

地理信息系统在水资源评价中的应用初探

王 超

(云南省 水文水资源局, 云南 昆明 650118)

摘要: 水资源调查评价工作是一项长期而重要的工作, 运用 GIS 等计算机技术开展水资源调查评价的分析计算, 对推动水资源调查评价技术的发展具有重要的意义。就 GIS 在水资源调查评价中的应用而言, 国内外还没有深入的研究。其主要内容为: 根据水资源调查评价工作的具体需求, 结合 GIS 基本功能、构成特点, 从水资源空间分析着手探索 GIS 在水资源调查评价中的应用。

关键词: 地理信息系统; 水资源调查评价; 应用初探

中图分类号: X87 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7852 (2005) 01-0031-05

1 地理信息系统概念及应用现状

地理信息系统 (Geographic Information System 简称 GIS) 是一项以计算机为基础的新兴技术, 围绕这项技术的研究、开发和应用形成了一门交叉性、边缘性的学科, 是管理和研究空间数据的技术系统^[1]。在计算机软硬件支持下, 可以对空间数据进行收集处理、查询、建立空间模型、研究各种空间实体及相互关系。通过对多因素的综合分析, 可以迅速地获取满足用户所需要的信息, 并能以地图、图形、数据和报表等形式表示处理的结果^[2]。目前常用的 GIS 软件已达 400 多种, 国外较著名的有 ARC/INFO, GenaMap, MGE, Mapinfo 等; 国内较著名的有 MAP/GIS, Geostar 和 Citystar 等。

地理信息系统的研究应用, 归纳概括起来有两种情况, 一是利用 GIS 系统来处理用户的数据; 二是在 GIS 的基础上, 利用它的二次开发平台开发专用的地理信息系统软件。近年来随着 GIS 的迅速发展, GIS 在城市规划管理、交通运输、测绘、环保、农业、水利、制图等领域发挥了重要的作用, 在水资源调查评价中也得到了广泛的应用, 取得了良好的经济效益^[3]。

2 GIS 在水资源调查评价中的应用

在常用的 GIS 软件中, ARC/INFO8.3 是较为著

名的一个系统, 它集信息采集处理、查询、平面分析、空间分析、二次开发和制图出版于一身, 算法严谨可靠, 可谓是功能强大。在水资源调查评价工作中, 初步探索出了在 ARC/INFO8.3 平台下开展水资源空间分析、平衡分析及分区水资源量的分析方法^[4], 经实际应用和验证, 计算成果准确、可靠, 工作效率得到了较大程度的提高。以下侧重对在 ARC/INFO8.3 平台下进行等值线的辅助绘制、量算, 平衡分析和分区量的计算等方面进行探讨。

等值线的绘制。绘制等值线历来是水资源调查评价的一项基础工作, 在以往的工作中通常采用手工的方式来实现, 其工作量大、进度慢, 在此阶段往往要花费大量的时间和人力资源。在站点密集和分布合理的情况下, 采用计算机辅助的方式可加快绘制等值线进度, 充分发挥工作效能。下面以降水等值线的绘制为例加以说明。

(1) 基本数据的准备。本例中基本数据为降水量一览表, 其基本内容应包括雨量站名称、地理坐标 (东经、北纬)、降水量等内容。对基本数据进行全面的校核和合理性检查之后, 可用 ARC/INFO 中的 ArcMap 软件以地理坐标为依据生成雨量站分布图。

(2) 初步生成等值线。利用 ARC/INFO 空间分析功能, 基于雨量站分布图降水量字段, 选择适当的插值算法生成栅格图像, 并据此栅格图像初步生

收稿日期: 2004-03-08; 修订日期: 2004-06-08.

作者简介: 王超 (1976-), 男, 云南省威信县人, 助理工程师, 主要从事水文水资源计算机应用研究.

