

教学简报

2021年 第19期

总第420期

鲁东大学教务处

二〇二一年十月二十九日

鲁东大学

课程思政教学典型案例专辑

(十七)

教务处教学创新与研究科

目 录

1. 《高分子化学》课程思政教学设计与实践..... 3
2. 《地基处理》课程思政教学探索与实践..... 11
3. 《行列式》课程思政教学设计 17

《高分子化学》课程思政教学设计与实践

—以缩聚反应机理及应用为例

化学与材料科学学院 马松梅

1. 教材及教学内容分析

1.1 课程基本信息

课程名称	高分子化学	适用专业	高分子材料与工程
专业层次	本科	授课时间	大学三年级秋季学期
课程性质	专业必修课	课时数	1 课时
课题	缩聚反应机理及应用		
选自章节	2.1 概述; 2.2 缩聚反应; 2.3 线形逐步聚合反应机理		
适用教材	《高分子化学》(第五版), 潘祖仁主编, 化学工业出版社		

1.2 教材分析

本课程选用的教材立足于应用型本科教育的需求, 注重专业知识、专业技能的培养和知识广度的拓展, 并针对专业特点, 对国内外多本主流教材进行了整合。主要内容由八部分构成: 缩聚与逐步聚合、自由基聚合、自由基共聚、聚合实施方法、离子聚合、配位聚合、开环聚合和聚合物的反应。其中缩聚和逐步聚合、自由基聚合是全书的重点, 既涉及到基础概念、基本理论的学习, 又对知识在实际生产生活情境下的综合运用提出了更高的要求。

1.3 内容分析

本课题是《高分子化学》章节中的重要内容之一, 具有承上启下的重要作用。在此之前, 学生已经学习了聚合物的结构单元、聚合反应、聚合度等基本概念, 通过缩聚反应的学习可以将上述基本概念在实际领域进行应用, 有助于学生加深对知识的理解和运用。同时, 也为接下来将要学习的动力学、分子量控制手段等内容打下了理论基础。本课题的主要内容包

括：缩聚的概念和特点、缩聚反应的分类、线形缩聚反应的机理、缩聚反应的应用。本节内容与军用民用材料密切相关，同时也具有一定的理论深度。

2. 学情分析

2.1 知识方面

本门课程面向高分子材料与工程专业本科生，课程在大三上学期开设，是学生进入大学后第一门有关高分子材料的专业课程。学生在此之前学习了有机化学和物理化学，有一定的理化知识基础，但知识理论体系需要更加深入，要将所学知识与高分子材料科学建立联系。

因此本门课程对学生建立学科构架起着至关重要的作用。该课程在教授时要注重基本概念和基本原理构架的深入理解。本节课程属于缩聚的机理及应用，在学生进入本章节学习之前，学生已经完成了聚合物等基本概念、聚合反应分类及特点的学习，拥有了一定的高分子化学知识基础，但对聚合反应的机理及动力学不熟悉，理论理解不深刻，知识障碍点较为明显。

2.2 能力方面

学生具有一定的数学推导和运算能力，但逻辑思维能力和归纳总结能力有待加强。对抽象的高分子化学聚合模型理解能力有限，所以在缩聚反应中通过芳纶材料的应用及结构特点引入缩聚反应的概念、分类、线形缩聚等知识点直观化，得出结论，为学生自主构建知识体系搭好脚手架。

2.3 情感态度方面

学生刚刚接触高分子材料的基础知识，对国家发展有重大影响的高性能材料了解较少，本节课就以芳纶为例，自主学习芳纶的国内外发展历程，培养学生的爱国热情和民族自豪感。通过芳纶具体的应用，激发学生的学

