

香港安山-英安质古火山颈群*

黎权伟

(香港地质学会,中国香港)

摘要:香港中侏罗世屯门组火山岩主要由安山质熔岩、凝灰岩和凝灰角砾岩夹少量凝灰质砂岩组成。其中凝灰角砾岩初期曾误认为是沉积砾岩。1990年香港地质调查组重新研究后,确认是火山成因的凝灰角砾岩。按岩相分析,屯门组火山岩可分为火山通道相安山-英安质熔岩和爆发角砾岩,还有爆发空落相凝灰角砾岩。火山通道相又可分为火山颈相和岩墙相,分布在屯门组东西两侧。在青山东麓,出露一系列NNW向呈断续、线状分布的火山颈群。近年来新出版的《香港地质考察指引》和《香港工程地质实践》等地质著作仍将该区爆发角砾岩误认为是沉积成因的砾岩,在地质勘探和工程设计上造成混乱,导致不应有的经济和时间上的损失。本文综合最新研究成果并与世界各地同类火山岩的特征进行对比,确证火山通道相爆发角砾岩的存在,并发现呈线状分布的古火山颈群。

关键词:屯门组;火山颈;安山-英安质熔岩;爆发角砾岩;香港

中图分类号:P588.14

文献标识码:A

前言

由于屯门组火山岩中的粗火山碎屑岩岩性复杂,对其认识经历了一个反复的过程。

1971年Allen P. M. 和Stephens E. A. 把现今屯门组分布范围的地层分为两个组,由屯门至锤屋村为浅水湾组,岩性为沉积岩和火山碎屑岩^[1]。由良景村至网井围为落马洲组,主要为变质的沉积岩和火山岩。1982年香港地质调查组重新在全港开展1:20,000地质测量工作,把新发现有安山质火山岩的地层定为屯门组。沿青山东麓断续分布火山角砾岩,因该区植被浓密和缺少钻孔资料,致使Arthurton R. S. 误认为是砾岩,并将该地层定为青山组^[2]。

香港政府因新界西北区的地下大理岩存在溶洞影响城市发展,1988年与英国自然环境研究院协议,由香港地质调查组负责该区1:20,000的地质测量工作,英国地质调查所Frost D. V. 等负责该区1:5,000的地质测量工作,共同查清该区地质特征和地下溶洞的分布。整个野外工作于90年代中期完成。当时由于条件所限,存在不足之处,如1:20,000新田幅地质图(GCO, 1989)和1:5,000后海湾幅和山背幅地质图(GCO, 1988),当时因地面缺乏岩石

露头 and 钻探资料,在水围和网井围地区的地层仍保留Allen等(1971)所定的落马洲组的名称。直到后来施工了40多个钻孔,发现该区主要为火山岩,因此重新定名为屯门组。Darigo (1989, 1990) 和Frost (1990) 均发表文章作了详细论述^[3-6]。Darigo还将含岩屑的凝灰角砾岩定名为天水围段。强调含大理岩岩屑的凝灰角砾岩不同于元朗组沉积的层状大理岩^[6]。不足之处是没有对岩石做化学分析,未能完全摆脱Allen等认为是落马洲组沉积岩的影响,所以对天水围段的叙述仍为砾岩。

香港土力工程处1994年出版的1:20,000新田幅基岩地质图,根据钻探资料,发现天水围地区的岩石与屯门组火山岩相同。其中天水围段主要以凝灰角砾岩为主,考虑到岩石名称的统一,取消了天水围段的命名,以地质符号tb取代。2000年香港地质调查组由Kirk, P. A. 等主编的1:100,000地质图(GEO, 2001中文版,2000英文版),经详细分析发现青山组的岩性基本和屯门组相同,其中的砾岩实为火山角砾岩,遂将青山组并入屯门组。在图例中明确指出屯门组是由安山岩和凝灰岩夹凝灰角砾岩、层凝灰岩组成。其后香港有些地质著作持不同看法

