

中国地质科学院
矿床地质研究所刊

1985年 第1号

(总第13号)

地质出版社

100
10.10/

中国地质科学院
矿床地质研究所所刊

1985年 第1号 (总第13号)

碳酸岩地质及其矿产

矿床地质研究所科研成果

(专辑5)

白 鸽 袁忠信

地质出版社

内 容 提 要

碳酸岩型矿床是重要的稀有金属矿床类型之一。世界上98%的铈和大部分轻稀土资源来自碳酸岩,它也是磷矿和铁矿的重要工业类型,因之各国都很重视对它的研究。

《碳酸岩地质及其矿产》专辑,系统收集总结了国内外的有关资料,共分三大部分:

国外部分:介绍了世界碳酸岩的时空分布、杂岩体形态、产状及矿物、岩石和地球化学特征,特别是介绍了近年来发表的一些稳定同位素数据、成岩成矿实验资料、各种成因见解和十个碳酸岩矿床实例。

国内部分:较全面的综合总结了国内现有的各种碳酸岩资料,对贯入碳酸岩和海相火山沉积碳酸岩进行了综合及实例介绍。对重点以白云鄂博矿床为例的海相火山沉积碳酸岩作了论证。

最后总结了碳酸岩的找矿标志和找矿方向,建立了碳酸岩的综合成矿模式。

本专辑可供野外地质人员,地质科研工作者及地质院、校师生参考。

中国地质科学院 矿床地质研究所所刊

1985年 第1号

(总第13号)

*

责任编辑:张肇新 张中民

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:13¹/₈ 字数:302,000

1985年7月北京第一版·1985年7月北京第一次印刷

印数1—2,156册·定价2.95元

统一书号:13038·新99

序

碳酸岩杂岩体是深源产物，受区域大断裂控制，主要分布于地台区或其边部，具有特殊的产出地质条件。它和产钒钛磁铁矿的基性超基性岩体，产金刚石的金伯利岩体等深源地质体在空间分布上有着一定的关系。研究碳酸岩杂岩体及其产出的地质条件和分布规律，有着重要的地质意义。

碳酸岩型矿床具有多种有经济价值的矿产，其中重要的有铌、稀土、磷灰石、磁铁矿、蛭石等。国外铌和稀土主要产于这类矿床中。碳酸岩磷灰石矿床在磷灰石矿床中亦占有重要位置。我国北方缺少磷矿资源，研究我国北方碳酸岩磷矿是解决我国北方磷矿资源的一项有重要意义的工作。

碳酸岩杂岩体在我国早有发现，分布亦较广，其中有的虽作为铌、稀土、铁、磷、蛭石等矿床进行过工作，但缺少系统、深入的研究。“碳酸岩地质及其矿产”一文共分两部分，第一部分介绍了世界碳酸岩地质及矿产，第二部分系统地论述了我国碳酸岩地质、矿产特征及其研究成果。作者根据我国一些碳酸岩的研究，提出了海相火山沉积碳酸岩的论点，这对碳酸岩的研究是一个新的发展。著作中还提出我国碳酸岩型矿床的进一步寻找和研究的意见。这一著作对推进我国碳酸岩及其矿产的研究将会起到重要作用。

陈 鑫

1984年

前 言

碳酸岩 (Carbonatite) 的经济意义和学术意义都十分巨大。与碳酸岩有关的矿产, 已利用的有铌、铈组稀土、磷、铁、铜、金云母、蛭石、重晶石、萤石、铅锌、铀钍、钛和锆、钾和铝, 锶和钪等也被作为综合利用对象。世界最大的铈组稀土金属矿床是碳酸岩型矿床。特别是铌, 目前世界储量的95%以上来自碳酸岩, 其在资源利用上的重要性, 由此可见。在理论上, 碳酸岩杂岩体是一种独特的岩石类型。它的规模不大, 平面上一般数平方公里到数十平方公里, 但却富集了大量的稀有金属和非金属矿产, 发现或找到了比其他任何类型岩石或矿床都要多的矿物种属。它包括了从碱性超基性岩直到碳酸岩的一套成分复杂的岩石组合。这种碱性超基性岩-碳酸岩杂岩体被当作与金伯利岩相似的、来自地幔的一种深源产物, 能给人们带来许多深部地质信息。碳酸岩的成因主要有岩浆说及交代说两种, 这两种成因观点争论了近一个世纪, 至今没有完全解决。

什么叫碳酸岩, 各家理解不大一样。布罗格尔是最早正式提出碳酸岩一词的。他在1921年研究挪威费恩地区碳酸岩时, 认为碳酸岩是“由碳酸盐组成的由岩浆上升固结而成的岩石”。佩科拉则认为碳酸岩是“由碳酸岩热流体形成的富碳酸盐的岩石, 此种碳酸岩流体成因上与某些岩浆作用有关”。海因里希给碳酸岩下了一个比较概括性的定义, 即碳酸岩“是一种明显为岩浆派生物的富碳酸盐的岩石”。综合各家定义, 本文所指的碳酸岩是指那种物质来源于地下深处(下地壳或地幔)、与碱性岩浆作用关系密切、常含大量铌、铈组稀土、磷或铁等的富碳酸盐的岩石。在这里, 岩石是岩浆成因还是交代成因, 是侵入的还是喷出的, 是产出于地台环境还是产出于地槽环境, 以及是否与碱性超基性岩共生等, 均不作为定义碳酸岩的必要内容。这些问题有的需要进一步工作以加深认识。

本文共分两章。第一章“世界碳酸岩地质及其矿产”, 是根据国外资料编写而成的。通过它可以大致了解当前国际上碳酸岩研究的现状以及这一研究在理论和实践上的意义。第二章是“中国碳酸岩及其矿产”, 其中有的原始素材是本文作者亲自取得的, 但大多数资料是取自有关单位的地质报告及科研报告。

第二章又分为两部分。第一部分是“海相火山沉积碳酸岩”, 第二部分是“贯入式碳酸岩”。贯入式碳酸岩与国外一般报导和理解的中心型碳酸岩相同, 岩体多呈岩管、岩锥、岩瘤、岩株、岩墙等产出, 平面上呈圆形或椭圆形, 在空间上和成因上它们与碱性超基性岩有关。海相火山沉积碳酸岩是本文作者在1975年提出的, 是指组成岩石的矿物成分和化学成分与一般中心型碳酸岩相同、物质可能来源于下地壳或地幔的一套岩石。但它们通常呈层状、似层状或透镜状产出。无论是碳酸岩体或其中的矿体, 均与围岩完全整合, 在空间上和成因上有的与碱性超基性岩有关, 但大多数是与碱性喷出岩或碱基性喷出岩有关。

