

火山活动对气候的影响

李 靖 张德二

(国家气候中心,北京 100081)

摘要 重大的火山喷发对气候的影响表现为地面温度降低,由于火山喷发存在季节、纬度和强度的差异,因此喷发物的空间分布特征不同,对辐射的影响也不同,降温出现的时间和降温的幅度不一致。中高纬喷发的火山主要影响发生喷发的半球,而中低纬的喷发可影响到全球,且影响时间较长;不同季节的火山喷发后,高纬度的温度响应较低纬明显,夏季的温度响应较冬季明显。有关火山活动对降水的影响目前已有了一些研究,但由于降水序列中火山信号较弱,同时还有 ENSO 等其他因子的影响,客观地分辨出火山的影响较复杂,目前尚无一致结论。

关键词 火山喷发 火山尘幕 气候效应 平流层气溶胶

引言

火山活动是影响气候变化的外部因子之一。1980 年 St. Helens 火山喷发(火山爆发指数 VEI 为 5),波及范围达几百平方千米;1883 年 Krakatau 火山喷发(VEI 为 6),造成约 36000 人死亡;1815 年 Tambora 火山喷发(VEI 为 7)引起气候变冷,产生的夏季暴风雪使庄稼歉收,对英国农业造成了不可估量的影响;像 Yellowstone(VEI 为 8)这类火山事件,会造成全球性的影响^[1]。随着现代观测记录的逐步完善,火山活动对气候的影响研究日益深入。本文就这方面的研究作一概述。

1 研究概况

早在 18 世纪 80 年代,B. Franklin (1784)就指出,1783~1784 年夏北美-欧洲一带出现的异常冷夏可能与 1783 年冰岛的 Hekla 火山爆发有关^[2]。由于器测温度资料的空间覆盖以及探测环流型变化能力的限制,直到 20 世纪初才开始定性地讨论火山活动对辐射的影响。从 20 世纪 70 年代开始,人们尝试着对火山活动-气候变化进行定量的研究。1970 年,H. H. Lamb 在总结前人研究的基础上,提出了火山灰尘幕指数 DVI(Dust Veil Index)^[3]。这

一里程碑式的著作不仅包含了已知的火山喷发年代和火山尘幕指数,还详细论述了由火山活动引起的辐射强迫作用的机理,对与观测记录和火山事件相联系的观测证据作了初步分析^[4]。

关于火山活动与气候变化的关系系统研究逐步开始。一些研究利用器测温度记录和有关喷发事件及其特征的观测,来确定这些火山喷发后地面温度降低的量值^[5]。还有更多的事实说明火山喷发后形成并能维持数年之久的火山尘幕对大气辐射收支、地面及平流层的气温以及大气环流形势均可产生明显影响^[6]。随着现代观测手段的完善,提供的观测资料也更加详尽,除了火山活动与气候要素关系的研究以外,火山活动-气候变化物理机制的研究,即数值模拟也逐步开展。1982 年埃尔奇琼火山(El Chichon)、1991 年皮纳图博火山(Pinatubo)喷发期间,统计研究和数值模拟研究进入了较系统的研究阶段。

2 主要研究

火山活动对气候影响的研究工作主要有两类,即统计研究和数值模拟研究。统计研究通常采用时序叠加和序列分析的方法寻找火山活动和气候要素之间的统计关系。数值模拟方面的工作有对历史上喷发过的火山个例的模拟,也有对火山活动的长期

影响的模拟。李晓东等^[7~9]从火山活动对气候影响的信号检测和数值模拟两方面系统地评述了1994年以前火山活动影响气候的代表性工作,并模拟了不同纬度和季节的火山喷发对气候的影响。

2.1 基础资料的研制

建立较好的火山指数序列是分析工作的基础,对火山序列和气候序列的关系研究有重要意义。长期研究过程中建立了3类主要的火山指数序列:火山尘幕指数序列、火山爆发指数序列、冰芯资料序列。

