

## 湘江流域水文地理

楊 紉 章

(南京大学地理系)

### 前 言

水是构成自然条件最重要的要素之一，水文现象在自然界也非常显著。水文现象的特征和变化受着其他各种自然地理因素和人类经济活动的影响，同时也影响着区域景观及其变化。水流本身又是一项非常宝贵的自然资源，可以为人类所利用。当人类还没有控制水文的时候，水文现象可以给人带来灾害，当人类已能够控制并利用它的时候，也可以给人造福。

因此，研究自然界中的水体已成为科学领域中极重要的部分。但是，水文现象具有极明显的区域性，与区域自然条件有着极其密切的关系。不了解水文现象的区域特征，就不可能做出水利工程设施的正确设计，也不可能解决区域景观改造的复杂问题。

近 10—15 年来，苏联境内水文地理区划的问题，引起了很多学者们的注意，М. И. 李沃维奇(М. И. Львович)、Б. Д. 查依柯夫(Б. Д. Заиков)、В. Е. 约加松(В. Е. Иогансон)、Л. К. 达维多夫(Л. К. Давыдов)等人都曾进行过苏联水文地理区划的工作，对苏联社会主义以及共产主义建设的全面利用水流资源，提供了丰富而重要的资料。但在我国广大领土上的水文地理分区，还没有很好的研究。事实上，水文地理在我国目前可以说还是一门空白的科学。

但是，水文地理研究的内容究竟是哪些？它和一般水文学研究有什么不同？这是值得讨论的问题。个人认为水文地理应当是以全面了解流域水文特征以及影响这些特征的自然地理因素为主要内容，它是自然地理学中的一个分门。水文地理的任务是要找出河流状况及其特性，分出类型，研究河川特性在地面分布的规律，划出水文区域，指出区域发展的方向。水文地理的研究应当不同于水文测验学和水文资料的整编，也应当不同于工程设计中的水文计算。因此，水文地理的研究一方面是水文工作者的事，同时也是地理工作者不容推卸的责任。地理工作者与水文工作者必须共同努力，改变今天我国水文地理研究的落后状态，使水文地理研究能符合于祖国社会主义建设的需要。

湘江虽然是洞庭湖水系的最大支流，但流域内气候、水文资料都比较缺乏，可用的

資料不多。解放前只有少数測站有断断续续的记录,多数測站都是解放后新建立的,有的只有二、三年的记录。資料不足大大影响到研究结果的准确性。茲就已有的气候及水文資料加以初步的整理与分析,并结合实地調查、訪問的结果,将湘江流域水文地理作初步的探討。希望通过这个工作摸索水文地理研究的途径和方法,并希大家討論和指正。

## 一、流域的一般特性

湘江源出广西省海陽山西麓海洋坪,称海洋河。东北流至全县会灌江及罗江,北流入湖南省。經零陵納瀟水,松柏納舂水(亦称舂陵水),衡陽会蒸水和耒水,衡山納洙水,岳口納渌水,湘潭納涓水和漣水,长沙会浏陽河与捞刀河,至靖港納瀉水,北流至蘆林潭入洞庭湖。干流全长 801.0 公里,流域面积 93,200 平方公里,是洞庭湖水系中最大的河流(次頁圖 1)。

湘江及其各級支流构成树枝状水系。全流域位于北緯 24—29°,东經 110°30'—114°之間。地处长江之南,南岭山地之北,属于副热带及暖温带地区。

湘江流域地势大体作盆地状,东、南、西三面均为山地,以南面的南岭山地及东南面的武功山、八面山等山地较为高峻,山岭高度在 1,000 米以上,个别山峰在 1,500 米以上。西面湘、資二水的分水岭则均在 500 米以下。湘江主要支流瀟水、舂水、耒水、洙水和渌水都来自南面及东面山地,而西面的支流如祁水、蒸水、涓水、漣水、瀉水都比较短小,水量也较少。所以湘江及其支流所构成的水系是不对称的。右岸流域占全流域面积約三分之二(68%),湘江流域的不对称系数<sup>1)</sup>为 82%(圖 2)。湘江及其主要支流的长度、流域面积,以及表征流域形态特征的完整系数  $\sigma$  (流域面积与流域长度平方的比值)与形状系数  $K$  (流域长度与宽度的比值),計算如表 1:

表 1 湘江及其主要支流的流域特征数值

河 流	长度(公里)	流域面积(平方公里)	完整系数( $\sigma$ )	形状系数( $K$ )
湘江	801	93,200	31.3	3.21
瀟水	341	9,909	22.6	4.57
舂水	317	4,530	11.3	8.85
洙水	320	12,141	33.8	2.97
蒸水	227	2,922	38.6	2.65
耒水	355	9,552	19.0	5.30
渌水	176	6,867	40.6	2.46
漣水	190	7,704	34.2	2.92
浏陽河	231	3,753	15.0	6.68
捞刀河	141	2,507	51.1	1.95
瀉水	125	2,009	15.2	6.57

