

文章编号: 1007-6301 (2001) 04-0347-08

流域水文模型计算域离散方法

万洪涛^{1,2}, 周成虎², 万 庆²

(1. 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101;

2. 中科院北京地理所资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101)

摘要: 常用的概念性水文模型, 能够很好地模拟水文时间变化过程, 但没有考虑水文变量和水文参数的空间变化与空间不均匀性。随着空间数据的获取手段的增多以及空间离散技术的发展, 考虑水文参数和水文变量空间变化的分布式水文模型得到了极大的发展。本文详细介绍了分布式流域水文模型中用到的几种不同计算域离散方法, 并讨论了河道汇流模型中常用到的有结构网格和无结构离散网格。地理信息系统技术对计算域离散有辅助作用, 其有利于无结构离散网格的自动生成和交互修改, 并可结合遥感技术, 使水文模型能获取精确的空间分布的水文参数和水文变量。

关 键 词: 地理信息系统; 流域水文模型; 离散方法; 计算域; 分布式水文模型

中图分类号: P333 **文献标识码:** A

1 引言

水文模型注重于模拟流动水体的时间过程以及地表地下水体中物质输移过程^[1]。其能够很成功地模拟流体的时间动态变化过程, 因此, 对于任何一个水文模型, 得到成百上千计算步骤的模拟结果是很寻常的; 但在已有的水文模型中, 计算域的空间离散一般很简单, 只将计算域离散成为数不多的子计算域, 每一个子计算域的性质被假定为均一的。由于流域水文过程中的空间分异性和复杂性, 使得水文研究人员至今还不能采用数学物理方程来描述径流形成过程中的每一子过程, 在产流、汇流等环节上仍然主要借助于概念性水文模型、水量平衡方程或经验公式。

现有的概念性流域水文模型在结构上与实际水文空间分散性和不均匀性输入是不匹配的。流域降水是分散地、不均匀地降落在流域地面上, 各点产生的径流流至同一出口断面, 它具有分散性输入和集中性输出的特点。在实际应用中考虑这一问题时, 几乎无一例外地采用划分单元面积的方法, 在该单元面积上采用集中输入和集中输出的流域水文模型, 最后将各单元线性叠加成出口断面的流量。这种处理方法是合理的, 如各单元雨量的空间变化、参数不同、产流机制有别、汇流过程不满足线性叠加原理等问题都未考虑。因此, 采

收稿日期: 2001-09; **修订日期:** 2001-11

基金项目: 中国科学院知识创新工程领域前沿项目 (CX DG-D00-05); STA Fellowship (100025) from JST, Japan 资助

作者简介: 万洪涛 (1969-), 男, 江西吉安, 博士, 现正在中科院遥感所进行博士后研究。主要从事地理信息系统与水文模型的集成、地理信息系统及遥感在流域管理中的应用等方面的研究工作。

用数学物理偏微分方程结构, 反映水文变量与参数空间变化的分布式流域水动力学模型进行水文产汇流研究是十分必要的^[2~4]。在分布式水文模型中, 考虑了降雨的空间变化, 计算区域的空间分异, 如土壤与地形的空间分布, 这与以前的概念模型有了很大的差别^[5]。从技术上讲, 要构成分布式水文模型的框架并不难, 关键问题为水文单元划分、空间参数确定、如产汇流机制确定和应用于实际流域的有效模拟算法实现。

2 地理信息系统与遥感的作用

地理信息系统技术和遥感已成为较成熟的工具并常用于水文中。在传统应用中遥感数据和 GIS 分析结果均是作为水文模型的输入数据。遥感和 GIS 既单独又可联合用于水文模型之中, 在联合使用时, 一个有效而又复杂的方法是将遥感数据处理、GIS 分析、数据库操作及模型集成在一个统一的分析系统中。

