

关于沸石类矿物命名法的建议() *

摘 要:本文系对 IMA-CNMMN 批准的沸石命名法的修改建议。其中扩展了沸石类矿物的定义,今后凡具有沸石的性质,但其结构中含有四面体格架者则可视作沸石;亦允许非硅和铝的元素在格架内的完全替换。在具特定结构的组成系列中,格架外的不同阳离子中的原子比值最大者可确定为独立的矿物种,命名时采用相应的元素符号作为后缀,用连字符加在系列名称之后[钙十字沸石类(philipsite)和方沸石(analcime)系列中的交沸石(harmotome)、铯沸石(pollucite)和斜钙沸石(wairakite)除外]。具有相同结构格架的沸石中空间群对称和有序—无序关系的差异一般不作为建立独立矿物种的根据。除片沸石(heulandite) ($\text{Si}/\text{Al} < 4.0$) 和斜发沸石(clinoptilolite) ($\text{Si}/\text{Al} > 4.0$) 外,沸石的矿物种不能只靠 Si/Al 值来区分。失水、部分水化和过量水化不能作为区别沸石独立矿物种的根据。在涉及到沸石的简化分子式或平均分子式时,应当避免使用“理想分子式”这一术语。在不同的组成系列中最近确定的矿物种有: brewsterite-Sr、-Ba (锶沸石-Sr、-Ba)、chabazite-Ca、-Na、-K (菱沸石-Ca、-Na、-K)、clinoptilolite-K、-Na、-Ca (斜发沸石-K、-Na、-Ca)、dachiardite-Ca、-Na (环晶沸石-Ca、-Na)、erionite-Na、-K、-Ca (毛沸石-Na、-K、-Ca)、faujasite-Na、-Ca、-Mg (八面沸石-Na、-Ca、-Mg)、ferrierite-Mg、-K、-Na (镁碱沸石-Mg、-K、-Na)、gmelinite-Na、-Ca、-K (钠菱沸石-Na、-Ca、-K)、heulandite-Ca、-Na、-K、-Sr (毛沸石-Ca、-Na、-K、-Sr)、levyne-Ca、-Na (插晶菱沸石-Ca、-Na)、paulingite-K、-Ca (勃林沸石-K、-Ca)、phillipsite-Na、-Ca、-K (钙十字沸石-Na、-Ca、-K) 和 stilbite-Ca、-Na (辉沸石-Ca、-Na)。原文对于包括 13 个组成系列在内的总计 82 种沸石矿物和 3 个存疑的物相列出了主要参考文献、典型产地、名称来源、化学数据、IZA 结构类型符号、空间群对称、晶胞参数和关于结构的简要论述(由于篇幅所限,将另文刊出——编译者注)。herschelite (碱菱沸石)、leonhardite (黄浊沸石) 和 svetozarite (钾丝光沸石) 已确定为无效矿物种名称。

关 键 词:沸石类矿物;矿物命名;矿物分类

中图分类号: P578.974

文献标识码: A

文章编号: 1007-2802(2001)03-0149-07

“Zeolite”是 1756 年由瑞典矿物学家根据某些硅酸盐矿物在硼砂熔珠试验中的行为引入的名称(寓意“沸腾的石头”)。Haüy (1801) 确定了三种沸石类矿物名称: silbite、analcime 和 harmotome (还有“mesotype”, 但已弃用)。Chabazite 和 leucite 则命名得更早。至 1842 年经详细描述并具现代意义的沸石类矿物达 19 种。Göttardi 和 Galli (1985) 列出了 46 种沸石矿物。此后新矿物种不断发现。方沸石的晶体结构是首次测定的沸石晶体结构 (Taylor, 1930); 据此, Hey (1930) 指出: 一般来说, 沸石具有铝硅酸盐格架, 该格架与碱金属或碱土金属阳离子 (亦或这两者) 呈松弛状成键, 水分子占据格架外的位置。Hey (1930) 认为沸石要求的必要条件是经验分子式中的 Al_2O_3 (Ca, Sr, Ba, Na₂, K₂)O 的分子比值为 1 和 $\text{O} (\text{Si} + \text{Al}) =$

