

世界水文科学与近 40年中国地理范畴 水文科学的发展*

沈灿燊 叶锦昭

(中山大学城市与资源规划系, 广州 510275)

摘要 介绍世界的和我国地理范畴的水文科学研究概况. 前者分别介绍: ① 水文科学体系的形成由水文学 (基础理论) 工程水文学和水资源 (应用学科) 3门学科组成. ② 世界水文科学研究内容及其发展趋势. 国际水文 10年和水文计划 4个阶段的主要研究计划, 以及世界主要国家的研究情况. 后者介绍: ① 我国 3个全国性水文学学术组织. ② 40多年来我国地理范畴水文研究内容: 地理环境对水文和水资源效应, 水文地理和区域水文, 全国及各省水分循环及水量平衡; 河口, 水资源与水环境.

关键词 水文学, 工程水文学, 水资源

1 世界水文科学的形成、现状和发展趋势

1.1 世界水文科学体系的形成

古代, 人们早已注意河流水情变化, 并不断加深对水情的认识, 修建水利工程进行防洪、防旱和储备水量. 古埃及人很早便利用尼罗河泛滥带来的大量肥沃泥沙, 增产农业, 并作出防御洪水灾害措施, 提出了水分循环的初始概念. 双子河流域, 中国黄河和印度等地的人们在与水作斗争中, 加深了对水情的认识, 经科学家延续和发展, 形成了今天的水文学.

18世纪工业革命以前, 水文观测主要为灌溉防洪和航运服务, 随着工业兴起、社会经济发展, 人口增加, 需水量日多, 进而提出了对自然界水的控制、管理和储蓄, 需要修建许多水利工程, 并提出建立工程的水文数据和计算方法, 便逐渐形成一门学科工程水文学. 随着生产的发展, 修筑大型水利工程更需要大量精度高的数据, 推进了工程水文学中的测、报、算体系的建立, 利用遥控、卫星遥感、核等测验手段、自动测算系统, 即时报出准确所需数据, 计算方法中随机理论, 风险度方法, 不断提高; 用各种模型进行长、中、短期预报, 达到要求. 工程水文学是一门应用学科, 已有雄厚的应用基础理

收稿日期: 1995-07-03

* 本文曾在长沙召开的“全国高等院校水文教研会”12届会议上介绍

论, 目前应用很广, 有广阔的前景^[1].

60年代后, 全球各地缺水现象有增无减, 从水量和水质角度来看, 水已经不再是用之不尽, 取之不竭之物, 于是提出了要加强合理开发利用水, 进行科学的管理和分配. 并提出了水资源的概念, 即水是一种有经济价值的自然资源, 是人类生活中不可缺少的资源, 必需进行合理开发利用. 节约和保护的研究. 70年代初, 成为一门新的学科——水资源学^[2,3]. 这门学科发展很快, 其主要研究内容是: ① 水资源的开发利用, 必须使经济效益、环境效益和社会效应三方面都优化. ② 人类活动, 如大规模城市化、大面积砍伐森林等, 对水分循环和水量平衡的影响, 特别是对其某一环节的影响, 如何使之不受到严重破坏. ③ 保护水资源, 使水量不至大量减少, 水质不被污染. ④ 开发利用水资源时, 既要考虑微观问题, 也要考虑对宏观的影响, 即是说必须使经济开发和水资源保护相互适应. 从学科属性来看, 水资源属于应用学科的范畴, 其基础理论绝大部分源于水文学, 许多计算方法则利用工程水文学的方法, 加上经济学、环境学及其它有关学科内容, 开拓成一门内容丰富综合性强的边缘学科^[4].

进行水资源调查和管理所用方法和手段比较先进, 如: 利用空间信息系统, 区域水资源管理系统 (RWRWS) 和地理信息系统 (GIS) 等.

水文学, 是基础理论研究, 属于理科性质. 主要是研究地球上的水分循环和水量平衡理论, 包括各个循环环节, 研究在不同地理环境中的不同变化规律, 人类活动对其影响, 近世水力学、数学、系统论等学科的高尖发展, 以及计算机、遥感等手段技术不断提高, 促进了水文学理论的提高和扩展. 改变了水文学中某些旧概念, 使理论研究走上了新的台阶, 如下渗的湿锋和表层流现象, 喀斯特区地表水和地下水流域的两重性的外流, 补给现象, 使下渗理论和喀斯特区三水转换模型都有所突破, 大大推动了对水循环机制的进一步认识, 给地球上 4 个圈层的水量转换和交替现象带来了新的论据. 一般来说, 基础理论研究的新成就带动了应用学科的发展, 如新的工程水文学计算方法和水文预报方法, 水资源学科中新的流域供水优化职能的措施, 都得益于水文学基础理论的新成就, 但目前基础理论研究, 进展得还比较慢. 而应用水文则因生产需要, 发展得比较快, 这种不符合科学发展进程的现象, 妨碍了水文科学的整体发展.

