

新一代水文遥感潜力展望

杨积成

(水利部遥感中心)

摘 要

本文从我国水文遥感技术和应用的现状出发,以降雨量估算、土壤含水量探测、湖泊和巨型水库水位监测及大型水体水温监测为重点,阐述了新一代水文遥感的技术动向和发展趋势,点明了90年代我国水文遥感的研究方向。

关键词 水文遥感 遥感应用 水资源

应用多光谱、多通道、多时相卫星和航空影像进行水资源研究和管理,在我国已广泛采用。80年代以来,由于水资源和环境管理需要的增长,极大地促进了我国水文遥感技术的发展,取得了可观的进步,但与先进国家相比,仍有某些差距。为明确我们90年代的奋斗目标,现将新一代水文遥感的技术动向、发展趋势和前景作一简述。

一、估算降雨量

降雨量是洪水预报的重要依据,因此,如何提高降雨量估算和预报的精度和速度,是防灾、减灾的基础工作,一直受到专家、学者的高度重视。用遥感信息估算降雨量有两种途径,一是应用地面卫星测雨雷达定量测雨的主动遥感,一是应用气象卫星云图估算的被动遥感。本文主要介绍后者。

世界气象组织认为,大面积和重要暴雨可由卫星云图推算雨量,即推算雨区范围和降雨时间,通过云图建立云系与降雨强度、降雨概率的关系,可粗略估算降雨量。用增强处理后的红外图像与地面实测雨量进行相关分析,可绘制短历时雨量等值线图。

采用可见光和红外云图两种方法进行的研究结果表明,红外图像的分析成果与地面资料接近,而可见光的亮度因受地面影响,估算误差较大。用卫星云图估算雨量可以实时地从实测雨量值、云层发展、云顶面积和温度变化的动态过程中分析降雨过程的物理机制,获得改善研究方法的途径。估算降雨量的方法有:

1. Stout-Martin-Sikdar 法

这是一种根据云层存在期估算降雨强度的方法。即根据云层面积总量和区域随时间的变化率可估计积雨云或云群产生的降雨强度,其数学表达式为一线性公式:

$$R_r = a_0 A_c + a_1 \frac{dA_c}{dt} \quad (1)$$

式中, R_r ——某一特定云层的降雨强度, A_c ——云层在时刻 t 的面积, a_0, a_1 ——经验系数。

此公式可用于实时洪水降雨量的估算,每个给定面积的积雨云及其增长速度都产生一个恒等的降雨量。

2. Griffith-Woodley 法

这是一种应用地球同步环境卫星(GOES)的可见和热红外图像测定的云层面积推測到达地面的总雨量的方法。初步研究表明,当降雨云层的顶层温度低于或等于 -20°C 时,降雨量与任何给定的云层图像面积成正比,同云层顶层温度成反比。红外传感器用于观察云顶温度,可见光用来估算云的厚度,按照这些云的特性推算降雨总量是最好的间接统计方法。但 GOES 资料分辨率较低,有待改善,如以微波设备配合测雨,即比单独用红外更为准确。

印度应用印度同步卫星云图资料,将云层分成 16 类,经地面实测等雨量线验证,相关程度很高。我国水利部遥感中心也做过类似研究,相关性也很好。此法最适用于受季风强烈影响的地区,如印度、泰国和中国等。但印、泰属低纬度地区,在季风影响下,对流性降雨比较单纯,我国属中低纬度地区,除受季风影响外,还有其它干扰因素,情况较复杂。

3. Scofield-Oliver 法

这是根据增强红外图像确定特定区域降雨的方法。据研究,(1)可见图像中,亮云产生的雨比暗云多;(2)红外图像中顶部寒冷,面积正在增大的云比面积不增大的云有更多的降雨;(3)正在衰减的云,只有小雨或无雨;(4)云层顶部较冷时产生的雨比其较热时多;(5)云层顶部由冷变暖时,则少雨或无雨;(6)合并后的积雨云的降雨强度大于合并前;(7)云层最高最冷的部分是雷雨最活跃、降雨最多的地方。

云层顶端温度、云层增长情况、云层结构及其它对流系统的关系类别、云层基础高度、顶层高度和地形因素等,均对降雨速度有影响。

美国应用 GOES 可见和热红外资料估算佛罗里达州降雨的结果表明,卫星资料是估算降雨分布面积和降雨量的重要依据。应用增强红外卫星影像估算大面积、长历时降雨,不仅是一种快速、简单的方法,而且可对不同卫星资料估算降雨的效果进行评价。此外,法国、加拿大、肯尼亚等也分别应用不同类型的同步和极轨气象卫星(如 GOES 和 METEOSAT 等)进行过类似的工作。

美国航宇局在未来热带降雨监测任务(TRMM)中使用的传感器,与现有卫星传感器(如 Landsat TM, NOAA AVHRR 和 Nimbuo SMRR)相比,是代表下一代的探测雨量时空变化的最先进设备。TRMM 的降雨成像雷达设备将于 1992 年发射。

二、土壤含水量探测

大面积土壤的含水量状况是防洪、抗旱的重要指标,也是地区性洪水、旱情预报的重要依据,因此,测量大面积土壤含水量是一项非常重要的基础工作。遥感技术可以不受时空的制约,迅速而全面地提供给定地区的降雨及土壤含水量资料。

在正常情况下,土壤水分状况分为干旱、适度、过饱和与地面积水等不同等级,在可见

光范围内通过土体的光谱反射特性即可加以识别。在近红外波段, 由于水体的光谱吸收特性, 其在单波段影像或假彩色合成影像上的明显差异形成了监测土壤表面水分的优势, 当它和一定地貌、一定密度的实地观测相结合时更易于监测旱情和渍涝。由水分差异引起的绿度值的变化, 是 80 年代应用 NOAA 卫星对旱情进行大面积监测的重要依据。

