

文章编号:1673-9469(2009)04-0071-05

## 塔里木河流域遥感波段及重构向量的特征空间分析

王晓华<sup>1</sup>,王树东<sup>2,3</sup>,胡昊<sup>4</sup>

(1.河北工程大学 经济与管理学院,河北邯郸 056038;2.河北工程大学资源学院,河北邯郸 056038;  
3.北京师范大学 地理学与遥感科学学院;遥感科学国家重点实验室;北京市环境遥感与数字城市重点实验室;  
GIS与遥感中心,北京 100875;4.环境保护部信息中心,北京 100029)

**摘要:**遥感波段及其重构向量的特征空间研究是遥感模型构建的基础,针对塔里木河流域下垫面,研究了波段之间、Ts-NDVI、Ts-Albedo、Abedo-NDVI及植被指数之间在特征空间中的表征,并对其物理、生态学意义进行了分析。研究表明:某些特征空间中的点位分布存在一定的规律,这为地物信息提取提供可能,同时也为遥感技术更深一步研究提供借鉴。

**关键词:**特征空间;遥感信息;塔里木河流域;干旱区

**中图分类号:** TP391.41

**文献标识码:** A

### Study on feature space of bands and their reconstructed vectors of remote sensing data in Tarim River Basin

WANG Xiao-hua<sup>1</sup>, WANG Shu-dong<sup>2,3</sup>, HU hao<sup>4</sup>

(1. School of Economic and Management, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China;  
2. School of Natural Resource, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China; 3. State Key Laboratory of Remote Sensing Science; Beijing Key Laboratory for RemoteSensing of Environment and Digital Cities; Center for Remote Sensing and GIS, School of Geography; Beijing Normal University, Beijing, 100875, China;  
4. Information Center, Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China, Beijing, 100029)

**Abstract:** Studies on feature space of bands or their reconstructed vectors of remote sensing data are the basis of remote sensing model in Tarim river basin. This paper studies the characterization between Ts-NDVI, Ts-Albedo, Abedo-NDVI and vegetation index in their feature spaces of underlying surface in the Tarim river basin, and analyzes its physical and ecological significance. Some rules are found in these points distribution of some feature spaces, which could provide foundation for the ground object information extraction and lay the groundwork for the further researches of remote sensing.

**Key words:** feature space; remote sensing data; Tarim River Basin; arid area

特征空间可以理解为由多个个体的特征维构成的多维空间,遥感影像波段及其重构的特征空间被广泛应用于模型构建研究当中。早在 1976 年 Kauth 和 Thomas 提出,在多光谱空间中,将植物、土壤信息投影到多维光谱特征空间的一个平面上,在这个平面上使植被生长的状况的时间轨迹(光谱图形)和土壤亮度值相互垂直<sup>[1]</sup>; Price, Nemani 等研究植被指数与地面温度构建的特征空间,构建了在地表能量流动与物质转换过程的模型<sup>[2-5]</sup>;

Hopeand 等在 Ts-NDVI 特征空间中,揭示 NDVI 和 Ts 耦合空间的时空变化规律与生态学意义<sup>[6-7]</sup>; Derrick 根据可见光波段与热红外波段之间的特征空间散点分布趋势关系建立 NSMI 模型,并有效地监测和预测了雪融的动态变化<sup>[8]</sup>。关于多特征空间,杨枕通过分析和使用地物空间的多种识别特征与影像特征空间之间的对应关系,结合 GIS 中地物环境要素的间接特征空间因子,通过对遥感影像的专题信息的分析,形成了遥感影像特有的

特征空间,在山区玉米种植信息的提取上得到有效应用<sup>[9]</sup>。刘爱霞将改进型土壤调节植被指数、反照率、陆地表面温度、植被覆盖度、土壤湿度作为表征荒漠化指标,并构建特征空间,利用决策树分类方法进行荒漠化动态监测<sup>[10]</sup>。

塔里木河处于世界典型的极端干旱区,生态环境十分脆弱<sup>[11]</sup>,而且下垫面复杂。基于 Landsat TM、MODIS 数据,研究植被指数、反照率、温度、覆盖度等在塔里木河流域下垫面表征,为模型的构建、方法的选择及物理生态意义的揭示做基础。