习兴趣。

3. 教学目标

针对本课程的教学目标，结合教材内容和大三学生的身心和认知发展实际情况，以培养学生能力为主旨，制定了能力目标和思政目标。

能力目标：

(1) 能够根据聚合物结构判断缩聚反应类型，推演线形逐步聚合反应的机理，并能在实际案例中应用；

(2) 通过查阅文献，总结芳纶的发展历程及面临的主要问题，运用缩聚机理分析、探讨芳纶的制备原理，分析芳纶具有高性能的原因；

思政目标：

(1) 拓展科研思维，培养科研兴趣。

(2) 通过科学家卡罗瑟斯、温费尔德发现缩聚物聚酯、聚酰胺制备方法的过程，告诉学生科研的道路不是平坦的，不要急于求成，要拓展思维，坚持到底。

(3) 通过我们国家芳纶材料由通知涨价、赏赐性销售的国外控制市场时代转为自己拥有关键技术的发展过程，让学生认清材料人肩负的历史使命。

(4) 通过我国自主研发的芳纶材料在高精尖领域的广泛应用，激发学生爱国热情和民族自豪感。

4. 教学重难点

基于对本课题教学目标和具体学情的分析，确定本节课的教学重点为：缩聚反应的类型、线形缩聚反应的机理。

鉴于学生首次接触聚合反应的机理探讨，尚未建立起单体与聚合物间的有机联系，因此将本节课的难点确定为：线形缩聚反应的机理。

5. 教学思想与理念

5.1 以芳纶的应用、机理和发展历程为情景主线，以学生能力的培养为主旨

本节课蕴含丰富的材料发展史，承载着深刻的教育价值。为此，本节课以高性能纤维-芳纶为线索，引导学生探求科学的本质，将教学从单纯的知识讲授向学生能力的培养转变，中间穿插科学家介绍和我国材料发展的现状，让学生感受科学家的精神，家国情怀和材料人的使命感。

5.2 秉承“以学生为中心”的思想，重视合作与交流

以小组学习的方式，组织学生开展讨论、设计、调研等活动。在思维碰撞的过程中加深对知识的理解和运用，培养合作精神。提升学生的参与性与主观能动性，使学生感受到学习中的乐趣。

6. 教学方法和策略

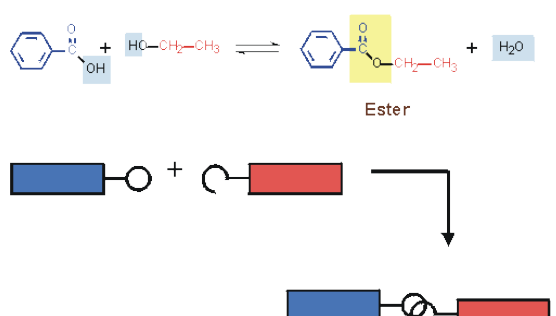
为了发挥学生的主体地位，促进学生对知识的自主建构，针对教学重点和难点，本节课主要采用启发式教学法，小组合作学习法，问题驱动教学法和情境教学法。相应地，学生采用小组讨论、自主归纳等方式进行学习。

7. 教学过程

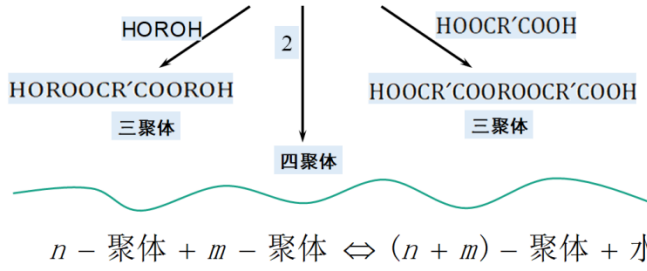
7.1 教学总体思路设计

本节课设计主线为：提出问题→探求本质→实际应用→知识拓展。首先通过高性能纤维芳纶的宣传视频提出问题-神奇的材料芳纶是如何合成的？从而引出缩聚的概念、反应特征、分类、线性缩聚的机理等基础知识，讲授过程运用直观图片和模型，让学生真正理解这些知识点。最后再回到实际中，引导学生分析解决芳纶材料制备过程中复杂工程问题。