由于生产或其他方面的需要, 水文科学又派生出许多分支学科, 如河流学、陆地水文学、森林水文学, 城市水文学, 等等, 这些学科属于水文的边缘小学科, 在丰富科学起了积极作用, 但在水文科学领域中, 不是主导的. 主要的学科还是: 水文学 (基础理论研究)、工程水文学和水资源 (俱是应用学科范畴) 3 门. 形成了目前水文科学的体系^[5].

1.2 水文学学科目前的研究现状

1965 年联合国教科文组织 (UNESCO) 提出了水文 10 年 (IHD, 1965~ 1974) 计划, 有 100 多个国家参加. 估计由于世界人口增长和生活用水量增加, 工农业持续发展, 相对地可用水量渐缺, 到本世纪末, 人类生活福利情况和可供水资源丰竭有密切关系, 因此, 必需对水资源合理开发和保护进行研究. 另一方面, 水资源的丰竭和变化与当地自然地理环境有关, 也和人类活动情况有关. 如喀斯特区地表水贫乏, 而地下水丰富, 沙漠边缘区蒸发大, 导致干旱, 特别是人类活动, 对水资源影响很大, 如大量砍伐森林, 引

起水土流失,使洪水加重,枯季干旱,水量季节极度集中,增加用水困难.大水库群的兴建,都市化出现,耕作制度的改变,都会引起水资源某些变化,因此,提出了要重视“地理环境(包括人类活动)对水资源影响”的研究^[6].国际水文 10 年,完成了许多课题,取得了较好成绩.继国际水文 10 年,成立了国际水文计划(IHP 1975~1980),第一阶段提出的两项重大课题,牵涉面广,很有研究价值,值得重视.

(1) 水量平衡与水资源估算.包括每个国家,地域和全球,水分循环和水量平衡及其每一个重要环节(降水、蒸发、水汽输送,径流、地下水和水的贮存方式)及其随时空变化的研究.

(2) 人类活动对水环境及水文因素的影响.研究内容比较广泛,主要是探讨人类活动导致水文及水资源的变化,包括排灌系统的发展,城市化、土地利用方式改变,以及河流湖泊、地下水、水库中污染的扩散、稀释、自净过程,及废热方面的研究.

在国际水文计划第 2 和第 3 阶段中(1980~1990 年)^[7]提出了对水土流失,特殊水文区,人类活动对水文过程的预测,气候变化和水文过程相互影响等方面研究.如:① 气候多样性变化与水文过程的相互关系.② 推广在科研中已取得的水土流失和泥沙输送、迁移的研究成果和方法.③ 特殊地区(潮湿地区、积水地区、海岸带、河口和三角洲地区、喀期特区、小岛区、平原地区、山区等)的水文研究.④ 由于人类影响所引起水文过程变化的估价方法.⑤ 水循环各个因素的调查研究水平估价,等等.

在国际水文计划第 4 个阶段中(1990~1995 年)^[8]在巴黎批准的研究总方向是:“揭开水文学与水资源管理的发展,在环境不断变化中所受的影响”.目标为:① 在水资源可能承载力下进行水资源不被破坏的开发;② 研究环境不断变化中的水文;③ 水文科学为水资源合理开发和管理服务.其具体课题,包括:地、气、水系统之间的界面过程;气候变迁与水文系统间的关系;水循环过程中水质的变化;冰、雪在全球水分循环中的作用;特殊地区水文(湿热带、湿温带、干旱、半干旱带、大平原区、不同景观区对比等等);水资源评价和水文计算方法;建立国家水文情报、文件和信息;水文生态模型、水文生态观测、淡水水体的水生态;水资源综合利用和决策风险度考虑;国际水文系统的水文及水管理问题;以及高级水文人才的培养等.

近年来,美国、英国、原苏联、和日本等国家,对水文及水资源的研究,大致可分为下列几方面^[9~11]:① 水资源的储量计算及未来供需方面的估算,并进行合理开发和妥善管理水的研究,研究多目标水利系统最优开发方式.② 从水量平衡角度进行水资源形成过程的理论研究,及各个环节水的计算方法.③ 地理环境(包括人类活动)对水资源系统影响研究,并应用水分循环方法对比.④ 大流域调水,对所在区地理环境所生的效应研究.⑤ 政治、经济政策对水资源合理开发利用及管理的影响.⑥ 水质污染研究.⑦ 开发新水源,如咸水淡化,南极冰山开发,冰川开发,深层地下水开发等.

