于红梅，许建东，吴建平，栾鹏，赵波，2013．龙岗金龙顶子火山空降碎屑物数值模拟及概率性灾害评估．震灾防御技术，**8**（1）：62—71.

龙岗金龙顶子火山空降碎屑物数值模拟及概率性灾害评估[1]

于红梅[1,2)] 许建东[2)] 吴建平[1)] 栾 鹏[3)] 赵 波[2)]

1）中国地震局地球物理研究所，北京 100081
2）中国地震局地质研究所活动构造与火山重点实验室，北京 100029
3）国土资源部经济研究院，北京 101149

摘要 空降碎屑物为爆炸式火山喷发产生的一种重要的灾害类型，数值模拟已成为一个快速有效地确定火山灰扩散和沉积范围的方法。本文根据改进的 Suzuki（1983）二维扩散模型，编写了基于 Windows 环境下的火山灰扩散程序。通过对前人资料的分析，模拟了龙岗火山群中最新火山喷发——金龙顶子火山喷发产生的空降碎屑物扩散范围，与实测结果具有很好的一致性，证实了模型的可靠性和参数的合理性。根据该区 10 年的风参数，模拟了 7021 次不同风参数时金龙顶子火山灰的扩散范围，以此制作了火山灰沉积厚度超过 1cm 和 0.5cm 时的概率性空降碎屑灾害区划图。本文的研究可为龙岗火山区火山危险性分析和灾害预警与对策提供重要的科学依据。

关键词：空降碎屑物 数值模拟 灾害概率图 金龙顶子火山 龙岗火山群

引言

火山爆发形成的火山碎屑会对人类的生命和财产造成巨大的危害。例如，2010 年 4 月 14 日冰岛埃亚菲亚德拉冰盖冰川附近的一座火山突然喷发，虽然喷发的规模不大，但由于气流和天气原因，此次喷发后飘散的火山灰致使欧洲空中交通瘫痪了数日，严重影响了经济和社会生活的正常运转。除了影响交通外，火山碎屑还会产生其它类型的灾害，首先，在火山口附近几 km 范围内，大块的火山碎屑以弹道式从火山口抛射出或是在喷发柱的底部降落下来，会直接造成建筑物及房屋的破坏和人畜的严重伤亡。较小的火山碎屑在风的作用下降落到远离火山口处，一旦火山碎屑产生的载荷超过 200kg/m^2 时（约 10cm 厚玄武质火山碎屑或 20cm 厚碱流质火山碎屑），一些建筑物的屋顶会被压塌（Edward 等，1995；Hoblitt 等，1998；Mastrolorenzo 等，2008），当超过 700 kg/m^2 时，几乎所有的房屋都会被压塌（Bonadonna 等，2005；Mastrolorenzo 等，2008）。尤其是当火山灰为湿的时候，其产生的载荷是同厚度干火山灰的 1.5 倍。在更大范围内，火山碎屑空降物超过 10kg/m^2 时（约 0.5cm 厚玄武质火山碎

1 **基金项目** 国家自然科学基金项目（40972209）和地震行业科研专项（201208005）资助
[收稿日期] 2012-11-26
[作者简介] 于红梅，女，生于 1981 年。中国地震局地球物理研究所在读博士后。主要从事火山学方面的研究。E-mail：yuhongmei188@163.com

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

屑或 1cm 厚碱流质火山碎屑）将会严重破坏已有耕地，影响农业生产（Edward 等，1995；Hoblitt 等，1998；Mastrolorenzo 等，2008）；空气中悬浮的细小颗粒会进入人的呼吸道和肺部，影响人的健康（Baxter 等，1981；1986；1999a；Baxter，1999b）；这些细小的颗粒甚至可能会引起气候的变化（Mills，2000；Rampino 等，2000；Fedele 等，2003）。

自 Suzuki（1983）提出二维火山灰扩散模型后，数值模拟已成为一个快速有效的确定火山灰扩散和沉积范围的方法。后来该模型被 Armienti 等（1988）、Bonadonna 等（1998；2002；2005）、Connor 等（2001）、Dellino 等（2005）和 Macedonio 等（2005）改进，并应用到 79 AD 意大利 Vesuvius（Macedonio 等，1988）、1980 美国圣海伦斯（Armienti 等，1988）和 1982 墨西哥 El Chichón（Bonasia 等，2012）等火山喷发中。由于预测下次火山喷发还很困难，因此目前普遍应用概率方法来评估火山灰扩散灾害（Costa 等，2009）。结合扩散模型和火山区风参数，可以获得概率性空降火山灰灾害区划图。该方法最初由 Barberi 等（1990）提出，后来被应用到世界上许多火山灾害区划研究中。例如，意大利的 Vesuvius 和 Campi Flegrei 火山、新西兰的 Taupo 和 Tarawera 火山、墨西哥的 Volcán de Colima 火山，以及厄瓜多尔的 Cotopaxi 火山等（Barberi 等，1990；Rhoades 等，2002；Bonadonna 等，2005；Macedonio 等，2008；Costa 等，2009；Bonasia 等，2011；2012；Biass 等，2012；2013）。

