第19卷 第1期
1998年（总79期）

西 北 地 质
NORTHWESTERN GEOLOGY

Vol. 19 No.1
1998 (Sum 79)

河北承德满杖子破火山地质特征及火山作用

杨富全

（中国地质科学院562综合大队，河北三河，065201）

摘 要 本文从火山机构的组成地层、空间形态、岩相特征和岩石特征，论述了满杖子破火山地质特征。分析了火山岩岩石化学、微量元素和稀土元素地球化学特征。概述火山作用为完整的爆发→喷溢→侵入火山活动旋回。

关键词 承德满杖子 破火山 火山作用 髻髻山旋回

满杖子破火山位于承德县满杖子乡，在区域上处于平坊－桑园断裂东南侧并受其控制，在构造上位于密云古北口－平泉－凌源火山喷发带（Ⅲ级火山构造）的满杖子火山盆地中心。本身属Ⅴ级火山机构。

收稿日期：1996-12-02

作者简介：杨富全，男，1968年9月生。1991年毕业于中国地质大学（武汉）矿产系矿床专业，理学学士学位，工程师。主要从事区域地质调查、矿床研究和地球化学找矿工作，曾发表论文多篇。

（4）这些糜棱岩岩石的发现，证明狼山地区确有韧性剪切带的存在，为重建本区新的构造格架提供了依据。

（5）糜棱岩不仅与金矿有密切的关系，而且本区中与多金属、稀有放射性元素在区域分布上有直接和间接的联系，为今后开展地质找矿提供了线索，可拓宽找矿的视野。

笔者感谢周鼎武、王珍荣副教授，梁文艺、王晓霞讲师对糜棱岩的镜下鉴定、指导和帮助。胡俊祯高级工程师审阅了此文；参加研究的有付成铭、谭立群、缪卫东等同志，在此均表谢忱。

参 考 文 献

1 李春昱等. 中国的内生成矿与板块构造. 地质学报，1981 (3)
2 沈鸿章等. 内蒙古自治区域地层及地质构造概况. 内蒙古地质，1989 (1)
3 杨振德等. 阿拉善断块及邻区地质构造特征及矿产. 北京：地质出版社，1988
4 胡骁等. 内蒙古狼山地区顺层滑动断裂和逆冲推覆构造. 前寒武地质，第4号
5 李康、钟大赉. 滇西高黎贡断裂带糜棱岩的显微变形特征及构造意义. 岩石学报，1991 (3)
6 杨福新等. 我国某地韧性剪切带中铀矿化类型的发现及其意义. 西安地质学院学报，1991 (3)
7 许传诗等. 内蒙古巴盟东升庙硫铁矿区的逆冲推覆构造及其与成矿作用关系. 前寒武纪地质，第4号

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1　破火山特征

1.1　地层组成及空间形态

火山机构基底由寒武－奥陶系、三叠系构成。组成破火山的地层为中侏罗统九龙山组和髫髻山组(图1)，局部出露上侏罗统张家口组。九龙山组围绕破火山呈环状、条带状分布，岩石组合为紫红色、灰绿色凝灰质砂岩、粉砂质泥岩、流纹质含角砾凝灰岩。髫髻山组一段为破火山主体，出露广泛，为一套灰紫色安山岩、杏仁状安山岩、流纹状安山岩，少量安山质角砾集块熔岩，夹紫红色泥岩、粉砂岩和砂岩透镜体。二段分布于破火山中部，主要为灰紫色、灰白色安山质沉积火山角砾集块岩。岩层产状皆以破火山口为中心呈围斜内倾，倾角 20°～70°。