地理信息系统是一个采集、存储、分析和显示具有空间位置信息的计算机系统, 是处理和分析地理数据的通用技术, 也是地球科学研究的极其重要的技术工具。它包含若干软件工具, 用于输入、编辑、显示空间型和非空间型的地理数据; 利用数据库管理系统有效地存储和管理多源的、海量的地理数据, 可以进行各种查询、检索、统计; 同时它还具有很强的分析功能, 包括地理信息系统中特定意义的空间分析, 如空间数据的叠加分析、缓冲区分析、网络分析、地形分析等^[6]。

GIS 中用于空间数据及非空间属性数据的获取、存储、分析和显示的功能已非常成熟, 并促使 GIS 和环境模型能更好地集成^[7,8]。影响河道变化的复杂因素对数据获取提出了很高的要求, 而这是常规方法所不能满足的。GIS 可提供精确而有效的数据支持, 提取和处理功能, 并有能力处理不同源的数据: 地图、航空照片, 遥感影像和研究区的监测和实测数据资料。

其在水文模型中以下几方面能发挥重要作用: 空间数据管理; 由基础数据层生成新数据层。例如, 用地形数据计算坡度、坡向、汇流路径, 利用水系计算河网密度等工作, 没有 GIS 的支持是十分困难的; 为模型参数的自动获取提供可能。流域水文模型大多是空间分布式模型, 其求解往往需要大量的空间参数, 常规方法获取这些参数是极其烦琐的, 利用 GIS 的数据采集及其空间分析能力, 可以方便地生成这些参数。另外, GIS 与遥感结合更为流域水文模型提供大量常规方法无法得到的信息^[9]。如从遥感数据中提取研究区的土地利用图, 然后根据土地利用图得到各计算网格的糙率系数等; 为水文建模提供技术支持。水文模型的求解往往采用有限差分、有限元等数值解法, 求解时要将研究区剖分成规则格网或不规则格网, 这与 GIS 采用栅格数据结构和不规则三角网管理空间数据的方式非常相似。另外, GIS 中有不少格网自动生成算法可用于生成水文模型中的计算网格^[10];

GIS 有利于分析计算的过程及结果可视化表达。

遥感正经历着从描述性研究向定量研究转变, 在流域离散的过程中, 一般要考虑流域的背景情况, 如流域地形、水系分布、交通路网、水利工程分布、土地利用分布等因素, 而遥感技术可提供精确的背景观测数据^[11,12], 主要是地形数据和土地利用分布数据。同时, 计算域离散之后, 遥感技术有助于水文参数和水文变量的自动获取。例如, 遥感技术可为离散网格提供高程数据。模拟计算需要的网格糙率系数, 与土地利用分布有极大的关系, 遥

感技术恰好可提供精确且实时的土地利用变化监测数据。

3 流域单元与流域离散

在水文模型中, 最常见的方法是将流域视为一个集总系统, 即在整个流域中, 属性是空间平均的, 并且不考虑地形的影响和水文网络的分布。在集总模型中, 空间特征被概化为零维的空间对象。当水文模型需要更详细的空间信息时, 集总系统发展为集总连接系统, 其中整个计算流域被划分为若干个子流域, 每个子流域为一集总系统并且由河网系统连接在一起。

随着计算能力强大的计算机的出现, 当前水文模型研究工作的重点已放在建立能更好地反映研究对象物理力学规律的物理模型上。这就有必要将流域离散成更小的网格单元并得到更多离散子域。这种分布式模型考虑了流域参数的空间分异特性。完全的分布式模型可能是降雨径流模型的发展方向^[13]。当今有不少分布式模型正在开发和使用中, 其中包括 SHE 模型^[14]、Hydrotel 模型^[15]、USGS 降雨径流模型^[16]、SLURP 模型^[17]和WATFLOOD 洪水预报系统^[18]以及 TOPMODEL 模型^[2]。

