

# 公元1600年秘鲁 Huaynaputina 火山喷发在中国的气候效应<sup>\*</sup>

费杰<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学技术大学 科技史与科技考古系, 安徽 合肥 230026;

2. 中国科学院地球环境研究所 黄土与第四纪地质国家重点实验室, 陕西 西安 710075)

**摘要:** 公元1600年秘鲁 Huaynaputina 火山喷发是历史时期全球最大规模的火山喷发之一, 在全球范围产生了重大的气候与环境效应。通过对中国历史时期地方志文献的查阅与整理, 结合南北极的冰芯、北半球的树轮和欧洲历史文献等有关记录, 对 Huaynaputina 火山喷发在中国的气候效应进行探讨。结果发现1601年夏季长江下游地区异常寒冷, 1601年夏季和秋季黄河中下游地区的严重霜灾, 1602年上半年长江中下游地区异常多雪。

**关键词:** Huaynaputina; 火山喷发; 气候效应; 冰芯; 树轮; 地方志; 秘鲁; 中国

**中图分类号:** X43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2008)02-0065-06

## 1 概述

Huaynaputina 火山位于南美洲秘鲁南部 ( $16^{\circ}36' S$ ,  $70^{\circ}51' W$ )。公元1600年的 Huaynaputina 火山喷发是历史时期全球最大规模的火山喷发之一<sup>[1-4]</sup>。

喷发开始于1600年2月19日, 2月19~20日是最为强烈的 Plinian 阶段, 结束日期难以确考, 可能是1600年3月5、6或15日<sup>[1-3]</sup>。Huaynaputina 喷发给秘鲁南部地区造成了空前严重的灾难, 社会经济在整个17世纪都没能恢复元气<sup>[1]</sup>。

Huaynaputina 喷发喷出熔岩约  $5 \sim 10 \text{ km}^3$  DRE (致密岩石当量)<sup>[1-4]</sup>。喷发的 plinian 阶段, 喷发柱持续在  $27 \sim 35 \text{ km}$  的高度, 造成的全球平流层  $\text{H}_2\text{SO}_4$  负荷达  $7 \times 10^{10} \text{ kg}$ , 对全球气候与环境具有重大影响<sup>[1]</sup>。

## 2 冰芯

Huaynaputina 火山喷发后1~2年, 安第斯山地和南北极的冰川都记录到了火山灰或酸性沉降等大规模火山喷发的信号。

Huaynaputina 火山附近的 Nevado Quelccaya 与 Nevado Sajama 冰帽分别存在8 cm 和12 cm 的火山灰沉积, 其中玻璃碎屑和主要成分分析表明, 前者肯定属于1600

年 Huaynaputina 喷发, 后者尚不确定<sup>[3-6]</sup>。此外 Huaynaputina 喷发的玻璃碎屑还发现于南极冰层<sup>[1, 7]</sup>。

在格陵兰 Crête 冰芯酸度 (Acidity) 序列 (553 ~ 1972 年), 在1601~1602年出现很高的峰值。该酸度峰在 Crête 冰芯原始序列和剔除酸度背景值变化后的序列都居第7位<sup>[8, 9]</sup>。在格陵兰 GISP2 冰芯过去2000年  $\text{SO}_4^{2-}$  Residual 序列, 1604年存在一个显著的峰值, 列第21位<sup>[10]</sup>。在格陵兰 GRIP 冰芯过去4000年火山喷发的酸度序列, 1601年的峰列第7位<sup>[11]</sup>。在格陵兰 Summit 冰芯中, 1601年也存在显著的火山喷发的酸性沉降<sup>[12]</sup>。

在南极 Law Dome 冰芯1301~1995年火山喷发的  $\text{SO}_4^{2-}$  序列, 1601年的峰居第6位<sup>[13]</sup>。在南极 Plateau Remote 冰芯过去4100年火山喷发的  $\text{SO}_4^{2-}$  序列, 存在一个以1600年为中心, 持续3.3年的显著高峰, 其峰值列该冰芯第52位<sup>[14]</sup>。在南极 SP2001 冰芯904~1865年火山喷发的  $\text{SO}_4^{2-}$  序列, 存在一个以1600年为中心, 持续3.5年的高峰, 其峰值列该冰芯第13位<sup>[15]</sup>。