* 收稿日期:2012-03-05

第一作者简介:黎权伟(1933~),男,广东人,亚洲理工学院工程地质硕士,主要从事地质测量和绘制香港地质图工作。

空落相 分布于火山口外围,主要为凝灰岩和凝灰角砾岩,也有溅落的熔岩条带。如围绕青山寺和菠萝山火山颈外围,呈缓倾斜层状堆积的岩石。

喷发沉积相 分布范围较小,大部份已遭侵蚀。仅见菠萝山以西靠近花岗岩的山脊,主要为凝灰质砂岩沉积于当时火山间的低地。

火山颈之间的间距为50~250 m。火山颈由熔岩或爆发角砾岩组成。熔岩在火山颈内呈脉状或岩墙状。对火山颈内的熔岩采样,经化学分析多为英安岩。岩屑多为早期凝固的熔岩或凝灰岩,也可以是深处泥盆纪的石英砂岩、粉砂岩和石炭纪的石灰岩。胶结物主要是熔岩。熔岩与岩屑接触产生变质作用,对铁镁质火山岩岩屑会形成青盘岩化、绿帘石化、绿帘石化等反应边,对石灰岩岩屑会发生交代作用,形成大理岩或含透辉石、透闪石、硅灰石和石榴子石化的砂卡岩。火山颈外围多为空落相的凝灰岩和喷溢相的玄武安山岩。屯门组火山岩在屯门谷地东侧,由蓝地至天水围的平原地区,多被冲积层所覆盖。

3.1 青山区屯门组的火山岩和火山颈

2000年后香港有若干地质著作把屯门组的火山碎屑岩当作沉积砾岩,如Sewell等编写的《香港前第四纪地质》第69页,虽然将原青山组合并入屯门组,但叙述时仍采用旧资料^[12],照搬《香港地质调查报告第三号新界西部地质》^[13]中过时的资料,把原先青山组下部的岩石仍按沉积岩去描述。造成地质报告与同时出版的地质图不一致的现象。随后出版的《香港地质考察指引》(土力工程处,中文版2007)第48-49页和第51页把由青山寺至菠萝山的砾状碎屑岩石误认为砾岩和角砾岩^[14]。

青山寺火山颈 土力工程处1988年出版的1:20,000青山幅地质图,由Arthurton R. S. 建立的青山组。从屯门的青山寺至菠萝山分布有一层砾岩,断续延长达1,100 m。经重新考察证明这层砾岩并不存在,因此土力工程处2000年出版的1:100,000香港地质图,完全不表示这层砾岩。近年青山寺在维修过程中打了11个钻孔。青山寺座落在一座火山颈上面,外形呈水滴状。长120 m,最宽处50 m,往西南山上方向变窄和尖灭。岩矿鉴定熔岩成份主要为安山岩,主要矿物有斜长石、角闪石、少量黑云母、辉石、石英和榍石,次生矿物有绿泥石、绿帘石和绢云母,基质为隐晶质。火山颈的钻孔中采集了6个熔岩样品作化学分析,其中TM1和TM104是玄武粗安岩, TM102、TM104、TM6和TM107是英安岩。爆发角砾岩的角砾粒径10~300 mm,大多为棱角状至半棱角状。岩屑成分主要有安山岩和凝灰岩,其次有石英

砂岩、粉砂岩和石灰岩,胶结物为熔岩。熔岩与含铁镁矿物的岩屑接触常见有反应边如青盘岩化,与石灰岩接触会产生大理岩化和砂卡岩化。岩屑与熔岩的接触变质作用,只能在地壳深处随高温岩浆向地面喷发过程中相互作用形成。青山寺的岩石露头可见明显的熔岩流动构造。围绕青山寺火山颈外围的岩石是空落相的凝灰岩。火山颈内的爆发角砾岩与凝灰岩呈侵入切割接触,较远的外围是喷溢相的安山岩。