一个面状单元可多大程度地表达实际空间?不管用于离散计算域的面状单元多么小, 单元内必定存在空间不均匀性, 这是因为: 当被离散的空间对象为多边形, 多边形的边界会穿过格网空间, 所生成的格网则由属性不同的多个空间对象组成, 造成网格属性的空间分异, 行政单元的空间离散就易引起这种结果。被离散的对象具有连续变化的空间属性, 离散之后, 在离散网格边界处形成人为间断。离散对象为离散数据, 此时整个空间只有为数不多的离散数据, 则这些离散点的属性被用来表达为一定空间范围内的空间属性会产生一定的误差^[19]。

流域离散的基本原理多种多样。Wood 等在 1988 年推荐的一种方法是将流域离散成典型单元面积 (representative elemental areas, REA)^[13]。REA 被定义为流域内的面状单元, 当离散单元小至一定程度, 单元内水文特征可看作是均一的。这种离散方法用于 SHE 模型中, wood 等在 1990 认为该模型是完全的分布式物理模型^[20]。由 Freeze (1974) 所完成的早期工作中^[21], SHE 模型用有限差方法对描述地表和地下径流的微分方程组进行联解。模型计算的复杂性使参数调试非常困难, 而且 Jain (1992) 发现模型参数与野外观测值相关关系不好^[22]。

另一种离散方法为水文响应单元方法 (hydrological response unit, HRU)。流域被划分为具有相似水文特性的区域, 如相同的土地覆盖、坡度坡向等。Kite 和 Kouwen (1992) 特别提到其计算单元应建立在 Hydrotel 系统中的格网单元系统、或 USGS 模型中的子流域系统、或 SRM 模型中的高程分带概念的基础上^[23]。在这些软件中, HRU 会产生明显的水文响应, 单元位置只对水流程有影响^[24]。

土壤和水资源分析工具 (Soil and Water Analytical Tools, SWAT) 用于预测管理气候和植被变化、水库调度、地下水利用、水分传输等对大流域水体中沉积物和化学成分的影响。该模型将大的流域细分成性质相似的小区域, 然后分析各小区域与整体的相互作用和相互影响, 各个小区域是通过数据的聚类分析得到, 用聚类方法从地图中消去小的或无关的地理特征, 将详细的信息聚类成概化的值, 使整个流域概化成性质相近的子流域。输入

信息来自文件、数据库、GIS 数据库。特定的信息可单独为每个小区域或整个流域输入。SWAT/GRASS 软件接口程序^[25, 26]可从高程、土地利用、土壤类型和地下水文数据中为 SWAT 获取空间分布参数。

Kouwen 等在 1993 年描述了一种用于方格格网模型中的群体响应单元 (grouped response unit, GRU)^[27]。GRU 是一组具有相同土地覆盖的区域, 一个方格格网可有许多不同的 GRU。将不同 GRU 产生的径流量相加, 然后汇流到河流中^[23]。例如, 两个 GRU 内各种土地类型及其比例一样, 降雨及初始条件一样, 则不管其土地覆盖如何分布, 它们将产生相同的产流量。Kite 和 Kouwen 在 1992 年得出结论, 与集总模型比较, 基于土地覆盖, 以 GRU 方法离散计算域的半分布式流域水文模型能更好地进行调参和验证^[23, 28]。

在 SLURP 模型中^[17], 将流域离散成被称为聚合模拟区 (aggregated simulation areas, A SA) 的单元。一个 A SA 并不是性质均一的区域, 而是一个性质差别相对较小的区域。例如, 土地覆盖可从分辨率小至 10 米的卫星上观测到, 使用这么小分辨率的点数据构建大尺度流域水文模型既不可行, 也是不必要的。因此点群则聚合成更适合于模拟的小区域。这些 A SA 并不一定为正方形、长方形或其他规则形状区域, 并且其形状常基于流域网络形状。对 A SA 的基本要求为 A SA 内的土地覆盖分布和高程已知, 且其产流量所汇入河段已知。在模拟计算时, 流域内的河流系统应详细到一定程度, 使每个 A SA 都能与流域出口相连。