1970年,H. H. Lamb在总结前人研究火山活动——气候变化的基础上,评价了火山喷发的可能影响,建立了公元1500年以来火山的喷发年代和喷发强度记录,提出了火山尘幕指数DVI,还就大的火山喷发对区域和半球尺度的天气和气候的影响进行了讨论^[3]。DVI序列以火山喷发向大气圈释放的尘埃的喷发量差别、估算的辐射减少量及相应的温度降低量为依据,它表示高空火山灰对于进入地球大气圈的太阳辐射能的总减弱程度^[10]。继其之后,Robock等^[11]又对序列进行了补充和修改。Simkin等(1981)、Newhall和Self(1982)建立了火山爆发指数VEI(Volcanic Explosive Index)序列,VEI是依据与火山喷发的大小、强度、破坏性、扩散情况等地质特性有关的11个准则制定的,共有0~8级^[7]。冰芯资料的分析可以通过对冰芯中各断代层的化学成分、粒子含量等要素的测定,来度量一些重要的火山喷发参数^[7]。除此之外,Hammer(1977)、Hammer等(1980)、Legrand和Delmas(1987)建立了电解电导率、过硫酸盐的冰芯序列;Pollack等(1976)、Bryson和Goodman(1980)建立了大气光学厚度序列^[10]。R. S. Bradley等^[10]根据历史地质、冰芯、树木年轮以及仪器观测资料等,建立了过去500年的火山喷发记录。对温度敏感的树木年轮密度年表提供了在北半球北部森林分布的不同区域,夏季气温逐年变暖的信息;将这些序列合并成一个时间序列,为研究北半球和北方高纬提供了良好的夏季温度的代用资料^[12]。树木年轮密度指数对确定火山喷发的气候影响和建立精确的火山喷发年表都有重要意义^[13]。除此之外,《世界火山》一书给出了过去1万年火山活动的区域地名目录、火山名、火山活动年代和火山爆发指数记录,为我们了解火山活动情况提供了重要依据^[1]。图1是近600年的火山活动记录,图上显示近几个世纪报导的全球

火山活动数量呈指数增加,另外,在增加的趋势中有两个最为明显的下降阶段,和两次世界大战有较明显的对应关系^[1]。

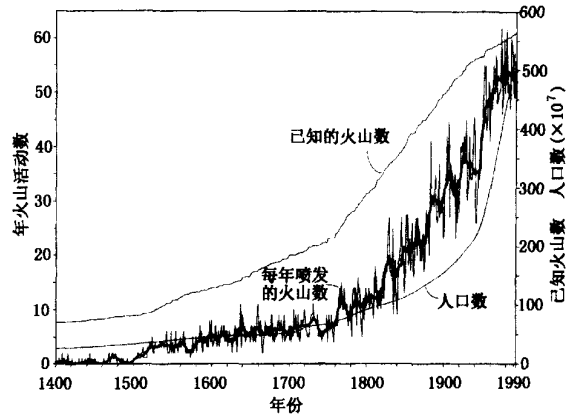


图1 最近600年的火山活动记录

(细实线表示每年喷发的火山总数,粗实线为10年滑行平均,总数中不包括喷发年有疑问的火山;每年喷发次数在一次以上的同一火山,总数中记为1次。“已知火山数”表示到该年为止有过历史喷发记录的火山数,“人口数”指全球人口总数)

2.2 火山气溶胶的辐射影响

强火山喷发产生的火山尘幕能够影响通过大气的辐射传输,从而影响天气和气候的变化^[4]。James等^[14]在可见光和紫外波段进行了辐射传输计算,来判断火山烟粒对全球能量收支的影响,发现平流层尘幕对热辐射的影响是很重要的。火山气溶胶对气候的直接影响表现在其辐射强迫上。强火山喷发形成的平流层气溶胶能强烈地散射和反射太阳辐射,减少了入射的太阳短波辐射,使地表温度降低,同时又吸收太阳辐射和地面长波辐射使平流层增暖,产生阳伞效应,这种效应随着火山尘幕的缓慢减少而逐渐消失。火山喷发产生的气溶胶还会破坏平流层臭氧,从而减少紫外辐射吸收,减少平流层底部的辐射加热,但由于对其它波段和地面长波辐射的吸收,总的影响仍是使平流层温度升高^[15]。