成等值线。

(3) 交互修改等值线。根据地形地貌、气候条件等影响因素对初步生成的等值线进行交互修改,使之符合本区域的降水空间分布特性。

由于云南地理、气候条件复杂,降水在水平方向的分布往往不是距离的线性关系,而与高程的关系更为密切,所以由计算机辅助生成的等值线并不能代表云南的实际情况,实际工作中必需结合地形等高线来调整降水等值的走向。但在平原地区,由于地形起伏较小、高程变化不大,降水在水平方向的分布与距离的线性关系较好,此时用计算机辅助生成降水等值线是可行的。

3 水资源的平衡分析

降水、径流、蒸发三要素是否平衡是水资源评价成果合理可靠的基本条件,其过程大体上分为两个步骤:

一是对径流深等值线进行单站合理性检查,这一过程中需对各水文站流域内的等值线进行量算,并将量算结果与实测值进行比较,若二者相对误差超过 $\pm 5\%$ 时需要调整等值线,直至合格为止,实际上这是对等值线进行平面上平衡的合理性检查。

二是对降水、径流、蒸发三要素对照进行合理性检查,首先是降水、径流两张等值线图的主线走向应大体一致,高值区、低值区应基本对应,不应出现一条径流深等值横穿两条或两条以上降水量等值线的情况,否则需对等值线进行调整,直至合格为止;其次是通过分析降水与径流的差值(陆地蒸发)、径流系数的分布情况,来进行综合性合理性检查,实际上这是对降水、径流、蒸发三要素进行空间上平衡的合理性检查。

无论是进行平面上平衡还是空间上平衡,都对等值线进行反复修改、反复量算,在整个平衡过程中每一次调理等值线都需重新量算等值线,工作实为繁琐,充分利用 ARC/INFO8.3 平台的有关功能即可大大减化整个平衡过程,大体步骤如下:

(1) 在 ARC/INFO8.3 环境下,将降水、径流等值线二者的图层叠加在一起,遵循水资源评价的技术要求对等线进行走势的一致性调整;

(2) 根据等高线图层和径流站点分布图绘制选用水文站流域分水线图层,并添加和填写“使用面积”字段,再用 ARC/INFO8.3 的拓扑功能(Topology) 计算生成水文站流域分水线层中各水文

站的“计算面积”;其中“使用面积”为各水文站按有关规定所使用的面积,“计算面积”为 ARC/INFO8.3 实际计算得到的面积;

(3) 用 ARC/INFO8.3 空间分析功能,基于调整后的等值线图生成栅格图像;

(4) 用 ARC/INFO8.3 空间分析功能中分区统计功能,以栅格图像为计算对象、水文站流域分水线为分区底图计算出各水文站各站径流量、降水量,并将计算结果按使用面积进行平差;

(5) 遵循水资源评价按技术要求对初步计算的各站径流量、降水量、径流系数等进行合理性的检查。

在平衡过程中,可能需要不断重复上述 5 个步骤或其中的几个,直至达到平衡的要求为止。

4 分区要素的计算

在水资源评价过程中,各分区的水资源要素通常要用等值线量算方法来得到,云南省的计算分区为 297 个,若用手工各分区逐一量算其工作量之大不言而喻,用 ARC/INFO8.3 空间分析功能中分区统计功能,依据等值线和评价使用的计算分区(行

表 1 雨量资料统计表

Tab.1 The statistics form of the volume of rain data

雨量 站编号	东经	北纬	多年平均 降水量/mm	资料历史 长度/年
ID001	101.867	25.017	861.8	21
ID002	101.667	26.050	897.0	21
ID003	101.317	25.717	823.0	21
ID004	101.867	25.717	657.1	21
ID005	101.233	25.533	774.9	21
ID006	101.517	25.333	898.1	21
ID007	101.283	25.183	824.2	21
ID008	101.533	25.017	867.2	21
ID009	101.600	24.683	943.0	21
ID010	101.167	25.400	803.4	21
ID011	101.017	25.450	744.8	21
ID012	100.967	25.283	823.5	21
ID013	100.950	25.300	756.0	21
ID014	101.067	25.650	943.7	21
ID015	101.000	25.683	850.2	21
ID016	101.133	25.817	724.8	21
ID017	101.267	26.033	805.2	21
ID018	101.383	26.067	1 120.7	21

