

YUEGANG SHENZHEN
DIZHI KEXUE YU GONGCHENG

粤港(深圳) 地质科学与工程

深圳市地质学会 编



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

粤港(深圳)地质科学与工程

深圳市地质学会 编



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

粤港(深圳)地质科学与工程/深圳市地质学会编. —武汉:中国地质大学出版社,2010.9
ISBN 978-7-5625-2540-0

I. ①粤…

II. ①深…

III. ①珠江三角洲-地质学-研究②珠江三角洲-工程地质-研究

IV. ①P5②P642.426.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 154942 号

粤港(深圳)地质科学与工程

深圳市地质学会 编

责任编辑:姜 梅

责任校对:张咏梅

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电 话:(027)67883511

传真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cn>

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16

字数:474 千字 印张:18.5

版次:2010 年 9 月第 1 版

印次:2010 年 9 月第 1 次印刷

印刷:武汉市教文印刷厂

印数:1—800 册

ISBN 978-7-5625-2540-0

定价:70.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

编辑委员会

主 任：杜海燕

副主任：徐义刚 彭少梅 金亚兵 陈琴芳 康镇江

委 员：（排名不分先后）

陈龙生	李作明	杨胜雄	夏 斌	汪礼明
孙晓明	陈国能	敖文波	贾建业	庄文明
石丙飞	张建国	范思莹	赵家云	陈云长
马海毅	李宁新	詹文欢	黄光庆	李保生
宿文姬	李春生	潘安定	沈孝宇	邓文龙
张旷成	汤连生	龚淑云	杨兹机	

前 言

本书内容凸显了珠三角地区近期地质科学与地质工程的应用成果主题,其中涵盖了基础地质研究最新成果;对深港地区的火山岩、深圳地区第四纪地质的分布特征和成因,提出了一些新的看法;对深圳地区岩土工程的理论研究和实践经验进行了总结,所涉及的内容面广,诸如滨海饱水软粘土主固结理论的研究、大面积填海的工程地质问题和建筑地基的处理方法、香港地区的工程地质勘察经验推介、供水调蓄工程库坝承压水、库坝填筑土质量等的分析。在岩土体热传导机理分析的基础上,研究地铁系统的围岩传热机理;岩土工程勘察土工试验指标统计分析 Excel VBA 程序的应用;在岩溶地区应用 LC 桩复合地基技术的探讨;通过上海一栋 13 层在建楼房的倒塌事故,根据岩土工程的理论和计算,对事故调查专家组所分析的原因作一些解读和补充,以及系统介绍了瑞雷波法对旋喷桩质量检测的应用效果。地质环境与地质灾害防治的理论与实践方面,对暴雨型公路病害成因类型及发育机理进行了探讨,同时对西气东输二线工程(广东段)地质灾害危险性评估进行了研究。地震地质的调查评价,对世界级的大型工程项目之一的港珠澳大桥工程近场地震地质论述、详细分析了场区的断裂构造活动性,并讨论了场址地震地质灾害问题。另外,2005 年以来,开展了深圳市活断层探测与地震危险性评价;矿床地质研究方面,作者根据广东省三个构造岩浆岩带的分布特点,论述了广东省岩浆岩成矿特征及找矿方向。最后,以本省丰富的地质遗迹资源为例,概述广东地学旅游资源与可持续发展等内容。总之,这些宝贵的科技成果,为地方建设、区域发展、政府决策、地学科普、教育、研究等领域,提供了一个很好的平台。

本书的论文主要选自 2009 年 9 月在深圳市银湖旅游中心召开的“2009 粤港地区地质科学与地质工程(深圳)研讨会——地球科学与社会”学术交流会议。

目 录

基础地质

香港中侏罗世古火山颈群的发现及其意义	黎权伟(3)
深圳大鹏半岛国家地质公园火山岩形成机理初步探讨	
..... 梅村 唐跃林 张崧 康镇江 管福贞 龚淑云 李甘(23)	
中国香港东南沿海流纹岩系六方柱节理——香港世界地质遗产再议 ...	李作明 林海勇(35)
深圳地区第四系主要地层特征探讨	张运标(71)

