

福建省区域水量平衡分析

蔡丽敏

(福建师范大学)

摘 要

本文根据闭合流域水量平衡原理,以环境水文学的基本观点,阐述了福建省主要流域和区域的水量平衡各要素,并对分区的水量平衡要素与特征系数进行分析,初步得出几个规律性的概念,为流域综合治理及工农业生产提供可靠的依据。

关键词 环境水文, 水量平衡, 河川径流, 河川基流, 径流系数, 径流模数

一、计算方法及资料

1. 流域水量平衡基本原理

一个闭合流域(地区)的多年平均水量平衡方程式,可用下式表达:

$$\bar{P} = \bar{R} + \bar{E} \quad (1)$$

式中, \bar{P} 为多年平均年降水量, \bar{R} 为多年平均年径流量, \bar{E} 为多年平均陆地蒸发量。

河川径流量 \bar{R} 可划分为: 地表径流量 \bar{R}_s 和河川基流量 \bar{R}_g 两部分。陆地蒸发量 \bar{E} 也可划分为: 地表蒸散量 \bar{E}_s 和地下潜水的蒸发量 \bar{E}_g 两部分, 故式(1)可改写为

$$\bar{P} = \bar{R}_s + \bar{R}_g + \bar{E}_s + \bar{E}_g \quad (2)$$

流域降水后, 下渗补给地下水量 \bar{I} 应为河川基流量 \bar{R}_g 和地下潜水蒸发量 \bar{E}_g 之和, 即

$$\bar{I} = \bar{R}_g + \bar{E}_g \quad (3)$$

对山区河流, 地下水以河道排泄为主, 地下潜水蒸发量相对较小, 可近似认为 $\bar{I} \approx \bar{R}_g$ 。

流域地表土壤的吸水量 \bar{W} 计算式为

$$\bar{W} = \bar{P} - \bar{R}_s \quad (4)$$

式中, \bar{W} 为多年平均年流域地表土壤吸水量, 其它符号意义同前。

由上述流域水量平衡各要素, 可组成如下各项特征系数计算式。即: 多年平均年河川径流系数

$$\alpha_1 = \bar{R} / \bar{P} \quad (5)$$

多年平均陆地蒸发系数 $\alpha_2 = \bar{E}/\bar{P}$ (6)

多年平均年地表径流系数 $\alpha_3 = \bar{R}_s/\bar{P}$ (7)

多年平均年地表土壤吸水系数 $\alpha_4 = \bar{W}/\bar{P}$ (8)

多年平均年降水下渗补给系数 $\alpha_5 = \bar{I}/\bar{P}$ (9)

多年平均年土壤水下渗补给系数 $\alpha_6 = \bar{I}/\bar{W}$ (10)

多年平均年河川径流稳定系数 $\alpha_7 = \bar{R}_g/\bar{R}$ (11)

2. 资料依据

本文计算资料以我国常规水文资料为基础,所用资料包括建国前气象部门观测资料及建国后水文部门观测资料,实测年限以21—30年最多。资料主要依据1972年全省各地、市水文站刊布的《水文特征统计》数据和用《水文年鉴》进行核对,保证资料的精确和可靠性。

二、我省自然地理概况

福建省地处我国东南沿海,北连浙江省,南邻广东省,西接江西省,东隔台湾海峡与台湾省相望;介东经115°50′—120°43′,北纬23°33′—28°19′之间;东西宽约540km,南北长约550km,全省面积121380km²。境内山岭耸峙,丘陵起伏,山地丘陵面积约占全省面积的90%,冠于我国东南沿海各省,素有“东南山国”之称,整个陆域地势自西北向东南呈阶梯状降落,最高一级为武夷山、杉岭和仙霞岭组成的闽西北大山带,主峰黄岗山,海拔2158m,为本省最高山峰;次一级为博平岭、戴云山和鹫峰组成的闽中大山带,主峰戴云峰,海拔1856m;最低一级为闽东南沿海的低丘、平原带,闽西北大山带和闽中大山带构成全省地形的骨架,山势走向大致与海岸线相平行,宏观地貌呈两起两伏。

福建省地处亚热带,倚山面海,季风气候十分显著,表现在随季节有明显的风向、冷热、干湿变化,冬半年福建适处高空东亚大槽的西南部,地面蒙古冷高压的东南侧,气候特征是偏北风多、气温低、雨量少,夏半年则相反,气压形势场东面高、西面低,我省介于地面印度低压和高空太平洋副热带高压之间,偏南风多、气温高,雨量多,气候夏较长冬较短,雨季较长,高温高湿同期,降水有明显的季节变化。