## 3 欧洲历史文献

欧洲历史文献留下了 Huaynaputina 喷发后1~2年, 到达地面的太阳辐射被削弱和气候变冷的证

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2007-10-07

基金项目: 中国博士后基金(20060400732); 中国科学院知识创新工程方向性项目(KZCX3-SW-146); 2006年度中国科学院院长奖获得者科研启动专项资金

作者简介: 费杰(1978-), 男, 江苏江阴人, 博士后, 主要从事灾害史研究. E-Mail: jiefei@ustc.edu.cn.

据。1601 年在北欧斯堪的纳维亚，持续阴霾使太阳光黯淡；1601 ~1602 年 7 月底，欧洲中部的太阳和月亮呈红色、黯淡、没有光芒；1601 年夏季，在冰岛，太阳呈苍白色，阳光如此微弱以致都照不出影子，尽管天空没有云，但看起来显得多云而苍白；在奥地利，1601 年 12 月，出现了一次黑暗的月偏食<sup>[1, 16, 17]</sup>。

1601 年夏季异常寒冷：在整个英格兰，6 月非常寒冷，每天早晨都降霜<sup>[18]</sup>。在意大利，冰冷的天气持续到 7 月，1601 年大多数日子天空都是阴沉的<sup>[19, 20]</sup>。在冰岛，1601/1602 年冬季极其严酷<sup>[18]</sup>。从 1602 年 2 月 2 日开始，意大利威尼斯的泻湖和所有运河都封冻了 8 ~10 d<sup>[19]</sup>。

4 北半球各地的树轮

1601 年的异常寒冷得到北半球各地树轮记录的广泛证明。Scuderi 在 Sierra Nevada 的树轮序列中发现 1601 年存在一个显著的降温事件<sup>[21]</sup>。Jones et al. 发现 1601 年是北美洲和欧洲西部 1600 年以来最为极端的凉爽<sup>[22]</sup>。

Briffa et al. 重建了 1600 ~1982 年北美洲西部 4 ~9 月平均温度变化，发现 1601 年是最寒冷的<sup>[23]</sup>。在公元 914 年以来北乌拉尔夏季平均温度变化序列，1601 年在最寒冷的夏季中列第 6 位<sup>[24]</sup>。在北半球高纬度地区公元 1400 年以来的夏季气温变化序列，1601 年夏季是最为寒冷的<sup>[25]</sup>。此外，LaMarche & Hirschboeck 在美国西部加利福尼亚等地 White Mountains 树轮记录中发现 1601 年存在显著的 Frost ring<sup>[26]</sup>。Filion et al. 与 Yamaguchi et al. 在加拿大魁北克 Bush Lake 的树轮记录中发现 1601 年与 1603 年存在显著的 Light ring<sup>[27, 28]</sup>。Yamaguchi et al. 还指出 1601 年加拿大北部林木线(Treeline)的 5 ~9 月平均气温显著偏低<sup>[28]</sup>。Hantemirov et al. 在西伯利亚西北部的 Polar Urals

和 Yamal 地区的树轮记录中发现 1601 年存在显著的 Frost ring 和 Light ring<sup>[29]</sup>。

5 中国历史时期的地方志

中国地方志资料源远流长，浩如烟海，内容全面翔实。成书于历史时期(1949 年以前)的地方志有 8 000 多种<sup>[30]</sup>，但空间分布不平衡，主要集中在黄河、长江中下游地区。地方志是灾害史研究的重要史料来源，本文拟基于地方志资料，对此次火山喷发在中国的气候效应进行初步分析研究。