随着遥感技术的发展, 发现土壤水分状况与热红外波段的关系密切, 发展出一种用热惯量监测土壤水分和作物水分的热学法。由于土壤表层温度的日变化和土壤热惯量与太阳辐射、气温、相对湿度、风等外部因素有关, 土壤含水量与热容量成正比, 与地表温度成反比, 因此通过红外遥感土壤表层温度就可计算出土壤含水量。此外, 还有一种最大最小土壤温差法。水具有较大的热惯量, 通过测定土壤的日最高和最低温度很容易确定其热惯量。当其它条件相似时, 潮湿土壤的日温度变化小, 干燥土壤的日温度变化大, 这两个极端温差与土壤湿度成反比关系, 这样, 即可求出土壤含水量。热学法的应用价值虽因地面作物或云层遮盖而受到制约, 但对了解农业墒情仍有一定意义。

微波不仅具有全天候的特点, 而且其反射或辐射强度与土壤含水量存在着良好的相关性, 是一种很有前途的方法。微波遥感有主动和被动两种。主动微波遥感是根据测得的回波信号来确定土壤含水量的。回波信号通常用散射系数表示, 它随土壤表面粗糙度、孔隙率、结构、组成和土壤绝缘性而变化, 而绝缘性又取决于土壤含水量, 因此, 可以建立散射系数与土壤含水量的关系。被动微波遥感是测量来自土壤表面的热发射强度, 并用亮度温度(温度与表面传导系数的乘积)来表示, 湿土壤比干土壤具有较低的亮度温度。被动微波遥感需研究的课题是辐射计的波段选择、土壤表面粗糙率对辐射的影响、辐射仪与地面的夹角对探测的影响、植被覆盖对辐射的衰减作用和不同土壤深度的探测精度等。

三、定期监测大湖和大型水库水位, 建立洪涝和旱情早期预警系统

对 Landsat, SPOT 以及航天飞机数字资料进行计算机自动处理, 对湖泊和大型水库的水位进行实时监测, 为决策部门防洪、抗旱提供决策依据, 是空间遥感技术为国民经济服务的一项重要内容。例如, 埃及的纳赛尔湖, 是世界最大的人工湖之一, 湖面 5180 平方公里, 蓄水 1 570 亿立方米, 灌溉埃及 80 万公顷、苏丹 200 万公顷的农田, 运转着总发电量 100 亿千瓦小时的 12 个发电机组, 其水位的变化, 不仅联系着亿万人民的安危, 而且关联着几个国家的经济发展。换言之, 纳赛尔湖的水位是东非多雨和干旱与否的重要的早期预警参数。如果能够应用空间遥感技术, 包括 Landsat, SPOT 和航天飞机, 监测尼罗河上游的洪涝、旱情, 监测纳赛尔湖水位的长、短变化, 并建立早期预警系统, 对东非和东撒哈拉的防洪、抗旱具有无法估量的社会和经济意义。

四、大型湖泊的水温监测

应用遥感技术监测水体温度变化在国内外均已广泛应用。如加拿大气候中心大气环境处水文气象分部应用 NOAA 和 TIROS-N4 通道测量苏必利尔、休伦、伊利和安大略

等湖的水温, 绘出了湖泊表面温度等温线图, 还建立了水温数据库。

机载热红外传感器, 既可用于探测河流的热污染和热羽流, 也可探测热电厂冷却水池的温度场。分析热电厂出入口水体的温度状况, 可以了解用作冷却水体的河道、水库等是否能满足生产的需要, 为热电厂的规划和管理提供决策依据。“七五”期间, 我国在陡河、望亭等电厂做过这方面的工作, “八五”期间将继续进行这方面的研究。

新一代水文遥感应用的研究, 除上述诸方面外, 还有应用卫星资料和地理信息系统确定流域特性和土地利用变化对水文计算的影响, 估算模型参数, 研究降雨径流模型; 确定雪盖范围对上空气象参数的影响; 遥感技术和地理信息系统数据库在水土保持方面的应用等。它们与上述诸方面一样, 都是水文遥感的技术动向和发展趋势, 限于篇幅, 不再一一赘述。

Potentiality of Remote Sensing for Hydrology in the New Generation

Yang Jicheng

(Remote Sensing Application Center, Ministry of Water Resources, China)

Abstract

China covers vast territory. Its annual mean precipitation is very unevenly distributed from a region to another, and from a year to next year, this is one of the main reasons for the occurrence of natural disaster, such as: flooding drought, soil erosion, landslide, mud-rock flow and so on. In order to protect the natural environment and to prevent the natural disaster extension, we urgently need to clarify the dynamic changes, spatial distribution and quality of water resources. No doubt, remote sensing is an effective means to answer these questions with quick response.

Remote sensing data acquired by satellite and airborne surveys provide an authentic source of information for surveying identifying classifying mapping and monitoring of water resources. Multiband and multirate satellite imagery and aerial photographs have been extensively used in China for water resource studies and management. The increasing needs for water resources and environmental management have significantly promoted the development of remote sensing technology in hydrology in China. The application and technology of remote sensing in hydrology has got remarkable progress in the past years. Compare with developed countries, several projects of remote sensing applications and technology still have some backward. A brief introduction present the potentiality of remote sensing for hydrology in the new generation.

Share of experience in development of remote sensing application and technology is beneficial to scientists of China.

Key words Remote Sensing for Hydrology Remote Sensing Application Water Resource