TOPMODEL 可进行流域径流预报及估算流域内土壤含水量空间分布模式, 模型所需输入数据为实测的降雨与蒸发过程数据以及流域的地形数据。模型中至少需估算四类流域参数, 用以描述流域的产流特征。这些参数是用径流来调试的。模型中虽然不直接需要土壤分布信息, 但在估算地下水位和土壤含水量时需要土壤信息。蒸发量的正确估算对模型结果影响非常大。模型需要高分辨率的 DEM 数据, 且模拟区不存在落水洞等水文地貌类型。

4 河道汇流模型中的计算域离散

在河道汇流模型中, 网格、算法和边界处理对模拟实际水流运动同样重要。提高精度和分辨细部特征主要靠离散网格的合理布置和适当加密, 而模型计算量已越来越不成为模型的限制因素。建网基本要求是: 符合流动特点; 易于建立; 比较光滑和规则; 满足精度和计算稳定性要求; 便于组成节约、高效的数据结构; 必要时可随时依解的梯度作适当的调整^[29]。计算域可用有结构网格和无结构网格进行离散 (图 1)。

4.1 有结构网格 (EDM 网格)

最常使用的有结构网格是矩形网格 (图 1a), 尽管计算域不一定是矩形。在有结构网格中, 容易确定格子间的邻接关系, 也利于用差商逼近导数。每个格子的边长比与相邻格子间边长比要满足一定限制, 以保证精度。在计算边界层时可使用拉长的格子, 但需进行坐标变换处理。矩形网格便于组织数据结构, 程序设计简单, 适于各种算法, 处理效率较高。主要缺点是把计算域概化成锯齿形边界, 陆地边界附近出现虚假的曲折水流, 难以处理边界上的奇点 (尤其是内凹点), 边界附近解的误差较大。

贴体曲线网格为有结构的不规则网格 (图 1b), 可更好地拟合计算域边界; 但贴体曲线

网格往往只能对几何形状简单的计算域建立离散网格。当研究区形状复杂时可将研究域剖分为相对简单的子域后再分别建网, 这时需要解决研究区子域之间网格的连接与数值解的协调。

