

中国入海离子径流量的初步估算 及影响因素分析

许 越 先

(中国科学院地理研究所)

离子径流量及其影响因素的研究,对探讨流域物理过程、化学过程和生物过程的综合作用,分析河川径流的物质组成和化学性质,揭示水文循环和地理环境间的相互关系,都具有一定意义。

一、中国入海离子径流量估算结果

早在五十年代末期,我国就有人从事这方面研究。1959年,乐嘉祥、王德春估计了1958年一年“从全国领土上被带走的盐分有3.59亿吨”,其中外流入海量为3.35亿吨^[1]。1962年,郭敬辉、郭知教估算的每年全国河川离子径流量为4.51亿吨,其中外流入海量为4.05亿吨¹⁾。中国科学院《中国自然地理》编辑委员会,根据1970年前的资料,估算的全国离子径流量为4.24亿吨,其中外流入海量为3.78亿吨^[2]。

笔者这次估算主要根据1960年前的资料,除估算入海离子径流量外,还估算了进入不同海域离子径流量及各个离子入海量,计算了主要江河离子径流量、离子总量和离子径流模数,并对各月离子径流量分别作了估算。本文提到的入海离子径流量指的是外流区从河流输送入海的离子量,包括由我国沿海直接入海和国际河流流经我国的部分,不含内陆流域,估算地区总面积612万平方公里。

估算所用资料,共选三十条河流,统计了各河感潮段以上最接近河口的控制站的水化学资料和相应的流量资料,控制面积440万平方公里,占估算地区总面积72%。其中有15年以上资料的河流控制面积312万平方公里,占总面积50.9%;有10~15年资料河流控制面积23万平方公里,占总面积3.7%;有5~10年资料河流控制面积41万平方公里,占总面积6.6%;5年以下资料河流控制面积64万平方公里,占总面积10.5%。无资料地区占总面积28%,其中控制站以下地区离子径流量按同一条河流控制站以上地区离子径流模数推算,没有水化学资料流域按同一类型区有资料河流离子径流模数推算。

估算方法,第一步根据水化学资料先算出月平均离子总量(毫克/升)。第二步以月平均流量和月平均离子总量的乘积得月平均离子流量(万吨/秒)。第三步以各月平均离子流量乘以相应时间(秒),得各月入海离子径流量(万吨),年内各月的和就是全年入海离子径流量。

估算结果,全国年平均入海离子径流量为34527.9万吨。其中输进渤海3504.5万吨,输进黄海1884.6万吨,输进东海16136.0万吨,输进南海7843.0万吨(包括澜沧

1) 郭敬辉、郭知教:中国河川离子径流量的估算及河水的化学组成,油印本,1962年11月。

江), 通过国际河流输进太平洋所属海域3482.9万吨, 输进北冰洋海域120.0万吨, 输进鄂霍茨克海和日本海1536.9万吨。

每年输送入海的主要离子量: 钙离子5322.3万吨, 镁离子1200.8万吨, 钠离子和钾离子2242.7万吨, 氯离子1368.0万吨, 硫酸根离子2456.6万吨, 碳酸根离子89.2万吨, 重碳酸根离子21828.3万吨。这些离子输进各海域的量值见表1。

表1 每年输进各海域的主要离子量(万吨)

Table1 The main ions transported into the sea annually by rivers(10^4 Ton)

海 洋 名 称	入海流域面积 (万平方公里)	年入海离子 径流量	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺⁺ K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻
总 计	612.00	34507.9	5322.3	1200.8	2242.7	1368.0	2456.6	89.2	21828.3
渤 海	133.59	3504.5	360.4	146.7	473.1	286.1	571.5	25.2	1641.5
黄 海	33.41	1884.6	276.5	68.0	155.2	108.4	130.2	19.7	1126.6
东 海	201.99	16136.0	2765.2	569.3	633.4	440.7	1066.6	痕量	10660.8
南 海*	86.08	7843.0	1271.2	215.9	469.3	319.5	456.8	32.7	5077.6
印度洋有关海域	62.46	3482.9	460.5	132.2	296.2	104.1	120.1	11.6	2358.2
北冰洋有关海域	5.09	120.0	12.7	0.4	23.7	19.2	5.0	痕量	59.0
鄂霍茨克海和日本海	89.38	1536.9	175.8	68.3	191.8	90.0	106.4	痕量	904.6