## 1 数据源的选择与处理

### 1.1 陆地卫星数据

数据处理流程如下:

1)几何精校正。依据尉犁县塔里木乡的阿齐克 1:10 万地形图,对 2006 年 9 月 10 日的 TM 图像采用多项式法,选择了均匀分布的 78 个控制点进行几何精校正。校正的精度较高,RMS 误差在半个像元内。

2)辐射定标。将辐射量度转化为灰度值。

3)大气校正。采用目前广泛认可的 MODTRAN4 大气纠正模型,然后得到波段反射率。

4)热红外数据处理。采用单窗算法,根据罩志豪地表温度演算方法<sup>[14]</sup>,得到物理温度。

### 1.2 MODIS 数据

利用 MODIS 每天及 8d、16d 合成的时间序列的数据,基本上可以获得完备的年内和年际数据集,另外,MODIS 数据的信噪比高,性能稳定,其数据产品在全世界范围内进行验证被证明是可信的并且得到了广泛的应用和认可。

## 2 特征空间分析

### 2.1 波段之间

选择漫溢区、农田、盐碱地、集水区等作为实验点,通过波段构建的特征空间,如图 1 所示。分析表明:波段 1 与波段 2 之间有很强的相关性;在有农田等植被覆盖的地区波段 3 与波段 4 之间的相关性小,而在非植被覆盖区二者的相关性较大;波段 2 与波段 5、7 之间,波段 3 与波段 5、7 之间能够有效分离水体与植被和土壤,波段 2、3 之和与波段 5、7 之和能够有效分离的效果更佳,而对非

植被区相关性较大。波段 1、2、3 同波段 5、7 构成的特征空间中,易于将水体和其它地物相分离,从图中 1 区的信息可以看出水体在波段 5、7 反射率较低而在波段 2、3 的范围为 0-0.2 之间,2 区则是植被、土壤或植被、土壤和水体的混合,3 区下部分为植被,上部分为土壤。水体、植被、土壤主要分布在 1、2、3 区,水体较容易区分,植被与土壤则不如与水体区分明显。水体易于区分的一个主要原因是河流两岸的植被较稀疏,土壤背景的反射率较高,当下垫面含水量增加时,波段 5、7 相比波段 1、2、3 更加强烈的吸收,导致水体信息的分离;波段 3、4 主要区分植被和土壤较明显,波段 3 受色素的影响而强烈吸收,波段 4 由于受到细胞结构的影响形成高反射区所致;波段 1 和 2,相关性非常强,而且波段 1 变化不如波段 2 敏感。

### 2.2 植被指数之间

采用 2006 年的第 161、193、225、257、289 天的 MODIS 的空间分辨率为 250 m 数据,得到的 RVI 和 NDVI 数据做主成分分析,RVI 得到的第一主成分的方差占总方差的 78%,而 NDVI 得到的方差占总方差的百分比为 85%。综合最常用的植被指数 MSAVI、RVI 和 NDVI 特征空间表明:NDVI 起到放大低覆盖植被,压缩高覆盖植被的作用,RVI 与其相反,而 MSAVI 介于二者之间。根据目前常用的两种时间序列遥感指数数据进行主成分分析,具有上述相同的变化趋势(图 2、3)。

### 2.3 NDVI、Ts 与 Albedo

1)Ts-NDVI 特征空间:将散点图(图 4(1))分为 1、2、3 区,1 区为水,2 区为干土,3 区为植被。1 区向 2 区过渡形式为:纯水-水土混合-湿土-干土的过程;2 区向 3 区的过渡形式为:干土-枯枝败叶-低覆盖受干旱胁迫的植被-中等覆盖受干旱胁迫植被-相对高的植被覆盖度;3 区向 1 区过渡形式为:相对高的植被覆盖度-未受干旱胁迫的低覆盖度植被-枯枝败叶和湿土-水。为便于分析,将 NDVI 设为 0 以排除水体对整体三角或梯形形状的影响,形成图 4(2)的近似三角或梯形形状,图 4(1)中 2、3 即为干边 a,1、3 即为湿边 b、c 边与 a 边交点为相对高覆盖度但蒸散量极小的点,b 边与 a 边交点为相对高的覆盖度但蒸散量最大的点。但是塔里木河流域特征 Ts-NDVI 构成

