doi: 10.6046/gtzyyg.2015.03.13

引用格式: 陈梦杰,吴虹,刘超,等. 基于生态参数的岩溶峰丛区石灰岩基岩表面溶蚀率遥感反演[J]. 国土资源遥感,2015,27 (3):71-76. (Chen M J, Wu H, Liu C, et al. Remote sensing inversion of dissolution rate of limestone bedrock surface based on ecological parameters in Karst areas[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2015,27(3):71-76.)

基于生态参数的岩溶峰丛区石灰岩基岩表面 溶蚀率遥感反演

陈梦杰^{1,2},吴虹^{1,2},刘超³,周旻玥¹,陆丁哥¹,郭威⁴

(1. 桂林理工大学地球科学学院遥感应用研究所,桂林 541006; 2. 桂林理工大学测绘学院/广西空间

信息与测绘重点实验室,桂林 541006;3.唐山市曹妃甸区国土资源局,唐山 063000;

4. 中南冶金地质研究所,宜昌 443000)

摘要:为了探索岩溶峰丛区生态参数与石灰岩基岩表面溶蚀率的相关性,用相关生态参数反演土层下石灰岩基岩 表面的溶蚀率,从而间接估算其变形。选择桂林丫吉村岩溶峰丛区为研究区,以Landsat5 TM 多光谱数据为信息 源,提取归一化差值植被指数(normalized difference vegetation index,NDVI)、地面温度及土壤湿度等遥感参数;运用 SPSS统计软件对这 3 种参数分别与石灰岩溶蚀率进行了相关分析,确定其相关系数分别为 - 0.91,0.85 及0.93; 在此基础上,通过逐步回归分析,建立了运用 NDVI 估算植被覆盖下石灰岩表面溶蚀率的遥感反演模型。结果表 明:NDVI 与石灰岩溶蚀率相关性最大,所以植被信息是石灰岩表层基岩溶蚀的主要间接标志;溶蚀率与NDVI指 数存在线性关系,因此只要已知研究区其他地区的 NDVI 指数,即可估算出该地区的石灰岩基岩表面溶蚀率。 关键词:归一化差值植被指数(NDVI);地面温度;土壤湿度;石灰岩溶蚀率

中图法分类号: TP 751.1 文献标志码: A 文章编号: 1001-070X(2015)03-0071-06

0 引言

岩溶区碳酸盐岩基岩表面的溶蚀率是分析评价 岩溶生态环境的重要理化参数。以袁道先院士领衔 的国土资源部岩溶动力学重点实验室的研究者们自 1990 年以来成功实施了 IGCP299, IGCP379 和 IGCP448 等 3 个国际岩溶对比计划项目,通过对 CO, -H, O - CaCO, 系统的定位观测, 建立了"岩溶 动力学系统"理论,创造性地总结了一套捕捉碳、 水、钙循环行踪的工作方法[1-2]。其后许多专家又 对该系统进行了进一步研究和发展。如李恩香 等[3]认为植被的演替改变了土壤的物理化学性质, 使土壤中有机酸和 CO, 浓度升高, 促进了对土壤下 岩石的溶蚀作用:曹建华等[4]认为生物的新陈代谢 过程对碳酸盐岩岩石圈的活化有重要制约:李涛 等^[5]对广西桂林地区的土壤 CO, 浓度、土壤水和石 灰岩试片溶蚀速率进行了监测,研究不同土壤 CO, 浓度和水化学条件下的岩溶作用发生程度:于奭

等^[6]研究了酸雨对碳酸盐岩的溶蚀能力及溶蚀表 面微形态。但是,前人研究岩溶作用所用的都是传 统方法,其观测周期较长,无法快速评估岩溶作用。 迄今为止,很少有人通过提取地面的遥感信息来间 接反演石灰岩表层基岩的溶蚀率。因此,本研究采 用遥感技术提取了研究区地面温度、土壤湿度以及 归一化差值植被指数(normalized difference vegetation index,NDVI),结合实地测量的石灰岩溶蚀率数 据,分析它们的相关性,建立丫吉村岩溶峰丛地貌演 变的动力学模型,从而为岩溶地貌的演化发展提供 科学的研究方案和技术手段。