7.2. 具体教学过程设计

教学环节	教师活动	学生活动	设计意图
导入	<p>【创设情境】 芳纶的宣传视频。</p> <p>大家看到视频中的材料可以广泛应用于航空航天、机电、建筑、汽车、体育用品等，结合课前布置的作业，大家思考一下这个神奇的新型材料到底是什么呢？</p> <p>【过渡】 这种材料是芳纶，芳纶就是芳香族聚酰胺类纤维的通称，英文为 Aramid fiber。常见的分类包含间位芳纶和对位芳纶。</p> <p>【引入新课】 这一类聚合物是通过什么聚合机理合成的呢？咱们这节课就一起来学习一下，合成芳纶的聚合类型-缩聚。</p>	<p>观看</p> <p>思考</p> <p>回答问题</p>	<p>从芳纶作为军用民用材料入手，激发学生的学习兴趣。</p>
缩聚的概念和特征	<p>【讲解】 缩聚反应就是官能团间经多次缩合形成聚合物的反应。如二元酸和二元胺经过多次缩合反应就可以生成聚酰胺。</p> $n \text{H}_2\text{N-R-NH}_2 + n \text{HOOC-R}'\text{-COOH} \longrightarrow \text{H-(HNRNH-OCR}'\text{CO)}_n\text{-OH} + (2n-1) \text{H}_2\text{O}$ <p>【科普】 介绍美国化学家 Wallace Hume Carothers 对缩聚反应的贡献。</p> <p>【启发提问】 缩聚的特征（提示学生从缩聚的产物特点出发总结归纳缩聚的特征）</p>	<p>听讲</p> <p>思考</p> <p>分析总结</p>	<p>通过实例和讲解，让学生理解缩聚反应的内涵。</p> <p>通过科学家的故事，激发学生的学习兴趣和不惧困难的科学态度。</p> <p>培养学生独立思考和分析总结问题的能力。</p>
缩聚反应的体系	<p>【讲解】 概念-官能度即反应物分子中能参加反应的官能团数</p> <p>【启发提问】 结合具体实例，分析 1-1 官能度体系、1-2 官能度体系、1-3 官能度体系、1-4 官能度体系能否反应生成缩聚物</p> <p>【实例模型】</p> 	<p>听讲</p> <p>思考</p> <p>回答问题</p> <p>思考</p>	<p>通过实际案例和模型培养学生的逻辑思维和分析归纳能力。</p>

	<p>【提问】 2-2 官能度体系、2 官能度体系、2-3 官能度体系是否可以生成缩聚物，如果可以，请进一步分析生成的聚合物是线形的还是体形的结构？</p> <p>【归纳总结】</p> 	回答问题	
缩聚反应分类	<p>【讲解】按聚合物的结构、参加反应的单体两种分类方式对缩聚反应进行分类。</p> <p>按聚合物的结构分成线形缩聚即单体含有两个官能团，形成的大分子向两个方向增长，得到线形缩聚物的反应。如涤纶、尼龙、聚碳酸酯等；体形缩聚至少有一单体含两个以上的官能团，形成的大分子向三个方向增长，得到体形结构缩聚物的反应。如酚醛树脂、环氧树脂等。按参加反应的单体数不同，可以把缩聚反应分成均缩聚：只有一个单体参加的反应如 2 官能度体系：aRb；杂缩聚：两种单体参加的反应，2-2 官能度体系：$aAa+bBb$；共缩聚：两种以上单体参加的反应 $aAa+bBb+aA' a$ (改性)。</p>	听课 分析归纳	通过讲解了解缩聚反应的两种分类方式。
线形缩聚的单体	<p>【小组讨论】 线型缩聚反应单体的条件？</p> <p>【分析总结】</p>  <p>【小组讨论】线形缩聚单体的成环(cyclization) 倾向 (以 $HO(CH_2)_nCOOH$ 为例)</p> <p>【分析总结】 $n=1$ 双分子缩合后，形成六元环乙交酯；$n=2$ 时，容易失水形成丙烯酸；$n=3、4$ 形成 5 元、6 元环最稳定，不易形成线形聚合物；$n \geq 5$ 形成线形聚合物。</p>	讨论 分析总结 叙述结论	以小组合作的形式综合交流、讨论等能力，培养合作精神。
	<p>【案例讨论】以二元酸和二元醇为例，单体和单体反应生成二聚体，二聚体和单体反应生成三聚体，二聚体和二聚体反应生成四聚体，我们可以写成通式 m 聚体和 n 聚体反应生成了 $m+n$ 聚体，且反应是可逆的。</p>	讨论	从具体案例出发，通过小组讨论得出有效结

