

鄂东南花岗岩区节理对崩岗发育的影响

朱慧鑫, 邓羽松, 丁树文

(华中农业大学 资源与环境学院, 武汉 430070)

摘要:崩岗是鄂东南花岗岩地区普遍存在的土壤侵蚀现象,给农业生态与经济发展带来了严重影响。研究以鄂东南通城县杨垄小流域崩岗为研究对象,使用RTK测量数据,ArcGIS生成DEM图像,测定坡面坡向及主沟、支沟的发展方向,运用罗盘测量节理产状,描述节理的区域性特征,探讨了节理对崩岗发育的影响。结果表明:杨垄小流域节理产状具有方向性和区域性,多为 $NE45^{\circ}-90^{\circ}$ 和 $NW280^{\circ}-310^{\circ}$;崩岗主沟发展方向主要受坡面坡向的影响,多位于北东向;崩岗支沟的发育在一定程度上受节理走向的影响,多分布于 $NE45^{\circ}-90^{\circ}$ 和 $NW280^{\circ}-320^{\circ}$;节理倾角大,节理面陡可加快崩岗的侵蚀与发育;节理可加快地下水的下渗,有利于风化壳的形成,加速崩岗侵蚀。研究结果可为探究崩岗地貌系统侵蚀机理及其治理方法研究提供依据。

关键词:崩岗;节理;发育

中图分类号:S157.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2017)03-0347-04

Impact of Joints of Rock on the Development of Collapse Hills in Southeast of Hubei Province

ZHU Huixin, DENG Yusong, DING Shu wen

(College of Resources and Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Collapse hill is a universal phenomenon of soil erosion in granite area in southeast of Hubei Province, which has serious impacts on agricultural ecology and economic development. The research selected the collapse hills in Yanglong watershed as the site, measurement of slope aspect, the DEM images which were made by ArcGIS on the basis of RTK data were explored to measure the development direction of main gully and tributaries, the compass was used to describe joint attitude and its regionality, and discuss the impact of joints of rock on the development of collapse hills. The results demonstrated that the joint attitude in Yanglong watershed is regional and directional, almost all are in the direction of $NE45^{\circ}-90^{\circ}$ and $NW280^{\circ}-310^{\circ}$; slope aspect influences the development direction of main gully, for they intensively distribute in North East; joint strike has the impact on the tributaries of collapse hills, almost all are in the direction of $NE45^{\circ}-90^{\circ}$ and $NW280^{\circ}-320^{\circ}$; for steep joint inclination, faster erosion and growth of collapse hills are mainly governed by it; joint could make groundwater infiltrate faster, which is beneficial to form weathering crusts so as to accelerate the collapse erosion. The research results could provide the basis for erosion mechanism and the methods of prevention of collapse hills.

Keywords: collapse hills; joint; growth

崩岗是指在水力和重力的综合作用下,山坡土石体受破坏而崩塌和受冲刷的侵蚀现象,花岗岩地区最为发育。崩岗侵蚀造成地表千沟万壑以及大量的土壤流失,成为我国南方最严重的土壤侵蚀类型,其成因及影响因素成为崩岗研究的热点^[1]。研究表明,崩

岗是地形、土壤特性、气候、重力作用和人为活动等因素综合作用的产物,其形成原因及发育情况复杂^[2-8]。湿热的气候及松散的土体特性使花岗岩形成深厚的风化壳,这为崩岗的侵蚀提供了物质基础;丘陵地形、海拔高度、崩岗坡度等影响崩岗的发育规模、形状和

收稿日期:2016-05-04

修回日期:2016-07-11

资助项目:国家自然科学基金重点项目“花岗岩风化岩土体特性的地带性分异及崩岗形成机理研究”(41630858);国家自然科学基金“花岗岩红壤优先流及其与崩岗侵蚀发育的关系”(41571258);华中农业大学国家级大学生创新创业训练计划“花岗岩崩岗不同层次土壤可蚀性与抗冲性对径形成的影响”(201510504021)

第一作者:朱慧鑫(1995—),女,山东青岛人,本科生,主要研究方向:水土保持与环境生态。E-mail:vincyicon@163.com

通信作者:丁树文(1964—),男,湖北孝感人,副教授,硕士生导师,主要研究方向:水土保持与农业生态。E-mail:dingshuwen@mail.hzau.edu.cn