1 研究区概况及遥感数据

1.1 研究区概况

研究区位于广西桂林市东南 8 km 处的丫吉村 岩溶试验场,介于 N25°13′~25°17′,E110°22′~ 110°25′之间。该区域处于典型的峰丛洼地与峰林 平原交界地带,总面积约 2 km²。试验场自成 1 个岩

收稿日期: 2014-05-06;修订日期: 2014-09-02

基金项目:国家科技支撑计划项目"漓江流域遥感动态监测与应用示范关键技术"(编号:2012BAC16B01-2)和广西科技厅科技攻关项目"漓江流域生态环境保护与可持续发展研究"(编号:桂科攻1298006-1)共同资助。

溶水文地质系统,其补给区位于峰丛洼地区,有 13 个 洼地,排泄区由桂林峰林平原东部边缘的 1 个常年 流水泉和 2 个季节性泉组成。平原面标高 150 m, 而补给区内最高峰标高 652 m,洼地底部标高范围 为 250 ~ 400 m^[7]。场区土壤分布不均匀,坡地在 30 ~ 150 cm 之间,洼地范围 1 ~ 2 m,而垭口约 1 m, 土壤基本上属棕色石灰土。其特有的水文地质环境 形成了典型丰富的岩溶峰丛地貌。峰丛区表面的植 被覆盖度为 60% ~ 80%^[8]。山顶多为低矮灌木,山 脚发育木本树木,而山腰陡壁上的植被较少。

1.2 遥感数据及其预处理

研究选取 2009 年 Landsat5 TM 图像为数据源, 在 ENVI4.8 软件中对 TM 图像进行辐射校正、几何 纠正及图像裁剪等预处理,结果如图 1 所示。



图 1 研究区遥感假彩色合成影像 Fig. 1 False color composite remote sensing image in the study area

2 遥感模型参数的反演

2.1 地面温度参数的反演

当缺少研究区大气资料和气溶胶分布资料时, 如果区域比较小,且研究区遥感影像基本无云的条 件下,可以假设全区域在空间上受到的大气影响程 度均一,那么该区大气的影响可以忽略。本文使用 TM 热红外波段数据反演地表绝对温度。

1)根据 TM 热红外波段 TM6 的 DN 值计算出星 上光谱辐射率 L_x,其计算公式为

$$L_{\lambda} = gain \cdot DN + offset$$
, (1)

式中: gain 和 offset 分别为每景图像自带的增益和 后偏差参数,可从 TM 数据的头文件中获取; L_{λ} 单 位为 W/(m² · sr · μ m)。本文所使用的 TM6 波段 gain = 0.037 204 7 W/(m² · sr · μ m), offset = 3.16 W/(m² · sr · μ m)。 2)用星上光谱辐射率计算出星上亮温 T_B,即

$$T_{\rm B} = K_2 / \ln(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1)$$
 , (2)

式中: $K_1 和 K_2$ 均为 TM6 的反演常数,对于 Landsat5 卫星来说 $K_1 = 60.776 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m}), K_2 = 1260.$ 56 K; T_B 单位为 K。

3)通过地表比辐射率的校正来反演地表绝对 温度 LST,即

$$LST = \frac{T_{\rm B}}{1 + (\lambda T_{\rm B}/\rho)\ln\varepsilon} , \qquad (3)$$

式中: TM6 波长 λ = 11.5 μ m; ε 为自然地表的比辐 射率^[9]; $\rho = hc/\sigma = 1.438 \times 10^{-2} \text{ mK}$,其中玻耳兹曼 常数 $\sigma = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$,普朗克常量 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$,光速 c = 2.998 × 10⁸ m/s。

