

气候变暖对中国地质灾害影响的探讨

蔡长发 陈廷方

(西南科技大学环境与资源学院, 四川 绵阳 621010)

摘要: 随着社会的不断进步, 人类大规模的利用自然资源, 化石燃料的肆虐利用等因素导致温度不断升高, 气候逐渐变暖。若从地质灾害发生的机理来进行分析, 温度的升高产生的一系列因素对于一些地质灾害的发生起着主要的作用。温度升高导致中国部分地区降雨的增多, 部分地区降雨过少, 山顶冰雪融化加快, 从而促进一些地质灾害的发生。气候变暖主要对中国这几类地质灾害的影响比较大, 如斜坡地质灾害(崩、滑、流的加剧), 土地退化地质灾害(沙质荒漠化、沙尘暴)等灾害。气候变暖对中国地质灾害的影响也会因地域的不同而不同。本文针对气候变暖导致这几种地质灾害加剧发生的原因进行分析, 并分析各种灾害可能在中国发生的区域分布。

关键词: 气候变暖; 地质灾害

DOI: 10.3969/j.issn.1671-6396.2010.28.005

A Study on Climate Warming Impact on Geological Disasters in China

CAI Chang-fa, CHEN Ting-fang

(School of Environment and Resources, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010)

Abstract: As society progress, more and more natural resource are used by human, fossil fuels used reckless and other factors lead to temperate rising and climate warming gradually. If from the mechanism of geological disasters to analyze, climate warming produce a series of factors play an important role to some geological disasters occurrence. It lead to rain increase in top of mountain, there by promoting a series of geological disasters happen. Climate warming mainly inference these types of geological disasters in China, such as the slope of geological disasters (collapse, landslide and debris flow); coast geological disasters (sea-level rise); land degradation disasters (desertification, dust storm); climate warming impact on geological disasters will different from region to region in China. In this paper, talk about the reason why climate warming will exacerbate geological disasters happen and it's distribution in China.

Key words: Climate warming; Geological disaster

1 引言

随着社会的不断进步, 人类大规模的利用自然资源, 化石燃料的肆虐利用等因素导致温度不断升高, 气候逐渐变暖。许多研究表明在未来100年全球气温将升高摄氏 $1.4^{\circ}\sim6.4^{\circ}$ 。在2002年3月召开的首届中国气候大会上, 专家预测中国在未来50年~100年间, 气候将继续向变暖的方向发展。可见气温的升高已经并将继续成为中国气候变化的主要特征。据任国玉等人分析, 中国1951年~2004年期间年平均地表气温变暖幅度约为 1.3°C , 增温速率约为 $0.25^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 比全球或半球同期平均增温速率高得多(图1), 中国大范围增暖主要发生在近20余年, 冬季增温速率高达 $0.39^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 春季为 $0.28^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 秋季 $0.20^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 夏季增温速率最小, 但也达到 $0.15^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ^[1]。近些年气候的变化在加剧一些地质灾害频繁发生。若从地质灾害发生的机理来进行分析, 温度的升高产生的一系列因素对于一些地质灾害的发生起着主要的作用。温度升高导致中国部分地区降雨的增多, 部分地区降雨过少, 山顶冰雪融化加快, 从而促进一些地质灾害的发生。

2 气候变暖影响的主要地质灾害问题

气候变暖对中国地质灾害的影响也会因地域的不同而

不同。到2050年, 最大降水区将出现在西南地区, 降水增加超过 200mm ^[2]。由于其他地方总体气温在逐渐升温, 所以在该地区容易出现强对流天气, 降雨量逐年增加, 会加重该地区斜坡地质灾害和岩溶化地貌现象的发生, 尤其是秦岭一带。西部地区自上世纪50年代中叶以来, 青藏高原各台站有变暖趋势, 特别是在冬季更为明显, 与全球和北半球相比较, 1955年~1996年高原台站的年平均直线增温率为 $0.16^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 冬季平均为 $0.32^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 超过北半球和同纬度地区。到2050年, 全球气温将比现在增加 1.5°C , 而中国西部地区则升温 $1.2^{\circ}\text{C}\sim2.2^{\circ}\text{C}$, 最大增温区出现在青藏高原附近^[3]。西北、华北、东北等地区, 气候变暖主要是引起土地退化地质灾害。丁一汇教授认为, 该地区会加重其干旱化程度, 问题主要是“缺水”。以西北为例, 虽然气温升高会导致降水的增加, 但增幅只有 $20\text{mm}\sim30\text{mm}$, 而蒸发量会上升 $10\%\sim15\%$, 按现有蒸发量为 $1500\text{mm}\sim3000\text{mm}$ 计算, 未来蒸发量将远远大于降水量。同时, 气温升高带来的干旱化必将导致沙土层变厚, 特别是农牧交替区, 一旦遭到寒潮侵袭, 必将产生沙尘暴天气。东部和东南沿海地区, 气温升高不仅引起海水膨胀, 而且导致极地冰盖和大陆冰川的消融, 导致海平面上升, 主要在该地区发生海岸带地质灾害。