作者认为, 这后一类含大量磷、铁及稀有稀土元素的岩石, 是地下深处上升的碳酸岩浆喷溢到海沟或海盆中, 与正常海洋化学沉积物结合沉积形成的。岩体形成过程中既有岩浆参与, 也有火山气液参与。在成岩作用阶段及其以后, 岩体又遭到火山气液交代作用及区域变质作用, 致使岩石具有极其复杂的面貌。由于岩石的矿物和元素组成和中心型碳酸

岩相同，故将其归属于碳酸岩类中。但由于两者的形成环境和产状不同，不能将其与国外通常理解的碳酸岩等同看待，故作者将其称为“海相火山沉积碳酸岩”。

海相火山沉积稀有金属碳酸岩，国内已找到多处，经济意义很大。在找矿工作中，除寻找象布罗格尔所定义的那种中心型环状碳酸岩外，对火山沉积稀有金属碳酸岩应该给以特别的注意。

海相火山沉积碳酸岩及其矿产的成因研究工作，仅仅是开始，一些地质地球化学条件，如岩石和矿石的定位环境等，还不完全清楚，需要进一步研究。在国内，有关这类碳酸岩的成因设想也还没有为地质工作者完全接受。某种岩石或矿床的成因，往往十分复杂，有的讨论了一、二百年，至今没有解决，但毋庸置疑的是，就在这种自由讨论与有时甚至是针锋相对的争辩过程中，认识得到了发展。在岩石和矿床成因研究的历史上，不乏两种对立观点相互借鉴，互为补充的事。作者希望“海相火山沉积碳酸岩”的提出，将有助于对碳酸岩及其矿产的进一步认识与了解。

本文是一项集体成果，先后参加专题研究工作的有丁孝石、葛朝华、李俊华、崔文新，全文由袁忠信、白鸽执笔写成。作者十分感谢宋叔和教授十分仔细地审阅了全文，并提出宝贵的修改意见。文中的各种测试数据，绝大多数为地质矿产部测试研究所及矿床所有关同志测得；文中的附图由矿床地质研究所朱念秀、周国容同志清绘；作者在野外工作期间得到许多野外队同志的大力帮助，作者对上述同志表示深切的感谢！

作 者 1984年于北京

目 录

序

前言

第一章 世界碳酸岩地质及其矿产..... (1)

一、碳酸岩地质概述..... (1)

- (一) 碳酸岩杂岩体的空间分布和形成时代
- (二) 碳酸岩杂岩体的形态和产状
- (三) 碳酸岩杂岩体的矿物
- (四) 碳酸岩杂岩体的岩石
- (五) 碳酸岩杂岩体的地球化学
- (六) 碳酸岩的矿床类型
- (七) 碳酸岩的成因
- (八) 碳酸岩的风化

二、碳酸岩矿床实例..... (65)

- (一) 苏联科夫多尔磁铁矿磷灰石金云母碳酸岩矿床
- (二) 南非帕拉波罗黄铜矿斑铜矿碳酸岩矿床
- (三) 美国芒廷帕斯独居石氟碳铈矿碳酸岩矿床
- (四) 美国铁山烧绿石碳酸岩矿床
- (五) 挪威费恩烧绿石碳酸岩矿床
- (六) 扎伊尔卢埃谢烧绿石磷灰石碳酸岩矿床
- (七) 肯尼亚姆里马烧绿石碳酸岩矿床
- (八) 巴西阿拉萨和塔皮拉烧绿石碳酸岩矿床
- (九) 印度科拉蒂含烧绿石蛭石碳酸岩矿床
- (十) 西德凯泽斯图烧绿石碳酸岩矿床

第二章 中国碳酸岩地质及其矿产..... (99)

一、中国碳酸岩地质及其矿产概述..... (99)

- (一) 海相火山沉积碳酸岩概述
- (二) 贯入式碳酸岩杂岩体概述

二、中国碳酸岩矿床及岩体实例..... (107)

- (一) 内蒙白云鄂博海相火山沉积碳酸岩
- (二) 福建洋墩海相火山沉积碳酸岩
- (三) 甘肃桃花拉山海相火山沉积碳酸岩
- (四) 四川李家河海相火山沉积碳酸岩

(五) 云南迤纳厂式海相火山沉积碳酸岩	
(六) 山西紫金山碱性岩-碳酸岩杂岩体	
(七) 四川坪河和水磨超基性碱性岩-碳酸岩杂岩体	
(八) 新疆瓦吉尔塔格超基性岩-碳酸岩杂岩体	
(九) 新疆黑应山北碱性岩-碳酸岩杂岩体	
(十) 山东中部地区碳酸岩	
(十一) 湖北庙垭碳酸岩	
三、碳酸岩的基本特征总结及进一步工作方向	(183)
(一) 碳酸岩的基本特征	
(二) 中国碳酸岩的找矿方向	
(三) 碳酸岩的找矿标志	
(四) 存在问题	
参考文献	(90、188)
外文摘要	(189)
图版说明及图版	(193)

第一章 世界碳酸岩地质及其矿产

一、碳酸岩地质概述

(一) 碳酸岩杂岩体的空间分布和形成时代

碱性超基性岩-碳酸岩杂岩体广泛分布于世界各地，除大洋洲未见有报导外，世界各大洲都有发现。最近，在大西洋岛弧上也有碳酸岩的发现。综合世界碳酸岩杂岩体的产地资料（主要依据杂岩体产出的地质构造位置），分27个碳酸岩杂岩体分布区（图 I-1）。这27个分布区不包括中国的碳酸岩，中国的碳酸岩地质及产出情况，将在第二章中专门叙述。