2。

沸石具有其它一些发育程度不同的特性, 主要是可逆地低温失水性能、其失水形式可逆地吸附其它分子的能力、格架外阳离子易于低温交换的趋势和对端员组成的格架内 Si/Al 值严格的结构限制。某种情况下, 实测的格架外的化学组成会由于在实验室中或其它场所由于人类活动引起的阳离子交换所致。此外, 沸石的化学组成不能用传统的光学方法进行常规测定。或许由于上述的综合因素, 只有比较少的以固溶体系列中主要格架外阳离子为基础的沸石的独立矿物种名称; 这与大多数矿物族的情况不同, 并且与 CNMMN 的原则 (Nickel 和 Mandarino, 1987) 亦有不相符合之处。随着研究工作的加强和电子探针技术的发展, 产生了大量有关化学组成

收稿日期: 2001-06-04

* 本文系据国际矿物学协会 (IMA) 新矿物及矿物命名委员会 (CNMMN) “沸石专业委员会 (IZA) 的报告”编译。原文由 D. S. Coombs (主席) 等 18 名成员署名发表, 原载 The Canadian Mineralogist (1997, 35:1571 - 1606)

的信息。自动单晶 X 射线衍射仪和其它技术的进展使许多结构方面的复杂问题的研究得以实现,其中包括格架内的有序—无序关系以及伴随产生的晶胞参数和对称的变化。Mazzi、Galli (1978) 和 Teertstra 等 (1994) 对方沸石的研究证实:伴随着格架内有序的不同样式和可能的平移变换,存在着很大范围的空间群对称。与其它多数矿物比较,格架外阳离子的空间位置常常不能严格确定且占位变化大。依据每个结构位置上主要离子的占位来区别独立矿物种的原则,要与沸石结构中格架外位置的具体情况相适应。此外,这些结构位置上占位度的变化会造成格架不同程度的歪曲,从而引起空间群对称的变化。

除在四面体位置中含有磷、铍或其它元素外,某些矿物在各方面满足沸石的传统定义,但不符合 Hey (1930) 确定的 $O (Si + Al) = 2$ 的要求。另一些具有沸石性质的结构相关的矿物,其中全部四面体位置均由非硅和铝的元素占据。尚有一些具有沸石性质的矿物,由于格架被其中存在的 (OH) 或 F 所隔断,从而不符合沸石的传统要求,如 Gattardi 与 Galli (1985) 认为属于沸石的 parthéite (帕水硅铝钙石, $Ca_2 [Al_4Si_4O_{15} (OH)] \cdot 2H_2O$)。由于沸石材料的工业应用价值,具有沸石性质的材料合成和结构分析已经成为重要研究领域,并已有大量文献。

IMA-CNMMN 沸石专业委员会有关沸石命名法的建议如下,并已被 IMA-CNMMN 采纳。

1 沸石矿物的定义

在确定沸石可操作定义的过程中,沸石专业委员会所持的观点是:历史上的和矿物学意义的沸石是天然产出的矿物,不涉及这一术语在合成材料和工业中的应用。随着矿物学的发展,发现 Hey (1930) 的定义过于严格,专业委员会对于如下几个问题给予特别的关注:一,是否允许 50% 以上的非硅和铝的元素在四面体位置中的替换? 二, H_2O 和格架外阳离子的存在是否作为绝对必要的条件? 三,格架结构中存在断键能否视为沸石矿物?

本专业委员会将沸石矿物定义为一类结晶物质,其结构以四面体连接形成的格架为特征,四面体由 4 个氧原子围绕一个阳离子组成。这种格架含有以通道和空笼形式存在的空腔。空腔中通常由水分

子和可交换的格架外阳离子占据。通道的尺寸足够大到可允许客体分子通过。水化相的失水作用常在低于 400 °C 下发生,而且是可逆的。格架的价键可以由于 (OH, F) 基团的存在而中断,即 (OH, F) 占据四面体角顶的位置且不与相邻的四面体共用。