位于我国东北地区的龙岗火山群中的金龙顶子火山早期发生了强烈的爆炸式喷发，产生了大面积的空降火山碎屑，被认为是近 2000 年来中国第二大火山喷发（刘嘉麒，1987；Wei 等，2003）。前人对该火山进行了大量的野外地质工作，确定了该火山喷发的碎屑沉积厚度和范围、碎屑的粒度、喷发的规模和体积等（刘祥等，1997；于福生等，2005；张焘，2006；李智等，2006；刘强等，2009）。但是目前缺少对该火山空降灾害区划方面的研究。由于该火山周围居住有大量的居民，如果再次发生如此规模的喷发，势必给该区人们造成严重的灾难，所以本文根据改进的 Suzuki（1983）扩散模型原理，编写了用于 Windows 环境下扩散模型程序，模拟了金龙顶子火山爆炸式喷发产生的空降碎屑扩散范围，并与实际测量结果进行了对比，确定了合理模拟参数，最后基于该区风参数，制作了不同沉积厚度阈值时的概率性火山灰扩散灾害区划图，为未来火山喷发的空降物灾害预测和预警提供了可靠的依据。

1　金龙顶子火山地质背景

龙岗火山群位于我国东北吉林省靖宇县和辉南县境内，处于北东向的敦化-密山断裂与图们江-鸭绿江断裂之间，受区域构造影响，火山活动始于新近纪（刘嘉麒，1987；王雨钧等，1980）。该火山群东西长约 70km，南北宽约 40km，在 2500km^2 范围内分布着约 168 座火山（白志达等，2006）（图 1）。龙岗火山群的大部分火山属于单成因火山作用（魏海泉等，1999），是由一次单独的火山喷发形成的，并且区内发育了极具代表性的射汽岩浆喷发产物——玛珥湖，为众多龙湾集中区（图 1）。

金龙顶子火山位于龙岗火山群中部偏西北位置（图 1），距金川乡政府所在地 2.5km，地理坐标为 42°20′ N，126°26′ E。金龙顶子火山经历了早期爆炸式喷发和晚期熔岩流式喷发。爆炸式喷发形成了巨大的火山渣锥和大面积的火山碎屑席，扩散范围达距离火山口约 23km 处（李智等，2006）（图 1），为一次规模较大的喷发（白志达等，2006）。大爆发后，火山活动转变为相对宁静的溢流作用，形成晚期熔岩流，但规模较小，区内分布局限。刘祥等（1989）获得的火山渣层炭化木 ^{14}C 年龄为 1587±70 aBP—1690±85 aBP，所以金龙顶子火山被认为是

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

龙岗火山群中最为年轻的一座火山。

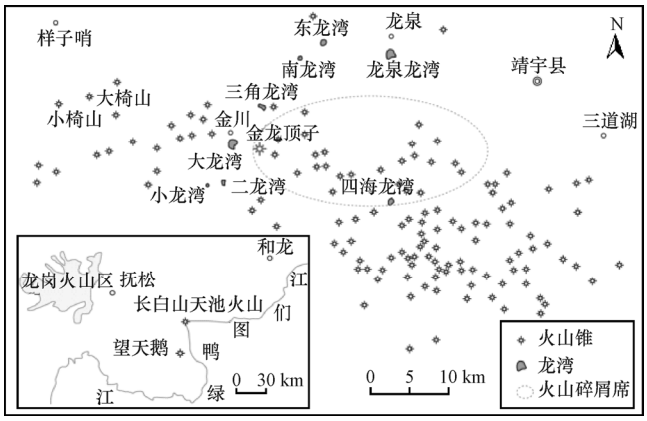


图 1 龙岗火山群火山分布图（据隋建立等，1999 修改）

Fig. 1 Distribution map of volcanoes in the Longgang volcanic field (modified from Sui et al., 1999)