工程地质与岩土工程

饱水软粘土主固结理论研究	沈孝宇 孙懋文(81)
饱水软粘土主固结理论(续)——主固结过程软粘土含水量与时间的关系	
..... 沈孝宇 初振环(91)	
深港西部通道大面积填海地基处理工程及其主固结沉降计算与讨论	
..... 黎克强 沈孝宇 周洪涛(103)	
填海工程中的岩土工程问题	金亚兵 傅旭东(115)
General Practice of Ground Investigation Works in Hong Kong Special Administrative Region	Yuen Kam Ming, Dennis(123)
LC 桩复合地基技术在岩溶地区的应用探讨	王贤能 沈孝宇 蒋笃恒(138)
岭澳水库大坝填筑土填筑质量分析评价	王卫 杨世平(148)
深圳市清林径供水调蓄工程 2# 坝承压水调查研究	佟长江 裴洪军(153)
岩土体热传导机理分析及其在地铁围岩内温度场分布中的应用	肖琳 陈立根(157)
土工试验指标统计分析的 Excel VBA 程序	刘大海(167)
深圳地区常见的工程地质问题和工程实例	张运标(174)

瑞雷波法检测旋喷桩帷幕的完整性..... 耿光旭 孟薄萍 刘金川(184)

上海“莲花河畔景苑”倾覆事故的揣摩分析..... 张旷成 李亮辉(190)

地质灾害防治

暴雨型公路病害成因类型及发育机理探讨

..... 汤连生 王志强 李鑫 颜波 胡辉 于海涛(199)

西气东输二线工程(广东段)地质灾害危险性评估研究..... 邹辉 王贤能 张运标(214)

地震地质

港珠澳大桥工程场地地震地质环境特征..... 郭钦华 卞兆银 刘伟(237)

深圳市活断层探测与地震危险性评价

..... 肖兵 徐俊 邓文龙 陈庞龙 邹从学 周庆 申旭辉 赵伯明(251)

矿床地质

广东省岩浆岩成矿特征及找矿方向..... 李文辉 刘安明 杨翠灵 刘师先(259)

旅游地质

广东地学旅游资源与可持续发展..... 林郑楷(273)

基础地质

香港中侏罗世古火山颈群的发现及其意义

黎权伟

(前香港地质调查组)

摘 要: 香港中侏罗世屯门组主要由安山质熔岩、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作沉积砾岩,经调查后确认为火山成因的凝灰角砾岩。按岩相分析,可分为火山通道相的安山-英安质熔岩、爆发角砾岩和空落相的凝灰角砾岩。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,出露一列北北西向呈断续线状分布的火山颈群。由於岩性复杂,火山颈相的爆发角砾岩至今仍有人误认为是沉积成因的砾岩,从而在地质勘探和工程设计上造成混乱,引致不应有的经济和時間上的损失。因此有必要深入研究,还事实本來之面目。

关键词: 屯门组 火山颈 安山-英安质熔岩 爆发角砾岩

Discovery of palaeovolcanic neck group of the Middle Jurassic age in Hong Kong and its significance

Li Quan-wei

(Previous Hong Kong Geological Survey)

Abstract: The correct geological data of an area provides the base for engineering design. For a long period, the rock type in the area stretching from Tuen Mun to Tin Shui Wai in Hong Kong was misinterpreted. The volcanic tuff breccia was misidentified as sedimentary conglomerate; the aphanitic andesite and fine ash tuff were misjudged as siltstone or sandstone. Based on this incorrect identification, a fluvial deposit model was assumed which was misleading to the geological investigation and foundation design. After detailed field observation, thin section identification, chemical composition study and comparison with those in other countries, a series of palaeovolcanic necks were discovered and confirmed. The Tuen Mun Formation has been shown to comprise andesitic lava and tuff with marble clasts bearing tuff breccia and subordinate tuffites.

Key words: Tuen Mun Formation; volcanic plug; andesitic-dacitic lava; explosive breccia

1 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。由初期看法有错误至逐渐有所认识,再出现不同看法,又引发很大的争论。希望这次能通过深入调查,掌握事实和证据,达至对事物的正确认识。

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:由屯门至钟屋村为浅水湾组,岩性为沉积岩和水成火山碎屑岩;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。但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,负责该区的 Arthurton R. S. 误认为是沉积砾岩,并将该区地层定为青山组(Arthurton 等,1988)(图 1)。