1) 以两岸流域面积之差与两岸面积之和的二分之一相比,其比值称为流域的不对称系数。

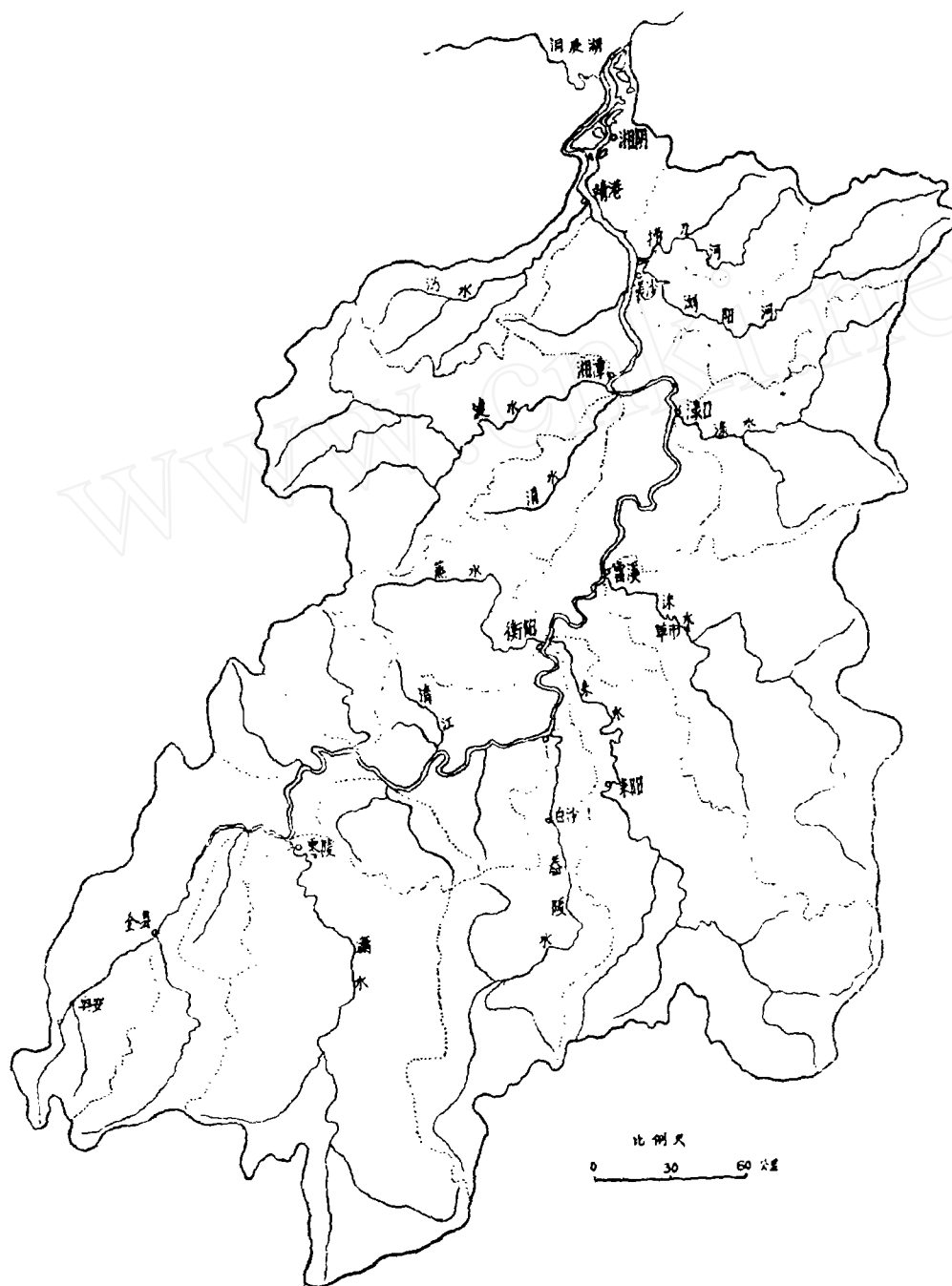
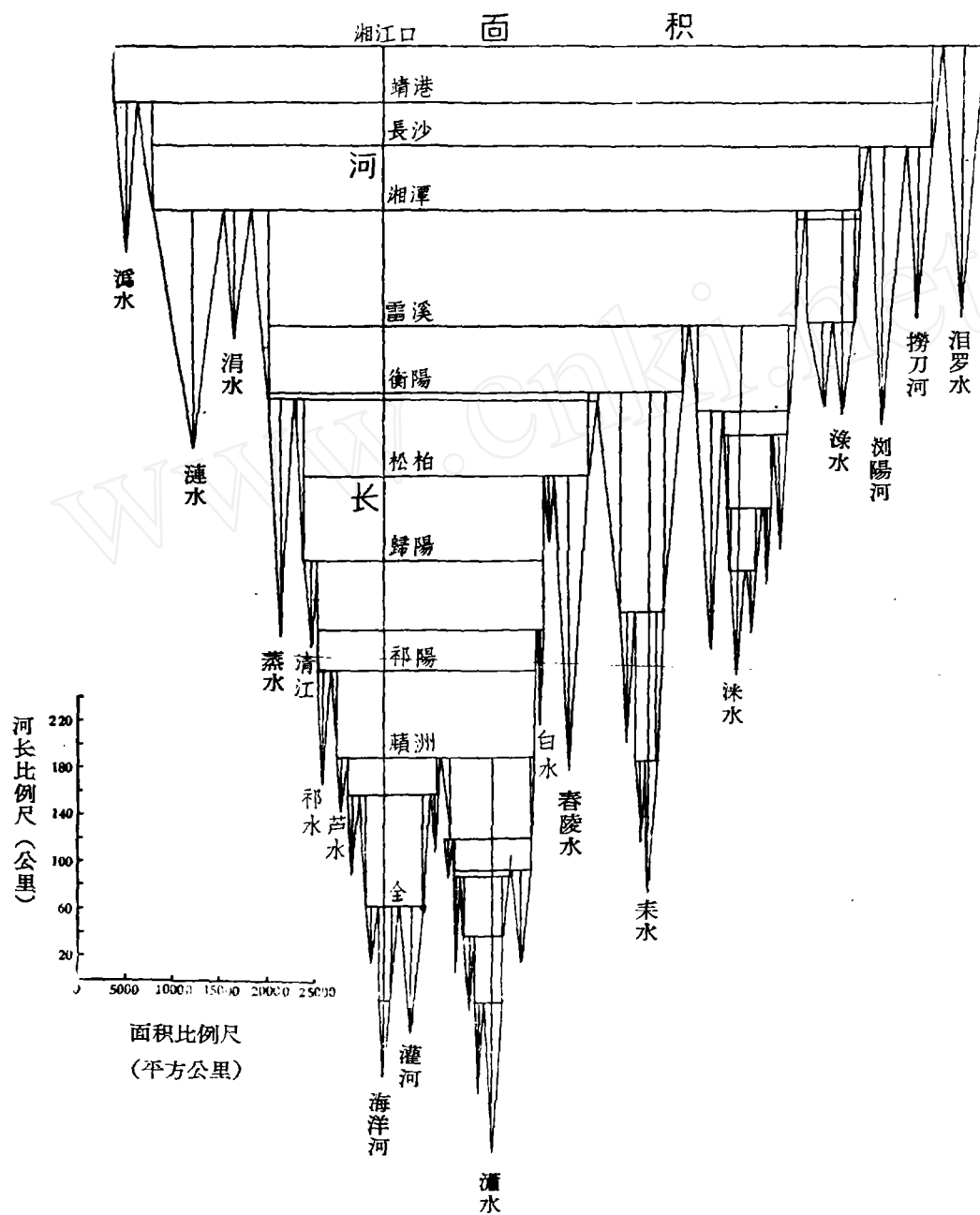


圖 1 湘江水系圖



由于三面地势较高,湘江流域具有南高北低,向北倾注的形势。流域内除衡山、陽明山等山岭高出 1000 米以外,大都为起伏不平的丘陵与沿河平原。湘江主流在长沙以下的冲积平原范围广大,和資水、沅水、澧水的河口平原連成一片,成为湖南省最肥沃的湖濱平原。

全流域的绝对高度,上下游相差不大。湘江上源海洋坪,拔海不到 500 米,兴安附近不过 215 米。湘江主流河漫滩,在衡陽附近海拔約 55—60 米,在长沙附近約 40 米。到蘆林潭湘江入洞庭湖的地方,約 20 米。从兴安到河口,湘江全部落差約 190 米。

流域地势的高低分布,按在二十五万分之一地形圖上量算的结果:海拔 100 米以下的平原占流域总面积的 30.93%; 100—200 米的丘陵占 19.19%; 200—500 米的低山占 31.78%; 500—1,500 米的中等山地占 17.84%; 1,500 米以上的高山占 0.25%<sup>1)</sup>。海拔 100 米以下的平原包括近代河流冲积平原、湖濱平原、局部盆地、以及散布在河流中、下游两岸的 10 米和 30 米阶地,相对高度均在 30 米以下,是流域内主要的农耕地带。海拔 100—200 米的丘陵地主要分布在局部盆地之中,相对高度一般在 50 米上下。500 米以下的低山山势大多浑圆,往往形成河流下游及各支流的分水岭,也有一些低山位于平原之上,相对高度可大到 200—300 米。中等山地及高山地区,相对高度自数百米至 1,000 米,起伏较大,多分布于流域的东面和南面。

由此可见,湘江流域绝对高度虽不算大,但地势起伏不平,加速了雨水集流过程,影响到河川水位和流量的急速变化。湘江各支流的上游多曲折行于山地中,充分表现着山溪河流的特性。

湘江在零陵以上称为上游,因流经山区,比降较大,如不计海洋河一段,湘江自兴安至零陵平均比降为 1/1,800,河宽自 100—700 米不等。上游面积占流域总面积的 22%。零陵至衡陽間,为起伏的丘陵地,有局部盆地錯落其間,是为中游,面积占 29.8%。湘江在中游河宽在最宽处約达 1,000 米,最窄处約 250 米,平均比降 1/5,500,河床基本上是稳定的。

湘江在衡陽以下,进入下游。在衡陽与衡山之間,有蒸水、耒水、洙水、淞水等大支流匯入,水势大增。蒸、耒二水入口处相距仅約 5 公里,雨季时,如二水与湘江主流同时漲水,则水流相互干扰,不及宣泄。这种辐合状的水系,对洪水的排泄不利。湘江在衡山以下,河水愈丰,河宽一般为 500—1,000 米,平均比降达 1/18,000,河床多泥沙,沿河沙洲断續可見。自衡陽至湘江口面积占流域总面积 48.2%,地势平坦,仅有浅丘散布。

湘江在河口部分,水道分歧,散布着大小不等的湖泊。我们从这些湖泊的分布,不难看出大都是昔日洞庭湖的遗迹。这些湖泊因已位居湘江的河口部分,所起调节作用

1) 湘江流域地理考察报告地形部分,未刊稿。

不大。湘江水道在濠河口(靖港以下)分为两支:东支是主流,流经湘阴县城,水量较丰;西支绕过临资口,水量很不稳定,汛期与资水相通,而枯水时水甚浅。东西二支相会于蘆林潭,汛期湘江从蘆林潭注入洞庭湖,在枯水季节,湘江再沿蘆林潭以东的深泓到磊石山才注入洞庭湖的东湖。可见湘江河口部分的水系是很繁杂的。

湘江流域内地质情况十分复杂,从前震旦纪到近代,几乎各时期的地层都有出露。大体说来,边缘山地主要为古老的变质岩系,多为板岩、石英岩和千枚岩,岩性一般坚硬,河流切穿而过的地方,形成深陡的峡谷,可以作为水库坝址。湘江流域南部则以古生代的泥盆纪砂页岩和泥盆、石灰纪的石灰岩分布最广,坚硬的石英岩多形成山地,而厚层石灰岩则发育着喀斯特地形。在潇水上游和湘江最上游,石灰岩分布面积较广,各种溶蚀地貌充分发育。降水很容易沿溶洞、裂隙下渗,减少了地面径流。

在湘江的中游和下游的盆地内,第三纪红色岩系占有广大面积。衡阳盆地是流域内最大和最典型的红岩盆地。盆地内红色的砂岩、页岩和砾岩常相互成层,为水流切割,形成高低不平的浅丘。在湘江流域各处,均可见花岗岩侵入体出露,构成穹形的高山,如南岭山地的越城岭、都庞岭、海阳山、骑田岭、衡山以及阳明山等。花岗岩一般均有较厚的风化层,比较容易为暴雨所冲蚀。

