

地球的断裂

——自然灾害预报

Thomas Arkell

最近, 菲律宾的皮纳图博 (Pinatubo) 火山和日本的乌泽恩 (Unzen) 火山的喷发活动所导致的人员伤亡相对来说是轻微的, 这主要归结于预报技术的进步使科学家能够为当地居民提供充分的预报。然而, 对于诸如地震和海啸这样的自然现象是较难预报的, 这里作者记述了自然灾害预报的发展过程。

意的是应阻止砍伐小河流域内的森林, 尤其在森林草原带。流域内森林面积减少到某一临界值以上时, 暴雨洪水过后, 转为低水位后, 小河流会发生强烈的沉积, 河床产生淤塞和消亡。这种情况作者在中俄罗斯和伏尔加河沿岸高地也已观察到。适宜的森林覆盖率的标准视具体的农业景观条件而定。为了确定这一标准, 要求进行专门的考察, 如同在山地或瓦尔代高地河流域所进行的那样。

河流域开垦程度的影响, 实际上未能反映在河流输沙量模数和坡面输沙量关系方面(见表)。看来在这种情况下, 耕地所占比例起着重要作用, 它们构成了泥沙的形成区, 也就是输送泥沙到河床的坡面。至于耕地所占比例, 一方面取决于斜坡可耕地的形态, 首先是可耕地范围内的洼地数量和干谷网的延伸范围; 另一方面, 还要看坡地的适宜开垦程度。众所周知, 在森林带, 分水线附近的平缓区域, 经常变成沼泽或过湿地, 受热程度差。所以, 在耕地缺乏或排水不畅时, 往往开垦坡地甚至开垦陡坡地。相反, 在森林草原带大部分耕地位于比较平缓的分水岭附近的斜坡地段。

在水文—形态指标中, 对河流输沙量影响最大的参数是河床的加权平均比降。已经知道, 按 Н. И. 马卡韦耶夫的公式, 实际上, 奥卡河流域森林带的河流和森林草原带的大河流, 河流输沙量与河床比降的线性关系是很显著的 ($\gamma = 0.81$)。但是, 它不适用于森林草原带的小河 (汇水面积 $\leq 2500 \text{ km}^2$), 它们的 $M_p (J_p)$ 关系为逆关系, 这可能显示了坡面泥沙输沙过剩, 超过了河流的运输能力。由于河床底部的拓宽, 水量的增大, 进入河床的坡面泥沙渐渐减小。首先, 随着河床坡度的下降, 水流减缓, 泥沙沉积在河漫滩或河床之中。这些是很容易观察到的, 只要看同一流域中不同河流等级 M_p/M_c 比值的减小就能证明。例如, 阿特米斯河以及莫克沙河的两个水文站, 这个关系的比值分别为 0.187, 0.043, 0.038。

因此, 现在形成奥卡河流域泥沙的主导因素是坡面冲刷。此种影响随着森林带向森林草原带过渡而增长。影响坡面输沙量大小重要的间接指标是流域的森林覆盖率, 河床加权平均比降。而且, 从坡面上来的主要泥沙进入小河, 在森林草原带, 它们的数量超过了河流的运输能力, 造成这些河流的上游渐渐消亡。阻止这种消极趋势的途径是广泛地推广土壤保护, 防侵蚀的土壤耕作方法, 调节流域面积内森林覆盖率, 对小河流尤其重要。在森林带, 目前河流流水的运输能力尚能适应从坡面进入河流的泥沙输送。但是, 不应该停止对该自然地理带河流域所采用的水土保持措施。

