

# 多元混合模式在《结晶学与矿物学》中的应用探讨

高玉娟, 崔芳华, 白 阳

山东理工大学资源与环境工程学院, 山东 淄博

收稿日期: 2023年6月26日; 录用日期: 2023年7月24日; 发布日期: 2023年7月31日

## 摘 要

《结晶学与矿物学》是地学类的专业入门课, 是后续课程的学习基础。本文从授课和考核两方面对多元混合模式进行了应用探讨。授课方面本文在融入课程思政和惊艳图片的基础上, 把矿物的虚拟仿真晶体结构模型应用到日常授课中, 建立了配套试题库, 把翻转课堂、对分课堂与传统课堂进行了有机结合。考核方面本文加大了过程考核的比重, 对过程考核和期末考核均采用了多元混合的考核方式, 真正体现了以学生为中心的教学理念, 提高了学生的学习积极性和主动性, 增强了学生的理论知识和实践能力。

## 关键词

《结晶学与矿物学》, 以学生为中心, 多元混合模式, 授课模式, 考核方式

## Discussion on the Application of Multi-Mixed Model in “Crystallography and Mineralogy”

Yujuan Gao, Fanghua Cui, Yang Bai

College of Resources and Environmental Engineering, Shandong University of Technology, Zibo Shandong

Received: Jun. 26<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jul. 24<sup>th</sup>, 2023; published: Jul. 31<sup>st</sup>, 2023

## Abstract

“Crystallography and Mineralogy” is an introductory course for geosciences majors, and it is the learning basis of follow-up courses. The author discusses the application of multivariate mixed

mode from two aspects: teaching and examination. On the basis of integrating education in curriculum and stunning pictures in the teaching, the author applies the virtual simulation crystal structure model of minerals to daily teaching, set up a matching test bank, organically combines flip classroom, split classroom and traditional classroom. The author increased the proportion of process assessment in the examination, adopted multiple mixed assessment methods for the process assessment and the final assessment, which truly embodied the student-centered teaching idea, improved students' learning enthusiasm and initiative, and enhanced their theoretical knowledge and practical ability.

## Keywords

Crystallography and Mineralogy, Student-Centered, Multi-Mixing Mode, Teaching Mode, Assessment Method

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

《述而》中提到：“不愤不启，不悱不发。举一隅不以三隅反，则不复也”，由此可见启发式教育在教学过程中的重要性。《结晶学与矿物学》是地质类、材料类和宝石类专业的专业核心基础课，通过系统学习，将为矿相学、晶体光学及光性矿物学、岩石学、矿床学、材料学、宝石学等课程的学习与实践提供专业理论基础和实践能力[1]。

《结晶学与矿物学》是一门实践性特别强的学科。结晶学部分内容总体容量小，但概念密集，空间性强，需要以理解为主；矿物学部分冗长枯燥，主要以记忆为主。该课程在目前课件快速发展、新时代大学生活跃的思维变化中，面临严峻的教与学之间的挑战[2]。对于地质专业的学生，数学知识相对欠缺，空间想象能力和空间思维能力相对薄弱。如何引导学生的学习兴趣，培养学生的实际动手能力就显得尤为重要[3]。在授课的过程中，由易到难，循序渐进，不断丰富学生表象认识以拓展想象力，增强学生的感性认识，帮助学生建立空间思维框架，领悟晶体结构与矿物形态、物理性质之间的关系，逐步提高学生的空间思维能力，建立“以学生为中心”的培养模式成为本门课程教学过程中的一个难点问题，而多元混合模式是解决该难题的关键所在。1998年联合国教科文组织召开的“世界高等教育大会”指出高等教育需要“以学生为中心”的新视角和新模式[4][5]。目前我国大多数高校“以学生为中心”的本科教育改革都处于启动阶段[6]。

在以往教学过程中主要采取“以教师为中心”，以讲授为主的“填鸭式”教学，无法让学生深刻理解矿物晶体结构与矿物形态、物理性质间的关系，以及晶体化学在不同矿物间演变的内在规律。结晶学部分空间性强，很多同学很难凭借想象在脑海中构建空间模型，而结晶学是矿物学学习的基础，矿物学知识体系庞大、学习难度较大，刚接触本课程的学生容易出现学习兴趣和积极性不足的情况[7][8]，如何提高学生的学习兴趣和学习积极性，加强对学生的世界观、人生观和价值观的教育[9]，把以“教师”讲授为主体转变为以“学生”求学为中心，把“要学生学”转变为学生“要学”、“想学”，本文采用了线上与线下教学相结合的教学模式，用更贴近学生的语言、更喜闻乐见的形式讲授，并加大了过程考核的比重。通过改革大大激发了学生的潜能，提高了学生的创新创业能力[10]。