此外,沿河谷地还广复着较厚的第四纪沉积物,如白沙井砾石层质地疏松,构成良好的蓄水层。砾石层之上一般均复盖着红土和网纹红土。红土和网纹红土质地紧粘,吸水 and 保水能力都很差。大雨时,不仅地面径流急剧,且有严重的冲刷现象,增加了河水的含沙量。

由于气候和暖润湿,湘江流域的自然植物属于长江暖温带常绿阔叶林植物区,以樟科、山茶科、壳斗科为主。其中以樟、楠、櫟、栲等为当地的代表树种。人造林则以杉、马尾松及油茶为最普遍。

在上述自然条件综合影响下发育的土壤,以黄壤的分布为最广。不论在花岗岩母质上,石灰岩母质上,红色岩系母质上或红土与网纹红土母质上,均发育着厚薄不等的黄壤或红壤,构成我国主要的黄壤、红壤分布地区。据初步估计,湘江流域黄壤和红壤占全国这类土壤面积的 11%。此外,在沿河两岸泛滥地上有冲积土,在山地有山地黄壤、黄棕壤、石质土,在 1,000 米以上的山地上有山地草甸土。由于多年来耕作的结果,水稻土的面积也很广,散布于河谷两岸及较低阶地上。

长久以来不合理的农作制度和耕作方法,自然植被多遭破坏,荒山、荒地面积几占流域面积的 20% 以上。而现有的林地亦不过占流域面积的 20%。目前林地的分布有两种情况:一种是普遍而零星的稀疏幼年林地,与荒山交错并存;另一种是山地林区,如潇水上游、阳明山、武功山、诸广山等林区,还残留着部分原始林和人造杉林。其中以潇水流域的林地面积较广,约占林地面积的 30%。

由于自然植被的破坏与目前林地面积的狭小,加以暴雨的影响,助长了流域内的水土流失现象,尤其是红土丘陵地区和花岗岩山地和丘陵地区。因为土壤冲刷和流失,形成山塘淤塞,河床淤浅,田地复沙等现象。湘江及其支流水量变化的情势,也失去了森林植被的调节,涨落急剧,加重了旱涝灾害。

## 二、湘江流域的气候概况

伟大的俄罗斯气候学家 A. И. 沃耶依柯夫早就提出了“河流是气候的产物”的卓越见解。因为河水的补给、径流的形成与变化虽然也与其他自然条件有关,却主要受着气候的影响。因此,在讨论湘江流域的水文特征之前,有必要先将流域内的气候概况作一简单的介绍。

湘江流域冬季受强大蒙古高压的控制,夏季受东南季风的影响,具有明显的季风气候的特性。由于地形为向北开口的形势,很有利于冬季冷空气的深入和停滞。同时由于南岭山地的阻碍作用,夏季风越山而过,到达南岭北坡盆地时,有变干现象。全流域除最上游外,均在湖南省境内三面山势包围的盆地里,自南至北气候有共同的特征,但也由于纬度的差异、地形的起伏,各部分气候有其相异性。

在温度方面,湘江流域是比较温和的,年平均温度均在  $17^{\circ}\text{C}$  以上,最冷月平均温度最北部也在  $4^{\circ}\text{C}$  以上,最南部可达  $8^{\circ}\text{C}$  以上,少见冰雪。但是当北方猛烈寒潮侵入的时候,全流域均可发生  $0^{\circ}\text{C}$  以下的低温,即如南部的郴县,曾有过  $-6.7^{\circ}\text{C}$  的记录。湘江上游的全县,也曾发生过  $-8.7^{\circ}\text{C}$  的绝对最低温度。这种  $0^{\circ}\text{C}$  以下的低温每年都可能出现,但不持久。这一点我们可以从湘江流域各地一月平均最低温度都高于  $0^{\circ}\text{C}$  的事实看出来。

七月为一年中最热的月份。湘江流域各地七月平均温度在  $29-30^{\circ}\text{C}$  左右,个别地区达到  $30^{\circ}\text{C}$  以上,如长沙七月平均温度为  $30^{\circ}\text{C}$ ,零陵  $28.9^{\circ}\text{C}$ ,湘阴 1934 年及 1935 年七月温度平均值为  $31.3^{\circ}\text{C}$ 。夏热时间很长,一般可达四个月,所以湘江流域是我国夏热中心之一。

湘江流域降水是比较丰沛的。各地年雨量大部在 1,500 毫米以上,上游桂北地区可达 1,900 毫米以上,就是在南岭北坡的背风区,年雨量也极少有少于 1,300 毫米的情形。全

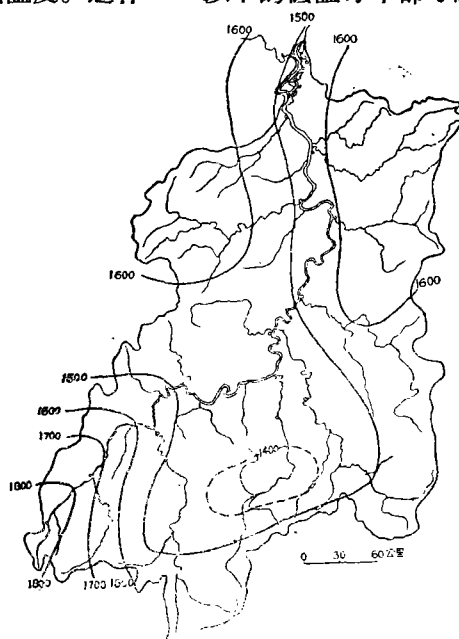


图3 湘江流域年平均降水量分布图

流域平均降水量按面积加权平均計算的結果为 1,650 毫米(上頁圖 3)。

湘江流域季風气候的特性在降水方面表現得最明显。降水集中于夏半年, 占全年降水量 72%, 尤其是四、五、六月, 降水占全年值 40% 上下。4—6 月多雨时期就是湘江流域的梅雨季节。有的年份雨水特多, 江河排泄不及, 易成水灾, 是所謂潦黄梅; 有的年份梅雨过少, 演为旱荒, 是称旱黄梅。如长沙在 1909—1938 年及 1946—1954 年共 39 年的降水記錄中, 四月平均降水为 187.6 毫米, 最大值为 310.5 毫米, 最小值为 61.8 毫米; 五月平均降水为 209.3 毫米, 最大值为 359.9 毫米, 最小值仅 94.0 毫米; 六月平均降水为 252.8 毫米, 最大值为 533.9 毫米, 最小值为 85.0 毫米。梅雨季各月降水最多与最少相差达 3—7 倍。

由于夏季風自南向北推进, 梅雨鋒也逐漸北移, 至六月下旬抵长江沿岸。因此湘江流域主要梅雨时期, 南早于北, 一般均比长江沿岸为早。这种梅雨鋒自南向北移动的趋势, 对于湘江洪水排泄說来是不利的。尤其是当六月和七月間, 长江水漲, 部分洪水由松滋四口灌入洞庭湖。湖水上漲的結果, 不但使湘江受頂托作用不能順利宣泄, 且能倒灌入湘, 有时引起泛濫。

湘江流域降水的季节分配与水稻种植期間不完全相符合。梅雨主要分配在四、五、六月, 雨季一过, 天气轉晴, 可以連續多日不雨。对于 5—8 月的水稻需水期, 尤其是种晚稻的生长, 有着旱灾的威胁。在湘江中上游地区, 秋旱的现象更为显著。为保证农作物的收获和增产, 水利設施是十分重要的。事实上凡已有小型农田水利的地区, 抗旱能力較强, 就可經常获得丰收。

湘江流域在夏半年均可出現暴雨。其中以湘江下游区澧水、浏陽河一带及湘江最上游桂北地区最为显著, 形成两个降水强度較大的中心。茲就流域各地已有的每年最大日降水量記錄共 161 次, 統計各强度等級出現頻率的百分数如表 2:

表 2 强度等級出現頻率的百分数

强度等級(毫米/日)	出現頻率	頻率百分数
<50	5	3.1
51—75	52	32.3
76—100	47	29.2
101—125	29	18.1
126—150	15	9.3
151—175	6	3.7
176—200	2	1.2
201—225	2	1.2
226—250	2	1.2
251—275	1	0.7
	161	100%

可見流域內暴雨量的幅度是很大的, 其中以低級强度的暴雨出現最多, 日最大降水



量在 50—100 毫米的暴雨占总数 61.5%

如以上述 161 次暴雨出現的月份加以統計, 則可發現多出現于夏季, 以六月为最多, 五、七、八月次之。形成暴雨的主要原因系由于气旋冷鋒活动的結果。南岭山地对鋒面亦有阻滞、加深的作用, 使北坡亦可产生暴雨。

表 3 湘江流域各月暴雨出現的頻率

出現月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
出現次數	0	2	3	11	28	47	35	24	6	5	1	0	161