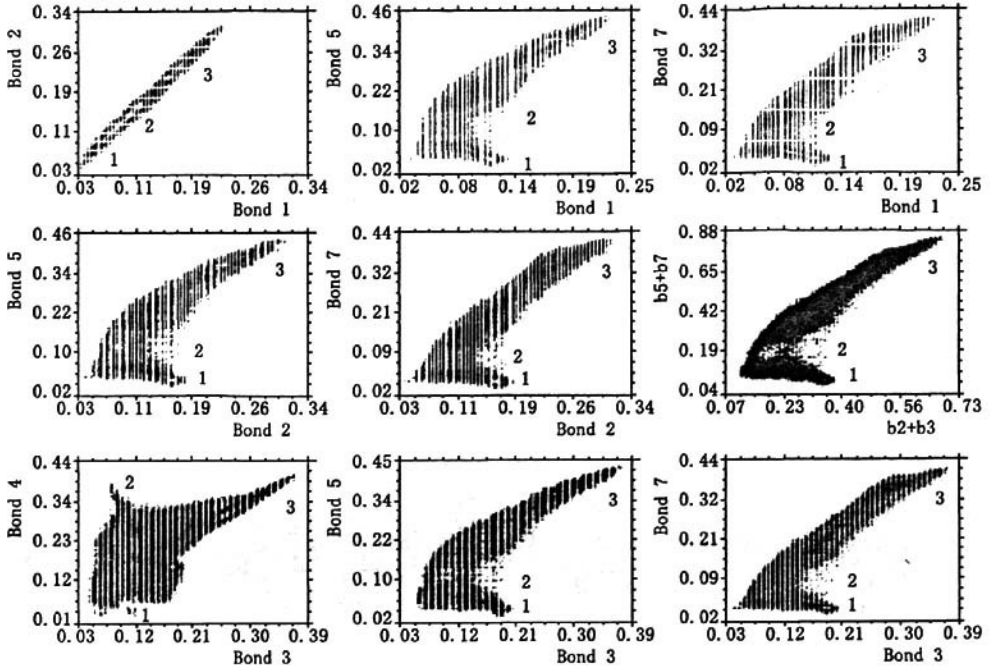


图1 不同波段组合的特征空间

Fig.1 Feature space of various bands of remote sensing

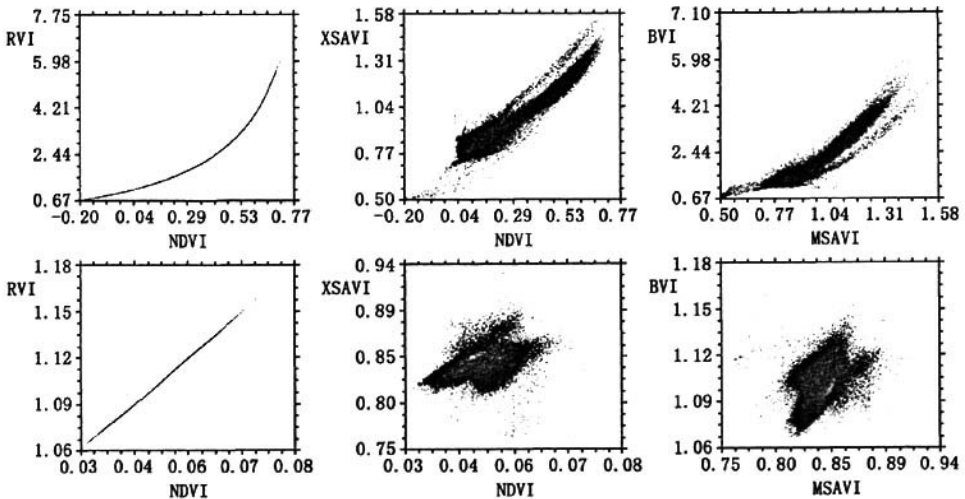


图2 不同的植被指数构建的特征空间对比<sup>[12]</sup>

Fig.2 Feature space of various vegetation index of remote sensing

的特征空间与普通农田有一定的区别,塔里木河流域尤其在植被生长条件较差的地方由于水分供应的原因,产生很多枯枝败叶,而这些枯枝败叶在遥感影像上的表征往往会被误认为低覆盖度的植被,这些枯枝败叶如果出在干边,NDVI 值往往高于干土壤,出现在湿边,仍会高于湿土。如果像元

中没有水体的影响,植被由于其生理生态的特性,其绿色叶表温度会明显低于干土的温度,随着覆盖度的增加,而 NDVI 会更大,像元的温度也随之降低。植被的覆盖度与地下水位紧密相关,地下水位到一定程度反过来也会影响地表温度,这在塔希普拉提·特依拜的研究中得到证明<sup>[13]</sup>,从这个