4)将绝对温度转换成摄氏温度即可反演得到 地面摄氏温度 T₆,即

$$T_6 = LST - 273.15$$
 (4)

通过以上计算步骤,进行波段运算得到地表温 度反演结果,如图2所示。



图 2 TM6 灰度图像(左)及其温度等值线图(右) Fig. 2 Grayscale of TM6(left) and its temperature contour map(right)

2.2 土壤湿度参数的反演

Kauth – Thomas 又称为缨帽变换(tasseled cap transform, CAP),是一种线性变换。它使坐标空间 发生旋转,旋转后的坐标轴指向的方向与地面景物 有密切关系,特别是与植物生长过程和土壤有关。 CAP 是将多光谱波段转换为新的对应于地面覆盖 物物理特性的特征空间,对于本文所使用的 Landsat5 TM 数据, CAP 的前 3 个成分分别叫做土壤亮度 (TC1)、绿度(TC2)和土壤湿度(TC3)。CAP 系数 如表1所示。

	Tab	. 1 Tasseled c	ap transform o	coefficient of L	andsats 1 M		
特征	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7	截距
土壤亮度(TC1)	0.290 9	0.249 3	0.480 6	0.556 8	0.443 8	0.170 6	10.369 5
绿度(TC2)	-0.272 8	-0.217 4	-0.5508	0.722 1	0.073 3	-0.164 8	-0.731 0
土壤湿度(TC3)	0.144 6	0.176 1	0.332 2	0.339 6	-0.621 0	-0.418 6	-3.382 8
针对 TM 数据	的 K – T 变换	公式为			TC = R	TM+r,	(5)
	0.303 7	0.2793	0.474 3	0.558 5	0.508 2	0.18637	

	表1 Landsat5 TM 缨帽变换系数
Tab. 1	Tasseled cap transform coefficient of Landsat5 TM

	[0.303 7	0.2793	0.474 3
	-0.284 8	-0.243 5	-0.543 6
D_	0.1509	0.1973	0.327 3
К =	-0.824 2	-0.084 9	0.439 2
	-0.328 0	-0.054 9	0.107 5
	L 0.108 4	-0.902 2	0.412 0

式中: r 为常数偏移量(避免出现负值); TM = $(TM1, TM2, TM3, TM4, TM5, TM7)^{T}$ 分别为 TM 图 像的第1,2,3,4,5,7 波段灰度值组成的光谱矢量; 变换后的光谱矢量 TC = (TC1, TC2, TC3, TC4, TC5, TC7),其中亮度 TC1、绿度 TC2 及湿度 $TC3^{[10]}$ 与地 面景物有明确的关系,而 TC4, TC5, TC7还没发现与 景物的明确关系。亮度是 TM 数据 6 个波段的加权 和,反映了总体的反射值; 绿度从变换矩阵 R 第二 行系数看,红外波段 TM5 和 TM7 有很大抵消,剩下 的近红外与可见光部分的差值反映了绿色生物量的 特征; 湿度反映了可见光和近红外波段(TM1—TM4)与红外波段(TM5 和 TM7)的差值。

在 ENVI 软件中可对研究区的遥感图像进行 "缨帽变换",变换后的前 3 个分量分别为土壤亮 度(TC1)、绿度(TC2)和土壤湿度(TC3),将其中 第 3 个波段单独保存就得到土壤湿度信息,其反 演结果如图 3所示。



图 3 土壤湿度灰度图(左)及其等值线图(右) Fig. 3 Grayscale of soil moisture(left) and its greyscale contour map(right)

2.3 植被指数的计算

0.724 3

0.340 6

-0.0580

0.1855 0.0573

NDVI 变化趋势可以反映该石灰岩岩溶作用的 变化趋势。选择 ENVI 软件 Transform 模块中的 ND-VI 功能即可提取遥感图像的植被指数。NDVI 参数 计算结果如图 4 所示。