徐群^[16]分析火山爆发与太阳直接辐射变化的关系得出:火山爆发对北半球中纬晴空太阳直接辐射量 S 的影响与火山所在的纬度有关,凡在 10°N 以北于上半年爆发的火山,其火山气溶胶在当年影响北半球太阳直接辐射, 10°N 以南赤道区喷发的火山,由于火山灰先在赤道上空长久飘浮,大多数需迟至次年才影响北半球中纬度;一般来说,重大火山喷发的灰云对 S 的影响时间在2年左右;进一步研究

发现,长江下游、东北地区以至全国大范围的异常冷夏(秋)大多出现在火山喷发后1~2年,与火山灰对太阳直接辐射的减弱关系密切。大火山爆发造成气象太阳常数的改变,比天文太阳常数的年际变幅大得多,常会达到甚至超过太阳常数的1%^[16]。汪宏七等^[17]研究了火山气溶胶对到达地面向下的总的太阳辐射通量、行星反照率及大气加热率的可能影响,认为火山气溶胶削弱到达地面的太阳辐射通量,使平流层和对流层上层的大气加热率增高,当火山气溶胶含量很大时,对流层低层的大气加热率降低。J. Brad Adams等^[18]作了有关El Nino对火山活动外部强迫的研究,还就热带太平洋海气系统对火山气溶胶辐射强迫的响应进行了研究,结果表明过去几个世纪El Nino对近赤道火山喷发存在多年的重要响应;在重大火山喷发后的冬季,El Nino可能发生的几率增加一倍,但并不是所有的El Nino事件都是由火山活动引发的,火山活动只是影响热带太平洋地区气候的因子之一。与火山喷发相联系的辐射强迫在冰芯中也有相应的记录^[19]。

2.3 火山活动对气候的影响

气温和雨量是标志气候状况的两个最重要的气象要素。

火山活动使地球平均气温降低。重大的火山喷发喷射出的火山灰和气体进入高层大气,影响全球能量平衡和气候^[20]。产生这种影响的关键是被喷发出的二氧化硫气体的数量和上升的高度^[3]。火山喷发后,尘埃和火山灰一般很快地(通常几个月)向下沉降到地面,但喷出的含硫化合物却能上升到稳定的平流层。平流层中不存在像降水这样可以净化空气的过程,因而二氧化硫气体长期飘浮,在阳光照耀和水汽作用下会在半年至一年后逐渐转化成硫酸气溶胶,最终环绕地球并干扰太阳辐射到达地面的正常形式达两年之久^[21]。它会吸收和反向散射一部分短波辐射,减弱进入对流层的太阳辐射,使地球平均气温降低。

火山喷发对不同区域气候的影响不同。Kelly和Sear^[20]针对1881~1980年的9次重大火山喷发事件进行了研究,指出大火山喷发后1~2年,全球和半球年平均温度约下降0.3℃左右,之后逐渐回升,约4~5年恢复到正常水平;而较小的火山喷发对全球温度的影响较小,且影响时间较短;北半球火山喷发后的2个月北半球大陆气温明显下降,南半

球喷发后18个月北半球气温下降最大。Taylor等^[22]的研究表明大喷发(DVI≥500)后两半球年平均温度下降差别不大,且较显著的降温时间出现在北半球晚(+1~+2年),南半球早(0~+1年)。Robock等^[11]对1883~1992年12次最大的火山喷发后北半球冬季地面温度作了研究,说明在近赤道喷发后的第1个冬季、中纬度喷发后的第1或第2个冬季、高纬度喷发后的第2个冬季,欧亚大陆、北美增温,而中东绝大部分地区温度降低。Jones等^[23]的研究表明:在皮纳图博火山喷发的下一年,全球气温明显下降,降温强度及持续时间和以前的近赤道喷发相似,皮纳图博火山喷发和历史上火山喷发产生的环流异常以及温度的空间分布一致。Crowley等^[24]指出重大的火山喷发对年际、年代际的气候变化有很大影响。Robock等^[15]的研究表明,近赤道喷发对低纬的加热比高纬明显得多,从而加大了赤道与极地的温度梯度,北半球冬季产生强的极地涡旋,洋面温度升高,这种间接水平对流引起的温度变化比辐射对低纬和夏季温度的影响更剧烈。这类研究说明,火山喷发对温度的影响较显著,火山喷发的温度影响随时间空间的不同而有差异,通常对喷发纬度附近的温度影响较明显。

