

《中国大百科全书》普及版



芝麻开门

地质卷

ZHIMAKAIMEN

大地矿藏

《中国大百科全书》普及版编委会 编

ZHIMAKAIMEN DADIKUANGANG



中国大百科全书出版社

芝麻开门

大地矿藏 【地质卷】



图书在版编目 (CIP) 数据

芝麻开门：大地矿藏 / 《中国大百科全书：普及版》编委会编. —北京：中国大百科全书出版社，2013.8

(中国大百科全书：普及版)

ISBN 978-7-5000-9223-0

I. ①芝… II. ①中… III. ①矿产资源—普及读物 IV. ①P61-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第180529号

总 策 划：刘晓东 陈义望

策划编辑：黄佳辉

责任编辑：黄佳辉 徐世新

装帧设计：童行侃

出版发行：中国大百科全书出版社

地 址：北京阜成门北大街17号 邮编：100037

网 址：<http://www.ecph.com.cn> Tel: 010-88390718

图文制作：北京华艺创世印刷设计有限公司

印 刷：北京佳信达欣艺术印刷有限公司

字 数：66千字

印 数：1~5000

印 张：7.25

开 本：720×1020 1/16

版 次：2013年10月第1版

印 次：2013年10月第1次印刷

书 号：ISBN 978-7-5000-9223-0

定 价：17.50元

《中国大百科全书》是国家重点文化工程，是代表国家最高科学文化水平的权威工具书。全书的编纂工作一直得到党中央国务院的高度重视和支持，先后有三万多名各学科各领域最具代表性的科学家、专家学者参与其中。1993年按学科分卷出版完成了第一版，结束了中国没有百科全书的历史；2009年按条目汉语拼音顺序出版第二版，是中国第一部在编排方式上符合国际惯例的大型现代综合性百科全书。

《中国大百科全书》承担着弘扬中华文化、普及科学文化知识的重任。在人们的固有观念里，百科全书是一种用于查检知识和事实资料的工具书，但作为汲取知识的途径，百科全书的阅读功能却被大多数人所忽略。为了充分发挥《中国大百科全书》的功能，尤其是普及科学文化知识的功能，中国大百科全书出版社以系列丛书的方式推出了面向大众的《中国大百科全书》普及版。

《中国大百科全书》普及版为实现大众化和普及化的目标，在学科内容上，选取与大众学习、工作、

生活密切相关的学科或知识领域，如文学、历史、艺术、科技等；在条目的选取上，侧重于学科或知识领域的基础性、实用性条目；在编纂方法上，为增加可读性，以章节形式整编条目内容，对过专、过深的内容进行删减、改编；在装帧形式上，在保持百科全书基本风格的基础上，封面和版式设计更加注重大众的阅读习惯。因此，普及版在充分体现知识性、准确性、权威性的前提下，增加了可读性，使其兼具工具书查检功能和大众读物的阅读功能，读者可以尽享阅读带来的愉悦。

百科全书被誉为“没有围墙的大学”，是覆盖人类社会各学科或知识领域的知识海洋。有人曾说过：“多则价谦，万物皆然，唯独知识例外。知识越丰富，则价值就越昂贵。”而知识重在积累，古语有云：“不积跬步，无以至千里；不积小流，无以成江海。”希望通过《中国大百科全书》普及版的出版，让百科全书走进千家万户，切实实现普及科学文化知识，提高民族素质的社会功能。

2013年6月

目

录

第一章 大自然的产物

一、矿物学	1
二、矿物	4
三、自然元素矿物	13
四、金矿	14
五、银矿	16
六、铜矿	17
七、铁矿	19
八、磷矿	20
九、铂矿	22
十、锰矿	24
十一、铅锌矿	25
十二、自然硫	26
十三、金刚石	27
十四、石墨	29

第二章 硫化物矿物

一、辉银矿	33
二、辉铜矿	34
三、黄铜矿	35



四、黄锡矿	36
五、斑铜矿	36
六、闪锌矿	37
七、方铅矿	38
八、辰砂	39
九、铜蓝	40
十、磁黄铁矿	41
十一、红砷镍矿	42
十二、镍黄铁矿	42
十三、辉锑矿	43
十四、雄黄	44
十五、雌黄	44
十六、辉钼矿	45
十七、黄铁矿	46
十八、白铁矿	48
十九、毒砂	49
二十、辉砷钴矿	50

