

近年我国区域水文研究的若干进展

汤奇成 周成虎

(中国科学院 地理研究所
国家计划委员会)

我国区域水文学的研究是在解放后真正发展起来的。尽管迄今人们对区域水文学仍有不同的认识,例如区域水文学是否可以与水文地理学等同,或是区域水文学是否应隶属于区域地理学等等,但是作为水文学的分支学科是无疑的。区域水文学从整体的观点来研究区域水文情势。区域可以是功能区,如城市、出口加工中心区等,或为自然景观区,如干旱区、喀斯特区等,也可以是行政区。目前,许多水文水利工作者已在致力于区域水文学的研究^[50]。以下略作综述:

(一) 水文要素研究

在水文诸要素中。区域水文近年来的研究主要集中在几个研究比较薄弱的环节,而且大部分是属于概念和计算方法的创新和改进。

1. 径流的时序变化规律

河川径流时序变化规律的研究,包括年内分配和年际变化两个方面。长期以来,对年内分配的阐述一直停留于计算年径流量在不同保证率情况下,各月径流量占年径流量的百分比,这已远远不能满足各方面的需要。目前在这方面已经提出了不均匀系数计算法^[1,2]、集中度与集中期法^[3,4]、二阶有序法^[5]、主成分分析法^[9,29]等许多方法。不均匀系数法初期是从计算水库调节的角度提出的,其概念明确,计算简便。但由于它以月为计算单位,深受日历年的影响。集中度与集中期法和二阶有序法则以日径流量为计算单位,这样可以消去日历年的影响,但同时也增加了计算量。它们的计算结果为一多指标量,即向量。这些指标量共同反映了径流年内分配的各种特征,主成分分析法尤其适用于研究一定区域范围内的年内分配规律,它既考虑了年内分配的空间差异性,也考虑了年内分配的多年变化,实为一较新的研究方向,其缺点在于指标的高度抽象性。

径流年际变化规律多采用数理统计方法进行计算分析,变差系数(C_v)为最常用的指标^[7],但计算方法已从单变量法发展为多变量分析法^[6]。文献^[6]详尽地探讨了多变量分析法的基本思想及其优点。也有人提出了径流多年变化规律研究的有序最优分割法^[7],这种方法尤其适用于较长的径流序列分析,当径流序列较短时,适用效果较差。

总之,径流时序变化规律分析研究的趋势是:从静态的单指标向动态的多指标方向发展,研究的方法和理论正在不断地改进和完善。

2. 径流的空间分布规律

径流的空间分布规律应该是区域水文研究最基本的项目,但这方面的研究成果很少。无论是生产部门,还是研究部门,等直线法一直被广泛地使用着。尽管等直线法具有概念明

确, 表达方式直观等优点, 但大量信息的损失是其致命的弱点。现在已有人开始运用多变量的统计方法来研究径流的空间分布规律^[9,11]。

3. 枯水径流

枯水径流的计算与研究是水文研究中较薄弱的环节之一, 近年来研究内容主要包括枯水径流的频率曲线以及计算预测日。前我国普遍采用的枯水径流理论频率曲线为 P—Ⅲ型曲线, 实际上这种线型在枯水径流的分析研究中不很适用, 因此有人提出用耿贝尔曲线作为枯水径流频率曲线, 并把它与 P—Ⅲ型曲线作了初步的对比分析^[11,15], 当然, 目前我们还很难断定其优劣。枯水径流计算预测过去多采用线性回归预测, 近年来也应用了自回归分析方法^[15]。枯水径流的研究具有理论与实践的指导意义, 时间序列分析方法的应用是一大发展方向。

4. 固体径流

目前区域水文学所开展的固体径流研究得很少, 《中国自然地理——地表水》一书, 曾经初步研究了我国河川固体径流的运动和变化规律。另外, 还有些同志对我国入海年径流量和沙量及其对海洋沿岸的影响作了初步的分析研究^[23,24]。这方面的研究还需进一步加强, 尤其是黄河流域干流及各支流固体径流的分析研究。

