

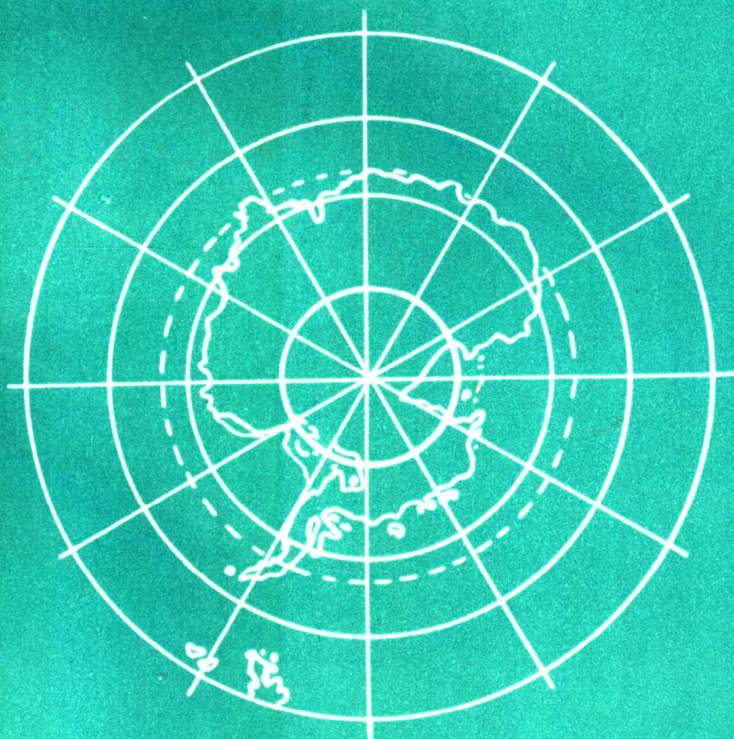
国家南极考察委员会
中国科学院

南极研究专著

1

南极横断山和罗斯岛地区 地质地球化学

李华梅 王声远 等 著



科学出版社

国家南极考察委员会 南极研究专著1
中国科学院

南极横断山和罗斯岛 地区地质地球化学

李华梅 王声远 等 著

科学出版社

1989

内 容 简 介

本书是一部关于南极横断山和罗斯岛地区地质地球化学的综合性研究专著。全书共九章。研究对象涉及基底变质岩、盖层沉积岩、侵入岩、火山岩、第四纪沉积物、冰及冰水样品、南极陨石等。在先后两次南极实地考察的基础上,室内采用了岩石学、造岩矿物学、副成分矿物学、元素地球化学、放射及稳定同位素地球化学、包裹体、高温高压实验、古地磁学以及中子活化、荧光光谱分析等多学科、多方法的研究。本书内容丰富、观点新颖,系统阐述了南极横断山和罗斯岛地区各类岩石与地质体的基本特征与成因。论述了该区地壳的发育与演化历史。探讨了冈瓦纳古陆的解体 and 南极大陆的漂移过程。

本书是我国第一本关于南极地质地球化学研究的专著。它是我们进一步研究南极,开展全球构造与区域对比的重要资料。可供广大地质工作者及有关院校师生参考。

国家南极考察委员会 南极研究专著1
中 国 科 学 院

南极横断山和罗斯岛 地区地质地球化学

李华梅 王声远 等 著

责任编辑 衣晓云

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

北京怀柔黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1989年4月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1989年4月第一次印刷 印张:20 3/4 插页:6

印数:0001—1230 字数:458,000

ISBN 7-03-001357-3/P·242

定价:18.00元

序

正象我国青藏高原的部分地区一样，南极大陆是目前世界上少数残存的面积较大的地质空白区之一。由于南极大陆90%的面积被巨厚的冰层覆盖，加上交通和气候条件的恶劣，对它的研究程度还十分薄弱。

但是，南极大陆的能源和矿产资源前景不会比冈瓦纳古陆的其他组成部分（澳大利亚、印度等地）差；在理论上，象板块构造、地球动力学等宏观地学问题，如果缺少南极洲的资料也将给研究深度带来一定影响。南极洲还存在一些于其他大陆未发现的珍奇地学对象，如来自月球和火星的陨石。后者是80年代世界范围内地学方面重要的发现之一。