政分区、水资源分区等),可快速、准确地计算出所有分区的面平均降水量、径流量、陆地蒸发量、水面蒸发量、径流系数等要素,具体可参考上述(1~5中)的有关步骤应用。

5 实例

现以本次水资源调查评价中的某水资源四级区的水资源计算为例加以验证。

5.1 基础资料

选用该四级区及周边地区 103 个雨量站作为主

要站点,统计各站点地理坐标(东经、北纬)、1980~2000 年平均降水量及资料历史长度等资料(见表 1)。站点分布情况见图 1。

5.2 等值线成果

利用计算机辅助生成降水等值线,并依据本地区的地理气候条件,综合考虑各种影响因素后确定等值线高、低值区及其走向,修改后绘制出本区降水等值图,见图 2。同样根据径流、陆地蒸发的实际资料及其影响因素采用上述方法亦可绘制出相应的径流、陆地蒸发等值图,见图 3、图 4。

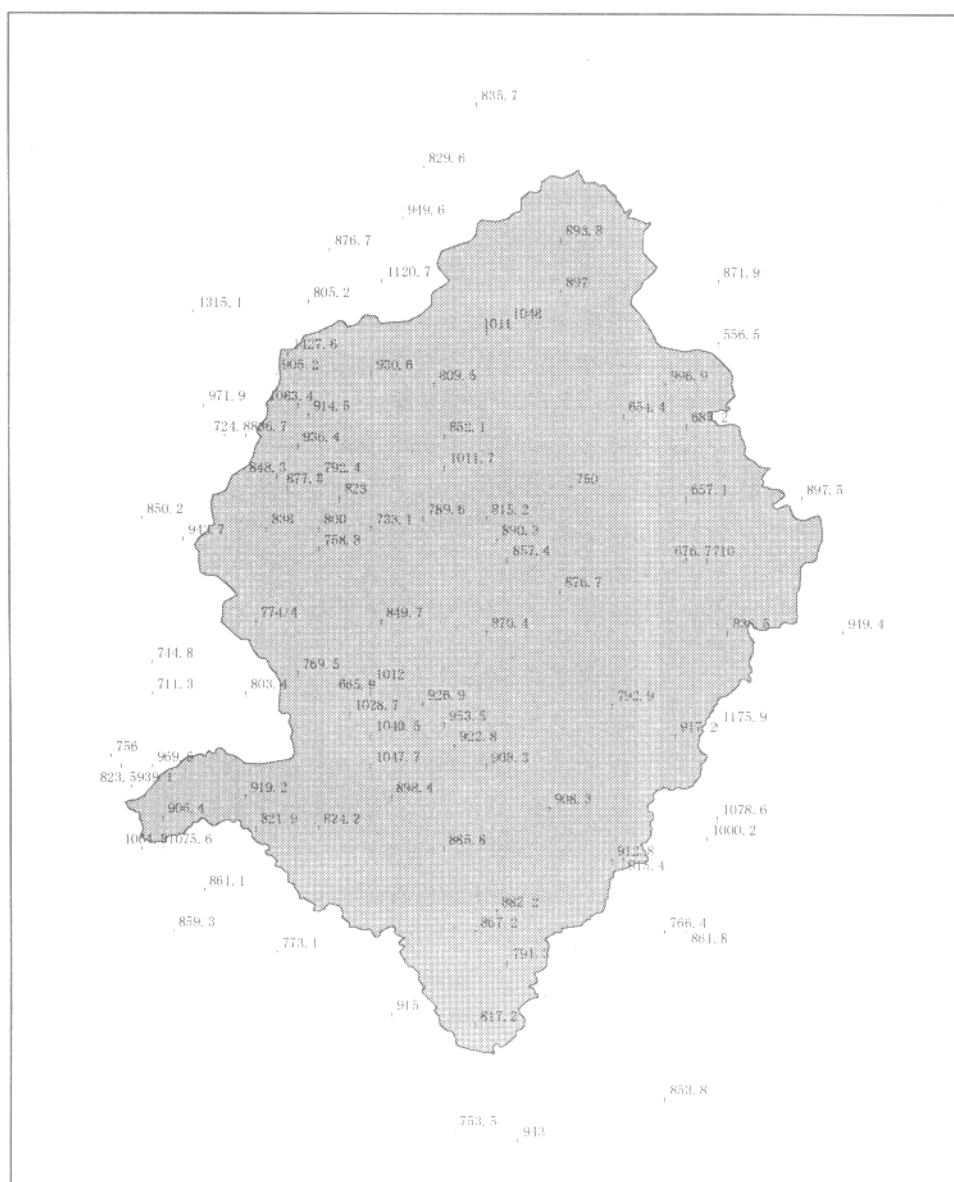


图 1 雨量站点分布图

Fig.1 The distribute diagram of the volume of rain stand



图 2 雨量等值线图

Fig.2 The equivalent line diagram of the volume of rain

5.3 平衡检查

以降水、径流、陆地蒸发三要素的平衡为例，对该方法加以说明。在绘制出降水、径流、陆地蒸发 3 者的等值线后，生成降水、径流等值的栅格图像，以二者栅格图像的差值进一步生成“降水—径流栅格”，叠加上海地蒸发等值线后，即可进行对



图 3 径流等值线图

Fig.3 The equivalent line diagram of path flow

照分析，如图 5 所示，图中蓝色曲线为陆地蒸发等值线，“降水—径流栅格”与陆地蒸发等值线大体上是相吻合的，但局部走势不大一致，甚至“降水—径流栅格”局部地方出现负值，这些地方务必需结合实际情况分别对降水、径流、陆地蒸发分别加以分析，找出不合理的原因，并对 3 者或其中之