速度;而不合理的人为活动也对崩岗的发育起到诱发和促进的作用。现今,也有少数学者对崩岗节理与崩岗发育的关系做了研究。如牛德奎^[9]提到花岗岩的节理特征对其岩体成分的再塑造、风化母质特性、地貌特征和崩岗侵蚀过程均产生显著影响;葛宏力等^[1]探究了节理构造与风化壳形成的关系,从风化速度与侵蚀速度以及岩体构造入手说明岩石的节理构造对风化壳的形成仅起促进作用。以上研究虽对节理的特征做了分析,也提出其与崩岗发育的关系,但仍需基于数据的明显对比作为支撑。另外,测量节理产状,对于节理三要素详细描述,并从三要素与坡面坡向入手挖掘其与崩岗主沟、支沟发育关系的研究还未有报道。因此,本文对杨垄小流域花岗岩节理的产状进行测量统计。同时利用 GIS 空间分析,生成 DEM 图像,对该区域坡面坡向及主沟、支沟的发展方向进行测量。对比所得数据,分析节理的产状特征及其与崩岗发育之间的关系,探讨节理对崩岗形成发育的影响,为崩岗侵蚀防治的研究提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

杨垄小流域位于鄂南通城县大坪乡,113°27′40″—113°27′47″E, 29°11′47″—29°12′8″N,东西宽 0.3 km,南北长 2.4 km,海拔 97~132 m,属丘陵区。流域内土壤为花岗岩发育的棕红壤。气候属亚热带季风气候,年均气温 15~25℃,降雨量 1 500 mm,集中性暴雨多发生在 5—8 月份。该流域崩岗侵蚀较为严重,现有崩岗 18 个,崩岗面积达 10 195 m², 占所有土地面积的 2.4%。

1.2 研究方法

(1) 节理产状的测量。对通城县杨垄小流域花岗岩崩岗进行调查,选取区域中的典型节理面,运用罗盘测量其走向、倾向、倾角。

(2) 坡面坡向及崩岗主沟、支沟发展方向的测定。使用灵锐 S82 T—RTK 测量杨垄小流域的空间数据,生成 shapefile 文件,运用 ArcCatalog 优化数据并进行空间分析,打开 3 DAnalyst 模块,选择 Interpolate to Raster 之后,利用 Kriging 克里金插值方法进行插值,生成一幅矩形 DEM,栅格单元大小保留一位小数点,便于后面进行数据分析。根据所制 DEM 图,判断崩岗主沟、支沟发展方向,坡面坡向,并进行测量。某个杨垄小流域崩岗 DEM 图见图 1。

2 结果与分析

节理是岩石中没有明显位移的断裂,是岩体在应

力作用下形成的结构面(节理面)^[10]。花岗岩崩岗侵入岩为红色,结实,内有砂质,触觉有些粉粘。该节理呈土黄色,长而大,节理密度一般,普遍多见。花岗岩崩岗土壁较不完整,其节理也较为发育。

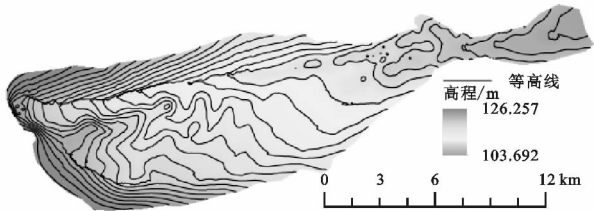


图 1 杨垄小流域崩岗 DEM 图

2.1 节理走向分析

研究对杨垄小流域崩岗进行调查,并对样区节理的走向、倾向及倾角进行统计整理,结果显示,样区调查崩岗主要节理共 116 条,节理走向的优势方位是 NE45°/SW225°—NE90°/SW270°和 NW280°/SE100°—NW320°/SE140°两组。其中 NE45°/SW225°—NE90°/SW270°走向的节理共 59 条,占节理总数 50.9%;NW280°/SE100°—NW320°/SE140°走向的节理共 41 条,占节理总数 35.3%。

杨垄小流域的节理走向集中在 NE70°—90°和 NW300°—320°(表 1),占节理总数的 70.7%。从节理走向玫瑰图(图 2)可知,该地区节理的优势方向为 NE 向、NW 向,这反映了该地区构造应力场方向。