高锡珍译自《География и природные ресурсы》1989, №3, 张文忠 地情校

火山活动预报 火山活动的综合理论正在形成, 预报、以及在一定程度上控制火山活动的系统也在随之创建, 然而, 预报科学仍存在一些偶然性。

本世纪初, 由于各门类知识不完备, 仪器设备缺乏, 对火山喷发的预报很大程度上只是一种猜测性工作。1902年, 马提尼克岛珀莱山灾难性的喷发, 毁灭了位于珀莱山脚下的圣皮尔城, 使 30000 人死亡, 暴露出了当时科学家知识的贫乏, 对火山学的发展起了推动作用。27年后, 珀莱山又出现了喷发的危险, 美国的火山学家弗兰克·佩伦在现场进行了观察研究, 他绘制了火山喷发周期的特征曲线, 并计算得出: 该火山喷发最危险的阶段已经过去, 事实证明他对了, 因为尽管火山丘出现了不祥膨胀, 但只是危害了佩伦的观察站。

佩伦在继续研究火山的过程中, 寄希望找到一种能够更好地了解地球内部作用的方法, 从而使预报更精确, 为此他设计了一个传声器用于记录来自地下的声音, 同时, 他还用一个熔岩温度计, 一个气体探测器和一个原始的测震表进行其他方面的研究。虽然佩伦进行了三年的连续观察, 但是, 在 1930 年他还是被珀莱山的喷发弄得不知所措, 险些丧命。

火山学在一些位于板块边缘的国家: 印度尼西亚、意大利、日本研究得最多, 但在夏威夷有关的科学研究达到了最高水平, 小托马斯·贾格尔在基拉韦厄火山的工作建立了哈雷瑞冒的熔岩湖沉降、附属的锅状火山口与 45 公里外的冒纳罗亚火山喷溢之间的关系, 湖体水平面的观测结合气体分析和地震群的评价, 实现了初步预报。

长期从事对夏威夷研究的火山学家 R. 德克尔 1981 年曾断言: “火山预报没有简单的线索可循, 需要评价解释各种因素, 但过去的历史对于未来无疑是一条线索。”有了长期、准确的记录, 就能得出火山活动的统计模型。但一座火山的规律很难推论到另一火山。例如, 基拉韦厄火山的喷发似乎是因月亮和太阳的引力的影响所致——即在日月引力高潮时最易喷发, 但是距它仅几公里远的冒纳罗亚火山其喷发基本上是随机的, 不受日月引力的影响。

仅靠历史记载资料是不够的, 还必须通过其他方面的分析来补充。地震仪是用来记录地震情况的, 地震一般发生于火山的喷发之前 (但夏威夷一年记录了 10 万多次地震, 却无随后的火山喷发), 气体是另一种重要的指示物, 二氧化硫和二氧化碳气体的增多往往预示一次喷发逼近了。岩浆聚集火山盆地中, 用测斜仪或经纬仪可测定坡度的变化 (最初是 1943 年由日本人创立发展的), 而火山极点的横向伸展可用电子激光测距仪监测, 它能测出数毫米的位移, 对火山内部的电性和磁性的研究可望获得更精确的预测方法, 除此之外, 用卫星上的远红外探测器来测量火山的温度——温度越高, 火山喷发的可能性越大。

多因素综合预报被用于预报, 1959 年及随后的 1960 年基拉韦厄火山的喷发, 使卡波霍城的居民及时撤出, 300 居民全部幸免遇难。1980 年, 圣海伦火山的喷发虽然提早很长时间作了预报, 但猛烈的喷发摧毁了 370 平方公里的森林地带, 这大大出乎许多火山学家的预料; 不过, 在当时为了避开火山北侧熔岩肿胀的威胁, 当地居民已撤离, 基本上无人员伤亡。

科学的预报仍有很长的路要走, 火山之间的活动是有差异的, 单个火山的形式也会因剧烈的地震或喷发改变其内部结构而发生根本变化。1985 年发生在哥伦比亚内华达的德尔·鲁伊斯的灾难提供了地球的不可预测性方面的证据, 当时已经预料火山将要喷发, 但没有一个人想到喷发之后的泥石流摧毁了阿梅罗城。