香港政府因新界西北区的地下大理岩存在溶洞而影响城市发展,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。全部野外工作于 1990 年完成,大大加深了对该区地质的认识,促进了该区建设的发展。当时由于条件所限,仍存在不足之处:如 1:20 000 新田幅地质图(GCO,1989)、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和钻探资料,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;直到后来钻了 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。Darigo 还将含岩屑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是火山碎屑岩,不同于元朗组沉积的层状大理岩。其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保留有砾岩。

为了详细了解岩石的力学性质,香港土力工程处(Geotechnical Engineering Office 或 Geotechnical Control Office 以下简称为 GEO 或 GCO)于 1990 年由 Irfan T. Y. 主编的《元朗-屯门地区大理岩和其他岩石的工程性质》(Publication No. 2/90)对该区岩石作了详细的力学试验,证明含大理岩岩屑的凝灰角砾岩相对粉砂岩夹大理岩的力学性质,两者完全不同,其抗压强度前者要比后者或单独的大理岩和粉砂岩要大 2~10 倍。

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,证实天水围地区的岩石属屯门组火山岩后。因为天水围段主要以凝灰角砾岩为主,考虑到要和青山地区岩石名称的统一,取消了天水围段,而以地质符号 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,因青山组的岩性基本上和屯门组相同,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(GEO. 2001 中文版,2000 英文版)。其后香港有地质学者持不同看法,认为天水围和青山地区的火山角砾岩属沉积砾岩,再次引起争论。香港多位地质学者也先后发表文章指出该岩系属沉积成因的错误观点,如 Chan(2005),Chan J. 等(2005),Lai 等(2004),Lai(2005)和 Lai 等(2006),Chan & Kwong(2009)。可惜直至现在,香港仍有地质著作坚持沉积砾岩的看法。另外自 2003 年以来,该区不少地质勘探报告都出现把火山角砾岩误作沉积岩,影响了工程建设。为了弄清真相,作者对该区重新做了详细野外考察,并到世界著名火山地区,如美国的 Shiprock、

