

# 《21世纪初十年我国矿物学、岩石学与地球化学研究新进展》

## 书籍信息

版次：1

页数：

字数：

印刷时间：2014年10月17日

开本：大16开

纸张：

包装：精装

是否套装：否

国际标准书号ISBN：9787030420350

## 编辑推荐

从事矿物学、岩石学、地球化学及其相关领域研究的科研人员、教学人员和部分生产人员，也是广大研究生的重要学习、参考资料。

## 内容简介

《21世纪初十年中国矿物学、岩石学与地球化学研究新进展》收集了从2012年开始在《矿物岩石地球化学通报》上刊登的“学科发展十年进展”一系列文章,共41篇.《21世纪初十年中国矿物学、岩石学与地球化学研究新进展》较为全面地综述了21世纪初十年中国在矿物学、岩石学、地球化学、沉积学及其相关学科的主要研究进展,并对未来学科发展趋势进行了展望.

## 目录

### 目录

序超高压矿物研究进展

陈鸣 1

工艺矿物学近十年的主要进展

彭明生 刘晓文 刘羽 杨志军 8 矿物物理学研究进展简述 (2000~2010年) 朱建喜 何宏平 陈鸣 董发勤 冯雄汉 蒋引珊 王林江 袁鹏 16 我国矿物材料研究进展 (2000~2010年) 廖立兵 汪灵 董发勤 彭同江 白志民 28

化学地球动力学研究进展

郑永飞 杨进辉 宋述光 陈伊翔 45

花岗岩研究进展

徐夕生 贺振宇 77 21世纪最初十年变质岩石学研究进展 魏春景 83

大陆深俯冲与超高压变质研究进展

郑永飞 张立飞 刘良 陈伊翔 100 蛇绿岩地幔橄榄岩中的深部矿物:发现与研究进展 杨经绥 徐向珍 戎合 牛晓露 131 华南陆块的形成与

Rodinia超大陆聚合G裂解——观察、解释与检验 李献华 李武显 何斌 147

埃达克岩与埃达克质岩在中国的研究进展

许继峰 王强 陈建林 曹康 170

新世纪十年地幔地球化学研究进展

周新华 张宏福 郑建平 夏群科 刘勇胜 汤艳杰 黄方 刘传周 181

我国大火成岩省和地幔柱研究进展与展望

徐义刚 何斌 罗震宇 刘海泉 位荀 199

华北岩石圈地幔岩石学研究进展

郑建平 周新华 22021世纪初十年火山与地球内部化学研究进展 樊祺诚 张招崇

234盆地动力学——21世纪初十年中国的主要研究进展及前沿 李忠 247

21世纪初十年中国古地理学发展概要 郑秀娟 鲍志东 冯增昭 265环境地球化学研究进展  
(2000~2010年)简述 洪业汤 曾永平 冯新斌 肖化云 刘再华 陈玖斌 洪冰 仇广乐 赵志琦 张  
凯

李晓东 商立海 尹润生 278

玛珥湖古气候环境研究进展

刘嘉麒 伍婧 储国强 刘强 旺罗 Patrick Rioual 刘嘉丽 游海涛 305

新世纪亚洲风尘系统地球化学研究进展

陈骏 322

汞的环境地球化学研究进展

冯新斌 陈玖斌 付学吾 胡海燕 李平 仇广乐 闫海鱼 尹润生 张华 朱伟 3382001

~2010年生物地球化学研究进展与展望 谢树成 罗根明 宋金明 李超 黄咸雨 杨欢 李一良  
黄俊华 胡超涌 377

矿床地球化学近十年若干研究进展

胡瑞忠 温汉捷 苏文超 彭建堂 毕献武 陈佑纬 409

流体包裹体研究进展

倪培 范宏瑞 丁俊英 434

勘查地球化学近十年进展

王学求 441

构造地球化学近十年主要进展

韩润生 452

我国矿产资源高效清洁利用进展与展望

毕献武 董少花 461

地震地球化学研究进展

周晓成 杜建国 陈志 崔月菊 刘雷 473

非传统稳定同位素地球化学的创建与发展

朱祥坤 王跃 闫斌 李津 董爱国 李志红 孙剑 483

同位素地球化学发展趋势

孙卫东 韦刚健 张兆峰 丁兴 凌明星 536

离子探针微区分析技术及其在地球科学中的应用进展

李秋立 杨蔚 刘宇 唐国强 郝佳龙 张建超 胡森 赵旭晔 陈雅丽 储雪蕾

王英 蒋云 张爱铨 徐伟彪 林杨挺 李献华 544地质样品铂族元素及 ReGOs同位素分析进展

漆亮 黄小文 569

近十年来我国实验矿物岩石地球化学研究进展和展望

熊小林 章军锋 郑海飞 许文良 周永胜 595

国内理论及计算地球化学十年进展

刘耘 603陨石学与天体化学(2001~2010年)研究进展 林杨挺 缪秉魁 徐琳 胡森 冯璐

赵旭晔 杨晶 621中国月球探测进展(2001~2010年) 刘建忠 欧阳自远 李春来 邹永廖

644我国南极陨石收集进展(2000~2010年)

