

塔里木河下游生态应急输水植被恢复的遥感监测

闫正龙^{1,2}, 汤国安³

(1. 西安理工大学 水利水电学院, 陕西 西安 710048;

2. 陕西煤航地理信息有限公司, 陕西 西安 710054; 3. 南京师范大学, 江苏 南京 210097)

摘要: 利用遥感定量提取技术及植被盖度信息提取模型, 通过输水前与输水后喀尔达依地区的两期 TM 遥感数据植被盖度的对比分析, 监测塔河应急输水工程对下游绿色走廊生态环境恢复的效果。结果表明, 输水后受水地区植被盖度有较好的恢复; 该监测方法技术路线易于实现, 且具有宏观、快速、准确的特点, 有一定的推广应用价值。

关键词: 塔里木河; 遥感; 植被盖度

文献标识码: B

文章编号: 1000—288X(2005)03—0058—03

中图分类号: Q948.15, TP79

Remote Sensing Based Monitor of Vegetation Recovery in Lower Reaches of Tarim River Following Implementation of Emergent Water Transportation Project

YAN Zheng-long^{1,2}, TANG Guo-an³

(1. Research Institute of Geotechnical Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048,

Shaanxi Province, China; 2. GeoInformation Ltd. Company of ARSC, Xi'an 710054,

Shaanxi Province, China; 3. Nanjing Normal University, Nanjing 210097, Jiangsu Province, China)

Abstract: This paper focuses on how remote sensing technology was employed in investigating the variation of vegetation coverage after an emergent water transportation project was implemented. A comparison of two Thematic Mapper(TM) images of 2000 and 2001 in the lower reaches of Tarim River was used to determine the changes in vegetation coverage before and after implementation of the project. The results show that the vegetation coverage in an affected green belt had clearly recovered. The method has potential for broad application due to its flexibility, accuracy and convenience.

Keywords: Tarim River; remote sensing; vegetation coverage

1 前言

塔里木河(简称塔河)是我国最大的内陆河,总面积为 $1.20 \times 10^6 \text{ km}^2$ (我国境内为 $9.96 \times 10^5 \text{ km}^2$)。流域多年平均天然径流量为 $3.98 \times 10^{10} \text{ m}^3$ (入境流量为 $6.30 \times 10^9 \text{ m}^3$), 水资源总量为 $4.29 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 。但是, 20 世纪 70 年代以来, 在水资源的开发利用上, 缺乏流域性统一管理、合理配置, 下游河道来水减少, 使大西海子以下 363 km 的河道断流, 台特玛湖干涸, 地下水位下降, 生态环境日趋恶化。被绿色走廊带分隔的塔克拉玛干沙漠和库姆塔格 2 个大沙漠不仅分别从南向北或从北向南推进, 造成穿越绿色走廊的 218 国道被流沙多处掩埋。如果对荒漠化蔓延的这种现状不及时加以治理, 就会使绿色走廊带很快

消失, 塔克拉玛干大沙漠与库姆塔格沙漠将有合并的危险。

2000 年, 经国家水利部批准, 实施了大西海子水库、博斯腾湖水向塔河下游输送生态用水应急方案。2000 年 5—7 月第 1 次从大西海子水库下泄 $1.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 水量以缓解下游生态用水; 2000 年 11 月 3 日开始实施博斯腾湖第 2 次向塔河下游输送生态用水的方案, 向下游河段共完成生态输水 $2.27 \times 10^8 \text{ m}^3$, 生态输水河段达到 215.6 km; 2001 年 4 月 1 日, 实施第 3 次向塔河下游输水, 这次输水从博斯腾湖调水 $6.0 \times 10^8 \text{ m}^3$, 大西海子水库向下泄水 $3.0 \times 10^8 \text{ m}^3$, 直达台特玛湖。此举既能减轻博斯腾湖防洪压力, 更重要的是抢救塔河下游生态环境, 恢复绿色走廊作用。

收稿日期: 2004-06-16

资助项目: 973 重大基础研究前期研究专项“干旱半干旱地区的环境动力机制重大理论基础研究”(20023CCC01500); 世界银行贷款项目“塔里木河流域生态环境遥感监测系统”

作者简介: 闫正龙(1970—), 男(汉族), 陕西大荔县人, 高级工程师, 长期从事地理信息系统的研究及水文资源的研究开发工作。电话(029) 87862776, E-mail: zhenglongyan@vip.sina.com。