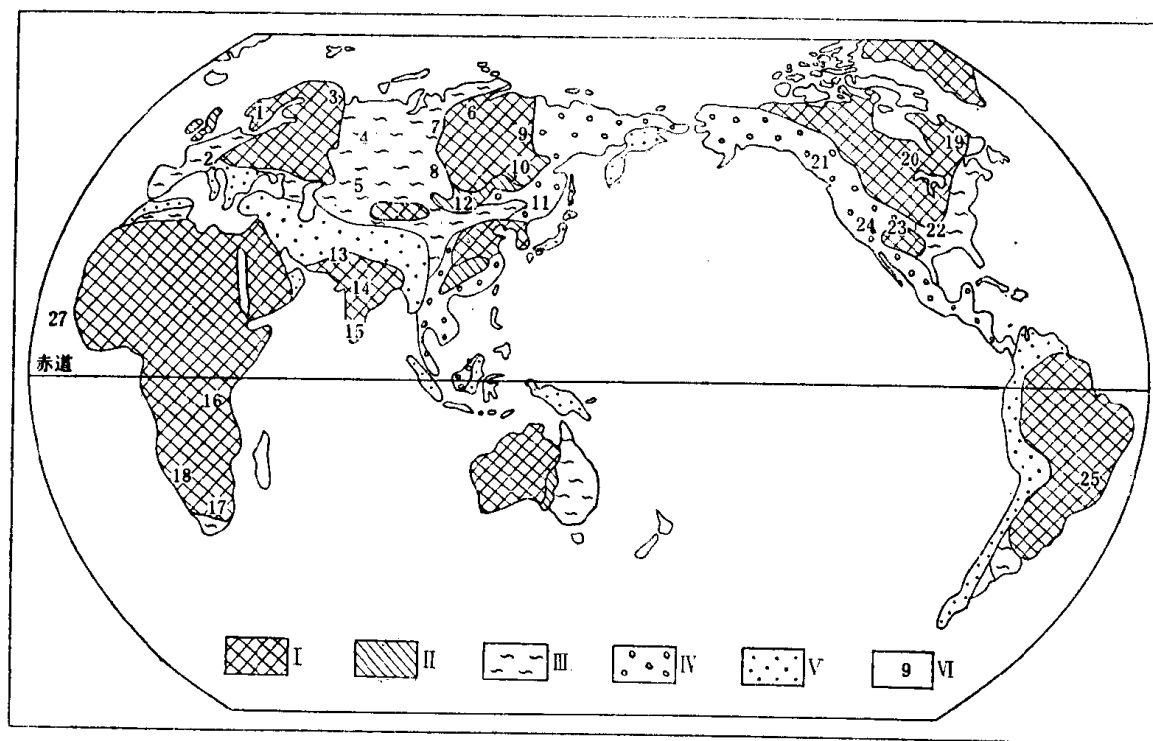


图 I-1 碳酸岩杂岩体分布图

Fig. I-1 Schematic map showing the regional distribution of carbonatite complexes in the world.

I—前寒武纪地台；II—加里东褶皱带；III—海西-印支褶皱带；IV—中生代褶皱带；V—喜马拉雅褶皱带；VI—分布区编号

1—斯堪的纳维亚区；2—莱茵区；3—科拉区；4—乌拉尔区；5—哈萨克斯坦区；6—迈麦恰-科图依斯基区；7—叶尼塞区；8—萨彦区；9—谢特-大坂区；10—阿尔丹区；11—锡霍特-阿林区；12—蒙古南部区；13—雷吉斯坦区；14—纳尔马达区；15—泰米尔纳德区；16—东非区；17—东南非区；18—西南非区；19—蒙特瑞区；20—南加拿大区；21—不列颠哥伦比亚区；22—阿肯色区；23—科罗拉多区；24—加利福尼亚区；25—巴西区；26—格陵兰区；27—佛得角群岛区

这27个碳酸岩杂岩体分布区的研究程度颇不一致,有的研究详细,如北欧、东非等区;有的研究很不够,只有个别碳酸岩体产出的资料报导。下面对各分布区分别就其地质构造位置和岩体形成时代作一简述。

1. 斯堪的纳维亚区 本区位于波罗的海地盾的西部。著名的碳酸岩杂岩体有挪威的费恩和瑞典的阿尔诺。杂岩体的形成可能受平行于地盾的深断裂控制。岩体的形成时代为古生代,其中阿尔诺岩体同位素地质年龄为562百万年。

2. 莱茵区 位于莱茵河流域。莱因地堑被看作是洲际深断裂系。它向北可能和斯堪的纳维亚断裂系相连。断裂性质与东非裂谷相似,具裂谷性质。著名的碳酸岩杂岩体有德国的凯泽斯图和拉歇尔湖杂岩体。凯泽斯图岩体形成于新生代的中新世。

3. 科拉区 本区包括科拉半岛及北卡累利阿两部分,位于俄罗斯地台波罗的海地盾的边缘。这里有世界著名的碱性岩区,如希宾和洛沃泽尔碱性岩区。碳酸岩杂岩体有科夫多尔、乌奥里约维、阿弗里坎达等岩体。岩体形成时代为中、下古生代。上述岩体的同位素地质年龄为350—410百万年。

4. 乌拉尔区 本区资料不多。已知碱性超基性岩-碳酸岩杂岩体有伊尔门岩体和维斯涅沃戈尔斯克杂岩体。这些岩体产出于褶皱带的中间岩块内。

5. 中哈萨克斯坦区 本区位于乌拉尔-西伯利亚褶皱带的科克契塔夫中间岩块内,故有的学者又叫做科克契塔夫区。本区已知有巴尔琴斯基岩体、巴甫洛夫斯基岩体以及克拉斯诺马依斯岩体等。巴尔琴斯基岩体同位素地质年龄为500百万年。

6. 迈麦恰-科图依斯基区 本区位于西伯利亚地台北部的阿拉巴地背斜内。已知碳酸岩杂岩体有古林、马干、达尔贝赫等。杂岩体受西伯利亚地台边缘断裂带的控制。岩体形成时代为二叠纪—三叠纪。

7. 叶尼塞区 本区属下元古-早寒武世褶皱带。已知岩体有叶尼塞岩体。岩体形成于下古生代。

8. 萨彦区 本区位于东萨彦褶皱带和西伯利亚地台交界处的东萨彦山前凹陷内。杂岩体受控于主萨彦断裂。后者是西伯利亚地台的边缘性质断裂,已知有上萨彦岩体、大萨彦岩体和下萨彦岩体等。岩体年代属下古生代的加里东期。

9. 谢特-大坂区 本区位于西伯利亚地台东侧。西伯利亚地台与维尔霍扬褶皱带交界处的谢特-大坂隆起和优多姆迈克隆起内。岩体的形成受地台边缘断裂控制。本区已知有湖泊岩体、旋转岩体、吉克岩体和战士岩体等。这些岩体自南而北呈串珠状顺序排列。岩体形成年代为古生代。