世界各国水资源丰竭不同,水资源研究重点也相异,如前苏联农田面积大,1985 年统计已达 $2 \times 10^6 \text{ km}^2$,耗水量大而水源不足,研究重点放在灌溉节约用水方面;美国水资源丰富,且法制比较健全,研究偏重于如何利用经济、法律、政治等手段对水资源合理利用和保护.而总的来说各国水资源研究课题为:① 水能利用,多目的综合利用.② 水资源的开发,包括地表水、地下水、潮汐发电、海水淡化等.如“利比亚撒哈拉的

水资源开发”等。③水资源管理。主要是寻求水资源最佳利用方案,节约用水提高经济效益。④研究先进的灌溉措施,提高效率,节约水量。⑤水质保护。包括回收成的再生水资源,如“作为一种未来资源的污水回收”等。⑥水资源生态学研究。由于人类利用水资源不当,或大规模破坏自然活动,导致水资源生态严重破坏和失调,这是新的研究方向。⑦政治经济政策对水资源的影响。水资源开发与所采用的政治经济政策有密切关系^[12,13]。

世界在研究水资源和水文时,采用了大量先进科技手段,如:①遥感与空间技术的应用。如航片、卫片、卫星、雷达等。②在地下水文学中应用类推式计算机,模拟难以观测的地下水情况。③核和放射性技术应用。④随机水文学。⑤确定的线性水文数学模式,确定的非线性水文数学模式。⑥确定的线性水文系统,确定的非线性水文系统。⑦水文学与水资源学的系统方法。

1.3 世界水文科学研究内容的发展趋势

由于目前许多地区都感到水资源不足,如何合理开发利用水资源和保护水资源,寻求解决办法,故水文科学领域中的三门学科,都有着广阔的前景^[14]。

今后,水文科学研究内容的发展趋势,除目前正在开展的有关课题外,将增加^[2,3]。

①对精确估算水的储量。目前许多国家和地区对水的储量是十分粗略的,故国际上普遍提出这项研究。②加深对水份循水量平衡进行研究,尤其是各个环节的研究和提高其方法和手段。③洪水和枯水的研究,包括其出现周期和规律,并能作出较准确的中期和较长期的预报。④都市水资源的研究。城市化后,城市范围内水文过程变化,为城市防洪、供水及排污等一系列城市建设服务,国际上立项研究。⑤继续大力进行地理环境对水文水资源的相互效应研究,特别是人类活动导致水资源质量的变化,是一项有价值的项目。⑥地下水研究,特别是特殊地区地下水的研究^[15]。⑦政治经济政策对水资源合理开发利用及管理的影响。⑧水资源区划,这是宏观的水资源地理分布的综合研究,对进行微观的水资源开发利用,有很大参考价值。

另外卫星和高速数学计算机的发展使水文科学增加新内容:①模拟与模型。主要是各种水文过程的复杂模拟和参数多的模型。②系统方法。将水文和水资源看成一个系统进行研究,是模型化理论的基础,使用系统方法可将水文和水资源系统各要素统一进行研究,探讨它们的变化对系统的影响。

2 我国地理范畴水文科学研究现状

建国后,由于生产的需要,大型水利工程不断兴建,形成了为水利工程服务的水文测报、算系统、模拟模型、随机理论、线性和非线性数学模型,以及水文系统理论等,建立了工程水文方向的学科,取得了显著成就。很多学者作出了突出贡献^[16,17]。

我国幅员广阔,地带性和地区性水文过程差异明显,形成了着重研究地理环境对水文过程影响的学科——地理水文学。成立了中国地理学会水文专业委员会,发表了许多如 [16] [18] 等有价值的论文。成立 3 个全国性水文学术组织:①中国水利学会水文专业委员会,以探讨工程水文学为主,并涉及水文学的基础理论和工科水文数学的学术机构。初由谢家泽、陈家琦、陈志凯等人负责。②中国地理学会水文专业委员会,以研究