由于样区崩岗节理的走向十分集中,可以说样区的崩岗节理具有方向性。这是由于样区的地壳挤压运动集中、普遍,地下地质活动几近相同,燕山期因燕山运动巨大南北向挤压力,岩浆岩破裂^[11],受地壳应力场构造的影响而形成具有方向性的节理构造。

表 1 杨垄小流域花岗岩崩岗区节理走向统计结果

区间	平均走向/(°)	条数	区间	平均走向/(°)	条数
[0,10)	—	0	[270,280)	275.0	1
[10,20)	12.3	4	[280,290)	281.0	2
[20,30)	27.0	4	[290,300)	290.0	4
[30,40)	31.8	4	[300,310)	303.3	12
[40,50)	41.7	3	[310,320)	314.8	20
[50,60)	54.5	2	[320,330)	326.0	3
[60,70)	66.8	4	[330,340)	338.0	1
[70,80)	75.9	33	[340,350)	—	0
[80,90)	81.9	17	[350,360)	356.0	2

注:0°—90°与 180°—270°,270°—360°与 90°—180°的节理同属一条节理,故此玫瑰图只以 0°—90°和 270°—360°表示。

2.2 节理走向对崩岗发育的影响

节理的产生影响了土体的力学稳定,其进一步发育或将形成断层,其特征在一定程度上对崩岗侵蚀产

生影响。本研究测量统计了杨垄小流域花岗岩崩岗的主沟及支沟的发展方向,并将其与坡面坡向和崩岗节理走向相对比(见表 2,图 2—5)。

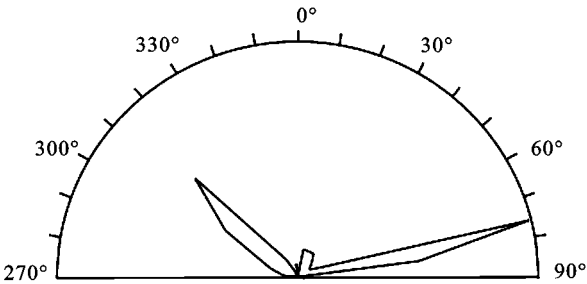


图 2 杨垄小流域花岗岩崩岗节理走向玫瑰图

表 2 崩岗坡面坡向及主沟、支沟发展方向

编号	坡向/ (°)	主沟/ (°)	支沟 1/ (°)	支沟 2/ (°)	支沟 3/ (°)
一号	66.2	72	310	—	—
二号	75.7	82	49	—	—
三号	90.0	95	290	71	—
四号	60.5	61	—	—	—
五号	119.3	141	78	313	59
六号	108.4	114	—	—	—
七号	97.0	123	25	—	—
九号	57.5	75	327	61	32
十号	97.6	90	293	68	—
十一号	329.0	310	50	—	—
十二号	245.0	278	335	—	—
十三号	265.9	257	23	315	—
十四号	278.9	81	—	—	—
十五号	237.0	216	90	—	—
十六号	270.0	208	87	—	—
十七号	328.1	322	31	77	—
十八号	278.0	232	270	—	—
十九号	20.9	30	—	—	—

从图中可以发现,样区坡面坡向与崩岗节理走向相似,以 NE 向为主,在 NW 向也有分布,与该区域地壳应力场运动方向一致。坡面坡向主要影响主沟的发育。有 89.5% 的崩岗位于 45°—135° 和 225°—315°,有 82.4% 的崩岗主沟向着这两个方向角度发展。这说明崩岗主沟的分布是由于流域西侧坡向大约为 90°,受到坡向的影响,因此在这两个方向角度中最为发育。牛德奎^[9]认为,崩岗坡面坡向的分布主要受两方面影响,地质构造格局的直接影响和由气象等综合条件导致的植被覆盖状况的间接影响。样区的多数中山、低山及丘陵为 NE—SW 向,直接影响坡向分布,而居民放牧、采樵等人为干扰,也间接造成 NE 坡侵蚀严重,因此,在此自然与人为因素下,该流域崩岗坡面坡向便会在这两个方向上有显著数量优势。杨垄小流域所在的通城县以丘陵地貌为主,海拔大都在 150~300 m,在此优势坡向范围内,花岗岩风化壳深厚,崩岗活动性最强,径流冲刷能力强,重力作用优势明显,在这几重作用下极易造成崩塌形成崩岗^[12-13]。因此,需在崩岗治理过程中特别重视此坡向范围内的尚未发生崩岗的山坡土体。

