

石家庄山区水热条件遥感调查研究

李名松,王怀武,谢迎春
(中国地质大学,武汉 430074)

摘要:通过对 TM6 波段数据的计算机分类处理,制成了山区瞬时温度场图,分析了山区水热条件的影响因子,研究了山区瞬时温度场与水热条件之间的关系,探讨了山区水热条件的形成机制及水热气候特点,对山区的水热条件进行了分区。通过野外调查,对山区水热条件分区的生态适宜性进行了评价,为山区水热资源的充分利用、自然环境的优化、农业种植结构的调整和经济可持续发展提供了依据。

关键词: TM6 波段;瞬时温度场;水热条件;适宜性评价

中图分类号: S 127 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-070X(2001)01-0009-06

0 引言

水热是重要的自然资源,水热条件则是构成自然环境的重要因素。要充分利用山区的自然资源,优化山区的自然环境,改善山区农业种植结构,促进山区经济的可持续发展,则必须对其水热条件及分布状况进行调查研究。长期以来,人们常把水和热分开,称之为水资源和热资源,然而自然界中地表水(包括土壤水分)和热是密不可分的,二者互相影响,构成一个统一的整体,而 TM6 波段图像基本能够反映这一整体信息。本文试图应用遥感技术,将水热作为一体进行研究,探讨其形成机制及影响因子,在此基础上,对水热条件进行分区和生态意义评价。

1 研究原理及方法

TM6 是一个热红外通道,其图像亮度值大小主要代表地物热辐射强度的高低,测得的数据主要与地表温度有直接关系。由于地表温度变化率与地表潮湿状况和周日的热容量有关^[1],地面温度的高低受制于辐射的蒸发量和与地面的热交换,与地表湿度密切相关,故 TM6 反映的是地表温度与湿度的复合信息^[2]。因此,TM6 不仅直接反映地表温度信息,也间接反映地表湿度信息,因而可用来进行地表水热条件的调查研究、植物分类及土壤水分鉴定等。

山区地表水热条件的研究关键是制作山区瞬时温度场图。瞬时温度场图的计算机分类处理方案则是根据影响山区温度差异的主要因子确定的。实践证明,在一个纬度跨度不太大的局部地区,海拔高度、地形地貌是影响热量差异的主要因子,而海拔高度往往是影响山区主体气候(水热)的主导因子,导致了山区主体气候的垂直分带(山区气候的主要特点),同时,诸多因子中唯海拔高度是定量参数,可与 TM6 影像数据相对应,易于计算机分类处理。地温测量

数据与海拔高度及 TM6 影像灰度值之间的回归关系表明,在海拔 120~2 140 m 区间内,三者具有良好的线性关系,海拔每升高 100 m,地温下降 0.5~0.6 °C, TM6 影像灰度值递减而湿度增大^[1]。石家庄山区最低海拔 30 m 左右,最高海拔 2 236 m,按 200 m 分段,可分成 12 段,每段温度相差 1.12~1.16 °C。据此,我们每 1.12~1.16 °C 为一区间对山区的 TM6 数据进行密度分割。首先分成 4 个温度区,即低温区、中低温区、中温区和中高温区,然后将每个温度区再分成低、中、高 3 级,即将山区瞬时温度场分成 12 个级别,分别赋予不同的颜色,制作成山区彩色瞬时温度场图,即山区水热场图。该图清晰地反映了山区的水热条件。

2 山区水热条件影响因子及形成机制

2.1 水热条件影响因子

LANDSAT-5 通过本山区上空大约只需要 5 s 时间,全山区基本上是在同一条件下取样,因而影响水热条件观测的条件应是一致的。根据研究,影响山区水热条件的因子有海拔高度、地貌、地形、土壤、植被和纬度等。