<p>线形缩聚反应机理</p>	<p>【结论】 缩聚反应的机理特点是逐步、可逆。</p> $\text{HOROH} + \text{HOOCR}'\text{COOH} \rightleftharpoons \text{HOROOOCR}'\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$  <p>$n - \text{聚体} + m - \text{聚体} \rightleftharpoons (n + m) - \text{聚体} + \text{水}$</p>	<p>得出结论</p>	<p>论,培养学生的团队协作能力和寻找普遍规律的能力。</p>
<p>线形缩聚反应的聚合度</p>	<p>【启发】 以等当量的二元酸和二元醇的缩聚为例, N_0: 体系中起始官能团数(羧基或羟基数), 等于二元酸和二元醇的分子总数, 等于反应时间 t 时所有大分子的结构单元数; N: 反应到 t 时体系中残留的官能团数(羧基或羟基数), 等于大分子数。</p> <p>【过度】 因为线形缩聚的单体转化率从一开始就能达到一个很高的值, 不能反应出分子量的变化。这里我们要引入一个概念反应程度 P, 参加反应的官能团数占起始官能团数的分率。</p> <p>【提问】 写出反应程度 P 的定义式</p> <p>【推导】 推导出平均聚合度 \bar{X}_n 与反应程度 P 之间的关系</p> <p>【练习】 1 mol 二元酸与 1 mol 二元醇反应: 反应若干时间后, 体系中残存的羧基数: 0.5 mol; 求 P、\bar{X}_n。</p> <p>【分析总结】 反应程度越大, 平均聚合度越大</p>	<p>思考 听课 书写 推导 计算</p>	<p>通过学生对 N_0 和 N 多重意义的理解, 培养学生的逻辑思维能力; 从数学推导出发, 引导学生学会运用公式分析聚合度的影响因素; 通过练习巩固关系式。</p>
<p>缩聚反应的应用</p>	<p>【小组讨论】 对位芳纶具有高性能的主要原因。</p> <p>【点评】 从高聚物链呈伸展状态, 形成棒状结构及高结晶度、分子间排列紧密程度、苯环结构, $\pi - \pi$ 堆积, 高结晶度、分子链在纤维轴向高度定向, 强共价键、纤维横向分子间氢键等方面分析了芳纶具有高模量、高强度、化学稳定性、高温尺寸的稳定性、力学性能各向异性的原因。</p> <p>【小组讨论】 芳纶的发展历程</p> <p>【总结归纳】 对位芳纶是重要的军工材料, 在国防、航空航天、汽车、耐热材料等领域有着广泛的应用。二十年前, 我们国家经历了通知涨价、赏赐性销售的国外控制市场时代。我们烟台泰和新材方位攻关, 不断进行改革创新和技术攻关。终于, 在 1989 年实现氨纶的产业化生产, 2004 年间位芳纶实现规模化生产, 2011 年, 千吨级对位芳</p>	<p>讨论 分析总结 叙述结论 听课 讨论</p>	<p>学以致用, 利用所学理论知识指导实践。</p> <p>通过小组讨论培养合作能力和合作意识。</p> <p>通过泰和新材</p>