对于历史时期地方志中的气象史料，中国气象局曾在 1970 年代组织过一次较为全面和系统的搜集整理，中国科学院南京地理与湖泊研究所在 1950 ~1980 年代对部分省区的资料进行搜集整理，并都分别内部发行了整理后的资料。此外，一些研究者也对部分地区的资料进行搜集整理<sup>[31, 32]</sup>。近年，中国气象局对中国历史文献中的气象史料进行了一次全面的整编，其中地方志资料占其中约 3/4 的篇幅<sup>[33]</sup>。地方志文献浩如烟海，馆藏十分分散(散布于全国各地约 200 家藏书单位)，整理工作在短期内难以完成<sup>[30]</sup>。本文较多参考了前人整编的资料，在此基础上再进行补充、考证。重点对长江、黄河中下游地区较大范围的气候异常寒冷现象进行探讨。大范围的气候异常寒冷，不大可能是局地小气候造成的，同时由于在多种地方志中互相印证，资料可靠性也较高。

5.1 1601 年长江下游地区异常寒冷的夏季

通过整理地方志资料可以发现，1601 年夏季长江下游地区异常寒冷(表 1)。就资料的地域范围而言，涉及安徽、浙江与上海，但从“时吴越及大江南北无不病者”来看，实际的地域范围可能还要大些。此次气候异常，首先表现为农历六月的异常寒冷，甚至有部分地区出现降雪；其次是农历七、八月，又异常炎热。

表 1 1601 年长江下游地区夏季和秋季的气温异常

地点	资料	来源
上海松江	辛丑六月十七日(1601 年 7 月 16 日)，大雨如注，通昼夜不息，北乡田禾尽没，天气忽寒烈。后闻杭州富阳下雪尺余	崇祯四年《松江府志》卷四十七
安徽石台	六月大寒(1601 年 6 月 30 日至 7 月 28 日)，人尽衣棉絮，深山积雪不消，至七月(1601 年 7 月 29 日至 8 月 27 日)始热，八月(1601 年 8 月 28 日至 9 月 25 日)犹热，时吴越及大江南北无不病者	康熙《石埭县志》卷二
浙江杭州、富阳、南浔、桐乡、湖州	与《石埭县志》相似。略	乾隆《杭州府志》卷五十六；咸丰九年《南浔镇志》卷十九；光绪《桐乡县志》卷二十；光绪《乌程县志》卷二十七

### 5.2 1601 年夏季和秋季黄河中下游地区的严重霜灾

1601 年夏季和秋季, 黄河中下游地区出现了非常严重的大范围的霜灾(表 2)。从现有资料来看, 其中大多数资料记载的是“夏”、“七月(农

历)”, 对应于气象学上的夏季(公历 6~8 月), 涉及地域为河北、山西、陕西与甘肃, 其中尤以河北与山西最为严重, 河北怀安还出现了夏季降雪, 霜灾可能在不少地方造成严重的饥荒。

表 2 1601 年夏季和秋季黄河中下游地区的严重霜灾

地点	资料	来源
河北蔚县、宣化、赤城, 山西广灵	夏陨霜	顺治《蔚州志》上卷; 康熙《宣化县志》卷五; 康熙《龙门县志》卷二; 康熙《广灵县志》卷一
河北阳原	夏月陨霜	康熙《西宁县志》卷一
河北涞源	稼皆肃于霜	崇祯《广昌县志》
河北怀安	夏陨雪	乾隆《怀安县志》卷二十二
山西忻州	八月陨霜杀谷	乾隆《忻州志》卷四
山西定襄	夏秋无雨, 疫死甚多, 亲属绝往来。早, 霜杀禾, 年岁不登, 斗米二钱	康熙《定襄县志》卷七
山西静乐	七月二十五日(1601 年 8 月 22 日), 风霜杀禾, 岁大饥, 人相食	康熙《静乐县志》卷四
山西保德	七月二十六日(1601 年 8 月 23 日), 霜甚, 禾尽萎, 城中九日无市, 民多流亡, 鬻男女者甚众, 僵尸载道, 妻子不相顾	康熙《保德州志》卷三
山西神池	七月陨霜杀禾, 静乐神池皆大饥	光绪《神池县志》卷九
山西左权	八月中, 霜杀稼	康熙《辽州志》卷七
山西离石	永宁霜, 尽杀禾, 大饥	万历《汾州府志》卷十六
山西临县	八月初九日(1601 年 9 月 5 日), 严霜早降, 秋禾全未成熟, 致大侵, 人食树皮草根	万历《汾州府志》卷十六
陕西延安	秋陨霜杀稼	康熙《延绥镇志》卷五
陕西米脂	秋七月陨霜杀稼	康熙《米脂县志》卷一
甘肃宁县	七月宁州降霜	乾隆《新修庆阳府志》卷三十七