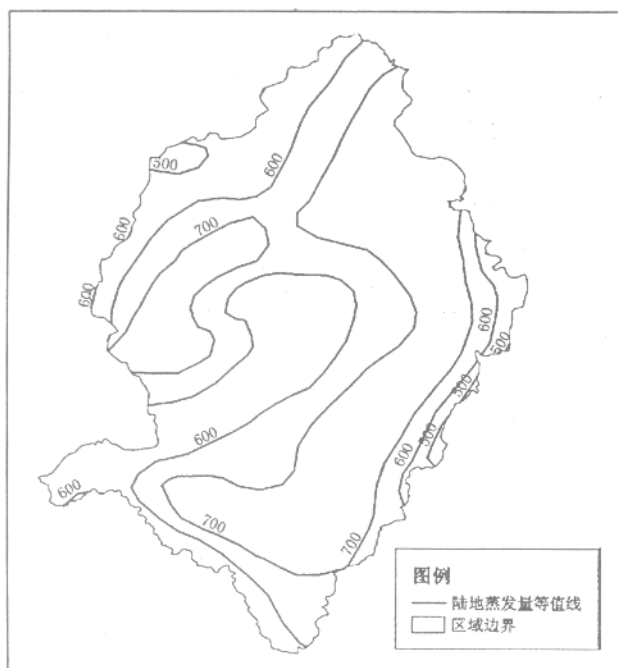


图 4 陆地蒸发等值线图

Fig.4 The equivalent line diagram of land evaporation

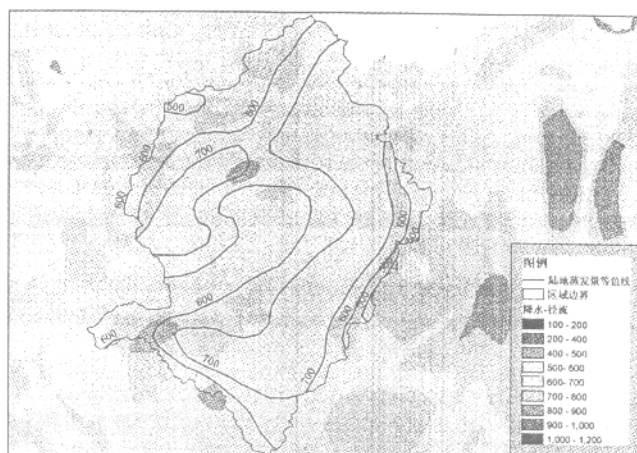


图 5 陆地蒸发等值线与降水—径流栅格对照图

Fig.5 The equivalent line diagram of land evaporation against decline the water-path flow the grid space cheeks

一进行修改，以最终达到三要素平衡的评价标准。

在实际工作中，绘制降水、径流等值线时往往经过仔细严密的分析，且有较为充分的实测资料，依据较陆地蒸发更为可靠，在调整降水、径流、陆地蒸发三要素使之平衡时，可优先调整陆地蒸发等值线。整个平衡过程大多要经过数十次甚至数百次调整，才能真正达到评价标准。为简化这一过程，最为简化的方法是先确定降水、径流等值线，最后由“降水—径流栅格”直接生成陆地蒸发等值线，这也不失为最便捷的方法。

5.4 计算分区评价成果

降水、径流、陆地蒸发三者经过平衡后，可根据各自的等值线直接计算出各计算分区的相应成果，ARC/INFO8.3 空间分析功能中分区统计功能可以完成该项工作，实践证明是可行和可靠的，此处

不再赘述。

6 结论

(1) 在云南省水资源调查评价中上述方法得到了实践验证，具有可靠性和准确性高，科学严谨、快捷适用的特点。

(2) 该方法在云南省水资源调查评价中得到了大量应用，完成了大量分析计算工作，大大提高了工作效率，值得在实际生产中推广应用。

(3) ARC/INFO8.3 是一个庞大、严谨和复杂的地理信息系统，如进一步基于 ARC/INFO8.3 建立相关的水资源调查评价模块和数学模型，那么工作过程将更为简化，水资源评价本身的科技含量将会得到很大程度的提高。

参考文献:

- [1] 张超.地理信息系统 [M].北京：高等教育出版社，1995.10-25.
- [2] 朱光，季晓燕，戎只，等.地理信息系统基本原理及应用 [M].北京：测绘出版社，1997.8-13.
- [3] 马建文，阚积惠.地理信息系统及资源信息综合 [M].北京：地质出版社，1993.5-20.
- [4] 张宏斌，张普.地理信息系统及其在水文资源方面的应用 [J].西北水资源工程，2001，12(2): 61-64.

THE APPLICATION OF THE FIRST EXPLORE IN WATER RESOURCE'S INVESTIGATION AND EVALUATION BY GEOGRAPHY INFORMATION SYSTEM

WANG Chao

(Yunnan Hydrology Water Resource Bureau, Kunming 650118, Yunnan, China)

Abstract: It is a long-term and important work to water resource's investigation and evaluation. It has important meaning in pushing development of the technique of water resource's investigation and evaluation that making use of the computer technique on GIS etc open the analyze and compute of water resource's investigation and evaluation. There is non-thorough research in regard to application of GIS in water resource's investigation and evaluation in domestic and international. It's main content is: according to the concrete need of the work of water resource's investigation and evaluation, join together the basic function of GIS and the characteristic of constitution, explore application of GIS in water resource's investigation and evaluation from analyze water resource's space out-set.

Key words: geography information system; the water resource's investigation and evaluation; the application of the first explore