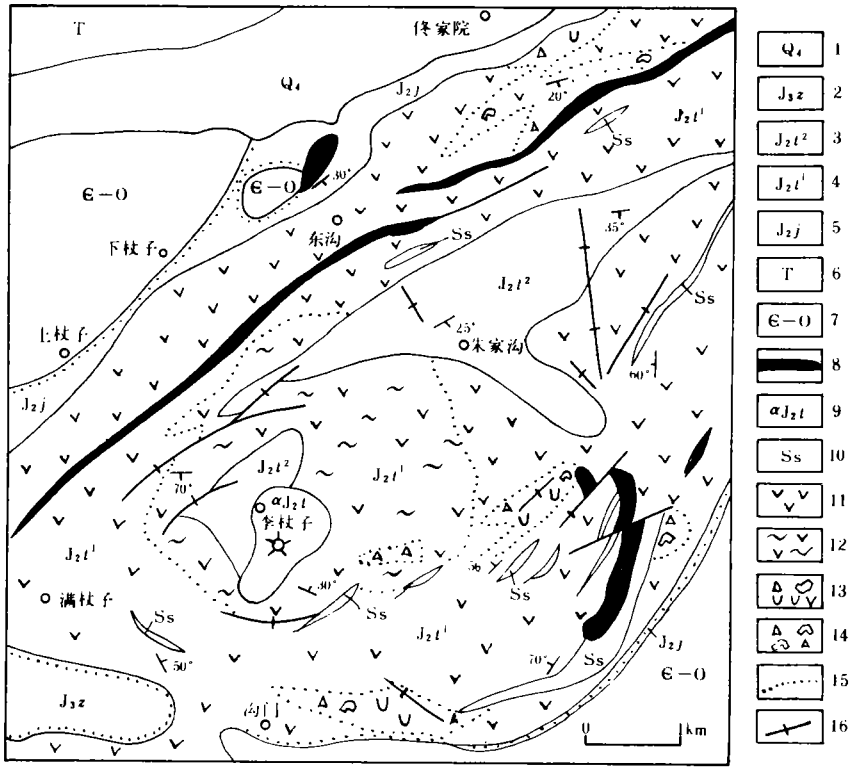

图 1　河北承德满杖子破火山地质图

(据地科院 562 队资料缩编①)

1. 第四系；2. 张家口组；3. 髫髻山组二段；4. 髫髻山组一段；5. 九龙山组；6. 三叠系；7. 寒武－奥陶系；8. 髫髻山期潜粗安岩；9. 髫髻山期潜安山岩；10. 砂岩、粉砂岩；11. 安山岩；12. 流纹状安山岩；13. 安山质角砾集块熔岩；14. 角砾集块岩；15. 岩性界线；16. 火山断裂

① 1∶5 万上谷幅、宽城幅区域地质调查报告和上谷幅地质图，1996

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

破火山机构在平面上呈 NE 向展布的椭圆形，北东南西向长 15 km，北西南东向宽约 6 km，面积约 70 km^2。

1.2 破火山地貌特征

火山机构地貌为正地形，卫星照片和宏观地貌显示出明显的双轮环形山。外轮为九龙山组碎屑岩组成的低缓的环形山丘，内轮为髫髻山组安山岩组成的较陡的环形山，环形地貌中心为洼地。

1.3 岩相特征

破火山岩相由喷溢相、爆发相、空落相、火山泥石流相、喷发-沉积相、火山颈相和潜火山相构成。

喷溢相：出露面积占火山机构面积的 75%，最大厚度 858.8 m。岩性单一，为安山岩、杏仁状安山岩和流纹状安山岩。前两相围绕破火山呈岩被状圆弧形展布，在火山机构边部见安山质角砾集块熔岩与安山岩呈渐变过渡关系。流纹状安山岩分布局限，围绕火山颈相环形展布，流纹产状紊乱，多呈旋涡状。