* 包括台湾省和澜沧江流域的入海量

我国各地入海离子径流量详见表2。为了比较不同地区离子径流量及离子径流模数的大小, 我们将全国外流区划成九个类型区。离子径流量最大的是长江流域, 每年入海量为14823万吨, 占全国入海总量的42.96%。全国外流区离子径流模数平均为56.39吨/平方公里·年。长江流域及其以南地区离子径流模数较大, 一般大于60吨/平方公里·年, 其中珠江流域高达95.79吨/平方公里·年; 北方各流域离子径流模数较低, 如黄河流域为28.99吨/平方公里·年, 华北各河为33.72吨/平方公里·年, 东北各河最小, 仅有16.23吨/平方公里·年。

我国每月入海离子流量约为2876万吨, 每天入海96万吨, 每秒11吨, 每亩地空间范围每年从大气和地表淋溶的离子量约为38公斤。

表2 中国各流域入海离子径流量

Table2 The dissolved solid quantity of various basins in China

流域名称	流 域 面 积		离 子 径 流 量		离子径流模数 (吨/平方公里·年)
	(万平方公里)	占外流区百分比(%)	(万吨)	占外流区百分比(%)	
全国外流区总计	612.00	100	34507.9	100	56.39
东北各河流域	116.60	19.05	1892.1	5.48	16.23
华北各河流域	31.90	5.21	1075.8	3.12	33.72
黄河流域	75.25	12.30	2181.2	6.32	28.99
淮河及山东半岛各河流域	32.63	5.33	1776.9	5.15	54.46
长江流域	180.72	29.53	14823.0	42.96	82.02
浙闽各河流域	21.27	3.48	1313.0	3.80	61.73
珠江和两广及台湾各河流域	62.16	10.16	5954.5	17.26	95.79
西南各河流域	86.38	14.11	5271.4	15.56	62.18
西北入北冰洋流域	5.09	0.83	120.0	0.35	23.58

二、中国主要河流离子径流时空变化特征

为了分析我国离子径流时空变化特征,计算了14条有代表性河流控制站的离子总量、离子径流模数和逐日离子径流量。计算成果列于表8。

表8 中国主要河流逐月离子径流量
Table 8 The monthly dissolved solid quantity of main rivers in China

河 名 别 站	控制面积 (万平方公里)	离子总量 (毫克/升)	离子径流模数(吨/平方公里·年)	离 子 径 流 量 (万吨)												
				年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
松花江 佳 木 斯	62.78	130	14.14	747.9	32.1	21.6	22.7	43.1	53.0	66.8	79.3	120.0	120.0	92.9	82.9	36.7
辽 河 大 湾 站	13.65	316	8.36	127.6	1.5	0.7	3.2	6.8	5.3	3.3	17.3	41.2	29.0	7.9	6.3	2.8
鸭绿江 宽 甸	5.54	73.9	38.45	213.1	14.4	12.4	14.5	11.6	16.7	16.6	30.6	41.2	16.4	12.0	13.3	13.4
淮 河 淮 县	4.41	386	26.80	117.3	3.0	2.4	4.0	4.8	2.8	4.2	37.4	30.8	11.5	7.3	6.3	3.7
卫运河 临 清	3.72	538	66.28	254.4	15.2	14.6	9.3	8.5	16.1	16.7	18.2	60.6	45.1	25.3	19.6	16.4
黄 河 花 园 口	72.35	468	28.89	2097.3	88.9	63.7	159.4	142.1	130.6	93.6	230.1	259.8	340.0	287.1	161.2	110.5
汾 河 蚌 埠	12.12	195	43.43	626.6	15.1	14.3	19.9	27.7	48.5	38.3	91.9	99.1	73.1	46.2	29.3	23.2
长 江 大 通 站	170.84	186	92.02	13989.0	513.0	471.0	620.0	863.0	1303.0	1510.0	2033.0	1767.0	1656.0	1621.0	1050.0	692.0
钱塘江 七 星 堡	3.13	91.5	80.68	252.2	19.3	16.2	20.5	29.6	31.8	57.1	22.0	16.8	16.6	10.8	7.6	7.2
闽 江 竹 岐	4.64	50.4	49.74	221.3	9.0	9.1	18.8	17.4	24.3	54.2	29.6	17.5	11.1	11.7	9.8	9.0
北 江 石 角	3.79	143	147.34	559.1	21.6	16.3	34.8	61.2	73.3	119.0	62.8	43.9	62.2	31.9	24.3	16.9
东 江 碧 萝	2.60	66.5	53.88	134.0	6.0	6.2	6.7	10.3	13.8	30.5	13.9	14.7	19.3	10.3	6.8	6.5
西江 大湟江口	29.08	179	94.02	2713.6	67.0	50.2	69.0	140.5	200.1	270.1	627.3	399.1	329.8	213.6	224.5	163.4
澜沧江 戛 旧	10.47	219	78.9	825.6	32.2	26.2	30.0	36.6	64.0	86.1	114.0	133.0	125.0	85.1	59.2	39.2

