

# 地衣形态量计在同震滑坡研究中的应用\*

李有利 杨景春

(北京大学城市与环境学系 北京 100871)

**提 要** 阐述了地衣形态量计法的基本原理和各种不同的具体量计方法及其在同震滑坡研究中的应用方法,指出将该方法应用于同震滑坡研究中,可以帮助提供地震时间、震中、地震频度、地震影响范围和地震断层的一些信息。

**关键词** 地衣形态量计 同震滑坡

地衣形态量计法由 Beschel 提出并逐步得到改进<sup>[1]</sup>,多用于测定冰退后出露的地面的年龄<sup>[2,3]</sup>。Gregory 将该方法引入河流地貌年龄的研究<sup>[4]</sup>。Mottershead 曾用地衣形态量计法研究基岩海岸的侵蚀过程<sup>[5]</sup>。近年来,一些研究者将地衣形态量计法应用于同震滑坡灾害的研究中<sup>[6~8]</sup>,证明它是一种有效的方法。

## 1 地衣形态量计法

地衣形态量计法的基本原理是地衣随年龄的增加而变大,地衣的大小与其附着面的形成年龄成正比。该方法的关键是要建立地衣大小与地衣年龄之间的关系。有两种办法可以获得地衣年龄与大小之间的关系:1. 直接法,即直接观察单个地衣的大小随时间的变化,确定地衣生长速率;2. 间接方法,通过辨认不同年龄附着物和测量其上地衣的大小,确定地衣生长速率。

关于地衣形态量计方法,多数研究者主张测量地衣最大直径,也有人建议测量地衣的总面积。但最大直径可以在野外进行量计,简便易行,深受研究者青睐。在进行测量数据的统计分析时,一些研究者采用最大的地衣<sup>[7]</sup>。也有一些人用几个(一般是五个)大地衣的平均直径<sup>[8]</sup>。地衣生长在不同的微地形、岩性、坡向和水分状态。一些短期观测证明微环境对地衣生长有影响<sup>[4,5]</sup>,为了克服这方面的不足,最好选择微环境相近的地方作为采样点。

关于地衣随时间生长的特性仍有意见分歧,因而有不同的地衣年龄-大小曲线。Beschel 指出,有一段时间,地衣在常规显微镜下是观测不到的,而后地衣有一个加速生长阶段,形成一个圆形的外形,此后,地衣的生长变得很慢,以一个恒定的速率生长<sup>[1]</sup>。Andersen 和 Solid 提出地衣直径随时间线性增大<sup>[5]</sup>。Gregory 提出开始地衣以恒定速度增长,随后,生长速率减慢<sup>[4]</sup>。Mottershead 和 White 根据几个散点,得出了地衣生长速率逐渐降低的曲线<sup>[3]</sup>。Miller 提出开始地衣加速生长,后来生长速率降低<sup>[5]</sup>。在上述曲线中,年龄

\* 国家自然科学基金资助项目(编号:49601003)

收稿日期:1997-12-01,改回日期:1998-04-09.

在>50a地衣的生长曲线可以近似看成一条直线,因此,在研究年龄>50a地貌面的年龄时,可以将地衣大小与年龄看成线性关系。

## 2 地衣形态量计法在同震崩塌滑坡研究中的应用

强烈地震往往造成滑坡和崩塌,在滑坡壁上和破碎岩块的新鲜面上就会有地衣附着生长。由于同震滑坡的同时性,单一地震形成的滑坡和崩塌体上的微环境相近的地衣具有相近的大小,这是地衣形态量计法研究同震滑坡和崩塌的基本前提。

Bull 等人用地衣测年法研究新西兰南阿尔比斯山同震崩塌和滑坡<sup>[7]</sup>。通过测量特定种的地衣的大小,作出地衣直径-数量直方图,即地衣大小频度图,他们发现单一崩塌滑坡事件的地衣的最大直径频度分布曲线为一正态分布曲线,多个事件的曲线为具有多个数值的频度分布曲线。直方图上多个尖锐的峰分别代表着不同的地震。合成的概率密度曲线可以分解为几个小的正态分布曲线,分别代表几个不同的事件(图2)。通过回归分析得到地衣大小与时间的关系

$$y = -0.16x + 328 \quad (1)$$

式中  $y$  是最大地衣直径的众数值,  $x$  是公历年,  $r^2 = 0.99$ ,  $r$  为相关系数。这一公式可以用来测定该地区其它同震滑坡的年龄。