(1) 海拔高度作为水热条件的主要影响因子,每上升 100 m,温度下降 0.56 °C ±(相对),但湿度相对增加,据此,制作了山区瞬时温度场图等。

(2) 地貌类型在区域上控制着水热分区,山地和平原温度相对较低,湿度相对较大;丘陵地区则呈现较明显的高温带,地表也比较干燥。

(3) 地形坡向影响光照明显,阳坡日照时间长,温度较高,干燥;阴坡光照不足,温度较低,湿度较大。

(4) 土壤潮湿则温度低,土壤干燥则温度高。另外,土壤的粒度、色调及质量也对水热条件有一定的影响。

(5) 植被发育则土壤温度相对较低且潮湿,植被稀疏则土壤温度相对较高且干燥。

(6) 纬度由北向南,温度场有升高趋势,但在整个山区内变化不大。

2.2 水热条件形成机制分析

水热条件的影响因子不是单一和孤立存在的,而是相互影响、相互作用的,常常是呈互补关系的多个因子共存于一个整体之中。如山地阴坡的光照不足,蒸发量小,土壤潮湿,植被也较发育,因此呈现较低的温度场,这是 5 个因子互补的结果。丘陵地区,由于盲目开垦,植被稀疏,加之光照充分,蒸发量较大,土壤较干燥,土层很薄,个别地方甚至是裸岩,致使丘陵地区温度偏高且十分干燥。

本山区大致以滹沱河为界,南北温度场略有不同,北边略低,南部稍高,年平均气温大于 10 °C 的积温相差近 200 °C,中高温区全部在滹沱河以南,且愈向南愈高,其原因是北部河流水系较发育,土壤相对潮湿,土质较好;山地海拔高度较高,山体逶迤,小气候差异大;植被较发育,覆盖度稍高,另外,纬度也可能是影响因素之一。

2.3 山区小气候特征

山区水热条件造成了大气候背景下的小气候迭加。石家庄山区具有西北季风和东南季风的气候特征,但同时又受小气候因素影响,因此在大气气候和小气候因素的综合作用下,温度场具有复杂的结构,呈现较为复杂的水热分区。因此,在分析山区水热条件状况时,小气候研究

十分重要。石家庄山区西部主要的小气候有地形小气候和森林小气候 ,具体特点如下：

(1)地形小气候^[3] 地形差异是引起小气候差异的最主要原因之一 ,即不同朝向的坡地上获得的热量和水分是不同的。地形对小气候的影响主要表现在地形差异造成太阳辐射能分布不一致和地形对气流的作用两个方面。地形条件改变了气流的方向、速度 ,从而改变近地表热量的交换 ,造成坡地温度条件的差异。地形起伏对温度分布也有影响 ,凸起地形使气温日较差减小 ,凹陷地形使日较差增加。地形对潮湿状况的影响是通过地形对降水、土壤湿度的影响表现出来的 ,风速大 ,降水少 ,风速小 ,降水多。南向坡因辐射条件好 ,蒸发量大 ,所以比较干燥 ;北向坡则比较湿润 ,坡顶始终是干燥的地方。由于坡向对气象要素的影响 ,水热条件分区不是完全按照海拔高度进行的 ,因而山区便出现错综复杂的水热条件分区。

(2)森林小气候^[3] 森林小气候是指由森林以及林冠下灌木丛和草被形成的一种特殊小气候。由于森林等植被的存在和影响 ,使林内的太阳辐射减少 ,风速也减小 ,气候日变化缓慢 ,空气湿度和降水量增大。一般来讲 ,森林中总辐射平均到达量最大值不超过空旷地方的 40% ,若林内有第二林层存在 ,其总辐射到达量更为减少。据有关资料 ,日间林内最高气温比林外低 2.7℃ ,最低气温比林外高 1.7℃ ,而日较差比林外低 4.4℃。森林可以使降水量增加 17.4% ,使蒸发量减少较多。因此 ,森林的存在可以调节气候要素 ,使水热条件有利于植被的生长 ,从而保护了生态环境。

本山区西部小气候明显 ,既有地形小气候 ,也有森林小气候 ,但以地形小气候为主。小气候的形成是多种水热因子互补的结果 ,即使是地形小气候 ,也有森林植被的作用 ,如山体阴坡 ,除地形因子作用外 ,阴坡森林植被发育也促进了小气候的形成。小气候作为山区的一种资源 ,应加以充分利用。

3 山区水热条件分区

通过解译、分析和研究 ,我们将山区的水热条件归纳为 4 大类 ,即低温湿润区(A)、中低温半湿润区(B)、中温半干旱区(C)及中高温干旱区(D)。其面积和分布情况等见表 1 和图 1。