* 澜沧江流域面积包括澜沧江境内部分。

离子总量是河水矿化度的主要组分,离子总量大的河流矿化度高。离子总量最大的是海河流域,该流域子牙河杨柳青站为417毫克/升,永定河大市站为569毫克/升,卫运河临清站为585毫克/升,徒骇河堡集闸站为940毫克/升。黄河流域仅次于海河流域,花园口站的离子总量为468毫克/升。其他几条大河的离子总量,澜沧江戛旧站为219毫克/升,长江大通站为156毫克/升,淮河蚌埠站为195毫克/升,得江(西江)大湟江口站为179毫克/升,松花江佳木斯站为130毫克/升。由此可见,离子总量的空间分布,从海河、黄河高值区向南向北呈逐渐减少的趋势。

离子径流量是离子总量和河川径流量共同作用的结果,径流量大的河流,离子径流量相应较大。径流量相差不大而离子总量大的河流,离子径流量相对较大。我国几条大河控制站的年离子径流量依次为:长江大通站13989.0万吨,得江(西江)大湟江口站2713.6万吨,黄河花园口站2097.3万吨,澜沧江戛旧站825.6万吨,海河各河总计643.5万吨。

离子径流量的季节变化与河川径流的季节变化相一致。从全国来看,一般夏秋较大,冬春较小。最大月发生的时间由南往北推迟,华南和东南沿海各河大都发生在6月,长江发生在7月,海滦河和辽河发生在8月,黄河、松花江发生在9月。离子径流量最小月份,一般发生在1~3月,长江、黄河、淮河、海河、珠江等大河都发生在2月。有少数河流一年之内出现两个高值或两个低值。华南等地受台风影响较大的河流往往出现两个高值,东北的一些河流和黄河等春汛较大的河流往往出现两个低值。从表8所列

14条河流平均值计算,1~3月离子径流量占全年11.6%,4~6月占全年24.4%,7~9月占全年41.2%,10~12月占全年22.8%。上半年约占三分之一强,下半年约占三分之二弱。

离子径流量的多年变化,七十年代比六十年代有减少趋势,如长江大通站1961年至1970年10年平均离子径流量为14550万吨,1971年至1980年10年平均为13350万吨,比前10年减少8.2%;松花江佳木斯站1961年至1970年10年平均离子径流量为760万吨,1971年至1980年10年平均为730万吨,比前10年减少3.9%。

三、离子径流影响因素分析

离子径流量是河川径流的重要组成部分之一,影响河川径流的所有因素对离子径流都会产生影响。但由于离子径流量反映流域水循环过程中化学侵蚀、淋溶和迁移的能力,下垫面条件起着相当大的作用。地质和气候条件是决定离子径流量的两大主导因素。受这两个因素制约,土壤、植被、河道及流域特征则是次一级的影响因素。这些因素的不同组合,是离子径流产生区域差异和时间变化的基本原因。