第三章 硫盐矿物

一、黝铜矿	53
二、浓红银矿	54

三、淡红银矿	54
--------	----

四、脆硫锑铅矿	55
---------	----

第四章 卤化物矿物

一、萤石	57
------	----

二、石盐	59
------	----

三、钾石盐	61
-------	----

四、光卤石	62
-------	----

第五章 氧化物矿物

一、赤铜矿	66
-------	----

二、刚玉	67
------	----

三、赤铁矿	68
-------	----

四、金红石	69
-------	----

五、锐钛矿	70
-------	----

六、板钛矿	71
-------	----

七、锡石	71
------	----

八、黑钨矿	73
-------	----

九、软锰矿	74
-------	----

十、晶质铀矿	75
--------	----

十一、沥青铀矿	76
---------	----



十二、铀黑	76
十三、磁铁矿	77
十四、尖晶石	78
十五、铬铁矿	79
十六、铌铁矿	80
十七、钽铁矿	81
十八、褐钇铌矿	82
十九、易解石	82
二十、烧绿石	83
二十一、黑稀金矿	83
二十二、细晶石	84
二十三、钙钛矿	85
二十四、钛铁矿	85
二十五、石英	86
二十六、斯石英	89
二十七、柯石英	90
二十八、玛瑙	91
二十九、蛋白石	92

第六章 氢氧化物矿物

一、水镁石	95
-------	----



二、铝土矿	96
三、硬水铝石	97
四、软水铝石	98
五、三水铝石	99
六、褐铁矿	99
七、针铁矿	100
八、纤铁矿	101
九、水锰矿	102
十、硬锰矿	102
十一、钡硬锰矿	103
十二、锰土	103



第一章 大自然的产物

[一、矿物学]

研究矿物的化学成分、晶体结构、形态、性质和时间、空间上的分布规律，形成、演化的历史和用途的学科。是地质学的分支。许多生产部门，如采矿、选冶、化工、建材、农药农肥、宝石以及某些尖端科学技术都离不开矿物原料。因此，矿物学研究不仅有理论意义，而且对矿物资源的开发和应用有重要的实际意义。

发展简史 矿物学的发展大体可分为如下阶段：①萌芽阶段（史前期至15世纪中叶）。早在石器时代，人类就已利用多种矿物如石英、蛋白石等制作工具和饰物。以后，又逐渐认识了金、银、铜、铁等若干金属及其矿石，从而过渡到铜器时代和铁器时代。在中国，成书于战国至西汉初的《山海经》，记述了多种矿物、岩石和矿石的名称，有些名称如雄黄、金、银、珉、玉等沿用至今。古希腊学者亚里士多德把同金属相似的矿物归为“似金属类”，他的学生泰奥弗拉斯托斯在其《石头论》中把矿物分成金属、石头和土三类。在这以后的一段时间里，

特别是欧洲中世纪,中国西汉中期,在矿物方面只有个别的记述,没有明显进展。

②学科形成阶段(15世纪中叶至20世纪初)。18~19世纪,矿物研究得到了多方面进展,逐步建立起理论基础,丰富了研究内容和研究方法,形成了一门学科。16世纪中叶,G.阿格里科拉较详细地描述了矿物的形态、颜色、光泽、透明度、硬度、解理、味、嗅等特征,并把矿物与岩石区别开来。中国李时珍在成书于1578年的《本草纲目》中描述了38种药用矿物,说明了它们的形态、性质、鉴定特征和用途。瑞典的J.J.贝采利乌斯作了大量的矿物化学成分鉴定,采用了化学式,并据此进行了矿物分类。德国化学家E.米切利希提出了类质同象与同质多象概念,出现了矿物学研究的化学学派。产生于这一时期的矿物学的另一学派是结晶学派。他们在几何结晶学及晶体结构几何理论方面获得了巨大的成就。此外,H.C.索比于1857年制成显微镜的偏光装置,推进了矿物的鉴定和研究,这一方法至今被沿用和发展着。③现代矿物学阶段。1912年德国学者M.von 劳厄成功地进行了晶体对X射线衍射的实验,从而使晶体结构的测定成为可能,并使矿物学研究从宏观进入到微观的新阶段。大量矿物晶体结构被揭示,建立了以成分、结构为依据的矿物的晶体化学分类。20世纪中期以来,固体物理、量子化学理论以及波谱、电子显微分析等微区、微量分析技术被引入,使矿物学获得了新进展,建立了矿物物理学,矿物原料和矿物材料得到更广泛的开发;开展了矿物的人工合成,高温、高压实验和天然成矿作用模拟;矿物学、物理化学和地质作用的研究相结合的分支学科——成因矿物学和找矿矿物学逐步形成,使矿物学在矿物资源的寻找与开发方面获得了更广泛的应用。

