


图 5 1958 年 7 月间长江干流矿化度(M)、总硬度(H)、各主要离子沿程变化

1958 年从长江送到海里的盐量有 1.78 亿吨, 是全国输盐量最多的一条河, 占全国输盐量的 49.5%, 为黄河输盐量的 9 倍 (水量为黄河的 14.6 倍), 为年径流量的万分之二。

## 六、河流水化学分带

为了全面了解全国河流水化学地带性分布规律,考虑水化学分布的自然环境和水化学变化特征,可将我国河流水化学概略成四带(图6)。



图6 中国河流水化学分带

I. 十分湿润区水化学带 II. 湿润区水化学带 III. 过渡区水化学带 IV. 干旱区水化学带

(1) 十分湿润区水化学带。本区位于东南沿海地带,降水量、径流深分别大于1600毫米,1000毫米,干旱指数在0.5以下。为降水的十分湿润区,径流的丰水带<sup>[3]</sup>。土壤以红壤、黄壤为主,土层很薄,遍布极为坚硬又难溶解的花岗岩。地形上为中低山丘陵区,坡陡流急,有利于水流的排洩。河水矿化度极低,小于50毫克/升,总硬度低于1.0毫克当量/升。河水化学类型稳定,水化学季节变化完全受雨水补给支配,属重碳酸盐钙、钠类型,极软水区。

(2) 湿润区水化学带。本区的北界与其他自然区划界限极为相似,沿淮河干流、桐柏山、秦岭南坡、邛崃山直到横断山脉北部西藏高原边缘止。包括长江流域、西南各河以及珠江中上游的广大地区。降水量为800—1600毫米,径流深为100—1000毫米,干旱指数在0.5—1.5之间。是降水的湿润区,径流的足水带。黄壤、部分红壤为主要覆盖物,矿化度为50—400毫克/升,总硬度为1.0—3.0的软水区。虽然本区因距离海洋远近,干湿程度差异形成了东西向渐增的趋势,但化学类型完全一致,都属重碳酸盐钙组水。矿化度的季节变化主要随水量大小而变化,但化学类型的更替不够明显。东北地区,气温影响显著,矿化度较低,与本区水化学特征比较类同,故亦列入本带内。

(3) 过渡区水化学带。降水量、径流深各为400—800, 25—100毫米,干旱指数在2.0—5.0间,是我国湿润与干旱地区的过渡带。本区矿化度的分布受地形和地质条件影响变化比较复杂,局部差异相当显著,水的化学类型亦时常变动,重碳酸盐、硫酸盐、氯化

物三种类型水均有出现。河水化学类型,随地下水的补给量增多,年内更替相当显著。

(4) 干旱区水化学带。沿大兴安岭北坡起,经包头、兰州、玉树直到拉萨一线以北地区,包括西藏羌塘地区、新疆甘肃等地,降水量、径流深分别小于 400 与 25 毫米,干旱指数大于 5.0,为降水的十分干旱区,径流的干涸带。本区的特点是垂直分带规律明显。从高山地带向盆地中心过渡,不仅矿化度有所增加,水的化学类型亦由重碳酸盐类向硫酸盐、氯化物类过渡。虽然盆地中心水质很坏,但山麓地带水质良好,有利于国民经济建设和农业的发展。各水化学带的特征可综合成表 3。

表 3 中国河流水化学带的特征

名 称	矿化度 (毫克/升)	总 硬 度 (毫克当量/升)	水的化学类型	降 水 深 (毫米)	径 流 深 (毫米)	干旱指数
十分湿润区水化学带	<50	<1.0 的极软水	重碳酸盐类钙、钠型	>1600 十分湿润区	>1000 丰水带	<0.5
湿润区水化学带	50~400	1.0~3.0 的软水	”	800~1600 湿润区	100~1000 足水带	0.5~1.5
过渡区水化学带	400~1000	3.0~6.0 的适度硬水	重碳酸盐、硫酸盐、氯化物类钙、钠型	400~800 过渡区	25~100 贫水带	2.0~5.0
干旱区水化学带	>1000	>6.0 的硬水及极硬水	重碳酸盐、硫酸盐、氯化物类钠、钙型	<400 干旱或十分干旱区	<25 干涸带	>5.0

## 七、结 语

(1) 我国河流水化学性质具有从东南沿海向西北内陆过渡的、明显的地带性分布特征。矿化度由东南沿海的 50 毫克/升递增至西北内陆的 1000 毫克/升。总硬度由 0.5 增至 9.0 毫克当量/升以上。河水化学类型由重碳酸盐类过渡为硫酸盐、氯化物类。阳离子中钠也逐渐超过钙的含量而成为主要成分。根据 1958 年全国河流水化学资料估算,年输盐总量为 3.59 亿吨,淋溶模数为 37.4 吨/平方公里/年。按输盐总量计算出的河水平均矿化度为 166 毫克/升。河水化学类型主要是重碳酸盐类钙组水。