10. 阿尔丹区 本区位于西伯利亚地台东南角的阿尔丹地盾及其附近。已知岩体有康德尔斯基岩体、英吉里岩体和阿尔巴拉斯塔赫岩体等。岩体形成于前寒武纪,同位素地质年龄为690—720百万年。

11. 锡霍特-阿林区 本区见于锡霍特-阿林复背斜内。已知岩体有科克萨诺夫斯基岩体。岩体时代130—160百万年。

12. 蒙古南部区 在蒙古南部木苏盖-胡都卡地区的上侏罗统见有含磷灰石-磁铁矿矿石的碱性岩-碳酸岩杂岩体。

13. 雷吉斯坦区 近年来,在阿富汗的雷吉斯坦沙漠及巴基斯坦西北部找到一些碳酸

岩。其中的汉尼森杂岩体受裂谷型断裂控制，岩体形成时代为第四纪。

14. 纳尔马达区 本区位于印度地台的西北部，岩体受著名的纳尔马达断裂带控制。纳尔马达断裂是一个深的裂谷型断裂，性质和东非裂谷相似。已知岩体有安巴-顿加尔岩体、蒙德瓦拉岩体、谢瓦图尔-萨马尔帕蒂岩体等。分布在本区偏南部的岩体，如古吉拉特邦的安巴-顿加尔岩体形成时代为老第三纪，而分布在本区偏北部的拉贾斯坦邦的岩体则属前寒武纪。

15. 泰米尔纳德区 本区属南印度半岛前寒武纪地盾的一部分。已知岩体有科拉蒂岩体和卓基帕蒂岩体等。从本区碱性岩呈线形延伸，以及发育着梯形断裂系来看，控制岩体的构造，可能也是裂谷性质的深断裂。本区岩体形成于前寒武纪。科拉蒂碳酸岩杂岩体的同位素地质年龄为 720 ± 30 百万年。

16. 东非区 东非是世界上著名的碳酸岩杂岩区，位于非洲地台东部的东非裂谷带内。著名的岩体有扎伊尔的卢埃谢、肯尼亚的姆里马、坦桑尼亚的姆贝亚、乌干达的布库苏和苏库鲁等。本区岩体形成年代多为新生代，其中坦桑尼亚的奥多尼奥-伦盖灿于1962年仍在喷溢碳酸岩熔岩流。

17. 东南非区 本区位于非洲地台的东南角。杂岩体的形成可能受隐伏断裂的控制。比较知名的碳酸岩杂岩体有南非的帕拉波罗、斯匹次科普、马格内特海茨等。帕拉波罗碳酸岩杂岩体的同位素地质年龄为2000百万年。

18. 西南非区 本区位于非洲大陆西南部的达马兰褶皱带内。已知碳酸岩杂岩体有卡尔克费尔德、奥桑戈波、昂都拉科鲁米杂岩体等。杂岩体的形成时代多为侏罗纪以后的中新世。

19. 东南加拿大区 又叫蒙特瑞坚区，位于加拿大地盾东南部与阿巴拉契亚褶皱带的联结处，受北拉夫林基亚裂谷带控制。著名的碳酸岩有魁北克的奥卡杂岩体。奥卡杂岩体的形成时代根据云母的K-Ar法年龄为 114 ± 4 百万年，根据全岩和霞石的K-Ar法等时线年龄分别为125和127百万年。

20. 南加拿大区 本区又叫做尼皮森湖-上湖区，位于加拿大地盾的南部。加拿大南部的五大湖区在地貌上很象现代裂谷，一直向东和蒙特瑞坚区相联，可能共同受北拉夫林基亚断裂带控制。已知碳酸岩杂岩体有曼尼托岩体、谢布洛克湖岩体、拉克涅尔湖岩体等。曼尼托岩体的同位素地质年龄为565百万年。

21. 不列颠哥伦比亚区 本区位于加拿大西部，区域地质情况不十分清楚，已知碳酸岩杂岩体有朗尼岩体、冰河岩体等。

22. 阿肯色区 本区位于美国东南部的阿肯色州，属于瓦契特褶皱带。已知碳酸岩杂岩体有马格内特科夫、斯普林斯和波塔什苏里湖岩体等。岩体形成时代从三叠纪到白垩纪。

23. 科罗拉多区 本区位于科罗拉多高原，属科迪勒拉褶皱带边缘的中间岩块内的一部分。已知岩体有铁山岩体及鲍德尔霍恩岩体等。铁山岩体同位素地质年龄为580百万年。

24. 加利福尼亚区 本区位于美国西部科迪勒拉山系内，该山系为一年青褶皱带，但其中产出的碳酸岩杂岩体，如芒廷帕斯岩体，形成时代为840—950百万年。因此，杂岩体

不是形成于地槽褶皱带环境。芒廷帕斯碳酸岩是除我国白云鄂博矿床外的世界上最大的稀土金属碳酸岩矿床。

25. 巴西区 本区位于巴西地盾的东部边缘。碳酸岩杂岩体与圣弗朗西斯科基底断裂带有关。已知岩体著名的有雅库皮兰格、阿拉萨、塔皮拉、谢洛吉等岩体。岩体形成时代为中生代—新生代。阿拉萨和塔皮拉是世界最大的两个含烧绿石碳酸岩矿床。

26. 格陵兰区 本区位于格陵兰地盾的南部。格陵兰是世界著名的碱性岩区, 知名的伊利毛沙碱性岩体即是其中之一。本区已知碳酸岩体不多, 仅知格朗涅达—伊卡碱性岩杂岩体中有碳酸岩产出。岩体形成时代可能为前寒武纪。

27. 佛得角群岛区 位于西非大陆架西端以西约 400 公里。应属大洋板块范畴, 至少也是大洋板块与大陆板块的过渡地带。该区圣地亚哥岛的碳酸岩质火山杂岩与奥多尼奥伦盖火山杂岩相似 (仅缺碳酸钠熔岩), 其白云石碳酸岩质火山岩及蚀变岩含稀土元素高达百分之几。岩体形成时代为 8.5—9.8 百万年^[61]。