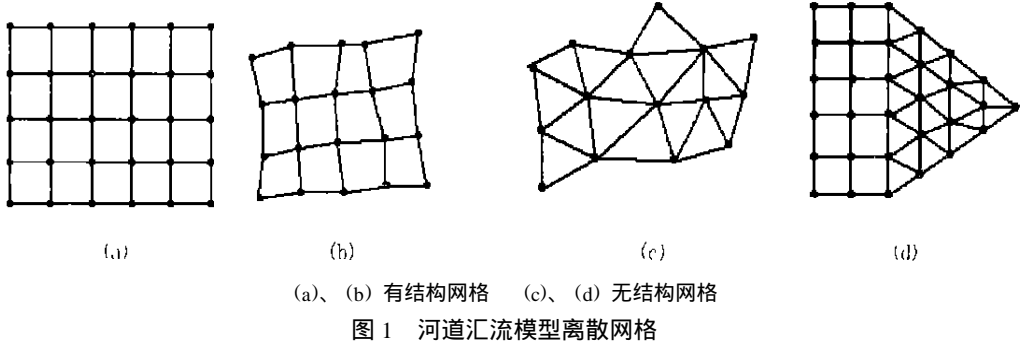


Fig. 1 The computational mesh of the flood routing model

4.2 无结构网格

常用于离散计算域的无结构网格有不规则三角形网和不规则四边形网格(图 1c), 目前倾向于多用凸四边形, 这是因为: 用显式差分格式时, 时间步长可比三角形网格所用者为大; 节点数相同时三角形网格的格子和边的数目为四边形网格的两倍甚至多倍, 因而计算量大; 拉长的三角形上一阶差分方法的精度和稳定性很差; 四边形网格的解较好, 且二阶粘性项较易处理。两者可混合使用, 以四边形为主体, 以三角形为补充, 后者用在局部地形巨变、粗细网格过渡及曲折边界处。无结构网格的优点是: 与边界及水下地形拟合较好, 利于边界条件的实现; 便于控制网格密度, 易于修改和进行适应性调整; 建网比曲线网格容易, 大型三角网可用程序自动生成。缺点是: 格网排列不规则, 需建立适当的数据结构来检索格子间的邻接关系, 占用内存多, 可达有结构网格的几倍; 间接寻址费时, 解的精度较低; 隐格式的求解必须用迭代法, 效率较低; 粘性项处理麻烦, 数值解后处理工作量较大。

无结构网和有结构网格也可结合使用, 在模拟河流等浅水流时, 计算域内部可按流网建立有结构四边形网格, 边界不规则部分镶以三角形(图 1d)。如三角形按前者的行或列布置, 且将三角形处理为某一条边长度为零的四边形, 仍可按有结构网处理。

4.3 特殊类型的网格

对计算域的离散除用有结构网格和无结构网格外, 还可采用如下几种特殊形式的网格对计算域进行离散。

在为迅速扩宽或收缩的水体近似按流网布置四边形网格时, 可以由一个有悬挂式节点(以边中点为节点的)四边形过渡为两个较小四边形。这样, 可尽量避免出现三角形和形状偏斜的四边形。计算时要注意保持该特殊边两侧的通量平衡。

网格密度(空间步长)宜与解的空间梯度相适应(对浅水流, 要与水下地形及水面间断相适应), 这样, 既可提高精度, 又能显著减少计算量。采用密度渐变的网格, 当步长突变会大大降低解的精度; 采用局部加密网格时, 界面处的计算要防止数值波的反射或折射。也可在全局粗网的某个局部区域上, 覆盖另一较密的网格(多重网格法)。后者利用粗网计算所提供结果作为边界条件来计算流场细部特征, 并对粗网上的解产生反馈, 但此时

要注意两者时空步长的配合。

根据情况变化自动调整网格,建立适应性网格。一是几何适应性,如在生成网格和存在动边界时根据域的几何形状作出调整。二是解适应性,在求解过程中不断根据数值解重新分布节点和局部增减节点。常用的探查方法,一是用外插法分析截断误差与网格尺寸的关系,并根据误差选择网格尺寸;二是估算解的局部梯度,不断加密运动间断邻近区域的网格。随着计算机技术的发展,今后提高精度的主要途径是局部适应性加密网格,而不是调整算法,要求格式紧凑,网格间信息传递量要小。

5 结语

现有的流域水文模型在结构上与实际水文空间分散性和不均匀性输入是不匹配的。流域降水是分散地、不均匀地降落在流域地面上,各点产生的径流流至同一出口断面,它具有分散性输入和集中性输出的特点。在已有的水文模型中,计算域的空间离散一般很简单。随着计算能力强大的计算机的出现以及空间数据收集技术的发展,当前水文模型研究工作的重点已放在建立能更好地反映研究对象物理力学规律的物理模型上。这就有必要将流域离散成更小的网格单元并得到更多离散子域。这种分布式模型考虑了流域参数的分布式特性。

用于分布式模型中的离散方法很多,常用的有典型单元面积(REA)、水文响应单元方法(HRU)、群体响应单元(GRU)方法、聚合模拟单元(ASA)方法;在土壤和水资源分析工具包中(SWAT),将大的流域细分成性质相似的小区域,然后分析各小区域与整体的相互作用和相互影响,各个小区域是通过数据的聚类分析得到,用聚类方法从地图中消去小的或无关的地理特征,将详细的信息聚类成概化的值,使整个流域概化成性质相近的子流域。在TOPMODEL中,地表径流的计算是根据可变的饱和含水区,在饱和带内,地下径流用简单的指数方程来计算得到。在河道汇流模型中,主要用有结构网格和无结构网格对计算域进行离散。根据模型算法要求,有时必须用特殊网格对计算域进行离散。对于所有类型的离散网格,GIS都有助于网格的自动生成以及网格内水文参数和水文变量的自动获取。