石家庄山区水热条件分区图的分区结果与气象资料分区基本上是一致的 ,个别地区例外。低温湿润区和中低温半湿润区大都位于大于 10℃积温 4 200℃以内的区域内 ,而中高温干旱区大都处在大于 10℃积温 4 400℃以上的区域内 ,中温半干旱区则多处于大于 10℃积温 4 200~4 400℃之间的区域内。只有 B₃片(滹沱河以北的山麓平原)属中低温半湿润区 ,却处在大于 10℃积温 4 200~4 400℃之间的区域内 ,

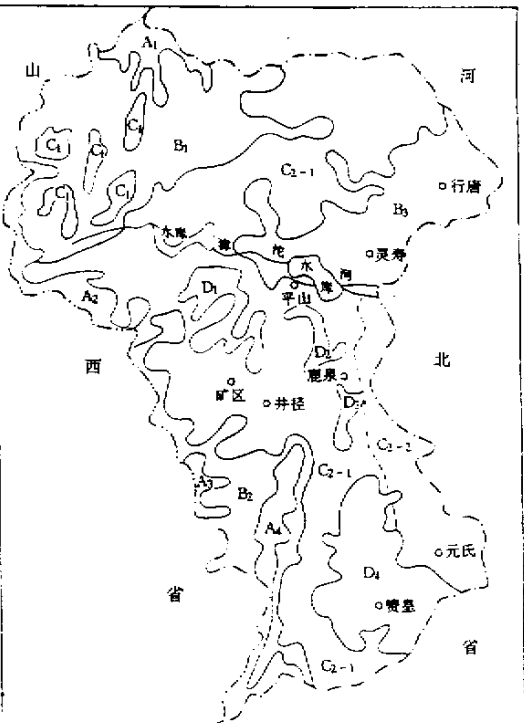


图 1 石家庄山区水热条件分区图(示意图)
A—低温湿润区;B—中低温半湿润区;
C—中温半干旱区;D—中高温干旱区

其原因是该区土壤主要为耕作性潮土 ,湿度大 ,耕作程度高 ,粒度细 ,土质好 ,肥力强 ,植被发育。 C_{2-2} 片(滹沱河以南的山麓平原)虽地形地貌与 B_3 片相似 ,却因区内土壤是耕作性石灰褐土 ,而含钙高 ,土壤较干燥 ,粒度粗 ,土质较差 ,肥力弱 ,故属于中温半干旱区。

表 1 石家庄山区水热条件分区表^①

名称	低温湿润区	中低温半湿润区	中温半干旱区	中高温干旱区
代号	A	B	C	D
面积(km ²)	656.2	2 666.6	4 187.6	640.2
占总面积的百分比(%)	8.0	32.4	50.9	7.8
特征	深山阴坡和森林植被发育区 ,海拔 1 000 m 以上 ,个别地区 800 m 左右	中山及准平原 ,植被较发育 ,土壤好 ,海拔 500 ~ 1 500 m 或 50 ~ 200 m	多为丘陵 ,部分准平原 ,植被少 ,土壤差 ,盲目开垦 ,海拔 50 ~ 500 m	丘陵 ,海拔 100 ~ 500 m ,植被少 ,土壤少 ,乱开垦 ,农业结构不合理

^① 表中所列面积均为投影面积 ,不包括水域面积。石家庄市山区办所辖山区投影总面积为 8 219.6 km²。

4 山区水热条件分区生态评价

(1)低温湿润区(A) 该区多在海拔 800 ~ 1 000 m 以上 ,土地资源丰富 ,山地面积较大 ,但耕地少 ,土壤以棕壤为主。区内水量丰富 ,光照充足 ,但热量条件较差 ,大于 10 ℃积温为 3 000 ~ 3 600 ℃ ,无霜期为 130 d 左右 ,无霜期短。区内人口稀少 ,应以林业为主 ,牧业为辅。区内棕壤湿润 ,是发展林业的良好基地 ,材林应以红桦、白桦、柞树、山杨、山榆、油松林和刺槐为主 ,经济林以核桃和柿子为主 ;牧业以养牛、养羊为主 ,但应适可而止。区内应封山育林和注意小流域治理。本区发展潜力最大的是旅游业 ,这是深山区致富的一条好路子 ,也是国家和地方财政收入的重要途径。区内现有国家级景区 2 处 ,省级景区 3 处 ,景区紧邻石家庄市等大中城市 ,交通较为方便。目前应加强景区管理 ,完善服务设施 ,防止环境污染 ,加大绿化力度 ,扩大景区的绿地面积 ,使景区更加吸引人。