山景村火山颈 在山景村正西650 m,呈椭圆形岩筒状,长80 m,宽50 m。地貌上突起,呈约50 m高的孤峰。该火山颈与美国新墨西哥州的Shiprock火山颈甚为类似。山景村火山颈的熔岩主要为安山岩。所有熔岩与其它岩石的接触均为侵入切割关系。经细致的野外考察、岩矿鉴定和化学分析其特征是:

(1)岩体平面上呈椭圆形,剖面上呈筒状。而不是《香港地质考察指引》^[14]所描述由沉积作用形成的层状,因地壳运动推举耸立而成。

(2)岩筒内由多期喷发的熔岩和爆发角砾岩组成,强烈爆发期形成爆发角砾岩,也有称岩筒角砾岩或角砾熔岩;平静期喷出熔岩,两者呈韵律性周期产出。

(3)爆发角砾岩的角砾经岩矿鉴定主要由熔岩胶结。熔岩与岩屑相互间形成反应边。角砾与熔岩接触处有明显的热力变质或交代变质现象。

(4)近似直立的板状节理平行陡立的岩筒,是火山颈的特征,而不是沉积岩的层理特征。

(5)岩筒内保留有喷气构造。喷气管道呈垂直和互相平行,由岩筒底部延伸至顶部,高约50 m。在岩筒南侧的喷气构造呈密集似头发丝状,类似台湾阳明山现代火山的喷气构造。

山景村寄生火山颈 亦称小火山颈。在山景村正西约80 m,距山景村火山颈40 m。近似圆形,直径约50 m,高20 m。岩筒内的岩石亦为熔岩和爆发角砾岩。熔岩的化学成份经采样测定,其中样品TM61和TM73主要为玄武安山岩。灰白色岩屑经化学分析样品TM59测定为早期流纹质凝灰岩,其余岩屑还有早期的熔岩和沉积岩。这些角砾的最大特点是呈浑圆状或次浑圆状,直径可达80厘米。角砾分布主要集中于火山岩筒的中心,外围主要为熔岩。节理呈同心圆状。

南菠萝山火山颈 菠萝山西南550 m有两个火山颈,南菠萝山火山颈长约85 m,宽50 m,高约55 m,呈椭圆形。由多期喷发的熔岩和爆发角砾岩组成(图3)。熔岩的化学分析,经样品TM81分析结果主要为英安岩。角砾主要为早期凝固的熔岩,其次为砂岩和

石灰岩。围绕火山颈外围东侧,岩石样品TM77的化学成份是流纹质凝灰岩,岩筒内有显著的喷气构造。

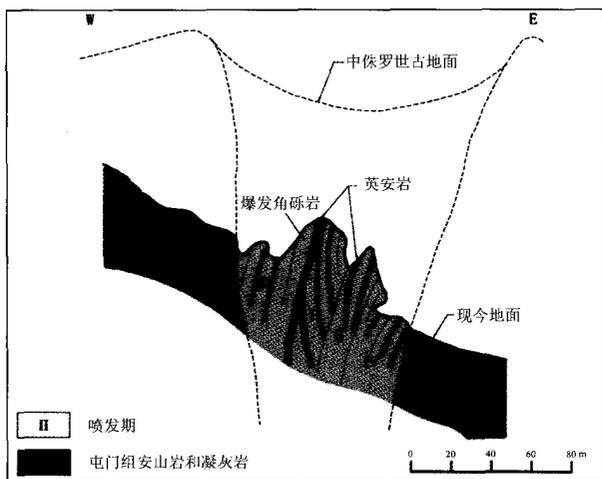


图3 南菠萝山古火山颈剖面示意图

Fig. 3 Profile showing paleovolcanic neck of Nanboluo Mountain

北菠萝山火山颈 长约95 m,宽50 m,高约20 m。与南菠萝山火山颈相距40 m。呈椭圆形,亦由多期喷发的熔岩和爆发角砾岩组成,在山脚剥落的滚石中可发现熔岩胶结的大理岩岩屑。此火山颈东侧的围岩亦为流纹质凝灰岩。