收稿日期: 2010-08-28 修回日期: 2010-09-17

作者简介: 蔡长发(1986-), 男, 硕士研究生, 从事地质灾害与防治的研究工作。

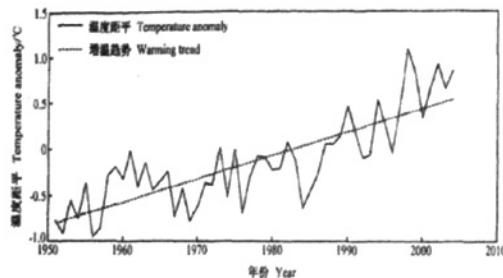


图1 1951年~2004年中国大陆年平均气温距平

3 对斜坡地质灾害影响

气温变暖引起降雨量的增多是对斜坡地质灾害影响的主要因素。据中国地质调查局最近四十年的崩、滑、流的发生情况(图2)和任国玉等人分析温度变化的情况(图1),可以看出气温的升高与崩、滑、流的发生频次增多是一致的。崩、滑、流对水的敏感性很强,中国大多数斜坡地质灾害都是以地面大量降雨入渗引起地下水动态变化为直接的诱导因素。

3.1 对崩塌影响的分析

从发生机制方面来分析,崩塌从地表产生裂隙蠕动变形开始,到崩塌爆发结束为止,一般都要经历数日甚至数年的时间。根据岩体、破裂面和斜坡的变形速度,将崩塌的演化过程分为三个时期,即蠕动变形期、变形发展期和崩塌爆发期。蠕动变形期的特征是斜坡顶部岩体开始出现1条或多条裂缝,但崩塌岩体无明显变形;裂缝深度、范围均小,统一破裂面尚未形成;遇降雨或大量融水时,裂缝渗流较弱。变形发展期是统一破裂面和崩塌体全面形成时期,到急剧发展阶段,崩塌体出现错位、压碎、外鼓等现象,降雨或融水径流可以全部被裂缝渗纳,成为崩塌体移动的主要推力。

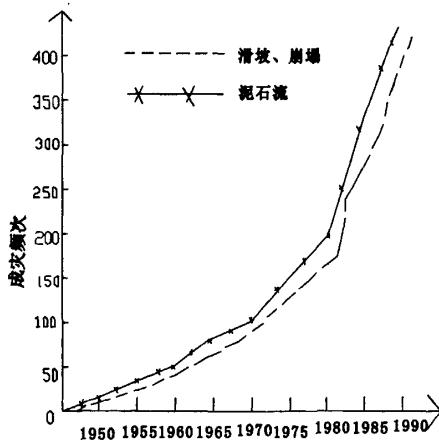


图2 重大滑、崩、流灾害累计成灾频次年代变化曲线

从力学方面来分析,斜坡岩体中的地下水在降雨作用下得到了有效补给,在这种情况下地下水与地上降水联合作用对潜在崩塌体产生静水压力和动水压力。一方面,裂隙充填物在水的软化作用下其抗剪强度大大降低;另一方面,裂隙水降低了潜在崩塌体与稳定危岩体之间的抗拉强度,从而导致潜在崩塌体失稳。

3.2 对滑坡影响的分析

滑坡发生与降雨时间及暴雨频次具有很好的一致性。滑坡的发生不仅与降雨历时降雨量有关,同时还与降雨强度、降雨形式及降雨周期的长短密切相关^[4]。

从滑坡发生的机理来分析,降雨对地下水的补给,一方面,导致坡体的动水压力和静水压力的增加,当降雨入渗至基岩风化面或在隔水的粘土层处停滞,浸泡软化而形成软弱滑动面,促使和加速滑坡体的滑动。另一方面,降雨入地下形成向上的浮力,减弱了滑坡体自重作用在滑动面上的正压力。此外,当斜坡岩体裂隙发育时,雨水从裂隙补给地下水极为有利,且地下水会以裂隙水存在于岩体缝隙中,增加了滑坡体的侧向水压力诱发斜坡失稳,还可引起地下水位上升或在相对隔水层以上出现暂时性地下水。因此,常常出现连续降雨超过某种程度时,斜坡体便产生滑坡的现象。

