

奥地利的泥石流

刘希林 译

摘要 东部阿尔卑斯山的地形、地质和水文条件决定着奥地利泥石流活动可能性的区域差异。松散固体物质(主要为高海拔地区的冰碛物)常常引起奥地利西部联邦各州的泥石流灾害。沿东南部阿尔卑斯山区降雨强度达世界记录(2小时30分降雨600—670mm)。沿北部和南部边界地区也常有日降雨量200—250mm的情形。泥石流沉积量达10万或100万 m³。泥石流冲积扇的地貌形态可表征流域的类型和受灾害冲击的程度。主沟地貌形态可用于计算泥石流的流速。

1 奥地利泥石流活动的地形和地质条件

奥地利东部阿尔卑斯山以其东—西走向为主要特征。在北部阿尔卑斯山区,石灰岩覆盖形成了复理层上的推复体,并一直向南覆盖在结晶带上。阿尔卑斯山中部由片岩和片麻岩组成,南部由不同的沉积岩和变质岩的推复褶皱所组成。

阿尔卑斯褶皱山体,不断由冰川和间冰期以及冰后期河流所修饰,并在冰后期经受着更多的冰碛物和风化岩体的剥蚀,从而导致主河谷和冲积扇上的沉积物不断增多。这里虽然90%的冰碛物在全新世(距今最后10000年)期间被冲蚀,但在高海拔地区剩余的冰碛物仍然在东—西向河谷两侧的众多流域中形成了潜在的沉积物。这些松散物质,部分为冰川磨圆状的漂砾和砾石,部分为很细的颗粒(粒径可小至淤泥和粘土,都已成为阿尔卑斯山区流域最危险的泥石流灾害源地,在连续降雨条件下,极易提供大量松散物质而形成灾难性泥石流。

这种主要存在于高海拔流域的松散固体物质的量,影响着泥石流的强度。这种类型的泥石流主要分布在中部阿尔卑斯山区的 Inn 河南侧,东—西向 Salzach 河两侧,Enns 河南侧和 Drau 河西部。除冰碛物外,一些风化的碎屑也成为泥石流的来源。特别在北部石灰岩阿尔卑斯山区,也包括 Graywacke 山脉,可见到大量的这种碎屑沿着坚硬的山体作为山麓堆积的地幔而存在。奥地利的山地占国土总面积的69%。只有在花岗岩山区,上奥地利州和下奥地利州才可幸免于泥石流的危害。

2 水文地理条件和植被覆盖

虽然奥地利总的来说属温和型气候,但过度的降雨也时有发生。东部阿尔卑斯山常在北欧海洋性气候和南欧地中海式气候之间形成明显的界限。这种屏障的结果形成了来源于西北和西南的两大气团,使阿尔卑斯山的两侧比内陆山区每年都得到更多的降雨。沿北部阿尔卑斯山边界的降雨量达2500mm/年,在南部边界的 Carinthia 甚至有高达3000mm/年的记录。相应地,

料用材的利用效率,开发节柴炉灶具;(14)提高木材制品的耐用年限等。

参考文献

- [1]小林繁男,人类的生存与生物生产(3),《农业及园艺》(日文),1993,68(9)
- [2]小林繁男,人类的生存与生物生产(4),《农业及园艺》(日文),1993,68(10)

内陆阿尔卑斯山区的气候是大陆性的,只有中量降雨。在东部阿尔卑斯山区有着最广阔的类似的范围。如在德国的慕尼黑和意大利的维诺纳之间的内陆阿尔卑斯山区只有600mm/年的降雨量。

在年降雨量高的边界地区,有着极高的降雨强度。在东—南边界上可达到2小时30分钟降雨600—700mm。这些高强度降雨多由 Pannonian 气候和高山气候之间的短线局地锋所引起。由于它们也可由地中海气团通过 Friuli 河谷、Piave 河谷和 Tagliamento 河谷入侵而成,因此高强度的降雨也可出现在东部的 Tyrol 州和 Carinthia 州的部分地区。沿着阿尔卑斯山北部边界,降雨强度可达250mm/日。

表面径流量和入渗量取决于地形和植被条件以及风化物质和土壤母质。在风化后的石灰岩和喀斯特地区,洪峰被明显地降低了,而在源于变质岩的地区情形则恰好相反。最大表面径流是 Graz 附近变质岩区的 $56\text{m}^3/\text{S}\cdot\text{km}^2$ 。地下水模式取决于地形和地质因素。变质岩山区和石灰岩山区的地下水模式有着明显的差异。据此在不同的地理景观中,地表块体运动的趋势也是不同的。

2/3的奥地利国土为山区,其中荒地为10%,森林为46%,而现今1/3的森林已被大气污染所损害。因此在不久的将来森林保护坡地的效能将逐渐失去。这不仅将导致泥石流强度和频率的增加,而且也将导致下游地区更多的洪水灾害。1985年8月6日的暴雨洪水就证实了这一点。已受到明显损害的森林可在10年之间被完全毁坏,而重新绿化至林线附近大约需要40年时间。因此植被保护效能的减小和灾害危害的增加在将来似乎是不可避免的。

