

《材料创新研究体验》研讨课大纲

晶体生长--感悟晶体的魅力

16 学时, 1 学分

1、名称

晶体生长--感悟晶体的魅力

2、背景、目的及解决的问题

晶体是什么？在人们思想中，晶体是晶莹剔透、美丽完整、质地纯洁的固体，比如钻石、祖母绿等珍贵的宝石。人们为其规则的外形而倾倒，将其看作大自然的鬼斧神工。

随着生活范围的扩大，人们在各类矿物中发现了越来越多的这样的固体，它们都有着天然自发形成的几何多面体外形，于是人们将它们都称为晶体。进一步的研究又发现了很多更加有趣的性质，比如它们大都具有固定的熔融温度（熔点），不同方向上光传播的性质可能不一样等。

为什么晶体会有这样的外形？它们众多的特性由何而来？晶体有着什么样的用途？这些问题不断激发着人们进行探索。随着对于物质内部结构认识的深入，人们发现了晶体的更多秘密。

晶体，是一种奇妙而又有十分重要应用的物体，从璀璨夺目的钻石珠宝，到平常无奇地土壤砂石，无不在晶体地范畴之列。可以说，晶体是真正的固体，它们有着规则的晶格结构和空间排列，从而可以实现各种不同物理功用。

自然界中有各种各样的晶体，有些晶体，我们可以通过加工就能够应用于不同的领域，但是很多晶体的性能并不能满足我们应用的要求。这方面是因为它们在形成时所处的环境影响到内部结构的完整性，存在大量的缺陷，从而不适于直接应用，另一方面，随着科学技术发展，自然界天然形成的晶体，就其功能和产量而言，已经不能满足我们的需求，需要通过某种方式，利用人工的方法制造晶体。

这，就是通常所说的“晶体生长”。许多到晶体生长实验室参观的客人对晶体自己能不断地成长感到很惊奇。的确，培养晶体和种庄稼表面上有些相似：要选种、下种，生长期要严格管理：除杂晶（除草）、避缺陷（病虫害）、防事故

(天灾)、收获、后加工等。晶体生长和生物成长最大的不同是后者是有生命的，而前者是无生命的。

晶体生长是生长基元(原子、分子、离子基团等)在化学势驱动下，由其他聚集态向晶相转变的过程，它包括输运过程和界面过程。界面过程是生长基元在晶体表面进入晶格位置的过程，实质上也可看成在生长界面通过分子识别靠共价键或分子键(离子键)进行自组装的过程。而这一过程在物理学、化学、材料科学和生物学中具有普遍性。

目前，晶体生长已经从最初的晶体结构和生长形态研究、经典的热力学分析发展到了在原子分子层次上研究生长界面和附加区域熔体结构，质、热输运和界面反应问题，形成了许多理论或理论模型。当然，由于晶体生长技术和方法的多样性和生长过程的复杂性，目前晶体生长理论研究与晶体生长实践仍有相当的距离，人们对晶体生长过程的理解有待于进一步的深化。

由于晶体有各种各样的不同的性质，相对应，晶体也就可以有许多不同方面的应用。

观赏晶体：主要是指人工宝石，比如人工锆石(立方氧化锆)、人工白宝石、蓝宝石、红宝石等，可以用在珠宝首饰加工上。

超硬晶体：可以用于切割、加工、打磨等应用，主要有人造金刚石、氧化铝等；

压电晶体：应用十分广泛，可以应用于各种各样的传感器、探测器，时钟晶振，步进马达，超声探测、超声加工、超声清洗、无损探伤，以及各种声表面波器件等。无论生产、生活还是军事科技医疗，基本上都能看见压电晶体的身影；

线性光学晶体，可以根据其性质的不同，应用于不同的方面，比如光学透镜、光学贴膜等等；

激光晶体，可以用于固体激光器等。而激光地应用也是十分广泛，从常见的光盘、DVD机，到激光加工、激光手术，以及军事上的激光制导、激光武器等。

电光晶体：在外加电场作用下折射率发生变化，从而使通过晶体的一束激光分解为两束偏振方向相互垂直的偏振光，并产生一根位差效应的晶体。适用于激光的调制和偏振。

热释电晶体：在外界温度变化时由其自发极化引起表面电荷效应的晶体，可用于制备热释电探测器。

综上，本项目教学主要包括四方面内容：

(1) 介绍晶体的历史发展、基本知识，让学生了解“晶体”的基本概念。

(2) 通过介绍晶体的生长过程及性质和应用，让学生了解晶体不仅具有观赏价值，更是一种重要的功能材料，在国民生产中具有奇妙的应用。

(3) 通过提供学生一种重要的光学晶体--- KH_2PO_4 (KDP)晶体生长的原料及生长设备，让学生完成晶体生长的全过程。

(4) 通过本项目训练，让学生体验项目执行的各个步骤和相关规范性。包括：项目调研、项目设计、实验执行、性能测试和评价、汇报。同时，激励团队合作，促进学生和老师的交流。

3、指导教师

王增梅

4、学时安排

授课：2~4 学时；实验：8 学时；讨论：2~4 学时；汇报：2 学时。

授课内容：

(1) 介绍晶体的基本知识，包括什么是晶体，身边有哪些晶体，晶体的规则外形及五颜六色的晶体。

(2) 介绍晶体的不同性质及应用；

(3) 介绍晶体的生长方法及生长过程；学生自由分组；

(4) 在课程结束之前，集中安排学生小组汇报研发成果，教师点评。汇报方式可以采用口头演讲、宣传展板等方式。汇报内容包括：**KDP** 晶体生长，包括籽晶的选择，降温速率、光学性能分析结果等。

5、实验准备：原材料及相关设备等

(1) 原材料：学生可用本课程提供的原材料。包括晶体生长的原料，等。

(2) 相关设备：烘箱，晶体生长装置。

6、实验内容和考核指标

生长后的晶体必须满足如下要求：

性能要求：晶体外形晶面完整，无宏观缺陷，晶体透过率高。

研发工艺要求：基于现有试验条件和试验装置，研发工艺尽量简便易行，在特殊情况下，可根据该装置性能需要进行灵活变化。

环保要求：尽量使用低成本的无机非金属材料、工业和建筑废渣，制备过程安全无毒，不会对环境产生二次污染。

测试指标：价格成本，制定弓箭的室外射程测试。

7、考核方式

总评成绩 100%=课堂考勤 10%+试验安全性和服从实验室管理规定情况 10%+样品质量或水平，或样机实用效果 40%+汇报水平 40%

8、实验项目预算

要求一个小组每个项目所需研发活动总经费不超过 300 元。