

东北大陆火山分期与板内地震活动的相关性

在我国东北地区，从濒临日本海的长白山、张广才岭、老爷岭到大、小兴安岭及松辽平原周围，晚第三纪以来发生过成群的火山活动。在调查中共发现大、小火山口、火山口湖、火山锥及熔岩台地等200余处。一些研究者¹⁾、²⁾曾对不同地区火山群活动期、火山地貌、矿泉等作过专门叙述。作者研究认为，东北大陆火山喷发分为五期，各期分别表现出裂隙、中心式宁静和爆发的交替活动，而晚全新世时期以来的六次喷发事件均与我国东部大陆强震活动具有同步性。

1. 东北大陆火山岩带、期次的划分

本文将东北大陆火山划分出4个活动带、15处火山群(图1)。

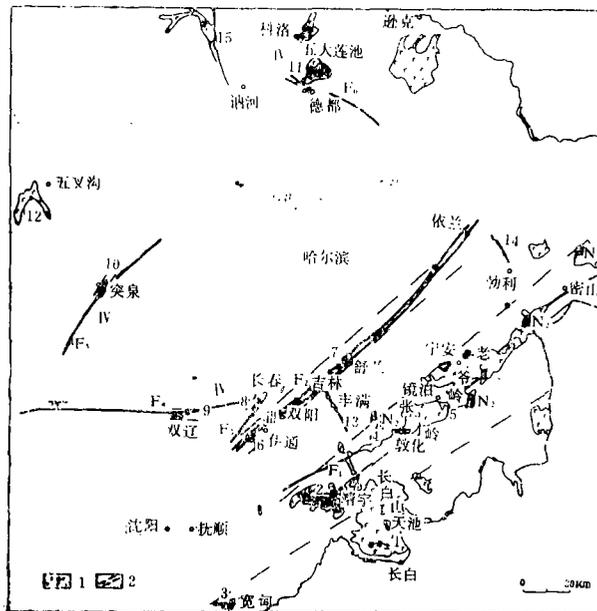


图1 东北大陆火山活动带、群划分

1. 玄武岩火山喷发口 2. 火山带 F1: 敦化、密山断裂 F2: 伊通断裂 F3: 长春断裂 F4: 西拉木伦河断裂 F5: 嫩江断裂 F6: 额尔木尔河断裂

1) 小仓勉, 东北之火山, 1942.
2) 王雨灼, 吉林新生代火山期划分, 1980.

根据各期喷发物质与不同时代地层的接触关系、岩浆岩化学组份变化、火山岩同位素年龄测定、历史文献记述以及喷发物质的区域性综合对比等将东北大陆火山划分为五个喷发期:

第一喷发期(晚第三纪):在张广才岭—老爷岭见橄榄玄武岩(βN_2 , 含橄榄石包体)覆盖于古生代花岗岩和中新生代地层之上,海拔800—1000米,厚400米,称“船底山”玄武岩。同期长白山、五大莲池也发生火山喷发,为一强烈火山喷发活动期。

第二喷发期(早更新世):在张广才岭见橄榄玄武岩(βQ_1)覆盖在“船底山”玄武岩外围,海拔400—600米,厚190米。在伊通盆地见同期玄武岩脉(βQ_2)穿过早更新世砾石层(Q_1)。

第三喷发期(中更新世):在长白山,碱性粗面岩(τQ_2)呈层状火山锥,海拔1800—2749米,厚400米,与玄武岩具共同喷发口且覆盖在前者之上。在舒兰盆地的永吉见 τQ_2 粗面岩墙侵入 βQ_1 玄武岩火山锥中,为本区第二强烈喷发期。

第四喷发期(晚更新世):气孔状多斑玄武岩(βQ_3)广泛覆盖在张广才岭西坡,沿河谷喷发,玄武岩形成河流二级阶地和熔岩台地。经古地磁年龄测定,五大莲池玄武岩年龄为2—3万年⁸⁾。

第五喷发期(全新世):在长白山天池喷发口见喷出的粗面凝灰角砾岩、浮岩(βQ_4)覆盖在山顶、河流阶地,夹于全新世黑土中。在五大莲池老黑山火山口见喷出玄武熔岩、火山灰等。据历史记载,上述两个火山群发生过六次活动。

2. 各火山带活动特征

(1) 长白山—宽甸火山带(图1)

东临日本海,呈带状,受北东向鸭绿江—辑安断裂带控制,长350公里。

据何永年^[1]等对长白山火山群中汪清地区的 βN_2 橄榄玄武岩内所含幔源团块的结构分析,幔源团块显示强烈的优势方位,据推测应属近东西方向,反映上地幔物质曾发生过普遍的塑性流动。