## 2. 多元混合模式在《结晶学与矿物学》授课过程中的应用探讨

山东理工大学资源勘查工程专业安排本课程的理论授课 36 学时，实践教学 28 学时，共计 64 学时，所用网络教学平台为山东理工大学的 THEOL 在线教育综合平台。本课程主要在以下方面进行了实践探索，并根据学生的反馈进行打磨修正。

### 2.1. 建立常见矿物的虚拟仿真晶体结构模型，把微观结构直观呈现

选取常见的标准矿物标本，然后进行 XRD 分析测试，根据测试的晶胞参数，采用 Crystal Maker 软件建立三维虚拟仿真晶体结构模型。Crystal Maker 是一个界面友好、操作简单、功能全面的应用软件。建立的模型能够通过设置，显示个别原子，键和多个侧面。通过晶体模型在三维空间的展示，讲解晶体质点的空间位置及排列方式，进而生动、形象的理解矿物的结构与矿物形态、物理性质之间的关系。并对学有余力的同学进行建模指导，满足学生个性化学习需求，增加课程挑战度。

如图 1 为绿柱石的晶体结构，从图上可以看出 Si 和 O 首先以共价键结合成  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ ，六个  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  彼此共用 2 个角顶相联成封闭的环，环与环间依靠金属阳离子通过离子键连接，六方环以垂直于 c 轴且上下环相错  $30^\circ$  的方式沿 c 轴堆砌，在 c 轴方向环与环间由 Be 和 Al 离子相连，结合力相对较弱，在垂直于 c 轴方向，环与环间仅由 Be 离子相连，结合力更弱，极易断开，致使绿柱石晶体形态多呈六方柱状，少数沿(0001)发育成板状。

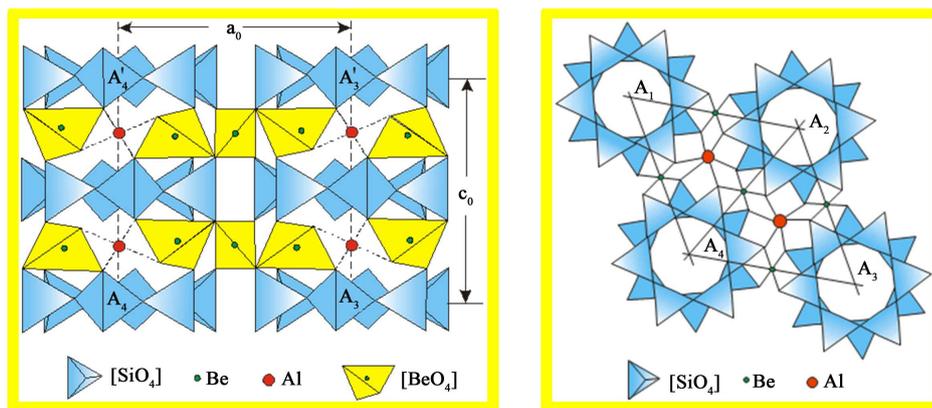


Figure 1. Crystal structure diagram of beryl  $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$  (Left picture is  $(01\bar{1}0)$ , Right picture is  $(0001)$ )

图 1. 绿柱石  $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$  晶体结构图(左图为  $(01\bar{1}0)$  面，右图为  $(0001)$  面)

如图 2 石墨和金刚石均由 C 组成，但其性质相差甚远，究其原因为晶体结构不同所致。金刚石晶体属于等轴晶系，每个碳原子与相邻四个碳原子以共价键联结，形成牢固的架状结构，故使金刚石呈浑圆粒状，硬度为 10。石墨晶体属于六方晶系，碳原子呈层状排列，层内碳原子以共价键和金属键相连接，层间以分子键相连接，故使石墨呈片状形态，金属光泽， $\{0001\}$  极完全解理，硬度为 1，电、热良导体，化学性质稳定等物化性质。因此通过晶体结构的比较，可以形象、直观地掌握不同矿物的性质和特征。

### 2.2. 建立完整的配套题库，拓展学生的学习方式

为拓展学生的学习方式，解决单调记忆，短期记忆的缺点，抽取每一章节的重点、难点问题建立试题库，让学生能学练结合，深化理解，强化记忆。题型有单选题、多选题、判断题、简答题、论述题等，所有题型都是开放题，学生可以随时练习，边学边练。其中单选题、多选题、判断题可以利用到课堂测试中；论述题可以利用到课堂讨论中；简答题、论述题还可以利用到课程作业中。

