
广州地化所发现铝硅酸盐纳米矿物的独特界面反应性

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/5485.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

广州地化所发现铝硅酸盐纳米矿物的独特界面反应性。具有纳米级粒径的铝硅酸盐矿物(埃洛石、伊毛缟石和水铝英石等)产出于地球上多种表生环境(如火山灰风化壤)，其中，水铝英石在火星表面也有大量分布。由于这些铝硅酸盐纳米矿物比表面积巨大、反应活性高，它们在地表环境元素循环-富集、污染物迁移-归趋和资源形成-聚集中均扮演着重要的角色。另一方面，近年来世界范围内陆续有关于发现新的铝硅酸盐纳米矿物富集区的报道，该类矿物的潜在资源价值可观。

然而，这些矿物的颗粒粒径为纳米级，结构有序度低;矿物学典籍曾简单地将其划归为非晶质矿物，相关研究资料存在着大量空白。这主要是由于，铝硅酸盐纳米矿物的粒径极微，结构欠稳定且易相互转化，因而对其开展研究的难度大。埃洛石和伊毛缟石具空心管结构，前者管径为几十纳米，后者管径仅为约两纳米;而具有空心球结构的水铝英石粒径也不过数纳米。对该类矿物结构和性质认知的匮乏，严重制约了对其在地表物质循环和成矿成藏过程中所起作用的评估，也制约了其作为特殊矿物资源的应用。

近年来，中国科学院广州地球化学研究所矿物表界面作用学科组袁鹏、魏燕富、杜培鑫等科研人员采用高分辨显微分析手段和同步辐射X射线吸收谱等精细谱学方法，基于世界多个典型矿样，对铝硅酸盐纳米矿物的形成机制、结构和性质、环境条件对其结构-性质的影响开展了系统研究，发现该类矿物具有显著区别于其它铝硅酸盐类质矿物的独特结构和表界面反应性。近期取得了如下研究进展：

1.提出了“埃洛石-高岭石”和“伊毛缟石-水铝英石”的相转化机制

根据埃洛石与其同亚族矿物——高岭石化学成分近似(二者的差别仅在于是否含层间水)的特点，袁鹏等提出和验证了片层状高岭石经过“插层-卷曲-成管”形成纳米级管状埃洛石的机制，发现层间微结构和插层反应温度对卷曲成管反应具有关键制约作用;从而在云母等矿物风化或水热转化形成埃洛石的机制之外，阐释了埃洛石形成的一种新机制。

伊毛缟石、水铝英石颗粒超细、结构在电子束下很不稳定，很难用电子显微镜研究其结构。袁鹏等提出了基于原子力显微镜探测伊毛缟石和水铝英石高分辨微结构的新方法，采用该方法“原位”研究了伊毛缟石和水铝英石形成生长各阶段产物的结构、形貌的精细变化，厘清了伊毛缟石、水铝英石和相关过渡相(原水铝英石、原伊毛缟石等)的结构异同及其相互转化关系，发现原水铝英石-原伊毛缟石的转化是决定水铝英石-