(2)中低温半湿润区(B) 中低温半湿润区大致分成 3 片 ,在图中编号分别为 B_1 、 B_2 和 B_3 , 3 者各具特点。 B_1 、 B_2 片沿海拔 500 ~ 1 500 m 高度分布 ,属中山—低山地区 ,山地广阔 ,土地资源丰富 ,光照充足 ,雨量集中 ,河流多 ,水源丰富 ,植被覆盖度较高 ,牧草资源较为丰富 ,但耕地少 ,热量不足 ,土层薄 ,水资源利用难度大 ,自然灾害严重 ,土壤以褐土为主 ,年平均气温大于 10 ℃积温为 3 600 ~ 4 200 ℃ ,无霜期约 150 d 左右 ,年平均降水量为 600 ~ 760 mm。本区应以林业为主 ,农牧业为辅 ,农牧业为林业让路 ,林业为牧业开源 ,林、牧、农业全面发展。林业种植要多考虑小气候环境 ,阳坡种植刺槐等 ,阴坡种植油松林等 ,经济林以核桃、柿子、枣和栗子等为主。牧业应多养牛、猪、羊、兔等农业应种植玉米和马铃薯等。区内应加大荒山的绿化力度 ,加强小流域治理 ,保持水土 ,富山保川 ; B_3 片海拔高度为 50 ~ 200 m ,包括山麓平原和少部分丘陵与平原过渡区。本区土壤为耕作性褐土和潮土 ,耕作能力强 ,肥力较高 ,河流多 ,地下水丰富 ,水质好 ,土壤潮湿 ,光照和热量条件较好 ,雨热同季适于耕作 ,年平均气温大于 10 ℃积温为 4 000 ~ 4 200 ℃ ,无霜期 190 d 左右 ,是山区最宜农的地区 ,可种植小麦、棉花、花生、玉米等 ,也可适当发展林果业 ,即以粮、油为主 ,兼顾林果业。区内要控制地下水开采 ,积极推广微喷、滴

灌技术,增加土壤有机质的含量和肥力,改善土壤结构,防止沙化,实现高产稳产。

(3)中温半干旱区(C) 该区可分成 2 个略有不同的水热条件区,即西部山区中温半干旱区(C_1 片)和中部及中南部中温半干旱区(C_2 片)。

① C_1 片主要分布在平山县西部山区,海拔 500 m 以上,以小气候区形式表现,多为山体阳坡,土壤为褐土,光照好,热量高,但土壤干燥,土层薄。区内适合种植刺槐、香椿等阳性树种,坡地可适当种植一些玉米。经济林可发展板栗、枣、柿子、花椒及核桃等。本区应加强绿化,防止水土流失,多植草被以保持水土。

② C_2 片是山区面积最广的地区,海拔高度在 50~500 m 之间,主要为丘陵,也有少部分山麓平原和低山。区内光照条件好,降雨集中,雨热同季宜耕种,年平均气温大于 10℃的积温为 4 000~4 500℃,无霜期 180~200 d,但灾害时有发生;土地资源较为丰富,北部为褐土,南部为石灰性褐土,但荒山、岗坡等次地面积较大,土层浅薄,肥力低,水土流失严重;河多,库多,渠多,但水资源利用限制因素多;草地面积较大,利用率高,但产草量低,品种退化。本区属生态脆弱带,人为破坏植被严重,造成了生态环境的恶化。区内应农、林、牧、渔全面发展,大力推广农林间作,多种经营经济作物,如棉花、花生等,大面积种植果树,如红富士苹果等,利用好现有水面发展水产养殖业,推广喷灌等先进技术,合理利用地下水,改善施肥品种,增加有机、复合肥料,防止土地沙化、碱化。区内要大力提倡和鼓励绿化荒山、坡地,植树种草,搞好小流域治理,治理和防止水土流失是今后工作的重点。