5. 产流理论

以前的产流理论多基于入渗理论, 无论是超渗产流还是蓄满产流, 都有地区应用的局限性。近年来已有人提出“景观产流”的观点^[21], 着重研究不同自然景观条件下的产流机制及产流模型。有人还推求了 R—V 地貌单位线的通用公式, 并成功地应用于我国若干流域^[2], 从地理景观角度阐述径流形成规律是非常有意义的, 也是今后区域水文学的一项重要研究内容。

(二) 河流类型与水文区划研究

河流类型一向是区域水文的重要研究内容之一。早期, 郭敬辉等根据河川径流补给以及其他指标, 对我国的河流进行了全面的研究, 尽管这种分类方案当时以定性描述为主, 但迄今仍然是基础。聚类分析方法的应用, 把河流分类的研究推向新的阶段。目前已有许多地区利用这种分析方法来研究河流类型, 并已取得了一批成果^[18,19]。当然这种以定量为主的方法, 并非取代从前的分类研究, 而是进一步发展和深化, 促进河流类型研究理论水平的提高。

我国大规模的区域水文研究工作是从水文区划工作开始的。水文区划不仅研究水文情势在地域上的差异性, 同时也是自然区划的重要组成部分。近年来, 在区划各级指标的量化方面, 已做了大量的工作^[16], 其中主要采用多变量统计分析方法, 如主成分分析法, 模糊聚类分析法等。这样不仅使指标比较客观和定量, 而且能够从诸多的因子中筛选出其中的主要因子, 但进一步解释各定量指标的含义还须更深入地研究。

全国性的区域水文研究始于五十年代, 郭敬辉教授发表了中国地表径流和中国地表径流形成的自然地理因素二篇有代表性的区域水文学的研究论文, 同期还出版了由罗开富教授主编的中国水文区划(初稿)以及水文图集等。1981年出版了中国自然地理——地表水一书,

1) 汤奇成等: 河川径流区域分布规律的初步分析, 1986年。

2) 文康等: R—V地貌单位线通用公式及其在我国若干流域中的应用, 1986年。

系统地研究了中国地表水体的特征。近年来对各水文要素的全国分布规律也进行了大量研究工作^[1,3], 如全国河川径流的不均匀系数的地理分布规律的研究等。最近, 水利部门为水电站规划的需要, 也开展了大量的水文分区的研究工作, 并且取得了一批成果^[1]。

(三) 特殊地区的水文研究

区域水文研究除了对水文要素进行研究外, 更着重于揭示不同景观区和功能区的水文特征。近年来在这方面也做了大量的工作, 扼要地叙述如下:

1. 自然景观区的水文研究 干旱区是近年来结合生产任务进行区域水文研究工作做得较多的地区。无论是理论, 还是实际应用, 都已达到一定水平^{[28]2)}。针对于干旱区所提出的径流形成区与径流散失区的理论以及山前平原地区地下水的补给来源主要来自地表水通过各种不同方式的渗漏所形成的理论, 已为各界普遍接受。由于我国干旱区分布着大量高山, 现代冰川极为发育, 导致水文诸要素包抱降水、径流、蒸发等具有明显的垂直地带性规律^[38,34,35]。环境水文的研究主要集中在新疆的塔里木河流域(包括博斯腾湖)以及甘肃河西走廊的石羊河流域³⁾。共同的结论是: 由于水资源利用的不合理, 导致了水资源在量和质两方面的严重恶化。干旱区水文研究也是国际水文界非常关切的研究内容。近年来我国在这方面的研究没有重大突破, 理论水平提高还不够快。因此, 加强干旱区水文研究的理论研究, 引进新技术、新方法, 以便更多更精确地确定其水文特征。

喀斯特水文在国内一直被认为是水文地质学的研究领域。近年来区域水文在这方面主要进行了二方面的工作: 一是宏观研究, 通过与其他景观区的对比, 找出其水文情势的特殊性^[36,37]; 另一方面是根据实际观测资料进行水量平衡分析计算和预测。目前这方面的工作还很不够, 需要加强研究力量。

2. 功能区的水文研究 这里所指的功能区, 可以为行政区, 也可以为人类活动中心区。这方面的研究多具有很强的应用性和时效性。

1) 城市水文研究。城市水文研究主要为水利部门以及其他生产部门所承担, 着重于研究城市供排水, 城市暴雨产流、城市的水文效应等。作为区域水文工作者, 更应研究城市水文循环的特殊性以及城市的水文效应等环境问题, 目前这方面工作急需加强。