### 5.3 1602 年上半年长江中下游地区异常多雪

从现有地方志资料来看, 1602 年上半年长江中下游地区出现异常严重的降雪(表 3)。降雪所涉及的地域范围很广阔, 包括了长江中下游的江苏、

安徽、湖北、湖南等地, 持续时间很长, 强度很大, 并可能造成了低温(表 3)。从现代气象资料来看, 持续、大强度的降雪大都会给本区带来低温<sup>[34]</sup>。

表 3 1602 年上半年长江中下游地区异常多雪

地点	资料	来源
江苏江浦	春大雪	万历四十六年《江浦县志》卷一
江苏六合	正月雪(1602 年 1 月 23 日至 2 月 21 日)	万历《六合县志》卷二
江苏仪征	三月大雪深尺许(1602 年 4 月 22 日至 5 月 20 日), 桃李花多冻死	康熙七年《仪真县志》卷七
江苏高邮	正月雪七尺	雍正《高邮州志》卷五
江苏淮安	正二月(1602 年 1 月 23 日至 3 月 23 日)久雪	天启《淮安府志》卷二十三
浙江桐乡	正月十四(1602 年 2 月 5 日), 河冻不通者三日	嘉庆《桐乡县志》卷十二
安徽霍丘	正月大雪深五尺	康熙《霍邱县志》卷十
安徽阜阳	正月雪深五尺许	乾隆《阜阳县志》卷一
安徽亳州	正月大雪, 积深数尺	乾隆五年《亳州志》卷一
安徽怀远	春正月大雪	雍正《怀远县志》卷八
安徽天长	正月初二日(1601 年 1 月 24 日), 雨雪, 经旬不止, 其大异常	康熙《天长县志》卷一
湖北孝感	春大雪连月	康熙十二年《孝感县志》卷六
湖北安陆	春大雪	康熙《鼎修德安府全志》卷二
湖北钟祥	正月大雪	康熙《钟祥县志》卷十
湖南浏阳	春大雪, 民僵死	康熙十九年《浏阳县志》卷十四

## 6 讨论

对比中国地方志文献记录与欧洲历史文献记录、北半球树轮记录可以发现: Huaynaputina 火山喷发后, 1601 年北半球大范围的异常低温在长江、黄河中下游地区也有非常显著的表现。中国历史文献记录的夏季降雪、夏秋季节降霜等异常低温现象与欧洲历史文献记录和树轮记录高度一致。从现有证据来看, 此次北半球大范围异常低温主

要发生在生长季节, 或者说春夏秋季, 可能最集中的是夏秋季节, 其地域范围包括: 中国长江与黄河中下游地区、欧洲和北美洲、亚洲北部等地。1602 年春季中国长江中下游地区的异常多雪也与欧洲冰岛的 1601 年严冬、意大利威尼斯 1602 年 2 月的异常寒冷一致, 证明可能也是一次在北半球有广泛表现的异常低温现象。但是 1601 年长江下游地区异常炎热的秋季则在树轮和欧洲历史文献中未见类似证据。除上述大范围气候异常外, 我们发现的其它比较极端的异常寒冷现象如表 4。

表 4 1600 ~ 1603 年长江、黄河中下游地区其它比较极端的异常寒冷现象

地点	资料	来源
河南新蔡	万历二十八年正月初九日(1601 年 2 月 9 日), 大雪四十日, 雪水淹麦。瘟疫盛行, 死者无算, 地尽荒芜	康熙 新蔡县志 卷七 杂述
湖南浏阳	万历二十九年三月大雪(1601 年 4 月 3 日至 5 月 1 日)	康熙十九年 浏阳县志 卷九 灾异
河南淮阳	万历三十年六月(1602 年 7 月 19 日至 8 月 16 日), 复大水潦禾, 大寒五日, 人着絮衣	康熙 续修陈州志 卷四 灾异
浙江诸暨	万历三十一年六月(1603 年 7 月 9 日至 8 月 6 日)大寒风雪, 人复衣绵	康熙 诸暨县志 卷三 灾祥