分支学科及其研究内容 ①矿物形貌学。研究矿物晶体形态和表面微形貌,并据此探索其生长机制和生成历史。②成因矿物学。研究矿物个体和群体的形成,结合物理化学和地质条件,探索矿物的成因。研究矿物成分、结构、形态、物性上反映生成条件的标志——标型特征。成因矿物学已应用于地质找矿,并逐渐形成找矿矿物学。③实验矿物学。通过矿物的人工合成,模拟和探索矿物形成的条



件及规律。④结构矿物学。探索矿物晶体结构，研究矿物化学成分与晶体结构的关系，进而探讨矿物成分、晶体结构与形态、性能、生成条件的关系。⑤矿物物理学。固体物理学、量子化学理论及谱学实验方法引入矿物学所产生的边缘学科。这一学科的发展使矿物学的研究从原子排列深入到原子内部的电子层和核结构。它研究矿物化学键的本质、精细结构与物理性能。⑥光性矿物学。主要探讨在显微镜下，矿物的各种光学性质和镜下测定各种矿物光学常数的方法。已建立起完备的以矿物光学常数为依据的矿物鉴定表，它是矿物鉴定的主要手段之一。⑦矿物材料学。矿物学与材料科学相结合的新分支。研究矿物的物理、化学性能和工艺特性在科学技术和生产中的开发应用。

此外，尚有按分类体系系统地阐述各类矿物的系统矿物学；以某类矿物为对象的专门研究，如硫化物矿物学、硅酸盐矿物学、黏土矿物学、宝石矿物学等；全面研究某一地区内矿物的区域矿物学；研究地幔矿物的地幔矿物学；研究其他天体矿物的宇宙矿物学（包括陨石矿物学、月岩矿物学等）。

研究方法 野外研究方法包括矿物的野外地质产状调查和矿物样品的采集。室内研究方法很多。手标本的肉眼观察，包括双目显微镜下观察和简易化学试验，是矿物研究必要的基础。偏光和反光显微镜观察包括矿物基本光学参数的测定广泛用于矿物种的鉴定。矿物晶体形态的研究方法包括用反射测角仪进行晶体测量和用干涉显微镜、扫描电子显微镜对晶体表面微形貌的观察。检测矿物化学成分的方法有：光谱分析，常规的化学分析，原子吸收光谱、激光光谱、X射线荧光光谱和极谱分析，电子探针分析，中子活化分析等。在物相分析和矿物晶体结构研究中，最常用的方法是粉晶和单晶的X射线分析，来测定晶胞参数、空间群和晶体结构。此外，还有红外光谱用作结构分析的辅助方法，测定原子基团；以穆斯堡尔谱测定铁等的价态和配位；用可见光吸收谱作矿物颜色和内部电子构型的定量研究；以核磁共振测定分子结构；以顺磁共振测定晶体结构缺陷（如色心）；以热分析法研究矿物的脱水、分解、相变等。透射电子显微镜的高分辨性能可用

来直接观察超微结构和晶格缺陷等，在矿物学研究中日益得到重视。为了解决某方面专门问题，还有一些专门的研究方法，如包裹体研究法、同位素研究法等。矿物作为材料，还根据需要作某方面的物理化学性能的试验。

与其他学科的关系 矿物是结晶物质，具有晶体的各种基本属性。因此，结晶学与化学、物理学一起，都是矿物学的基础。历史上，结晶学就曾矿物学的一个组成部分。矿物本身是天然产出的单质或化合物，同时又是组成岩石和矿石的基本单元，因此矿物学是岩石学、矿床学的基础，并与地球化学、宇宙化学都密切相关。矿物学还是研究矿物原料和材料的寻找、开发和应用的基础，因此它与找矿勘探地质学、采矿学、选矿学、冶金学、材料科学的关系也很密切。此外，矿物学运用数学、化学和物理学的理论和技术，并彼此相互渗透和结合，还产生了如矿物物理学等新的边缘学科。