湘江流域最大暴雨出現于汨罗水和捞刀河上游, 日最大降水量达 200 毫米以上。暴雨每引起山洪, 河水猛漲猛落的现象, 影响至大。暴雨多, 实际有效雨量則少, 这对农事及水土保持工作, 都是不利的。

湘江流域冬季在变性極地大陆气团控制之下, 这种气团水汽含量很少, 绝对湿度仅 5 克/立方米。但由于温度低, 相对湿度可达 80% 以上。夏季的东南季風, 温高湿重, 最小绝对湿度亦在 10 克以上, 最大可达 30 克左右, 相对湿度亦在 75% 以上。只有南岭北坡因位居背風坡, 绝对湿度和相对湿度均相对地稍有减小。

一地蒸發能力的大小, 一方面視水汽飽和差的大小而异, 同时亦与風速有关。湘江流域相对湿度相当大, 說明飽和差很小; 由于地势起伏, 气流摩阻的緣故, 流域內風速較小, 夏季風速尤小。如长沙冬季平均風速每秒 3—4 米, 夏季仅每秒 2 米許。因此湘江流域各地蒸發量均小于降水量。就殘缺不全的用普通蒸發器水面觀測蒸發量的記錄来看, 全年蒸發量均小于 1,000 毫米, 实际蒸發应小于普通蒸發器的蒸發, 按热量与水量收支理論計算, 长沙的年蒸發量应为 847 毫米, 但如自水量平衡公式来計算, 蒸發量仅約 750 余毫米。

### 三、流域水文特征的初步分析

1. 河水的补給 湘江流域緯度較低, 且山岭高度不大, 沒有永久积雪, 所以湘江及其支流水量的主要来源是雨水。随着夏季風的到达, 各河均有洪水出現, 尤其是梅雨季节。在多日不雨之后或在冬季, 河水枯淺, 几全部由地下水供給。在湘江上游石灰岩地区, 河水的地下补給量較丰, 湘江上源海洋河即源出于一个石灰岩洞。

在各主要水文站全年流量过程綫上分割量算的結果, 深層地下水(基流)的补給量均約占全年徑流量的 17—18%。如衡陽站 1951 年年徑流总量为 439.6 亿公方, 是年地下水补給量为 66.5 亿公方, 占 17%; 瀘水零陵站 1952 年徑流总量为 269 亿公方, 地下水补給量 22.6 亿公方, 占 18%; 瀘水草市站 1953 年徑流总量 104 亿公方, 地下水补給量 18 亿公方, 占 17%, 但在湘江上游地区, 地下水补給量的百分数可达 25%; 显系受喀斯特影响所致。

**2. 水位的变化** 湘江及其支流的最高水位均見于 4—7 月, 最低水位出現于 12—2 月。七、八月間雨水稀少, 也往往出現較低水位。就多年觀測資料, 湘江及其支流每年水位較差均在 8 米以上, 多年水位的变化也都在 10 米以上。

表 4 湘江干流各測站水位的多年变动

測 站	觀測年份	水位較差(米)
零 陵	1941—1954年	10.80
松 柏	1951—1954年	12.58
衡 陽	1940—1954年	12.37
湘 潭	1943—1954年	12.68
长 沙	1910—1954年	12.78

湘江及其支流河漫滩在枯水时期一般高出河面約 5 米, 每年洪水时均遭淹沒。全年較大洪峰約 4—5 次, 峰型不一定, 历时数日或一月不等。但最高洪峰持續的时间一般很短, 在湘江主流中下游約 3—7 日, 在湘江上游及各支流則比較短促, 有时暴漲暴落, 十分显著。例如洙水攸县站, 1955 年 5 月 27—28 日的暴雨后, 水位在一日之間上漲 4 米, 数小时以后又退落。漣水湘乡站泛期河水漲落率每小时可达 0.9 米。

1954 年在湘江流域为多水年, 衡陽站水位自四月初至七月初均在 49 米以上, 形成长时期的洪水位, 其間發生高低不等的洪峰达 10 次之多。1952 年为近年来比較少水的一年, 雨季出現多次小洪峰, 水位有显著的漲落。

**3. 流量的年内变化** 流量与水位有相应的变化。湘江流域河水的补給主要为降水, 流量的大小与降水的多寡、降水强度的大小有密切的关系。湘江流量洪峰亦出現于四、五、六月。茲以 1953 年代表湘江流域近年来徑流量比較正常的年份, 計算 4—6 月徑流量占全年总数的百分比, 在上游零陵为 30%, 中游衡陽为 50%, 下游长沙达 60%。如以多年平均值而言, 这三个月的徑流量百分数無論在上、中、下游均达 52%。由此可見, 梅雨季节降水对湘江水系流量的密切关系。

暴雨之后, 每演为山洪, 洪峰流量常可达最大值。如 1954 年 6 月 9 日末陽暴雨 69.6 毫米/日, 6 月 11 日衡陽就出現了是年最大洪峰流量 13,000 秒公方。同年 6 月 26 日松柏發生 70 毫米/日的暴雨, 28 日衡陽又有 120.7 毫米/日的暴雨, 6 月 30 日衡陽站最大洪峰流量即达 11,000 秒公方。

自各站流量过程綫, 我們很容易看出湘江(零陵及衡陽)及其各主要支流(瀟水零陵站、春水白沙站、耒水耒陽站、洙水草市站)徑流的年内变化情勢(次頁圖 4)。

湘江上游地区降水丰沛, 但多暴雨, 流量过程綫上 3—8 月, 显示出多次尖陡的洪峰, 最大流量約为平均值的九倍。到湘江中下游以及各主要支流地区, 年内流量变化均視梅雨为轉移, 泛期較短。一般自三月底开始, 流量急速增加, 一直到六月底, 流量均大于平均值。最大洪峰流量且十倍于平均值以上。春水流域面积狭长, 又居南岭北坡, 流

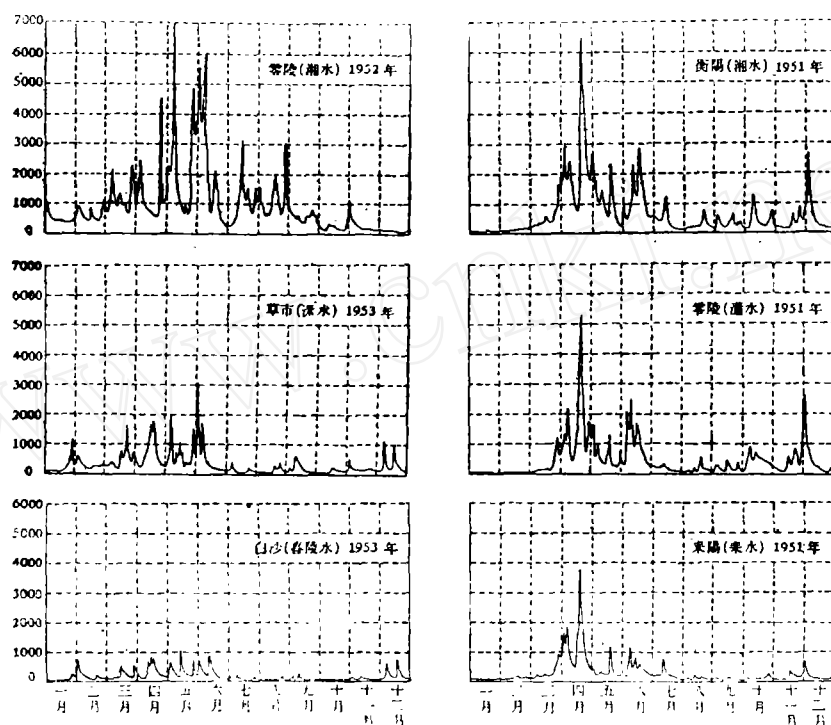


圖 4 湘江及其主要支流各站流量过程綫

量比較貧乏，七月以後，各月流量即降至平均值以下。由此更可以看出湘江水系各河年內徑流變化與降水的關係。流域內林地稀疏，也沒有湖泊調節水量，雨季流量大，變化急，而干季流量小，尤其是七、八月間，不足農業上的需要。

**4. 多年平均徑流量** 要確定河川徑流的多年平均值或正常徑流量，最好是根據長期觀測數列。湘江流域過去測站不多，觀測年數一般都很短。僅長沙站有 26 年實測記錄（1925—1928 年，1930—1943 年，1947—1953 年），衡陽有 10 年實測記錄（1941—1943 年，1947—1948 年，1950 年—1954 年）。為了解湘江多年徑流的變化及正常徑流值，一方面分析長沙 26 年的年平均流量資料，一方面借助於長沙的資料逐步推求其他各站的多年平均徑流量。