从以上 20 多个碳酸岩区在世界各地的分布来看, 它们主要出露在地台区, 特别是地盾区。如波罗的海地盾、阿尔丹地盾、东非地盾、加拿大地盾和巴西地盾等。在地台区内碳酸岩杂岩体一般分布在地台边缘, 地台中心部位很少见。碳酸岩杂岩体赋存在地台古陆上, 这是目前公认的碳酸岩杂岩体在分布上的一个重要特征。但是, 也有一些碳酸岩杂岩体分布在褶皱带内部, 主要是在褶皱带内的中间岩块附近。如北美的科罗拉多区、加里福尼亚区及苏联的锡霍特—阿林区、哈萨克斯坦区等。对于分布在褶皱带内的碳酸岩体及其地质特征, 前人研究不多。我国一些有价值的碳酸岩型矿床也分布在褶皱带内, 它们具有与一般地台型碳酸岩杂岩体不同的地质特征。对这一类型岩体, 特别在地槽褶皱带比较发育的我国, 确需进一步研究与总结。

碳酸岩杂岩体的空间分布几乎都与断裂带有关, 它们的形成常常受深断裂控制。深断裂既见于地台区, 也见于褶皱带, 常常是两大构造单元的分界线。在地台地盾地区, 因地壳薄而又刚硬, 如有断裂发生, 则易切割到地球的深处, 这对下地壳或地幔碳酸岩岩浆的形成及它们沿这些通道上升达地表起着重要作用。近年来, 板块学说对解释许多地质构造现象提供了令人信服的依据。沿古大陆边缘的一系列巨大的深断裂, 可否看作是板块边缘或平行于板块边缘的古板块的缝合线? 一些绵亘数千公里长的洲际深断裂, 更只有用两个板块的分裂与碰撞才能得到合理的说明。用板块学说在区域上探讨碳酸岩杂岩体的成因具有很大的理论意义和经济意义。

断裂对碳酸岩杂岩体的形成与分布起着明显的控制作用, 其表现形式之一是许多杂岩体沿断裂呈线状分布 (图 I-2、3)。在巴西东部, 碱性岩-碳酸岩杂岩体大致沿三个方向的断裂带分布。有趣的是, 三个方向构造线的交角约为 120° (图 I-3)。三构造线的交点近来被解释为由地幔柱形成的三联点, 碱性-碳酸岩杂岩体的分布与这种地幔柱成因的三联点构造有关^[20]。

在西伯利亚地台北部的迈麦恰-科图依斯基区, 根据叶戈洛夫的研究^[100, 101], 碳酸岩杂岩体多见于两组断裂的交汇处 (图 I-4)。其中最大的一个碳酸岩杂岩体——古林岩体, 见于几组断裂交汇的古林磁异常区内。

总结世界碳酸岩杂岩体的分布, 可以看出它们主要分布在下列三类构造单元内:

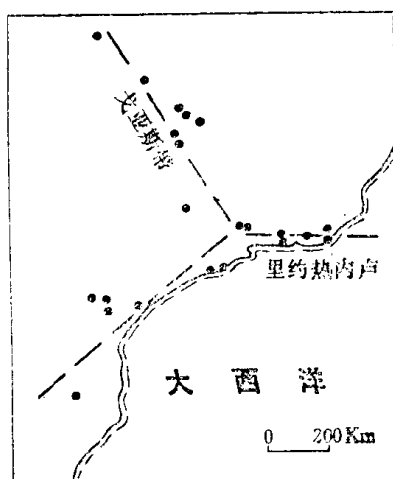


图 I-3 巴西地盾碱性岩-碳酸岩杂岩体分布示意图

Fig. I-3 Diagrammatic geological map showing the distribution of carbonatite complexes in Brazil shield.

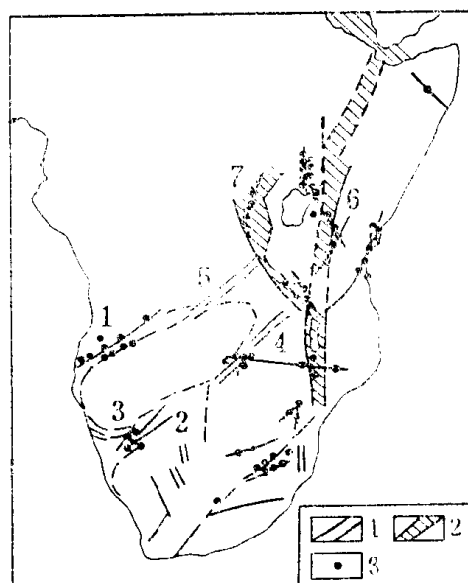


图 I-2 东非地盾碳酸岩杂岩体分布示意图
(引自Ю.Л.Капустин, 1971)

Fig. I-2 Schematic map showing the distribution of carbonatite complexes in Eastern Africa shield.

1—断裂带；2—裂谷；3—碳酸岩杂岩体

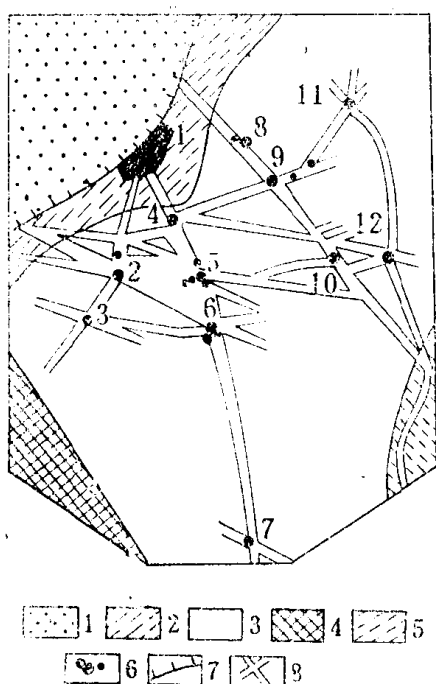


图 I-4 迈麦恰-科图依斯基区碳酸岩杂岩体沿断裂分布示意图

(引自Э.А.Ланда和Л.С.Егоров, 1974)

Fig. I-4 Diagrammatic geological map showing the distribution of carbonatite along fractures in Meimech-Kotuisian region, U.S.S.R.