中国科学院地球化学研究所在80年代初对南极大陆进行了初步考察活动（王声远、李华梅）。对他们采回的有关“干谷”和罗斯岛来之不易的地质标本，地球化学研究所不少同志参与了室内多学科、多方法的综合研究。其结果之一便是本书的出版。

对南极大陆这样神秘的庞然大物，本成果不过是研究工作的另一个开端，但愿这是一个良好的开端——它将导致我国学者更多的、份量更重的研究成果的涌现。

涂光炽

1988.1.25.

前 言

南极是被冰雪封冻的一片大陆,除了少数南极横断山脉的高峰象孤岛一样出露于这一巨大冰盖之外,冰雪覆盖了南极百分之九十五的地区,占全世界总冰量的百分之九十。大陆冰架的厚度平均在1800m至2500m之间,南极的降雪量极小,在极点为每年5cm,所以南极冰盖的形成是经历了漫长岁月的。

南极大陆可以分为东西两个主要地质单元。东南极是一个典型的稳定陆块,称之为东南极地块,系由上下两个构造层组成。下构造层是由前寒武纪一早古生代深变质岩石组成的基底杂岩系,上构造层则由晚古生代一早中生代近于水平的沉积岩盖层——比肯(Beacon)超群组成,其中有侏罗纪黑色巨厚的费诺(Ferrar)粗玄岩侵入,还有晚期的新生代基性喷出岩等。西南极则主要由数条造山带组成,其基底主要是一套古生代的变质岩和侵入岩,迄今未发现前寒武纪的地层。西南极的沉积岩和火山岩可能属古生代和中生代,岩石有强烈的形变和轻微的变质。西南极从老到新的主要构造单元有:罗斯地区东西向的早古生代罗斯(Ross)造山带;北维多利亚地的中古生代波赫格莱文克(Borchgrevink)造山带;横断山脉与西南极海岸带之间的晚古生代一早中生代埃尔斯沃斯(Ellsworth)造山带;南极半岛早中生代的安定(Andean)造山带。此外,沿西南极海岸从中第三纪直到近期均有火山喷发,统称为新生代火山省。从以上地质构造单元分布特征可知,由古老地盾向太平洋方向,造山运动由老到新的趋势是非常明显的。

十九世纪末,在人类尚未对南极大陆作科学考察以前,地质学家们就已开始提出曾经存在过一个巨大的冈瓦纳大陆的假说,这个古大陆的范围包括了现今的南美洲、非洲、阿拉伯、马达加斯加、斯里兰卡、印度、南极洲、澳大利亚和新西兰。直到五十年代后期,冈瓦纳古大陆假说的真实性才逐渐被人们所公认,并基本上搞清楚了这个古陆的各个陆块当时是如何拼合在一起的。我们知道,南半球各大陆的岩石地层,包括比肯超群沉积物岩性及其上覆火山岩均明显相似,石炭二叠纪的冰期和二叠—三叠纪煤系,以及粗玄岩和玄武岩的广泛发育,特别是某些陆相动植物化石,在南半球各大陆都极为相似。南极洲的地质研究已为“大陆漂移”和“板块学说”及冈瓦纳古陆的存在提供了重要依据。在拼合方面的关键构造依据是:①南极的罗斯造山带延伸到了澳大利亚;②南极的波赫格莱文克造山带延伸到了澳大利亚和新西兰;③南极的埃尔斯沃斯造山带延伸到了南非和阿根廷。

六十年代以来,陆地和海洋地质、地球化学和地球物理研究的长足进展,特别是大量同位素年代学和古地磁研究资料的积累,更进一步搞清了冈瓦纳古陆的解体和各陆块漂移的细节。目前的看法是:冈瓦纳古陆在中生代后开始解体,粗玄岩和玄武岩是170Ma以前冈瓦纳古陆开始解体之初引起的地壳深部的岩浆活动。70Ma以前,南美洲、南极洲和澳大利亚开始与非洲大陆分离,印度随后向北飘移,并与亚洲大陆碰撞造成喜马拉雅山。55Ma以前,在南极向南漂移过程中,澳大利亚与新西兰又分道扬镳。最后,大约在20Ma以前,随着南极半岛与南美洲间德雷克(Drake)海峡的形成,南极最终完全与其它大陆脱离。