2 金龙顶子火山喷发模拟

扩散模型的原理在很多文献中（Suzuki，1983；赵谊等，2002；赵谊，2003；张程远等，2003；于红梅等，2007）有详细介绍，在此不再赘述。作者根据模型原理编写了用于 Windows 环境下扩散模型程序，并曾应用到长白山天池火山千年喷发的模拟中（于红梅等，2007），得到了较好的结果。在此，应用该模型模拟金龙顶子火山灰扩散，模型需要的主要参数包括：碎屑颗粒的粒度、密度、喷发体积、喷发柱高度、风速和风向等。

2.1 碎屑粒度和密度

刘强等（2009）曾对金龙顶子火山产生的火山碎屑进行了详细的粒度分析（图 2），得到的碎屑粒度中值为 0.3—-3.41Φ（平均值为-1.77Φ，即 3.13mm），标准偏差为 0.79—1.79（平均值 1.23）。Burisk 等（1992）认为，扩散模型对于小于 0.00625cm 的碎屑不适用，所以碎屑的粒度范围选择为 0.00625—6.4cm。该区喷发物成分为单一的粗面质玄武岩（隋建立等，1999），密度选为 1500kg/m^3。

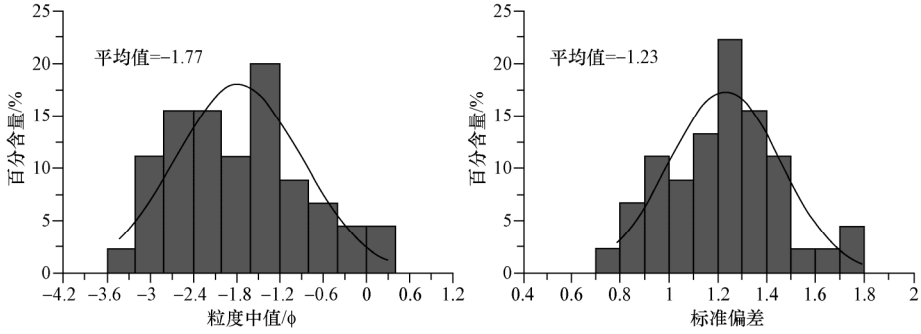


图 2 金龙顶子火山碎屑粒度中值和标准偏差（数据来自刘强等，2009）

Fig. 2 Median particle size and standard deviation of tephra from Jinlongdingzi volcano (Data is cited from Liu et al., 2009)

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.2　喷发柱高度和喷发体积

前人根据最大碎屑的粒度和厚度确定了金龙顶子火山喷发柱高度和喷发体积，但是不同学者得到了不同的结果，见表 1。但较多的学者认为，喷发柱高度约 14km 左右，喷发体积大于 0.1km^3。为此，在模拟时选择喷发柱高 14km，喷发体积 0.33km^3。在 2.4 节可以看到得到了很好的模拟结果。

表 1　不同学者得到的喷发柱高度和喷发体积

Table 1　Eruptive column heights and volumes from previous studies

喷发柱高度/km	喷发体积/km^3	参考文献
7—8	0.024	刘祥等，1997
13.86	0.2155	于福生等，2005
14.3	0.33	张焘，2006
14	0.1	李智等，2006
20	-	刘强等，2009

2.3　风速和风向

根据碎屑的沉积分布，其主要分布在火山口以东，所以模拟时风向为 W270°。但是风速很难确定，本文采用最优模拟方法，确定平均风速约为 8m/s。

2.4　火山灰扩散模拟结果

根据以上分析，确定模型输入参数的值（见表 2），然后模拟金龙顶子火山空降碎屑扩散范围，结果见图 3。与刘祥等（1997）根据实际测量结果手绘的等值线进行对比，可以看到在中源和远源处火山灰厚度等值线很相近，但火山口附近误差较大，这是由于火山口处抛射和喷发柱坍塌产生的碎屑占据较大的比例，模拟时没有考虑，使得火山口处模拟值小于实测值。因此，模拟结果与实测结果具有很好的一致性，这也证明了模拟参数的合理性。