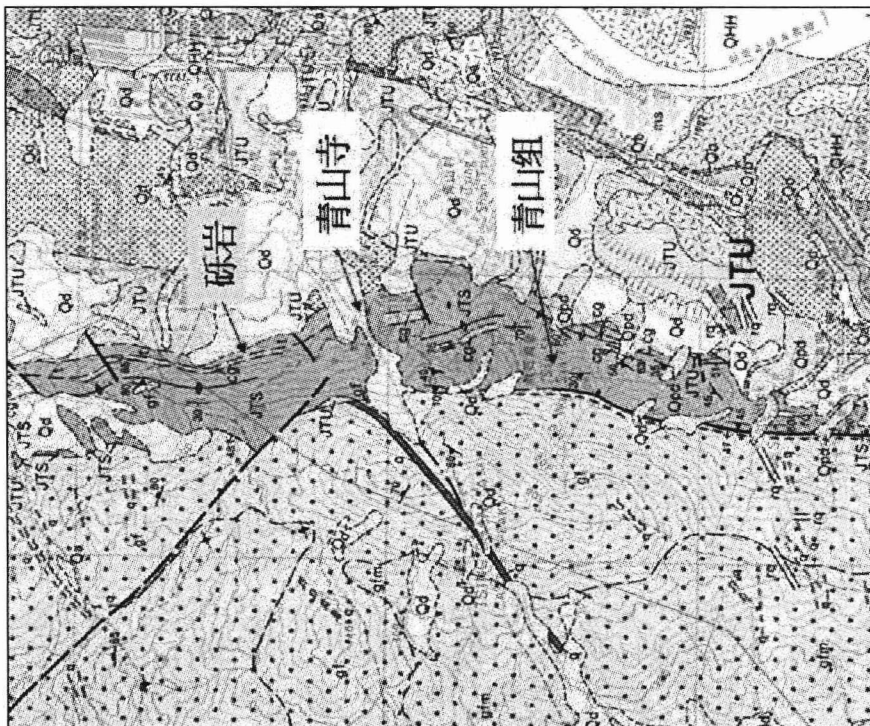


图 1 香港 1988 年出版之 1 : 20 000 青山幅地质图有一层断綫延
长 1 100m 之砾岩

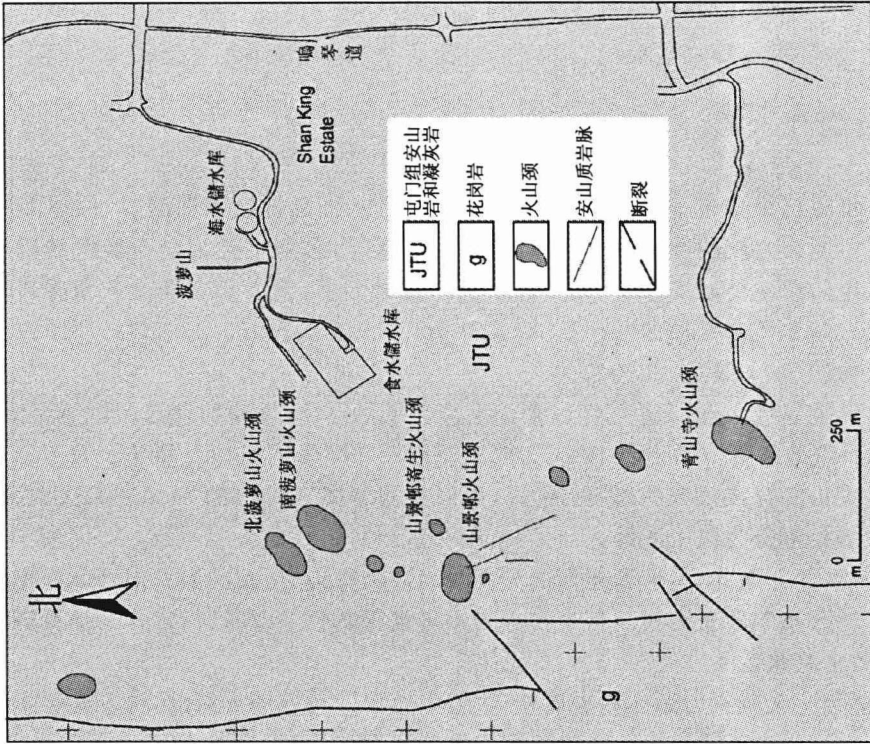


图 2 经实地调查证实砾岩并不存在,但出露一列由火山
角砾岩和熔岩组成的火山颈

菲律宾的 Pinatubo、冰岛、我国的长白山、腾冲和台湾阳明山,作了实地调查和对比。发现沿青山东麓的火山角砾岩组成一系列线状、断续分布的古火山颈(图 2),再次证实青山组属沉积砾岩是错误观点。

2 区域地质简介

香港中侏罗世屯门组分布于新界西北部,从屯门经天水围延伸至深圳河口,位于 NNE 向的青山断裂和屯门断裂之间的断块内(图 3),西侧为花岗岩,东侧主要为早石炭世的砂岩、粉砂岩和大理岩。屯门组主要以安山岩-英安岩系列的熔岩为主,夹凝灰岩和凝灰角砾岩,还有少量凝灰质砂岩。其地质年代根据 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 测年为 $181\pm 3\text{Ma}\sim 182\pm 3.5\text{Ma}$,属中侏罗世,是香港最早的火山岩(Sewell 等,2000)。

由于屯门组形成年代久远,1.8 亿年以来长期遭受风化侵蚀,粗略估计已侵蚀到原地表下约 800~1 000m。近地表部分的岩石,如火山泥石流堆积和喷发沉积物大部分已受到剥蚀,遗留下来的主要是火山底部或根部的岩石(图 4),类似美国新墨西哥州的 Shiprock 火山颈。屯门组的火山岩按岩相可分为以下 4 种。

(1)喷溢相 主要为熔岩,其岩石化学成分主要为玄武安山岩,其次为安山岩和粗安岩,个别为英安岩。广泛分布于散石湾村至良景村。安山岩呈深灰色至深绿色,常含斜长石斑晶,基质多为隐晶质,致密块状。

(2)火山通道相 又分火山颈相和岩墙相,主要由熔岩和角砾熔岩组成,两者常伴生一起。西侧火山颈分布由青山寺至菠萝山。东侧地面多被浮土覆盖,钻孔资料显示由屯门医院至虎地很可能有火山颈。岩墙在西侧见于山景村的火山颈南面和圆头山,东侧出露于亦园村,亦见于洪水桥至天水围的钻孔中,均隐伏于地下。岩墙常与火山颈伴生,长达几十米至 300m,宽 1~2m。有些岩墙亦含有围岩的岩屑,火山通道相的熔岩化学分析结果,主要为英安岩,其次为粗安岩。

