

遥感影像的空间分辨率对提取崩岗精度的影响

李昊洁, 谢浩, 胥闻博, 刘洪鹤* (长江水利委员会长江科学院, 湖北武汉 430010)

摘要 从 0.6 m QuickBird、2.5 m ALOS、10.0 m ALOS 遥感影像中分别提取崩岗的特征数据, 分析遥感影像的分辨率对崩岗数据精度的影响。结果表明: 从 0.6 m QuickBird 能容易地提取崩岗数据, 且重现性较好, 从 2.5 m ALOS 能提取崩岗数据, 但重现性不强, 从 10.0 m ALOS 无法提取崩岗。从 0.6 m QuickBird 和 2.5 m ALOS 提取的崩岗, 数量基本一致, 但位置不一致、边界不重合、形状差别很大, 从 2.5 m ALOS 提取的崩岗周长平均减少 20.83%, 占 58.33% 的崩岗面积减少了, 平均减少 19.78%。因此, 可断定 0.6 m QuickBird 能反映崩岗的实际情况, 2.5 m ALOS 能较好地反映崩岗的实际情况, 10.0 m ALOS 完全不能提取崩岗数据。但高精度遥感影像的获取比较困难, 且价格较贵。

关键词 空间分布; 通用土壤流失方程; QuickBird 卫星; ALOS

中图分类号 S127 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)30-0227-03

Effects of Spatial Resolution of Remote Sensing Image on the Accuracy of Extracted Slope Collapse Data

LI Hao-jie, XIE Hao, XU Wen-bo, LIU Hong-hu* (Changjiang River Scientific Research Institute, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan, Hubei 430010)

Abstract Slope collapse data were extracted from the 0.6 m QuickBird, 2.5 m ALOS and 10.0 m ALOS remote sensing image. Effects of spatial resolution on the accuracy of slope collapse data were analyzed. Results showed that it was very easy to extract slope collapse data from remote sensing image with spatial resolution of 0.6 m QuickBird, and it had good repeatability. The slope collapse data could also be extracted from the remote sensing image with spatial resolution of 2.5 m ALOS, but the repeatability was relatively poor. The slope collapse data could not extract from the remote sensing image with spatial resolution of 10.0 m ALOS. The slope collapse data were extracted from the remote sensing imagery with spatial resolution of 0.6 m QuickBird and 2.5 m ALOS. It was found that position, shape and boundary differed greatly. The circumference from the remote sensing image with spatial resolution of 2.5 m ALOS was reduced by 20.83%. Among them, area of 58.33% slope collapse decreased, which reduced by 19.78%. Thus, it was concluded that the very correct slope collapse data could be extracted from the remote sensing imagery with spatial resolution of 0.6 m ALOS while the slope collapse data was relatively good from 2.5 m ALOS. But it could not be extracted from the remote sensing imagery with spatial resolution of 10.0 m ALOS. It should be noted that it was very difficult to acquire the high precision remote sensing image and its price was very high.

Key words Spatial distribution; Universal soil loss equation; Quickbird Satellite; ALOS

崩岗是南方红壤区所特有的一种严重土壤侵蚀类型, 且具有发生速度快、壁高坡陡的特征^[1]。据统计, 南方红壤区大于 3 000 m² 的大型崩岗 10.84 万个, 占崩岗总数的 45.33%; 1 000 ~ 3 000 m² 的中型崩岗 6.01 万个, 占崩岗总数的 25.13%; 60 ~ 1 000 m² 的小型崩岗 7.06 万个, 占崩岗总数的 29.54%^[2]。阮伏水^[3]利用插桩法观测发现各个崩岗侵蚀速率不同。航片解译法用于土壤侵蚀监测的研究很多, 利用遥感影像数据定量分析植被数据^[4], 借助于土壤侵蚀模型 RUSLE 模型^[5-10]、SEMED 模型^[11] 或者使用水利部行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》^[11-14] 定量评价土壤侵蚀现状或时空变化的研究相对较多。有少量研究将其用于定量评价沟蚀的空间分布、发育速率^[15-16]、动态变化^[17-19] 以及对流域泥沙的贡献^[20], 甚至将遥感技术应用于泥石流调查^[21-22] 及泥石流沟内崩滑物的空间分布^[23-24], 且发挥了巨大作用, 取得了较好的成效。从理论上来说, 航片解译法也可用于大尺度的崩岗调查, 然而迄今为止很少用来分析崩岗的时空变化, 更没有涉及从中提取崩岗的精度问题^[25]。