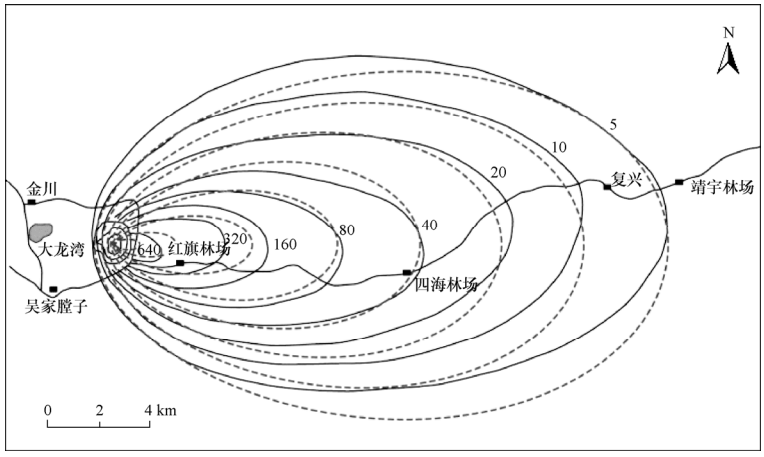


图 3　模拟厚度等值线（虚线）与手绘等值线（实线）对比图

（手绘等值线来自刘祥等，1997）（单位：cm）

Fig. 3　Comparison of simulated isopachs (dotted line) and the hand-drawn contours (solid line) of tephra fallout (unit: cm) (the hand-drawn contours are from Liu et al., 1997)

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 2 模型主要输入参数

Table 2 Main input parameters for the model

参数	取值	参数	取值
布里尼喷发柱	14km	颗粒最小直径	0.00625cm
空降堆积物体积	0.33km^3	颗粒最大直径	6.4cm
喷出速度	100m·s^{-1}	粒径方差	1.23
风向	W270°	火山灰密度	1500kg/m^3
风速	8m/s	形状参数	0.3
颗粒的平均直径	0.3cm		

3 概率性空降灾害研究

3.1 研究方法

根据扩散模型和火山区高空风数据，可以获得空降火山灰灾害概率图。首先计算每个风剖面时区域内每个位置点（x，y）上沉积的火山灰厚度，然后对每个位置点（x，y）上大于某个厚度阈值（h_0）的概率（$P_{h>h0}$）可以用该点上火山灰厚度值（h）大于阈值的风剖面的个数（$N_{h>}h_0$）除以所利用的所有风剖面的个数（N_{total}）（Barberi 等，1990）获得，即：

$$P_{h>h0}(x,y)=\frac{N_{h>h0}(x,y)}{N_{\text{total}}}$$

3.2 气象资料

制作空降灾害概率图需要首先确定金龙顶子火山地区风的参数。从中国气象科学数据共享服务网（http://www.cma.gov.cn/2011qxfw/2011qsjgx/）下载离该火山较近的气象台站——延吉台站，1991—2000 十年的高空大风层定时数据（每天 0 点和 12 点在 15 个不同气压下测量的数据），并统计<5km、5—10km 和 10—20km 三个不同海拔高度区间内的风速和风向（图 4）。可以看出，该区风向以西风为主，在低于 5km 以下区域风速较小，一般小于 20m/s；高于 5km 区域风速加大；到 10—20km 区域风速大于 30m/s 的比例明显增加。

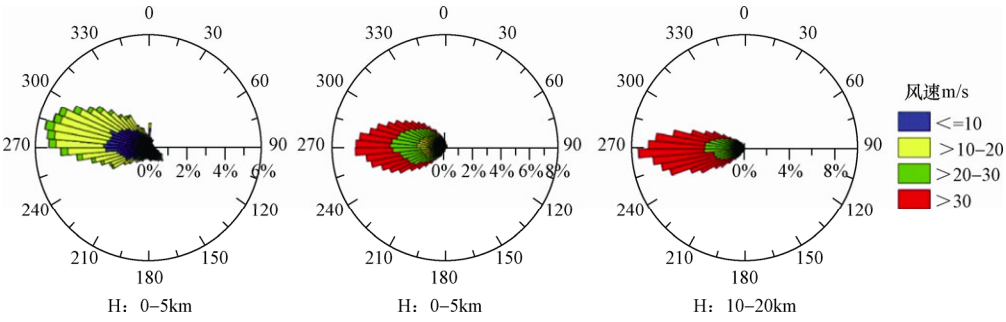


图 4 延吉气象站 1991—2000 高空大风定时数据统计

Fig. 4 The local wind distribution diagrams from Yanji weather station for the period of 1991 to 2000