定义的应用:格架外阳离子在相对较低的温度下相对容易交换是沸石和沸石行为的特性,但在不同矿物种间差异很大。因此,就交换程度而言尚不能为沸石的确定提供一个便捷的指标。实际上,沸石矿物结构中的通道宽度必须至少大于由 6 个四面体组成的六元环方能允许在常温常压下产生沸石行为。诸如长石、霞石、方钠石、方柱石、黑方英石 (melanophlogite) 和白针柱石 (leifite) 等架状结构,其中的通道很小,不允许发生可逆性失水、分子筛或者阳离子交换等典型的沸石行为,因此不属于沸石类矿物。

在 Atlas of Zeolite Structure Types (Meier 等, 1996) 中曾经将格架密度 (1 nm^3 四面体位置的个数) 作为确定沸石的一项标准参数。然而,这个参数不能提供通道和空笼存在和分布的必要证据,因此在目前的定义中未予采纳。

某些具四面体架状结构和沸石特征的矿物,如帕水硅铝钙石 (parthéite)、水硅铝钙石 (roggianite)、莫里铅沸石 (maricopaite) 和水硅锰钙铍石 (chiavennite) 等,其某些四面体的一个角顶不是由 O 原子占据,代之以 (OH) 或 F 占据,不再与一个相邻的四面体形成键桥,从而使格架中断。现在承认这类矿物为沸石类矿物。按照现在采用的定义,钙霞石 (cancrinite) 族的矿物能否视为沸石尚存争议,过去至少由于较大的挥发性阴离子的存在 (Hassan, 1997),多数矿物学家认为该矿物族不同于沸石,本文不对此进行评论。类似的还有钡钙霞石 (wenkite),其中含有较大的空笼和通道,但其中为 SO_4 、Ca 和 Ba 离子所堵塞,抑制了沸石行为的产生;此外,在 500 °C 以下无失水效应。因此沸石专业委员会认为钡钙霞石不属于沸石类矿物。

很少有人认为白榴石 (leucite) 属于沸石类矿物,原因是它不显示充分的沸石行为。但是白榴石具有与方沸石相同的架状结构并符合目前采用的沸石定

义。铵白榴石(ammonioleucite)可视为方沸石的一种衍生物,可以通过阳离子交换由方沸石合成获得,或许可以在自然界由方沸石通过低温交换反应形成。目前认为白榴石、铵白榴石和 kalbosite (钡沸石 edingdonite 结构的衍生物)均属于沸石类矿物。

符合现行定义的矿物还有铍磷酸盐类的 parahasapaite 和 weinebeneite,其中既不含硅也不含铝,可视为无硅沸石或者磷酸盐沸石的实例。

2 沸石类矿物命名法的规则

在表述沸石命名法规则的过程中,专业委员会强烈感觉到应当把这些规则视为指导性的原则,而不是某种严格的规定。正如 Nickel 和 Mandarino (1987)所言:“严格规定对于确定一种新矿物名称所要求的组成和结晶学方面的差异是否足够大的原则,可能是不妥当的,应根据每项新矿物建议的自身品质加以定夺”。下面将通过具体事例说明专业委员会对于沸石命名法规则或原则的应用思路,强调具体问题具体分析。某种情况下,对于保留一个已经存在的名称或许有历史上应用的根据,但针对提出一个新的名称也许存在着另外一些违反现行规则的问题。规则 2 所出现的情况尤其困难,要求加以慎重考虑。

2.1 规则 1

(a) 具有结构独特的四面体格架的一种或多种沸石矿物,若其中之一的化学组成是与众不同的,则构成独立的矿物种。

(b) 具有结构相同的四面体格架的沸石,若其化学组成具有一定的范围,其中某一种格架外阳离子的原子比值可能最大,且不同的阳离子可能占据不同的格架外结晶学位置,则这类沸石构成系列,这种系列由两个或多个矿物种构成,在最富的格架外阳离子的基础上加以区分。

规则 1 的应用解释:以浊沸石(laumontite)为例。浊沸石具有独特的结构格架,目前已知其化学组成总是以 Ca 为主要的格架外阳离子。根据规则 1a,浊沸石是一个独立的矿物种。钠沸石(natrolite)、中沸石(mesolite)和钙沸石(scolocite)具有相同的格架结构,但各自的化学组成均不相同。根据规则 1a,三者均为独立的矿物种。