	纶产业化项目正式投产，彻底打破了国外长期的技术封锁和产品垄断。目前，已发展成为国内规模最大的高性能纤维研发生产基地，现有氨纶产能 45000 吨/年，居全球第六位；间位芳纶产能 7000 吨/年，居全球第二位、国内第一位；对位芳纶产能 1500 吨/年，居全球第四位、国内第一位。嫦娥五号探测器在月球上展示了第一面在没有温控的严酷环境条件下的织物国旗。据了解，该面国旗以泰和新材高性能芳纶纤维材料为主，是武汉纺织大学历时 8 年研制出的高品质月面展示国旗面料。但是我们还是要面对这样的现实，芳纶 1414 产品还是主要依赖进口，所以我们现在学好高分子专业课程为以后从事高分子材料事业奠定基础，为我们国家的进一步强大贡献力量。	分析总结 叙述结论	基团研发生产芳纶的过程让学生认识到材料人的历史使命和家国情怀。
小结	【概括整合】 缩聚的概念、体系、分类和线形缩聚的机理，缩聚的应用，线形缩聚聚合度与反应程度的关系。强调重点、难点内容。	梳理知识	帮助学生理清知识脉络，整合所学知识。
作业	【课后作业】 请查阅文献，分析总结一种高性能纤维的生产及应用的最新进展。	查阅资料 撰写报告	从学生兴趣出发，在落实知识点的同时做到灵活运用。锻炼查阅文献、撰写报告的能力。

8.参考教材与文献

- [1] 贾红兵主编.《高分子化学导读与题解》[M], 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [2] 韩哲文主编.《高分子化学》[M], 上海: 华东理工大学出版社, 1996.
- [3] 焦书科主编.《高分子化学习题与解答》[M], 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [4] George Odian. Principles of Polymerization [M].John Wiley & Sons, Inc. 2004.
- [5] Kato T , Magario A . The Wear of Aramid Fiber Reinforced Brake Pads: The Role of Aramid Fibers[J]. A S L E Transactions, 2008, 37(3):559-565.
- [6] Park R , Jang J . Impact Behavior of Aramid Fiber/Glass Fiber Hybrid Composite: Evaluation of Impact Behavior Using Delamination Area[J]. Journal of Composite Materials, 2000, 34(13):1117-1135.
- [7] Mullarky R H . Aramid fiber reinforcement of acrylic appliances[J]. J Clinic Orthodont, 1985, 19(9):655-658.

《地基处理》课程思政教学探索与实践

土木工程学院 张晓莉

习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上强调：“高校立身之本在于立德树人。要坚持把立德树人作为中心环节，把思想政治工作贯穿教育教学全过程，实现全程育人、全方位育人，努力开创我国高等教育事业发展新局面。”立德树人要以德为先，德才兼备，德育和智育并重。课程思政通过专业课程、专业课堂和教学方式，把教师的政治态度、政治认同融入专业课程教育教学中，通过润物细无声的形式实现立德树人。通过课程思政的开展，把习近平新时代中国特色社会主义思想与专业教授相融合，把爱国、报国、强国自觉融入实现中华民族伟大复兴的奋斗之中。

我国地域辽阔、幅员广大、自然地理环境不同、土质各异、地基条件区域性较强，随着中国进入工程建设的高峰期，规模宏大的水利工程、港口工程、高速铁路、大型基础工程等的兴建，涉及到大量的地基建设，不仅事先要选择在地质条件良好的场地从事建设，有时也不不得不在地质条件不好的地方进行修建，因此就需对天然的软弱地基进行处理，以提高软弱地基的强度，保证地基的稳定，减少基础沉降，消除特殊土的湿陷性、胀缩性和冻胀性等不良性质。所以，地基处理是建筑施工过程的重要环节，处理方式的选定直接关系到工程建设的质量优劣。

《地基处理》作为土木工程的一门重要专业课程，旨在让学生了解地基处理的基本知识的前提下，掌握各种地基处理方法的适用范围、加固原理、设计要点、施工工序和施工机械以及地基处理的监测与检测的方法，培养学生完成地基处理的设计、编写地基处理施工方案、完成地基处理施工，完成地基处理的监测与检测等典型工作任务，实现“地基处理方法的

