



江西伟晶岩发现富钽富铈新矿物

—铈钽易解石*

诸泽颖¹, 于洪¹, 陈振宇¹, 郭斌², 王汝成^{3,4}, 李以科¹, 王登红¹

(1 自然资源部成矿作用与资源评价重点实验室 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2 东华理工大学省部共建核资源与环境国家重点实验室, 江西 南昌 330013; 3 南京大学地球科学与工程学院 内生金属矿床成矿机制研究国家重点实验室, 江苏 南京 210023; 4 南京大学关键地球物质循环前沿科学中心, 江苏 南京 210023)

2024年春节前夕,中国地质科学院矿产资源研究所(以下简称“资源所”)矿物微区物质组分与结构实验室(以下简称“矿物室”)的诸泽颖等人在江西某伟晶岩中发现并申报的新矿物“铈钽易解石”,获得国际矿物学协会——新矿物命名及分类委员会(IMA-CNMNC)批准通过,批准号 IMA 2023-058,英文名为 tantalaeschynite-(Ce),矿物缩写为 Taes-Ce。

铈钽易解石发现于江西某稀有金属伟晶岩矿床中,显微镜下呈针状、束状或短柱状产出,棕黑色或黑色,与长石、细晶石、萤石等矿物共生(图 1a~d)。矿物成分分析在资源所矿物室电子探针实验室完成,成分中极度富钽, $w(\text{Ta}_2\text{O}_5)$ 可达 41.68%, $w(\text{TiO}_2)$ 为 16.5%~20.1%, $w(\text{Ce}_2\text{O}_3)$ 为 13.92%~16.71%, 计算获得经验分子式 $(\text{Ce}_{0.38}\text{Ca}_{0.38}\text{Nd}_{0.12}\text{La}_{0.07}\text{Pr}_{0.04}\text{Sm}_{0.01}\text{Eu}_{0.01}\text{Fe}_{0.01}\text{Zr}_{1.02}(\text{Ti}_{0.94}\text{Ta}_{0.74}\text{Nb}_{0.21}\text{Si}_{0.08}\text{W}_{0.02}\text{Al}_{0.01})\text{S}_{2.00}(\text{O}_{5.69}\text{OH}_{0.22}\text{F}_{0.09}))_{26.00}$, 理想化学式为 $\text{Ce}(\text{TiTa})\text{O}_6$ 。尽管实验室中合成过 $\text{Ce}(\text{TiTa})\text{O}_6$,但在自然界中铈钽易解石一直未被发现。此次在江西稀有金属伟晶岩矿床中发现的铈钽易解石矿物单矿物颗粒较小,长不足 10 μm ,宽小于 1 μm ,远远小于目前 X 射线单晶衍射分析技术的极限。因此在结构解析过程中运用到资源所矿物室 JEM-2100 型透射电子显微镜获取一系列的选区电子衍射光谱并进行重构,得到铈钽易解石的晶胞参数,并利用国家纳米科学中心的 Spectra300 型球差透射电子显微

镜从原子尺度对晶胞中的原子占位进行了细致的分析。综合结果显示,铈钽易解石属于斜方晶系,空间群 $Pnma$ (#62),晶胞参数 $a=10.9694(3)\text{\AA}$, $b=7.5519(2)\text{\AA}$, $c=5.4217(1)\text{\AA}$, $V=449.13(2)\text{\AA}^3$, $Z=4$ (图 2)。

铈钽易解石属于易解石族中富钽富铈的端员。易解石族矿物通用分子式为 AB_2O_6 ,其中 A 位置包括 Y^{3+} 、REEs、Ca、Th、U 等, B 位置可被 Ti、Nb、Ta 等元素占据。根据 IMA 最新命名规则,易解石族端员矿物为维妮钙矿 vigezzite(CaNb_2O_6), 钽钙矿 rhyersonite (CaTa_2O_6), 易解石 aeschynite $\text{REE}(\text{TiNb})\text{O}_6$ 以及铈钽易解石 tantalaeschynite $\text{REE}(\text{TiTa})\text{O}_6$ 。后两类又可根据所含稀土元素种类细分为铈易解石 $\text{Ce}(\text{TiNb})\text{O}_6$ 、钕易解石 $\text{Nd}(\text{TiNb})\text{O}_6$ 、钇易解石 $\text{Y}(\text{TiNb})\text{O}_6$ 、铈钽易解石 $\text{Ce}(\text{TiTa})\text{O}_6$ 以及钕钽易解石 $\text{Y}(\text{TiTa})\text{O}_6$ 。在中国,易解石最早由张培善先生于 1957 年发现于内蒙古白云鄂博矿区,自此开启了白云鄂博铀矿找矿的序幕,因此易解石族矿物对中国稀有金属找矿具有重要的指示作用。自然界常见的易解石为富铈富钽端员,富钽易解石较少。钽作为重要的稀有金属元素,在高端电容领域以及航空航天材料领域具有重要的应用,但中国钽资源较为缺乏且成分分散,原矿中钽品位低,钽资源的对外依存度将近 93%,亟需进一步开展钽矿找矿。铈钽易解石出现于高演化的稀有金属伟晶岩中,代表了成矿流体极度富钽、富铈的特征,对稀有金属钽矿及稀土找矿,以及其成矿作用的研究具有较大指示意义。