菱沸石(chabazite)具有特定的格架结构,其化学组成具有一定的范围,其中 Ca、Na 和 K 中的任一个都可能是最富的格架外阳离子。有时含 Sr,但至今尚无在天然样品中含量最高的报道。按规则 1b,菱沸石是由 3 个独立矿物种组成的系列。目前已知接近端员的 Na、K、Ca 和 Sr 的组成易于由天然的以 Ca 为主的菱沸石在 110 °C 下经离子交换获得(Albert 等,1982),但这不能作为识别天然系列矿物的根据。

中沸石中的 Na 或 Ca 也许会稍稍过量,但 Na/Ca 的原子比值总是接近于 1:1。这种组成上很小的变化范围并不重要,因此中沸石不再根据化学组成做进一步划分。在许多种沸石中,格架外阳离子可区分出几种特定的结构位置。但由于相对松弛的成键以及建立单个位置的占位度中出现的特殊问题,一般在确定沸石种属中只考虑格架外阳离子的总量比值。

2.2 规则 2

(a) 在具有相同特征的结构格架的沸石矿物中,空间群对称和有序—无序关系的差异一般不作为区分独立矿物种的根据,但具体问题应具体处理。

(b) 在评价这类问题时,应考虑其与化学组成的关系等其它一些因素。

规则 2 的应用解释:沸石专业委员会发现在处理本规则所涉及的问题时规定某种定量标准是不切实际的。不考虑以前曾做出过的决定,在处理涉及规则 2b 所遇到的违反规则 2a 所阐述的原则问题时,应当以真正有意义的根据为基础,并应仔细斟酌。

方沸石和其它一些沸石具有几种不同的空间群对称。在某种情况下,在同一块手标本的极其微细的尺度上出现化学成分相同而空间群对称不同的现象。这可能与 Si、Al 有序化有关,在这种情况下一般不能建立独立的矿物种名称。

水钙沸石(gismondine)和十字沸石(garronite)是具有相同格架结构的沸石矿物实例。两者中均以 Ca 为主要的格架外阳离子,其区别在于由 Si、Al 无序化引起的空间群对称的不同,以及十字沸石中含有一定量的 Na,从而两者均被承认为独立的矿物种。戈硅钠铝石(gobbinsite)和斜碱沸石(amicite)具有与水钙沸石相同的格架结构,但是成分以碱金属

元素为主。两者的空间群对称的不同似乎与戈硅钠铝石中的 Si、Al 无序化及可能存在的化学成分的差异有关。因此这两个矿物名称暂时保留。钠红沸石 (barre-rite) 的结构与辉沸石 (stilbite)、淡红沸石 (stellerite) 类似,但具有不同的空间群对称。这种差异与格架外阳离子的存在所引起的格架内部的旋转性位移有关 (Galli 和 Albert, 1975), 因此其名称亦暂作保留。

2.3 规则 3

沸石矿物种的区分今后将不唯一地以格架的 Si Al 值为基础。片沸石 (heulandite) 和斜发沸石 (clinoptilolite) 则作为例外。片沸石被确定为具有片沸石特定的格架结构的系列,其 $Si/Al < 4.0$; 斜发沸石为具有同样格架结构的系列,其 $Si/Al \geq 4.0$ 。

规则 3 的应用解释:许多沸石的 Si/Al 比值都具有很宽的变化范围,但其本身不能作为区分沸石独立矿物种的充分根据。片沸石和斜发沸石的名称作为例外保留,系因其长期的习惯应用和便于识别主要的化学特征所致。其实在一个连续的组成范围内所采用的划分标准完全是随意的。就片沸石和斜发沸石而言,常规的 50 % 原则不能应用。原因是并不存在明确的 Si 和 Al 的端员组成。某些研究者曾用热稳定性将片沸石和斜发沸石区分开来。然而,如 Mumpton (1960) 所述,热稳定性只是一个有助于鉴定的派生性质。Alieti (1972) 和 Bolies (1972) 曾指出,片沸石和斜发沸石之间无论格架内的组成亦或格架外阳离子的含量均不存在严格的界限,而且组成过渡性样品的热稳定性也显示中间值的特征。