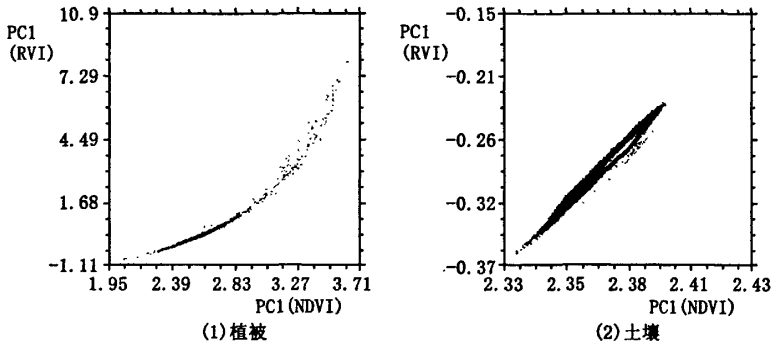


图3 两种植被指数的第一主成分特征空间<sup>[12]</sup>

Fig.3 Feature space of bands using method of principal component analysis

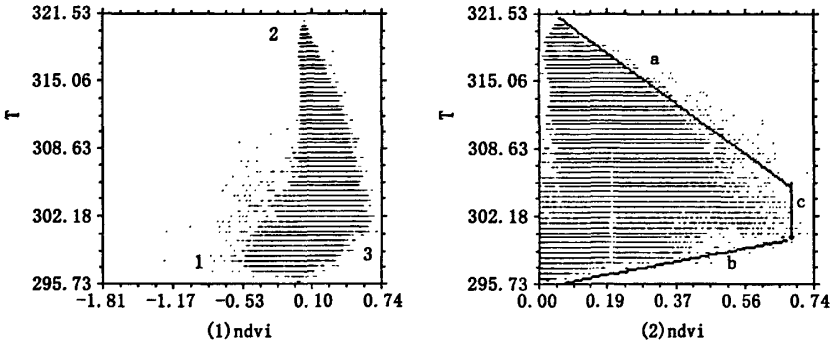


图4 温度-NDVI特征空间

Fig.4 Feature space of Ts-NDVI

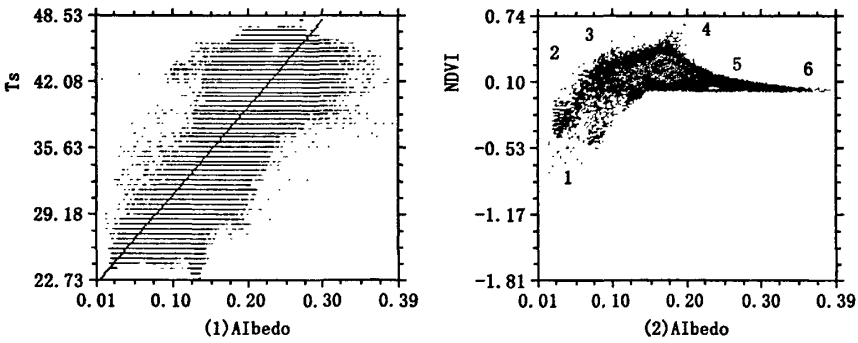


图5 Albedo分别与Ts和NDVI构建的特征空间

Fig.5 Feature spaces of Albedo and Ts, NDVI

意义上来说,NDVI/Ts 构成的特征空间能够有效的分析下垫面的湿度的趋势。

2)温度 Ts - Albedo 与 Albedo - NDVI 特征空间: 通过温度 Ts - Albedo 构成的特征向量空间(图 5 (1))分析,二者的相关性较好,并且变化的趋势基本相同,较低区的温度与水体、湿土、植被以及三者的

混合型对应。温度从低到高的顺序为:深水 - 浅水 - 植被与水的混合体 - 湿土 - 干枯枝败叶 - 干土; Albedo 由高到低的顺序为:深水 - 浅水 - 湿土 - 植被与水的混合体 - 干枯枝败叶 - 干土。

从 Albedo - NDVI 构成特征空间可以看出, NDVI为负值的水体, Albedo 和 NDVI 同时达到最

低,除水体外,随着 NDVI 值的增加,反照率也有减小的趋势,即随着植被覆盖度的增加反照率减小,二者呈反比关系(图 5(2))。