-0.1800

-0.4573

-0.2768

0.808 5

0.023 8

0.084 0

0.201 2 -0.425 7

-0.7112

-0.0251



图 4 NDVI 灰度图(左)及其等值线图(右) Fig. 4 Grayscale of NDVI(left) and its grayscale contour map(right)

根据坐标位置将地面温度 T_6 、土壤湿度 TC3 和 NDVI 的栅格数据转成 ASCII 明码格式,以便与地面 石灰岩溶蚀率 ER 统一。

3 相关性分析

3.1 实验数据

为了揭示遥感图像上获取的地面信息与实测溶 蚀率的内在联系,本研究采用了丫吉村实测石灰岩 溶蚀率数据,其中取样点虽然仅集中在研究区的中 南部,但其是基于实地考察及精确计算获得,在整个

(6)

岩溶峰丛区内具有代表性。该数据由中国地质科学 院岩溶地质研究所岩溶动力实验室提供(表2)。

表 2 丫吉村岩溶试验场土层下石灰岩溶蚀试验数据^[11]

 Tab. 2
 Yaji Village Karst limestone dissolution test data under the proving ground soil^[11]

		<i>ER</i> ∕(mg	•		
时间	坐标	cm^{-2} .	T_6	TC3	NDVI
		d -1)			
2009 年秋	437 795 ,2 793 495	0.15	19.28	-2.80	0.73
2009 年秋	438 815,2 792 715	0.33	21.50	-3.97	0.72
2009 年秋	438 035 ,2 793 525	0.24	19.73	-3.22	0.74
2009 年秋	439 115 ,2 792 925	0.12	22.38	-4.69	0.72
2009 年秋	438 575 ,2 793 675	0.22	20.18	-3.33	0.74
2009 年秋	438 395,2 793 105	0.18	22.58	-4.28	0.72
2009 年秋	438 635 ,2 793 195	0.37	17.93	-3.68	0.73
2009 年秋	439 325,2 792 925	0.14	21.94	-3.76	0.72

3.2 结果与分析

将提取出的 *ER*,*TC*3,*T*₆ 和 *NDVI* 作为统计量,带 入到 SPSS 软件中进行统计分析,计算结果见表 3。

表 3 描述统计量表

Tab. 3Describes the statistical scale

	平均值	标准差	观测数
ER	0.03	0.02	8
T_6	20.69	1.67	8
TC3	-3.72	0.61	8
NDVI	0.73	0.01	8

表 4 是 SPSS 系统中 ER, TC3, T_6 和 NDVI 的 4 个变量两两间的 Pearson 相关系数。

表 4 相关关系矩阵表 Tab. 4 Correlation matrix table

	ER	T_6	TC3	NDVI
ER	1.00	-0.91	0.85	0.93
T_6	-0.91	1.00	-0.87	-0.93
TC3	0.85	-0.86	1.00	0.83
NDVI	0.93	-0.93	0.83	1.00

从表4可以看出,ER 与TC3,NDVI之间相关系数依次为0.85和0.93,反映出溶蚀率与土壤湿度、 植被指数存在显著的相关关系。说明水分和植被生 长情况对碳酸盐岩的溶蚀具有显著作用。T₆与 NDVI呈明显的负相关关系,相关系数为-0.93,这 与梁保平等^[12]的研究结果是一致的;而TC3与 NDVI之间的相关系数为0.83,说明它们之间存在 较为显著的自相关关系,因此建立回归方程时需要 对变量进行剔除。

虽然本次研究搜集的实测石灰岩溶蚀数据量只有8组,只能构成小样本(30组以下),但是依然能够反映出因变量与自变量之间的相关关系。图5是 ER分别与TC₃,T₆和NDVI之间的相关分析图。