关于南极的矿产资源，人们的说法颇多，但是由于地质勘查工作极为薄弱，许多矿产的远景目前只不过处于推测阶段，迄今尚没有一个矿床和油气藏具有实际经济价值。

有关南极矿产的推测多半是基于冈瓦纳古陆的假说，如由于南极半岛在历史上曾经与南美的安第斯相连，故推测那里很可能也含有象秘鲁和智利那样丰富的铅和铜，罗斯大陆架曾一度邻近塔斯马尼亚岛和澳大利亚大陆之间的、业已证明有油的巴斯海峡，新西兰和阿根廷沿海均陆续发现石油，因此，罗斯海的陆架和韦德尔（Weddell）海盆引起人们极大的兴趣。东南极地盾与澳大利亚和南非在构造上也类似，人们也猜测东南极可能有油。应该说明，到目前为止，南极有可能成为矿床的有两个：一个是查尔斯王子（Prince Charles）山的铁矿；另一个是横断山中的煤矿。由于路程太远，加上开采条件十分恶劣，这两个矿目前尚未开发。总之，南极大陆上的矿产资源问题还远远没有搞清楚，今后在这方面尚有大量的工作要做。

综上所述，对南极大陆的地质和地球化学研究不仅具有十分重要的科学意义，同时也具有重要的经济价值。

1961年由12个国家拟定了南极条约，1983年6月8日中国加入了南极条约组织。1985年10月7日我国被吸收为南极条约协商国成员，至今成员国已有22个。我国对南极的考察始于八十年代初。1980年张青松和董兆乾首次登上了南极，进行了地貌、第四纪地质等学科考察。1981年11月22日至1982年1月21日，中国科学院地球化学研究所的王声远受国家南极考察委员会和中国科学院的派遣，与国家海洋局第三海洋研究所的叶德赞同志一起，参加了1981—1982年度夏季新西兰南极考察团，赴南极横断山和罗斯岛地区进行野外地质考查活动，取得了宝贵的地质资料，采集了各类岩石标本37大块和1个冰川水样。在地质、地球化学方面作了进一步的较深入地考察。1983年11月30日至1984年1月12日，国家南极考察委员会和中国科学院又派遣地球化学研究所的李华梅和机械工业部兰州电源车辆研究所许昌参加了1983—1984年度夏季新西兰南极考察活动。李华梅是我国第一位登上南极大陆的女科学家，她的考察范围仍为南极横断山和罗斯岛地区，在考察期间，她采集了该区从老到新各类具代表性的岩石标本48大块。李华梅的考察在地质旅行路线、考察内容和侧重点上与王声远的有所区别，并起到了相互补充的作用。

南极横断山和罗斯岛地区位于东南极的西部边缘。由于南极大陆有95%的面积被冰雪覆盖，剩下的5%面积的岩石裸露地区主要就分布在横断山脉和南极大陆的海岸地带，因此本地区是研究南极地质和地球化学的重要地区。这里的基底岩系包括了深变质麻粒岩相的片麻岩、浅变质的闪长岩和绿片岩组，长英质的花岗岩等也很发育。在本区基底岩系之上，广泛出露产状近于水平的晚古生代陆相和近海滨相沉积岩系——比肯超群，以及侏罗纪的费诺基性侵入岩。罗斯岛几乎全由新生代的火山岩组成，海拔高达3794m的著名埃里伯斯火山就在该岛上，近期仍有活动。

王声远、李华梅两人先后在南极的地质考察中，克服了重重困难，尽了巨大的努力，进行了各种岩类及地质现象的观察与描述，采集了岩石大标本85块，冰水样1个，现代藻类标本1块。岩石种类较齐全，有一定的代表性，其中包括采自基底的前寒武—早古生代的各种变质岩石，多种中酸性侵入岩，上古生界比肯超群的各种沉积岩和中生代浅成侵入岩，新生代的两类火山岩和多种第四纪沉积物等。同时，拍摄了大量照片，编写了考察报告。上述资料十分宝贵，为地球化学研究所多学科综合研究奠定了基础。