笔者利用 0.6 m QuickBird、2.5 m ALOS 和 10.0 m ALOS 遥感影像, 通过比较从不同分辨率遥感影像中提取的崩岗数据, 阐明遥感影像的分辨率对提取崩岗数据精度的影响, 从

而确定精确提取崩岗数据的遥感影像的分辨率的大小, 为区域崩岗调查以及时空变化研究提供技术依据。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区概况 研究区地处于都县城以南, 地理坐标为 25.9°E、115.4°N, 土地总面积 2.25 km²。华夏系构造, 丘陵地貌, 中亚热带季风湿润气候, 雨量充沛, 气候温和。年均降雨量为 1 507.5 mm, 春季占年内降水量的 19.6%, 夏季占 47.4%, 秋季占 21.6%, 冬季占 11.4%, 4 ~ 6 月降水最多, 占全年降水量的 52.5%。主要土壤类型是红壤和水稻土, 土壤呈酸性反应 (pH5 ~ 6), 红壤由花岗岩等发育而来, 土层深厚。主要粮食作物为水稻, 一般早稻、晚稻一年两季, 秋季栽种少量大豆、红薯。主要经济作物为花生、油菜籽、芝麻等, 栽种面积不大。

1.2 遥感影像收集 收集 3 种不同精度的遥感影像 (表 1), 分别是 1 幅分辨率 0.6 m 的 QuickBird 影像, 1 幅分辨率 2.5 m 的 ALOS 影像, 4 幅分辨率 10.0 m 的 ALOS 影像 (时相为 2009 年 10 月), 具体见图 1。

1.3 遥感影像处理 利用软件 ENVI 4.8 解译不同分辨率的遥感影像, 操作步骤如下。

(1) 打开 4 幅分辨率为 10.0 m 的多光谱 ALOS 影像和 1 幅 2.5 m ALOS 影像, 自动选择控制点, 逐一查看所有的点, 如果位置差别较大, 就删除该控制点。另外, 均匀地采集一些有特征的控制点, 如道路交叉点、河流等。确认 30 ~ 40 个控制点均匀覆盖全图, 进行图像校正。

基金项目 国家自然科学基金项目 (41301297); 水利部公益专项 (201501047)。

作者简介 李昊洁 (1973 -), 女, 河南潢川人, 高级工程师, 从事水利 engineering。* 通讯作者, 博士, 从事土壤侵蚀与山洪灾害研究。

收稿日期 2016-09-09

表1 遥感影像数据种类

Table 1 Data type of remote sensing image

序号 Code	分辨率 Resolution m	种类 Type	时相 Time phase	数量 Quantity 幅	备注 Note
1	0.6	QuickBird	2005-04	1	
2	2.5	ALOS 彩色	2009-10	1	
3	10.0	ALOS 多光谱	2009-10	4	合成

(2)选中4幅10.0 m ALOS 遥感影像数据,使用最近邻域法进行叠加,合成1幅分辨率为10.0 m的多光谱遥感影像文件,然后输出。

(3)将合成的10.0 m的多光谱ALOS影像和2.5 m ALOS影像文件添加到ENVI 4.8的操作界面中,使用Gram

-Schmidt方法,融合10.0 m ALOS校正影像和2.5 m ALOS影像,形成1幅分辨率为2.5 m的彩色遥感影像文件。

(4)利用ArcGIS 9.2软件,根据崩岗形状,逐一绘制不同分辨率遥感影像的崩岗数据。

1.4 数据分析方法 崩岗的深度和宽度一般在5.0 m以上,有的崩岗深达数十米,面积达数公顷^[3]。QuickBird遥感影像的分辨率为0.6 m,是目前常用的高精度遥感影像之一。从QuickBird遥感影像能够准确提取崩岗的形态特征。