图 5 溶蚀率 ER 分别与地面温度 T_6 、土壤湿度 TC3 及植被指数 NDVI 的相关分析图



soil humidity TC3, vegetation index NDVI

ER 与 *T*₆, *TC*3 和 *NDVI* 之间确实存在线性相 关,其中 *ER* 与 *TC*3 和 *NDVI* 之间呈正相关关系,随 着 *TC*3 和 *NDVI* 的升高, *ER* 也变得越大;而 *ER* 与 *T*₆ 呈负相关,随着 *T*₆ 的升高, *ER* 反而减少。因为 碳酸盐岩与酸反应是一个放热过程,温度的增加会 抑制反应进行。由于数据量的限制,本次研究的温 度变量的值均在一个很低的范围波动,并不违背曹 建华等^[13]的研究结果,即常温(25°C)和中温(40 ~ 60°C)是碳酸盐岩溶蚀的最佳温度段,而低温和高 温都不利于碳酸盐岩的溶蚀。

表 5 为 SPSS 软件中对自变量进入和移出的信息。 可以看出,3 个自变量中只有 NDVI 被系统选择加入了 最后的回归方程中,说明 NDVI 指数所包含的信息最 多,对溶蚀率的影响最大。

表 5 变量进入和移出方式信息表

Ta	b. 5		n	forma	tioı	n ta	bl	e of	var	iab	les	into	and	out	of	w	ay
----	------	--	---	-------	------	------	----	------	-----	-----	-----	------	-----	-----	----	---	----

保留变量	剔除变量	方法
NDVI	<i>TC</i> 3 <i>T</i> ₆	Stepwise (Criteria: Probability – of $-F - to - enter \le 0.050$, Probability $-of - F - to - remove \ge 0.100$) ^①

①在逐步回归分析方法中设置的规则为:"entry"设置为0.050, 表示如果1个变量的显著性F检验概率≤0.050,则这个变量将被选 入回归方程中;"remove"设置为0.100,表示当回归方程中变量的显 著性F检验概率≥0.100,则该变量将从回归方程中剔除。

SPSS 软件中建立的逐步回归分析模型为

$$ER = -1.073 + 1.515NDVI \quad , \qquad (7)$$

T分布的双尾显著性概率为0.001(小于0.05),所 以回归系数是可信的。通过逐步回归分析发现,原 来的土壤湿度和地面温度信息均被剔除,在新建立 起来的回归方程中与石灰岩溶蚀率形成线性关系的 只有 NDVI。据此认为其原因有 2 个:①从统计学 角度分析, T₆ 和 TC3 的值都在各自均值 20.69 和 -3.72上下变化,且变化幅度甚微,标准差(分别为 1.67和0.61)相比较 NDVI 的也较大,同样说明了这 2 组数据的波动性比较大,因而失去了它对溶蚀率 影响的重要性;②从遥感角度分析,前人也曾有过 利用 NDVI 来近似反映地表温度和湿度信息的研 究^[14],且都获得了良好的结果,说明 NDVI 与 T₆, TC3 之间是存在多重共线性的,所以在建立回归方 程时会被剔除。

4 结论

1)本文通过实地考察,收集了研究区 2009 年秋 季标准石灰岩溶蚀率实测数据,并对不同植被覆被 条件下的石灰岩溶蚀情况进行了分析;然后运用 SPSS 统计软件的相关性分析功能,分析了 NDVI、土 壤湿度、地面温度和石灰岩溶蚀率之间的线性相关 关系,发现3种溶蚀因素与溶蚀率均存在较强的相 关性,相关系数分别为 - 0.91,0.85,0.93。显然 NDVI 与其相关性最大。因此,NDVI 指数对石灰岩 溶蚀起着重要作用,NDVI 指数通过监测冠层来估 计植被的生长状况,所以植被信息是石灰岩表层基 岩溶蚀的主要间接标志。这为今后的石灰岩溶蚀变 形监测工作提供了遥感参考信息。

2)通过逐步回归法建立了回归反演模型,既然 溶蚀率 ER 与 NDVI 指数存在线性关系,且本文8组 溶蚀率数据所在区域的表面生态岩溶地貌在整个研 究区都具有代表性,那么只要已知研究区其他地区 的 NDVI 指数,就可估算出该地区的日平均溶蚀率。

志谢: 衷心感谢中国地质科学院岩溶地质研究 所岩溶动力实验室提供丫吉村实测石灰岩溶蚀率数 据,感谢桂林理工大学地球科学学院遥感研究所提 供实验设施,感谢吴虹教授提出宝贵建议!