## 2.4 多因子(向量)之间

除 Albedo, Coverage, Ts, NDVI/Ts 指示因子外,植被指数之间的差别对提取结果的影响尤为重要,常用的植被指数包括:NDVI、RVI、MSAVI、RVI 能够更有效的区分农田等高覆盖度的植被信息,NDVI 能够有效的提取低覆盖信息,而 MSAVI 则介于二者之间。考虑到热红外波段的分辨率和下垫面中水体的影响,引入了洪水覆盖指数(FCI)<sup>[12]</sup> 而不考虑 Ts,所以根据 Albedo、Coverage、MSAVI、RVI、NDVI 和 FCI 作为向量在特征空间中差异性,为参加分类的向量选择提高分类和信息提取的精度提供了可能性。

## 3 结论与展望

从构建的特征空间中发现,应用 Landsat TM/ETM 的 2,3,5,7 波段构成的特征空间中能够有效的将水体信息从其它地物中有效的分离,而越稀疏的植被则植被提取的效果越差;在 Ts - NDVI 构建的特征空间中,二者散点图呈梯形与以前在农田干旱的研究中结果相类似,但是其生态意义发生了一定的变化,指出:构成的梯形散点图干边包括干土壤、枯枝落叶和受旱胁迫的植被,湿边包括水、湿土水中的植被和不受干旱胁迫的植被等;Ts - Albedo 构建的特征空间中,通过实验得来的光谱进行数据模拟 Albedo 和地面实测的温度数据分析二者在生态上表征的差别和联系;Albedo - NDVI 与 Ts - NDVI 散点图有一定的相似性。以上分析表明,针对塔里木河流域,通过特征空间可以得到一些重要的基础结论,随着干旱区遥感和地理信息技术研究的深入<sup>[15-18]</sup>,这些研究将会有更长的路要走。