除主沟外,崩岗存在的众多支沟发育旺盛,这与节理的走向密切相关。将崩岗节理走向与支沟的发展方向相对比发现,大部分的崩岗支沟在 45°—90° 和 280°—320° 范围内发育,与节理发育情况一致。这可以说明节理从一定程度上影响着崩岗支沟的发育和形成。杨垄小流域为花岗岩分布区,花岗岩自身凝聚力不高,可通过岩体透水。岩体的裂隙来自于自身体积缩小而产生的张力作用^[14]。花岗岩形成后,在地壳运动和重力作用下,产生不同方向的节理。所产生的节理进一步发育形成断层,节理的产状在一定程度上影响崩岗侵蚀。

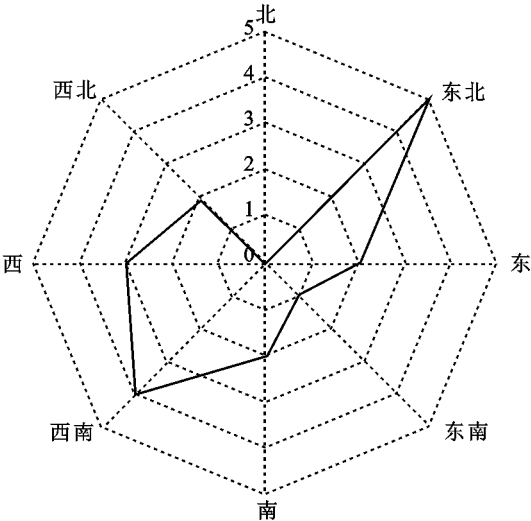


图 3 崩岗坡面坡向分布

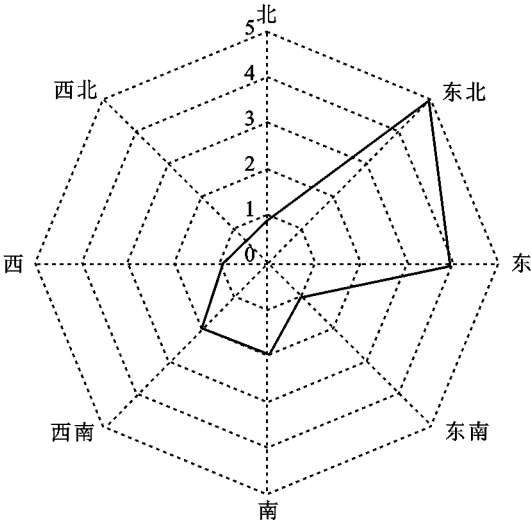


图 4 崩岗主沟发展方向

花岗岩岩体形成过程中伴有各个不同方向节理的产生,这些节理也存在裂开再愈合再裂开的过程,后续的开裂发生在已愈合裂隙的边界上。节理构造增强了岩石的通气、透水和蓄水性,为地表水下渗提供了有力的通道,有利于风化壳的形成^[1],影响流域的微地形,使地表水与地下水的运动受到影响。同时,相互切割的节理面使风化壳低于侵蚀基准面,风化速度大于侵蚀速度,缩短深厚风化壳的形成时间,地势反差增大,为土体沿节理面崩塌创造了有利条件。

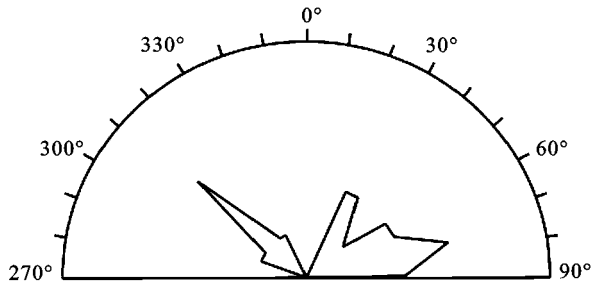


图5 崩岗支沟发展方向玫瑰图

随着节理的扩张,岩浆后期的熔融物质会侵入充填。填充物在花岗岩受到不平衡均匀的应力时易破碎,其分布在花岗岩土体中控制着崩岗走向,成为崩岗侵蚀崩塌面。裸露的岩体接触水汽和风力后易沿节理面发生部分变形和滑动^[15]。因此在水力、重力等多种侵蚀力的综合作用下,节理分布之处更利于风化壳的形成,加速崩岗的发育,崩岗更易朝节理的走向发展。