地震预报 自公元二世纪中国地震学家的时代以来, 地震预报经历了长期发展。在 18、19 世纪, 各种各样的简单地震仪相继问世, 这其中有: 摆动装置、水银钵或旋转盘。20 世纪初, G. 吉尔伯特认识到, 潮汐、冬季积雪负荷和气压增加都能够影响区域构造应变, 当然, 他也知道这些对于长期预报是用不上多少的。

蒙霍奥维基克和古滕贝格对地震波的研究大大推动了对地球内部的理解。魏格纳的大陆漂移理论，尽管当时被否定，但极大地促进了地震学的研究。然而到了50年代中期，作为一名维马(Vema)探险队的成员布鲁斯·黑森认为，地震学仍是很落后的。以至其他科学家不能够理解它怎能成为一门科学。直到1967年，林恩·赛克斯和国佐·威尔逊最终改变了关于地球是静态的流行理论。现在已知，95%的地震成因归结于板块构造。

50年代，在阿什哈巴德和塔吉克，因地震分别死亡了2万人和1.2万人，在这之后，苏联重点加强了对地震预报的研究，从收集到的大量有关地震的资料中，苏联科学家发现了具有共性的早期警报的信号：被称之为P波和S波的地震波，在地球内部以相应速度波动，P波沿着波能方向运动，S波则垂直于波源运动，相对于S波，P波的减速表示了地震迫在眉睫，而且发现，P:S的速度比维持在正常水准之下的时间长短与随即发生的地震震级成正比。

后来，美国科学家继续了这方面研究，建立了扩容理论，该理论认为：当基岩达到断裂点时，裂隙将使岩石膨胀产生的气袋会减缓P波的前进，当地下水渗入到裂隙中时，P波又转回到正常传播速度，扩容的区域越广，地下水回渗的时间越长，P波传播速度变化的时间越长，则预示将要发生的地震越大。1973年，扩容理论首次成功地被用于预报，结果所预报的美国的两次地震的时间及震级都较准确。

60年代后期，在中国一次大地震造成了极大破坏，其总理号召“打一场关于地震的人民战争。”并投入了相当多的物力、财力、人力。中国学者发现，除了地震波速的变化，地面变形，电磁变化以外，在地震前，水体有时变混或者汹涌翻腾，并放出气体。天空中有时出现奇特的大气烟火，此现象可能是电荷放电或甲烷气体释放的结果。与此同时，中国地震学者对震前短小时内动物的异常行为也给予了较高重视。

将上述各方面综合起来预报使中国成功地预报了1975年发生在辽宁省的地震，由于预防措施得当，居民及时撤出，使这个3百万人口的地区，只有300人死亡，但是一年后，在无任何警告的情况下，一场八级大地震袭击了唐山市，据公布有25万人死亡。

70年代期间，由于地震间隙理论运用，地震预报工作更细致了。该理论认为：断裂较规则地产生在一个区域内，地震活动之间停歇时间长短与随之而来的地震震级成正比，依据它，预报了1971年阿拉斯加的锡特卡地震和1978年瓦哈卡的梅迪科地震。

地震间隙理论与科学家研究穿越加尼福尼亚的圣安德烈斯断层的关系日益紧密。在1989年以前，离旧金山不远的该断层北部未段，保持稳定状态达数十年之久，当一场小规模的地震发生后，它再次提醒这个城市，1906年的灾害仍可能发生。在洛杉矶附近的该断层的南部，自1857年圣安德烈斯断层有340公里发生位移后从未裂开过。可以预料，应力长期聚集，总会释放，释放所引起的地震与以前地震规模相似，因此，类似于1857年或1906年的灾难若是发生，预计将有23000人死亡，损失相当700亿美元，这将是美国最可怕的自然灾害。

圣安德烈斯断层要发生的灾害和美国及墨西哥最近的灾害，促进了对确切可行的预报方法的研究，目前，圣安德烈斯断层是世界上被监测最多的断层之一；变形测定器、测斜计和蠕变计用于测量基岩的位移，而重力计、质子进动磁力仪和接地电极用于对岩性特征变化的测量，地震学家已经成功地发展了充分的长期预报。但是地震发生的精确时间仍是难以捉摸的。