2.4 规则 4

失水作用、部分水化和过量水化,无论可逆与否均不能作为区分沸石独立矿物种的充分根据。

规则 4 的应用解释:假若一个新的结构独特的格架的产生是由过量水化作用或部分水化作用造成的,则其是否为独立的矿物种将用规则 1 判断。黄浊沸石 (leonhardite) 是浊沸石 (laumontite) 的部分失水形式 (多数情况下是可逆的), 因此黄浊沸石 (leonhardite) 不再作为独立的沸石矿物种的名称存在。

2.5 规则 5

具有不同格架外阳离子的沸石矿物系列中的单个成员采取在系列名称后面添加表示该格架外阳离子的元素符号的后缀的办法命名,表明该元素为格架外阳离子中的原子比值最大者,比如菱沸石-Ca (chabazite-Ca)。

考虑到历史上的因素,下列沸石矿物名称将予以保留:交沸石 (harmotome) 作为钙十字沸石 (philipsite) 系列中的以 Ba 为主的成员;铯沸石 (pollucite) 作为具有方沸石结构类型的以 Cs 为主的沸石;斜钙沸石 (wairakite) 的名称除历史上长期采用外,因其空间群对称明显不同及与格架外阳离子含量有关的 Si、Al 有序 (规则 2a) 等原因,保留作为方沸石结构类型的以 Ca 为主的沸石的名称。碱菱沸石 (herschelite) 的名称则由菱沸石-Na (chabazite-Na) 取代。

规则 5 的应用解释:经公开发表的资料证实符合规则 5 规定的新矿物种列在表 1 中。按规则 5 的规定增加新矿物种的建议与新矿物名称的其它建议相同,须经过有关批准程序。

表 1 新建议的化学组成系列的沸石矿物种

Table 1 Newly proposed zeolite species within compositional series

系 列	矿物种名称	系 列	矿物种名称	系 列	矿物种名称
brewsterite	锶沸石-Sr	erionite	毛沸石-Ca	heulandite	片沸石-K
(锶沸石)	锶沸石-Ba	faujasite	八面沸石-Na	(片沸石)	片沸石-Sr
chabazite	菱沸石-Ca	(八面沸石)	八面沸石-Ca	levyne	插晶菱沸石-Ca
(菱沸石)	菱沸石-Na		八面沸石-Mg	(插晶菱沸石)	插晶菱沸石-Na
	菱沸石-K	ferrierite	镁碱沸石-Mg	paulingite	勃林沸石-K
clinoptilolite	斜发沸石-K	(镁碱沸石)	镁碱沸石-K	(勃林沸石)	勃林沸石-Ca
(斜发沸石)	斜发沸石-Na		镁碱沸石-Na	phillipsite	钙十字沸石-Na
	斜发沸石-Ca	gmalinite	钠菱沸石-Na	(钙十字沸石)	钙十字沸石-Ca
dachiardite	环晶沸石-Ca	(钠菱沸石)	钠菱沸石-Ca		钙十字沸石-K
(环晶沸石)	环晶沸石-Na		钠菱沸石-K	stilbite	辉沸石-Ca
erionite	毛沸石-Na	heulandite	片沸石-Ca	(辉沸石)	辉沸石-Na
(毛沸石)	毛沸石-K	(片沸石)	片沸石-Na		

采用 Levinson 式的后缀系统避免了增殖大量新的和非相关的矿物种名称,并确保了结构等同的组成系列的成员便于同时检索。其另一个优点是在缺乏充分的化学数据时,对一种矿物赋予一个明确的系列名称。所采用的命名系统与 Levinson (1966) 就稀土矿物所采用的后缀的不同之处是元素符号不加圆括号。

非主要的格架外阳离子有意义的含量,如果需要可以用诸如含钙的 (calcian) 或含钠的 (sodian) 等形容词形式来表示,比如含钙的斜发沸石-K (calcian clinoptilolite)。这种形容词式的修饰不是矿物种正式名称的组成部分。