2 监测方案与技术路线

2.1 监测方案与数据源

本次研究选择输水前与输水后的喀尔达依地区2期遥感数据进行全区植被盖度的对比分析,从宏观角度完成塔里木河下游生态应急输水植被恢复的遥感监测,评估塔里木河应急输水工程的综合效益。卫片景号为141/32,时相分别为输水前的2000年6月15日和第3次输水后的2001年7月20日。2期图像均为夏季图像。2000年6月15日第1次输水水流刚刚到达喀尔达依,因此2000年6月15日图像能很好代表输水前的植被状况;第2次和第3次输水水量大,连同第1次输水共同作用使喀尔达依地区地下水位发生了变化,使2001年夏季地表植被发生了明显变化,2001年7月20日正处盛夏,此时的图像能恰当反映输水后植被综合情况。

2.2 植被盖度提取模型

从塔河下游绿色走廊带的生态环境现状来看,除了河道二侧有少量衰败的胡杨外,其余以沙漠为主。TM—3属红光波段,可以根据植被的色调判断植物的健康状况,区分植被的种类和覆盖度。TM—4属近红光波段,此波段避开了 $<0.76\mu\text{m}$ 出现的叶绿素陡坡效应的坡面和 $>0.90\mu\text{m}$ 可能发生的水分子吸收谱带,使之更集中地反映植物的近红外波段的强反射,非常适合于植被、生物量、作物长势的调查。另则,在TM—3和TM—4中,植被和土壤差别较大,因此本研究选择TM—3和TM—4作为植被盖度信息提取的信息源。

植被盖度的大小用“光学植被盖度”来衡量,光学植被盖度的定义为实有植被光学信息量占观测范围内全部为植被光学信息量的百分比,一个像元包括土壤和植被2种信息,混合像元在TM—3, TM—4中的反射率分别为⁽¹⁾:

$$R_4 = C * R_{4v} + (1 - C) R_{4s} \quad (1)$$

$$R_3 = C * R_{3v} + (1 - C) R_{3s} \quad (2)$$

$$\text{则: } C = (R_4 - R_3 - s_0) / (R_{4v} - R_{3v} - s_0) \quad (3)$$

式中: C ——光学植被盖度; R_4, R_3 ——TM—3, TM—4的反射率; R_{4v}, R_{3v} ——全覆盖植被时TM—3, TM—4的反射率; R_{4s}, R_{3s} ——裸土地在TM—3, TM—4中的反射率; s_0 ——裸土地在TM—3, TM—4中的反射率的差值。

对于塔河下游来讲,由于多年断流,河道干涸,地下水位下降,地表干燥,沙漠化现象严重,地表的细颗粒物大多被风吹走,因此地表土壤多为沙土和盐渍土,目前仅存的植被主要是衰败的胡杨林和柽柳。

(1) 本研究区通过量取外围沙漠地区和盐渍土壤的反射率作为裸土地的反射率进行统计。

设第 i 个样点在 TM₄ 的反射率为 R_{4i} , 在 TM₃ 的反射率为 R_{3i} , 则:

$$s_0 = (R_{4i} - R_{3i}) / i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

取多个样点计算得:

$$s_0 = -7.43 \quad (4)$$

(2) 选取灌木荒漠植被地物波谱测试数据作为全覆盖植被时的反射率,有:

$$R_{4v} = 76; R_{3v} = 13 \quad (5)$$

将(4), (5) 结果代入(3) 式, 建立光学植被盖度模型:

$$C = 0.014 R_4 - 0.014 R_3 + 0.104 \quad (6)$$

利用此模型对塔里木河下游典型地段植被盖度进行信息提取。

3 植被盖度提取结果

从对2期TM图像的提取结果来看,研究区植被盖度总体上有所提高,2000年平均盖度为28.9%,2001年平均为33.2%(见表1),提高了4.3%。从图1的2期植被盖度统计曲线可以看出,2001年低植被覆盖区有所提高。主要原因在于:(1) 干旱半干旱地区由于缺水造成生态环境恶化,但是,一旦有水源保证植被盖度能有限度恢复。(2) 塔河下游地区年降水量仅十几毫米,植被生长所需水分主要来源于塔里木河通过地下水补给。塔河下游应急输水后,河道两旁原来稀疏植被地区由于地表、地下水的恢复而逐渐恢复生机。

表1 喀尔达依地区植被盖度统计

年份	最小值	最大值	平均值	变差系数
2000	0.056471	0.880000	0.289014	0.080438
2001	0.007059	0.912941	0.332160	0.095264