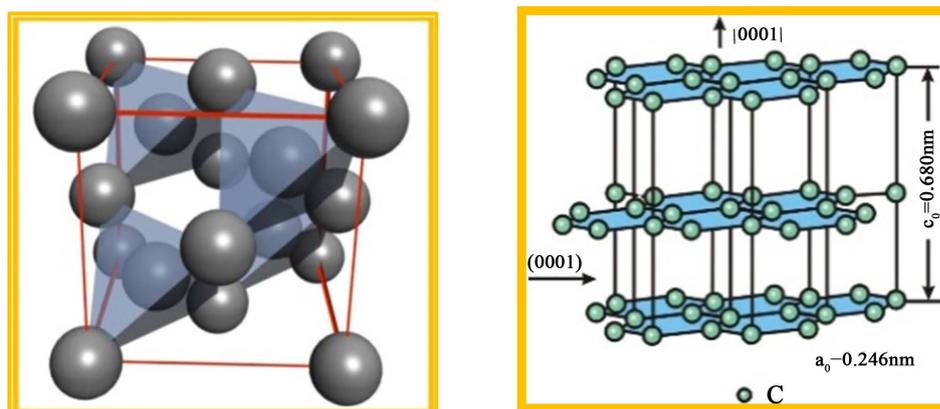


Figure 2. Comparison of crystal structures of diamond (left) and graphite (right)

图 2. 金刚石(左图)和石墨(右图)晶体结构对比图

### 2.3. 课程思政贯彻始终，增加学生科技报国的热情

在授课过程中全程融入课程思政。通过讲解矿物应用前景、矿物资源的可持续发展、矿物与环境的关系、矿物开发的重大突破等，提高学生科技报国的热情；通过民族企业、行业热点、专业人才、科学前沿等内容的导入，增加学生科技报国的家国热情和工匠精神。

### 2.4. 翻转课堂、对分课堂的引入，满足个性化学习需求

把翻转课堂、对分课堂引入传统课堂，让学生成为课程学习的主体，发挥学生主观能动性，给学生更大的自主学习空间。采用信息化教学手段，充分利用网络资源，搜寻或制作引导性、趣味性与科学性密切结合的资料和微视频并上传平台，为翻转课堂、对分课堂的顺利开展打下坚实基础，保证线上学习的畅通运行。课前教师要有针对性的把知识点分类、布置，引导学生课前预习，并把预习笔记上传平台；课上积极构思、设计、引领，采取课上讨论与讲授并存的多元化授课模式，保证课堂活跃又内容丰富；课后要求学生积极复习、内化、吸收。多元化授课模式的应用大大提高了学生的学习兴趣和学习能力，满足了学生个性化学习需求。

### 2.5. 惊艳矿物图片的浏览，提高学生的学习兴趣

另外从开课第一周开始，教师每周上传 20 种左右惊艳的矿物图片，要求学生利用碎片化时间每周浏览 2 次，每次浏览 3~5 分钟，以此来增加学生的学习兴趣 and 知识积累。学生登陆平台次数和登录时长都会被平台记录，作为期末考核的依据。

## 3. 多元混合模式在课程考核中的应用

### 3.1. 多元混合模式在过程考核中的应用

试验报告和课程作业采取学生自评、匿名互评和教师评价相结合的评价方法，增强学生的参与意识，巩固学习内容。

1) 实验报告实行小组内部匿名互评和自评相结合的评价制度。每个小组 6~7 人，自评 1 份，随机匿名互评 3 份，因实验过程中的表现小组内部人员互相比了解，再综合考虑实验报告的准确性、完整性、规范性(见表 1)，给出的实验成绩更客观、更真实，而且通过评阅他人的实验报告，找出自己的不足，加深实验认识，提高同学的参与度。为了鼓励同学参与自评、互评活动，对其完成度也分别给予了 15% 的分值比例，具体评阅方式赋分表见表 2。

**Table 1.** Evaluation standard table of experimental report**表 1.** 实验报告评价标准表

实验操作(30分)	实验报告(70分)	分值(分)
遵守纪律、严格按照实验步骤,认真独立完成实验,有疑问能及时请教,并能主动解答他人疑问。	报告内容完整,正确率95%以上;书写端正,没有抄袭。	90~100
遵守纪律、按照实验步骤,认真独立完成实验,有疑问能及时请教,并与同学讨论得出答案。	报告内容完整,正确率80%至95%,书写端正,没有抄袭。	80~89
遵守纪律,认真完成实验,实验内容完整。	报告内容基本完整,正确率60%至80%,且书写端正。	70~79
按要求完成实验;原始内容不完整。	报告内容不完整,经导后补充完整。	60~69
未能按要求完成实验。	报告内容不完整,经指导后补充仍不完整。	<60