本省海岸线长达3324km,从这里流入海洋的主要河流有闽江、九龙江、交溪、晋江等。总流域面积110299km²;其中在福建境内面积108005km²,在浙江境内面积2294km²。各流域、区域水量平衡计算结果分述如下。

三、各流域、区域水量平衡要素

计算分区的划分主要考虑了气候因素与下垫面因素,使之能反映各分区水量平衡的空间

分布特性,其分区原则是:(1)基本上能反映水量平衡要素的地区差异;(2)应尽可能保持流域水系的完整性,大江大河分段计算,小溪河根据自然地理条件相同的适当合并;(3)便于进行水量平衡分析。按上述原则,我省划分为四个分区,其名称如下:(1)闽江流域(分闽江建溪、闽江富屯溪、闽江沙溪、闽江中下游四段)。(2)闽南诸河(包括九龙江、晋江、木兰溪等流域)。(3)闽东诸河(包括交溪、霍童溪、敖江等流域)。(4)闽西韩江。

1. 闽江流域

闽江是本省最大的河流,发源于武夷山脉和仙霞岭,干支流流经32个县市,全部水量经过福州马尾港流入东海,流域面积 60992km^2 ,其中在福建省面积 59922km^2 ,在浙江省面积 1070km^2 ,全流域多年平均降水总量 $1044.8 \times 10^8\text{m}^3$,平均降水深 1713mm ,全流域陆地蒸发总量 $470.4 \times 10^8\text{m}^3$,平均陆地蒸发量 771mm ,全流域河川径流总量 $574.4 \times 10^8\text{m}^3$,平均径流深 942mm ,其中地表径流量 $412.6 \times 10^8\text{m}^3$,平均地表径流深 676mm ,河川基流量 $161.8 \times 10^8\text{m}^3$,平均基流深 265mm ,全流域降水下渗补给地下水水量 $162.0 \times 10^8\text{m}^3$,平均地下水模数 $26.6 \times 10^4\text{m}^3/\text{km}^2$,全流域地表土壤吸水总量 $632.2 \times 10^8\text{m}^3$,平均吸水量 1037mm 。

2. 闽南诸河

闽南诸河包括有九龙江、晋江、木兰溪等流域,含有25个县市,全部水量流入东海,流域总面积 33913km^2 ,多年平均降水总量 $530.3 \times 10^8\text{m}^3$,平均降水深 1564mm ,全区陆地蒸发总量 $239.0 \times 10^8\text{m}^3$,平均陆地蒸发量 705mm ,全区河川径流总量 $291.3 \times 10^8\text{m}^3$,平均径流深 859mm ,其中地表径流量 $214.9 \times 10^8\text{m}^3$,地表径流深 684mm ,河川基流量 $76.4 \times 10^8\text{m}^3$,平均基流深 225mm ,全区降水下渗补给地下水水量 $76.9 \times 10^8\text{m}^3$,平均地下水模数 $22.7 \times 10^4\text{m}^3/\text{km}^2$,全区地表土壤吸水总量 $315.4 \times 10^8\text{m}^3$,平均吸水总量 930mm 。

3. 闽东诸河

闽东诸河包括有交溪、霍童溪、敖江等流域,含有10个县市,全部水量流入东海。流域总面积 15394km^2 ,其中在福建省面积 14170km^2 ,在浙江省面积 1224km^2 ,全区多年平均年降水总量 $266.0 \times 10^8\text{m}^3$,平均降水深 1728mm ,全区陆地蒸发总量 $93.4 \times 10^8\text{m}^3$,平均陆地蒸发量 608mm ,全区河川径流总量 $172.6 \times 10^8\text{m}^3$,平均年径流深 1121mm ,其中地表径流量 $138.7 \times 10^8\text{m}^3$,平均地表径流深 901mm ,河川基流量 $33.9 \times 10^8\text{m}^3$,平均基流深 220mm ,降水下渗补给地下水水量 $33.9 \times 10^8\text{m}^3$,平均地下水模数 $22.0 \times 10^4\text{m}^3/\text{km}^2$,全区地表土壤吸水总量 $127.3 \times 10^8\text{m}^3$,平均吸水量 827mm 。