將長沙 26 年各年平均流量值，按大小次序排列，繪制經驗累積曲綫。取累積率近於 50% (52%) 的 1950 年為平水年，流量為 2,250 秒公方；累積率為 93% 的 1934 年為少水年，流量為 1,403 秒公方；累積率為 11% 的 1954 年為多水年，流量為 2,834 秒公方。其 26 年的平均流量為 2,204 秒公方。年平均流量的模比係數在 0.64—1.73 之間變化，離勢係數  $C_v$  為  $0.24 \pm 0.04$ 。說明湘江流量的年內變化雖大，但逐年平均流量的絕對變

动还是比较小的。

在年平均流量值变化的  $C_0$  值为  $0.24 \pm 0.04$  的情况下, 长沙站 26 年的平均值与真正正常径流值之间的误差仅约 5%<sup>1)</sup>。因此, 我们可以认为长沙站 2,204 秒公方可以代表多年平均流量或正常径流量  $Q_0$ 。

就长沙站与湘潭站、衡阳站平行观测时期的月平均流量, 对应地点在方格纸上。不难看出, 这些座标点都密集在一条线上, 表示着两站流量值有很大的相关关系。通过这些点可绘出相关曲线, 再根据长沙站 26 年的平均值逐月在曲线上读出湘潭、衡阳的相应流量。各月数值的平均值即可视为该站的多年平均流量。

再以衡阳站为参证站, 同法推出湘江上游零陵站、中游松柏站、以及耒水耒阳站、舂水白沙站、潇水零陵站、洙水草市站、蒸水神山头站等多年月平均流量及年平均流量。列表如下, 可以看出湘江干流水量自上游逐渐向下游增加的情形。至于各月流量的分配, 各河均大致相似(次页图 5)。

表 5 湘江干支流各站多年月平均流量的分数值

河流	站名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年	年平均流量
湘江	长沙	0.36	0.67	1.12	1.77	2.17	2.17	1.13	0.88	0.59	0.42	0.35	0.37	1	2,204 秒公方
湘江	湘潭	0.39	0.71	1.15	1.76	2.12	2.12	1.15	0.90	0.63	0.45	0.39	0.42	1	2,035
湘江	衡阳	0.31	0.65	1.12	1.86	2.26	2.26	1.16	0.89	0.56	0.36	0.31	0.35	1	1,438
湘江	松柏	0.27	0.62	1.11	1.86	2.30	2.30	1.12	0.87	0.54	0.35	0.27	0.34	1	866
湘江	零陵	0.28	0.62	1.10	1.82	2.27	2.27	1.11	0.93	0.58	0.31	0.30	0.31	1	638
潇水	零陵	0.23	0.63	1.16	1.87	2.48	2.48	1.13	0.89	0.54	0.25	0.24	0.25	1	301
舂水	白沙	0.29	0.59	0.97	1.61	2.72	2.72	1.01	0.76	0.45	0.32	0.26	0.29	1	145
耒水	耒阳	0.34	0.65	1.11	1.80	2.21	2.21	1.14	0.90	0.57	0.38	0.34	0.36	1	247
洙水	草市	0.39	0.72	1.11	1.70	2.06	2.06	1.13	0.93	0.63	0.47	0.39	0.44	1	285
蒸水	神山头	0.30	0.67	1.18	1.99	2.14	2.14	1.17	0.87	0.63	0.38	0.30	0.33	1	68

5. 径流模数与径流系数 正常径流是一个比较富于地理性的稳定的水文特征数字, 它综合地表征着某地区或某河川流域各种自然地理过程相互间错综复杂影响的结果。正常径流的概念通常用径流模数来表示。径流模数是在单位面积上每秒若干公升径流量的多年平均值。径流模数与多年平均流量间的关系, 可用下式表示:

$$M_0 = \frac{1000Q_0}{F} \text{ 公升/秒} \cdot \text{平方公里},$$

式中  $M_0$ ——测流断面以上流域面积上的径流模数;

$Q_0$ ——测流断面多年平均流量;

$F$ ——测流断面以上的流域面积。

在降水稀少的地区, 蒸发旺盛的地区, 或植被良好的地区, 或土壤岩石透水性很强

1) 正常径流的真值, 应当是观测年数为无穷大时的平均值, 但通常观测年数均属有限, 这样所得的平均值与真值之间有一定的误差, 就 В. Д. Зайков 与 С. Ю. Белинков 的研究, 误差值与观测年代及  $C_0$  值有关, 列有表格可查。

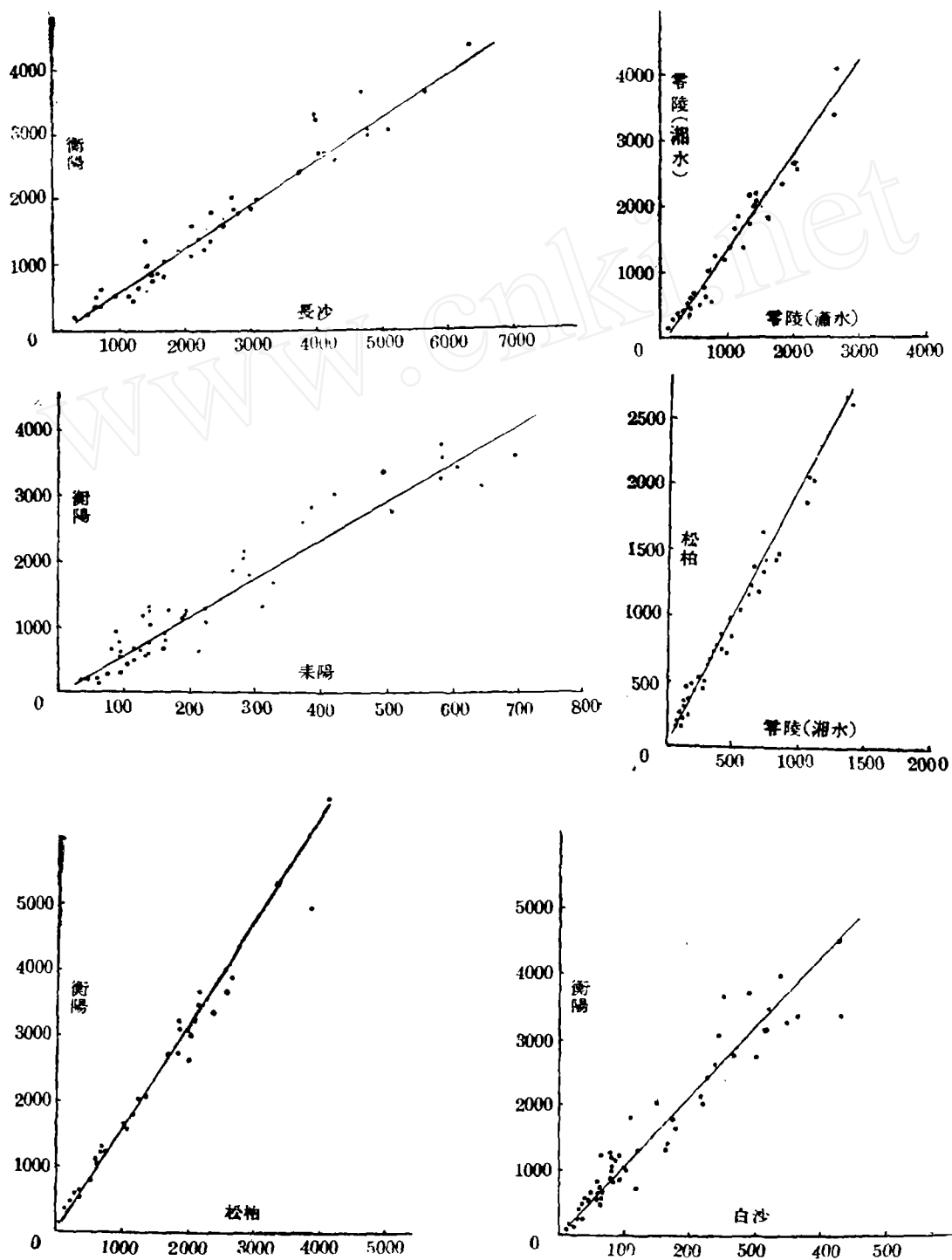


圖 5 湘江流域主要水文站流量相關曲綫  
(座標單位: 秒公方)

的地区,徑流模数通常有較低的值,如我国北方諸流域,徑流模数一般不到 10 公升/秒·平方公里。反之,在降水丰多的地区,蒸發較弱、植物复盖不佳或地面坡度較大的地区,