由于南极冰雪覆盖,地形复杂,交通困难,能够观察的岩石露头不多,野外考察资料不可能很系统全面,因此,对采集到的这些为数不多的珍贵标本进行深入的综合研究,以取得尽可能多的信息就更为必要。为此,中国科学院地球化学研究所于1985年组织了多学科的力量对两次南极考察采回的标本进行了综合研究。在研究工作中,除常规方法外,还采用了许多近代分析测试技术,如地球化学研究中的微量元素中子活化和X射线荧光光谱分析,氢氧同位素分析和氡含量测量,K-Ar、Ar-Ar、Rb-Sr年龄测定、铀钍同位素分析和铀系年龄测定等;在矿物学和岩石学研究中的扫描和透射电镜分析,电子探针成分分析,X射线衍射、红外光谱、穆斯鲍尔谱、激光拉曼光谱以及磁化率测定等;在高温高压实验方面,除对矿物中的流体和熔融包裹体作测温和成分分析外,在高压压机上还对火山岩作了高压熔体的实验研究。此外,大量样品的古地磁测量工作和钻孔冰样的 ^{10}Be 分析是分别由有关作者在瑞士的先进实验室内完成的。

通过一年多的室内工作,获得了较大量的分析测试数据,在此基础上按专题写出了近30篇学术论文。在国家南极研究学术委员会的支持和鼓励下,由中国矿物岩石地球化学学会和中国科学院地球化学研究所共同组织于1986年11月10日至12日在贵阳市召开了我国首届南极地质地球化学学术讨论会。参加会议的代表来自有关部门的研究所和高等院校。中国科学院副院长、国家南极研究学术委员会主任孙鸿烈教授亲临会议指导,国家南极考察委员会办公室贾根整副主任也专程到贵阳参加主持会议。会上大家交流了研究南极的成果,地化所对南极横断山和罗斯岛地区岩石土壤和水样的研究论文,也综合成几个专题在会上作了报告,本书就是在这些论文的基础上,经过进一步的综合和分析而写成的。

本书共分九章,第一章为研究地区的地质概况介绍,第九章为结论和讨论,第二至第六章分别介绍变质岩石、花岗岩类、沉积岩、火山岩和第四纪沉积物的地质地球化学研究成果,第七章为岩石古地磁的研究结果。由于南极大陆上的陨石非常丰富,并有来自月球和火星的珍贵陨石样品,故我们把南极陨石及其研究概况单列为第八章加以详细介绍,其中也包括该章作者自己对部分南极陨石的研究成果。有关南极样品的中子活化和X射线荧光分析结果作为本书的附录列于书末。

本书为集体研究成果,参加本书写作的人员如下:

序:涂光炽。前言:谢先德。第一章:王声远和李华梅。第二章第一、二节:蒋寄云;第三节:宋云华。第三章第一节:刘义茂和李华梅;第二节:肖金凯、刘义茂和曾提;第三节:刘义茂和周正;第四节:刘义茂和易惟熙;第五节:于津生、虞福基、刘德平、申祐林和李春玲;第六节:范采云、朱炳泉、成忠礼、桂训唐和蒲志平;第七节:刘义茂。本章由刘义茂统编。第四章第一、六、九节:解广轰;第二节:解广轰和孔祐华;第三节:朱炳泉和范采云;第四节:梁卓成和周秀云;第五节:解广轰和韦克俭;第七节:谢鸿森、侯渭、徐惠刚、张月明和任国浩;第八节:卢焕章、方根保和毛冬青。本章由解广轰统编。第五章第一、七节:陈先沛;第二节:潘晶铭和陈先沛;第三节:潘晶铭;第四节:闵育顺和陈先沛;第五节:闵育顺;第六节:陈先沛和闵育顺;第八节:史继扬、汪本善、向明菊、张丽洁。本章由陈先沛统编。第六章第一、二、三、四、五节:耿安松、乔玉楼和文启忠;第六节:沈承德;第七节:林瑞芬、卫克勤和王志祥。第七章:李华梅和王俊达。第八章:王道德。第九章:李华梅和王声远。附录一:易惟