4. 闽西韩江

韩江流域在福建省面积 12263km^2 ,境内有汀江、中山河等河流,含有五个县,全部水量流入广东省的韩江。在本省境内多年平均年降水总量 $203.6 \times 10^8\text{m}^3$,平均降水深 1660mm ,全区陆地蒸发总量 $91.3 \times 10^8\text{m}^3$,平均陆地蒸发量 745mm ,全区河川径流总量 $112.3 \times 10^8\text{m}^3$,平均径流深 916mm ,其中地表径流量 $80.8 \times 10^8\text{m}^3$,平均地表径流深 659mm ,河川基流量 $31.5 \times 10^8\text{m}^3$,平均基流深 257mm ,全区降水下渗补给地下水水量 $31.5 \times 10^8\text{m}^3$,平均地下水模数 $25.7 \times 10^4\text{m}^3/\text{km}^2$,全区地表土壤吸水总量 $122.8 \times 10^8\text{m}^3$,平均吸水总量 1001mm 。

四、流域分区水量平衡要素与特征系数分析

流域分区的水量平衡要素与特征系数,是环境水文学中衡量一个流域(或区域)的水量

平衡状态与自然地理环境其它要素间相互关系的重要指标;它用于流域(或区域)之间相互比较,以利于环境生态平衡的研究和水资源的开发利用。

1. 流域分区水量平衡要素分析

我省各流域分区绝大部分属山地丘陵区,只有各河流的下游分别处于沿海四大平原,属沿海低丘平原区,因此,各流域分区的水量平衡要素,在地域分布上有着一定的规律。

(1) 具有明显的地带近似性:首先表现在年降雨量分布的近似性:我省有闽西北大山带与闽中大山带并列分布,因此在大山带迎风面地带的降水量较多,在垂直方向上中山以上地带的降水量也较多。全省各地平均年降水量分布,便存在两条大山带的高值区,并有从东南向西北递增的趋势,各流域分区的年降水量为1779—1296mm,其中闽江上游三大支流:建溪、富屯溪、沙溪,闽东诸河等分区都在1700mm以上,属全国的多雨带(平均年降水量超过1600mm)。而闽江中下游及闽南诸河等分区较少,属湿润带(平均年降水量在800—1600mm)。

其次是年蒸发量分布的近似性:由于我省多雨,下垫面经常处于充分供水的状态中,陆地蒸发主要取决于热能,而我省地域不是非常辽阔,太阳辐射能的各地变化不是很多,所以全省各地平均年陆地蒸发量相对比较稳定,各流域分区的年陆地蒸发量在608—800mm,但也因两大山带排列的影响,山区与沿海、中、低山与平原、台地等地势、气温、风速等因素的综合影响,两大山带间的沙溪、建溪河谷盆地与沿海低丘平原、年陆地蒸发量都较大,在750—800mm之间;而闽北、闽东山区及闽南内陆山丘都略小,约600mm多,总之,各分区相差不是很多。

其三是年径流深分布的近似性:正由于各地陆地蒸发量相对较稳定,相差不大,因此平均年径流深的分布,与年降水量的分布比较相近,各流域分区的平均年径流深为1114—508mm,但分区间相差较大,闽江上游建溪、富屯溪和闽东诸河,皆属全国径流分区的丰水带(平均年径流深超过1000mm),其它各分区则属多水带(平均年径流深在300—1000mm)沿海低丘平原分区为最小,但有508mm,但仍属多水带。

(2) 也有较大的区域差异性:在各流域分区内,由于下垫面的坡降、地势、土壤、植被等条件的不同,因此各分区水量平衡要素间存在着较大的差异,如闽江上游三条支流中的建溪与沙溪,它们都位于闽西北大山带的南侧,两大山带之间地段,但由于建溪分区偏北些,地势略高;沙溪分区偏南,地势略低,所以降水量上建溪分区(1766mm)略比沙溪分区(1714mm)多一些。又由于沙溪分区下垫面的地形、土壤、植被等条件的不同,气温、湿度等小气候条件的差别,因此沙溪分区地表土壤吸水量(1084mm)比建溪分区(1026mm)略多,陆地蒸发(800mm)是各分区中最大值,河川基流等都较建溪分区大,故平均年径流深沙溪分区要比建溪分区少很多,其中地表径流相差达110mm。

又如闽东诸河年降水量(1721mm)与闽江流域年降水量(1711mm)相近,但闽东诸河年径流深(1114mm)比闽江流域年径流深(939mm)多175mm,其主要原因是该区于鹫峰、太姥山脉的群山环抱中,温度低、湿度大,年陆地蒸发量小(608mm),而闽江流域年陆地蒸发量大(772mm)。