把从0.6 m QuickBird遥感影像上提取的崩岗数据作为基准值。为了说明从不同分辨率的遥感影像上提取崩岗数据的准确性,从2个方面进行比较:①比较崩岗的空间分布,说明崩岗位置的偏差问题,另外可粗略看出形状、周长以及面

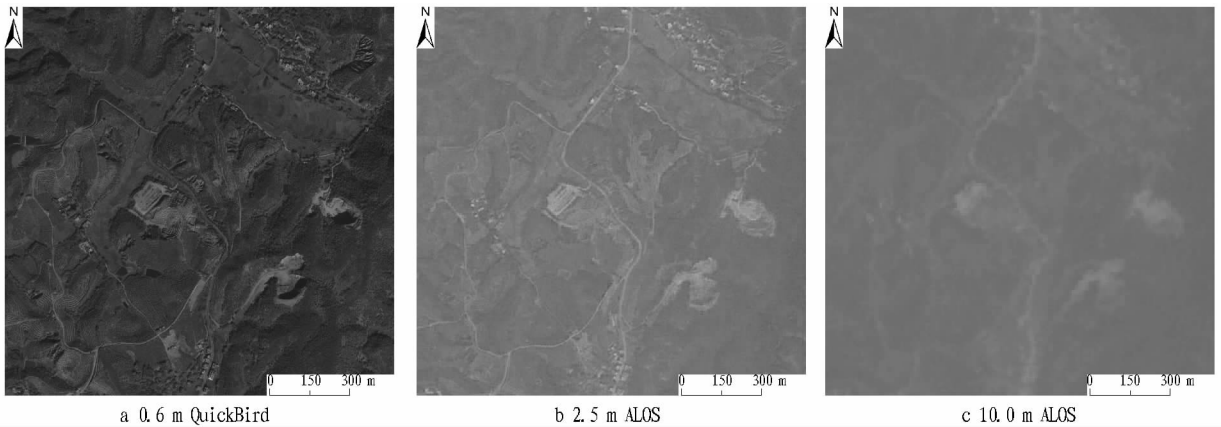


图1 不同分辨率的遥感影像数据

Fig. 1 Remote sensing image data with different resolutions

积的精度;②比较崩岗的周长、面积大小,并计算后者的相对误差 γ ,从而说明后者数据的精度。 γ 计算公式为:

$$\gamma = (S_i - R_i) / R_i \times 100\% \quad (1)$$

式中, S_i 、 R_i 分别为从ALOS影像和0.6 m QuickBird影像上提取崩岗的周长以及面积等数据。

2 结果与分析

2.1 从不同分辨率遥感影像上提取崩岗的空间分布 在数字化0.6 m QuickBird、2.5 m ALOS、10.0 m ALOS影像时,发现以下问题:①从10.0 m ALOS遥感影像上无法提取崩岗;②从2.5 m ALOS遥感影像上能够提取崩岗数据,但重现性不强,并受主观的影响较大,即同一个人不同时间从同一幅影像上提取崩岗数据,但提取的崩岗数据也有可能不同,不易分辨崩岗边界以及林地边界,并且易把池塘等深色地物当作崩岗进行数字化;③从0.6 m QuickBird遥感影像上非常容易提取崩岗数据,且重现性较好。

从0.6 m QuickBird和2.5 m ALOS遥感影像中分别提取崩岗数据,绘制其崩岗的空间分布图(图2)。从图2可以看出:①2种方法提取的崩岗的数量基本一致;②2种方法提取的崩岗的位置基本不一致,边界也不重合;③2种方法提取的崩岗的形状差别也很大。

2.2 从不同分辨率遥感影像上提取崩岗的基本特征比较 分别从0.6 m QuickBird和2.5 m ALOS遥感影像上提取崩岗数据,并把从0.6 m QuickBird遥感影像上提取的崩岗数