3.3 对泥石流影响的分析

降雨对泥石流的影响取决于降雨发生的时间和雨量。降雨对泥石流发生的影响是一个系统过程,在这个过程中,各种降雨指标都发挥着重要作用,并共同作用于泥石流启动和汇流的全过程。崔鹏等学者研究分析表明过程雨量与泥石流总量二者相关系数高达0.854,具有显著正相关系。首先,过程雨量直接补给泥石流,其本身就是泥石流总量的组成部分。其次,过程雨量影响泥石流历时。泥石流形成后,过程雨量愈大,历时愈长,所形成的泥石流持续时间愈长,泥石流总量也就越大。第三,过程雨量大小和持续时间影响到坡面和沟道侵蚀,如果过程降雨量愈大且持续时间愈长,流域内产生越强烈的坡面侵蚀与汇流,同时在沟内崩滑体等松散堆积物广泛发育的情况下,持续降雨可引起更多的崩滑体启动,并成为泥石流的物质组成部分,泥石流总量也就越大^[5]。气温升高和降雨量增多会加剧岩石的风化,这就为泥石流形成提供了固体松散物质来源,为泥石流的形成创造了有利条件。在一条泥石流沟流域内,降雨量达到或超过某一量级的雨量时,该沟流域形成泥石流。人们把这时的降雨量和降雨强度称为该条泥石流沟的临界雨量。在一区域内,当地面上的平均降雨量和平均降雨强度达到或超过一定量级时,在该区域内,就可能有许多条泥石流沟同时发生泥石流,把这时区域内的平均降雨量定义为泥石流的“区域临界雨量”^[6]。当气温升高引起局部地区降雨明显增多并且达到区域临界降雨量时,泥石流也会进入最频繁暴发期。

4 对海岸带地质灾害影响

海岸带地质灾害可分为地震、火山、岸坡失稳、港湾淤积和海平面上升等类型。与气温升高最为密切的主要是海平面上升,本文只针对气候变暖与海平面上升的关系进行探讨。结合近三十年中国海平面公报公布的观测资料,中国沿海海域海平面从1991年起(近二十年)可以看出明显的上升(图3、图4),而近二十年中国的温度按平均0.25°C/10a速率增加,可见,海平面上升与气温的升高不无关系。据验潮资料近百年来中国海平面上升19cm~20cm,上升率为2mm/a~3mm/a,整体以海平面上升为主,

近十年比常年高55mm左右。气候变暖对水资源产生直接影响，尤其是在冰冻圈的变化中，极地冰雪融化、山地冰川都出现不同程度退缩，尤其是山地冰川，由于其规模小，易受气候变化影响，因此其退缩程度更大。同时，山地冰川通常是某些大江大河的发源地，因此其变化将最终对江河水资源产生重要影响。有专家预测2050年海平面上升幅度：黄河三角洲40cm~50cm，长江三角洲50cm~70cm，珠江三角洲40cm~60cm^[1]。中国冰川总体上处于退缩状态，近50a来中国西部冰川变化的遥感监测结果表明，82.2%的冰川处于退缩状态^[2]。在“1995年全球气候变化科学评估报告”中指出，全球气温自19世纪末以来已经增加0.3~0.6°C，由于引起冰川融化和海水受热膨胀，海平面已经上升10cm~20cm。据国际气象组织（IPCC）1990年的模拟结果，2100年全球海平面估计值最高为110cm，最低位31cm，最佳值为66cm。据统计，近100年来中国沿海地区海平面上升20cm~30cm，而未来100年将达88cm，许多地区将被海水淹没。这些资料表明气温升高冰川融化是导致海水上升的一个极为重要因素。