1—中生代—新生代地层；2—二叠纪和三叠纪的火山沉积岩系；3—元古代—古生代沉积变质岩；4—通古斯地向斜；5—阿拉巴尔地盾；6—碱性超基性岩-碳酸岩（1号为古林岩体）；7—小赫茨基断层；8—区域深断裂

1. 洲际断裂系 这种断裂系延伸极远，既横穿地台，也横切褶皱带，延伸可达数千公里，并常具裂谷性质。典型例子是东非断裂系。

2. 古老地台边缘的断裂系 这种断裂系围绕着地台边缘分布。有时位于地台与褶皱带的分界线上，有时则位于地台一侧，有时平行于地台边缘延伸，有时又与地台边缘呈一角度不大的交角。碳酸岩杂岩体既见于地台内，也见于褶皱带内，但一般地台边缘附近岩体的密度最大，如苏联的阿尔丹区、谢特-大坂区、叶尼塞区等。

3. 褶皱带内的中间岩块断裂带 这种断裂带常见于中间岩块边缘。断裂带的规模是

三类中最小的。这类断裂带中的碳酸岩杂岩体很多呈沿一个方向延伸的线型岩体。对这类赋存有碳酸岩杂岩体的断裂构造研究工作很不够。苏联的锡霍特-阿林区和哈萨克斯坦区的一些碳酸岩属于此类。

从上面简述中看出,碳酸岩杂岩体形成的年代,包括从太古代、元古代直至近代,都有记录。根据A.И.金兹堡资料,约一半以上的碳酸岩杂岩体形成于中生代—新生代。在东非区,碳酸岩杂岩体以新生代的居多,而在苏联,最发育的是古生代的碳酸岩杂岩体。

(二) 碳酸岩杂岩体的形态和产状

碳酸岩常与碱性岩和碱性超基性岩伴生,只有极少数碳酸岩未发现与碱性岩和碱性超基性岩有直接联系,但在这些碳酸岩分布区内不是有碱性岩出露,就是有比较强烈的碱交代作用存在。碳酸岩和与其有关的碱性超基性岩和碱性岩,共同构成碳酸岩-碱性超基性岩杂岩体。这种杂岩体通常又简称作碱性碳酸岩杂岩体或碳酸岩杂岩体。

杂岩体中的碳酸岩以近地表产出者居多,或者呈火山碳酸岩产出,或者呈次火山岩体产出,或者呈浅成侵入体产出。具明显深成特点的岩体不多。这说明碳酸岩岩体是在深度不大的条件下形成的。至于碳酸岩杂岩体内的超基性岩,形成深度比碳酸岩要大得多。

按照形态和产状,可将碳酸岩杂岩体分为四类:1.岩流岩被岩锥状岩体;2.中心型环状岩体;3.沿一个方向延伸的线型岩体;4.形态和产状复杂的岩体。

1. 岩流岩被岩锥状岩体

碳酸岩杂岩体(熔岩、凝灰岩及火山角砾岩)呈岩流、岩被、岩锥、岩席、岩面等形式产出。由于岩浆溢出地表或猛烈爆发,故岩体分布面积一般较大而厚度则较小,在地貌上常表现为火山地形,坦桑尼亚的奥多尼奥-伦盖现代钠质碳酸岩熔岩及与其伴生的一套碱性超基性火山岩,以及乌干达西部波特尔堡的纳林戈钙质碳酸岩熔岩等便是这一类型的例子。

2. 中心型环状岩体

这类岩体常呈同心圆环状或锥状体以及岩塞、岩管、岩瘤、岩株等产出。产状很陡。由于岩浆上升受巨大压力的影响,杂岩体的围岩产状也跟着变化,形成类似盐丘穿刺构造或底辟构造之类上拱形穹窿。在杂岩体内或其围岩中经常伴随有呈放射状、同心圆状的岩脉或岩墙产出,间或也见到似层状岩床。碳酸岩有时呈核状位于杂岩体中心,其它碱性岩或超基性岩围绕着它呈环状分布(如坦桑尼亚的姆贝亚、刚果的卢埃谢,以及卢列科普、萨兰特拉瓦等岩体)。有时,碳酸岩分布于杂岩体的外缘或一侧(如苏联的科夫多尔、古林岩体,以及南非的帕拉波罗岩体)。在后一种情况下,碳酸岩除呈岩瘤、岩株状产出外,也呈岩脉、岩墙状产出。大体上,随着岩浆定位深度不同,杂岩体内各种岩石的比重也不同。在地表喷出的岩石中杂岩体以硅酸盐岩石为主,碳酸盐岩石较少。在较深处定位的杂岩体,也以硅酸盐岩石,尤其是超基性岩为主。随着深度减小,虽然仍以硅酸盐岩石为主,但超基性岩的比重逐渐让位于碱性超基性岩和碱性岩,碳酸盐岩石的数量相对增多,在浅成或超浅成岩体内碳酸盐岩石数量大大增多。

中心型环状岩体按其与火山活动的关系又可分出两种产出形态的岩体。

① 与火山作用有关的中心型环状岩体。这类岩体赋存在火山口、火山颈、火山通道

内, 常与上述第1类杂岩体共同产出, 共同构成一套碱性超基性岩-碳酸岩火山建造。这类岩体内因火山爆发作用强烈, 火山角砾岩常见。东非肯尼亚的纳帕克火山可作为这一类与

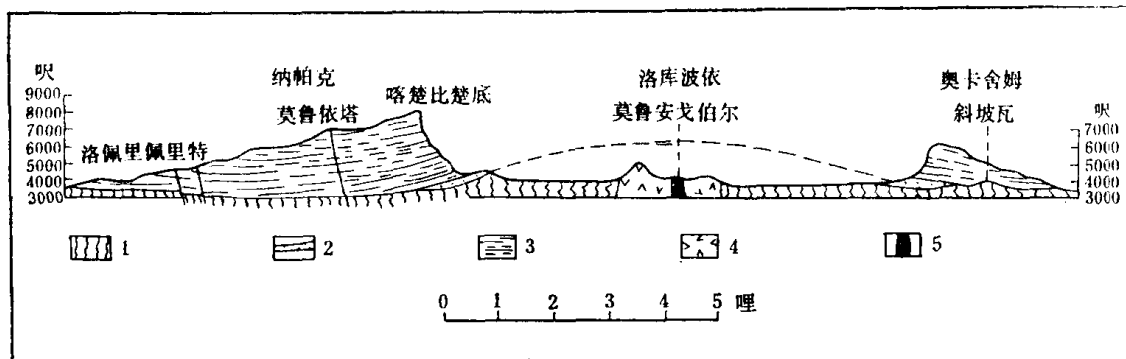


图 I-5 纳帕克碳酸岩火山杂岩体的地质剖面略图

(引自King, 1949)