1602 和 1603 年, 长江、黄河中下游部分地区还出现盛夏季节“大寒五日, 人着絮衣”和“大寒风雪, 人复衣绵”这样的异常低温现象。欧洲历史文献未见类似现象, 从北半球树轮资料来看, 仅 1603 年在加拿大魁北克出现了生长季节的异常低温。Briffa et al. 发现 1602 年及其后的几个夏季都不是明显的凉夏<sup>[25]</sup>。可能说明 Huaynaputina 喷发后的夏季降温强烈表现在次年, 即 1601 年。

Huaynaputina 喷发是历史时期最重大的火山喷发之一, 在全球范围留下了广泛的记录, 应当能在全全球范围产生强烈的气候效应<sup>[1, 35]</sup>。当然, 由于目前还没有就对应于 Huaynaputina 喷发的酸度峰或  $\text{SO}_4^{2-}$  峰的每个冰芯都进行物理化学成分分析, 还不能肯定这些峰确实都是 Huaynaputina 喷发造成的。像 Huaynaputina 这样大规模的火山喷发发生的频率仅为数百年一次, 在 Huaynaputina 喷发前后 1 ~ 2 年还存在另一次大规模火山喷发的可能性很小, 但目前尚不能完全排除这个可能的存在。即使确实还存在与 Huaynaputina 喷发大致同时的大规模火山喷发, 甚至其它可能造成这种短时间尺度大范围气候变冷的未知天文、地质事件, 在分析这次气候变冷的原因时, 也不应该忽视 Huaynaputina 喷发, 它至少是 1601 年前后这一气候变冷事件的一个重要原因。

## 7 结论

综上所述, 经过对历史时期地方志文献的查

阅与整理, 我们对 Huaynaputina 火山喷发后, 中国长江、黄河中下游地区的可能气候效应进行了探讨。1601 年, 长江下游的浙江、安徽和上海等地, 夏季降雪, 异常寒冷, 而秋季反而异常炎热。1601 年夏季和秋季, 黄河中下游的山西、河北、陕西和甘肃等地发生了大范围的霜灾, 其中尤以河北和山西最为严重, 另外河北怀安夏季降雪。1602 年上半年, 长江中下游的江苏、安徽、湖北和湖南等广大地区异常多雪和寒冷。中国长江、黄河中下游地区的 1601 年夏季降雪、异常低温、夏季和秋季严重霜灾等气候异常现象与欧洲历史文献记录和北半球树轮记录高度一致。

**致谢:** 本文承蒙胡化凯教授、周杰研究员与孙立广教授指导, 特此致谢!

## 参考文献:

- [1] De Silva S. L., Zielinski G. A. Global influence of the AD1600 eruption of Huaynaputina, Peru [J]. *Nature*, 1998, (393): 455 - 458.
- [2] Thouret J. - C., Davila J., Eissen J. - P. Largest explosive eruption in historical times in the Andes at Huaynaputina Volcano, A. D. 1600, southern Peru [J]. *Geology*, 1999, (27): 435 - 438.
- [3] Thouret J. - C., Juvigné E., Gourgaud A., et al. Reconstruction of the AD 1600 Huaynaputina eruption based on the correlation of geologic evidence with early Spanish chronicles [J]. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 2002, (115): 529 - 570.
- [4] Adams N. K., De Silva S. L., Self S., et al. The physical vol-