选用、地基处理方案的设计、地基处理监测与检测方案的设计、地基处理的施工”等核心能力的培养。



图1 地基处理不善导致的工程事故

为培养适应新时代发展需求的高级技术人才，高等学校不仅肩负着授业任务，更加具有传道责任，在培养高层次应用型人才的同时，结合地基处理课程教学内容的特点，如何圆满的将教学内容与思政元素相互融合，不显突兀，实现潜移默化的育人效果，是每个教师都应该思考的问题，本人在这学期的授课过程中主要从以下三个方面作为课程思政的切入点：

一是专业认同感。在国家的重视与支持下，我国重大基础设施快速发展，取得显著成绩。新建设施的技术水平和科学产出水平世界瞩目。地基是所有建筑的基础，所有重大基础设施的建设第一步就是地基处理。在本学期地基处理的课程讲授过程中，我主要介绍了港珠澳大桥的地基处理典型案例：

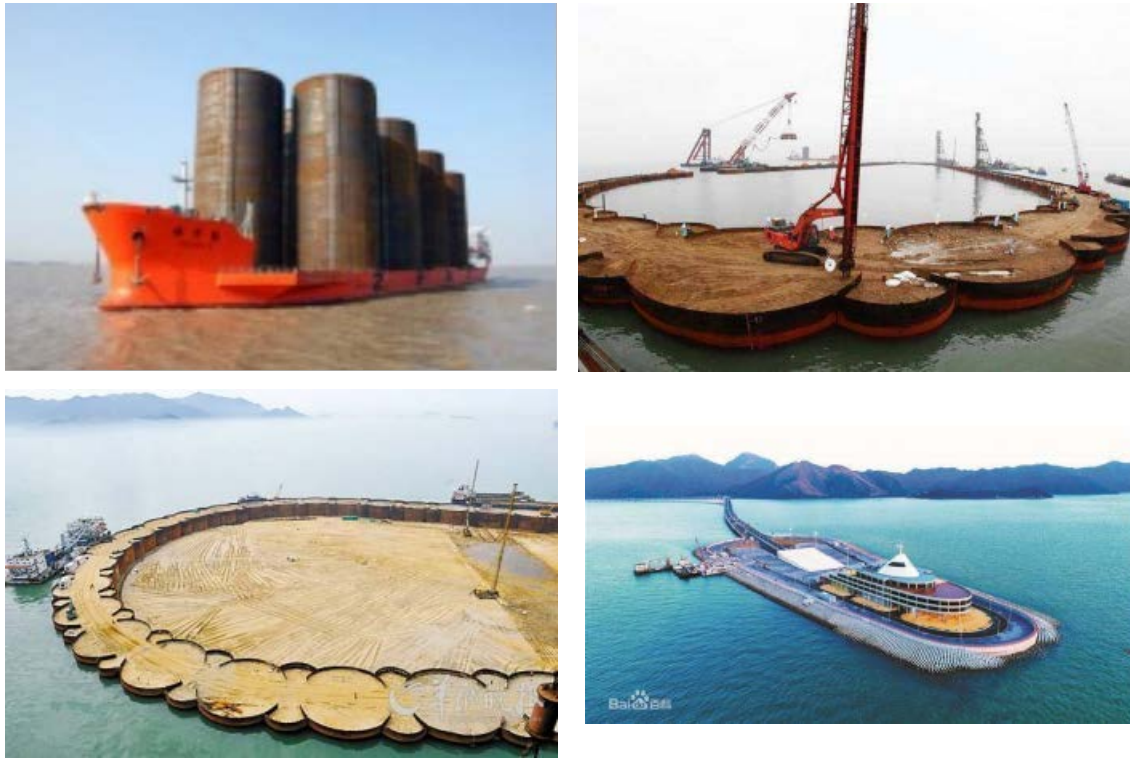


图 2 港珠澳大桥人工岛地基处理

中国的港珠澳大桥因其超大的建筑规模、空前的施工难度和顶尖的建造技术而闻名世界，被评为“新世界七大奇迹之一”，是我国里程最长、投资最多、施工难度最大的跨海大桥。港珠澳大桥海底隧道所在区域没有现成的自然岛屿，需要人工造岛。受 800 万吨海床淤泥的影响，施工团队采用了“钢筒围岛”方案：在陆地上预先制造 120 个直径 22.5 米、高度 55 米、重量达 550 吨的巨型圆形钢筒，通过船只将其直接固定在海床上，然后在钢筒合围的中间填土造岛。这种施工方法既能避免过度开挖淤泥，又能避免抛石沉箱在淤泥中滑动。岛上建筑采用表面平整光滑、色泽均匀、棱角分明、无碰撞和污染的新型清水混凝土，施工时一次浇注成型，无任何外装饰，有效应对外海高风压、高盐和高湿度不利环境。

通过介绍国家的标志性成果、经典案例，有助于学生增进对祖国的热爱，激发为中国梦奋斗的情怀，增加文化自信。