地理范畴水文科学基础理论，水文地理和区域水文为主，并涉及应用水文和理科水文教学的学术机构。初由郭敬辉、邓绥林等人主持，继由刘昌明、沈灿燊、杨戊等人负责。

③ 全国高等院校地理系水文教学与科研研究会，以研讨地理系水文教学、教材为主，并涉及水文学基础理论和应用水文学内容，初由邓绥林等主持，后由沈灿燊、黄锡荃等负责。后两个科研组织是地理范畴水文学的学术机构。

近 40 年来，我国地理范畴水文学的研究进展如下^[19-23]。

(1) 地理环境对水文（包括水资源）系统相互效应的研究。我国幅员广阔，南北跨温热两气候带，东西从湿润，半湿润区到干旱区，且地形复杂，降雨、蒸发的地带性的地区性变化大，下垫面差异也大，要合理开发利用和保护每个区域的水资源，必需进行“地理环境对水文及水资源系统相互效应”的研究。这方面较深入研究的有：沼泽地区和亚热带低洼血吸虫区水文特点与开发利用研究；南水北调的调水地区的水文和环境变化；不同类型湖泊水文特征^[24, 25]。新疆干旱区^[26, 27]，黄河半湿润区、长江湿润区，珠江亚热带湿润区水文研究^[28]。喀斯特地区三水转换研究^[15]；以及热带亚热带不同下垫面和地理环境的暴雨径流区产流理论研究等。

1985 年国家教委颁发了 1986~2000 年地理系各学科重点科研方面指导性专题报告，委托中山大学撰写水文学科的《地理环境对水资源系统的效应》^[29]，这方面的研究中山大学在国内占有一定地位。

(2) 水文地理与区域水文的研究^[16]。我国河流众多，所处的地理位置和气候条件差异甚大，四大江河流域面积大，流经的地区不论地形、地质、植被覆盖、土地利用、农耕方式都不同，导致其水情的差异。因而，不但不同流域水文情况各有特点，即使同一大流域，上、中、下游水文也不相同，进行水文地理研究，对水资源的开发利用，防灾、修建水利工程都十分重要。水文地理研究有较强的综合性，需要有广泛的地理知识和较好的水文科学基础。

(3) 水分循环和水量平衡研究。中国水分循环和水量平衡受不同强度的行星风系和复杂地形所影响，南北以秦岭淮河为界，有不同的水分循环过程和输送水量，而在沿海中部、西北地区、青藏高原、湖沼地区和沙漠等地区，都有特殊的小循环和水量平衡模式^[21, 22]。

此外，人类活动对局部水分循环和水量平衡影响研究，也在开展，主要是研究森林被破坏或重植后，局部地区水分循环和水量平衡的变化。

(4) 河口水文研究。中国几个大河口，如长江、黄河、珠江河口，都是对外交通方便，土壤肥沃和主要粮区，加上每年由江河带入的泥沙在河口沉积，形成大片滩涂，被围垦成新的土地。另一方面，河水与潮汐、波浪作用形成了河口区河海交杂的水文系统，余流挟带大量泥沙形成了复杂的泥沙流，而盐水楔、异重流、会潮点、台风暴潮和潮间带的特殊水文作用，对河口发育演变和综合开发利用都有密切关系，故研究河口水文，具有较大的实用意义。

1982~1987 年全国开展海岸带地理综合调查，对全国沿岸浅海水文和河口水文作了详细调查，写出几百万字的报告和出版了许多图集，成为我国最完整和详细的海岸带综合调查文献，对我国海岸带今后建设起了巨大作用。

(5) 水资源与水环境研究. 80年代中期后, 全国地理水文工作者, 针对我国经济蓬勃高速发展, 对水资源大量开发利用后, 对当地水环境的影响如何, 进行研究. 特别以中小流域为单位, 开展如何开发利用水资源, 管理好水资源, 政策和法律调控水资源的不合理滥用, 以及保护水质不被污染等方面的综合研究, 以达到经济效益、环境效益、生态效应三优, 既能增大和资源开发的经济效益, 又保护了水环境. 80年代末期, 广州地理所组织较多高级职称专家及大批有关科技人员和地方人员, 对广东东江流域的水资源如何综合开发利用达到三优, 并估算 2010年的情况, 进行了为期 3年的研究, 被认为有较高水平. 此外, 有关大学都对所在地区, 开展了水资源和水环境研究, 要求经济开发与水环境保护相互适应. 今后, 这方面研究会日益被重视.

总的来说, 建国 40多年来, 我国地理范畴的水文科学研究取得了很大成绩, 论文专著充栋, 对生产建设起了积极作用. 今后研究从发展来看, 除了上述几方面研究仍继续深入外, 水资源与水环境, 是未来 10年的研究重点, 具有广阔前景.