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3.3　概率性空降灾害评估

空降火山灰引起的灾害首先与喷发的规模有很大关系。在此，作者假设金龙顶子火山未来喷发为过去喷发的规模。根据作者编写的扩散模型和表 2 中的参数，利用并行计算机模拟了 1991—2000 十年共 7021 个不同风剖面时火山灰的扩散范围。气象资料显示，该区高空大多数情况下风速较大，导致火山灰扩散的范围很大，所以在此只统计了火山灰厚度超过 1cm 和 0.5cm 时的灾害概率图（见图 5 和图 6），其代表了火山灰对耕地和人类呼吸等灾害的影响程度。

由图 5 和图 6 可以看到，受该区风的影响，火山灰影响范围较大，并且主要集中在火山口的东部。火山灰厚度超过 1cm 的影响区域面积约为 3000km^2，在火山口东部影响距离达 60km，在靖宇县火山灰厚度超过 1cm 的概率约为 6%。火山灰厚度超过 0.5cm 的影响范围增大，达 7000km^2 左右，在火山口东部影响距离超过 100km，在靖宇县火山灰厚度超过 0.5cm 的概率近 20%，在抚松县的概率也已达 8%。

4　结果与讨论

根据二维扩散模型，作者编写了基于 Windows 环境下的火山灰扩散程序。通过对前人资料的分析，模拟了金龙顶子火山喷发产生的空降碎屑物扩散范围，与实测结果对比得到了很好的一致性，说明参数的合理性。根据该区风参数，确定了火山灰沉积厚度超过 1cm 和 0.5cm 时的概率性空降碎屑灾害区划图。结果证实，由于该区风速较大，金龙顶子火山如果产生喷发，将会对该区 100km 范围内的农业、人民的健康及气候带来严重的影响。

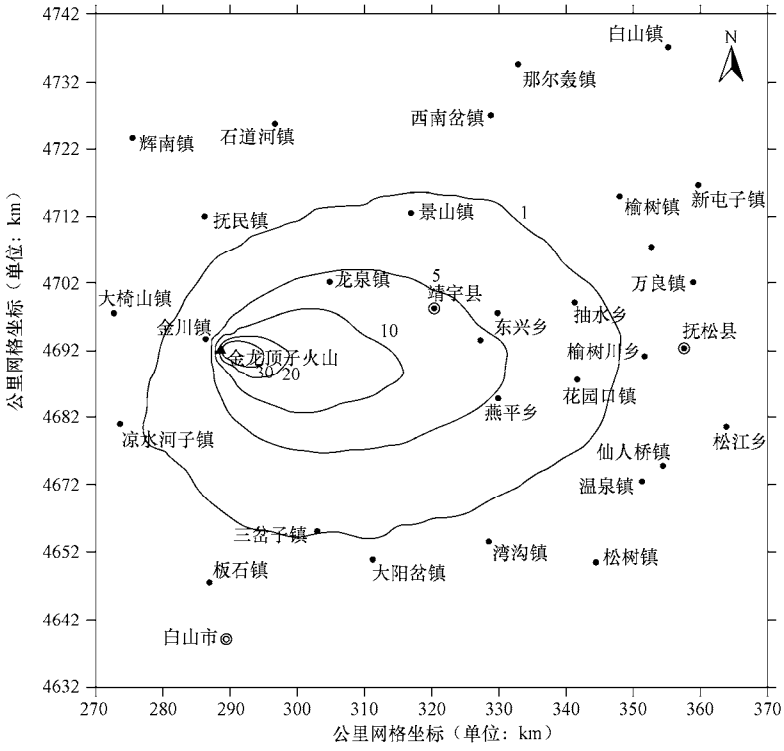


图 5　金龙顶子火山灰沉积厚度大于 1cm 空降灾害概率图

Fig. 5　Tephra fallout hazard probability map at deposit thickness more than 1cm for Jinlongdingzi volcano