二是国家使命感。将“工匠精神”贯彻在地基处理的课堂上。强调“工匠精神”是社会文明进步的重要尺度、是基础建设发展的精神源泉、是新时代高级技术人员的道德指引。“工匠精神”就是追求卓越的创造精神、精益求精的品质精神。它包括了敬业、精益、专注、创新四个内涵。在地基处理教学过程中，要引导学生增强专业认同感，第一要让学生热爱并重视地基处理技术，第二就是要学生从学习伊始，就培养严谨精神、敬业精神，以至于在今后工作中，面临大型基础设施工程任务能追求科技创新，技术进步，勇担重责，增强担当意识。

三是职业道德观。地基基础是建筑物的重要组成部分，任何建筑都必须有可靠的地基基础。地基基础工程事故具有发生概率高、发生时间不确定、领域广、危害大、处理难度高的特点。在基础设施建筑过程中，最难驾驭的并不是上部结构，而是该工程的地基和基础工程的问题，地基基础都是地下隐蔽工程，建筑工程竣工后，难以检查，使用期间出现事故的苗头也不易察觉，一旦发生事故难以补救，甚至造成灾难性的后果。



图3 加拿大特朗斯康谷仓倾倒

加拿大特朗斯康谷仓，由于地基强度破坏发生整体滑动，是建筑物失稳的典型例子。谷仓平面呈矩形，由5排每排13个圆通仓组成，总长59.44m，宽23.47m，高31.0m。基础为钢筋混凝土筏基础，厚61cm，基础埋深3.66m。1913年完工后，谷仓装了 31822m^3 谷物，发现1小时竖向沉降达30.5cm，

结构物向西倾斜,24 小时倾斜 $26^{\circ} 53'$,西端下沉 7.32m,东端上抬 1.52m。1913 年 10 月 18 日谷仓倾倒后,上部钢筋混凝土筒仓艰如盘石,仅有极少的表面裂缝。

分析加拿大特朗斯康谷仓倾倒的主要原因是对其地基土层事先未作勘察、试验和研究,采用的设计荷载超过了地基土的剪切强度。1952 年,从未扰动的黏土试样测得地基的粉质粘土具有高胶体和高塑性。为了弥补过失,在基础下设置 70 多个支撑于基岩上的混凝土墩,使用 388 个 50T 千斤顶及支撑系统,把仓体逐渐纠正过来,其位置比原来降低 4m。