参 考 文 献

- 1 Bras F, Eagleson P S. Hydrology, the forgotten earth science. EOS, 1987, 68 (16): 227
- 2 Proceeding of the Hamburg Symposium: Hydrology of Humid Tropical Region with Particular Reference to the Hydrological Effects of Agriculture and Forestry practices IAHS. publ, 1983, 140
- 3 Proceeding of Exetes Symposium. Improvements of Methods of long term predication of Variations in Groundwater Resources and Regimes Due to Human Activity. IAHS publ. 1982, No. 136
- 4 Burges S T. Trends and directions in hydrology. Water Resources Res. 1986, 22 (9): 1-5
- 5 陈家琦. 水文事业及现代水文发展动向. 水利科技, 1983
- 6 联合国教科文组织. 国际水文计划. 中国委员会秘书处, 1984
- 7 赵珂经. “国际水文计划”第三阶段规则. 人民黄河, 1984, 6
- 8 赵珂经. 介绍国际水文计划第四阶段. 水文, 1990
- 9 Proceeding of second world congress Water for Human Need. 1975, New-Delhi Vol 1-5
- 10 Water for Environment. 1975, Vol 1-4
- 11 The progress of Hydrology. 1986, Vol 1-3
- 12 UNESCO. Hydrology and Water Resources for Sustainable Development in a Changing Environment. Paris. 1989
- 13 UNESCO. Final Report of the Eighth Session of the Intergovernmental Council. IHP, Paris, 1988 June
- 14 刘国伟. 水文科学的历史、现状和趋势, 水文科技情报, 1988, 3 1-5
- 15 沈灿燊, Non-Hortonian runoff generation in humid region of South China The Environment Chinese and American Views. MeThuen and Co Ltd, 1981
- 16 郭敬辉等. 中国地表水 (中国自然地理). 北京: 科学出版社, 1981
- 17 华士乾. 论流域汇流的数学模型. 水利电力部南京水文研究所, 1982
- 18 杨幼章, 章海生. 柴达木盆地水文地理的初步研究. 南京大学学报, 1963
- 19 地理学会水文专业委员会主编. 中国地理学会第一次全国水文论文集. 北京: 科学出版社, 1965
- 20 地理学会水文专业委员会主编. 中国地理学会第二次全国水文论文集. 北京: 科学出版社, 1980

- 21 刘昌明, 杨戩, 沈灿燊主编. 中国地理学会第三次全国水会论文集. 北京: 测绘出版社, 1984
- 22 杨戩, 刘昌明, 沈灿燊主编. 中国地理学会第四次全国水文会议论文集. 北京: 测绘出版社, 1989
- 23 沈灿燊主编. 中国地理学会第五次全国水文会议论文集. 海洋出版社, 1991
- 24 柴岫等. 吉林省东部沼泽的类型及农业利用. 地理, 1964
- 25 金伯欣等. 江汉湖群研究文集. 华中师范大学学报, 1982
- 26 杨利普. 新疆河流年径流量最近计算. 新疆地理, 1973
- 27 汤奇成. 中国干旱区水文及水资源利用. 北京: 科学出版社, 1980
- 28 缪鸿基, 沈灿燊等. 珠江三角洲水土资源. 广州: 中山大学出版社, 1988
- 29 沈灿燊. 我国地理环境对水资源系统的效应. 高等教育部重点科研专题报告, 1984

The Hydro-Science in the World and the Hydro-Science of Geographical Category in China Recent 40 Years

Shen Tsanhsin Ye Jinzhao*

Abstract The paper give a brief account to the research on Hydro-science in the world, and the research on hydro-science of geographical category in China. The forward part introduce (1) The hydro-science has came into a system, and it was composed of the hydrology (pure science), engineering hydrology (applied science) and water resources (applied science) 3 courses. (2) The research plan and research subjects of Internation IHD (1965~ 1974) and Internation IHP (I~ IV, 1975~ 1995). The hydrologic study subjects of the importance countries in the world. The last part introduce (1) The 3 national hydrology society in China. (2) The 5 chief study works on the hydro-science of geographical category recent 40 years in china ① The study of the variances of water resources effects by the different geographical environment (includ the humam activities). ② Research for hydro-geography and regional hydrology. ③ Research for water cycle and water blance in china and each province. ④ Research for estuary, and. ⑤ Research for water resources and hydrologic enviroment.

Keywords hydrology, engineering hydrology, water resources

* Department of City and Resource Planning, Zhongshan University, Guangzhou 510275