爆发相：出露面积很小，零星分布，其岩性为火山角砾岩、火山角砾集岩，角砾多呈棱角状，大小混杂，分选性差。

空落相：出露面积约占 5%，厚度变化较大，分布于上杖子－佟家院，呈条带状位于破火山的边缘地带，其岩性为含角砾凝灰岩、凝灰岩。

火山泥石流相：出露面积占总面积 7%，最大厚度 109.8 m。呈北东向条带状分布于破火山中部，覆盖在喷溢相之上，岩性为安山质沉角砾集块岩。

喷发-沉积相：出露面积约占 4%，分布于火山机构边部和中部，最大宽度 200 m，一般 10～20 m，走向延伸不稳定，多呈透镜状夹于喷溢相中。岩性为凝灰质砾岩、凝灰质砂岩、砾岩、砂岩、粉砂岩和泥岩等。

火山颈相：由潜安山岩构成，分布于李杖子附近，在平面上呈不规则圆形，面积约 0.6 km^2。潜安山岩边部具流纹构造和自碎角砾状、集块状构造，颈壁流纹产状很陡，近直立。与围岩呈侵入接触。

潜火山相：出露面积约占 5%，呈不连续条带状围绕火山机构边部产出，在空间上明显受火山机构控制，与喷溢相和喷发-沉积相呈侵入接触。岩石类型为粗安岩、石英粗安岩。

1.4 火山断裂

因火山机体塌陷，火山口附近形成一系列环状、放射状断裂。环状断裂分布在破火山外侧，绕火山口呈半环状分布，规模较大，断层面内倾，倾角很陡。沿断裂带粗安岩、石英粗安岩贯入，形成长度不等、形态各异的岩墙、岩脉。

放射状断裂发育在破火山中部，以破火山口为中心呈放射状展布，并向中心收敛。其规模一般较小，但断裂特征明显，具张性或张扭性特征，普遍有碳酸岩化，个别断裂中充填花岗岩脉。

2 主要岩石特征

2.1 安山岩

安山岩呈灰色、灰紫色、斑状结构、块状构造，局部气孔、杏仁、流纹状构造。斑晶含量

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

5%～15%，粒径 1.0 mm，成分为斜长石和单斜辉石，少量角闪石、黑云母。斜长石自形-半自形板柱状，聚片双晶、卡纳复合双晶发育。单斜辉石柱状，黑云母化、绿泥石化强烈。基质为交织结构，由斜长石（70%）、单斜辉石（2%～5%）及少量黑云母等组成。副矿物有磁铁矿及少量磷灰石。

2.2 安山质沉角砾集块岩

安山质沉角砾集块岩呈灰紫、灰绿色，沉角砾集块结构。集块砾径为 10～20 cm，个别达 50 cm，多呈次浑圆状、浑圆状。角砾、岩屑棱角状、次棱角状，成分为安山岩、粗安岩、凝灰岩。胶结物为砂质。

2.3 潜粗安岩

潜粗安岩呈浅灰、深灰、灰紫色，斑状结构，块状构造。斑晶含量为 20%～30%，成分为斜长石、钾长石、单斜辉石、黑云母等。基质为显微交织结构，由霏细质钾长石和显微粒状、板条状斜长石彼此紧密镶嵌组成。副矿物为磁铁矿、磷灰石等。

3 火山岩的地球化学特征

3.1 岩石化学

表 1　满杖子火山岩与侵入岩岩石化学成分（w_B%）及特征数值表

序号	岩　类	岩石名称	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O
1	潜火山岩	潜石英粗安岩	70.65	0.36	14.35	0.80	2.31	0.08	0.20	0.40	4.85
2			70.33	0.34	14.36	1.27	2.27	0.06	0.20	0.80	4.74
3	喷出岩	安山岩	60.05	0.72	17.40	4.16	2.24	0.06	1.60	3.20	4.53
4			57.75	0.78	16.49	1.97	5.39	0.06	1.60	5.00	4.74