2) 黄淮海平原区研究。这是近年来重点研究的地区: 1) 降水、地表水和地下水三水转化关系分析。这方面研究为正确估算和合理评价、利用水资源提供科学的依据^[35]。此项工作目前还在继续进行, 并已取得了一些初步结论。2) 年径流的还原计算。还原的方法主要是水量平衡法。也有人提出用蒸发量反推河川天然径流量的方法^[10]。这方面工作尽管做得较多, 但理论水平尚待提高。3) 蒸发量的地区分布规律。蒸发量的分析计算一直为众人所瞩目, 目前大部分蒸发计算都基于经验的、半经验半理论的公式。其中陆面蒸发问题尤为复杂, 必须有长期的研究计划。4) 环境水文研究。主要包括两方面: 一是南水北调在调水后将在水文循环以及自然环境的影响; 另一方面是天然水体和水资源受人类活动影响后对生态环境的影响^[26]。

1) 蔡庆胜: 黄河流域水文分区, 1986年。

2) 新疆水文总站编: 新疆地表水资源, 新疆水利厅1985年。

3) 中国科学院兰州沙漠研究所: 甘肃河西地区水、土地资源及其合理开发利用, 1985年1月。

3) 其他一些地区的研究。长期以来,我国地理工作者收集整理了大量的资料文献,并发表出版了大批的论文和专著。就目前看,沼泽着重于探讨沼泽的分布和发展规律,以及沼泽对河川径流的影响,研究地区主要集中在东北的三江平原的沼泽^[41、42]和四川的若尔盖地区。冰川水文研究着重研究冰川积累与消融以及与河川径流的关系,并进行了大量的实际观测,地区主要集中于天山和祁连山。湖泊研究着重于研究作为天然水体的湖泊的物理化学性质、补给来源及其水位的变化,也对湖泊水资源作了初步估算;河口水文研究着重于分析河口的水文特征及其对周围环境的影响,以及河口区水文过程变化的研究。

(四) 今后发展的初步意见

区域水文研究是水文学研究最重要的内容之一。近年来区域水文研究虽然已经取得了较大的成绩,然而无论是从实际需要,还是从学科的发展来看,其进展的速度较慢。许多区域水文的传统领域已有被生产部门逐渐领先的趋势。总结近年来发展中存在的问题,今后应朝着下列几方面努力。

1. 新理论、新方法、新技术的应用 区域水文研究的主要特点之一是宏观性。为了能准确及时也掌握大范围的区域水文特征及动态规律,我们必须在传统的基础上引进新的方法和技术来获得更多更可靠的资料,例如,遥感技术、无线电传输等新技术和能迅速及时处理大量繁杂数据的计算机技术。另外,区域水文学研究的理论水平必须进一步提高,在吸收和总结已有成果的基础上,创立我国特色的理论。不能仅仅满足于对区域水文现象的描述和水文资料的堆积。

2. 加强应用性的研究 城市是人类活动的中心,随着经济的不断增长,城市的规模和数量将不断增加。现在许多城市都存在缺水现象,尤其是北方城市水资源的紧缺问题已成为燃眉之急。缺水已成为城市经济发展的限制因素。

我国地域辽阔,又属于季风气候区,在很长时期内每年防汛抗旱仍然是我国的一件大事。区域水文工作应该结合所在地区对流域的防汛抗旱作出预测。这就要求加强对洪水、枯水及区域水资源系统的结构分析的研究。

干旱区水文的研究也应该加强,这不仅因为我国的干旱区与世界其他干旱区相比,有许多独特的问题需要研究,更重要的是干旱区需水殷切,因此,分析研究我国干旱区水文过程的特征及其未来演变的趋势,为合理开发利用水资源提供科学依据。

我国的喀斯特分布广泛,尤其是集中分布于降水丰沛的西南诸山地,然而西南地区缺水现象普遍,水多而难以利用的问题急需解决。因此,我们深入实际,具体分析各地区地表水与地下水的相互转化关系,从根本上提出解决问题的解决办法。

3. 开展全国性和全球性的基础研究 我国是一个大国,至今仍有许多基本的数据和情况没能搞清。此外,综合性的研究也不够,有待加强。今后要有计划地选择课题,组织力量,开展这方面的研究。