参考文献(References):

[1] 袁道先. 现代岩溶学和全球变化研究[J]. 地学前缘, 1997, 4
 (1/2):23-27.

Yuan D X. Modern Karstology and global change study [J]. Earth Science Frontiers, 1997, 4(1/2): 23 – 27.

[2] 袁道先,章 程. 岩溶动力学的理论探索与实践[J]. 地球学报, 2008,29(3):355-365.

Yuan D X, Zhang C. Karst dynamics theory in China and its practice[J]. Acta Geoscientica Sinica, 2008, 29(3):355 – 365.

[3] 李恩香,蒋忠诚,曹建华,等.广西弄拉岩溶植被不同演替阶段

的主要土壤因子及溶蚀率对比研究[J]. 生态学报,2004,24 (6):1131-1139.

Li E X, Jiang Z C, Cao J H, et al. The comparison of properties of Karst soil and Karst erosion ratio under different successional stages of Karst vegetation in Nongla, Guangxi [J]. Acta Ecologica Sinica,2004,24(6):1131 – 1139.

 [4] 曹建华,袁道先,潘根兴,等.不同植被下土壤碳转移对岩溶动 力系统中碳循环的影响[J].地球与环境,2004,32(1):90-96.

Cao J H, Yuan D X, Pan G X, et al. Influence of soil carbon transfer under different vegetations on carbon cycle of Karst dynamics system[J]. Earth and Environment,2004,32(1):90 – 96.

- [5] 李涛,赵东兴,张美良,等.土壤 CO2、土壤水的动态特征及其 对岩溶作用的驱动[J].热带地理,2013,33(5):575-581.
 Li T,Zhao D X,Zhang M L, et al. Dynamic characteristics of the soil CO₂ and soil water chemistry, and their driving action on Karstification[J]. Tropical Geography,2013,33(5):575-581.
- [6] 于 奭,李幼玲,林玉石,等. 酸雨对碳酸盐岩的溶蚀能力及溶 蚀表面微形态[J]. 桂林理工大学学报,2012,32(1):48-54.
 Yu S,Li Y L,Lin Y S, et al. Carbonate rock acid rain dissolution capacity and surface dissolution micromorphology [J]. Journal of Guilin University of Technology,2012,32(1):48-54.
- [7] 章 程,蒋勇军,Lian Y Q,等.利用 SWMM 模型模拟岩溶峰丛 洼地系统降雨径流过程——以桂林丫吉试验场为例[J].水文 地质工程地质,2007,29(3):10-14.
 Zhang C,Jiang Y J,Lian Y Q, et al. Rainfall - runoff simulation of a typical Karst Fengcong depression system using SWMM model:A case study of the Yaji experimental site in Guilin[J]. Hydrogeology Engineering Geology,2007,29(3):10-14.
- [8] 李为,余龙江,李涛,等. 岩溶生态系统土壤酶活性的时空动态及其与土壤肥力的关系——以桂林丫吉村岩溶试验场为例
 [J]. 农业环境科学学报,2008,27(1):260-266.
 Li W,Yu L J,Li T, et al. Seasonal and spatial dynamics of soil enzyme activities and its relationship to soil fertility in Karst ecosystem: A case study of Guilin Yaji Karst experimental site[J]. Journal of Agro Environment Science,2008,27(1):260-266.
- [9] 吴 虹,贾志强.遥感地质学实验教程[M].北京:地质出版社, 2012:141-143.
 Wu H, Jia Z Q. Remote Sensing Geology Experiment Tutorial[M]. Beijing:Geological, 2012:141-143.
- [10] 郑战辉. 陆地卫星 ETM⁺ 与 IKONOS 多光谱图像的融合研究
 [D]. 郑州:解放军信息工程大学,2004.
 Zheng Z H. The Landsat ETM⁺ and IKONOS Multi spectral Image Fusion Research [D]. Zhengzhou: Information Engineering University of the People's Liberation Army,2004.
- [11] 何媛媛. 岩溶生态系统中土壤及典型植物碳酸酐酶对岩溶作用的影响[D]. 桂林:广西师范大学,2010.
 He Y Y. Impact of Carbonic Anhydrase in Soil and Typical Plants on the Karst Process in the Karst Ecosystem[D]. Guilin: Guangxi Normal University,2010.
- [12] 梁保平,李 艺,陈可宙. 桂林市 NDVI、地表温度的地物特征及 相关性研究[J]. 遥感技术与应用,2012,27(3):429-435.
 Liang B P,Li Y,Chen K Z. A research on land features and correlation between NDVI and land surface temperature in Guilin City
 [J]. Remote Sensing Technology and Application,2012,27(3):