模拟研究有针对火山喷发个例进行的模拟。James等^[25]利用GISS全球气候模式对1991年皮纳图博火山喷发可能产生的气候影响作了初步的估计:假设云光学厚度相当于1982年埃尔奇琼火山爆发时的2倍,模式预测全球变暖趋势出现间断;由于皮纳图博火山在1991年6月爆发,器测记录中1991年仍是较暖的年份之一,但模式预测降温在1991年底开始,到1992年中期全球气温明显下降,1992年底达到最大;由于El Nino的影响,火山爆发后的全球最低温度出现在1993年;模式预测在90年代末期,温度又将变暖。李晓东^[9]的模拟结果表明,1991年皮纳图博火山喷发形成的平流层气溶胶可维持约3年时间;可造成局地最大温度下降1.4℃,全球年平均温度下降达0.5℃;该次喷发对全球气候的影响时间估计可达6年之久。Parker等^[26]也对该次喷发进行了监测和模拟,模拟显示全球平均气温降低,地面降温最高达0.5℃,对流层降温最高达0.6℃;1992年中期几个月气温与模式预测的结果基本一致,而1991~1992,1992~1993年北半球冬季,气温与预测结果不同,模拟中大气环流型的

变化导致陆地表面增暖,这一现象没有表现出来。将模拟结果和有卫星资料反演的对流层下部温度资料等相比较,证实模拟结果是令人满意的。根据实况,皮纳图博火山喷发后,全球平均气温明显下降;1992年北半球1~10月(尤其是夏秋季节)气候冷区明显增多,这种气候冷区有从低纬向高纬逐步移动的趋势^[27]。另外,对长期影响的数值模拟表明,近百年至千年的火山活动对全球气候的影响比太阳活动和温室效应的影响要大^[10]。

图2是火山喷发对全球温度影响的曲线图^[28]。图2a中粗黑线是由卫星资料得到的对流层温度异常曲线,细黑线是1958~2000年由探空资料得到的对流层温度异常曲线,粗灰线表示1958~2000年地表温度异常曲线。图2b中粗黑线和粗灰线是由卫星资料得到的平流层底部温度异常曲线,细灰线是由探空资料得到的1958~2000年平流层底温度异常曲线。其中箭头所指的是几次大的火山,即1963年印度尼西亚阿贡火山(Agung)、1982年墨西哥埃尔奇琼火山(El Chichon)、1991年菲律宾皮纳图博火山(Pinatubo)喷发引起明显的温度异常。从图2a可以看出阿贡火山和皮纳图博火山喷发后的一段时间,对流层和地面温度明显降低,持续1~3年左右,埃尔奇琼火山喷发后温度没有明显变化。这一方面是由于火山的地理位置不同,另一方面也与火山喷发同年发生的El Nino现象有关。从图2b可以看出几次重大火山喷发后平流层温度升高,这是平流

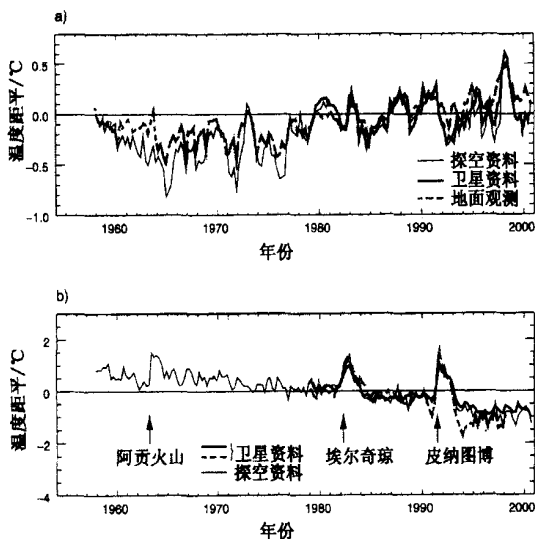


图2 对流层和地表季节温度距平曲线(a)和平流层底季节温度距平曲线(b)