一般均有較大的徑流模数。

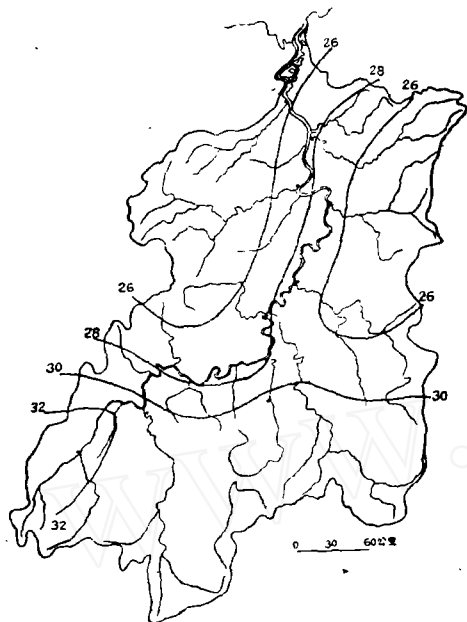


圖 6 湘江流域徑流模数( $M_0$ )等值綫圖  
(单位:公升/秒·平方公里)

湘江流域气候温潤,風速小,相对湿度大,降水量大于蒸發量,且流域内地形起伏,無湖沼調节水量,植被一般不茂密,因此降雨之后,集流時間短,多形成徑流,匯入各支流及湘江。根据长沙 26 年資料推算的結果,全流域的徑流模数除上游及南部支流外,均在 30 公升/秒·平方公里以下<sup>1)</sup>。28 公升/秒·平方公里的徑流模数等值綫与湘江干流相符(圖 6)。

从徑流模数可以換算为徑流系数。徑流系数是徑流深度与流域平均降水深度的比,所以是一个沒有因次的說明徑流特征的数字。

徑流系数說明降水后有多少水量形成徑流匯入河川的程度。湘江流域的徑流系数值約在 50—65%之間,这是符合于湘江流域自然条件的。湘江上游降水丰沛,南部各大支流流自南岭山地,虽有較好的林地,徑流系数仍有較大的数值。

徑流系数說明降水后有多少水量形成徑

表 6 湘江干支流主要測站断面以上的正常徑流特征值

河流	測站	徑流模数 (公升/秒·平方公里)	徑流深度 (毫米)	降水深度 (毫米)	徑流系数 (%)
湘江	长沙	28.2	890	1,600	55
湘江	湘潭	26.5	835	1,630	51
湘江	衡陽	28.9	910	1,575	58
湘江	松柏	27.7	873	1,620	54
湘江	零陵	32.7	1,030	1,670	62
瀘水	零陵	30.3	955	1,577	60
舂水	白沙	33.0	1,040	1,559	67
耒水	耒陽	30.8	940	1,580	60
蒸水	神山头	24.4	868	1,600	54
洙水	草市	25.4	800	1,610	50
浏陽河	渡头市	25.4	802	1,650	49

## 6. 流量比率 徑流量的年內变化和多年变化,足以說明河水流量的特性。但事

1) 郭敬輝:“中国的地表徑流”一文附圖(地理学报第 21 卷第 4 期,1955 年)中指出:湘江流域大部地区的徑流模数在 30 公升/秒·平方公里以上。作者認為这个数值可能偏高。

实上,多水年与少水年的流量值往往有很大的差异,而極大流量值与極小流量值也各年不同,与平均值相去甚远。流量的变化愈大,表示河性愈差,河水的利用困难愈大,而水利工程設施的造价也就愈高。表示河水流量極端变化的可能性,通常用流量比率的概念。流量比率就是最大流量与最小流量的比值。比值大的河流,旱涝灾害严重。就湘江干支流短期資料,已可看出一般都有較大的流量比率,如表 7。

表 7 湘江干支流的流量比率

河流	測站	最大流量(秒公方)	最小流量(秒公方)	流量比率	纪录年代
湘江	长沙	19,800	95	208	1930—1943年 1947—1953年
湘江	湘潭	19,100	197	97	1950—1954年
湘江	衡陽	13,100	108	102	1950—1954年
湘江	松柏	10,374	49	202	1951—1954年
湘江	零陵	9,871	43	230	1951—1954年
瀟水	零陵	6,965	13	536	1950—1954年
耒水	白沙	2,982	34	87	1953—1954年
耒水	耒陽	4,770	44	106	1951—1954年
洑水	草市	4,620	33	144	1953—1954年

**7. 含沙量** 湘江各主要支流在上游地区流經山区,一般含沙量不大,河床多卵石,在切过变質岩系的地方,形成峡谷。峡谷中水流清徹見底,滩險甚多。如瀟水双簪峡谷,耒水白沙以上峡谷以及耒水东江峡谷等均是。

湘江及其支流的中下游,流經紅色岩系及紅土地地区,由于暴雨山洪冲刷的緣故,汛期含沙量較高。在植被缺乏的小流域内,土壤冲刷的情况尤为严重。大雨之后,地面徑流呈浊紅色,河水渾浊。流自花崗岩山地的支流,則携带大量花崗岩風化物,使河道淤淺,河床冲淤不定。如洑水支流泗汾水的上游沙河,瀟水的支流烏江,涓水上中游,漣水的支流石獅江,以及蒸水的支流武水等,都有同样的泥沙为患的問題。河床为泥沙填淤,河底日高,失去容蓄洪水的能力并降低了通航的价值。降雨数十毫米,即漫滩成灾,汛濫寬度可数倍于河槽寬度。且久晴即旱,抗旱能力很低。近年来,湘省在这些地区进行了水土保持試驗工程,已初步获得良好的效果。

湘江及其支流含沙量的实测資料很少,測驗的时间也很短。在瀟水零陵站 1954 年曾得实测最大含沙量 2.9 公斤/立方米,湘潭站 1954 年 6 月 13 日洪峰时曾測得最大含沙量 1.56 公斤/立方米,湘陰站 1955 年实测最大含沙量 3.42 公斤/立方米。但全水系平均含沙量一般是不大的。长沙 1953 年平均含沙量仅 0.123 公斤/立方米,湘陰站 1955 年不完全统计平均含沙量 0.213 公斤/立方米。

每秒通过已知断面的泥沙量,叫做輸沙率,单位为秒公斤。輸沙率乘以一年中的秒数,則为年輸沙量。因为輸沙率与流量有相应的正比关系,我們就有可能根据多年平均流量推算出多年平均輸沙量的近似值。

$$\frac{R_i}{Q_i} \approx \frac{R_0}{Q_0}, \quad R_0 \approx \frac{Q_0 R_i}{Q_i},$$

式中  $Q_0$ ——多年平均径流量;

$Q_i$ ——某年平均径流量;

$R_i$ ——同年输沙量;

$R_0$ ——多年平均输沙量。

利用这个简单的比例关系,推算出湘江多年平均输沙量如表 8 所示。

表 8 湘江主要测站多年平均输沙量(公斤)

河流	测站	年输沙量	实测年份	推算而得的多年平均输沙量
湘江	长沙	$104.84 \times 10^8$	1952	$87.3 \times 10^8$
湘江	湘潭	$85.62 \times 10^8$	1952	$65.6 \times 10^8$
湘江	衡阳	$64.48 \times 10^8$	1952	$53.0 \times 10^8$
灕水	零陵	$15.14 \times 10^8$	1952	$6.8 \times 10^8$
洙水	草市	$8.9 \times 10^8$	1953	$6.5 \times 10^8$

河水输沙至下游受干流顶托,即相继沉积成为沙洲。湘江自湘潭以下,沙洲即不断出现。长沙以下更因受洞庭湖水的顶托倒灌,淤淀尤甚。如长沙江中水陆洲日益增长,水陆洲与傅家洲之间的河道,在枯水时竟能涉水而过。

#### 四、湘江流域水文地理区划

综上所述,湘江流域的水文现象与自然条件有着非常密切的关系,其中又以降水的影响为最大。湘江及其支流均属以雨水补给为主的河流,夏季有较显著的洪水,在长江水系各河流中是一条水量丰富的大河。全流域降水丰沛,地势起伏,一般有较高的径流模数和径流系数。所以湘江流域应为长江流域中独特的一个水文地理区。但在湘江流域内,由于地势的起伏不一,气候情况的南北差异,湘江各段及其支流均各有其不同的水文地理特性。兹就前面的分析及实地观察的结果,大致按流域的分水线为界,试将湘江流域划分为六个水文地理区(次页图 7)。分述如下:

**1. 湘江上游区** 在湘桂两省的边境,湘江零陵以上属于湘江上游区。湘江在这一段流经山区,河谷很狭,支流短促,水流湍急。河流有时切穿岩层而过,形成峡谷。流域内石灰岩山地分布很广,都有溶蚀现象,石灰岩洞随处可见。地面水有渗漏现象,而地下水对河水的补给量亦较大。

本区为全流域气候最为湿润的一区,夏热冬温,年平均温度达  $20^{\circ}$  左右,少见霜雪,年雨量为 1,600—2,000 毫米。雨季开始于三月底,雨期也较长。由于山地迫使南来气流上升的缘故,降雨强度很大,常有暴雨出现。随着起伏的地势和稀疏的植被,本区的径流模数值达到 32 公升/秒·平方公里以上,径流系数达 62%,而在各水文站的流量过程线上都显示出多次高陡的洪峰。