序号	K_2O	P_2O_5	烧失量	总量	K_2O+Na_2O	K_2O/Na_2O	σ	AR	KNA	alo	SI
1	4.34	0.21	1.13	99.68	9.19	0.89	3.05	4.31	0.89	1.07	1.6
2	4.43	0.16	1.06	100.02	9.17	0.93	3.08	4.06	0.88	1.02	1.5
3	4.14	0.38	1.98	100.46	8.67	0.91	4.41	2.45	0.69	0.98	9.6
4	3.28	0.40	2.74	100.20	8.02	0.69	4.36	2.20	0.69	0.81	9.4

分析单位：华北有色地质勘查局燕郊中心实验室，1994。

从表 1 看出，安山岩 SiO_2 含量为 57.85%～60.05%，里特曼指数 $\sigma=4.36$～4.41，在欧文的岩石系列划分图上（图 2）落在碱性岩区。碱质含量高，$K_2O+Na_2O=8.02\%$～8.67%，且 $K_2O>Na_2O$。与中国安山岩平均值比（黎彤等，1962），SiO_2、Na_2O、K_2O 偏高，TiO_2、Fe_2O_3 相近，其他成分偏低。

潜石英粗安岩 SiO_2 含量很高，为 70.33%～70.65%，里特曼指数 $\sigma=3.05$～3.08，岩石系列划分图上落在亚碱性区，在进一步划分的 AFM 图（图 3）上落在钙碱性系列区，具有向碱性方向演化的特点。固结指数 $SI=1.5$～1.6，反映岩浆分异程度高。从早期喷出岩到晚期的侵入岩，SiO_2 含量增高，显示出火山岩浆从早到晚向酸性方向演化。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

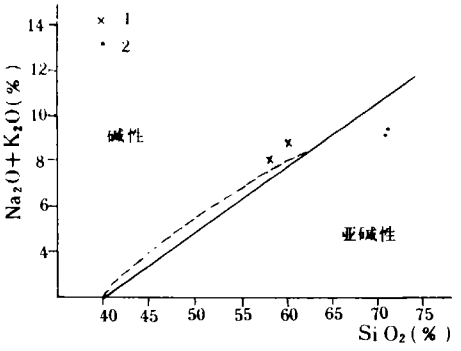

图 2 满杖子火山岩侵入岩岩石系列划分图

(据欧文等，1971)

1. 喷出岩；2. 潜火山岩

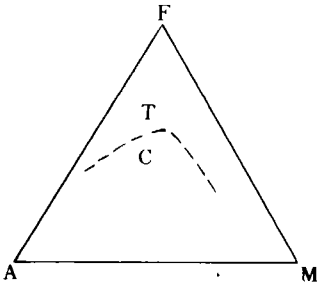

图 3 潜火山岩 A-F-M 图

(据麦克唐纳，1971)

T. 拉斑玄武岩系列；C. 钙碱性系列

3.2 微量元素

由表 2 显示出喷出岩和潜火山岩微量元素丰度相近。安山岩 Cu、Zn、Co、Mn、V、Cr、Ni 含量略高于潜石英粗安岩。与克拉克值相比，二者 Cu、Ni、Sn、V、Cr 含量较低，Pb、Zn、Ag、Ba 含量较高，Co 含量相近。Cr 含量很低，可能反映火山岩浆来自已亏损地幔的再熔融。

表 2 火山岩和侵入岩微量元素丰度($\times 10^{-6}$)

序号	岩类	岩石名称	Cu	Pb	Zn	Co	Sn	Mn	Ba	Be	V	Cr	Ni	Ag
1	喷出岩	安山岩	30	30	200	25	<3	1 000	<1 000	<10	100	<10	10	0.3
2			10	10	150	20	<3	2 200	1 000	<10	30	<10	<10	0.1
3			30	20	120	18	<3	1 500	1 000	<10	30	30	20	0.2
4			40	30	120	20	<3	800	<1 000	<10	100	50	30	0.3
5			30	20	100	30	<3	800	<1 000	<10	100	50	30	0.5
6			50	20	120	30	<3	800	<1 000	<10	100	50	30	0.2
7			30	20	100	50	<3	1 500	<1 000	<10	130	50	40	0.1
8			10	30	150	30	<3	1 000	<1 000	<10	130	30	30	0.1
9	潜火山岩	潜石英粗安岩	10	40	70	10	<3	500	<1 000	<10	<30	10	10	0.3
10			15	20	60	20	<3	400	<1 000	<10	40	20	20	0.2