4. 加强联系、交流信息 目前区域水文学的研究力量分散在全国各地,信息交换少,不利于区域水文研究的发展。在中国地理学会第1次陆地水文专业会议上,许多人建议分片建立一些小组开展区域水文研究,为解决这个问题的一个有效途径。同时,我们还应加强合作,形成一个多学科、多层次的研究队伍。

参 考 文 献

- 〔1〕 汤奇成,李秀云:径流不均匀系数的计算和讨论,自然资源,3期,1982年。
- 〔2〕 杨远东:年径流不均系数的分析与计算,自然资源,3期,1983年。
- 〔3〕 汤奇成等:中国河川月径流量的集中度和集中期的初步研究,地理学报,4期,1982年。
- 〔4〕 杨远东:河川径流年内分配的计算方法,地理学报,2期,1981年。
- 〔5〕 周成虎等:河川径流动态变化规律研究新方法——二阶有序法,地理学报,1期,1986年。
- 〔6〕 周成虎等:西北干旱区河川径流年际变化参数的初步研究,干旱区地理,3期,1986年。
- 〔7〕 赖祖铭:西北地区河川径流量变差系数的研究,冰川冻土,1期,1981年。
- 〔8〕 李秀云:东北地区年径流的多年变化规律及预测,地理科学,3期,1982年。
- 〔9〕 杨秉熹等:吉林省河流的主成分分析地理科学,3期,1986年。
- 〔10〕 汤奇成等:淮河流域天然年径流量的初步估算,远距离调水,科学出版社,1983年。
- 〔11〕 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。
- 〔12〕 杨远东:长江流域水平衡三要素分析,地理科学,4期,1981年。
- 〔13〕 张家楨等:长白山地区降水径流分布和变化规律,地理科学,4期,1985年。
- 〔14〕 汤奇成等:新疆枯水径流的初步计算,干旱区地理,4期,1985年。
- 〔15〕 汤奇成等:西北干旱区枯水径流的自相关分析,自然资源学报,2期,1987年。
- 〔16〕 刘恩宝等:划分水文区的模糊数学方法,地理集刊15号,科学出版社,1985年。
- 〔17〕 刘恩宝等:有序最优分割方法在研究河川径流多年变化规律上的应用,第二次陆地水文会议论文集,科学出版社,1986年。
- 〔18〕 刘恩宝:模糊数学在河流分类中的应用,水文,5期,1981年。
- 〔19〕 邓授林等:海滦河流域河流聚类分析,河北师范大学学报,1期,1982年。
- 〔20〕 杨针娘:我国西北地区河流类型,冰川冻土,2期,1981年。
- 〔21〕 沈灿燊等:广西岩溶地区的特殊产流模式探讨,第二次陆地水文会议论文集,科学出版社,1986年。
- 〔22〕 洪嘉璉等:京津唐地区水面蒸发估算及其分布特征,地理研究,1期,1987年。
- 〔23〕 程天文等:我国沿岸入海河川径流量与输沙量的估算,地理学报,4期,1981年。
- 〔24〕 程天文等:我国主要河流入海径流量输沙量、及对沿岸的影响,海洋学报,1期,1985年。
- 〔25〕 刘昌明等:平原地区水量转换关系计算方法的初步探讨,华北平原水量平衡与南水北调研究文集科学出版社,1985年。
- 〔26〕 童鼎钊等:京津渤地区的水资源及其开发利用中的环境问题,地理研究,4期,1985年。
- 〔27〕 汤奇成:天山径流特征分析,地理学报,2期,1979年。
- 〔28〕 汤奇成:中国干旱区水文基本特征,中国干旱区自然地理,科学出版社,1985年。
- 〔29〕 周成虎等:河川径流时序变化规律再探新疆大学学报,2期,1987年。
- 〔30〕 曲耀光:干旱区水资源不合理利用与环境变化及其控制途径,中国沙漠,2期,1982年。
- 〔31〕 杨针娘:中国现代冰川使用地区径流的基本特征,中国科学,4期,1981年。
- 〔32〕 李念杰等:喀喇昆仑山巴托拉冰川水文某些特征的探讨,冰川冻土,2期,1981年。
- 〔33〕 路传琳等:冰川消融及其径流与气温的关系,冰川冻土,1期,1983年。
- 〔34〕 周伯诚等:我国阿尔泰山的降水及河流径流分析,冰川冻土,4期,1983年。
- 〔35〕 李江凤:关于高山降水量的分布,气象科技,8期,1976年。
- 〔36〕 汤奇成等:滇东桂西喀斯特区河流水文初步分析,地理学报,4期,1983年。