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

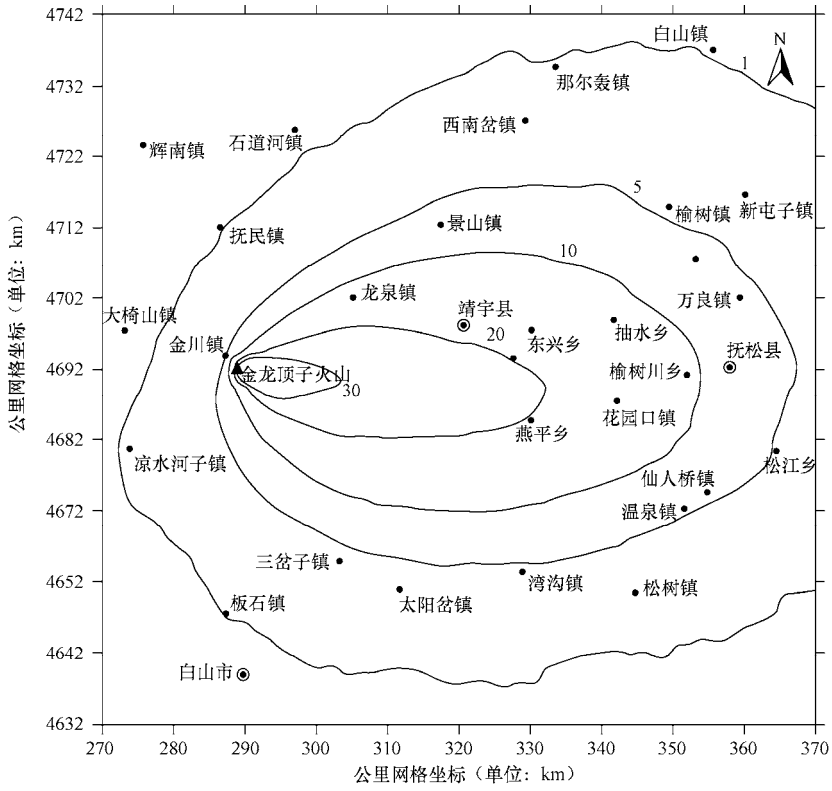


图 6　金龙顶子火山灰沉积厚度大于 0.5cm 空降灾害概率图

Fig. 6　Tephra fallout hazard probability map at deposit thickness more than 0.5cm for Jinlongdingzi volcano

根据下载的该区高空大风定时数据，该区高空风速较大，尤其是高于 10km 以上时，风速多超过 30m/s，强烈的风速携带着较多的火山灰扩散向更大的范围，使得火山口附近沉积厚度也只有几 cm，所以在此本文只给出了火山灰厚度超过 1cm 和 0.5cm 的空降灾害概率图。根据金龙顶子火山碎屑实测数据和数值模拟结果，金龙顶子火山喷发时平均风速较小，约 8m/s，火山灰厚度超过 10cm（对建筑物有一定的影响）的影响范围在距离火山口约 20km 范围内，所以距离火山口 20km 范围可划定为重灾区。本文的研究可以为龙岗火山区危险性分析和灾害预警与对策提供重要的科学依据。

致谢：感谢中国地震局地质研究所郝永伟老师、廖凯宁老师和李晓丽老师在并行计算机使用过程中给予的热情帮助。

参考文献

白志达，徐德斌，张秉良，张焘，卜景，2006. 龙岗火山群第四纪爆破式火山作用类型与期次研究. 岩石学报，**22**（6）：1473－1480.

李智，韩松，邓亚平，张晔，于福生，2006. 吉林金龙顶子火山空降堆积物体积估算及其地质意义. 地球科学与环境学报，**28**（1）：28－31.

刘嘉麒，1987. 中国东北地区新生代火山岩的年代学研究. 岩石学报，**4**：21－31.

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

刘祥，张成梁，1997. 龙岗火山群四海火山渣层——来自金龙顶子火山亚普林尼式火山爆发. 吉林地质，**16**（3）：1－8.

刘祥，向天元，王锡魁，1989. 长白山地区新生代火山活动分期. 吉林地质，**1**：30－41.

刘强，魏海泉，许建东等，2009. 吉林龙岗四海火山碎屑物粒度分析与地质意义. 地震地质，**31**（1）：112－121.

隋建立，樊祺诚，曹杰，1999. 龙岗火山喷发特征与火山岩岩石化学初步研究. 地质论评，**45**：319－324.

王雨钧，孙建中，1980. 吉林省新生代火山活动期次初步划分. 吉林地质，**3**：6－25.

魏海泉，刘若新，樊祺诚，金伯禄，刘祥，张成梁，1999. 龙岗火山群单成因火山作用. 地质论评，**45**（增刊）：325－331.

于红梅，许建东，赵谊，2007. 长白山天池火山千年大喷发空降碎屑物的数值模拟. 地震地质，**29**（3）：522－534.

于福生，韩松，2005. 金龙顶子火山喷发柱动力学参数的估算及其灾害评价. 资源调查与环境，**26**（1）：19－26.

赵谊，张程远，席道瑛，2002. 火山碎屑空降沉积的二维数值模拟. 地震地质，**24**（3）：377－386.

赵谊，2003. 火山危险性和空降碎屑灾害的研究 [博士论文]. 安徽：中国科学技术大学.