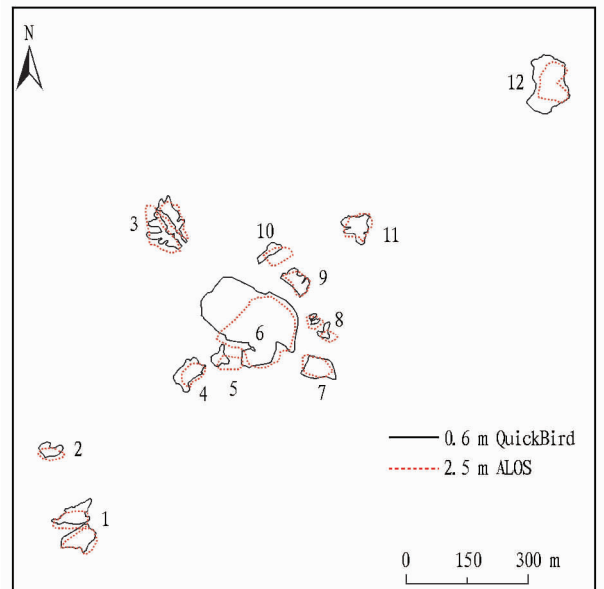


图2 从0.6 m QuickBird和2.5 m ALOS遥感影像上提取崩岗的空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of slope collapse extracted from 0.6 m QuickBird and 2.5 m ALOS remote sensing image

据作为基准值,分别计算从2.5 m ALOS遥感影像上提取崩岗的周长和面积的相对误差(表1)。从表1得出,从2.5 m ALOS遥感影像上提取崩岗的周长小于0.6 m QuickBird,平

均减少20.83%,减少的崩岗数量约占总数的83.33%。另外,占58.33%的崩岗面积减少了,平均减少了19.78%,与周长减少基本一致。

综上所述,从0.6 m QuickBird 遥感影像能够非常容易地提取崩岗数据,且崩岗数据能够反映实际情况;从2.5 m

ALOS 遥感影像上提取的崩岗数据基本上能反映崩岗的实际位置,但形状、边界以及空间分布存在偏差;从10.0 m ALOS 遥感影像上无法提取崩岗数据。这充分说明遥感影像的分辨率对提取崩岗有重要的影响。

表2 不同分辨率遥感影像提取崩岗的基本特征比较

Table 2 Comparison of the basic characters from 0.6 m QuickBird and 2.5 m ALOS remote sensing image

编号 Code	周长 Perimeter			面积 Area		
	0.6 m QuickBird	2.5 m ALOS	$\gamma//\%$	0.6 m QuickBird	2.5 m ALOS	$\gamma//\%$
1	554.04	469.40	-15.28	6 454.04	6 080.34	-5.70
2	168.39	154.71	-8.12	1 370.35	1 408.64	2.79
3	746.92	581.81	-22.11	5 223.42	7 637.56	46.22
4	269.90	183.62	-31.97	3 283.14	2 143.07	-34.72
5	162.70	167.08	2.69	1 244.06	1 753.26	40.93
6	851.96	580.86	-31.82	32 350.99	21 132.02	-34.68
7	243.12	209.90	-13.66	3 410.15	2 851.74	-16.37
8	260.87	221.96	-14.92	1 008.79	1 612.31	59.83
9	259.50	195.17	-24.79	2 451.63	2 204.62	-10.08
10	169.84	179.64	5.77	1 203.71	2 059.40	71.09
11	290.37	234.12	-19.37	3 055.75	3 147.89	3.02
12	433.45	313.98	-27.56	10 253.36	5 174.20	-49.54
平均值 Mean	367.59	291.02	-20.83	5 942.45	4 767.09	-19.78