熙、钟红海、胡国辉和王道德：附录二：丰梁垣、李若龄、鲍惠兰、雷剑泉和钱志鑫。

本书前八章完稿后由李华梅和王声远执笔写出了本书的第九章，并对全书进行了统编。谢先德组织和领导了这项研究工作，并审阅了全部书稿。

国家南极考察委员会和中国科学院在派遣人员赴南极考察和组织室内研究上给予了极大的支持，国家南极研究学术委员会在学术研究上给予了许多指导。本课题的室内研究得到了中国科学院基金委员会和国家南极考察委员会的资助。中国科学院地学部主任、国家南极研究学术委员会委员涂光炽教授自始至终对本研究工作给予了热情的鼓励和指导，并为本书写序。在研究工作中和本书编写过程中，作者得到了地球化学研究所领导、科技处、各有关实验室的鼎力支持和帮助。曾饶明副编审为本书的编辑花费了巨大的劳动；黄万才同志清绘了全书的图件，如果没有上述各个方面的指导、支持和协助，本书是不可能如此顺利出版的。在此谨向他们表示最深切的感谢。

由于工作条件和气候的限制，对南极横断山和罗斯岛地区的野外考察时间较短，收集的资料还不够全面，采集的标本也不很系统，加上作者对南极大陆的认识还较肤浅，知识和水平也有限，本书中的缺点错误一定很多，敬请广大读者批评指正。

谢 先 德

1988.1.20

目 录

序

前言

第一章 南极干谷地区及罗斯岛地质概况	(1)
第一节 区域自然地理.....	(1)
第二节 干谷及罗斯岛的地质概况.....	(3)
一、干谷地区的基底岩系.....	(5)
二、比肯岩系.....	(7)
三、费诺粗玄岩.....	(7)
四、麦克默多火山岩系.....	(7)
附表 南极标本岩性描述及产状产地.....	(9)
第二章 变质岩的岩石学与地球化学	(13)
第一节 变质岩石的显微现象研究.....	(14)
一、二辉麻粒岩.....	(14)
二、混合岩.....	(15)
三、角闪石英斜长片麻岩.....	(20)
四、蓝晶石十字石夕线石石英斜长岩.....	(21)
第二节 变质岩石的岩石化学特征.....	(22)
第三节 变质岩石的微量元素地球化学.....	(26)
一、二辉麻粒岩-长英质混合片麻岩.....	(26)
二、角闪石英斜长片麻岩.....	(29)
三、蓝晶石十字石夕线石石英斜长岩.....	(30)
四、几点认识.....	(30)
第三章 花岗岩类岩石学、矿物学与地球化学	(32)
第一节 花岗岩类岩石学.....	(33)
一、花岗岩的岩石类型.....	(33)
二、花岗岩类的岩石化学.....	(35)
第二节 造岩矿物学.....	(39)
一、长石.....	(40)
二、云母.....	(44)
三、角闪石.....	(49)
四、石英.....	(52)
第三节 副成分矿物学.....	(53)
第四节 微量元素地球化学.....	(56)

一、区域地球化学特征	(56)
二、某些微量元素的地球化学	(60)
三、稀土元素地球化学	(65)
第五节 氢氧同位素地球化学	(70)
一、分析方法	(70)
二、分析结果	(70)
三、讨论	(72)
第六节 K-Ar与Rb-Sr年龄研究	(74)
第七节 成因与演化	(82)
一、F ₄ 号样成因类型的确定	(83)
二、成因与演化	(83)
三、南极横断山与邻区对比	(86)
第四章 火山岩的地质地球化学	(88)
第一节 主元素的组成及岩石的化学分类	(88)
第二节 矿物组合、结构构造及矿物化学	(97)
一、矿物共生组合	(97)
二、结构构造特征	(98)
三、主要造岩矿物的矿物学和矿物化学	(99)
第三节 K-Ar年龄、Pb、Sr同位素特征与地幔异常研究	(120)
一、火山岩时代	(120)
二、Sr、Rb同位素组成特征	(120)
三、讨论	(123)
四、结语	(124)
第四节 铀钍同位素组成和铀系年龄的初步研究	(125)
一、样品的处理和分析方法	(125)
二、结果和讨论	(125)
第五节 微量元素地球化学	(131)
一、第一过渡族元素	(131)
二、稀土元素	(134)
三、不相容元素	(136)
四、讨论	(139)
第六节 氟的地球化学	(142)
第七节 高压熔体的实验研究	(143)
一、实验方法	(144)
二、熔体的密度	(144)
三、岩浆粘度	(146)
四、火山岩及其熔体的红外光谱	(146)
五、火山岩及其熔体的穆斯鲍尔谱	(148)
六、B ₄ 碧玄岩的高压熔融曲线	(149)