参考文献:

- [1] Jain S K, Chowdhary H, Seth S M et al. Flood estimation using a GIUH based on a conceptual rainfall-runoff model and GIS[J]. *ITC Journal*, 1997(1): 20-25.
- [2] Beven K J, Kirkby M J, Schofield N et al. Testing a physically-based flood forecasting modelling (Topmodel) for three U. K. catchments[J]. *J. Hydrol*, 1984, **69**: 119-143.
- [3] Wood E F, Sivapalan M, Beven K et al. Effects of spatial variability and scale with implications to hydrologic modelling[J]. *J. Hydrol*, 1988, **102**: 29-47.
- [4] Sivapalan M, Wood E F, Beven K J. On hydrologic similarity 3. A dimensionless flood frequency model using a generalized geomorphologic unit hydrograph and partial area runoff generation[J]. *Water Resour. Res*, 1990, **26** (1): 43-58.
- [5] Sivapalan M, Beven K, Wood E F. On hydrologic similarity 2. A scaled model of storm runoff production[J]. *Water Resour. Res*, 1987, **23**(2): 2266-2278.
- [6] 王让会. GIS与地理分析[J]. *地理科学进展*, 2000, **19**(2): 104-109.

- [7] Fedra K. GIS and Environmental Modelling[A]. In: Goodchild M F, Parks B, Steyaert L (ed.). Environmental Modelling with GIS[C]. Oxford: Oxford University Press, 1993. 35-50.
- [8] Nemani R, Running SW, Band L E et al. Regional hydro-ecological simulation system: an illustration of the integration of ecosystem models in a GIS[A]. In: Goodchild M F, Parks B, Steyaert L (ed.). Environmental Modelling with GIS[C]. Oxford: Oxford University Press, 1993. 297-304.
- [9] 李纪人. 遥感、地理信息系统和水文模型研究[A]. 见: 遥感在中国——纪念中国国家遥感中心成立 15 周年论文集[C]. 北京: 测绘出版社, 1996.
- [10] 马千程 等. GIS 支持下的计算格网自动生成技术[J]. 水科学进展, 1999, 10(1): 37-42.
- [11] 张显峰, 崔伟宏. 运用 RS、GPS 和 GIS 技术进行大比例尺土地利用动态监测的实验研究[J]. 地理科学进展, 1999, 18(2): 137-146.
- [12] 朱会义, 何书金, 张明. 土地利用变化研究中的 GIS 空间分析方法及其应用[J]. 地理科学进展, 2001, 20(2): 104-110.
- [13] Link L E. Compatibility of present hydrological models with remotely sensed data[A]. Proc. 7th Int. Symp. Remote Sensing of Environment. 1983.
- [14] Abbott M B, Bathurst J C, Cunge J A et al. An introduction to the European Hydrological System. SHE, 1: History and philosophy of a physically-based distributed modelling system[J]. J. Hydrol., 1986, 87: 45-59.
- [15] Fortin J P, Villeneuve J P, Guilbot A et al. Developing a modular hydrological forecasting model based on remotely sensed data for interactive utilization on a microcomputer[A]. In: Hydrologic Application of Space Technology. ed. A. I. Johnson, 307-319. IAHS Publ. No. 160, 1986.
- [16] Leavesley G H, Stannard L G. Application of remotely sensed data in a distributed parameter watershed model. In: Application of Remote Sensing in Hydrology[A]. In: Kite G W, Wankiewicz A. 47-68. Proc. Symp. No. 5, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 1990.
- [17] Kite G W, Kouwen C D. Land cover, NDVI, LAI, and evapotranspiration in hydrological modelling[A]. In: Kite G W, Pietroniro A, Pultz T D (ed.). Application of Remote Sensing in Hydrology. 223-240. Proc. Symp. No. 14, NHR I, Saskatoon, Canada, 1995.
- [18] Kouwen N. WATFLOOD: a micro-computer based flood forecasting system based on real-time weather radar[J]. Can. Wat. Resour. J., 1988, 13(1): 62-77.
- [19] Goodchild M F. The state of GIS for environmental problem-solving[A]. In: Goodchild M F, Parks B O, Steyaert L T (ed.). Environmental Modelling with GIS[C]. New York: Oxford University Press, 1993.
- [20] Wood E F, Sivapalan M, Beven K. Similarity and scale in catchment storm response[J]. Rev. Geophys., 1990, 28(1): 1-18.
- [21] Freeze R A. Streamflow generation[J]. Rev. Geophys., 1974, 12(4): 627-647.
- [22] Jain S K, Storm B, Bathurst J C et al. Application of the 'SHE' to catchment in India. Part 2, Field experiments and simulation studies with the 'SHE' on the Kolar subcatchment of the Namada River[J]. J. Hydrol., 1992, 140: 25-47.
- [23] Kite G W, Kouwen N. Watershed modelling using land classification[J]. Wat. Resour. Res., 1992, 28(12): 3193-3200.
- [24] Donald J R. Snowcover depletion curves and satellite snowcover estimates for snowmelt runoff modelling. Phd thesis[M]. University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, 1992.
- [25] Srinivasan R, Arnold J G. Basin scale water quality modelling using GIS. Proceedings, Applications of Advanced-Information Technologies for Management of Natural Resources. June 17-19, 1993, Spokane, WA, USA.
- [26] Srinivasan R, Arnold J G, Muttiah R S et al. Hydrologic Unit Model for the United States (HUMUS)[A]. In: Sam S Y. Wang (ed.). Advances in Hydro-Science and -Engineering, Vol. I, 1993.
- [27] Kouwen N, Souliis E D, Pietroniro A et al. Grouped response units for distributed hydrological modelling[J]. J. Wat. Resour. Plan. Manag. ASCE, 1993, 119(3): 289-305.
- [28] Tao T, Kouwen N. Remote sensing and fully distributed modelling for flood forecasting[J]. J. Wat. Resour.