**2. 湘江中游区** 湘江在零陵接納了瀟水之后, 流量大增。在零陵与衡陽間的湘江干流河谷及其两岸小支流流域, 可划为湘江中游区。本区在地形上基本是峡谷与盆地交錯, 清江口以下入于衡陽紅岩盆地, 谷地大为拓寬, 有时可达 5 公里以上, 河漫滩面积很广。本区在气候上是一个过渡地带, 年雨量在 1,500 毫米左右, 集中于四、五、六月。雨日較多, 平均降雨强度較小。

湘江中游河槽基本稳定, 有良好的适于建壩的壩址。区内徑流模数一般在 28 公升/秒·平方公里左右。

**3. 湘江下游区** 衡陽以下的湘江干流两岸, 屬湘江下游区。湘江谷地寬广,

水量丰富, 蔚为大河, 河面最寬处可达 1,700—1,800 米。株洲以下, 泛滥平原更广, 两岸阶地断續分布, 河床中出露許多沙洲。湘江河口段水流分歧, 已进入湖沼地带。

本区梅雨季节比中上游稍迟, 开始于五月, 終于七月, 与长江泛期相近。六、七月間, 湘江水漲, 下游受資水干扰和洞庭湖水頂托, 洪水难以宣泄, 泛期很长。

**4. 瀟春耒水区** 瀟水、春水与耒水为湘江最主要的支流, 均發源于南岭山地的北坡。南岭山地山体比較高大, 石灰岩地层分布較广, 林地茂密。这些河流流域狭长, 有充足的水量, 終年不枯, 水流清徹, 含沙量也很小。但是河床縱坡陡, 比降大(河床平均比降瀟水在  $1/1,600$  至  $1/2,000$  之間, 春水  $1/1,400$ , 耒水  $1/2,500$ ), 不仅滩多水急, 且亦易于宣泄水量, 流域徑流系数达 60% 以上。

本区在气候上位于夏季風背風坡, 虽与湘江上游区緯度相若, 雨水却比較稀少, 部分盆地中, 年雨量平均不及 1,350 毫米。河川流量随梅雨季节来临, 三月下旬即开始增高, 四月达最高值, 六月下旬以后, 全区均在夏季風控制下, 鋒面消散, 雨水即开始减少,

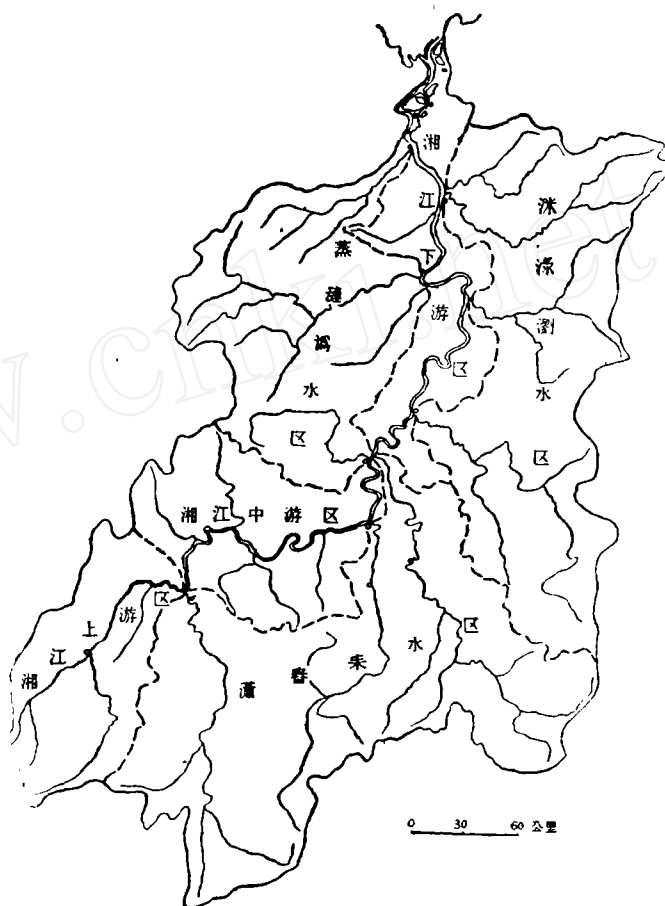


圖 7 湘江流域水文地理区域

表现出较为突出的夏旱和秋旱。这时河川常出现最枯水位和最小流量。

**5. 蒸澧澇水区** 湘江下游左岸支流蒸水、涓水、澧水和澇水, 源出山势較低的雪峰山地东麓, 河流短小, 水量也不丰。流域内出露的花崗岩及紅色岩系, 因風化較深, 極易受雨水冲刷。部分地面紅土層裸露。暴雨之后, 河水渾浊, 以致河底日益淤淺, 河槽失去容蓄洪水的作用。如涓水上游在 1931 年一次山洪, 就淤淀河床 60 里; 澧水在每年泛期以后, 河床均發生冲淤变化; 澇水在宁乡附近 1954 年最大流量达 2,320 秒公方, 泛滥两岸, 而最小流量仅 6.02 秒公方, 几至断流。稍雨則澇, 久晴則旱, 水土流失問題的严重, 在湘江流域内是比較突出的。

**6. 沅澧澇水区** 湘江下游右岸支流有沅水、澧水、浏陽河与澇刀河。其中以沅水为最长, 流域面积亦最广。这些河流都發源于湘贛間山地, 支流發达, 干流一般比較短促而水量丰富。流域形状寬而短, 如沅水、澧水的形状因素各为 2.97 及 2.46, 澇刀河流域形状更近于圓形, 其形状因素仅 1.95, 为湘江各支流中最小者。因此, 雨后徑流能迅速匯入河中, 水位可陡漲数米, 暴漲暴落, 山洪灾害比較严重。流域内局部地区岩石或紅土裸露, 水土流失現象也是严重的問題。

## 五、湘江流域水利設施及流域规划的重要性

湘江流域自然条件是比較优越的。在地形上虽然丘陵起伏, 但在流域中、下游有相当广大的冲积平原和沿河平原, 在气候上温和潤湿, 年降水量約为 1,500 毫米左右, 無霜期 280 天以上。降水供給了河流丰富的水量, 水系發育, 提供了引水灌田的有利条件。在湘江流域劳动人民长期辛勤劳动之下, 小型农田水利設施分布甚为普遍。湘江流域一向是我国著名的稻米产区。澧水中游的醴陵盆地的农民, 更有栽种双季稻的丰富經驗。解放后, 在农業生产合作化运动下, 每亩平均水稻产量达千斤以上。湘江流域劳动人民旧有灌溉方式很多。在小支流及溪沟众多的地区, 則拦河筑壩, 抬高水位, 或用筒車、或开渠引水灌田; 在山溪谷地或地势較高距河較远的地方, 則挖塘蓄水; 在中、上游西南部石灰岩地区, 則利用井泉汲取地下水灌溉; 在下游湖濱地区, 則筑堤設閘防洪排漬。解放后, 各县在建筑新式水庫方面有很大的發展, 新式小型水庫可由人工加以控制, 灌溉效益也較大。这些小型农田水利設施, 在提高农田抗旱能力和防止山洪方面起了一定的作用。

但是, 目前人力对于水源的控制还在非整体计划点滴利用的阶段, 小型水利設施, 在数量上既不够多, 質量也不够高。全流域至今只有三分之一的农田因灌溉的效果, 抗旱能力达到 50 天以上。在中、上游地区还有很大面积的望天田, 抗旱能力極低。水灾、山洪灾和旱灾每年在或大或小的范围内都有發生。

根据历史記載, 湘江流域的水旱灾是相当頻仍的。大旱有十年出現一次的趋势, 而

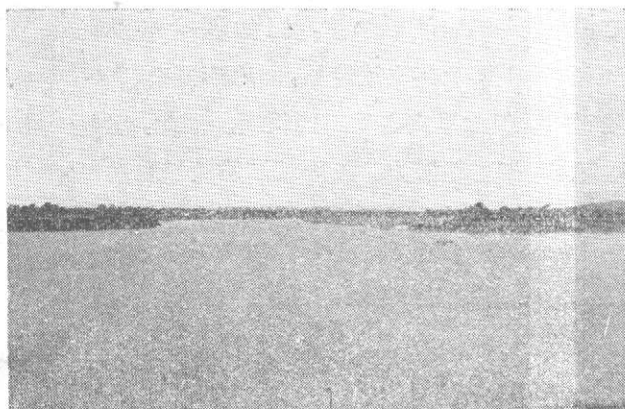
以南岭山地北坡丘陵地区为最严重。由于降水各月分配不均,七月以后普遍少雨,夏旱秋旱分布比较广泛。历史上的水灾以湘江下游滨湖地区最为严重,例如湘阴县从1816—1878年62年中共发生水灾21次。至于中、上游及其支流流域,因地形复杂、森林稀疏,山洪为灾也很猖獗。解放后情况虽有改变,但水旱灾害尚不能根绝。因此,对流域本身来说,不仅要根绝水旱灾害,而且要全面发掘自然潜力。全面地了解流域自然情况,掌握气候变化规律,进行流域的全面规划,兴建较大型的水利工程,是十分必要的。