七、小结·····	(152)
第八节 包裹体研究·····	(152)
一、包裹体特征·····	(152)
二、熔融包裹体成分的测定·····	(156)
三、熔融包裹体均一温度以及压力的测定·····	(157)
四、初步结论·····	(159)
第九节 结语·····	(160)
第五章 南极比肯超群泰勒群沉积岩石学和地球化学研究	
第一节 比肯超群的地质概况·····	(161)
第二节 岩石结构分析·····	(162)
一、结构分析·····	(162)
二、砂岩粒形分析·····	(167)
三、结论·····	(171)
第三节 砂岩的重矿物·····	(171)
一、分离技术·····	(171)
二、重矿物鉴定·····	(172)
三、南极比肯超群泰勒群砂岩两个剖面的重矿物组合及含量·····	(172)
四、重矿物在剖面上的变化·····	(172)
五、重矿物标型特征·····	(177)
六、结论·····	(178)
第四节 比肯超群泰勒群上亚群石英砂形态和表面结构特征·····	(178)
一、试样的选择和实验技术·····	(179)
二、砂粒形态和表面微结构描述·····	(179)
三、小结·····	(182)
第五节 比肯超群泰勒群上亚群砂岩中的粘土矿物研究·····	(183)
一、粘土矿物及其有关矿物的鉴定特征和分布状况·····	(184)
二、小结·····	(190)
第六节 岩石学研究·····	(191)
一、岩石的矿物成分·····	(192)
二、岩石的胶结物·····	(193)
三、砂岩的结构·····	(193)
四、岩石的沉积期后变化·····	(194)
五、岩石类型和形成环境·····	(195)
第七节 地球化学研究·····	(196)
一、常量元素·····	(196)
二、微量元素·····	(198)
三、稀土元素·····	(201)
第八节 南极沉积岩有机地球化学研究·····	(202)
一、分析方法·····	(203)

二、有机质含量与生物分布.....	(203)
三、氨基酸的地球化学意义.....	(208)
四、甾、萜等类生物标志物及其地球化学意义.....	(205)
第六章 第四纪 沉积物、冰、水同位素研究	
第一节 南极米尔斯谷地质概况.....	(207)
第二节 米尔斯谷沉积物的矿物成分.....	(208)
第三节 米尔斯谷沉积物的化学成分.....	(208)
第四节 米尔斯谷沉积物的 ^{14}C 年代测定.....	(212)
第五节 米尔斯谷晚更新世沉积环境与古气候探讨.....	(213)
第六节 南极冰钻孔样 ^{10}Be 的研究.....	(215)
一、南极冰与宇宙成因核素 ^{10}Be	(215)
二、样品采集与 ^{10}Be 测定.....	(216)
三、结果和讨论.....	(217)
第七节 南极洲水样的氢氧同位素组成及氦含量.....	(219)
一、南半球降水 $\delta^{18}\text{O}$ 、 δD 及氦的分布特征.....	(219)
二、冰雪水中氢氧同位素及氦含量测定.....	(220)
三、南极水样测定结果.....	(220)
第七章 古地磁研究及南极大陆漂移	
第一节 冈瓦纳古陆研究概况.....	(222)
一、冈瓦纳古陆存在的地质证据.....	(223)
二、冈瓦纳古陆存在的古地磁证据.....	(225)
三、冈瓦纳古陆的解体.....	(228)
第二节 地质背景和古地磁采样.....	(230)
第三节 古地磁测量和实验结果.....	(233)
一、岩石天然剩余磁化强度和磁化率.....	(233)
二、岩石居里温度.....	(236)
三、岩石磁稳定性.....	(237)
四、古地磁极位和极移曲线.....	(245)
第四节 几点认识.....	(247)
一、侏罗纪以前南极洲是冈瓦纳古陆的一部分.....	(247)
二、侏罗纪后南极洲从冈瓦纳古陆分离.....	(248)
三、侏罗纪以来南极洲所处的古纬度和漂移速度.....	(248)
第八章 南极陨石及其研究概况	
第一节 概述.....	(249)
第二节 南极陨石的收集、分布及类型.....	(251)
第三节 南极陨石的地质背景及其富集机制.....	(254)
第四节 南极独特的陨石类型.....	(256)
一、月球陨石.....	(256)
二、火星陨石.....	(260)