Cao J H, Yang H, Kang Z Q. Preliminary regional estimation of carbon sink flux by carbonate rock corrosion: A case study of the Pearl River Basin[J]. Chinese Science Bulletin, 2011, 56 (35): 3766 – 3773.

[14] 曹 翠. 花山花岗岩型铀矿遥感热红外反演成矿要素研究
[D]. 桂林:桂林理工大学,2012.
Cao C. Study on Inversion of Alteration Mineral Information of Granite - type Uranium Deposits Using Thermal Infrared Remote Sensing Technique in Huashan Granite Body [D]. Guilin; Guilin

University of Technology, 2012.

Remote sensing inversion of dissolution rate of limestone bedrock surface based on ecological parameters in Karst areas

CHEN Mengjie^{1,2}, WU Hong^{1,2}, LIU Chao³, ZHOU Minyue¹, LU Dingge¹, GUO Wei⁴

(1. Institute of Remote Sensing Applications, School of Earth Sciences, Guilin University of Technology, Guilin 541006, China;

2. Spatial Information and Mapping Key Laboratory of Guangxi/School Surveying and Mapping, Guilin University of Technology,

Guilin 541006, China; 3. Tangshan Caofeidian Area of Land and Resources Bureau, Tangshan 063000, China;

4. Central South Institute of Metallurgical Geology, Yichang 443000, China)

Abstract: To explore the correlation between the ecological parameters of Karst peaks and the dissolution rate of surface limestone bedrock, the authors selected the relevant ecological parameters to indirectly estimate the dissolution rate of limestone bedrock under the soil surface and, based on TM multi – band data of Landsat5, chose Karst area of Yaji Village in Guilin as the study area for the purpose of extracting its sensing parameters comprising NDVI, ground temperature and soil moisture. Using SPSS statistical software, the authors made a correlation analysis of these three factors with the limestone dissolution rate and obtained their correlation coefficients, which are -0.91, 0.85 and 0.93 respectively. A computing remote inversion model of limestone surface dissolution through regression analysis. The results show that NDVI and limestone dissolution rate have the maximum correlation. Therefore, the vegetation information is an indirect sign of dissolution of limestone bedrock surface. There is a linear relationship between the dissolution rate and the NDVI index. So long as the NDVI index is known in other parts of the study area, the limestone dissolution rate in this area can be estimated.

Keywords: normalized difference vegetation index(NDVI); ground temperature; soil moisture; limestone dissolution rate

第一作者简介:陈梦杰(1988-),女,硕士研究生,研究方向为遥感技术与应用。Email: chenmengjie0820@ sina. com。 通信作者:吴 虹(1947-),男,教授,博士生导师。Email: wuhong@ gute. edu. cn。

(责任编辑:邢 宇)

^{429 - 435.}

^[13] 曹建华,杨 慧,康志强.区域碳酸盐岩溶蚀作用碳汇通量估算 初探:以珠江流域为例[J].科学通报,2011,56(26):2181 -2187.