再如交溪与晋江,这两个流域都处于闽中大山带的迎风坡,又近海,但交溪流域位于北段鹫峰、太姥山脉的中、低山环抱之中,气温低、湿度大,河流比降也大;而晋江流域处于中

段戴云山山脉南侧,多属低山丘陵,在降水量上交溪流域(1758mm)比晋江流域(1641mm)多117mm,且地表吸水量晋江流域(829mm)比交溪流域(979mm)少150mm,尤其是晋江流域植被破坏较多,土地利用也较充分,且较干旱,陆地蒸发量要比交溪流域约大25%。因此,交溪流域径流深为1150mm,属丰水带,而晋江流域径流深仅881mm,则属多水带。

2. 流域分区特征系数分布

根据上述公式(5)~(11)的计算,获得我省各分区水量平衡的特征系数。由于各流域分区水量平衡要素,具有地带的近似性与区域的差异性,故其水量平衡特征系数同样具有这些明显的规律性:(1)两大山带地区:一般陆地蒸发系数较小,为0.4—0.45,闽东诸河分区为0.353,以交溪流域为最小,仅0.346,河川径流系数都较大,在0.6以上,闽东诸河分区为0.647,以交溪流域为最大,达0.654。(2)两大山带之间与沿海低丘平原地区:一般陆地蒸发系数较大,在0.45以上,以闽南沿海低丘为最大,达0.608,河川径流系数都较小,在0.55以下,以闽南沿海低丘为最小,仅0.392。

其它,如地表土壤吸水系数、地表径流系数,都基本上具有上述规律性的分布,降水下渗补给系数、土壤水下渗补给系数、河川径流稳定系数,都由于各分区间变化很小,这些规律性的分布就不甚明显。

3. 几点认识

(1)我省各流域分区的径流系数,多在0.55—0.60间变化,均值0.562;陆地蒸发系数多在0.40—0.45间变化,均值0.438,因此,径流系数多大于陆地蒸发数,并且也大于全国径流系数的均值(0.42),其主要原因是:我省地处我国东南沿海,降水量多,山地面积大(约占90%),植被复盖情况较好,下垫面经常处于充分供水状态,因此陆地蒸发量较少,这是我省水量平衡的一个重要特点,只有闽南沿海低丘平原地区,由于植被少,土地利用充分,并且受沿海风速大等因素的综合影响,因而陆地蒸发系数(0.608)大于径流系数(0.392)。

(2)我省各流域分区的地表土壤吸水系数(多在0.55—0.70,均值0.587)也大于地表径流系数(多在0.30—0.45,均值0.413),只有闽东诸河分区,尤其是交溪流域,由于河床切割深、地表坡度大、土层薄,因而地表径流系数(0.529)大于地表土壤吸水系数(0.471)。

(3)正由于我省植被复盖情况较好,因此各流域分区中,除闽南沿海低丘平原地区外,其降水下渗补给系数(多在0.127—0.175,均值0.149)、土壤水下渗补给数(多在0.229—0.292,均值0.254)、河川径流稳定系数(多在0.243—0.311,均值0.265)等变化均很小,都有相对的稳定性。

(4)地表土壤吸水量中,除大量耗去陆地蒸发外,部分经下渗后补给地下水,成为河川基流的径流量,这是我省水资源中,除降水为主要补给源外,另有一个重要的补给源,水量虽然不大,但较为稳定。闽南沿海低丘平原地区,土壤水下渗补给系数为最小,仅0.141,所以这个地区水资源较紧张,必须充分利用地表径流,大力修建水库,调节水量,以补充枯水季的水源不足。

参 考 文 献

- 〔1〕福建省水文总站及福建省农业区划委员会办公室编, 福建省地表水资源, 福建科学技术出版社, (1985)。
- 〔2〕福建省水文总站及福建省农业区划委员会办公室编, 福建省地下水资源, 福建科学技术出版社, (1986)。

Analysis of Regional Water Budget of Fujian Province

Cai Limin

Abstract

According to the principle of water budget of a closed river basin and starting from the basic concept of environmental hydrology, the author expounds every essential factors of water budget for the main river basins and drainage areas in Fujian Province, he also analyses the essential factors and characteristic coefficients of regional water budget. General concepts of regularity are obtained preliminarily. The resulting concepts of regularity may serve as reliable basis for comprehensive tackling of river basin and for industrial and agricultural production.

Key words environmental hydrology, water balance, river flow, river base flow, factor of runoff, moduls of runoff