海啸预报 海啸是最具破坏作用的自然灾害之一，它是由海底地震活动引起的。这些巨大的海潮波浪前进速度每小时超过700km，当它们到达大陆架时，就会减速，引起波长变短，波高增高达35米。最大破坏的海啸之一是1883年因印尼的克拉卡托火山喷发引发的，它破坏了爪哇和苏门答腊海岸，使3.6万人死亡。

美国灾害地理*

周石 研

自然灾害是自然过程超出了人们通常可以适应或接受的强度,从而造成生命财产和心理损失的现象。它具有两方面的基本规定:一是自然过程或现象超出了一定的限度或阈值;另一方面是有一定的生命财产暴露在危险之中并造成损失。无人居住区是不存在灾害的。因此,自然灾害是自然过程、人类行为过程和社会经济过程的结合。

美国主要关心九种自然灾害:地震、膨胀土、河泛洪水、滑塌、风暴潮、海啸、龙卷风、飓风和暴风(severe wind)。

一、各灾种自然现象(过程)的特征、地理分布、防治措施及其地域组合

1.地震 地震是由于地壳外层沿断层两侧的岩石破裂,所积累的应力释放,从而引起地壳移动或晃动的自然现象。地震通过地面位移、晃动及其它诸如地面倾斜、土壤液化、差异沉降、滑塌、湖震和海啸等地表异常现象造成灾害。中等程度的地面晃动,其振幅可能在建筑物的弹性范围之内;较强的地面晃动或移动可能超出建筑物构件的可塑性范围,从而引起其破裂,严重的破裂会引起整个建筑物或其主要部分的倒塌。在美国发生的几乎所有地震中,未加固的由砂和石灰灰浆砌砖的建筑物损害最为严重;多层钢结构的建筑物,除有时造成一些非结构性损害外,保存相当完好。

Ⅷ级以上的高强度危险区,主要分布在加州的圣安德列斯和嘎劳克(Garlock)断层带、内华达州南部地区(以西南强度为最大)、蒙大那州西北角至怀俄明州西北角一带、华盛顿州的西北地区、新墨西哥州的中西部地区至科罗拉多州中部地区一带、密苏里、阿肯色、田纳西、肯塔基、伊利诺斯五州的交接地区、阿拉斯加东部与中部地区、夏威夷群岛、犹他州西南角至其与爱达荷州交接东端一带及爱达荷州中部地区。

地震减灾战略措施有两类:回避和加固。除交通线路及其它特殊用途,断层带及其紧邻地区应避免工程建设,做农业或娱乐用地等。非断层带地域的建筑物应采取加固措施。对于诸如五十层以上的楼房、核电站、大坝、大跨度桥、海洋钻井平台等重要建筑的设计,必须进行各种综合的动态分析,包括设计范围内的各种规格、允许最大应力、使用的阻尼等。

2.膨胀土 膨胀土是指富含粘土矿物,特别是活性粘土矿物如蒙脱石的土壤或岩石,这种土壤或岩石当水分含量产生变化时,会产生重大的容积变化即胀缩现象。膨胀土通过其过

1946年,阿拉斯加附近的乌尼马克岛发生地震,产生的大范围破坏波及到夏威夷,导致遍及全太平洋海盆的海啸预警系统的实施。海啸预报基础是流体力学原理,一个波列的速度与海深的平方根相关。警报,包括预期的量级和到达的时间,目前,均可以在数小时之内从设在檀香山(Honolulu)的观测中心送到太平洋沿岸所有受威胁的地方。由海啸引起的破坏在很大程度上仍是不可避免的,但随着预测中意料外因素的减少,损失可被缩减。

李明译自《The Geographical Magazine》,1991, Vol. 63, No. 8, 杨燕凤校

* 主要根据William J. Petak等著《Natural Hazard Risk Assessment and Public Policy》一书(489页, Springer-Verlag公司出版, 1982)写成, 书中引用了大量的研究成果。