(3)空落相 分布于火山口外围,出露不多,主要为凝灰岩。如青山寺火山颈南侧和菠萝山火山颈东侧。

(4)喷发沉积相 范围较小,仅见菠萝山以西的山脊,主要为凝灰质砂岩。

3 屯门组火山碎屑岩和火山颈的特征

通过多年来到世界各地对火山的实地观察,火山颈具有共同特征。在地面上呈圆形或圆筒形;岩筒内由熔岩和爆发角砾岩组成,亦可由其中一种岩石组成,如美国新墨西哥州的 Shiprock 火山,火山颈常与岩墙共生在一起(图 5、图 6)。如岩石难于风化,会形成突起地形,相反会形成圆形的洼地,如山东蒙阴的超基性岩岩筒。由于火山颈形成时仍处在地壳深处,安山质岩浆温度高达 800~1 200℃使岩屑在岩浆中会产生不同的物理和化学变化,如产生爆裂、弯曲、拉长,变窄和尖灭等现象,由于常见爆裂作用,又称爆发角砾岩。岩屑主要由早期凝固的火山岩和地壳深部的围岩组成,但均由熔岩胶结,又称角砾熔岩。火山口或火山颈群如受深部断裂控制,在地表会呈线状排列,如云南腾冲和黑龙江省的五大连池。岩屑形状可以是角砾状,经过岩浆的长途搬运亦会变成浑圆状,如辽宁瓦房店的岩筒。通常火山有多次喷发,强烈

期以喷出爆发角砾岩为主,平静期以溢出熔岩为主。火山颈内常见密集似头发丝的排气构造。在台湾省阳明山现代火山的喷气口可见此类构造,它们不同于近地表的气泡。火山颈内常发育平行板状或环状节理,它们均可作为鉴定火山颈的标志。

屯门地区火山颈分布于青山寺至菠萝山一带,呈北北西向断续线状排列,目前查明的火山颈有 9 个,未来可能有新的火山颈会被发现。火山颈在地面上近似圆形,椭圆形或雨滴形,直径由 20~100m,高 20~60m。地貌上呈突起地形。剖面上呈圆柱形。火山颈之间的间距 50~250m。火山颈由熔岩或角砾熔岩组成。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。岩屑边缘产生变质作用,对铁镁质火山岩岩屑会形成青盘岩化、绿帘石化、绿泥石化等反应边,对石灰岩会发生交代作用,形成大理岩或含透辉石、透闪石、硅灰石和石榴石的砂卡岩。

3.1 青山区屯门组的火山碎屑岩和火山颈

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《香港前第四纪地质》(Sewell,2000)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,照搬《香港地质调查报告第 3 号新界西部地质》(Langford, R. L. 1989)中有错误的资料,把原先青山组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。该书第 69 页描述屯门组下部岩性由大量外生碎屑岩和火山碎屑岩组成,在西侧(相当原青山组范围)主要以石英砂岩、变质粉砂岩和千枚岩为主。《香港地质考察指引》(土力工程处,中文版 2007、英文版 2008)第 51 页认为由青山寺至菠萝山的岩石主要为砾岩和角砾岩,由碎屑胶结。成因是破火山口的坍塌层或火山口湖的近岸沉积。《香港工程地质实践》(GEO,2007)也有类似的错误,在书中第 35 页,插图 3.2.3 表示的砾岩露头实际上就是火山角砾岩。主要原因是这些著作忽略了或没有参考前人的最新研究成果,同时缺乏对火山岩相和火山构造的实际研究。没有搞清楚岩石的产状形状,加上完全没有对火山颈内的岩石做过任何化学分析,无法对隐晶质或细粒的岩石做出正确的岩石鉴定。因此无法区别层状的砾岩和筒状或岩墙状的火山角砾岩。