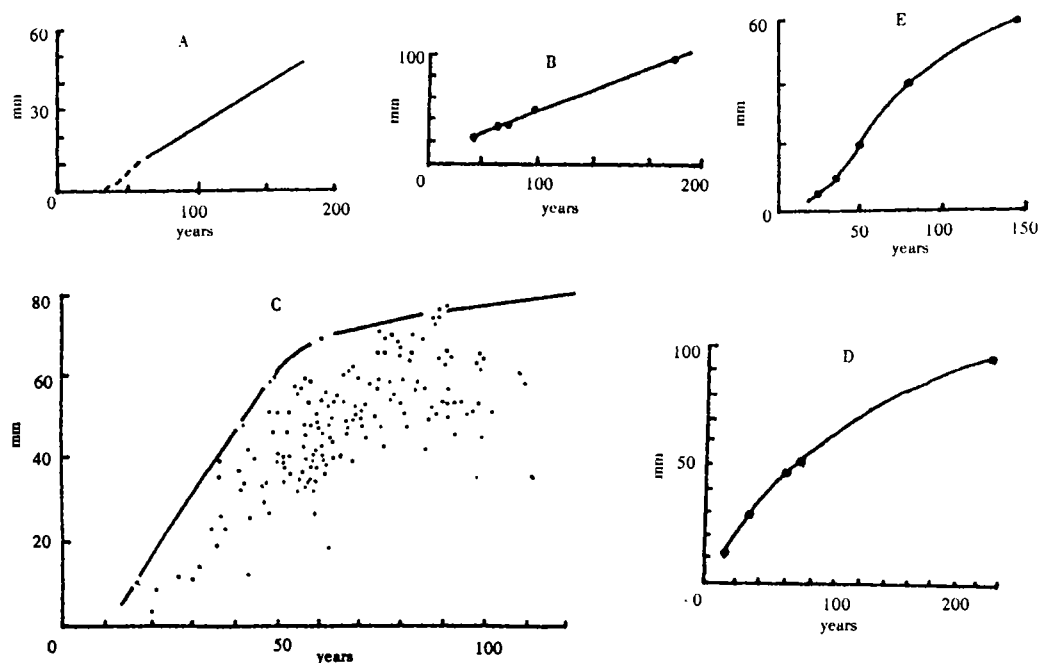


图1 新西兰某地复合地衣大小-丰度曲线的分解<sup>[7]</sup>

Fig. 1 Decomposition of the composite lichen-size curve at a site of New Zealand

另外,Bull 的研究还发现,图2中每个事件的曲线下面的面积与观测点距震中的距离有关。将每个事件的曲线下的面积占总面积的百分数定义为振动指数,统计发现,振动指

数与震中距线性相关

$$y = 69.5 - 0.49x \quad (2)$$

式中  $y$  是振动指数,  $x$  是震中距(km),  $r^2=0.91$ .

根据(2)式可以研究一次地震的影响范围,即令  $y=0$  时,计算  $x$  的值.

我们曾用地衣形态量计法研究山西忻定盆地同震滑坡. 在忻定盆地,花岗岩崩塌壁和崩塌角砾上常见的地衣是胶衣(*Collema* sp.),果皮衣(*Dermatocarpon* sp.),地黄衣(*Xanthoria* sp.),黄土滑坡壁上常见的地衣是胶衣(*Collema* sp.). 在获得每个测点特种地衣大小的数据后,将每个测点的数据按大小排成次序,并分割成 10 个数据段,每个数据段的数据个数相同. 第一数据段中最大数用  $X_{max}$  表示,平均值用  $X_1$  表示,第二数据段的平均值用  $X_2$  表示. 取  $X_{max}$ ,  $X_1$ ,  $X_2$  作为衡量某测点的地衣直径的三个特征指标,如果在岩性相同和其它条件一致的不同滑坡壁上的地衣的三个指标值大致相等,可以认为它们是同时形成的. 通过比较,忻定盆地系舟山花岗岩山区 85.7% 的崩塌是同时形成的,山前黄土台地上 75% 的滑坡也是同时形成的. 根据 $^{14}C$  测年数据,上述绝大多数滑坡都是在距今 1800 年以后发育的. 根据历史记载,公元 1038 年在忻州定襄间发生过一次 7.25 级地震<sup>[8]</sup>,因此,认为这些崩塌和滑坡是在这次地震中形成的.