伊毛缟石转化程度的主要因素。据此，提出了伊毛缟石形成-生长的“五阶段成因模式”。

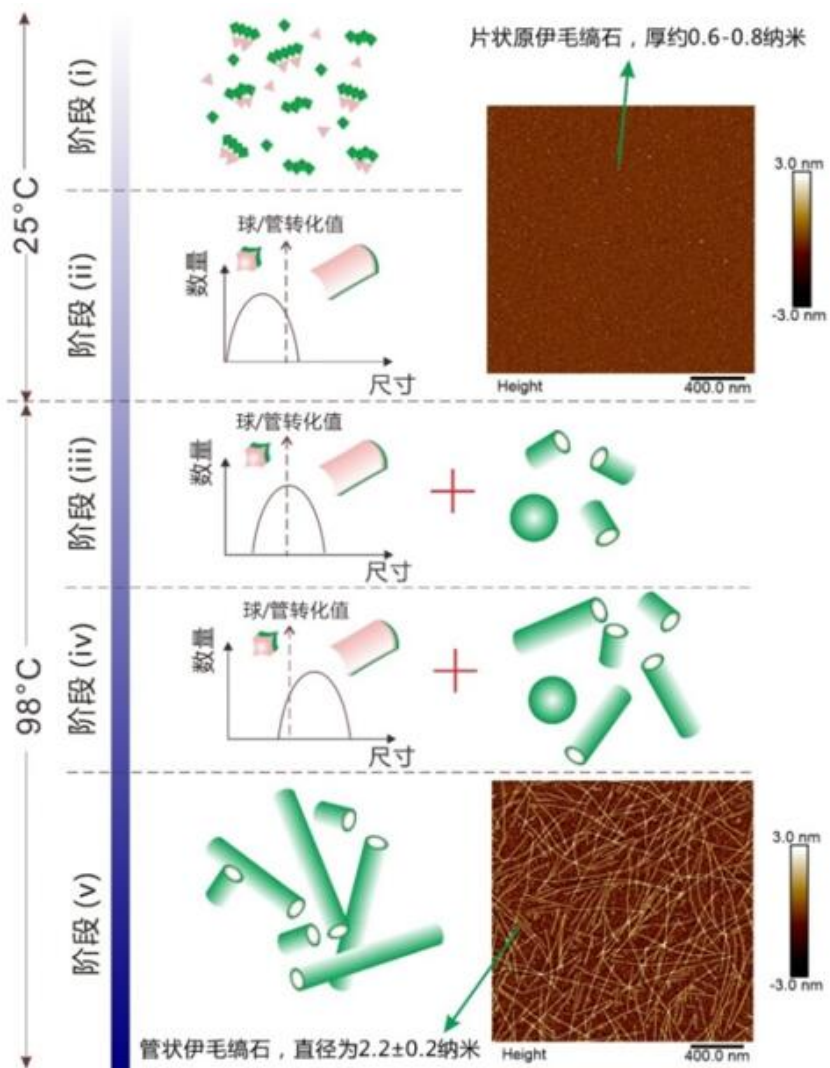
2. 发现了铝硅酸盐纳米矿物不同于其类质矿物的结构和表界面反应性

探析了埃洛石、伊毛缟石和水铝英石的若干特殊微形貌和微结构，首次获得其表面原子级高分辨图像，系统揭示了不同酸碱介质中该类矿物的精细结构变化机制，提出其结构中铝、硅局域结构和配位环境对其结构有序度和物相比例的制约最为关键，也是影响其溶解和物相转化的主要因素。