非正式的应用常常采用描述性术语,比如 calcium chabazite 或 Ca chabazite,其中元素的名称和符号属于形容词性质,从遵循 IMA 规则角度来说,应当避免以矿物名称形式出现在出版物中,更不能添加连字符;在这种情况下,正确的名称应为 chabazite-Ca (菱沸石-Ca)。对于由菱沸石-Ca 通过离子交换制备的菱沸石-Na,建议采用钠替换的菱沸石-Ca (sodium-substituted chabazite-Ca) 这样的术语。菱沸石仍保留为正确的名称,表示未经组成特征鉴定的菱沸石系列的一个成员。

2.6 规则 6

(a) 沸石矿物种的空间群变化可以在矿物种名称后面采用加圆括号的空间群符号表示,比如 analcime (Ibca) [方沸石 (Ibca)], heulandite-Ca (C2/m) [片沸石-Ca (C2/m)]。

(b) 有序程度也可以在矿物名称前面加上诸如 disordered (无序的) 或 fully ordered (充分有序的) 等形容词表示。

规则 6 的应用解释:规则中建议的修饰词均不属于矿物正式名称的组成部分。

3 已承认的沸石系列和矿物种

已建立系列的沸石和在最富的格架外阳离子基础上承认的新矿物种 (规则 5) 列在表 1 中,每个系列第一个命名的成员对应于该系列的原始典型样品的名称。

有关所有已经承认的矿物种的简要描述亦在原文中列出,包括矿物名称、简化分子式、单胞分子数、

国际沸石协会结构委员会的结构类型代码、原始文献、典型产地、化学组成范围、四面体硅的占位度、晶系、空间群、晶胞参数、晶体结构的简要描述、目前已知的有序度变化及其对应的空间群对称的变化等。由于篇幅所限,本文不做叙述,将另文刊出。

4 讨论

(1) 是否允许超过 50 % 的非硅、铝元素在四面体位置中的替换:沸石专业委员会一致同意在沸石的定义中允许 P 和 Be 在四面体位置中替代 Si 和 Al。与此有关的讨论议题都集中在能否应用 50 % 规则。俗称的 50 % 规则 (Nickel, 1992) 通常应用于二元固溶体系列,即在其组成的中点按照主要阳离子划分为两个矿物种,但是对于固溶体系列的单个成员就不能再进一步划分为两个矿物种。比如沸石类矿物中可能出现的情况。50 % 规则的拥护者认为沸石的定义应当包括结构和化学组成两个方面,沸石可以是铝硅酸盐矿物也可以是无铝硅酸盐矿物;相反的意见认为在优先考虑结构等效和沸石特征基本相同的条件下,不必顾及四面体位置中的 Si 和 Al 的含量,在 Si 和 Al 含量上建立任何特殊限制都会是随意的和不适当的。经过投票,专业委员会的大多数成员支持后一种观点。铍硅酸盐中的铍硅钠石 (lovdarite)、水硅锰钙沸石 (chiavennite) 及铍硅酸盐中的水硅铍钠石 (gaultite),其中 50 % 以上的四面体位置由 Si 占据,几乎不含 Al,现在均已承认为沸石类矿物。铍磷酸盐中的水磷钙铍沸石 (pahasapaite) 和水磷铍钙石 (weinebeneite),其中既不含 Si 也不含 Al,但具有典型的沸石结构和其他的沸石特征,这两个矿物可视为无硅沸石或磷酸盐沸石的实例。

在目前采用的沸石的定义中,关于化学组成可表述为:沸石矿物的格架实质上由氧原子和与氧原子形成四面体配位的阳离子组成。

(2) H_2O 和格架外阳离子的存在是否为沸石的必要条件:可逆性的失水作用是沸石行为的一个特征,但一种矿物含有多少水才能认为是沸石? 铯沸石与方沸石形成连续的系列,水的含量随着 Cs 含量的增加而逐步减少,以致于无 Na 的 Cs 成员实际上不含水。随意规定水含量数值,低于该含量就认为铯沸石 (或其他矿物) 是不含水的,甚至不再是沸石