- canology of the 1600 eruption of Huaynaputina, southern Peru [J]. *Bulletin of Volcanology*, 2001, (62): 493–518.
- [5] Thompson L. G., Mosley – Thompson E., Dansgaard W., et al. The Little Ice Age as recorded in the stratigraphy of the tropical Quelccaya ice cap [J]. *Science*, 1986, (234): 361–364.
- [6] Thompson L. G., Davis M. E., Mosley – Thompson E., et al. A 25, 000 – year tropical climate history from Bolivian ice cores [J]. *Science*, 1998, (282): 1858–1864.
- [7] Palais J. M., Kirchner S., Delmas R. J. Identification of some global volcanic horizons by major element analysis of fine ash in Antarctic ice [J]. *Annals of Glaciology*, 1990, (14): 216–220.
- [8] Hammer C. U., Clausen H. B., Dansgaard W. Greenland ice sheet evidence of post – glacial volcanism and its climatic impact [J]. *Nature*, 1980, (288): 230–235.
- [9] Crowley T. J., Criste T. A., Smith N. R. Reassessment of the Crete (Greenland) ice core acidity/volcanism link to climate change [J]. *Geophysical Research Letters*, 1993, (20): 209–212.
- [10] Zielinski G. A., Mayewski P. A., Meeker L. D., et al. Record of volcanism since 7000B. C. from the GISP2 Greenland ice core and implications for the volcano – climate system [J]. *Science*, 1994, (264): 948–952.
- [11] Clausen H. B., Hammer C. U., Hvidberg C. S., et al. A comparison of the volcanic records over the past 4000 years from the Greenland Ice Core Project and Dye 3 Greenland ice cores [J]. *Journal of Geophysical Research*, 1997, (102): 26707–26723.
- [12] Johnsen S. J., Clausen H. B., Dansgaard W., et al. Irregular glacial interstadials recorded in a new Greenland ice core [J]. *Nature*, 1992, (359): 311–313.
- [13] Palmer A. S., T. D. van Ommen, Curran M. A. J., et al. High – precision dating of volcanic events (A. D. 1301–1995) using ice cores from Law Dome, Antarctica [J]. *Journal of Geophysical Research*, 2001, 106(D22): 28089–28095.
- [14] Cole – Dai J., Mosley – Thompson E., Wight S. P., et al. A 4100 – year record of explosive volcanism from an East Antarctica ice core [J]. *Journal of Geophysical Research*, 2000, 105 (D19): 24431–24441.
- [15] Budner D. and Cole – Dai J. The number and magnitude of large explosive volcanic eruptions between 904 and 1865 A. D.: Quantitative evidence from a new South Pole ice core [J]. *Geophysical Monograph*, 2003, (139): 165–176.
- [16] Lamb H. H. Volcanic dust in the atmosphere; with a chronology and assessment of its meteorological significance [J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A*, 1970, (266): 425–533.
- [17] Keen R. A. Volcanic aerosols and lunar eclipses [J]. *Science*, 1983, (222): 1011–1013.
- [18] Pyle D. M. How did the summer go [J]. *Nature*, 1998, (393): 415–417.
- [19] Camuffo D. Freezing of the Venetian Lagoon since the 9th century A. D. in comparison to the climate of Western Europe and England [J]. *Climatic Change*, 1987, (10): 43–66.
- [20] Bradley R. S. and Jones P. D. eds. *Climate since A. D. 1500* [C]//London: Routledge, 1992.
- [21] Scuderi L. A. Tree – ring evidence for climatically effective volcanic eruptions [J]. *Quaternary Research*, 1990, (34): 67–85.
- [22] Jones P. D., Briffa K. R., Schweingruber F. H. Tree – ring evidence of the widespread effects of explosive volcanic eruptions [J]. *Geophysical Research Letters*, 1995, (22): 1333–1336.
- [23] Briffa K. R., Jones P. D., Schweingruber F. H. Tree – ring density reconstructions of summer temperature patterns across western North America since 1600 [J]. *Journal of Climate*, 1992, (5): 735–754.
- [24] Briffa K. R., Jones P. D., Shiyatov S. G., et al. Unusual twentieth – century warmth in a 1000 – year temperature record from Siberia [J]. *Nature*, 1995, (376): 156–159.
- [25] 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 [J]. *Nature*, 1998, (393): 450–455.
- [26] LaMarche V. C. Jr., Hirschboeck K. K. Frost rings in trees as records of major volcanic eruptions [J]. *Nature*, 1984, (307): 121–126.
- [27] Filion L., Payette S., Gauthier L., et al. Light rings in Subarctic conifers as a dendrochronological tool [J]. *Quaternary Research*, 1986, (26): 272–279.
- [28] Yamaguchi D. K., Filion L., Savage M. Relationship of temperature and light ring formation at subarctic treeline and implications for climate reconstruction [J]. *Quaternary Research*, 1993, (39): 256–262.
- [29] Hantemirov R. M., Gorlanova L. A., Shiyatov S. G., Extreme temperature events in summer in northwest Siberia since AD 742 inferred from tree rings [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2004, (209): 155–164.
- [30] 中国科学院北京天文台. 中国地方志联合目录[M]. 北京: 中华书局, 1985.
- [31] 张秉伦, 方兆本. 淮河和长江中下游旱涝灾害年表与旱涝规律研究[M]. 合肥: 安徽教育出版社, 1998.
- [32] 袁林. 西北灾荒史[M]. 兰州: 甘肃人民出版社, 1994.
- [33] 张德二. 中国三千年气象记录总集[M]. 南京: 凤凰出版社, 2004.
- [34] 中国中央气象局. 中国地面气候资料[R]. 北京: 中国气象局, 1975.
- [35] Zielinski G. A. Use of paleo – records in determining variability within the volcanism – climate system [J]. *Quaternary Science Review*, 2000, (19): 417–438.