3.2 天水围地区的屯门组火山岩

《香港前第四纪地质》(GEO 2000, Sewell. 主编)第38页插图3.5把天水围地区西北的屯门组火山岩当作石炭纪落马洲组的沉积岩^[12],与同时出版的1:100,000地质图完全不一致,原因是引用了1:5,000天水围地质图资料。Frost D. V. 本作者和Darigo N. J. 已于1990根据最新的勘探资料发表文章更正了这个错误。1994年土力工程处出版的1:20,000新田幅基岩地质图归纳了香港地质调查组和英国地质调查所地质学者们在该区多年来共同工作的研究成果,以丰富的钻探资料详细说明为什么要将该区石炭纪落马洲组沉积岩更正为屯门组火山岩。

从天水围一直向南延伸至洪水桥和屯门医院,钻探均发现有大量含大理岩岩屑的凝灰角砾岩岩墙。在亦园村地面出露两条互相平行的岩墙,岩墙内有典型的大理岩岩屑,同时均发生砂卡岩化和青盘岩化的现象。

在灵渡寺可见一块巨石,由凝灰角砾岩、凝灰岩和熔岩组成,呈互层状,但与安山岩呈断层接触。可能是层状火山堆积沿断层下滑残留的空落堆积相产物。另外灵渡寺有些岩石露头中可见有溅落的熔岩

条带,岩石采样TM10的化学成份为英安岩,岩石表面仍可见到有熔岩浆屑呈倾斜向下的流动构造,说明当时是在火山口附近的空落堆积。

4 屯门组火山岩因动热变质产生糜棱岩化的岩石

屯门组火山岩因为处于广东莲花山大断裂带内,燕山运动时受到强烈的地壳运动,在屯门组内产生NE和NW向的断裂。受动热变质作用影响,岩石会发生韧性变形,产生糜棱岩化。往往在断裂带两侧由外向内,岩石发生递进变质现象。促使含大理岩岩屑的角砾熔岩或凝灰角砾岩产生压扁和拉长现象,很易被误认为是粉砂岩夹薄层大理岩。

5 屯门组火山岩的化学成分

香港地质调查组对屯门组火山岩做过11个样品的化学分析^[13,15]。主要在火山口外围的喷溢相熔岩,但对火山颈相的熔岩没有做过任何分析。由于该区的火山岩大部分都是隐晶质或粒径很细,肉眼和显微镜难于鉴定。为了彻底搞清楚屯门组火山岩的成分,我们采集了19个岩石样品做化学分析,包括火山颈相、岩墙相、喷溢相和空落相的熔岩,其结果用TAS图解法将岩石进行分类(图4,表1)。由于火山颈岩石含有大量围岩物质,必须严格区分,因此只选择熔岩的纯净部分做化学分析样品。为了保证质量,所有岩石化学试样只采集没有风化、没有蚀变、没有变质和没有渗杂围岩碎屑的新鲜岩石样品。

为了检查样品结果的可靠性,把同一地点同一岩性的样品分送不同实验室。把他们的分析结果相互比较。如香港大学分析的TM1和广州地化所分析的TM104结果都是玄武粗安岩。英国Nottingham大学分析的HK856和香港大学分析的TM65和TM65B结果都是玄武安山岩(表1)。

屯门组火山岩的化学分析结果说明岩浆喷发表现出一定的规律,火山强烈爆发期喷出的熔岩分布在火山颈内的熔岩和火山颈附近空落相的溅落熔岩条带多为英安岩;火山宁静期喷逸的熔岩,广泛分布于屯门谷地,多为玄武安山岩。这种现象符合世界其它地方安山岩岩浆喷发的规律。