类矿物,这显然是不必要的、不切实际的和不符合逻辑的。不难理解,某些典型的沸石矿物会在自然条件下发生可逆失水作用,但并不破坏其结构,因而不会不被承认为沸石。尽管沸石一般是含水的,但在沸石的定义中规定水的存在是不适当的。

已知 Si 在天然沸石的四面体中的占有率可达 88%,比如穆硅钙钠沸石 (mutimaite)。理论上没有根据表明硅的占有率不能超过这一数值。假若 Si 在四面体中的占有率接近 100%,则格架外阳离子的含量就接近于 0,即便如此其结构和其他特性还会保持沸石的典型特征。在沸石的定义中将这种假设的 Si 端员排除在沸石类矿物之外同样是不恰当的。黑方英石 (melanophlogite) 作为一种低密度的 SiO_2 相就是一个可能的实例,其格架中具有较大的空笼,但缺乏允许客体分子通过的适当的通道,因此目前采用的定义将其排除在外。

(3) herchelite (碱菱沸石) 的名称是无效矿物种名称,由 chabazite-Na (菱沸石-Na) 取代: herchelite ($\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) 是由 L'Évy (1825) 根据 Herschel 提供的采自西西里岛埃特那山旁侧的“Acireale” (现为 Acireale) 的样品命名的。当时的文献和近来的调查表明,样品产于 Acireale 的玄武质熔岩中。L'Évy (1825) 的描述是:含有“氧化硅、氧化铝和钾”的六方形板状晶体。后来经鉴定确定为菱沸石,而且样品中富钠而非富钾,但仍将其归属为同义词。Strunz (1956) 证实 Herschelite 具有与菱沸石相同的 X 射线粉晶衍射谱。Mason (1962) 根据 Herschelite 和“常规的”富钙的菱沸石之间的人为设定的化学组成界限以及 Herschelite 的特定的结晶习性和较低的折光率,提出重新启用 Herschelite 这一名称。

Passaglia (1970) 证明了从 Ca-型到 Na-型乃至扩展到三元系列中的 K-型之间化学组成是连续的,并不存在可识别的组成间隙。折光率低是由富钠引起的。不同的结晶习性不能作为建立独立矿物种的根据。某些以钠为主的菱沸石具有菱面体外形而非板状习性,在微米级集合体中则呈形态不完整的薄板状 (Sheppard 等, 1978)。

从其历史演变过程和上述讨论来看, herchelite 这一名称不再有效,代之以 chabazite-Na (菱沸石-Na), 表示菱沸石系列中格架外阳离子以钠为最富的成员。

(4) leonhardite (黄浊沸石) 属于 H_2O -poor laumontite (贫水的浊沸石) Leonhardite ($\text{Ca}_4[\text{Al}_5\text{Si}_{16}\text{O}_{48}] \cdot \sim 14\text{H}_2\text{O}$) 是 Blum (1840) 提出的一种与 laumontite (Ca_4

$[\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}] \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) 密切相关的矿物,两者具有不同的外形。其典型产地为 Shemnitz。Delffs (1843) 指出,该典型产地的 leonhardite 与 laumontite 相比水含量更低 (单位分子式中 13 个 H_2O 分子)。Doelter (1921) 认为 leonhardite 除 H_2O 含量较低外,与 laumontite 的化学组成相同。Leonhardite 这一名称一直广泛用于表示在大气条件下快速形成并经部分可逆性失水作用的 laumontite。这种部分失水作用发生在野外露头 and 实验室中,与水的蒸汽压呈函数关系,浸在水中后易于观察到消光角和晶胞参数的变化 (Coombs, 1952; Armbruster & Kohler, 1992)。

费尔斯曼 (1908) 对产自克里米亚库尔兹的一种于大气条件下既非失水作用亦非重新水化的具有 14 个 H_2O 分子的样品,引入了“primary leonhardite (原生的黄浊沸石)”这一术语,其中仍以 Ca 为主,但存在 (Na, K)₂ 对 Ca 的部分取代 (Pipping, 1966)。