缪秉魁 林杨挺 王道德 欧阳自远 657

中国非常规油气勘探与研究新进展

邹才能 陶士振 杨智 袁选俊 朱如凯 侯连华 贾进华 王岚 吴松涛 白斌 高晓辉 杨春 672

中国近十年天然气示踪地球化学研究进展

刘文汇 王晓锋 腾格尔 张殿伟 王杰 陶成 张中宁 卢龙飞 686

中国天然气地球化学研究新进展及展望

宋岩 赵孟军 胡国艺 朱光有 702

南海天然气水合物研究进展

罗敏 王宏斌 杨胜雄 陈多福 719

在线试读部分章节

超高压矿物研究进展

陈鸣

(中国科学院广州地球化学研究所,广州510640)

摘要 我国超高压矿物研究近十年来取得了重要进展

.参与发现了五个超高压新矿物及若干待命名高压相,被国际矿物协会新矿物、命名与分类委员会批准和命名的超高压矿物包括涂氏磷钙石、塞石英、玲根石、谢氏超晶石、阿考寨石等.在冲击变质陨石中发现了后尖晶石结构的超高压相,即谢氏超晶石和CF相,引起了高压地质学及大地构造学界的关注

.揭示了从冲击成因二氧化硅熔体中结晶的柯石英

,合理地限定了冲击变质成因柯石英的形成压力温度条件,为我国首个地外天体撞击构造——岫岩陨石坑的证实提供了关键的矿物物理证据.

关键词 超高压矿物 高压多形 冲击变质 撞击 地幔

超高压矿物的产状与经历过超高压历史的岩石密切相关.岩石经历过超高压作用的关键证据是含有柯石英和金刚石等超高压矿物的变质岩或地幔岩

.柯石英和金刚石分别属于石英和石墨的高压多形,其形成压力一般要大于2.5GP

a[1]和4GP a[2].通常把岩石峰变质压力达到柯石英稳定范围的岩石称为超高压变质岩[3,4].结合特定矿物在一定超高压下发生多形转变的特点

,这里把超高压矿物定义为形成压力达到柯石英稳定场以上的矿物高压多形

.矿物形成压力条件并非界定超高压矿物的唯一指标.橄榄石是上地幔重要组成矿物之一,在正常地热梯度下压力高达14GP a时仍保持其晶体结构的稳定,但不属于超高压矿物

.超高压矿物瓦士利石(wadsleyite)和林伍德石(igwodt rnoie)是与橄榄石化学成分相同的两种高压多形

.矿物形成和稳定于一定的压力和温度条件.当外界压力条件变化时

,超高压矿物会发生变形、相变甚至分解反应.自然界超高压条件主要出现在巨大天体撞击事件以及星球内部地质环境.在地球表面低压环境下

,超高压矿物处于不稳定或亚稳定状态.在具有4000多成员的庞大矿物家族中

,目前被发现的超高压矿物只有十多种.尽管已知的超高压矿物种类不多

,它的存在丰富了矿物学的内容,对地球和行星科学发展起到了重要的推动作用

.超高压矿物携带了形成温度与压力条件的可靠物理信息  
.确立了它在地球和行星科学研究中的重要性.超高压矿物为探索天体撞击事件、地球深部物质状态以及大地构造演变历史提供了重要信息,甚至推动了某些科学领域的重大突破

.1960年柯石英在美国巴林杰陨石坑中的首次发现是地球与行星科学的一个里程碑事件.它不但使该坑成为世界上第一个被证实的地外天体撞击构造 [5],而且促进了冲击变质科学的建立和发展[6].以冲击变质为核心内容的科学研究揭示了大量的地球撞击构造,在探索地球与行星的形成和