3 讨论

3.1 遥感影像时间对提取崩岗侵蚀数据的影响 该研究使用的遥感影像数据分为2个时间段:2005年4月和2009年10月,两者相差约5个雨季,崩岗崩塌主要发生在雨季。根据阮伏水^[3]的监测结果,崩岗的侵蚀速率不同,其中4个崩岗仅沟头发生溯源侵蚀,后退率为12.6~20.3 cm/a,另外一个崩岗崩坍22处,最大一处崩坍后退距离为71.0 cm/a。也就是说,在2幅遥感影像的时间差内,崩岗可能发生后退的距离为63.0~101.5 cm,最大可能的后退距离为355.0 cm。这就意味着从2009年10月 ALOS 遥感影像提取的崩岗数据应该大于2005年4月 QuickBird 遥感影像提取,但图2和表1结果表明,从前者提取的崩岗基本都小于后者,这充分说明遥感影像的时相没有影响到该研究结果。

3.2 小结 该研究收集空间分辨率分别为0.6、2.5和10.0 m的遥感影像资料作为基本资料,分别从中提取崩岗特征数据,从而分析遥感影像的空间分辨率对提取的崩岗基本特征数据以及空间分布的影响。结果表明:从0.6 m QuickBird 遥感影像上能够非常容易地提取崩岗数据,且崩岗数据能够充分反映实际情况;从2.5 m ALOS 遥感影像上提取的崩岗数据基本上能反映崩岗的位置,但形状、边界以及空间分布存在偏差;从10.0 m ALOS 遥感影像上无法提取崩岗数据。目前利用遥感影像开展大尺度崩岗的研究较少,可能与同一地区不同精度的遥感影像资料获取的困难性有直接关系。

参考文献

[1] 赵其国. 我国南方当前水土流失与生态安全中值得重视的问题[J]. 水土保持通报,2006,26(2):1-8.
 [2] 冯明汉,廖纯艳,李双喜,等. 我国南方崩岗侵蚀现状调查[J]. 人民长江,2009,40(8):66-68,75.
 [3] 阮伏水. 福建省花岗岩坡地沟谷侵蚀试验研究初报[J]. 中国水土保持科学,2003,1(1):25-29.
 [4] MEUSBURGER K, BÄNNINGER D, ALEWELL C. Estimating vegetation

parameter for soil erosion assessment in an alpine catchment by means of QuickBird imagery[J]. International journal of applied earth observation and geo-information,2010,12(3):201-207.
 [5] PRASANNAKUMAR V, VIJITH H, ABINOD S, et al. Estimation of soil erosion risk within a small mountainous sub-watershed in Kerala, India, using Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and geo-information technology[J]. Geoscience frontiers,2012,3(2):209-215.
 [6] CONOSCENTI C, ANGILERI S E, CAPPADONIA C, et al. Gully erosion susceptibility assessment by means of GIS-based logistic regression: A case of Sicily (Italy)[J]. Geomorphology,2014,204(1):399-411.
 [7] 范建容,刘飞,郭芬芬,等. 基于遥感技术的三峡库区土壤侵蚀量评估及影响因子分析[J]. 山地学报,2011,29(3):306-311.
 [8] 闫业超,张树文,岳书平. 近40a黑土典型区坡沟侵蚀动态变化[J]. 农业工程学报,2010,26(2):109-115.
 [9] 李京,李晓兵,官阿都. 基于遥感方法的小流域土壤侵蚀研究[J]. 自然灾害学报,2008,17(6):77-81.
 [10] 郭兵,陶和平,刘斌涛,等. 基于GIS和USLE的汶川地震后理县土壤侵蚀特征及分析[J]. 农业工程学报,2012,28(14):118-126.
 [11] 张小文. 遥感和GIS辅助下的祁连山河流域土壤侵蚀空间变化分析[J]. 遥感技术与应用,2009,24(6):772-776.
 [12] 范建容,钟祥浩,刘淑珍. 嘉陵江中下游典型流域土壤侵蚀与泥沙输移遥感监测[J]. 中国科学E辑:技术科学,2003,33(S1):157-163.
 [13] 丁晓东,许红卫,高玉蓉,等. 浙江省低丘陵红壤区土壤侵蚀评价研究[J]. 土壤通报,2008,39(5):1045-1048.
 [14] 张喜旺,凌峰,李晓松,等. 永定河治理区土壤侵蚀时空变化分析[J]. 测绘科学,2011,36(6):80-82,85.
 [15] 李镇,张岩,姚文俊,等. 基于QuickBird影像估算晋西黄土区切沟发育速率[J]. 农业工程学报,2012,28(22):141-148.
 [16] FERROY R L, BOOKHAGEN B, ASNER G P, et al. Comparison of gully erosion estimates using airborne and ground-based LiDAR on Santa Cruz Island, California[J]. Geomorphology,2010,118(3/4):288-300.
 [17] FRANKL A, POESEN J, HAILE M, et al. Quantifying long-term changes in gully networks and volumes in dryland environments: The case of Northern Ethiopia[J]. Geomorphology,2013,201(3):254-263.
 [18] 徐国礼,周佩华,王文龙,等. 沟道侵蚀与地面遥感监测研究[J]. 水土保持学报,1991,5(2):22-24,45.
 [19] 闫业超,张树文,李晓燕,等. 黑龙江拜拜黑土区50多年来侵蚀沟时空变化[J]. 地理学报,2005,60(6):1015-1020.
 [20] NDOMBA P M, MTALO F, KILLINGTVEIT A. Estimating gully erosion contribution to large catchment sediment yield rate in Tanzania[J]. Physics and chemistry of the earth,2009,34(13):741-748.