Wuest 与 Armbruster (1997) 和 Soltz 与 Armbruster (1997) 分别指出, Blum (1843) 存放在维也纳自然历史博物馆的 leonhardite (采自 Shemnitz) 和存放在莫斯科费尔斯曼矿物学博物馆的上述“原生的黄浊沸石”都具有与 laumontite 相同的 Si、Al 有序四面体格架。后者较低的水含量可归因于较大的附加阳离子的替代造成的空间限制。

从遵从规则 4 考虑, leonhardite 是无效的矿物种名称,实际上只是 laumontite (浊沸石) 的贫水变体;所谓“primary leonhardite”实际上是贫水的、含钠和钾的浊沸石。

(5) svetlozarite (钾丝光沸石) 应为 dichardite-Ca (环晶沸石-Ca): Maleev (1976) 将产于保加利亚 Rhodopes 东部 Zvesdel 以西角砾岩化安山岩的玉髓细脉中的球粒状高 SiO_2 的沸石定名为 svetlozarite, 分析表明其中 $\text{Ca} > \text{Na} > \text{K}$, 含少量 Fe 和 Mg。Maleev 根据 X 射线粉晶衍射数据, 认为属于斜方晶系, c 轴的重复周期为 7.5 nm, 认为是 mordenite (丝光沸石) 族所具有的特征。

Cellens 等 (1982) 通过 X 射线粉晶和单晶衍射及透射电镜的研究指出, svetlozarite 的空间群 $Ccma$ (?) 与具有不规则的周期性双晶和堆垛层错的 dichardite (环晶沸石) 的结构有关, 并非丝光沸石族中的结构独特的成员。其化学组成为环晶沸石的组成范围之中, 应当视为多重双晶和高度层错的环晶沸石-Ca (dichardite-Ca)。Svetlozarite 的名称应为无效矿物种名称。

(中国地质科学院矿产资源研究所 王立本 编译)

**Recommended Nomenclature for Zeolite Minerals: Report of
the Subcommittee on Zeolites of the International Mineralogical Association ,
Commission on New Minerals and Mineral Names**

Abstract : This report embodies recommendation on zeolite nomenclature approved by the International Mineralogical Association , Commission on New Minerals and Mineral Names. In a working definition of a zeolite mineral used for this review , structures containing an interrupted framework of tetrahedra are accepted where other zeolitic properties prevail , and complete substitution by elements other than Si and Al is allowed. Separate species are recognized in topologically distinctive compositional series in which different extra-framework cations are the most abundant in atomic proportions. To name these , the appropriate chemical symbol is attached by a hyphen to the series name as a suffix , except for the names harmotome , pollucite and wairakite in the phillipsite and analcime series. Differences in space-group symmetry and in order-disorder relationship in zeolites having the same topologically distinctive framework do not in general provide adequate grounds for recognition of separate species. Zeolite species are not to be distinguished solely on the ratio Si : Al except for heulandite (Si / Al < 4.0) and clinoptilolite (Si / Al ≥ 4.0) . Dehydration , partial dehydration , and overhydration are not sufficient grounds for the recognition of separate species of zeolites. Use of the term "ideal formula " should be avoided in referring to a simplified or averaged formula of a zeolite. Newly recognized species in compositional series are as follows: brewsterite-Sr , -Ba , chabazite-Ca , -Na , -K, clinoptilolite-K, -Na , -Ca , dachiadite-Ca , -Na , erionite-Na , -K, -Ca , faujasite-Na , -Ca , -Mg , ferrierite-Mg , -K, -Na , gmelinite-Na , -Ca , -K, heulandite-Ca , -Na , -K, -Sr , levyne-Ca , -Na , paulingite-K , -Ca , Phillipsite-Na , -Ca , -K, and stilbite-Ca , -Na. Key references , type locality , origin of name , chemical data , IZA structure-type symbols , space-group symmetry , unit-cell dimensions and comments on structure are listed for 13 compositional series , 82 accepted zeolite mineral species , and three of doubtful status. Herschelite , leonhardite , svetozarite , and wellsite are discredited as mineral species names. Obsolete and discredited are listed.

Key words : zeolite ; mineral names ; mineral nomenclature