.本文已在 .矿物岩石地球化学通报 .2012年第31卷,第5期刊发 .超高压矿物研究进展 .陈鸣 (中国科学院广州地球化学研究所,广州510640)摘要

我国超高压矿物研究近十年来取得了重要进展

.参与发现了五个超高压新矿物及若干待命名高压相,被国际矿物协会新矿物、命名与分类委员会批准和命名的超高压矿物包括涂氏磷钙石、塞石英、玲根石、谢氏超晶石、阿考寨石等.在冲击变质陨石中发现了后尖晶石结构的超高压相,即谢氏超晶石和CF相,引起了高压地质学及大地构造学界的关注

.揭示了从冲击成因二氧化硅熔体中结晶的柯石英

.合理地限定了冲击变质成因柯石英的形成压力温度条件,为我国首个地外天体撞击构造——岫岩陨石坑的证实提供了关键的矿物物理证据.关键词 超高压矿物 高压多形 冲击变质 撞击 地幔超高压矿物的产状与经历过超高压历史的岩石密切相关.岩石经历过超高压力作用的关键证据是含有柯石英和金刚石等超高压矿物的变质岩或地幔岩

.柯石英和金刚石分别属于石英和石墨的高压多形,其形成压力一般要大于2.5GPa [1]和4GPa [2].通常把岩石峰变质压力达到柯石英稳定范围的岩石称为超高压变质岩 [3,4].结合特定矿物在一定超高压下发生多形转变的特点

.这里把超高压矿物定义为形成压力达到柯石英稳定场以上的矿物高压多形

.矿物形成压力条件并非界定超高压矿物的唯一指标.橄榄石是上地幔重要组成矿物之一,在正常地热梯度下压力高达14GPa时仍保持其晶体结构的稳定,但不属于超高压矿物

.超高压矿物瓦士利石 (wadsleyite)和林伍德石 (igwodt rnoie)是与橄榄石化学成分相同的两种高压多形

.矿物形成和稳定于一定的压力和温度条件.当外界压力条件变化时

.超高压矿物会发生变形、相变甚至分解反应.自然界超高压条件主要出现在巨大天体撞击事件以及星球内部地质环境.在地球表面低压环境下

.超高压矿物处于不稳定或亚稳定状态.在具有4000多成员的庞大矿物家族中

.目前被发现的超高压矿物只有十多种.尽管已知的超高压矿物种类不多

.它的存在丰富了矿物学的内容,对地球和行星科学发展起到了重要的推动作用

.超高压矿物携带了形成温度与压力条件的可靠物理信息

.确立了它在地球和行星科学研究中的重要性.超高压矿物为探索天体撞击事件、地球深部物质状态以及大地构造演变历史提供了重要信息,甚至推动了某些科学领域的重大突破

.1960年柯石英在美国巴林杰陨石坑中的首次发现是地球与行星科学的一个里程碑事件.它不但使该坑成为世界上第一个被证实的地外天体撞击构造 [5],而且促进了冲击变质科学的建立和发展[6].以冲击变质为核心内容的科学研究揭示了大量的地球撞击构造,在探索地球与行星的形成和.本文已在 .矿物岩石地球化学通报 .2012年第31卷,第5期刊发.

演化、成岩成矿、地质历史的环境与生物突变事件等方面发挥了重要作用[7~9].另外,198

4年柯石英在阿尔卑斯山西部[10]和挪威南部[11]超高压变质带的发现也极大地变革了固体地球科学界对大陆碰撞造山带和俯冲折返历史的认识.柯石英和金刚石在超高压变质岩中的存在表明大陆地壳岩石可能俯冲下沉到80~120km以下,然后折返到地表附近的地质历史.我国大别G苏鲁超高压变质带中柯石英[12]和金刚石[13]的发现,也使得该区成为我国固体地球科学界的研究热点,成为国际上著名的造山带之一.进入21世纪,我国在天然超高压矿物研究相继取得了若干重要进展.1 超高压新矿物

2000年前发现的超高压矿物主要有金刚石、柯石英、斯石英、瓦士利石、林伍德石、阿基墨石

(akimotoite)和镁铁榴石等.除金刚石和柯石英在地幔岩、超高压变质岩和冲击变质岩中均被发现外,其余超高压矿物均仅被发现于冲击变质岩石(陨石)之中.