层气溶胶的作用。

重大的火山喷发也常伴随着某些地区的降水异常。火山喷发产生的火山灰和二氧化硫气体,使大气中吸湿性凝结核增加,对降水的发生和加强产生了催化作用。另外,火山喷发产生的大量水汽有利于局部地区水汽达到过饱和状态。

由于火山喷发形成的气溶胶影响太阳辐射,间接改变大气环流,从而引起降水量及其分布的变化。从降水资料中分辨出火山活动的影响目前还没有较系统的研究,从各种影响因子中分离火山活动的影响还存在一定困难,至今还没有一致结论。

3 火山活动对我国气候影响的研究

3.1 对温度的影响

张先恭等^[29]研究了近500年重大火山喷发对我国温度的影响,得出在火山喷发后我国有2次降温,分别出现在火山爆发后第8个月和第18个月,第2次降温比第1次降温要强烈得多;1951年以来,我国东北地区夏季低温冷害的发生可能与2级以上的火山喷发有一定联系。1991年6月中旬,菲律宾的皮纳图博火山(15.14°N , 120.35°E , 海拔1475 m)出现多次大爆发,大约有超过 $20 \times 10^{12}\text{g}$ 的二氧化硫进入平流层18~30 km的高度,形成了20世纪最大的一次火山云事件^[27]。该火山活动对1992年我国夏半年气温的影响是明显的,夏秋季节出现了大范围气温偏低现象,夏季东北至内蒙地区和初夏长江下游地区都出现了不同程度的冷害^[27]。贾朋群等^[30]分析了近50年来我国地面温度场中火山喷发和太阳活动的气候信号,发现强火山喷发导致全国大部分地区降温,喷发1年多以后降温最明显,并能持续约半年;除此之外,青藏高原、东南沿海和东北地区都可能出现较复杂的温度变化。侯章栓等^[31]的研究表明,近百年气温变化主要表现为3个主要层次上的变化:月季尺度,5年左右的年际尺度及20~80年左右的年代际尺度的变化;气温变化是3个外强迫因子及ENSO等综合作用的结果;其中月季尺度上的变化主要受ENSO活动的影响,而年际尺度变化则受到主要活动于该层次上的火山及ENSO的共同作用,太阳活动和温室效应主要影响气温在第3层次上的变化;20世纪20~50年代的增温及50~70年代的降温主要由于火山的沉寂期等原因造成的,而对于80年代以来的大幅度增温,

温室效应的加剧则是最主要的因素。

3.2 对降水的影响

张先恭等^[29]采用时序叠加的统计方法研究了近500年重大火山喷发与我国旱涝的统计关系得出:火山喷发对我国大范围降水可能有一定程度的影响,火山喷发后比喷发前降水有增加趋势,但这个关系在统计上是不够显著的;火山活动对气温的影响比对降水的影响要显著得多;研究的不足在于只考虑了火山喷发的强度和喷发季节,没有考虑火山的地理位置^[29]。刘永强等^[32]根据500年旱涝等级资料,采用时序叠加方法,分析了低纬和中高纬火山喷发对我国降水的影响,结果表明:低纬和中高纬火山爆发后全国旱涝分布型和部分地区降水变化趋势有很大差异;爆发当年华北就可能明显变旱,而次年长江流域才出现明显的降水异常;还对1991年皮纳图博火山、云仙岳火山爆发与江淮流域特大洪涝之间可能的联系进行了讨论,认为二者有直接联系的可能性不大。张富国等^[33]还根据我国1470~1990年旱涝型和旱涝等级指数资料,采用时序叠加法,研究了15世纪以来世界8个区域强火山爆发与我国华北旱涝的统计关系,发现全球不同火山区域强火山爆发对华北地区旱涝的影响不同,火山爆发后两年内,华北地区夏季降水有减少趋势,以偏旱为主,但华北中、南部降水减少的趋势不明显。降水场中的火山信号较弱,表现为火山喷发后的秋冬季节南方地区降水偏多。1980年5月18日St. Helens火山大爆发,大量火山灰喷入平流层,围绕北半球中纬度带飘浮;在30°N以北我国东部各站晴空直接辐射量从6月上旬开始异常偏低,夏季达到近二十余年来的最低值,夏季中纬度直接辐射的经向梯度异常增大;相应地,西太平洋副高及北侧的季风雨带在7~8月异常偏南,形成了我国严重的北旱南涝以及江淮冷夏等反常天气气候^[34]。