在气候因素中,降水和气温对离子径流有着直接影响。降水量大,地面侵蚀和淋溶能力强,河川流量大,离子径流量相应较大。气温高的地区,岩石风化和植物生化过程活跃,可提供更多的水溶物质。我国受季风气候控制,夏季高温多雨,是离子径流的高值季节;冬季降水少、气温低,是离子径流的低值季节。我国降水和气温的地理分布由北向南增加,决定了单位面积上产生的离子径流量呈现出自北向南逐渐增加的趋势。如每平方公里每年产生的离子径流量,东北各河平均为16.23吨,华北各河平均为33.72吨,淮河及山东半岛各河平均为54.46吨,长江流域为82.02吨,珠江及两广地区各河平均为95.79吨。

地质条件是离子径流形成的物质基础,是所有因素中最稳定的影响因素。它主要影响离子总量和离子组成。其次是流域地貌特征影响产流汇流过程,对离子径流量产生间接影响。山区河流地形陡峭,水急流畅,溶解的盐分相对较少,离子总量较低,如浙闽地区不到100毫克/升;平原或盆地区,坡度较小,水流缓慢,淋溶的盐分相对较多,离子总量较高,如黄河和海河流域离子总量一般为400~500毫克/升以上。

土壤对离子径流的影响,表现在不同的土壤结构、质地、化学性质可为河流提供不同产流条件和离子组成,如汇入渤海的黄河、海河和辽河,流域内盐渍化土壤面积较大,河水离子总量相应较高,而且钠和氯离子含量较多。

植被是影响离子径流的一个可变因素。天然植被复盖可减轻地面侵蚀,河水矿化度一般较低;植被破坏必然增加风蚀和水蚀强度,河水矿化度相应较高。黄土高原和华北地区森林复盖率较低,这是黄河和海河流域离子总量高的原因之一。

水利工程的兴建、土地垦殖和利用、工矿企业的发展等人类活动对离子径流影响越来越明显。特别是水库、闸、坝等蓄水工程能减少河流对离子的输送能力,长江、松花江等江河七十年代离子径流量比六十年代减少,与上中游地区水资源开发造成下游流量减少有一定关系。

流域与流域之间具有分水边界,在历史时期内,一个流域的自然地理过程与其它流

域有着不同特征, 河流则是整个流域自然地理过程的产物。因此, 河道及流域特征如河谷发育、流域形状及干、支流混合过程, 也会给离子径流带来一定影响。

一个流域将大气降水收集起来, 并把其中的一部分水量通过地表和地下径流汇入河道, 地形、土壤和植被影响径流速度, 地表风化物 and 径流过程中的可溶物质为离子径流提供了物质条件。利用河口控制站估算的离子径流量是这些因素综合影响的最终结果。

主 要 参 考 文 献

[1] 乐嘉祥、王德春, 中国河流水化学特征, 地理学报, 29卷1期, 1963年8月。

[2] 中国科学院《中国自然地理》编委会, 中国自然地理(地表水), 科学出版社, 1981年。

PRELIMINARY ESTIMATION OF DISSOLVED SOLID QUANTITY OF CHINA'S RIVERS AND ITS INFLUENCING FACTORS

Xu Yuexian

(Institute of Geography, Academia Sinica)

ABSTRACT

This paper mainly deals with dissolved solid quantity of China's rivers on the basis of the observed data collected from thirty rivers. Average annual dissolved solid of China's rivers emptying into the sea totals 345×10^8 tons, estimated by following formula:

$$R_d = \sum_{i=1}^{12} DQT$$

where, D = monthly average total dissolved solid quantity in water (mg/l); Q = monthly average river discharge (m^3/s); T = seconds for each month. The amount of main ions transported into the sea annually by rivers are shown in Table 1. The dissolved solid quantity of various regions and monthly dissolved solid amount of main rivers in China are given in Tables 2 and 3, respectively.