张焘, 2006. 吉林龙岗金龙顶子火山喷发物理过程及其灾害性研究 [硕士论文]. 北京 :中国地质大学（北京）.

张程远，席道瑛，刘小燕等，2003. 火山喷发沉降物扩散理论模型. 自然灾害学报，**12**（1）：109－115

Armienti P., Macedonio G., Pareschi M.T., 1988. A numerical-model for simulation of tephra transport and deposition: Applications to May 18, 1980, Mount-St-Helens eruption. J Volcanol Geotherm Res, **93** (B6): 6463－6476.

Barberi F., Macedonio G., Pareschi M.T., Santacroce R., 1990. Mapping the tephra fallout risk: an example from Vesuvius, Italy. Nature, **344**: 142－144.

Baxter P.J., Ing R., Falk H., French J., Stein G.F., Bernstein R.S., Merchant J.A., Allard J., 1981. Mount St. Helens Eruptions, May 18 to June 12, 1980: an overview of the acute health impact. Journal of the American Medical Association, **246** (22): 2585－2589.

Baxter P.J., Bernstein R.S., Buist A.S., 1986. Health effects of volcanoes: an approach to evaluating the health effects of an environmental hazard. American Journal of Public Health, **76** (Supplement): 84－90.

Baxter P.J., Bonadonna C., Dupree R., Hards V.L., Kohn S.C., Murphy M.D., Nichols A., Nicholson R.A., Norton G., Searl A., Sparks A.J., Vickers B.P., 1999a. Cristobalite in volcanic ash of the Soufriere Hills Volcano, Montserrat, British West Indies. Science, **283**: 1142－1145.

Baxter P.J., 1999b. Impacts of eruptions on human health. In H. Siggurdson (ed.), Encyclopaedia of Volcanoes. Academic Press, New York, 1035－1043.

Biass S., Bonadonna C., 2013. A fast GIS-based risk assessment for tephra fallout : the example of otopaxi volcano, Ecuador—Part I: hazard assessment. Natural Hazards, **65** (1): 477－495.

Biass S., Frischknecht C., Bonadonna C., 2012. A fast GIS-based risk assessment for tephra fallout: the example of Cotopaxi volcano, Ecuador—Part II: vulnerability and risk assessment, Natural Hazards, **64** (1): 615－639.

Bonadonna C., Ernst G.G.J., Sparks R.S.J., 1998. Thickness variations and volume estimates of tephra fall deposits: the importance of particle Reynolds number. J. Volcanol. Geotherm. Res., **81** (3－4): 173－187.

Bonadonna C., Macedonio G., Sparks R.S.J., 2002. Numerical model of tephra fallout with dome collapses and

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Vulcanian explosions: application to hazard assessment on Montserrat. Mem. Geol. Soc. Lond., **21**: 517－537.

Bonadonna C., Connor C.B., Houghton B.F., Connor L., Byrne M., Laing A., Hincks T.K., 2005. Probabilistic modeling of tephra dispersion: Hazard assessment of a multi-phase rhyolitic eruption at Tarawera, New Zealand. J. Geophys. Res., **110**: B03203.

Bonasia R., Capra L., Costa A., Macedonio G., Saucedo R., 2011. Tephra fallout hazard assessment for a Plinian eruption scenario at Volcán de Colima (Mexico). J. Volcanol. Geotherm. Res., **203**: 12－22.

Bonasia R., Costa A., Folch A., Macedonio G., Capra L., 2012. Numerical simulation of tephra transport and deposition of the 1982 El Chichón eruption and implications for hazard assessment. J. Volcanol. Geotherm. Res., **231－232**: 39－49.

Burisk M.I., Carey S.N., Sparks R.S.J. 1992. A gravity current model for the May 18, 1980 Mount St. Helens Plume. Geophys. Res. Lett., **19**: 1663－1666.

Connor C.B., Hill B.E., Winfrey B., Winfrey B., Franklin N.M., La Femina P.C., 2001. Estimation of Volcanic Hazards from Tephra Fallout. Nat. Hazards. Rev., **2** (1): 33－42.

Costa A., Dell'Erba F., Di Vito M.A., 2009. Tephra fallout hazard assessment at the Campi Flegrei caldera (Italy). Bull. Volcanol., **71**: 259－273.

Dellino P., Mele D., Bonasia R., Braia G., Volpe L.L., Sulpizio R., 2005. The analysis of the influence of pumice shape on its terminal velocity. Geophys. Res. Lett., **32**: 1－4.