2.2 实习方式传统单一,动手能力和创新能力培养不足 自然地理野外实习的教学方式大多是以教师定点讲授、学生感性认知为主,忽视了学生自主学习、自主探究能力的培养^[3]。教学内容更多地停留在对自然地理现象的观察和对自然地理事物的识别上,内容相对单一、独立,知识的有效信息量较少,且缺乏系统性,学生多数情况下都是被动地接收片断化的知识,导致学生缺乏运用课堂所学知识主动发现问题和解决问题的热情;同时,对学生动手操作和理性思考环节重视不够,学生的求知、创新欲望未能得到有效激发,导致学生动手能力与创新能力不足,难以满足社会发展对高素质地理学专业人才的现实需求。

2.3 教学内容孤立分散,缺乏自然地理系统整体性认识 自然地理系统是由各要素相互联系、相互作用和相互影响形成的一个统一整体,当前各高校在野外实习过程中主要围绕着各个要素开展,教学内容集中于各个具体要素的认知验证和实习工具的操作应用上,而忽视区域自然地理系统的整体性和差异性的深层次探究。学生认知上缺乏系统性和层次性,导致学生运用所学知识分析问题和解决问题的能力偏低,不利于创新能力的培养与提高。

2.4 实习评价体系过于简单,难以反映学生实习效果 目前,自然地理学野外实习评价大都以结果为导向,而忽略过程评价,采取的评价方式主要通过实习报告或心得体会对学生实习成绩进行评定。这种简单的定性评价方法无法真实地考查学生的实践能力和创新能力,更难以客观反映学生野外实习的效果。因此,改变现有野外实习评价机制,重视实习过程评价、制订合理可行的量化评价体系是认清野外实习效果和有针对性地提高野外实习质量的重要保障。

3 自然地理野外实践教学改革途径

3.1 优化自然地理野外实习教学内容 自然地理学野外实习教学内容设计的合理与否关系到学生实践能力与创新能力的培养,其内容既要体现自然地理学课程内容的完整性,又要兼顾学生的主体地位。因此,自然地理学野外实习内容的确定要做到基础性与创新性统一,充分调动学生自主学习的积极性。野外实习应以相对稳定的实习基地为基础,围绕实习基地自然地理环境特征,从“基础-要素-综合-应用”4个层次设计野外实习教学内容,并依据教学的重点与学生兴趣,采取“点-线-面”相结合的方式开展野外实习线路的设计、调整与优化,建立多层次、立体化的野外实习教学内容体系。