## The Possible Climatic Impact of the A. D. 1600 Huaynaputina Eruption, Peru to China

Fei Jie<sup>1, 2</sup>

(1. *Department of History of Science and Technology and Archaeometry,  
University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China;*

2. *State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment,  
Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710075, China)*

**Abstract:** The Huaynaputina eruption in A. D. 1600 is one of the greatest historical volcanic eruptions in the world in the historical times. Evidences of the potential environmental and climatic impacts of the eruption are found in ice cores, tree ring chronologies and European historical literatures. The possible climatic impact of the eruption to China is investigated by consulting the Chinese historical local chronicles. The results show that it was unusual cold in the summer of A. D. 1601 in the lower reaches of the Yangtze River, severe frost disasters occurred in the summer and autumn of A. D. 1601 in the middle and lower reaches of the Yellow River and there was unusual heavy snowfall in early A. D. 1602 in the middle and lower reaches of the Yangtze River.

**Key words:** Huaynaputina; volcanic eruption; climatic impact; ice core; tree ring; local chronicle; Peru; China

+++++  
(上接第 58 页)

## Age Change and Phase Difference of the Influence of Natural Disaster in China in the 20th Century on Social Economy

Zhang Yecheng<sup>1</sup>, Zhang Lihai<sup>1</sup>, Ma Zongjin<sup>2</sup> and Gao Qinghua<sup>2</sup>

(1. *National Geological Sample Center, MLR, Sanhe 065201, China;*

2. *Institute of Geology, SEA, Beijing 100029, China)*

**Abstract:** In the 20th Century, with the great change of the social economy in China, the natural disaster showed obvious age change and phase difference. From 1900 to 1949, in the semi-feudal and semi-colony China with nearly blank disaster reduction, the frequent various huge disasters caused tremendous human casualty and serious famine, which aggravated human poverty and social turbulence. From 1950 to 1979, at the beginning of founding of new China, the disaster reduction capacity was very weak and huge disasters still occurred frequently, which not only caused great casualty and property loss, but also brought serious influence on social economic development. Since 1980, with the sustainable and fast development of Chinese economy, the disaster reduction capacity has been improved continuously. Under this background, the natural disaster shows the following new characteristics. The people affected by disasters increase, but the death toll decreases obviously, and there is almost no famine. The damage and influence range of natural disaster becomes wider and the direct and indirect loss becomes greater, but the relative loss becomes less. The relationship of natural disasters with resources and environment gets closer. Therefore, its influence on sustainable development of social economy is profound and lasting.

**Key words:** natural disaster, social economy, age, difference