**Table 2.** Scoring table of experimental report review methods**表 2.** 实验报告评阅方式赋分表

组内互评得分	互评完成得分	自评得分	自评完成得分	总分
70%	15%	5%	10%	100%

2) 课程作业实行学生匿名互评与教师评阅相结合的评价方式。为鼓励学生进行互评,互评完成度也给予了10%的奖励分。具体评阅方式赋分表见表3。每人匿名互评2份作业,在评阅过程中发现他人的优点以及出现的问题,警示自己,巩固知识点。

**Table 3.** Grading table of course assignment evaluation methods**表 3.** 课程作业评阅方式赋分表

教师评阅得分	匿名互评得分	互评完成得分	总分
60%	30%	10%	100%

### 3.2. 多元混合模式在期末考核中的应用

针对传统“结果考核”的弊端——一张卷定天下、期末冲刺过关,引进多元混合考核方式,把学习过程参与考核,鼓励生的日常学习,具体赋分方式见表4。其中课堂表现总分10分,逃课一次扣3分,迟到1次扣1分,扣完为止,其具体得分点包括出勤率,课堂参与度和活跃度。实验考核是由老师提供常见的矿物标本,由学生随机抽取3块,每鉴定出1块得5分,最高不超过10分。由于该考核模式在授课和评价过程中强调了学生的学习自主性和积极性,注重了学生科学思维的培养,扩大了过程考核的比重,通过与历年学生学习成绩的比较,发现高分学生的比例明显增加,全体学生的平均成绩提高显著。

**Table 4.** Grading table of curriculum assessment system**表 4.** 课程考核体系赋分表

课堂表现	学习笔记	课程作业	在线学习	在线测试	实验报告	实验考核	期末考试	总分
10%	5%	10%	5%	10%	20%	10%	30%	100%

## 4. 结论

《结晶学与矿物学》是一门实践性很强的课程,通过矿物虚拟仿真晶体结构模型的应用帮助学生快速建立空间概念,更好的理解矿物的晶体结构与矿物的形态、物理性质之间的关系;线上线下相结合的多元混合教学模式的应用提高了学生的学习积极性和自主性,满足个性化学习的需求;多元化评价方式的引入,加强了过程考核的比重,增加了学生的参与度,使考核成绩更客观、更真实。本课程教学模式的探索培养了学生的科学兴趣、思维方式和主观能动性,增强了学生科研创新创业的能力。

## 基金项目

2022 年度山东理工大学课程建设与教学改革项目——“基于虚拟仿真晶体模型基础的多元混合教学在《结晶学与矿物学》中的应用”(4003/122080); 2020 年度山东理工大学校级一流本科课程建设,《晶体光学与光性矿物学》(4003/120066)。

## 参考文献

- [1] 郭艳军, 陈斌, 秦善, 等. 结晶学与矿物学虚拟仿真实验教学探索[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(8): 161-168.
- [2] 王佳, 刘虹利. 《结晶学与矿物学》自主性实验教学方法探索[J]. 教育教学论坛, 2016(9): 242-243.
- [3] 赵虹, 党彝. “结晶学与矿物学”课程教学改革研究[J]. 中国地质教育, 2012, 21(2): 79-81.
- [4] 李嘉曾. “以学生为中心”教育理念的理论与实践启示[J]. 中国大学教学, 2008(4): 54-58.
- [5] 盛庆辉, 刘淑芹. 以学生为中心的课程思政建设探索——以“审计学”为例[J]. 中国大学教学, 2021(11): 46-50.
- [6] 赵炬明, 高筱卉. 关注学习效果: 建设全校统一的教学质量保障体系——美国“以学生为中心”的本科教学改革研究之五[J]. 高等工程教育, 2019(3): 5-20.
- [7] 刘栋, 王青, 申俊峰. 基于“雨课堂”平台的“结晶学与矿物学”教学模式初探[J]. 中国地质教育, 2019, 28(2): 53-57.
- [8] 苏妮娜. 浅谈《结晶学与矿物学》课程教学中存在的若干问题及对策[J]. 高教学刊, 2018(17): 119-121.
- [9] 李晓敏. 融合课程思政教育元素的“结晶学与矿物学”课程教学体系构建[J]. 中国地质教育, 2021, 30(4): 46-50.
- [10] 刘小洪, 冯明友, 陈曦, 等. 基于创新创业教育的《结晶学与矿物学》课程教学模式探索与实践[J]. 教育教学论坛, 2019(16): 142-144.