分析单位：华北有色地质勘查局燕郊中心实验室，1994。

3.3 稀土元素

安山岩稀土元素丰度和特征数值列于表 3。安山岩稀土总量变化于 196.76×10^{-6}～210.67×10^{-6}，$\Sigma Ce/\Sigma r$ 变化于 40.71～58.74，轻稀土明显富集，$(La/Sm)_N=4.61$～5.11，表明轻稀土部分模式曲线斜率大。稀土元素配分曲线图（图 4）呈陡右倾斜曲线，δEu 在 0.77 左右，具弱负铕异常特征。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 3　髫髻山组安山岩稀土元素丰度($\times 10^{-6}$)及特征数值表

序号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	Sc
1	41.50	73.96	8.29	34.19	5.66	1.36	4.70	0.77	3.52	0.67	1.85	0.25	1.55	0.23	18.26	8.42
2	47.28	82.23	9.07	38.24	5.82	1.53	4.84	0.58	2.96	0.54	1.42	0.19	1.22	0.18	14.57	8.23

序号	ΣREE	ΣLREE	ΣHREE	ΣCe/Σr	$(La/Yb)_N$	$(La/Sm)_N$	$(Gd/Yb)_N$	δEu
1	196.76	157.94	3.88	40.71	18.04	4.61	2.45	0.78
2	210.67	176.82	3.01	58.74	26.12	5.11	3.20	0.77

分析单位：地矿部岩矿测试技术研究所，1994。

4　火山作用

4.1　火山活动旋回的划分

据火山岩成分、喷发方式及火山活动强度的变化规律，将该火山机构确定为一个火山活动旋回。根据安山岩同位素年龄资料，时代确定为中侏罗世，归入区域上的髫髻山旋回。髫髻山旋回又可分出早期和晚期旋回，早期旋回发生在中侏罗世早期，其堆积物构成了九龙山组。晚期旋回发生在中侏罗世中期，其堆积物组成了髫髻山组。

4.2　火山活动

满杖子破火山机构的发生、发展共经历了 3 个主要阶段（图 5）。侏罗世早期火山盆地开始形成，接受沉积了一套河湖相的碎屑岩，夹火山爆发形成的酸性碎屑岩。以小规模火山爆发为特征，火山活动较强，持续时间较短，堆积产物厚度很小，10～30 m，但广泛分布于整个盆地。

中侏罗世进入强烈喷发阶段，火山活动十分强烈，从火山口喷溢出大量安山质熔岩，向四周漫流，安山岩最大厚度达 858.8 m。主火山口旁侧的寄生火山口伴有小规模火山爆发，形成火山角砾岩、火山角砾集块岩。