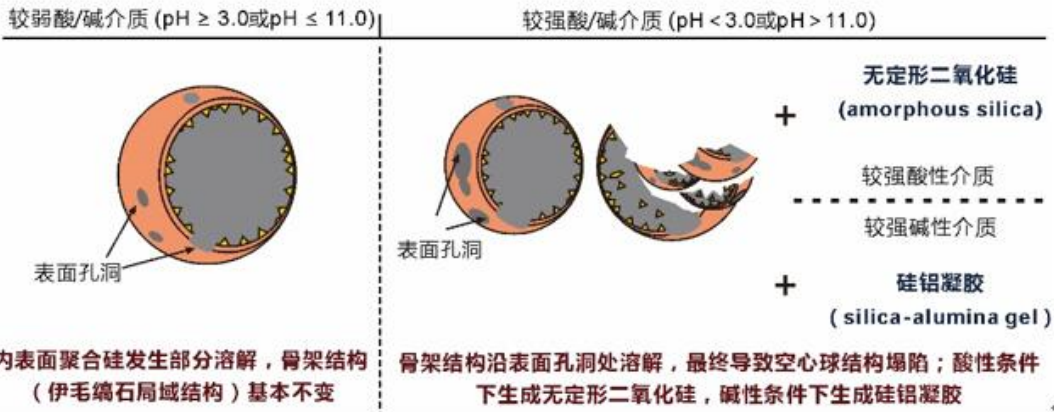
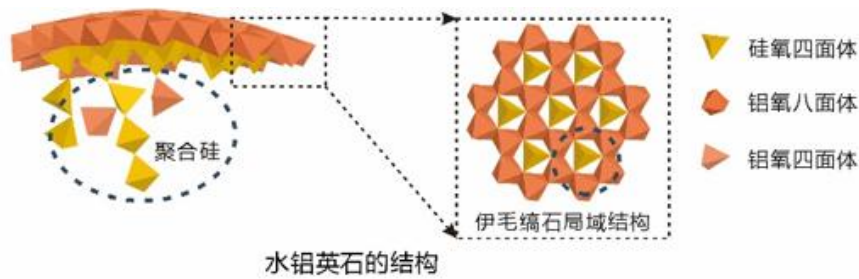
发现埃洛石和水铝英石的热演化与高岭石等类质矿物存在显著差异，获得了埃洛石高温下其结构产生纳米-氧化铝晶畴以及水铝英石产生莫来石相的高分辨透射电镜晶格像证据，为铝硅酸盐矿物热相变这一争议性问题的解释提供了新依据。通过研究埃洛石和高岭石等类质铝硅酸盐矿物的热致结构变化，发现其与某些盐类化合物共煅烧可显著促进其结构无序化，使结构铝在较低温度下即可发生“活化”。利用这一特殊性质，将上述矿物与稀土氧化物通过共煅烧复合，使结构铝高效活化并参与吸附反应，显著提高了其吸附容量。基于埃洛石的复合物对磷酸根阴离子的吸附容量达到了同类研究报道的最高值。基于上述工作，袁鹏等提出，铝硅酸盐纳米矿物在负载、吸附和脱附等界面反应性上具有特殊性，其结构本质在于管状、球状纳米结构中存在多类型的表面基团及其尺寸限制效应。上述工作显著深化了对铝硅酸盐纳米矿物这类特殊矿物的结构和表界面反应性的认知。

相关成果近年连续发表于Applied Clay Science(2017, 2018a-c, 2019)和Chemical Communications(2018, 2019)等期刊。研究组前期已在Elsevier出版铝硅酸盐纳米矿物的英文学术专著1部，在Applied Clay Science、Journal of Physical Chemistry C、Clays and Clay Minerals等期刊发表学术论文逾10篇、撰写专著章节4章。应邀在Applied Clay Science撰写综述论文，其引用次数在该刊近五年的全部论文中列第1位。在《地球科学》(2018)和《岩石学报》(2019)分别发表了关于铝硅酸盐纳米矿物的成因、结构和表界面反应性，以及关于其地质意义和资源价值的综述。

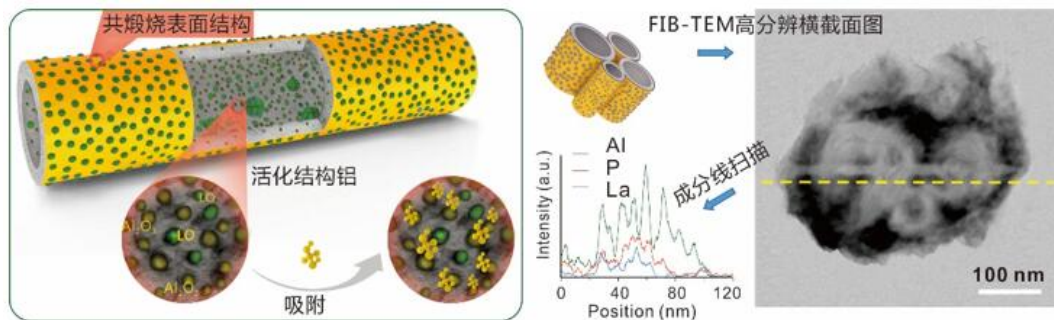
上述研究得到国家自然科学基金面上项目(编号41472045和41672042)、中科院青年创新促进会优秀会员项目等的资助。



伊毛縞石的五阶段成因模式



水铝英石在酸、碱介质中的微结构变化模型



埃洛石和高岭石的结构铝活化并参与吸附反应的机制

更多科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发