1—基底杂岩; 2—前火山沉积物; 3—火山集块岩、凝灰岩和熔岩; 4—霓霞岩; 5—碳酸岩

上一类共同出现的例子。在纳帕克的剖面上, 从上面的火山熔岩、凝灰岩到下部火山颈相的碳酸岩、霓霞岩, 均可见到 (图 I-5)。

属于这一类岩体的还有赞比亚的姆瓦蒙布托。

该岩体的外缘为一直径约5公里的受交代改造的卡普系泥质岩 (图 I-6), 向内为一个长石角砾岩岩环。由此岩环再向内, 地形降低, 呈一宽约1.5公里的凹地 (见图 I-6剖面图)。凹地底部为碳酸岩核。碳酸岩核包括喷出的和侵入的两类岩石, 主要由铁白云石碳酸岩及少量方解石碳酸岩组成。侵入碳酸岩为不规则形小岩体, 既出露于碳酸岩核的边缘, 也出现在内部。喷出碳酸岩大致呈环状, 主要为火山碎屑碳酸岩。在碳酸岩内见到明显的直立的或陡倾的“层理”, 呈同心环状分布。

M. S. 加尔逊和 A. H. 金兹堡等人对这类火山及次火山碳酸岩杂岩体的地质资料曾加以综合, 对杂岩体的形态产状及岩石成分随深度的变化作了系统的研究和分析。根据他们的资料稍作修改后所作的火山建造碳酸岩杂岩体的垂直剖面示意图 (图 I-7), 可看出不同地区所见到的不同形态产状, 以及不同岩石成分的碳酸岩常常只是整个碳酸岩杂岩体发育过程的一个环节。随着侵蚀作用的加深, 一种形态产状和岩石成分的碳酸岩杂岩体将为另一种所代替。这对预测碳酸岩杂岩体的形态、产状及岩石成分随深度的变化, 正确进行矿山勘探设计将有所帮助。

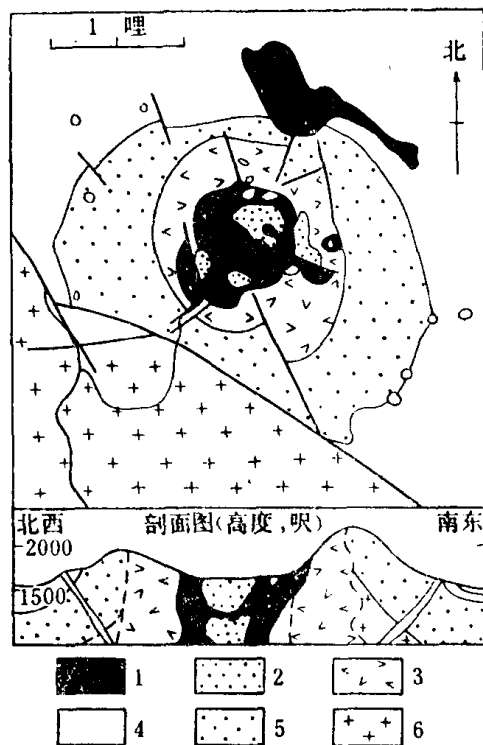


图 I-6 姆瓦蒙布托碳酸岩体地质略图

1—喷出碳酸岩; 2—侵入碳酸岩; 3—长石角砾岩; 4—卡鲁系砂岩; 5—卡鲁系泥质岩; 6—片麻岩 (引自Д. К. Бейли, 1969)

Fig. I-6 Schematic geological map of the Mwambuto carbonatite complex, Zambia

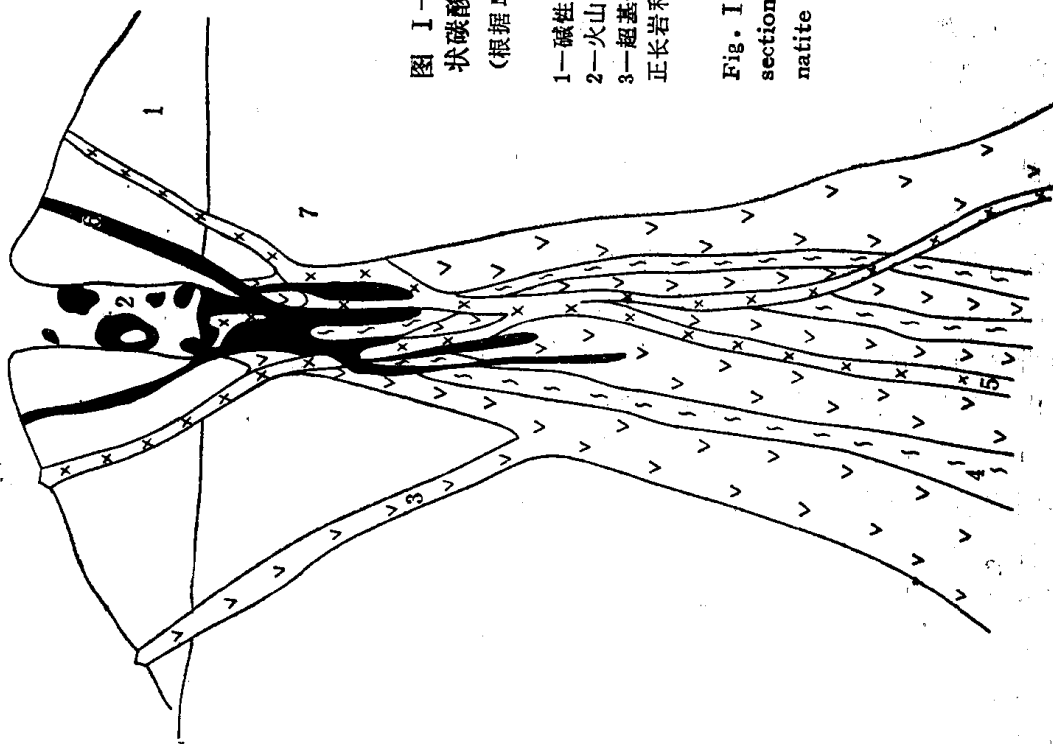


图 1-7 与火山活动有关的中心型环状碳酸岩杂岩体垂直剖面理想示意图

(根据 M. S. Garson 及 A. И. Гинзбург 等人资料改绘)

1—碱性超基性岩的熔岩、凝灰岩及集块岩；
2—火山颈相熔岩和集块岩（含碳酸岩）；
3—超基性岩，4—霓霞岩类岩石，5—碱性正长岩和霞石正长岩，6—碳酸岩，7—长霓岩化围岩

Fig. 1-7 Idealized schematic vertical section of central type annular carbonate complexes related to volcanic activities.