2.3 节理倾角对崩岗发育的影响

研究将崩岗支沟中发育旺盛方向 70°—90°和 280°—320°的节理倾角及支沟长度进行统计,发现 70°—90°崩岗支沟中节理倾角大多为 41°—60°,占该角度方向范围内的 88%,280°—320°崩岗支沟的节理倾角在 51°—90°范围内数量显著,占该角度方向范围内的 84.6%。支沟发育旺盛方向节理倾角大角度居多,相对较陡。在一定程度上可以反映大倾角使崩岗发育更加迅速,侵蚀更加严重。这可能是由于倾角越大,节理面越陡,更利于地表水的运移与下渗^[16],使土体内部出现较多的软弱面,裸露的岩体在重力的作用下也更易沿节理面发生滑动,加速地表微地形的改变,促进崩岗的发育。

3 结论

杨垄小流域花岗岩崩岗侵蚀典型、普遍且发育旺盛。该流域主沟分布和发展方向多为 NE 向,与坡面坡向一致,在一定程度上受到坡面坡向的影响。支沟的发

展方向多为 NE 向和 NW 向,与节理走向的优势方位 NE45°/SW225°—NE90°/SW270° 和 NW280°/SE100°—NW320°/SE140°相一致,其发育受到节理走向分布的影响。节理倾角大,节理面陡促进崩岗支沟的发育,加快崩岗侵蚀。该流域崩岗节理走向、倾向及倾角的角度方向分布集中,具有方向性和区域性。节理的存在影响水分的运移与下渗,改变地表微地形,为崩岗的发育提供了地质基础。因此,节理的产状在一定程度上影响崩岗的发育,在今后需更加重视节理在崩岗防治工作中的重要作用。

参考文献:

- [1] 葛宏力,林敬兰,黄炎和. 崩岗风化壳形成的地质作用[J]. 福建农林大学学报:自然科学版,2010,39(1):73-78.
- [2] 林敬兰,黄炎和. 崩岗侵蚀的成因机理研究与问题[J]. 水土保持研究,2010,17(2):41-44.
- [3] 邓羽松,李双喜,丁树文,等. 鄂东南崩岗不同层次土壤分形特征及抗蚀性研究[J]. 长江流域资源与环境,2016(1):63-70.
- [4] 阮伏水. 福建崩岗沟侵蚀机理探讨[J]. 福建师范大学学报:自然科学版,1996(S1):24-31.
- [5] 史德明. 我国热带、亚热带地区崩岗侵蚀的剖析[J]. 水土保持通报,1984,4(3):32-37.
- [6] 葛宏力,黄炎和,蒋芳市. 福建省崩岗发生的地质和地貌条件分析[J]. 水土保持通报,2007,27(2):128-131.
- [7] 蒋芳市,黄炎和,林金石,等. 坡度和雨强对花岗岩崩岗崩积体细沟侵蚀的影响[J]. 水土保持研究,2014,21(1):1-5.
- [8] 吴志峰,王继增. 华南花岗岩风化壳岩土特性与崩岗侵蚀关系[J]. 水土保持学报,2000,14(2):31-35.
- [9] 牛德奎. 华南红壤丘陵区崩岗发育的环境背景与侵蚀机理研究[D]. 南京:南京林业大学,2009.
- [10] 刘凡. 地质与地貌学[M]. 北京:中国农业出版社,2002.
- [11] 丁树文,蔡崇法,张光远. 鄂东南花岗地区重力侵蚀及崩岗形成规律的研究[J]. 南昌工程学院学报,1995(S1):50-54.
- [12] 刘希林,连海清. 崩岗侵蚀地貌分布的海拔高程与坡向选择性[J]. 水土保持通报,2011,31(4):32-36.
- [13] 陈志彪,朱鹤健,刘强,等. 根溪河小流域的崩岗特征及其治理措施[J]. 自然灾害学报,2006,15(5):83-88.
- [14] 杜贇. 杨垄小流域崩岗分布特征及洪积扇土壤性质空间变异研究[D]. 武汉:华中农业大学,2014.
- [15] 赵静. 于都县崩岗分布特征及其侵蚀机理研究[D]. 南昌:江西农业大学,2015.
- [16] 邓羽松,丁树文,刘辰明,等. 鄂东南花岗岩崩岗崩壁土壤水分特征研究[J]. 水土保持学报,2015,29(4):132-137.