4 结语

综上所述,至今在火山气候领域的研究已经取得了一些成果,但现有的研究结果还存在不确定性。首先,对短期气候而言,火山活动对气候的影响还以个例研究为主,缺乏较系统地研究;对气候系统的内部振荡,还没有严格的处理方法。其次,对长期气候研究而言,如何正确地估计并分离各种外部因子的影响,还存在困难。数值模拟和统计研究的结果并

不完全一致。还有一些问题需要探讨:①火山对气候影响的许多细节还不十分清楚;不同纬度、不同季节的火山喷发对全球气候的影响还存在分歧;对不同的火山喷发个例,统计研究与数值模拟结果,以及与实况温度响应存在的差异如何理解。②如何正确的估计和处理气候系统内部振荡和外部强迫的影响;由火山气溶胶对辐射的直接影响引起的各种反馈过程,还需要进一步讨论。③如何解决资料的代表性问题,增加各种气候资料的样本,核实火山资料还需要进一步讨论;怎样改进统计分析方法和分析手段,提高结论的可信度;如何完备现代的观测条件,完善气候模式,进而改进模拟效果;如何将统计研究与数值模拟相结合,突破目前研究的局限性,得到更确切的结论。④由于火山爆发对降水影响的信号较弱,而且目前还难以清楚地分辨火山的影响,尚不足以对实际降水变化进行预测。⑤关于火山活动对我国气候的影响,目前为止还没有近千年的火山活动对我国气候的影响,也没有同时考虑各种火山活动特征(纬度、季节、强度)的研究,期待在这方面有新的进展。

参考文献

- 1 Simkin T, Siebert L. Volcanoes of the world. Second edition. Tucson. Arizona: Geoscience Press, Inc., 1994. 26 - 33
- 2 么枕生. 气候学原理. 北京: 科学出版社, 1959
- 3 Lamb H H. Volcanic dust in the atmosphere with a chronology and assessment of its meteorological significance. Phil. Trans. of Roy. Soc. London, 1970, A, 266: 425 - 533
- 4 Kelly P M, Jones P D, Robock A, et al. The contribution of Hubert H. Lamb to the study of volcanic effects on climate. Weather, 1998, 53(7): 209 - 222
- 5 Sear C B, Kelly P M, Jones P D, et al. Global surface temperature responses to major volcanic eruptions. Nature, 1987, 330: 365 - 367
- 6 Lamb H H. Climate: Present, Past and Future. London: Methuen, 1972
- 7 李晓东, 王绍武, 黄建平. 火山喷发对气候影响信号的检测. 应用气象学报, 1993, 4(4): 458 - 467
- 8 李晓东, 王绍武, 黄建平. 火山活动对气候影响的数值模拟研究. 应用气象学报, 1994, 5(1): 90 - 97
- 9 李晓东. 火山活动对全球气候的影响. 北京: 中国科学技术出版社, 1995
- 10 Bradley R S, Jones P D. Records of explosive volcanic eruptions over the last 500 years. Climate Since AD 600, 1992. 606 - 622
- 11 Robock A, Mao Jianping. Winter warming from large volcanic eruptions. Geophysical Research Letters, 1992, 19(24): 2405 -