(1)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,从屯门的青山寺至菠萝山分布有一层砾岩,断续延长达 1 100m(图 1)。后经重新考察,认为这层砾岩并不存在,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 9 个钻孔,充分显露出青山寺座落在火山颈上(图 7~图 10),该火山颈外形呈水滴状,长 120m,最宽处 50m,往山上变窄和尖灭。岩矿鉴定熔岩成分主要为安山岩,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。岩芯中可见少量斑晶为斜长石,呈长柱状,1~3mm,从火山颈的熔岩中采了 6 个样品作化学分析,其结果做 TAS 图解,主要为玄武粗安岩和英安岩。爆发角砾岩的岩屑粒径 10~300mm,大多为棱角状至次棱角状。岩屑成分主要有早期凝结的安山岩和凝灰岩,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现象,如青盘岩化;与石灰岩接触会产生硅卡岩化。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岩浆流动构造(《香港地质考察指引》第 52 页一幅插图误认为是沉积成因的纹层)。青山寺火山颈外围出露有凝灰岩和安山岩。

(2)山景村火山颈 在山景村正西 650m,岩筒呈椭圆形,长轴 80m,宽轴 50m。地貌上突起,呈约 50m 高的陡崖(图 11~图 14),即《香港地质考察指引》第 53 页上的插图——“菠萝山西露头”。由多期喷发的熔岩和爆发角砾岩组成,与美国新墨西哥州的 Shiprock 火山颈甚为类似。熔岩的化学成分主要为玄武安山岩。在岩筒南部残留排气构造,排气管道呈垂直、互相平行,密集似头发丝状。它们由火山颈底部延伸至顶部,高约 50m。类似台湾阳明山现代火山的排气构造。另外在其南面约 30m 和东侧约 50m 各有 1 个小型火山颈(亦称寄生火山颈),还有 3 条岩墙。

(3)山景村寄生火山颈 在山景村正西约 80m,近似圆形,直径约 50m,高 20m,即《香港地质考察指引》第 54 页上的插图——“菠萝山西的砾岩”。岩筒内的岩石亦为熔岩和爆发角砾岩。熔岩的化学成分主要为安山岩,岩屑主要为早期凝固的熔岩和凝灰岩。最大特点是岩屑呈浑圆状或次圆状,直径可达 80cm。火山岩筒的节理呈同心圆状和垂直环状(图 15)。

(4)菠萝山火山颈 可分南北两个火山颈,二者相距约 60m,均呈椭圆形。南菠萝山火山颈长轴约 85m,宽轴 50m,高约 55m。北菠萝山火山颈长轴约 95m,宽轴 50m,高约 20m。两者岩性均由多期喷发的熔岩和爆发角砾岩组成。从岩筒内熔岩岩脉延伸的不同方向,可分辨出起码有 5 次喷发旋回(图 16~图 18)。熔岩的化学分析结果主要为英安岩。岩屑主要为早期凝固的熔岩,其次为砂岩和石灰岩。石灰岩岩屑因动热变质作用,会变为透闪石或硅灰石大理岩。因韧性变形岩石会产生压扁和拉长的现象(图 19)。岩筒内有显著的排气构造。在《香港工程地质实践》(GEO,2007)第 140 页,插图 6.2.7 中间的一幅图表示的砾岩,实际上就是北菠萝山的火山颈(图 20、图 21)。

3.2 天水围地区的屯门组火山碎屑岩

Sewell R. J. 主编的《香港前第四纪地质》(2000)第 38 页插图 3.5 把天水围地区的屯门组火山岩当作石炭纪落马洲组的沉积岩(图 22),与同时出版的 1:100 000 地质图完全不一致,原因是引用了过时的资料。1994 年出版的 1:20 000 新田幅基岩地质图(GEO)(图 22),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,以丰富的钻探资料进一步证实该区为屯门组火山岩。

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,均发生硅卡岩化和青盘岩化(图 23~图 25)。

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,可能是空落相的产物(图 26)。另外,灵渡寺有些砾石中可见有溅落的熔岩条带,仍可见到岩石表面有熔岩浆屑呈垂直向下的流动构造(图 27),说明当时是在火山口附近的空落堆积。

Sewell 有关天水围地质的插图影响很大,后来出版的地质著作也跟着重犯这个错误。如《香港钻探地质》(Fletcher, 2004)第 110 页插图 16.2 和《香港工程地质实践》(GEO,2007)第 105 页插图 5.5.1 都原封不动地引用了 Sewell 有问题的插图。

3.3 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影响,在屯门组内产生东北和北西向的断裂。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。熔岩中的大理岩岩屑和其他岩块