湘江水系本身也提供了全面开发的有利条件,它的流域面积广、支流众多,在丰沛的降水条件下,各河均有丰富的水量。支流发源于山地,有较大的比降,在切割古老变质岩系的地方,有形势优越的峡谷,可以建筑水坝。湘江主流含沙量少,河床基本稳定,多年流量变化亦不算大,河床宽阔,可以航行。而且南有灵渠与桂江相通。灵渠在历史上就是一条贯通南北的水道,如能加以整修,还有它一定的航运价值。湘江水系每年平均向洞庭湖输送700亿公方的巨大水量和50亿公方的泥沙,直接影响到洞庭湖的蓄洪容积,关系到整个长江流域的水量调节和全面建设。因此,湘江流域的全面规划与开发,对丰富的水量加以控制和利用,是具有重大意义的。

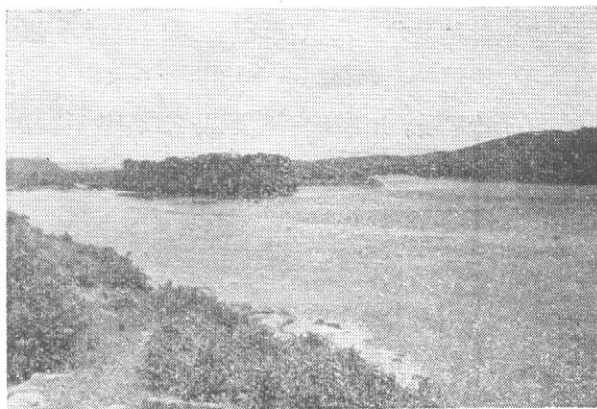
本文承华东水利学院施成熙教授提供宝贵意见,特此志谢。

### 参 考 文 献

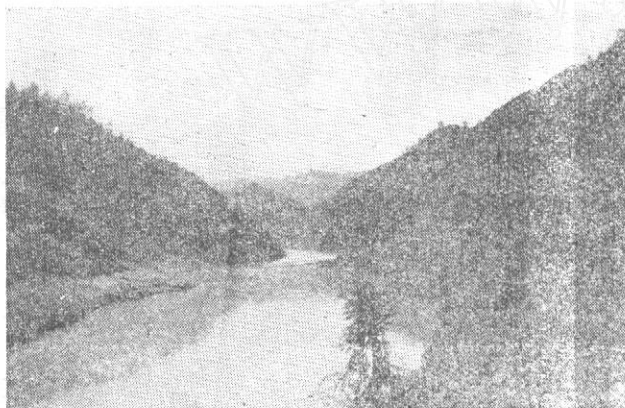
- [1] Л. К. Давыдов, Гидрография СССР, 1953.
- [2] Д. Л. Соколовский, Речной Сток, 1952.
- [3] М. И. Львович, Очерки по гидрографии рек СССР, 1953.
- [4] 湘江流域地理考察报告(未刊稿)。
- [5] 陶诗言: 中国近地面大气的运行, 中国近代科学论著丛刊, 气象学(1919—1949), 科学出版社, 1955.
- [6] 楊鑒初: 关于我国夏季降水中心(包括暴雨中心)的活动问题, 天气月刊, 1953.
- [7] 朱崗昆、楊叔章: 中国蒸发量的初步研究, 气象学报, 第26卷, 第1、2合期, 1955.
- [8] 郭敬輝: 中国的地表径流, 地理学报, 第21卷第1期, 1955.
- [9] 朱炳海: 中国夏季降水强度的分析, 气象学报, 第26卷, 第4期, 1955.
- [10] Б. А. 阿波洛夫: 河流学, 上、下册, 高教出版社, 1954.
- [11] А. В. Огиевский: 陆地水文学, 上、下册, 财经出版社, 1954.
- [12] И. Ф. Голощков: 径流及水文计算讲义, 华东水利学院, 1956.
- [13] 长江水利委员会: 湘江及其支流的河道查勘报告各册(未刊稿)。



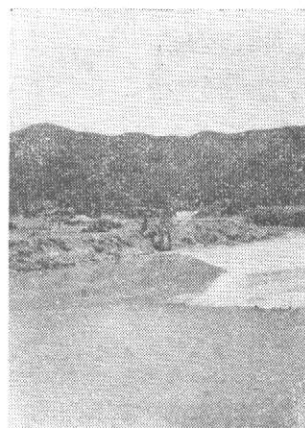
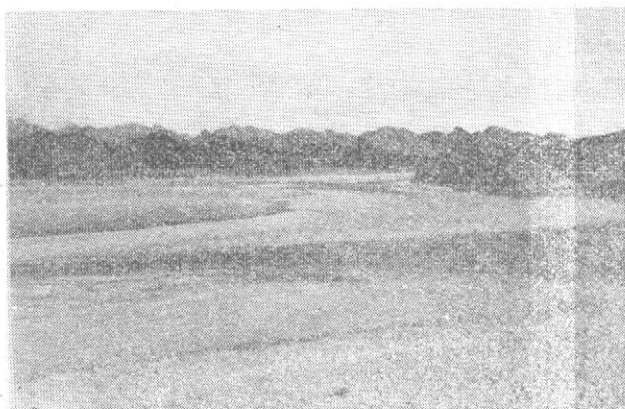
湘江下游的耒河口



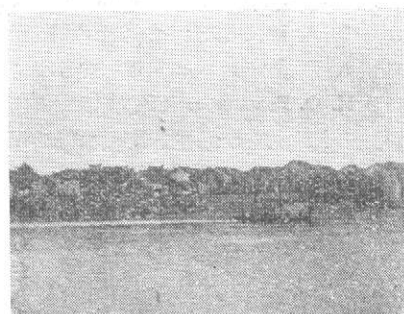
瀘水与湘江会口, 中为著名的蘋洲



耒水上游的峡谷

浏陽河上的小型堆石壩  
及筒車、汲水灌溉

湘江上游喀斯特地形, 正面为瀘陽河与湘江会口



攸县渡口(洙水)

## HYDROGRAPHY OF THE HSIANG-KIANG BASIN, HUNAN PROVINCE

YANG JEN-CHANG

(*Department of Geography, Nanjing University*)

### AN ABSTRACT

This paper describes the hydrographic character of the Hsiang-Kiang Basin and discusses the principles and methods of hydrographical study in China.

The river Hsiang-Kiang, a tributary of Yangtze, flows from the north slope of Nanling, runs northward across Hunan province, and finally debouches into the great Tung-Ting Lake. The river, with a total length of 810 km, collects water from a drainage area of 93,200 km<sup>2</sup>.

With respect to orographic conditions, the tributaries on the right side are more developed than those on the left side. The drainage is, therefore, asymmetrical (Fig. 1-2).

There is almost no lake or swamp within the Basin, while in the embouchure region are scattered with many small lakes, which undoubtedly are the remains of the old Tung-Ting Lake. The natural vegetation there is rather scanty. The vegetative cover is estimated as only 30% covering over the whole Basin.

The hydrologic phenomena of the Hsiang-Kiang are correlated with the cycle of the monsoon. Fluctuations of the river level are liable to variation. Generally speaking, low water lasts from September to March the next year with a minimum in December or January, while high water occurs in spring and summer months, especially between April and July. The maximum appears earlier in the South and it gradually moves up to the North. It is closely related with the duration of cyclonic rain, which is nourished by summer monsoon from the Pacific.

The amplitude of water level is about 8-10 meters, but as in unusual high water, it may exceed 10 meters.

The variation of discharge of the Hsiang-Kiang resembles that of the water level (Fig. 4). The mean annual discharge at Chang-Sha is 2,204 cubic meters per second. With Chang-Sha as the basic station, and using principles of correlation between Chang-Sha and other stations on the Hsiang-Kiang and its tributaries (Fig. 5), the mean annual runoff of the Basin is calculated at about 28 liters per second per sq. km as shown in Fig. 6.

By analyzing the climate, water level, discharge, and silt, and with the data collected in field observations, six hydrographic regions may be demarcated (Fig.

7). They are:

1. The upper Hsiang-Kiang region.
2. The middle Hsiang-Kiang region.
3. The lower Hsiang-Kiang region.
4. The region of the southern tributaries, including R. Shao, R. Zungling and R. Ley.
5. The region of the eastern tributaries, comprising R. Mie, R. Lu, and R. Liu-yang.
6. The region of western tributaries, inclosing R. Zen, R. Lien, and R. Wei.