- 2408
- 12 Briffa K R, Jones P D, Schweingruber F H, et al. Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 years. *Nature*, 1998, 393: 450 - 455 (R)
- 13 Jones P D, Briffa K R, Schweingruber F H. Tree-ring evidence of the widespread effects of explosive volcanic eruptions. *Geophysical Research Letters*, 1995, 22(11): 1333 - 1336 (R)
- 14 Pollack J B, Toon O B. Volcanic explosions and climatic change: a theoretical assessment. *Journal of Geophysical Research*, 1976, 81 (6) :1071 - 1083
- 15 Robock A. Volcanic eruptions and climate. *Rev. Geophys.*, 2000, 38: 191 - 219
- 16 徐群. 太阳常数、火山灰和长期预报. *气象*, 1983, (6): 7 - 10
- 17 汪宏七, 赵高祥. 火山气溶胶的辐射影响. *大气科学*, 1992, 16 (6) :755 - 760
- 18 Adams J B, Mann M E, Ammann C M. Proxy evidence for an El Niño-like response to volcanic forcing. *Nature*, 2003, 426: 274 - 278
- 19 Cobb K M, Charles C D, Edwards R L, et al. El Niño-Southern Oscillation and tropical Pacific climate during the last millennium. *Nature*, 2003, 424: 271 - 276
- 20 Kelly P M, Sear C B. Climatic impact of explosive volcanic eruptions. *Nature*, 1984, 311: 740 - 743
- 21 Robock A. The dust cloud of the century. *Nature*, 1983, 301: 373 - 374
- 22 Taylor B L. Volcanic eruptions and long term temperature records: an empirical search for cause and effect. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 1989, 106: 175 - 199
- 23 Kelly P M, Jones P D, Jia Pengqun. The spatial response of the climate system to explosive volcanic eruptions. *International Journal of Climatology*, 1996, 16(5): 537 - 550
- 24 Crowley T J. Causes of climate change over the past 1000 years. *Science*, 2000, 289: 270 - 277
- 25 Hansen J, Lacis A, et al. Potential climate impact of Mount Pinatubo eruption. *Geophysical Research Letters*, 1992, 19(2): 215 - 218
- 26 Parker D E, Wilson H, Jones P D, et al. The impact of Mount Pinatubo on world-wide temperatures. *International Journal of Climatology*, 1996, 16(5): 487 - 497
- 27 徐群. 皮纳图博火山云对 1992 年大范围气候的影响. *应用气象学报*, 1995, 6(1): 25 - 42
- 28 IPCC. *Climate Change: The Scientific Basis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 121
- 29 张先恭, 张富国. 火山活动与我国旱涝、冷暖的关系. *气象学报*, 1985, 3(2): 196 - 207
- 30 贾朋群, 石广玉. 近 50 年火山喷发和太阳活动对我国气候影响的研究. *高原气象*, 2001, 20(3): 225 - 233
- 31 侯章栓, 李晓东. 近百年全球气候变化与外强迫因子信号检测. *北京大学学报(自然科学版)*, 2000, 36(5): 641 - 650
- 32 刘永强, 李月洪, 贾朋群. 低纬和中高纬度火山爆发与我国旱涝的联系. *气象*, 1993, 19(11): 3 - 7
- 33 张富国, 张先恭. 强火山爆发与我国华北地区夏季旱涝的关系. *灾害学*, 1994, 9(2): 69 - 73
- 34 徐群. 1980 年夏季我国天气气候反常和 St. Helens 火山爆发的影响. *气象学报*, 1986, 44(4): 426 - 432

Impact of Volcanic Eruptions on Climate

Li Jing Zhang Deer

(National Climate Centre, Beijing 100081)

Abstract: The advancement in the researches on the influence of volcanic eruptions on climate and the main conclusions and progress obtained from statistical analysis and numerical simulation is summarized. Present studies show that major eruptions can produce a decrease in surface air temperature. Due to the seasonal difference of volcanic activities, latitude and intensities, the spatial distribution and the effect on radiation vary. Consequently, the time and augmentation of temperature decrease are not consistent. The volcanic eruptions at the high latitudes mainly influence the same hemisphere, and those at low and middle latitudes influence the both hemispheres. The impact of volcanic eruptions is more obvious at the low latitudes than at the high latitudes, and more obvious in summer than in winter. The influence of volcanic eruptions on precipitation is relatively complex, and there is no consistent conclusion due to the weak volcanic signals in the precipitation series and the influence of other factors such as ENSO.

Key words: volcanic eruption, volcanic veil, climatic impact, stratospheric aerosol