### 参考文献:

- [1] KAUTH R J, THOMAS G S. The tasseled cap - a graphic description of the spectral - temporal development of agriculture crops as seen by Landsat. [C] Proceedings of the Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data, 1976, 4041 - 4051.
- [2] PRICE J C. Using spatial context in satellite data to infer regional scale evapotranspiration [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1990(28): 940 - 948.
- [3] PRICE J C. On the analysis of thermal infrared imagery: The limited utility of apparent thermal inertia [J]. Remote Sensing of Environment, 1985(18): 59 - 73.
- [4] NEMANI, PIERCELL, RUNNINGSW, COWARD SN. Developing satellite derived estimates of surface moisture status [J]. Journal of Applied Meteorology, 1993(32): 548 - 557.
- [5] EHRlich D. The surface temperature - vegetation index space for land cover and land - cover change analysis [J]. International Journal of Remote Sensing, 1996(17): 463 - 487.
- [6] MCDOWELL H. The relationship between surface temperature and spectral vegetation index of a tall grass prairie: effect of burning and other landscape contrasts [J]. International Journal of Remote Sensing, 1992(13): 2849 - 2863.
- [7] FRIEDLAND DAVIS. Sources of variation in radiometric surface temperature over all grassprairie [J]. Remote Sensing of Environment, 1994(48): 1 - 7.
- [8] DERRICK J. LAMPKIN. Optical remote sensing for monitoring evolution of ablation season mountain snow cover [D]. Arizona: University of Arizona, 2005.
- [9] 杨桃,刘湘南,张柏,等.基于多特征空间的遥感信息自动提取方法[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2005, 35(2): 257 - 262.
- [10] 刘爱霞. 中国及中亚地区荒漠化遥感监测研究[D]. 北京:中国科学院研究生院, 2004.
- [11] 宋郁东,樊自立. 中国塔里木河水资源与生态问题研究[M]. 新疆:新疆人民出版社, 2000.
- [12] 王树东. 塔里木河流域水与植被动态变化遥感定量研究[D]. 北京:北京师范大学, 2007.
- [13] 塔西甫拉提·特依拜,阿布都瓦斯提·吾拉木. 绿洲 - 荒漠交错带地下水位分布的遥感模型研究[J]. 遥感学报, 2002, 6(4): 299 - 307.
- [14] 覃志豪. 用陆地卫星 TM6 数据演算地表温度的单窗算法[J]. 地理学报, 2001, 56(4): 456 - 466.
- [15] 宋宏利,张晓楠,周俊杰,等.基于 RS 和 GIS 技术的黄骅湿地景观动态分析[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2008, 25(2): 40 - 43.
- [16] 郭永成,刘辉,何春桂,等. GPS 在滑坡外观变形监测中的应用[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2008, 25(2): 72 - 75.
- [17] 刘海新,时翠梅,张安兵,等.基于组件 GIS 的邯郸市公交查询系统设计[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2008, 25(2): 76 - 78.
- [17] 戚文云,刘惠德,郭向坤.基于 WebGIS 的邯郸市旅游信息系统研究与开发[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2007, 24(2): 85 - 88.
- [17] 张胜龙,侯立泉,徐涛,等.基于 MapInfo 的峰峰燃气管网地理信息系统的开发[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2007, 24(2): 88 - 91.
- [18] 王爱华,周园,殷百寿.基于 GIS 的滑坡单因子分析研究[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2007, 24(2): 92 - 95.

(责任编辑 马立)

# 塔里木河流域遥感波段及重构向量的特征空间分析

作者: [王晓华](#), [王树东](#), [胡昊](#), [WANG Xiao-hua](#), [WANG Shu-dong](#), [HU hao](#)  
作者单位: [王晓华, WANG Xiao-hua \(河北工程大学, 经济与管理学院, 河北, 邯郸, 056038\)](#), [王树东, WANG Shu-dong \(河北工程大学资源学院, 河北, 邯郸, 056038; 北京师范大学, 地理学与遥感科学学院, 遥感科学国家重点实验室, 北京市环境遥感与数字城市重点实验室, GIS与遥感中心, 北京, 100875\)](#), [胡昊, HU hao \(环境保护部信息中心, 北京, 100029\)](#)  
刊名: [河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) **ISTIC**  
英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)  
年, 卷(期): 2009, 26(4)