河水矿化度的季节变化特别明显。枯水期矿化度高,洪水期则有所降低。年内矿化度的变幅常在 2.0—3.0 范围内变动。同时,河水的化学类型在不同季节、不同水源补给条件下亦有所变更,尤以西北内陆地区的河流最为显著:洪水期常属重碳酸盐类,枯水季节则属硫酸盐类或氯化物类。

综合自然环境和上述水化学特点,可将我国各地河流水化学特性分成下列四个地带: I. 十分湿润区水化学带, II. 湿润区水化学带, III. 过渡区水化学带, IV. 干旱区水化学带。

(2) 我国各地水化学特性对工农业生产的影响,东部地区,河水的低矿化重碳酸盐型的特点能够满足工业、生活用水对水质提出的要求。但因 pH 值小,  $\text{HCO}_3^-$  含量低,具有酸类侵蚀和淋溶侵蚀性<sup>[1]</sup>。当在这些地区修筑混凝土水工建筑物时,需要加以考虑。西部地区,河流矿化度高,化学类型变化复杂,对工农业生产影响大,应予以注意。其中,山前地带水质良好,能满足工农业用水要求;内陆盆地水质恶劣,利用比较困难;鄂尔多斯台

地区水质较差,直接对农业生产、生活用水造成不良影响。此外,由于本区气候干旱,蒸发能力强,在修建引水工程(如南水北调或北水南调计划中的输水渠道工程)和蓄水工程时,水质的变化在规划中应予以注意。

在过渡区水化学带水质受气候、地形的影响,水化学分布规律亦很复杂。河水矿化度比较适中,对工农业生产并无多大妨害。但在平原排水不良地区(如华北平原),若引水灌溉措施不当,必将使盐分逐渐积累而发生次生盐渍化现象,造成农业生产上的灾害。因此,在平原地区根据水质特点采取适当的水利工程措施,是十分重要的。

### 参 考 文 献

- [1] О. А. 阿列金:水文化学原理,地质出版社,1960年。
- [2] Н. И. Микей: Характеристика общей жесткости речной воды на территории СССР, Труды Г. Г. И., выпуск 17 (71), стр. 5—11, 1949.
- [3] 中国科学院水利科学研究所:中国各地的雨量和径流,研究报告8,水利电力出版社,1958年11月。

## ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕК КИТАЯ

Ло Цзя-сян Ван Дэ-чунь

(Научно-исследовательский институт водного хозяйства и гидроэнергетики)

### Резюме

В Китае гидрохимические наблюдения приводятся на более 900 пунктов, распространенных на около 500 реках. В настоящей статье по данным за 1957—1960 г.г. и примерно 4000 раз гидрохимических наблюдений приведен анализ закономерного изменения гидрохимической характеристики как в пространстве, так и во времени. Составлены две карты: “карта гидрохимической характеристики рек Китая” и “карта общей жесткости воды рек”.

Гидрохимическая характеристика рек нашей страны обладает ясной зональностью, направленной с юго-восточного приморья на северо-западной континент. Сумма минерализации постепенно увеличивается с 50 мг/л на юго-востоке до 1000 мг/л на северо-западе, а общая жесткость—с 0.5 мг-экв/л до 9.0 мг-экв/л и более. Тип гидрохимической характеристики рек переходит от двууглекислой соли до сернокислой соли и хлорированной соли. В составе катионов натрия также постепенно увеличивается, повышается количество кальция и станет главным составом на северо-западе. По подсчетам за 1958 г. годовой химический сток составляет 359 мил. т., модуль селевого стока—37.4 т/км<sup>2</sup>/год. Средняя сумма минерализации рассчитанная по величине химического стока составляет 166 мг/л.

В средствии влияния муссона на режим рек нашей страны, содержание ионов рек обладает четким сезонным характером: в период минимального стока соленость высокая, а в период наводнения—низкая. Отношение максимума солености к минимуму колеблется в пределах 2.0—3.0. причем в зависимости от различных условий питания и сезона тип гидрохимической характеристики рек изменяется. Такое изменение очень характерно для внутри континентальных рек северо-западного Китая. Там в период наводнения часто появляется двууглекислая соль или сернокислая соль, а в период минимального стока—сернокислая соль или хлорированная соль.

По географическим, а также выше сказанной гидрохимическим характерам можно выделить реки на четыре гидрохимической зоны: 1) сильно увлажненную гидрохимическую зону, 2) увлажненную гидрохимическую зону, 3) переходную гидрохимическую зону, 4) засушливую гидрохимическую зону.