3 奥地利泥石流的分布和历史

图1(略)和图2(略)表明奥地利9省中的6省遭受着泥石流的危害。图1表明了具有冲积扇的流域在奥地利的分布情况,主要根据那些曾在1968—1983年被疏导过的流域。图2主要根据 Aulitzky 的分类而确定为泥石流的流域。两图的对比表明其分布特征非常相似。图2不仅包括那些在单个区域中能产生泥石流的流域,而且在小图上还表示了泥石流流域数量和流域密度。密度的不均匀性表明了泥石流对奥地利地理景观的冲击是不同的。最高密度出现在 Salzburg, 一个以 Salzburg 河和它的支流为特征的高山州。Vorarlberg 州排行第二,一方面是由于屏障提供了西北气团的结果,另方面则是由于 Bludenz 地区的不稳定地质条件所致。Tyrol 州和 Carinthia 州西部地区也强烈地遭受到泥石流的危害。然而泥石流的冲击在 Styria 州和上奥地利州被显著地减弱了,仅涉及到两个联邦的一部分。在下奥地利州,泥石流流域只在边缘地区有所反映。这种分布趋势对应于前冰川作用的减弱和冰喷物提供量减少的变化趋势。

4 泥石流扇或冲积扇对流域类型的暗示

泥石流通常在其下游形成泥石流扇,除非河流强烈的冲刷搬运能力将所有的碎屑物质带走。以细颗粒床移质输移方式为主的流域通常只形成一个平坦的冲积扇。随着床移质输移中漂砾和砾石含量的增加,形成泥石流扇的趋势也相应增加。泥石流扇的不同特征可用来估计泥石流流量过程的特殊本质。

Hampel 提出的新的床移质理论可在此应用。Hampel 用泥石流扇上的平均颗粒粒径和表面坡度来估计发生灾害时的泥石流的特定流量。他的泥石流流量公式为:

$$M = \frac{10 \cdot A \cdot P_{100} \left(1 - \frac{a_d}{2300} \right) \left(\frac{1 - 55g_s^{1.65}}{3.6} \right)^{1/(0.42 - 0.4g_s)}}{a^c}$$

式中 M 为百年一遇的泥石流流量(m^3), A 为流域面积(km^2), P_{100} 为百年一遇的降雨量(mm),

a_d 为流域出口的海拔高度(m), gs_a 为泥石流扇上有代表性的平均颗粒粒径(mm), I 为泥石流扇的平均表面坡度(%), a 为床移质输移距离(m)(与沟床颗粒磨蚀有关), c 为沟床颗粒磨蚀系数(中部阿尔卑斯山区 $c=0.66$, 石灰岩阿尔卑斯山区 $c=0.80$)。

Hampel 提出的公式, 通过野外调查和模型实验, 以及 Tyrol 州118个泥石流流域与计算流量的对照分析, 其结果是令人满意的。但 Hampel 限制他的公式在内陆阿尔卑斯山区以及那些泥石流扇坡度大于4%的地区使用。

现今我们只做过少量的泥石流过程和水文地貌过程所产生的沉积物的详细调查。详尽的调查是很难的, 因为在一次灾害事件中, 不同的径流模式可有着沉积和侵蚀的交替阶段, 这主要取决于在每一阶段中所存在着的水和沙的相互关系。因此不同的沉积和侵蚀形式可由这些不同的阶段所产生。如图3(略)所示。灾害过后, 常只有一个短暂的时间供地貌学调查, 因为在大多数情况下清淤工作必须马上进行。

5 泥石流过程

根据 Stiny 的研究, 泥石流的周期性重发可在 Jungschutt 州的流域中观察到。因为这些灾害的重发, 一方面需要岩屑的重新积累, 另一方面需要足够强度的降雨量。Stiny 认为这种周期大约为35年, 但他强调这种观察尚需要进一步验证。在其它类型的流域, Stiny 也认为有着某种规律。但在其它的各州中, 泥石流活动是如此复杂, 以致还需要更多的调查来阐述这一论点。

在 Tyrol 州的灾害调查中, 泥石流的流速分布可由计算和观察结合的方法来估计。灾害过程中, 在泥石流扇的顶部流速可达每小时100公里(约27.8米/秒)。常在峡谷处形成泥石流坝。Haiden 用下列公式计算泥石流流速。

$$\text{弯道外侧的流速: } V_{\max} = (S \cdot g \cdot r / W)^{0.5} \quad (\text{m/s})$$

$$\text{平均流速: } V_a = 0.5 V_{\max} [1 + (r - W) / r] \quad (\text{m/s})$$

式中 S 为沟床外侧的泥石流表面超高高度(m), $g = 9.81 \text{ m/S}^2$, r 为泥石流沟床的弯道半径(m), W 为泥石流流体宽度(m)。