由于香港地质勘探过程中,曾把隐晶质的安山岩当作粉砂岩。我们专门对邻近的石炭纪粉砂岩做了化学分析,两者的化学成份相差甚大。粉砂岩的SiO₂为76.74%,但安山岩均低于63%。粉砂岩的SiO₂明显高于安山岩,相反粉砂岩的Al₂O₃只有11.58%,远低于安山岩的15.5%。

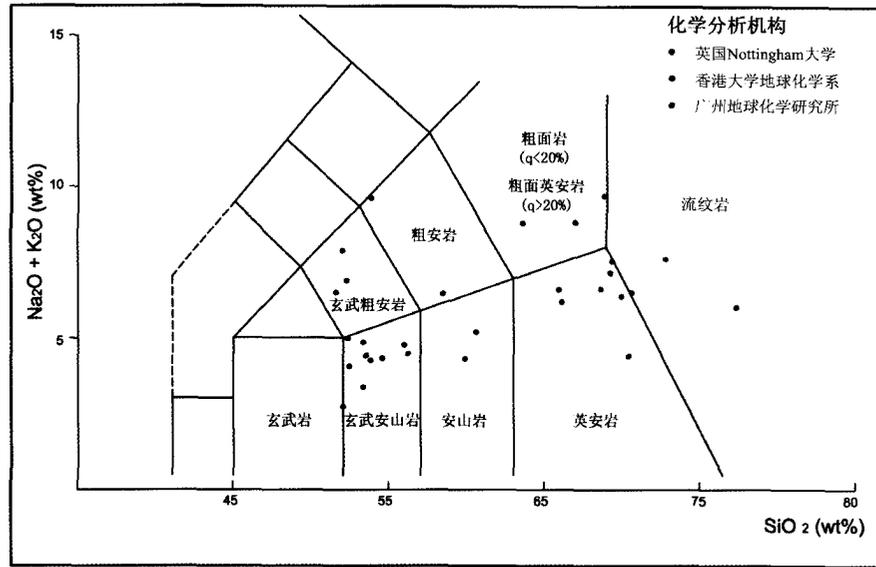


图4 香港屯门地区屯门组火山岩TAS图解

Fig. 4 TAS diagram of Tunmen Formation volcanic rocks in Tunmen district, Hong Kong

表1 香港屯门组火山岩的主要化学成分 (W_B/%)

Table 1 Main chemical compositions of Tunmen Formation volcanic rocks in Hong Kong