展望 矿物学发展趋向是：①研究领域扩大，即由地壳矿物到地幔矿物和其他天体的宇宙矿物，由天然矿物到人工合成矿物。②研究内容由宏观向微观纵深发展，由主要组分到微量元素，由原子排列的平均晶体结构到局部具体的晶体结构和涉及原子内电子间及原子核的精细结构。③矿物学在应用领域的迅速发展，矿物学的研究成果除在地质学研究和找矿工作中进一步得到应用外，矿物本身的研究目标，已不仅在于主要把它作为提取某种有用成分的矿物原料，还在于从中获得具有各种特殊性能的矿物材料，这方面的研究具有广阔的发展前景。

[二、矿物]

天然产出、具有一定的化学成分和有序的原子排列，通常由无机作用所形成的均匀固体。

概述 在科学发展史上，矿物的定义曾经多次演变。按现代概念，矿物首先



必须是天然产出的物体，从而与人工制备的产物相区别。但对那些虽由人工合成，而各方面特性均与天然产出的矿物相同或密切相似的产物，如人造金刚石、人造水晶等，则称为人工合成矿物。早先，曾将矿物局限于地球上由地质作用形成的天然产物。但是，近代对月岩及陨石的研究表明，组成它们的矿物与地球上的类同，有时只是为了强调它们的来源，称它们为月岩矿物和陨石矿物，或统称为宇宙矿物。另外，还常分出地幔矿物，以与一般产于地壳中的矿物相区别。

其次，矿物必须是均匀的固体。气体和液体显然都不属于矿物。但有人把液态的自然汞列为矿物；一些学者把地下水、火山喷发的气体也都视为矿物。至于矿物的均匀性则表现在不能用物理的方法把它分成在化学成分上互不相同的物质。这也是矿物与岩石的根本差别。

此外，矿物这类均匀的固体内部的原子是作有序排列的，即矿物都是晶体。但早先曾把矿物仅限于“通常具有结晶结构”，作为特例，诸如水铝英石等极少数天然产出的非晶质体，也被划入矿物。这类在产出状态和化学组成等方面的特征均与矿物相似，但不具结晶构造的天然均匀固体特称为似矿物。似矿物也是矿物学研究的对象，往往并不把似矿物与矿物严格区分。

每种矿物除有确定的结晶结构外，还都有一定的化学成分，因而还具有一定的物理性质。矿物的化学成分可用化学式表达，如闪锌矿和石英可分别表示为 ZnS 和 SiO_2 。但实际上所有矿物的成分都不是严格固定的，而是可在程度不等的一定范围内变化。造成这一现象的原因是矿物中原子间的广泛类质同象替代。如闪锌矿（ ZnS ）中总是有 Fe^{2+} 替代部分的 Zn^{2+} ， $\text{Zn}:\text{Fe}$ （原子数）可在 1:0 到 6:5 间变化，此时其化学式则写为 $(\text{Zn}, \text{Fe})\text{S}$ 。石英的成分非常接近于纯的 SiO_2 ，但仍含有微量的 Al^{3+} 或 Fe^{3+} 等类质同象杂质。

最后，矿物一般是由无机作用形成的。早先曾把矿物全部限于无机作用的产物，以此与生物体相区别。后来发现有少数矿物，如石墨及某些自然硫和方解石，是有机起源的，但仍具有作为矿物的其余全部特征，故作为特例，仍归属于矿物。

至于煤和石油，都是由有机作用所形成，且无一定的化学成分，故均为非矿物，也不属于似矿物。绝大多数矿物都是无机化合物和单质，仅有极少数是通过无机作用形成的有机矿物，如草酸钙石 $[\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ 等。