21世纪以来,已有6种超高压新矿物被国际矿物协会新矿物命名与分类委员会(CNMNCG IMA tit) [16]批准和命名、玲根石  $Li(n \text{表} g1n), te$  包括 [17]、:谢氏超晶石 莱氏石

((iee)it [14]、涂氏磷钙石 和阿考寨石 ((aea)g [15 i]、 e)塞石英 [等;(另发现 reidittuitseifer G e) [(uixe) [18] kot 19] 若干有待命名的超高压相:具有  $CaFe_2O_4$  结构的铬铁矿高压多形

(CF相) [20]、 $TiO_2$  相金红石高压多形 [21]、铁橄榄石高压多形 [22] 和  $(Na, Ca)Ghexaluminosilicate$  [23] 等.上述获得批准和命名的6种超高压新矿物,我国参与了其中的5种.此外,CF相

和金红石高压多形  $TiO_2$  相的发现也与我们的工作有关.涂氏磷钙石、谢氏超晶石和CF相发现于我国随州球粒陨石冲击脉体,玲根石发现在我国寺巷口球粒陨石冲击脉体,塞石英存在于火星 Shergot

y无球粒陨石中,阿考寨石发现了德国里斯陨石撞击坑,  $TiO_2$  相发现于陨石撞击坑及超高压变质岩中.

天然超高压矿物的成因主要划分为三种类型,即地幔成因、超高压变质成因和冲击变质成因等.与过去的研究结果一致,我们发现的超高压新矿物产状仍主要与冲击变质有关,表明天体撞击作用引起的压力和温度条件不但有利于超高压矿物的形成,而且有利于超高压矿物的保存.因此,冲击变质岩石是发现天然超高压矿物的重要宝藏.表1

超高压新矿物及超高压相矿物名称 分子式 产状 CNMNC状态 莱氏石  $ZrSiO_4$

陨石撞击坑 2001年批准 涂氏磷钙石 塞石英  $Ca_3(PO_4)_2SiO_2$  冲击变质陨石 冲击变质陨石

2001年批准 2004年批准 玲根石 谢氏超晶石  $(Na, Ca)AlSi_3O_8FeCr_2O_4$

冲击变质陨石 冲击变质陨石 2004年批准 2007年批准 CF相 未批准 阿考寨石  $TiO_2$

陨石撞击坑 2008年批准  $TiO_2$  相 陨石撞击坑 超高压变质岩 未批准 铁橄榄石 高压多形

$Fe_2SiO_4$  冲击变质陨石 未批准  $(Na, Ca)Ghexaluminosilicate (C_xNa_{1-x}Al_3 + xSi_3G_xO_{11})$

冲击变质陨石 未批准 注: CNMNCG The Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification of the International Mineralogical Association.  $TiO_2$  相是金红石高压多形之一