宽甸火山群的 βQ_2 碱性橄榄玄武岩中含橄榄石包体、火山渣、片麻岩碎块等。路凤香认为⁴⁾,在本区上地幔中,在玄武岩熔融以前发生过以塑性流变为主的变形变质事件。刘若新^[2]在对玄武岩中超铁镁质捕虏体的研究后认为,其形成温度为950—1160℃,形成压力为15—25千巴,相当于50—80公里的深度处的情况,有可能是上地幔软流圈顶面。捕虏体是玄武岩浆携带到地面的上地幔碎片。

(2) 张广才岭—老爷岭火山岩带

受北东向敦化—密山断裂带控制,自敦化张广才岭向北东经镜泊、穆稷、鸡西与老爷岭衔接,为长400余公里的玄武岩活动带。

(3) 伊通—舒兰火山带:

呈北东向展布,位于晚第三纪伊通—舒兰地堑盆地内,为一系列断续分布的串珠状火山锥,长180公里。

岩石化学分析结果表明,伊通火山群玄武岩属基性偏碱性,晚期 K_2 含量高(2.94%),

8) 黑龙江水文地质大队, 1980.

4) 路凤香, 宽甸玄武岩浆起源问题, 1981.

二氧化硅含量低(43.62%), 属上地幔物质〔3〕。

(4) 松辽盆地火山群:

为沿菱形盆地边缘断裂带分布的孤立的火山群。

(5) 从中、晚更新世以来, 沿东北大陆河谷断裂广泛喷发了玄武岩, 在舒兰盆地附近的松花江丰满地区喷发了 βQ_2 玄武岩, 覆盖在河流二级阶地早更新世砾石层上。

3. 岩石化学分析

各火山群不同喷发期次的火山岩的岩石化学分析结果(表1)表明, N_2-Q_1 喷发期的玄武岩的 SiO_2 含量为50%, 中更新世(Q_2)玄武岩的 SiO_2 含量达69%, Na_2O+K_2O 为11%, 属钾质碱性系列。全新世(Q_4)时期的浮岩 SiO_2 含量为71%, K_2O+Na_2O 含量为9.4%, 属碱性系列。久野和杉村认为, 大陆碱性玄武岩系列岩浆源与中深源地震面位置相一致, 其深度可达上地幔的250公里深度范围。玄武岩、熔岩渣及火山灰中普遍携带的幔源橄榄石包体的逐渐增加以及含有花岗岩碎片都说明, 上地幔熔融物质上涌过程中携带了软流

表1 东北大陆岩石化学成份表

地区	岩石名称	时代	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
长白山	浮岩	Q ₄	70.75	0.3	11.09	2.02	2.57	0.07	0.32	0.69	5.3	4.18
长白山	浮岩	Q ₄	71.42	0.2	11.02	2.6	2.29	0.08	0.61	0.47	4.85	3.6
龙岗山	火山渣	Q ₄	48.15	2.15	17.49	4.14	7.08	0.23	7.47	7.21	3.23	2.16
老黑山	玄武浮岩	Q ₄	53.23	2.02	15.5	6.76	2.78	0.06	5.36	5.85	3.22	5.61
老黑山	熔岩	Q ₄	52.68	1.88	14.3	1.43	7.76	0.15	6.38	5.82	3.36	5.43
张广才岭	气孔玄武岩	Q ₃	55.65	1.30	15.68	2.57	8.38	0.18	6.36	7.93	1.20	0.28
同上	同上	Q ₃	56.49	1.40	14.17	1.85	8.06	0.13	7.20	6.83	3.18	0.67
长白山	粗面岩	Q ₂	67.33	0.2	14.9	4.12	0.46	0.1	0.39	0.8	5.4	5.6
同上	同上	Q ₂	67.31	0.32	14.28	2.2	3.37	0.12	0.8	0.96	5.75	4.47
宽甸	碱性橄榄玄武岩	Q ₂	47.91	1.97	13.17	4.78	6.28	0.16	9.33	8.41	3.43	2.14
宽甸	碱性拉斑玄武岩	Q ₂	46.36	2.6	14.02	4.21	7.63	0.2	9.83	7.99	3.0	1.0
张广才岭	橄榄玄武岩	Q ₁	48.78	1.4	11.7	3.5	6.75	0.1	8.96	6.56	2.34	1.24
张广才岭	橄榄玄武岩	Q ₁	49.1	1.32	13.7	3.02	8.09	0.15	11.35	5.5	30.08	1.52
长白山	橄榄玄武岩	Q ₁	51.19	2.56	18.39	3.97	5.64	0.12	3.48	9.76	3.1	0.98
长白山	橄榄玄武岩	Q ₁	51.79	2.6	13.9	4.51	8.59	0.2	3.75	7.09	3.8	1.8
伊通	橄榄玄武岩	Q ₁	51.39	1.4	15.78	7.05	3.18	0.13	6.22	8.21	3.4	0.88
伊通	二辉橄榄玄武岩	Q ₁	45.03	1.62	13.36	4.12	7.43	0.18	9.52	7.47	3.84	2.94
长白山	橄榄玄武岩	N ₂	52.34	2.09	15.04	4.34	7.29	0.14	3.97	6.17	4.08	2.78
长白山	橄榄玄武岩	N ₂	51.24	1.99	17.31	1.77	7.9	0.15	5.19	7.7	4.13	2.05
张广才岭	橄榄玄武岩	N ₂	47.33	3.2	14.25	5.41	9.66	0.18	5.37	7.18	3.32	1.92
张广才岭	橄榄玄武岩	N ₂	49.21	2.6	15.7	5.76	5.71	0.2	5.78	6.62	4.58	1.2