编号	样品编号	岩石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	烧失	合计
1	HK856	玄武安山岩	54.39	1.01	17.19	8.5	0.15	3.87	7.26	2.36	2.05	0.21	0.67	99.33
2	HK3788	粗安岩	53.46	1.48	18.45	9.39	0.11	1.3	4.54	4.57	4.94	0.79	-	100.47
3	HK10246	玄武安山岩	53.13	1.02	17.63	9.2	0.17	4.61	8.79	1.34	1.96	0.27	2.0	100.12
4	HK10247	玄武安山岩	52.02	0.89	17.55	9.06	0.29	3.56	11.62	0.96	1.73	0.27	2.06	100.01
5	HK10378	玄武安山岩	55.97	1.01	16.79	9.5	0.16	4.39	5.5	3.13	1.55	0.22	1.92	100.14
6	HK10379	玄武安山岩	53.99	0.95	18.32	8.95	0.15	3.93	7.94	2.28	2.06	0.24	1.46	100.27
7	HK10380	玄武粗安岩	51.6	1.12	19.14	10.55	0.17	4.72	3.81	0.9	5.61	0.24	1.91	99.77
8	HK10382	玄武安山岩	53.44	1.02	18.0	9.42	0.16	4.36	6.92	3.85	0.58	0.25	1.82	99.82
9	HK10417	英安岩	65.99	0.6	16.18	4.98	0.07	0.82	3.52	3.42	3.21	0.25	1.23	100.27
10	HK10421	粗面英安岩	63.49	0.73	18.73	3.17	0.07	1.06	2.88	6.42	2.29	0.25	0.9	99.99
11	HK10444	安山岩	59.96	0.87	16.57	7.97	0.14	2.26	6.95	2.71	1.65	0.24	0.88	99.32
12	TM-1	玄武粗安岩	52.360	0.745	17.621	7.315	0.078	3.224	9.971	3.420	3.531	0.509	1.100	99.873
13	TM-10	英安岩	65.945	0.783	10.578	6.044	0.170	1.012	9.472	2.340	3.803	0.107	0.733	100.986
14	TM-37	粗面英安岩	66.963	0.521	15.521	4.324	0.075	1.023	2.109	4.283	3.976	0.157	0.899	99.850
15	TM-59	流纹质凝灰岩	77.357	0.135	12.200	1.658	0.031	0.378	1.017	2.327	3.727	0.009	0.867	99.705
16	TM-61	玄武安山岩	53.283	1.047	17.838	10.582	0.147	3.602	6.654	2.662	2.152	0.247	1.765	99.979
17	TM-64	安山岩	60.777	0.673	17.587	6.501	0.089	2.951	5.009	2.960	2.179	0.266	0.799	99.792
18	TM-65	玄武安山岩	52.309	1.104	18.355	9.312	0.167	4.431	7.791	2.502	1.616	0.262	1.796	99.645
19	TM-65B	玄武安山岩	52.279	1.096	18.710	9.722	0.144	2.978	8.153	2.441	2.571	0.223	1.396	99.713
20	TM-68	英安岩	70.315	0.662	14.492	4.587	0.063	1.583	1.185	0.688	3.788	0.100	3.130	100.592
21	TM-70	粗安岩	58.489	0.857	20.679	7.549	0.060	2.311	0.465	0.080	6.350	0.144	2.329	99.312
22	TM-71	粗面英安岩脉	68.965	0.205	15.879	2.179	0.037	2.324	1.215	2.841	6.664	0.018	0.532	100.855
23	TM73	玄武安山岩	56.29	0.76	19.19	8.92	0.17	3.95	1.11	0.42	3.96	0.10	4.83	99.69
24	TM77	流纹质凝灰岩	72.80	0.31	13.79	1.94	0.05	0.70	1.74	3.12	4.54	0.09	0.75	99.81
25	TM81	英安岩	68.77	0.53	14.16	3.89	0.07	1.56	3.04	2.99	3.73	0.11	0.91	99.77
26	TM102	英安岩	70.05	0.34	14.39	2.30	0.06	0.97	2.95	1.98	4.46	0.09	2.13	99.71
27	TM103	流纹岩	70.75	0.30	13.10	1.91	0.05	0.88	3.23	1.53	5.24	0.08	2.65	99.71
28	TM104	玄武粗安岩	52.00	0.83	18.61	7.58	0.05	3.35	7.76	4.08	3.76	0.48	1.00	99.48
29	TM106	英安岩	69.26	0.30	13.77	1.92	0.05	0.88	3.42	1.73	5.40	0.08	2.94	99.73
30	TM107	英安岩	69.53	0.30	13.62	1.87	0.05	0.95	3.36	2.82	4.68	0.09	2.45	99.72

资料来源:编号 1-2 (GCO 1989), 3-11 (Sewell 1997), 12-22 香港大学地球科学系, 23-30 广州地球化学研究所

6 屯门组火山岩的力学性质

屯门至天水围地区的地质勘探常误将火山岩当作沉积岩,但是它们的岩石力学性质完全不同,有学者已对屯门地区的岩石做过不少力学性质试验^[9]。详细结果可参考他们的著作,现仅将有关主要岩石的单轴压力试验结果列于表2以供参考。