三、复矿碎屑钙长辉长陨石·····	(263)
四、非平衡普通球粒陨石·····	(263)
五、RKPA-79015·····	(363)
六、ALHA-77283·····	(263)
七、独特的球粒陨石·····	(263)
第五节 某些南极铁陨石的化学-构造类型·····	(264)
第六节 结束语·····	(266)
第九章 结论与认识	
第一节 主要结论·····	(267)
一、变质岩·····	(267)
二、花岗岩类·····	(268)
三、沉积岩·····	(268)
四、第四系·····	(269)
五、火山岩·····	(270)
六、古地磁与南极大陆的漂移·····	(270)
七、南极陨石·····	(271)
第二节 认识与讨论·····	(271)
一、南极横断山地壳活动的特征·····	(271)
二、南极横断山地壳演化历史·····	(272)
参考文献 ·····	(274)
附录一 南极横断山和罗斯岛地区岩石样品的仪器中子活化分析 ·····	(285)
附录二 南极地质体中的微量元素 ·····	(299)
图版说明 ·····	(306)

Geology and Geochemistry of Area Transantarctic Mountains and Ross Island, Antarctica

Contents

Preface

Introduction

Chapter I Geography and Geology of Dry Valleys region

and Ross Island, Antarctica..... (1)

Section 1 Physical Geography..... (1)

Section 2 Geological Setting..... (3)

1) The basement..... (5)

2) The Beacon series..... (7)

3) The Ferrar dolerite..... (7)

4) The McMurdo volcanics (7)

Appendix sample discription..... (9)

Chapter II Petrology and Geochemistry of Metamorphic

Rocks..... (13)

Section 1 Petromicroscopic Studies..... (14)

1) Pyribolite..... (14)

2) Migmatite..... (15)

3) Amphibole-quartz-plagioclase gneiss..... (20)

4) Kyanite-sillimanite-staurolite-quartz-plagioclase
rock..... (21)

Section 2 Petrochemical Characteristics..... (22)

Section 3 Trace-element Geochemistry..... (26)

1) Pyribolite-felsic migmatite gneiss..... (26)

2) Amphibole-quartz-plagioclase gneiss..... (29)

3) Kyanite-sillimanite-ataurolite-quartz-plagioclase
rock..... (30)

4) Summary..... (30)

Chapter III Petrology, Mineralogy and Geochemistry of

Granites..... (32)

Section 1 Petrology.....	(33)
1) Types of granites.....	(33)
2) Petrochemistry.....	(35)
Section 2 Mineralogy of Rock-forming Minerals.....	(39)
1) Feldspars.....	(40)
2) Micas.....	(44)
3) Amphiboles.....	(49)
4) Quartz.....	(52)
Section 3 Accessory Minerals Mineralogy.....	(53)
Section 4 Trace Element Geochemistry.....	(56)
1) Regional geochemistry.....	(56)
2) Trace element geochemistry.....	(60)
3) REE geochemistry.....	(65)
Section 5 Oxygen and Hydrogen Isotope Geochemistry.....	(70)
1) Analytical methods.....	(70)
2) Results.....	(70)
3) Discussions.....	(72)
Section 6 K-Ar and Rb-Sr Dating.....	(74)
Section 7 Petrogenesis and Evolutions.....	(82)
1) The petrogenesis of sample F ₄	(83)
2) Petrogenesis and evolution.....	(83)
3) Comparison between the Transantarctic Mountains and adjacent regions.....	(86)
Chapter IV Geology and Geochemistry of Volcanic Rocks.....	(88)
Section 1 Major Elements and Petrochemical Classifi- cation.....	(88)
Section 2 Mineralogy, Structure and Texture and Mineral Chemistry.....	(97)
1) Mineral assemblage.....	(97)
2) Structural and textural characters.....	(98)
3) Mineralogy and chemistry of major rock-forming min- erals.....	(99)
Section 3 K-Ar ages, Rb, Sr isotopes and Abnormal Man- tle.....	(120)
1) Ages of the volcanic rocks.....	(120)
2) Sr and Pb isotopic compositions.....	(120)
3) Discussion.....	(123)