3.2 改变自然地理野外实习教学模式 实习时间安排与教学方法运用决定了野外实习教学内容的落实情况和教学质

量的高低。改变传统的时间集中式野外考察实习模式,增加学生主动探索与实际综合应用方面的锻炼,有利于学生专业能力与创新能力的提高。各高校依据学校实习条件和地域特点分阶段进行野外实习教学内容,基本的实验方法和仪器操作可利用课堂教学以外的课余时间进行,而对于要素间以及要素与整体间的联系可在野外实习基地集中进行,使学生能进一步从机理上掌握自然地理现象的形成和自然地理过程的发展与演变。在教学上改变传统的认知型和验证型教学方法,采用启发式^[4]、互动式^[5]、探究式^[6-7]等教学方法最大限度地发挥学生在实践教学中的主体作用,积极引导学生在观察事物、发现问题并进行理性思考与分析,以提高学生的野外工作和科研创新能力。

3.3 完善自然地理野外实习评价体系 系统的野外实习考核评价体系有助于全面、准确、客观地判断学生的综合素质,因此要改变传统的以结果为导向的定性评价方法,根据野外实习特点,遵循过程与结果并重的评价模式,采用定性评价与定量评价相结合的方法,从实习态度、专业能力、科研素养、专业成绩4个方面建立野外实习考核评价指标体系,确定各指标的评价标准及相应权重,对学生野外实习的总体表现进行综合评定。其中,过程评价以教师和小组现场打分为主,结果评价以实习报告和心得体会为主。

4 结语

野外实习作为自然地理学教学体系中的重要组成部分,其改革与实施是一项复杂而艰巨的系统性工作,从实习基地的建设、实习内容的调整与优化到教学方式的转变以及实习评价体系的构建,均需要投入大量的人力和财力,同时也需要相关职能部门和高校的大力支持与配合。目前,随着国家相关政策的制定和实践平台的建立,自然地理野外实习改革已取得一定成效,但如何更好地完善自然地理学野外实习教学体系、提高野外实习效率、增强学生的实践能力和综合能力,仍是未来需要进一步深入探究的重要课题。

参考文献

- [1] 瞿振元. 素质教育:当代中国教育改革发展的战略主题[J]. 中国高教研究, 2015(5):1-6.
- [2] 马建华. 现代自然地理学[M]. 北京:北京师范大学出版社, 2002.
- [3] 崔军. 高校研究型教学模式及其教学活动探析[J]. 煤炭高等教育, 2007, 25(2):103-105.
- [4] 齐童. 基于问题创设法的地质学多元模块教学研究[J]. 内蒙古师范大学学报(教育科学版), 2015, 28(12):167-169.
- [5] 赵媛, 韩雪珍, 诸嘉. 地理野外实践教学模式初探[J]. 实验室研究与探索, 2006, 25(2):238-240.
- [6] 衣华鹏, 张鹏宴. 研究型自然地理实践教学模式探讨[J]. 实验室科学, 2013, 16(1):150-152.
- [7] 郑敬刚. 探究性自然地理实践教学改革[J]. 现代农业科技, 2016(1):331-332.

(上接第229页)

- [21] 罗真富, 齐信, 易静. 遥感三维可视化在南沟泥石流调查中的运用[J]. 环境科学与管理, 2010, 35(1):144-146.
- [22] 潘仲仁, 曹林英. 遥感技术在成昆铁路泥石流沟调查中的应用[J]. 铁道工程学报, 2006(Z1):237-242.
- [23] 张怀珍, 范建容, 胡凯衡, 等. 汶川地震重灾区泥石流沟内崩滑物空间

分布的RS-GIS定量方法[J]. 山地学报, 2012, 30(1):78-86.

- [24] 梁京涛, 成余粮, 王军, 等. 基于无人机遥感技术的汶川震区典型高位泥石流动态监测:以绵竹市文家沟泥石流为例[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2013, 24(3):54-61.
- [25] 刘洪鹤, 刘宪春, 张平仓, 等. 南方崩陷发育特征及其监测技术探讨[J]. 中国水土保持科学, 2011, 9(2):19-23.