* 本文得到国家自然科学基金(编号:41902037)和科技成果转化项目(编号:HE2224、HE2228)共同资助

第一作者简介 诸泽颖,女,1990 年生,博士后,主要从事稀有金属成矿研究。Email:zhuzeying_nju@163.com

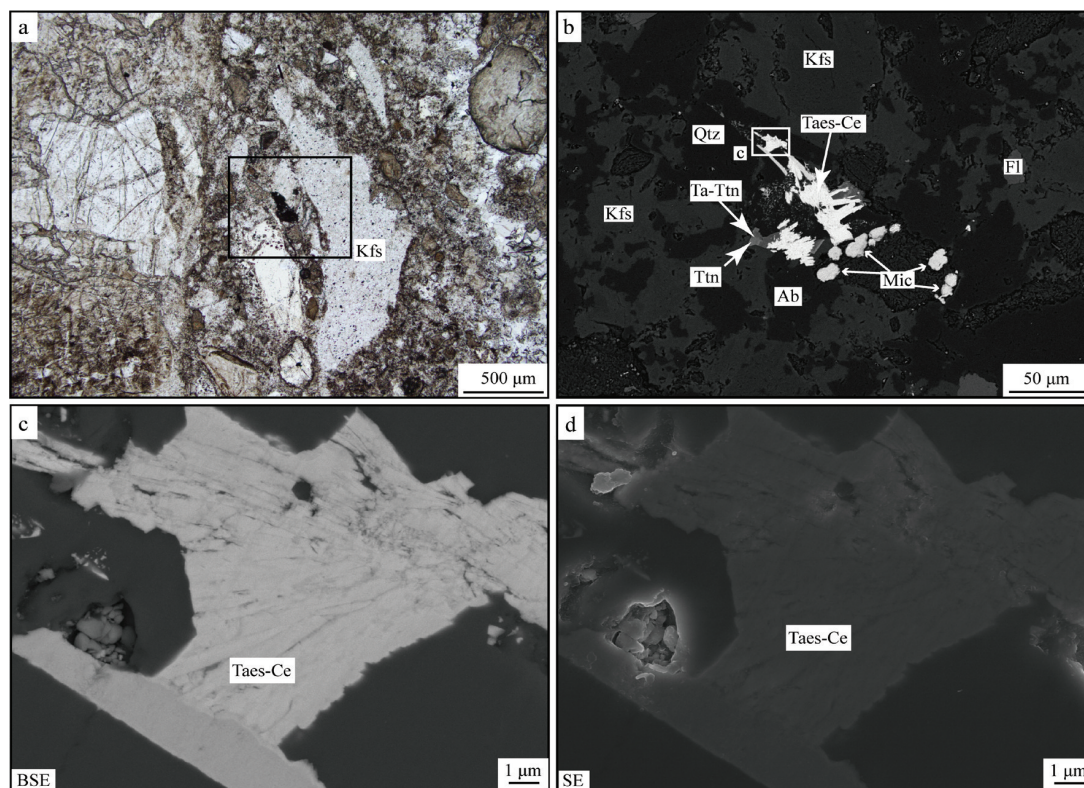


图1 钽钽易解石产出状态,矿物共生组合以及形貌特征

a. 钽钽易解石显微镜照片; b. 钽钽易解石与榍石、细晶石、萤石等矿物共生; c. 钽钽易解石背散射图像; d. 钽钽易解石二次电子图像
Taes-(Ce)—钽钽易解石; Fl—萤石; Ttn—榍石; Ta-Ttn—富钽榍石; Mic—细晶石; Kfs—钾长石; Ab—钠长石; Qtz—石英; BSE—背散射电子图像; SE—二次电子图像

Fig.1 Occurrence of tantalaechnite-(Ce), paragenetic assemblage and its morphology

a. Photomicrographs of tantalaechnite-(Ce); b. Tantalaechnite-(Ce) intergrowth with titanite, fluorite, and microlite; c. Backscatter electron (BSE) image of tantalaechnite-(Ce); d. Secondary electron (SE) image of tantalaechnite-(Ce)

Taes-(Ce)—Tantalaechnite-(Ce); Fl—Fluorite; Ttn—Titanite; Ta-Ttn—Ta-rich titanite; Mic—Microlite; Kfs—K-feldspar; Ab—Albite; Qtz—Quartz; BSE—Backscatter electron image; SE—Secondary electron image

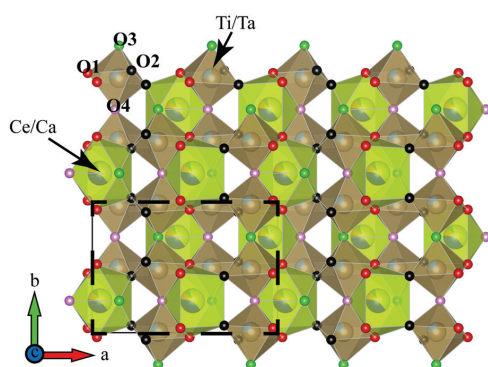


图2 钽钽易解石晶体结构,结构显示晶胞由 $\text{Ce}-\text{O}_8$ 多面体和 $\text{Ti}(\text{Ta})-\text{O}_6$ 八面体组成(虚线框代表单个晶胞)

Fig. 2 Crystal structure of tantalaechnite-(Ce), showing the unit composed of $\text{Ce}(\text{Ca})-\text{O}_8$ polyhedra and $\text{Ti}(\text{Ta})-\text{O}_6$ octahedral (the dashed box represents a single cell)

致谢 电子探针测试过程中得到陈小丹助理研究员的帮助;晶体结构的解析得到国家纳米中心的郑强研究员和郭延军研究员的大量帮助;新矿物申报过程中获得浙江大学饶灿教授的帮助,在此一并感谢!