4 结论

(1) 通过建立植被盖度信息提取模型,利用遥感定量提取技术实现较大区域植被的动态监测,与常规的方法相比具有直接、宏观、快速、准确等特点,对提取研究区植被覆盖信息,进而评价生态环境变化有很好的利用价值。

(2) 此次应急输水综合效果明显,主要反映在两个方面:一是植被恢复,下游绿色走廊带植被恢复较好;二是河道两侧地下水位回升。从输水后的结果来看,当年受水,当年即有林草生长。因此,通过植被

的长势可有效检验应急输水的生态效益、社会效益和经济效益。但同时我们也应该看到,此次输水只是人工应急输水,仅为临时措施。要使生态环境长期、可持续向良性方向发展,必须对水资源进行统一、科学地管理和调度,恢复下游河道自然水流。上游、源流地区水资源应科学规划,统一管理,加强节水,下游地

区就会得到更多的生态水,生态环境才会得到根本性改善。下游地区以确保下游绿色走廊带生态需水为目标,以干流灌溉农田规划为依据,限制盲目开荒种田,严格执行干流分水方案。实现塔河流域综合治理是实现水资源可持续利用,保障经济社会、生态环境可持续发展的必然要求。

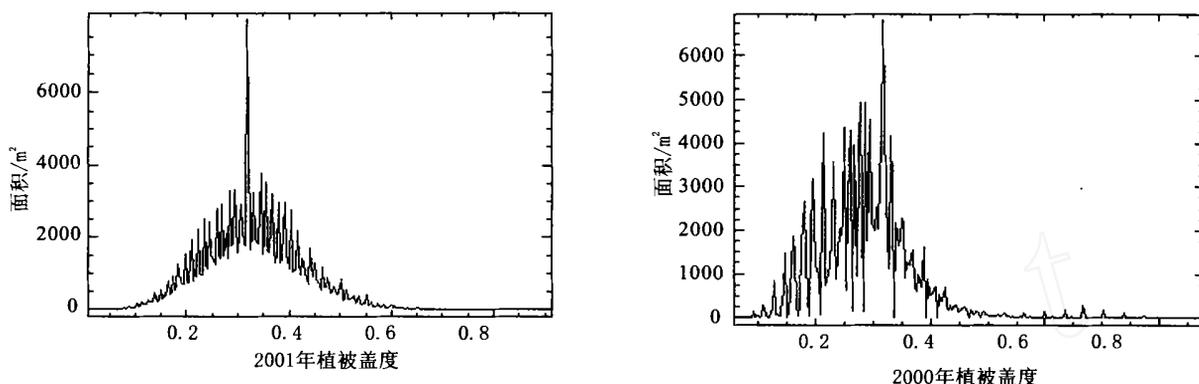


图 1 喀尔达依地区植被盖度统计曲线

(3) 本次研究只是利用了第 2 期的对比资料,虽然能有效地反映植被的恢复状况,但是,塔里木河下游整体生态环境的恢复与演变还需要在地学综合分析模型支持下进行全面、深入的研究,更长时段的遥感监测以及多源信息的综合分析可在其中发挥了积极的作用。

遥感信息丰富,现势性好,宏观性强,能很好地反映植被、水体、土壤等信息。研究塔河下游生态应急输水工程效益的遥感监测,对评估塔河应急输水工程的综合效益,制定调度计划,完善输水与用水措施,维护塔河整个流域与局部地区协调发展,具有重要的科学意义和现实意义。

[参 考 文 献]

[1] 宋郁东,等. 中国新疆塔里木河水资源与生态问题研究

[M]. 新疆人民出版社,2000.

[2] 毛德华主编. 塔里木河流域水资源、环境与管理[M]. 中国环境科学出版社,1998.

[3] 新疆维吾尔自治区水利厅. 塔里木河流域水资源和生态环境问题及对策[M]. 2000.

[4] 王礼先. 植被生态建设与生态用水[J]. 水土保持研究, 2000,7(3):5—7.

[5] 钱正英. 对于塔河流域治理的初步认识[J]. 中国水利, 2000,439(1):1—8.

[6] 杨春伟,等. 塔里木河流域欠水年配水方案的系统动力学分析[J]. 西北水资源与水工程,2001,12(2):1—4.

[7] 杜榜清,等. 新疆博斯腾湖向塔里木河下游生态应急输水问题探讨[J]. 西北水资源与水工程,2001,12(4):55—58.

[8] 韩路,等. 塔里木河流域土地荒漠化的现状、成因及防治对策[J]. 干旱区资源与环境,2001,15(2):16—21.