根据野外调查和航片解释,将年代相同的崩塌和滑坡绘制成平面分布图,再根据每平方公里内崩塌和滑坡个数做成崩塌和滑坡分布密度等值线图(图 2),从图上可以看出,崩塌主要集中在山地沟谷陡坡发育地区,滑坡主要分布在山前黄土台地上的谷坡两侧. 沿系舟山山前断裂附近的崩塌与滑坡最为密集. 这种现象说明系舟山山前的崩塌和滑坡与断裂活动有关. 在滑坡和崩塌密度较高的系舟山山前断裂沿线进行剖面开挖,找到了历史时期该断层活动的证据<sup>[8]</sup>.

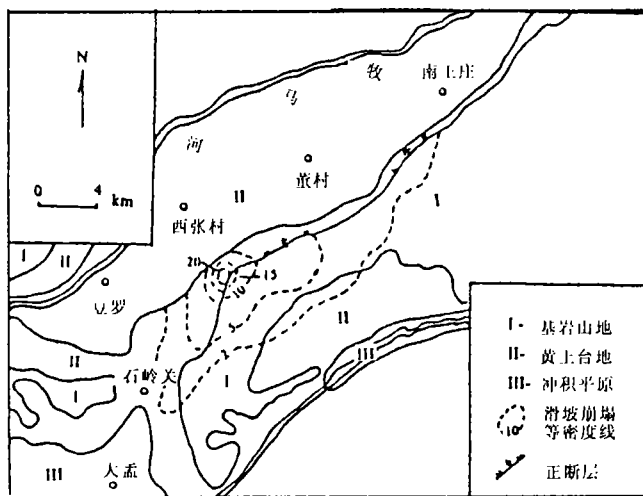


图 2 山西忻州系舟山北侧滑坡密度等值线图

Fig. 2 Density Isolines of landslide in the north side of the Xizhou Mountains

### 3 小 结

在没有其它测年方法可用的情况下,地衣形态量计可以用于区分同震滑坡的的相对年代;在有年龄数据控制的条件下,可以获得地衣大小与生长时间之间的函数关系来测定同震滑坡的年龄. 将地衣形态量计法引入同震滑坡的研究,可以获得震时、震中、地震频度、地震影响范围以及地震断层的一些信息.

## 参 考 文 献

- [1] Beschel R E. Lichens as a measure of the age of recent moraines. *Arct. Alp. Res.*, 1973, 5:301~309.
- [2] Andrews J T and Webber P J. A lichenometrical study of the northwestern margin of the Barnes Ice Cap: A geomorphological technique. *Geog. Bull.*, 1964, 22:80~104.
- [3] Mottershead D N and White I D. The lichenometric dating of glacier recession, Tunsbergdalsbre, southern Norway. *Geog. Ann.*, 1972, 54A:47~52.
- [4] Gregory K J. Lichens and the determination of river channel capacity. *Earth surface processes*, 1976, 1:273~285.
- [5] Mottershead D N. Lichenometry-some recent applications, in Cullingford R A, Davidson D A and Lewin J(eds.), *Time Scale in Geomorphology*, John Wiley, 1980, 95~108.
- [6] Smirnova T Y and Nikonov A A. A revised lichenometric method and its application dating great past earthquakes. *Arct. Alp. Res.*, 1990, 22:375~388.
- [7] Bull W B and others. Lichen dating of coseismic landslide hazards in Alpine Mountains. *Geomorphology*, 1994, 10:253~264.
- [8] 张世民,杨景春. 公元 1038 年定襄地震的地质地貌遗迹研究. *华北地震科学*, 1989, 7(3).

第一作者简介 李有利,男,33岁,理学博士,副教授,从事地貌学与第四纪地质学数学与科研工作。

## APPLICATION OF LICHENOMETRY IN RESEARCH OF COSRISMIC LANDSLIDES

Li Youli Yang Jingchun

(*Department of Geography, Peking University, Beijing 100871*)

### Abstract

The basical principle of lichenometry is that lichens become larger with increasing age, and their size may be proportional to the age of the substrata on which they are growing. Depending on the degree of control over the determination of the lichen age-size relationship, various kinds of dating are possible. In uncontrolled situation it is possible to distinguish between coseismic landslides of different age, assigning relative ages to each. At a more controlled level, it is possible to produce dates for coseismic landslides. The applications of lichenometry in research of coseismic landslides can help to get information of time, location, regional frequency and affected area of earthquakes and the location of seismic faults.

**Key words** lichenometry, coseismic landslide