## 参考文献(20条)

1. [KAUTH R J; THONAS G S](#) [The tasseled cap—a graphic aescription of the spectral-temporal development of agricultrite crops as seen by Landsat](#)[期刊论文]- 1976
2. [PRICE J C](#) [Using spatial contextin satellite data to infer regional scale evapotranspiration](#)[期刊论文]-[IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing](#) 1990(28)
3. [PRICE J C](#) [On the analysis of thermal infrared imagery:The limited utility of apparent thermal inertia](#)[期刊论文]-[Remote Sensing of Environment](#) 1985(18)
4. [NEMANI; PIERCELL; RUNNINGSW; COWARD SN](#) [Developing satellite derived estimates of surface moisture status](#)[外文期刊] 1993(32)
5. [EHRLICHL D](#) [The surface temperature-vegetation index space for land cover and land-cover chane analysis](#)[期刊论文]-[International Journal of Remote Sensing](#) 1996(17)
6. [MCDOWELL H](#) [The relationship between surface temperature and aspectral vegetation index of a tall grass prairie:effect of burning and other landscape contral](#)[期刊论文]-[International Journal of Remote Sensing](#) 1992(13)
7. [FRIED LAND DAVIS](#) [Sources of variation inradiometric surface temperature over at all grasspmirie](#)[期刊论文]-[Remote Sensing of Environment](#) 1994(48)
8. [DERRICK J LANPKIN](#) [Optical remote sensing for monitoring evolution of ablation season mountain snow cover](#)[期刊论文]-[Arizona:University of Arizona](#) 2005
9. [杨桃; 刘湘南; 张柏](#) [基于多特征空间的遥感信息自动提取方法](#)[期刊论文]-[吉林大学学报\(地球科学版\)](#) 2005(02)
10. [刘爱霞](#) [中国及中亚地区荒漠化遥感监测研究](#)[期刊论文]-北京:中国科学院研究生院 2004
11. [宋郁东; 樊自立](#) [中国塔里木河水资源与生态问题研究](#)[期刊论文]-乌鲁木齐:新疆人民出版社 2000
12. [王树东](#) [塔里木河流域水与植被动态变化遥感定量研究](#)[期刊论文]-北京:北京师范大学 2007
13. [塔西甫拉提·特依拜; 阿布都瓦斯提·吾拉木](#) [绿洲-荒漠交错带地下水分布的遥感模型研究](#)[期刊论文]-[遥感学报](#) 2002(04)
14. [覃志豪](#) [用陆地卫星TM6数据演算地表温度的单窗算法](#)[期刊论文]-[地理学报](#) 2001(04)
15. [宋宏利; 张晓楠; 周俊杰](#) [基于RS和GIS技术的黄骅湿地景观动态分析](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2008(02)
16. [郭永成; 刘辉; 何春桂](#) [GPS在滑坡外观变形监测中的应用](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2008(02)
17. [刘海新; 时翠梅; 张安兵](#) [基于组件GIS的邯郸市公交查询系统设计](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2008(02)
18. [戚文云; 刘惠德; 郭向坤](#) [基于WebGIS的邯郸市旅游信息系统研究与开发](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#)

版) 2007(02)

19. [张胜龙;侯立泉;徐涛 基于MapInfo的峰峰燃气管网地理信息系统的开发](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2007(02)
20. [王爱华;周园;殷百寿 基于GIS的滑坡单因子分析研究](#)[期刊论文]-[河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 2007(02)

#### 本文读者也读过(10条)

1. [陈波 水文响应指数构建与TOPMODEL参数空间规律研究](#)[学位论文]2008
2. [赵寒冰 流域地理过程分布式物理模型体系的集成与应用研究](#)[学位论文]2004
3. [李正国,王仰麟,周清波,张小飞, Li Zhengguo, Wang Yanglin, Zhou Qingbo, Zhang Xiaofei 基于TVDI方法的黄土高原地表水分时空分异研究](#)[期刊论文]-[中国农业资源与区划](#)2008, 29(2)
4. [杨敬坡 区域土地利用/土地覆被变化及其对水文水资源的影响——以邢台市为例](#)[学位论文]2006
5. [杨宝钢 复杂地表区域蒸发散量的统计—动力参数化方案研究](#)[学位论文]2004
6. [于静 大清河流域土地利用/覆被变化对洪水径流影响问题的研究](#)[学位论文]2008
7. [姜红 基于MODIS影像的新疆奇台县区域蒸散发量的研究](#)[学位论文]2007
8. [徐晓桃 黄河源区NPP及植被水分利用效率时空特征分析](#)[学位论文]2008
9. [彦立利 石羊河流域山区土地利用变化及其对地表径流的影响研究](#)[学位论文]2010
10. [朱筠 流域下垫面抗蚀力时空演化模拟](#)[学位论文]2010

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_hbjzkjxyxb200904018.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb200904018.aspx)