因 C_2 片中南部山麓平原的水热条件略有不同(因地形、地貌和土壤不同所致),故在滹沱河以南,以海拔 100 m 为界,将 C_2 分成 C_{2-1} 和 C_{2-2} 两片。其中 C_{2-2} 片应以农为主,是山区较为宜农的地区。

(4)中高温干旱区(D) 该区分布在滹沱河以南的丘陵地区,海拔 100~500 m。区内光照好,热量充沛,年平均气温大于 10℃积温为 4 400℃左右,无霜期近 200 d,热量由北而南递增;降雨集中,雨热同季,但干热风等灾害时有发生;土壤以石灰性褐土为主,土层浅薄,肥力低下,水土流失十分严重,部分地区甚至是裸岩出露,土壤干燥,水资源贫乏,荒山、岗坡等次地很多,林果业发展受到很大限制;草地退化,利用率很低,植被人为破坏严重,畜牧业发展困难。本区当前必须退耕还林,减少耕地面积,大力植草种树,发展林果业,如金丝大枣等土特产品;兴修水利,筑梯田,平整土地,加强小流域治理,制止水土流失;限制放牧,多发展存栏饲养业,如养鸡、猪、兔等;推广立体种植,大力绿化荒山,多植草被,改善生态环境;多发展乡镇企业和旅游业,分散农业人口,促使区内人民早日富裕起来。

5 结 语

石家庄山区水热资源丰富,但热富水贫,且水热资源分布不很合理,局限性很大。水热条件状况最终评价结果见表 2。

从表 2 中不难看出,水热条件最差和较差地区的面积总计为 3 991 km²,占全山区总面积的 48.6%;水热条件最好和较好地区的面积仅占全山区面积的 27.6%;水热条件一般地区的面积占总面积近 1/4。因此,应加大山区绿化力度,控制水土流失,改善生态环境,为山区经济的可持续发展打下一个良好的基础。

表 2 石家庄山区水热条件状况最终评价表

区段	B ₃ 片、A 区	C ₂₋₂ 片、C ₁ 片	B 区	C ₂₋₁ 片	D 区
评价	好	较好	一般	较差	最差
面积(km ²)	1 427.4	836.8	1 895.4	3 350.8	640.2
面积百分比(%)	17.4	10.2	23.1	40.8	7.8
属性	中低温半湿润区(B) 或低温湿润区(A)	中低温半干旱区	中低温半湿润区	中温半干旱区	中高温干旱区

致谢：参加本项研究的还有高林波、陈凤敏、刘金奎、孟显云等同志，在此向他们深表感谢！

参考文献

[1] 薛重生. 地学遥感概论[M]. 武汉 :中国地质大学出版社 ,2000.
[2] 翁笃鸣. 小气候和农田小气候[M]. 北京 :农业出版社 ,1979.
[3] 北京大学遥感技术应用所. TM 图像及其应用译文集[M]. 北京 :北京大学出版社 ,1989.

REMOTE SENSING INVESTIGATION AND RESEARCH ON
CONDITIONS OF WATER AND TEMPERATURE IN
MOUNTAIN AREA NEAR SHIJIAZHUANG

LI Ming-song , WANG Huai-wu , XIE Ying-chun
(China University of Geosciences , Wuhan 430074 , China)

Abstract : In this paper , the instantaneous temperature field was produced based on classifying of TM6 data using computer. The conditions of water and temperature were analyzed according to these maps. It was studied that relation between the instantaneous temperature and the conditions of water and temperature in Mountain Area. It was discussed that the formed mechanism of conditions of water and temperature and characteristic of water and temperature climate. The Mountain Area 's zones of conditions water and temperature were divided. The ecological adaptability in zones of water and temperature conditions was evaluated after field survey. All of these supplied basis for fully utilization of water and temperature resources , optimizing natural environment , adjusting agriculture planting structure , promoting economic sustainable development.

Key words : TM6 band ; Instantaneous temperature field ; Conditions of water and temperature ; Adaptability evaluated

第一作者简介：李名松(1963 -) ,男 ,核工业航测遥感中心高级工程师 ,撰写论文和报告 10 余篇 ,现为中国地质大学自然地理学专业在读硕士生 ,主修国土资源遥感与规划。