形态 矿物千姿百态，就其单体而言：它们的大小悬殊，有的用肉眼或用一般的放大镜可见（显晶），有的需借助显微镜或电子显微镜辨认（隐晶）。有的晶形完好，呈规则的几何多面体形态，有的呈不规则的颗粒存在于岩石或土壤之中。矿物单体形态大体上可分为三向等长（如粒状）、二向延展（如板状、片状）和一向伸长（如柱状、针状、纤维状）3种类型。而晶形则服从一系列几何结晶学规律。

矿物单体间有时可以产生规则的连生，同种矿物晶体可以彼此平行连生，也可以按一定对称规律形成双晶，非同种晶体间的规则连生称浮生或交生。

矿物集合体可以是显晶或隐晶的。隐晶或胶态的集合体常具有各种特殊的形态，如结核状（如磷灰石结核）、豆状或鲕状（如鲕状赤铁矿）、树枝状（如树枝状自然铜）、晶腺状（如玛瑙）、土状（如高岭石）等。

物理性质 长期以来，人们根据物理性质来识别矿物。如颜色、光泽、硬度、解理、密度和磁性等都是矿物肉眼鉴定的重要标志。

作为晶质固体，矿物的物理性质取决于它的化学成分和晶体结构，并体现着一般晶体所具有的特性——均一性、对称性和各向异性。

矿物的颜色多种多样。呈色的原因，一类是白色光通过矿物时，内部发生电子跃迁过程而引起对不同色光的选择性吸收所致；另一类则是物理光学过程所致。导致矿物内电子跃迁的内因，最主要的是：①色素离子的存在，如 Fe^{3+} 使赤铁矿呈红色， V^{3+} 使钒榴石呈绿色等。②晶格缺陷形成“色心”，如萤石的紫色等。矿物学中一般将颜色分为3类：自色是矿物固有的颜色；他色是指由混入物引起的颜色；假色则是由于某种物理光学过程所致，如斑铜矿新鲜面为古铜红色，氧化后因表面的氧化薄膜引起光的干涉而呈现蓝紫色的锖色。矿物内部含有定



向的细微包裹体，当转动矿物时可出现颜色变幻的变形，透明矿物的解理或裂隙有时可引起光的干涉而出现彩虹般的晕色等。

条痕是指矿物在白色无釉的瓷板上划擦时所留下的粉末痕迹。条痕色可消除假色，减弱他色，通常用于矿物鉴定。

光泽是指矿物表面反射可见光的能力。根据平滑表面反光的由强而弱分为金属光泽（状若镀克罗米金属表面的反光，如方铅矿）、半金属光泽（状若一般金属表面的反光，如磁铁矿）、金刚光泽（状若钻石的反光，如金刚石）和玻璃光泽（状若玻璃板的反光，如石英）4级。金属和半金属光泽的矿物条痕一般为深色，金刚或玻璃光泽的矿物条痕为浅色或白色。此外，若矿物的反光面不平滑或呈集合体时，还可出现油脂光泽、树脂光泽、蜡状光泽、土状光泽及丝绢光泽和珍珠光泽等特殊光泽类型。

透明度是指矿物透过可见光的程度。影响矿物透明度的外在因素（如厚度、含有包裹体、表面不平滑等）很多，通常是在厚为0.03毫米薄片的条件下，根据矿物透明的程度，将矿物分为：透明矿物（如石英）、半透明矿物（如辰砂）和不透明矿物（如磁铁矿）。许多在手标本上看来并不透明的矿物，实际上都属于透明矿物如普通辉石等。一般具玻璃光泽的矿物均为透明矿物，具金属或半金属光泽的为不透明矿物，具金刚光泽的则为透明或半透明矿物。

矿物在外力作用如敲打下，沿任意方向产生的各种断面称为断口。断口依其形状主要有贝壳状、锯齿状、参差状、平坦状等。在外力作用下矿物晶体沿着一定的结晶学平面破裂的固有特性称为解理。解理面平行于晶体结构中键力最强的方向，一般也是原子排列最密的面网发生，并服从晶体的对称性。解理面可用单形符号表示，如方铅矿具立方体 $\{100\}$ 解理、普通角闪石具 $\{110\}$ 柱面解理等。根据解理产生的难易和解理面完整的程度将解理分为极完全解理（如云母）、完全解理（如方解石）、中等解理（如普通辉石）、不完全解理（如磷灰石）和极不完全解理（如石英）。裂理又称裂开，是矿物晶体在外力作用下沿一定的结晶