表1 不同沟床坡度的泥石流的水体和床移质含量

用此公式,结合以往泥石流过程的横剖面分析(图4,略),可以很容易地估计流域的潜在灾害带。

迄今已知泥石流能够搬运的漂砾体积可达300m³。据Stiny研究,床移质重量百分比变化在45%到70%。沟床坡度的低限在起动区约为16°(表1)。

表1 不同沟床坡度的泥石流的水体和床移质含量

沟床坡度		重量百分比				体积百分比	
		界限		平均量			
		度	%	水	床移质	水	床移质
10°	17.6	—	—	53.46	46.54	74.17	25.83
15°	26.8	—	—	50.13	49.87	71.53	28.47
20°	36.4	40.43—48.73	51.27—59.57	44.21	55.79	66.45	33.55
25°	46.6	—	—	45.42	54.58	67.54	32.46
30°	57.7	32.18—39.38	60.62—67.82	35.78	64.22	58.21	41.79
35°	70.0	—	—	32.03	67.97	54.09	45.91
40°	83.9	29.95—35.20	64.80—70.05	32.58	67.42	54.71	45.29

用此公式, 结合以往泥石流过程的横剖面分析(图4, 略), 可以很容易地估计流域的潜在灾害带。

迄今已知泥石流能够搬运的漂砾体积可达 300 m^3 。据 Stiny 研究, 床移质重量百分比变化在45%到70%。沟床坡度的低限在起动区约为16°(表1)。

从灾害带划分的目的来考虑, 泥石流流域和洪水流域两种类型的区分在阿尔卑斯山区是有用的。前者主要以高速、高破坏力和不符合水力学规律为特征; 后者以符合水力学规律为特征, 且有水、沙和树木断枝的混合。在平坦的黄土地区的泥石流流域没有磨蚀的影响, 因而发育有另一种形式的纵剖面。

自从1975年以来, 奥地利制定了一部新的联邦森林法, 具体规定了每个受泥石流和岩崩威胁的社区应该编制灾害图。这些预防性图件必须作为社区规划的依据。灾害图由联邦森林技术服务部来完成。到目前为止, 奥地利大多数受灾害威胁的社区都已有了它们的灾害图(共计651

欧洲全球变化研究网络(ENRICH)实施计划

张志强 译

欧洲全球变化研究网络(ENRICH)的实施计划由 ENRICH 办公室根据 ENRICH 理事会提出的指导思想制定。在由 ENRICH 理事会和欧共体的代表组成的特别小组的帮助下,该实施计划已被详尽阐述和修订。1995年2月1日在布鲁塞尔举行的 ENRICH 理事会第三次会议上,对该实施计划又进行了审查并获得通过。

1 引言

1.1 背景 地球环境是由一系列密切联系的物理、化学、生物和社会—经济系统构成的,在这些系统中发生的大尺度相互作用变化被称为“全球变化”。科学家们的这种认识提出了对地球系统予以更深入了解的需要,这导致科学团体在全球变化研究领域提出和实施大型国际科学计划。这些科学计划的主要目标之一是为决策者制定研究全球变化的策略和促进可持续发展提供最新的科学知识。

这些国际科学计划,如世界气候研究计划(WCRP)和国际地圈生物圈计划(IGBP),主要是由国际科学联合会理事会(ICSU)及相关国际组织领导的。参加这些计划的科学家为政府间

幅)和最危险地区的防治规划。这些图件提供了泥石流流量和泥石流扇沉积物的定量估计。为此目的亦发展了许多计算和估计方法。这些灾害图作为沿主要河流洪水警报系统的一部分而成为临时撤退的依据。奥地利目前没有特别的泥石流警报系统。

在灾害制图的基础上,灾害防治方法的发展在奥地利过去的十年中迈出了最重要的步伐。森林技术服务部用高地造林增加植被覆盖和修建潜坝及排导槽等方法治理易于发生泥石流的流域已有100年的历史。在新的床移质理论基础上,新型的潜坝正在设计之中。奥地利由泥石流造成的社会经济损失的具体数字资料仍无法提供,只有一个洪水损失总量的统计。每年的流域治理和岩崩防治费用大约为5000万美元。

6 结论

阿尔卑斯褶皱山体正处在年轻的形成期。高海拔的许多冰碛物提供了大量的碎屑来源。这些因素与高强度降雨的组合意味着奥地利正明显遭受着泥石流危害。尽管在防治措施上已有大量投入,但似乎这种危害仍然在增加,因为起保护作用的森林由于大气污染而在减少。高强度的泥石流在联邦 Salzburg 州、Vorarlberg 州、Tyrol 州和 Carinthia 州都有报导。只有奥地利的北部和东部地区没有受到泥石流的危害。

技术和生物防治措施,以及通过制定以泥石流灾害图作为总体规划和将来发展的基础,在过去的十年中已得到实施。新的泥石流理论促进了新的潜坝的发展,从而使下游能够接受到足够的物质以防止流水的冲刷但又不致于造成危害和阻塞。

译自“The Debris Flow of Austria”刊于《国际工程地质协会通报》,第40号(巴黎),1989,p5—13

• 本文系欧共体科学、研究和开发总局(DG X II)联合研究中心(JRC)报告。