表2 岩石单轴压力试验结果

Table 2 Result of uniaxial compression test of rocks

含大理岩岩屑的凝灰角砾岩 (MPa)	钙质砾岩 (MPa)	泥质砾岩 (MPa)	细粒凝灰岩 (MPa)	大理岩 (MPa)
a. 150~296 ¹ b. 195~329 ²	e. 9.3~31.2 ³	e. 4.0~27.4 ⁴	c. 111~194 ²	d. 65~138 ¹

产地:a. 天水围; b. 青山寺; c. 屯门、天水围; d. 元朗; e. 其它地区
资料来源:¹GCO 1990 ²Chan等 2009 ³Fugro 岩石力学实验室 ⁴FIGG 岩石力学实验室
(所有岩石试样均为新鲜的完整岩石)

7 结 语

香港不少地质工作者经过几十年的努力,在屯门至天水围地区做了大量的野外调查和艰苦的研究工作,对该区的地层和岩石,经过反复摸索,对粗火山碎屑岩的认识由浅入深,由最初误认为砾岩,到确定为火山颈相或岩墙相的爆发角砾岩(岩筒角砾岩)。要正确区别火山成因的爆发角砾岩和沉积成因的砾岩,关键是要彻底搞清楚岩石的产状,区分层状的砾岩和筒状的火山岩。对隐晶质的火山岩,单凭肉眼或薄片鉴定是不够的,化学分析及显微镜下鉴定才能对火山熔岩和细粒凝灰岩有一个正确的认识。

致谢 本文作者衷心感谢国土资源部南京地质矿产研究所陶奎元教授、邢光福教授和加拿大Dalhousie大学P. Robinson教授分别对野外观察和薄片鉴定提供的宝贵意见,感谢邢光福教授和香港大学李龙明、王步云和陈式立帮忙做的岩石化学分析和切制岩石薄片,感谢陈灏武提供的岩石力学试验结果和R. J. Sewell提供的部份岩石化学分析数据。同时感谢黄凯珠博士、香港大学和香港理工大学的岩石力学试验室给予的大力协助和支持。

参考文献

[1] Allen, P. M. and Stephens, E. A. Report on the geological survey of Hong Kong[M]. Government Printer, Hong Kong, 1971:107.
[2] Arthurton, R. S., Lai, K. W. and Shaw, R. Solid and superficial geology map of Tsing Shan-Map HGM20 Sheet 5. 1:20,000[M]. Geotechnical Control

岩石力学试验结果说明,火山碎屑岩与沉积砾岩有着完全不同的力学性质。含大理岩岩屑的凝灰角砾岩和角砾岩的单轴抗压强度比沉积砾岩强5至10倍,比大理岩强2至3倍。粉砂岩一般强度为30 MPa,细粒凝灰岩亦比其强3至6倍。因此岩石定名不准确,会影响工程设计的准确性,并会对工程发展在经济上、时间上和成本控制上做成不必要的损失。

Office, Hong Kong Government, 1988.

[3] Darigo, N. J. Tin Shui Wai; Solid Geology. HGP 5B, Sheet 6-NW-A 1: 5, 000 [M]. Geotechnical Control Office, Civil Engineering Services Department, 1989.
[4] Darigo, N. J. Marble-bearing Jurassic volcanics of the Western New Territories, Hong Kong[A]. In: Langford, R. D., Hansen, A. & Shaw, R. (Eds). Karst geology in Hong Kong Geological Society of Hong Kong Bulletin[C]. Geotechnical Control Office, Civil Engineering Services Department, 1990(4): 61-72.
[5] Frost, D. V. Geological structure and stratigraphy of the Yuen Long area [A], Hong Kong. In: Langford, R. D., Hansen, A. & Shaw, R. (Eds). Karst geology in Hong Kong [C]. Geological Society of Hong Kong Bulletin. 1990(4):49-60.
[6] Darigo, N. J. Deep Bay; Solid Geology. HGP 5B, Sheet 2-SW-C. 1: 5, 000 [M]. Geotechnical Control Office, Civil Engineering Services Department, 1988.
[7] Chan, S. H. M. The geological characteristics of buried karst and its impact on foundations in Hong Kong, China [M]. In Geotechnical Special Publication, Sink Holes and the Engineering and Environmental Impacts of Karst. Proceeding of the Tenth Multidisciplinary Conf. 2005:275-285.
[8] Chan, J. Lai, K. W., Chan L. S. Origin of a chain of clast-bearing cone-shaped rocks within the Tuen Mun andesite in Tsing Shan, Tuen Mun, Hong Kong[A]. Abstracts of the Conference on Recent Advances in Geological Research of Hong Kong and the Pearl River Mouth Region[C]. Edited by Switzer, A. D. and Duzgoren-Aydin, N. S. Hong Kong University, 2005:21-22.