Edward W.W., Thomas C.P., 1995. Volcanic-Hazard Zonation for Mount St. Helens, Washington. US Geol. Surv. Open-File Rep., 95－497.

Fedele F.G., Giaccio B., Isaia R., Orsi G., 2003. The Campanian Ignimbrite eruption, Heinrich Event 4, and Palaeolithic change in Europe: a high-resolution investigation. In: Robock A., Oppenheimer C. (eds) Volcanism and the Earth's atmosphere. Am Geophys Un, Geophys Monog Ser 139. American Geophysical Union, Washington, pp 301－325.

Hoblitt R.P., Walder J.S., Driedger C.L., Scott K.M., Pringle P.T., Vallance J.W., 1998. Volcano Hazards from Mount Rainier, Washington. US Geol. Surv. Open-File Rep., 98－428.

Macedonio G., Pareschi M.T., Santacroce R., 1988. A numerical simulation of the Plinian fall phase of 79 AD eruption of Vesuvius. J. Geophys. Res-Solid, **93** (B12): 14817－14827.

Macedonio G., Costa A., Longo A., 2005. A computer model for volcanic ash fallout and assessment of subsequent hazard. Comput. Geosci. **31**: 837－845.

Macedonio G., Costa A., Folch A., 2008. Ash fallout scenarios at Vesuvius: numerical simulations and implications for hazard. J. Volcanol. Geotherm. Res., **178** (3): 66－377.

Mastrolorenzo G., Pappalardo L., Troise C., Panizza A., De Natale G., 2008. Probabilistic tephra hazard maps for the Neapolitan area: Quantitative volcanological study of Campi Flegrei eruptions. J. Geophys. Res., **113**: B07203.

Mills M.J., 2000. Volcanic aerosol and global atmospheric effects. In: Sigurdsson H., Houghton B.F., McNutt S.R., et al. (eds) Encyclopedia of volcanoes. Academic, San Diego, pp 931－943.

Rampino M.R., Self S., 2000. Volcanism and biotic extinctions. In: Sigurdsson H., Houghton B.F., McNutt S.R., et al (eds). Encyclopedia of volcanoes. Academic, San Diego, pp 1083－1091.

Rhoades D.A., Dowrick D.J., Wilson C.J.N., 2002. Volcanic Hazard in New Zealand: Scaling and Attenuation Relations for Tephra fall deposits from Taupo Volcano. Nat. Hazards **26**: 147－174.

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Suzuki T., 1983. A theoretical model for dispersion of tephra. In: Shimozuru, D., Yokoyama, I. (eds.), Volcanism: Physics and Tectonics. Arc, Tokyo: 95– 113.

Wei H., Sparks R.S.J, Liu R., Fan Q., Wang Y., Hong H., Zhang H., Chen H., Jiang C., Dong J., Zheng Y., Pan Y., 2003. Three active volcanoes in China and their hazards. Journal of Asian Earth Sciences, **21**: 515－526.

Numerical Simulation and Probabilistic Hazard Assessment of Tephra Fallout at Jinlongdingzi Volcano, Longgang Volcanic Field in Jilin Province

Yu Hongmei[1, 2)], Xu Jiandong[2)], Wu Jianping[1)], Luan Peng[3)] and Zhao Bo[2)]

1) Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, Beijing 100081, China

2) Key Laboratory of Active Tectonics and Volcano, Institute of Geology, China Earthquake Administration, Beijing 100029, China

3) Chinese Academy of Land and Resource Economics, Beijing 101149, China

Abstract Tephra fallout is an important type of hazard caused by explosive volcanic eruption. Numerical simulation has become a fast and effective approach to assess the dispersion and deposition of tephra fallout. According to a modified 2D diffusion model of Suzuki (1983), we develop a tephra diffusion program that can run in Windows system. Based on previous data, we simulated the diffusion scope of Jinlongdingzi volcanic eruption, which is the latest eruption in Longgang volcanic field. The simulated results are in good agreement with the results from measurement in situ, indicating that the model is reliable and the parameters used in the model are suitable. By using wind profiles of ten years, 7021 simulations under different wind profile were carried out, and then probabilistic hazard maps of tephra fallout were constructed for tephra thickness thresholds of 1 cm and 0.5 cm. This study can provide an important scientific basis to the volcanic hazard analysis and risk mitigation plans countermeasure in Longgang volcanic area.

Key words: Tephra fallout; Numerical simulation; Hazard probability maps; Jinlongdingzi volcano; Longgang volcanic cluster

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net