4) Summary.....	(124)
Section 4 U,Th isotopes and Uranium Series.....	(125)
1) Sample treatment and analytical procedure.....	(125)
2) Results and discussions.....	(125)
Section 5 Trace Element Geochemistry.....	(131)
1) Transitional elements I.....	(131)
2) REE.....	(134)
3) Incompatible elements.....	(136)
4) Discussions.....	(139)
Section 6 Fluorine Geochemistry.....	(142)
Section 7 High-pressure Meet Experiments... ..	(143)
1) Experiments.....	(144)
2) Density of the meets.....	(144)
3) Viscosity of magma.....	(146)
4) Infrared spectra of the volcanic rocks and their meets.....	(146)
5) Mossbauer spectroscopy of the volcanic rocks and their meets.....	(148)
6) The high-pressure melting curve of basanite B4	(149)
7) Summary.....	(152)
Section 8 Inclusions.....	(152)
1) Characteristics of the inclusions.....	(152)
2) Chemistry of meet inclusions.....	(156)
3) Homogeneous temperatures and pressure measure- ments of the meet inclusions.....	(157)
4) Summary.....	(159)
Section 9 Conclusions.....	(160)
Chapter V Lithology and Geochemistry of Sedimentary Rocks of the Taylor series in Beacon Supergroup.....	
Section 1 Geological Background of the Beacon Super- group.....	(161)
Section 2 Structural Analyses.....	(162)
1) Structural analyses.....	(162)
2) Grain shape analyses of sandstones.....	(167)
3) Summary.....	(171)
Section 3 Heavy Minerals of the Sandstone.....	(171)
1) Separation.....	(171)
2) Identification.....	(172)
3) Two cross-sections showing the contents and assem -	

blages of heavy minerals in sandstone of the Taylor series in Beacon Supergroup.....	(172)
4) Heavy mineral variation along the cross-section	(172)
5) Topomorphic characteristics of heavy minerals.....	(177)
6) Summary.....	(178)
Section 4 Shape and Surface Texture of Quartz Grains from the Upper Parts of the Taylor Series.....	(178)
1) Samples and experiments.....	(179)
2) Shape and surface texture of the quartz sands.....	(179)
3) Summary.....	(182)
Section 5 Clay Minerals in Sandstones from the Upper Taylor Series of the Beacon Supergroup.....	(183)
1) Identification and distribution of clay minerals and other related minerals.....	(184)
2) Summary.....	(190)
Section 6 Lithological Studies.....	(191)
1) Mineral compositions.....	(192)
2) Cement material.....	(193)
3) Structure and texture of the sandstones.....	(193)
4) Post-sedimentational changes.....	(194)
5) Types of the sedimentary rocks and depositional environments.....	(195)
Section 7 Geochemistry.....	(196)
1) Major elements.....	(196)
2) Trace elements.....	(198)
3) REE.....	(201)
Section 8 Organic Geochemical Studies on Antarctic Sedimentary Rocks.....	(202)
1) Analyses.....	(203)
2) Contents of organic matter and biological distribution	(203)
3) The geochemical implications of anroniacid.....	(203)
4) Sterane and terpene biomakers and their geochemical implications.....	(205)
Chapter VI Quarternary Sediments and Isotopes in ce and Water	
Section 1 Geology of the Miers Valley.....	(207)