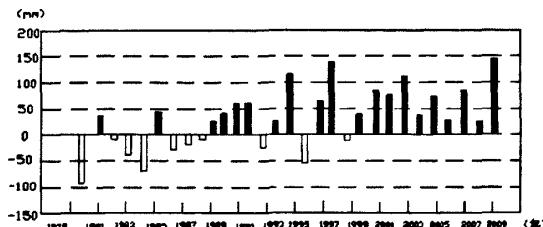


图3 中国北部沿海(长江口以北)2月份海平面变化

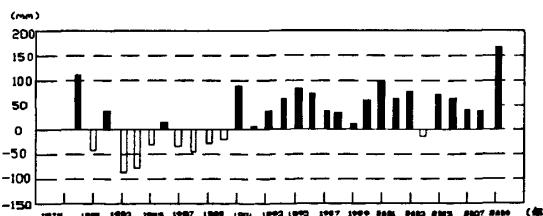


图4 中国南部沿海(长江口以南)9月份海平面变化

5 对土地退化地质灾害影响

气温升高对于中国西北、华北、东北等地区影响很大，水分蒸发量会逐渐增大，加重其干旱化程度，必然会导致西北荒漠化加剧。气温升高带来的干旱化必将导致沙土层变厚，一旦遭到寒潮侵袭，必将产生沙尘暴天气。最近五十年中国北方沙漠化的趋势，若按每12年为一个变化阶段，可以分为三个阶段进行分析，可以看出每个阶段沙漠化速率都在增加，而其三个阶段呈逐渐递增趋势，尤其是第三阶段，增速达到3600km²/a（图5）。总体上说中国荒漠化的扩展呈加剧趋势。仅中国北方荒漠化所涉及的212个县（市、旗）的荒漠化程度将会由目前的154个轻度、35个中度、23个重度发展到本世纪初的76个轻度、88个中度、48个重度。目前，中国荒漠化发展最快、危害最严重的有两类地区：一是位于中国北方半干旱和半湿润区的农牧交错带，二是中国北方干旱区内沿内陆河分布或位于内陆河下游的绿洲地区，主要分布在新疆、甘肃和内蒙古西部。关于自然成因的沙漠化

机制，王涛等学者归结为两点，一是全球气候变化异常，特别是中纬度地区的气候正在朝着暖干的方向发展，造成大的生态背景有利于沙漠化的发生；二是存在一些不利的自然因素，如气候干旱、降水变率大、土壤沙粒含量高等。中国沙尘暴主要发生于中国的北方，中国北方大部分地区年降水量在250mm以下，由于降水稀少、植被稀疏、生态环境十分脆弱，极易受到破坏。沙尘暴是干旱气候的产物，其发生的强度及频率与降水量关系密切。可见，气温升高引起的干旱少雨和强对流天气再加上植被稀少是形成土地荒漠化和沙尘暴天气的前提条件。

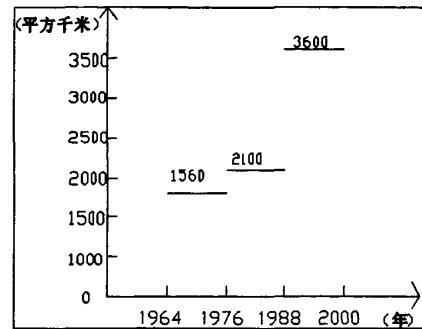


图5 近五十年来中国北部沙漠化年平均速率

6 结论

本文分析得出以下结论：（1）气候变暖与一些地质灾害的发生有密切关系，使中国一些地质灾害加剧，灾害发生的频率会逐渐增大。（2）气候变暖对中国未来一些地质灾害的影响会因区域不同而不同。西南地区，会加重该地区斜坡地质灾害和岩溶化地貌现象的发生，尤其是秦岭一带；西北、华北、东北等地区，气候变暖主要是引起土地退化地质灾害，荒漠化和沙尘暴会逐渐增多；东部和东南沿海地区，气温升高不仅引起海水膨胀，而且导致极地冰盖和大陆冰川的消融，导致海平面上升，主要在该地区发生海岸带地质灾害。

参考文献：

- [1] 任国下,徐铭志,初子莹.近54年中国地面气温变化[J].气候与环境研究,2005,10(4):717~727.
- [2] 刘桂芳,卢鹤立.全球变暖背景下的中国西部地区气候变化研究进展[J].气象与环境科学.
- [3] LIU Xiao-Dong, CHEN Bao-De. Climate warning in the Tibetan Plateau during recent decades[J]. International Journal of Climatology, 2000, 20(14):1729~1742.
- [4] 林孝松.滑坡与降雨研究[J].地质灾害与环境保护,2001,12(3):2~7.
- [5] 庄建琦等.降雨特征与泥石流总量的关系分析[J].北京林业大学学报,2009,31(4):77~83.
- [6] 谭万沛,韩庆玉.四川省泥石流预报的区域临界降雨量指标研究[J].灾害学,1992,7(2):37~42.
- [7] 刘锡青.我国海岸带主要灾害地质因素及其影响[J].海洋地质动态,2005,21(5):23~42.
- [8] 刘时银,丁永建,李晶等.中国西部冰川对近期气候变暖的响应[J].第四纪研究,2006,26(5):762~771;2005,21(5):23~42.