Plan Manag Div ASCE, 1989, 115(6): 809-823

[29] 谭维炎 计算浅水动力学——有限体积法的应用[M] 清华大学出版社, 1998

The Computational Domain Discretion for Hydrological Model

WAN Hong-tao^{1,2}, ZHOU Cheng-hu², WAN Qing²

(1. Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing 100101, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: In the lumped hydrological model the temporal hydrological process can be simulated very well with no concern to the spatial distribution and spatial variation of the hydrological variable and hydrological parameters. With the increase of the spatial data and the development of spatial discretion technology, the distributed hydrological model, in which the spatial distribution is concerned, is the research focus in the recent years. In this paper the discretion method, which is used to discrete the computational domain of the distributed hydrological model and flood routing model, is discussed in detail. In the distributed rainfall-runoff models there are several computational domain discretion methods, such as representative elemental areas, or REA; hydrological response unit, or HRU; grouped response unit, or GRU; and aggregated simulation areas, or ASA. In the runoff routing model, the computational domain can be discreted into structured mesh and unstructured mesh. The structured mesh can be regular mesh and irregular mesh. In addition, we also elucidate the role of Geographical Information System technology and Remote Sensing in the hydrological model and its computational domain discretion. GIS technology can be used to generate and adjust the irregular and unstructured mesh for the computational domain. In addition, RS can provide the information of relief map and land use map. Based on the GIS and RS, some necessary hydrological parameters can be derived from the relief map and land use map.

Key words: Geographical Information System; Basin hydrological model; Discretion method; Computational domain; Distributed hydrological model