- [9] Lai, K. W. Chan, H. H. K. Choy, C. S. M. et al. The characteristics of marble clast-bearing volcanic rock and its influence on foundation in Hong Kong [J]. Proceedings of Conference on foundation Practice in Hong Kong, 2004; E1-E10.
- [10] Lai, K. W. The characteristics of marble clast-bearing pyroclastic rock and the Misunderstanding in Hong Kong [A]. Abstracts of the Conference on Recent Advances in Geological Research of Hong Kong and the Pearl River Mouth Region [C]. Edited by Switzer, A. D. and Duzgoren-Aydin, N. S. Hong Kong University. 2005; 21-22.
- [11] Chan, S. H. M., Kwong, A. K. L. Enhanced and systematic classification system for rock types in Tuen Mun and Tin Shui Wai area, Hong Kong [M]. In Proc. of ISRM-sponsored international symposium on rock mechanics, "Rock characterization, modeling and engineering design methods". 2009.
- [12] Sewell, R. J., Campbell, S. D. G., Fletcher C. J. N. et al. The Pre-Quaternary Geology of Hong Kong [M]. Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong SAR. Government, 2000.
- [13] Langford, R. L. Lai, K. W. Arthurton, et al. Geology of the Western New Territories [J]. Hong Kong Geological Survey Memoir, Geotechnical Control Office Civil Engineering Services Department, Government Printer, Hong Kong. 1989(3):140.
- [14] 土工工程处. 香港地质考察指引 [M]. 香港特别行政区政府, 2007:159.
- [15] Sewell, R. J. Campbell, D. G. Geochemistry of coeval Mesozoic plutonic and volcanic suites in Hong Kong [J]. Journal of the Geological Society, London, 1997, 154:1053-1066.

Andesitic-dacitic paleovolcanic neck cluster in Hong Kong

LI Quan-wei

(*Geological Society of Hong Kong, Hong Kong, China*)

Abstract

The middle Jurassic Tunmen Formation volcanic rocks in Hong Kong mainly consist of andesitic lava, tuff and tuff breccias intercalated with tuffaceous sands. The tuff breccia, which has long been erroneously assumed to be sedimentary conglomerate, was determined as volcanogenic tuff breccias by Geological Survey Group of Hong Kong since 1990. Based on petrography, it is found that the Tunmen Formation volcanic rocks may be divided into andesitic-dacitic lava and explosion breccia of volcanic conduit facies, and tuff breccias of explosion airfall facies. Volcanic conduit facies may be further divided into volcanic neck facies and dike facies which are distributed in both east and west of Tunmen Formation volcanic rocks. The volcanic neck cluster with NNW-trending intermittent and linear distribution is outcropped on the east foothill of Qingshan. The explosion breccia was identified incorrectly as sedimentogenic conglomerate in some geological works published in recent years, which induced some confusions in the process of geological exploration and engineering design and some economic losses. By summarizing latest research results and comparing with similar volcanic rocks of other regions in the world, it is identified that volcanic conduit facies explosion breccia is existed and paleovolcanic neck cluster is characterized by linear distribution in Kong Hong.

Key words: Tunmen Formation; volcanic neck; andesitic-dacitic lava; explosion breccias; Kong Hong