角砾会被拉长和压扁(图 19、图 28)。因此,含大理岩岩屑的角砾熔岩或凝灰角砾岩很易被人误认为是粉砂岩夹薄层大理岩。

4 屯门-天水围地区地质勘探中的编录问题

作者发现 2003 年天水围地区部分钻探编录把屯门组的火山碎屑岩当作沉积岩,除直接向有关方面反映外,还直接发表文章(Lai 等,2004)指出存在的问题,可惜没有被采纳。另外从土木工程署图书馆查阅屯门-天水围地区由 2003 年以来的 1 200 个钻孔资料,发觉对屯门组的岩石命名错误相当严重,钻探编录的岩石命名 60%以上是有问题的。主要是把火山碎屑岩中的大理岩岩屑当作层状大理岩,把隐晶质的熔岩和火山质凝灰岩当作粉砂岩或砂岩。编录中出现的错误与《香港前第四纪地质》、《香港工程地质实践》和《香港地质考察指引》等地质著作中,把屯门组部分火山碎屑岩当作沉积岩描述有很大关系。

由于城市发展的需要,香港在屯门、元朗和天水围平原地区建设新市镇,要建造不少高层建筑。由于中侏罗世屯门组火山岩与石炭纪大理岩在该区内互相毗邻(图 3),两类岩石均有大理岩,加上风化程度深,又有变质作用影响,因此增加了鉴别上的困难,容易产生混淆。石炭纪的大理岩因有岩溶问题易于形成溶洞,溶洞最大可高达 24.5m,溶洞间可互相连通,最长可达 45m,对高层建筑的地基稳固性会造成严重影响。因此,凡有大理岩分布的地区,均被香港政府划为城市发展的限制区。在这样的区域内建筑物的地质勘探和设计施工有严格要求。在沉积大理岩地区的钻探,钻孔深度必须穿过没有溶洞的新鲜大理岩 20m。相对于火山岩钻孔深度的要求,只需钻穿中度风化的岩石 5m 便可以。屯门组的爆发角砾岩虽含有大理岩的岩屑,仍属火山岩,与石炭纪的层状大理岩明显不同,岩溶程度也有很大差别。大理岩岩屑一般只有几厘米至 50cm,甚少达到 1m,而且大理岩岩屑均被熔岩胶结,在火山岩中形成的溶洞互不连通,风化后只呈蜂窝状,岩溶程度只属轻微至中等。另外,两者的岩性、力学和工程性质也完全不同,对地基工程的影响程度也不一样。在野外地质测量工作中,必须把两者严格区别开来,才能正确地进行地质勘探和地基工程设计。经我们检查过的 1 200 个钻孔,由于误作沉积的大理岩,钻探深度要求往往超过规定,初步统计多钻达 9 809m,结果必然影响工程设计和增加地基打桩的深度,导致增加建设成本和影响工程进度。

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(Langford 等,1989),(Sewell 等,1997),主要在火山口外围的喷溢相熔岩,而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,参照国际地科联的建议,我们共采集了 18 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 29、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

表 1 香港屯门组火山岩的主要化学成分 (Wt%)

编号	样品编号	位 置	座标		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	LOI	合计
			E	N													
1	HK856	屯门海水储水库	1427	2889	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	翠林花园	1517	2910	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	良景邨	1407	2932	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	屯门海水储水库	1400	2880	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	山景邨	1388	2852	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	山景邨	1388	2858	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	山景邨	1396	2854	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	山景邨	1409	2864	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	彩晖花园	1599	2984	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	大兴花园	1541	2896	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	建荣街	1484	2861	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	青山寺 DH3 2.8m	1387	2807	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	灵渡寺	1607	3351	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	良景邨	1395	2985	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	南波萝山	1372	2863	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	南波萝山	1371	2860	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	南波萝山	1366	2850	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	屯门海水储水库	1425	2889	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	屯门海水储水库	1425	2889	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	南波萝山	1364	2852	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	南波萝山	1364	2849	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	南波萝山	1366	2850	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	山景邨	1375	2885	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	波萝山东	1371	2862	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	南波萝山	1372	2882	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	青山寺 DH4 16.4m	1387	2807	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	青山寺 DH7 13.6m	1386	2809	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	青山寺 DH3 2.5m	1388	2808	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	青山寺 DH7 14m	1386	2806	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	青山寺 DH7 16m	1386	2809	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。