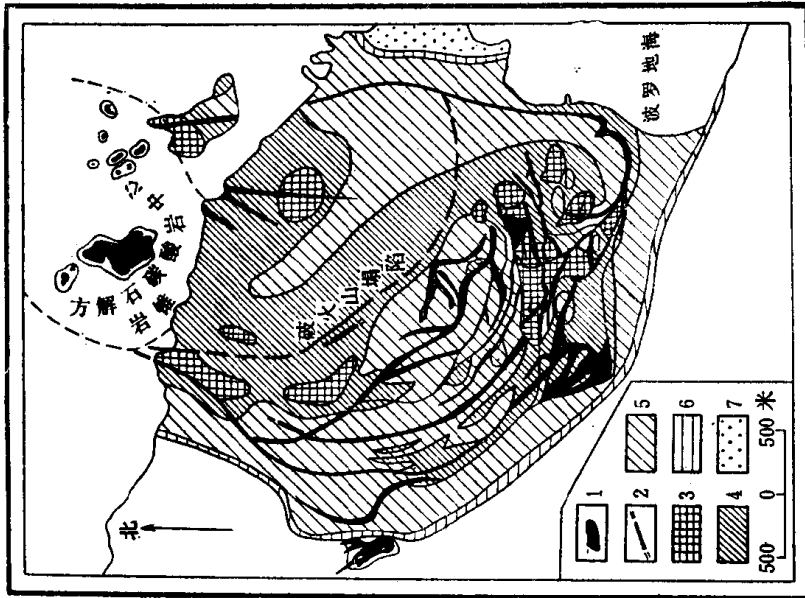


图 1-8 阿尔诺碳酸岩杂岩体地质图

(引自 Г. Фон. Эккерман, 1969)

1—碳酸岩，2—重晶石脉，3—超基性岩和霞石岩，4—霞石正长岩、长霓岩，5—正长岩、长霓岩，6—蚀变岩石带，7—花岗岩片麻岩、混合岩

Fig. 1-8 Geological map of the Alno carbonatite complex.

②与火山作用没有明显关系的中心型环状杂岩体。这类岩体发育地区没有碳酸岩杂岩体成分的熔岩及凝灰岩出露。它们可能是一种浅成侵入杂岩体。岩体内岩墙发育，爆破角砾岩也常见到。超基性岩在杂岩体内所占比例较上一类的大。世界上很多有经济意义的矿床，特别是含磁铁矿、磷灰石的岩体属于此类。

瑞典的阿尔诺杂岩体可作为这一类的代表。阿尔诺是波罗的海上的一个岛屿。杂岩体为一呈北东方向延展的透镜体，长约7.5公里，宽约4公里，大约有一半沉没在海水中。碳酸岩核主要出露在小岛上，其周围岩石也被海水淹没。从杂岩体中心向外可见大致呈同心圆状分布（图 I-8）的各种岩石。

在阿尔诺杂岩体上发育着一系列同心环状和放射状岩墙和岩脉。环状岩墙离杂岩体中

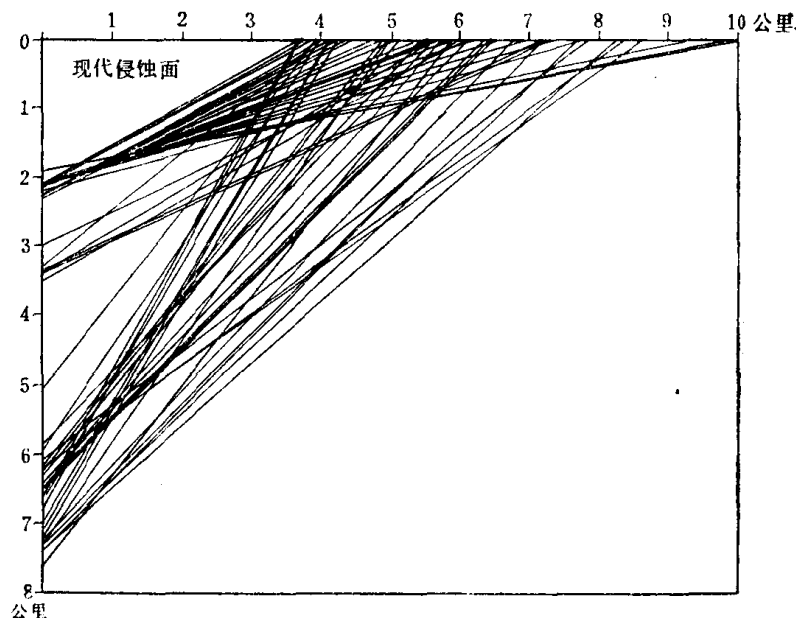


图 I-9 阿尔诺杂岩体环锥状岩墙在垂直剖面上的投影

(引自Г. фон. Эккертман, 1969)

心距离最远的可达9公里，放射状岩墙最远的可达15公里。环状岩墙，倾向杂岩体中心，根据岩性又可分出两组。一组为方解石碳酸岩岩墙，倾角较缓。另一组为白云石碳酸岩岩墙，倾角较陡。根据这两组岩墙与方解石碳酸岩核中心线的倾角及距离（图 I-9），埃克曼确定这两组岩墙在深处交汇的深度分别为2公里和7公里。考虑到顶部岩石已被侵蚀掉，埃克曼经计算后认为，方解石碳酸岩岩石的“爆发”是在5公里的深度上，白云石碳酸岩岩墙的“爆发”是在9公里的深度上，而碳酸岩核的底部经计算被认为是在3公里深处。

近来，克列斯顿对阿尔诺碳酸岩杂岩体的岩墙进行详细研究后，对埃克曼的模式提出了异议。他认为阿尔诺岩墙的形成可分两个阶段。最初，围岩由于岩浆侵入而向上拱起，此时伴随有放射状岩墙和两组环锥状岩墙的形成。后来拱起的岩石下沉，又伴随着方解石碳酸岩环状岩墙和另两组较缓的环锥状岩墙的形成。对于较陡的一组环锥状岩墙，埃克曼设想是出现在9公里的深度上，而克列斯顿认为它们形成的深度不到2公里。

与阿尔诺杂岩体类似，西伯利亚北古林碳酸岩杂岩体也有类似的向杂岩体中心倾斜的