火山喷溢结束后，岩浆房空虚，又因上覆载重量增大导致火山机体塌

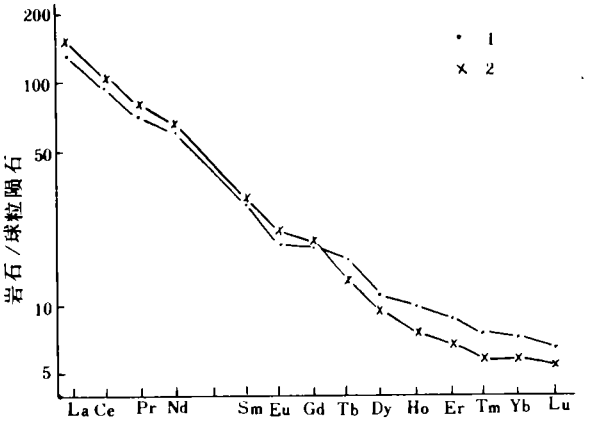

图 4　安山岩稀土元素的配分形式

1. 序号为 1 的样品；2. 序号为 2 的样品

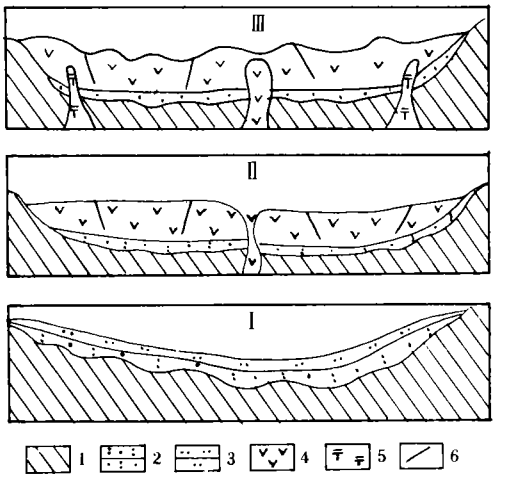

图 5　承德满杖子破火山机构发展演化图

1. 基底岩石；2. 凝灰质砂岩；3. 粉砂岩；4. 安山岩；5. 潜火山岩；6. 环状放射状断裂；Ⅰ. 沉积阶段；Ⅱ. 强烈喷发阶段；Ⅲ. 破火山形成及侵入阶段

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

第19卷 第1期
1998年（总79期）

西 北 地 质
NORTHWESTERN GEOLOGY

Vol. 19 No.1
1998 (Sum 79)

关于我国南方P/T界线粘土中I/S混层矿物类型的商榷

王水利

（西安矿业学院地质系，西安，710054）

摘 要 本文依据目前世界上较流行的I/S混层矿物有序类型划分及鉴定方法，对已公布的我国南方P/T界线粘土岩中I/S混层矿物的有序类型进行重新讨论。结果发现，这些混层矿物实则为IS或ISII有序间层，而非原作者所认定的不规则混层，混层比也明显不同。

关键词 界线粘土 I/S混层矿物 不规则混层 有序混层

1 引言

沈桂梅（李子舜等，1989）、毕先梅（杨遵仪等，1991）和白俊峰（1996）等人分别对四川广元上寺、湖北黄石、浙江长兴、重庆凉风垭以及江西信丰铁石口等剖面二叠－三叠系（P/T）界线粘土岩的矿物及其组合特征进行过详细的研究，结果认为，这些剖面的界线粘土岩中均不同程度地含有I/S混层矿物，除铁石口（白俊峰等，1996）外，其余均以I/S混层矿物为主。有序类型（也称混层类型或间层类型）为不规则（无序）型，混层（或间层）比变化于

收稿日期：1997-11-10

作者简介：王水利，男，1955年11月17日生，硕士，讲师．从事矿物、岩石学及无机非金属材料的教学、科研工作．

陷形成破火山，最后残余岩浆沿断裂和火山通道贯入，形成潜火山岩，结束了火山活动。综上所述，满杖子破火山机构活动特点为由强到弱，由爆发→喷溢→侵入；岩浆演化规律为酸性→中性→酸性。

本文是在上谷幅、宽城幅1∶5万区调最新资料基础上编写成的。参加野外火山岩填图的还有朱松年、叶培盛和韩金良等，编写过程中得到朱松年研究员大力支持和帮助，在此一并致谢。

参 考 文 献

1 李兆鼐等．火山岩火山作用及有关矿产．第二届全国火山岩会议论文集．北京：地质出版社，1993
2 陆志刚等．中国东南沿海火山地质与矿产论文集．北京：地质出版社，1992
3 河北省地质矿产局．河北省北京市天津市区域地质志．北京：地质出版社，1989
4 地质矿产部区域地质矿产地质司．火山岩地区区域地质调查方法指南．北京：地质出版社，1987

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net