- 〔37〕 汤奇成等：海滦河流域晋东地区喀斯特河流水文初步分析，喀斯特地貌与洞穴，科学出版社，1985年。
- 〔38〕 范云崎：西藏内陆湖泊补给系数的初步探讨，海洋与湖沼，2期，1983年。
- 〔39〕 关志华等：西藏河流与湖泊，科学出版社，1984年。
- 〔40〕 朱颜明等：长白山天池水化学 海洋与湖沼，2期，1983年。
- 〔41〕 黄锡畴：试论沼泽的分布和发展规律，地理科学，3期，1982年。
- 〔42〕 陈刚起等：三江平原沼泽对河川径流影响的初步探讨，地理科学，3期，1982年。
- 〔43〕 陈海龙：汉口水文特征的统计研究，地理科学，2期，1985年。
- 〔44〕 云祖铨：珠江三角洲地下水特征，热带地理，2期，1982年。
- 〔45〕 赵伯群等：韩江水文特征对潮洲地区环境的影响，热带地理，4期，1982年。
- 〔46〕 庞家珍等：黄河河口演变Ⅱ：河口水文特征及泥沙淤积分布，海洋与湖沼 4期，1980年。
- 〔47〕 郭敬辉主编：川西滇北地区水文地理，科学出版社，1985年。
- 〔48〕 郭敬辉：中国地表径流，地理学报，4期，1955年。
- 〔49〕 刘吕明：我国水文地理研究工作的进展，水文（专辑），1984年。
- 〔50〕 贺伟程：论区域水资源的基本概念和定量方法，水利水电科学院科学研究论文集第14集，1985年。
- 〔51〕 凌美华等：腾冲航空遥感在水文水利上的若干应用 水利水电技术（水文副刊）2期，1980年。
- 〔52〕 凌美华等：非洲水文图，非洲图集，地图出版社，1986年。

RECENT PROGRESS OF REGIONAL HYDROLOGY OF CHINA

Tang Qicheng Zhou Chenghu

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences
and State Planning Commission of The People's Republic of China)

Abstract

Region is the base of regional hydrological researches. The vagon can be either functional area or physical land-scape area or administrative area.

In recent years, the researches on the hydrological elements have been emphasized on the following aspects:

1. Time series analysis of runoff including annual distribution and interannual variability. The methods such as uneven coefficient, concentration degree and concentration period, two-stage-sequent method, etc, have been

developed in studying annual distribution. The index c , which indicates interannual variability has got improved to be multivariable analysis, and sequential optimal dividing method has been used to study long time series of runoff.

2. Spatial distribution of runoff. Besides contour method, statistical methods of multivariable have been adopted.

3. Low runoff. Gumbel curve is also used as theoretical probability curve to calculate the frequency of low runoff, and time series analysis method has been used to calculate and predict low runoff.

4. Solid discharge. We have made preliminary researches on the runoff and sediment to the sea and their effect on the sea coast.

5. The theories of runoff formation. The concept "land-scape runoff forming" has been developed. The general formula of R-V geomorphic unit hydrograph has also been derived.

As regards river type and hydrologic zonality, some papers have adopted clustering analysis to research river type in many places, and fuzzy cluster and principal component analysis are used.

Particular zone researches includes:

1. Hydrological researches of particular landscape zone. Much work has been done to study arid land and Karst zone.

2. Hydrological researches of functional zone. Much researches on urban hydrology and the Huang-Huai-Hai Plain have been made. Other zonal studies such as of lake, glacier, swamp, estuary have been made.

Although we have made much progress in regional hydrology research, the developing speed is relatively slow. From now on we should give more emphases on the researches about new theories, new methods, new techniques and their application, speed up hydrological study of arid land and karst zones, and found a database, and develop global and country wide hydrological researches.