,实验表明这个高压相的稳定压力在6~15 GPa [24],对应于地球190~450 km深度压力范围

.天然产状的  $TiO_2$  相已在冲击变质岩和超高压变质岩中发现其踪迹

,但尚未获得国际矿物协会新矿物、命名与分类委员会的批准和命名.值得关注的是,

Zhang等 [25] 报告在德国 Saxonian Ergebirge 超高压变质岩金红石中发现纳米级厚度的

$TiO_2$  相片晶,其后,我国学者 Wu等 [26] 也在大别山榴辉岩金红石中发现了类似特征的

$TiO_2$  相.尽管有研究对产出在超高压变质岩中的  $TiO_2$  相提出了疑问 [27

],但由于这个相的形成压力覆盖上地幔主要深度范围,有关天然

$TiO_2$  相的特征和形成机制将成为今后超高压矿物研究的重要内容之一.2

后尖晶石 高压多形 尖晶石 结构是矿物家族重要的结构类型之一

,典型的尖晶石结构矿物包括铬铁矿、磁铁矿和尖晶石等  
,尖晶石结构矿物不但广泛分布于地球上地幔岩石中  
,具有尖晶石结构的硅酸盐矿物如瓦士利石和林伍德石等被认为是410  
~660km地幔过渡带最主要的矿物结构类型之一 .随着压力加大  
,尖晶石结构矿物是否会转变为密度更大的后尖晶石高压多形  
?这个问题曾受到地球物理学家和地幔矿物学家的重视 .A..E..Ringwood曾提出斜方晶系  
CaFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>结构相和  
CaTi<sub>2</sub>O<sub>4</sub>结构相可能是地球深部发生的后尖晶石相转变的首选结构类型 .Irifune等[28,29  
]1991年和2002年通过高压实验合成了具有 CaFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>和 CaTi<sub>2</sub>O<sub>4</sub>结构的两种  
MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>高压多形 .但是  
,自然界是否存在天然产状后尖晶石高压多形的研究多年来没有取得进展 .  
我们通过对不同冲击变质程度球粒陨石历史温度压力的分析  
,在我国随州球粒陨石冲击脉体中发现了铬铁矿的两种高压多形 CF相 (CaFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>结构相  
) [20 ]和谢氏超晶石 (CaTi<sub>2</sub>O<sub>4</sub>结构相) [18 ].研究表明  
,铬铁矿在强烈冲击波作用下分别转变成为 CF相和谢氏超晶石 ,转变压力分别为12GP  
a和20GP a.最近 ,Zhang等[30 ]在经受了强烈冲击变质的月球陨石中也找到了谢氏超晶石  
,证明后尖晶石结构矿物在自然界合适的温度和压力条件下可以出现 .谢氏超晶石和  
CF相的形成压力相当于离地表400 ~680km深度压力 .天然铬铁矿高压多形的发现为推断  
冲击变质陨石和从地球深部折返岩石压力历史提供了新的矿物物理标志  
,形成于地球深部的后尖晶石相有可能被包裹在某些矿物形成的 “ 保压容器  
” 中而被带往地球表面  
,天然后尖晶石高压多形将为岩石物质来源深度提供一个新的指示标准  
,国际专家评论指出  
,天然后尖晶石高压多形的发现不但为探索火山作用带来的地球深部岩石  
,而且为当前受到普遍关注的大陆碰撞带构造地质学提供了一个有效途径 [31  
].后尖晶石晶体结构存在由八个和六个氧构成的  
“ 笼 ”,可以容纳铬、铁、铝、镁、钠、硅和其他过渡元素和稀土元素  
(图1).天然后尖晶石矿物的发现,为分析地球深部元素的载体和迁移富集特征  
,以及地球深部尖晶石结构类型的转变规律提供了重要依据 .3 撞击成因的柯石英  
美国巴林杰陨石坑是发现柯石英的首个天然产状 [5].迄今  
,已在世界上超过20个陨石坑中找到了冲击变质成因的柯石英  
,冲击变质成因柯石英等超高压矿物已被国际陨石坑科学界确定为图1  
谢氏超晶石晶体结构示意图地外天体撞击构造最可靠的诊断性标志之一 .长期以来  
,陨石坑中柯石英被认为是石英的固态相转变产物 [5,32 ].过去的研究认为  
,石英在冲击波作用下首先被转变为击变玻璃,即一种未发生熔融的固态玻璃  
,柯石英随后从这种二氧化硅玻璃中发生固态结晶 .根据相关的岩石矿物冲击变质模型  
,形成柯石英所需的冲击波峰压为30 ~60GP  
a,柯石英结晶于被冲击压缩物质的压力释放期间 [32  
].由于迄今尚没有任何冲击实验能合成柯石英  
,有关冲击成因柯石英的形成压力解释长期停留在模糊阶段 .柯石英的静态高压实验结果  
被认为不适合用于解释冲击变质成因的柯石英形成条件和机制 .  
岫岩陨石坑是我国境内被证实的地外天体撞击构造

柯石英的发现为该坑的撞击成因提供了关键证据 [33]。研究揭示该坑柯石英的产出特征与过去研究结果有明显差异。岫岩陨石坑中柯石英产出在冲击形成的二氧化硅玻璃中,以针状、树枝状和球状等形式产出 (图2),这是矿物从熔体中结晶的典型特征。它表明石英在冲击波作用下首先发生了熔融,柯石英随后从二氧化硅熔体中结晶析出。根据矿物结晶原理,柯石英从熔体中结晶适合静态高压相图的解释。据 SiO<sub>2</sub>相图,岫岩陨石坑中柯石英形成压力被限定在2.5 ~13GPa [33]。从熔体中结晶柯石英的发现不但表明撞击作用可以在撞击靶岩中引起类似于静态的高温高压条件,而且可以根据相图对柯石英的形成压力条件作出合理的估计。图2

产出在二氧化硅玻璃中的柯石英 (单偏光) 4 展望

天然超高压矿物的特殊地质意义在于其携带了可靠的形成条件的信息,相关研究进展对地球与行星科学发展产生了重要影响。我国具备了发展天然超高压矿物研究的若干客观条件。陨石母体在太阳系的形成和演化过程中经受了一定程度的撞击,发生冲击变质。冲击变质陨石是研究矿物超高压相变的理想对象。现有资料表明,冲击变质陨石是发现超高压矿物的主要产状之一。我国目前拥有的南极陨石数量达一万多块,仅次于日本、美国,位居世界第三。这是我国开展陨石冲击变质和超高压矿物研究可利用的珍贵资源。星球形成经

[显示全部信息](#)



本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

[更多资源请访问www.tushupdf.com](http://www.tushupdf.com)