据长白山教化幅地质图说明书及五大莲池火山地质等岩化分析资料

圈顶部超铁镁质捕掳体和地壳内部岩石碎片。可以认为,大陆火山喷发口、喷发通道是现代板内构造活动的窗口。

4. 火山活动与大陆板内地震

Bailey^[4]论述了东太平洋中脊扩张速度的加快而驱动着胡安德富卡板块俯冲伸入北美大陆板块之下,由于深部熔融作用形成岩浆上升而发生1980年5月—11月圣勃伦斯火山喷发和沿内华达山断层的活动而发生马默思湖地震。公元1030—1800年,东北火山的六次喷发也都与板内强震呈同步活动现象(表2)。

表2 大陆火山、强震同步活动表

火山喷发		板内地震				
火山群	时间	号	地点	时间	震级(M)	地质背景
长白山	1030	0	定襄	1038	7 1/4	山西地堑
		1	洪洞	1303	8	山西地堑
	1597.8		渤海湾	1597.10	7 1/2	郯庐断裂
		2	南澳	1600	7	东南沿海 断裂带
		8	泉州	1604	8	
	1668.5	4	琼北	1605	8	沂沐地堑
		5	郟城	1668.8	8 1/2	
		6	平谷	1679	8	
		7	原平	1683	7	
		8	临汾	1695	8	
	1702	9	中卫	1709		银川地堑
		10	通渭	1718	7 1/2	陇西断裂
五大莲池	1719— 1721	11	平罗	1739	8	银川地堑
龙湾	1830前	12	磁县	1830	7 1/2	汤阴地堑

上述六次火山活动与地震发生的时间同步,且后者呈滞后现象。火山活动与地震都发生在北北东向岩石圈断裂带所控制的地堑带内。

对于东北大陆火山活动与地震发生的相关性是否可作这样的解释:

在太平洋板块由东向西向亚州大陆俯冲运动过程中,导致了同方向的区域压应力活动,这就引起了大陆板内北北东向岩石圈断裂带的复活,同时还引起了上地幔上拱及局部物质熔融並沿岩石圈断裂带上涌和喷溢出地表形成火山喷发。上地幔隆起还引起了地壳内的北西—南东方向的拉张。挤压和板内的局部拉张应力联合作用于地堑断裂带,从而在地壳内发生新的局部破裂,爆发浅源地震活动。

综上所述,作者认为,开展大陆休眠火山的研究有助于探索板内强震发生的机制和规律,因此,有助于对地震的长趋势预测工作。

(辽宁省地震局 赵文峰)

(本文1983年7月1日收到)

参 考 文 献

- [1] 何永年, 中国东部新生代玄武岩中二辉橄 榄 团 块, 地震地质, Vol. 3, No. 1, 1981.
- [2] 刘若新, 华北新生代玄武岩中超铁镁质捕虏体研究, 地震地质, Vol. 3, No. 4, 1981.
- [3] 郑学正, 我国东部新生代玄武岩岩石化学探讨, 地质科学, No. 3, 1975.
- [4] Geotimes, 火山与地震, 地震地质译丛, Vol. 3, No. 4, 1980.
- [5] 武烈等, 洪洞八级地震, 地震, No. 2, 1981.
- [6] 陈恩民, 1605年琼北地震, 地震地质, Vol. 1, No. 4, 1979.
- [7] 朱书俊, 茗县大地震, 地震, No. 4, 1979.
- [8] 上田诚也, 岛弧, 地质出版社, 1981.

**CORRELATION BETWEEN THE VOLCANIC STAGES AND THE INTERPLATE
SEISMIC ACTIVITIES IN THE NORTHEAST CONTINENT OF CHINA**

Zhao Wenfeng

(*Seismological Bureau of Liaoning Province*)