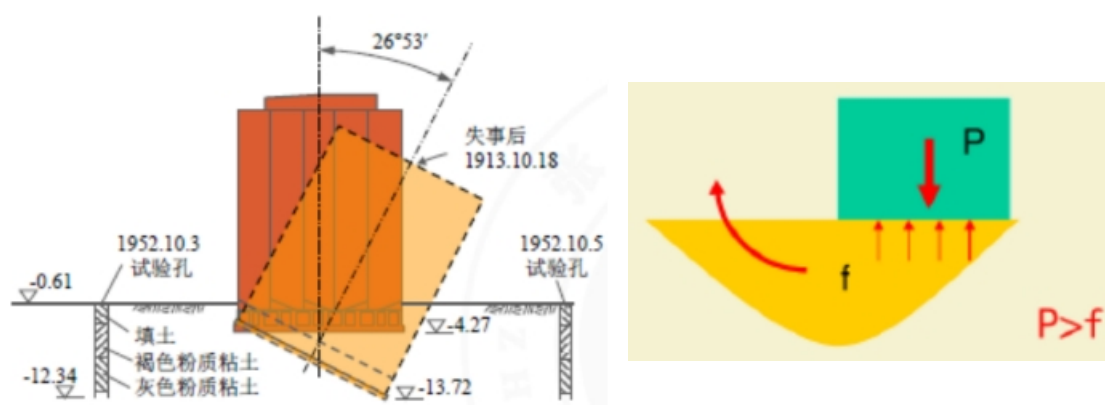


图 4 倾倒原因分析

将工程事故实例结合地基处理教学内容,提高学生责任、安全意识。强调思想不松懈,增强大局意识、责任意识,克服麻痹侥幸心理,杜绝畏难情绪,勇于担当,培养树立良好的职业道德,在学生时代就培养起高级技术人员应有的职业道德,融入习近平新时代中国特色社会主义思想。

教师作为教育的先行者、党政理论的支持者、文化传播的执行者,在向学生传道授业解惑的时候,首先要身正、明理。要加强师德师风建设,坚持立德与树人相融合,坚持育人与育心相统一。注重言传身教,在不断丰富、更新自身专业学识的同时,注重修炼个人道德素养,在传播人类文明的同时,用自己的思想和言行潜移默化引导学生树立社会主义核心价值

观。课程与思政同向同行、相互支撑、协同发展，引导学生成为德才兼备、又红又专合格社会主义建设者和接班人。

《行列式》课程思政教学设计

数学与统计科学学院 黄兆红

2016年，习近平总书记在全国高校思政会议上提出的“各类课程与思想政治理论课同向同行，形成协同效应”得到各高校的高度重视。自2017年2月起，我国的教育部大力推进新工科建设，培养在工程领域具有实际应用能力的高级工程技术人员。线性代数是理工科学生必修的数学类的基础课，它既是各专业后续专业课程学习的基础，又是培养学生学习方法和提高学生综合创新能力的重要途径。因此该课程的课程思政既要关注思想教育，还要强调传授专业知识。

授课题目	第一章 行列式 §1.1 二阶与三阶行列式 §1.2 n 阶行列式	课程名称	线性代数
授课对象	2020 级化工本、材料本	授课时长	50 分钟
课程目标	<p>本课程是高等学校理工科专业的一门重要公共基础必修课，对照化工本、材料本专业的毕业要求，通过该课程的学习和训练，学生应具备：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 学生掌握线性代数的基本概念、基本理论和基本运算技能，能针对分子材料制备、加工及应用中的具体对象和过程建立数学模型并求解。2. 培养学生抽象思维能力、逻辑推理能力、空间想象能力，能够综合运用所学知识和数学模型方法，对分子材料制备、加工和应用中的复杂工程问题的解决方案进行比较与综合。		
教学目标	<p>知识目标：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 掌握二阶和三阶行列式的定义和计算；2. 掌握全排列、逆序数、奇偶排列等概念；了解对换的概念；会计算逆序数。3. 掌握一般 n 阶行列式的定义与计算。 <p>能力目标：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 培养学生抽象思维能力、逻辑推理能力，能够感受行列式在求解线		

	<p>性方程组的作用。</p> <p>2. 培养学生学会用数学语言描述数学问题的能力，培养学生学以致用。</p> <p>德育目标：</p> <p>1. 激发学生热爱所学专业，并将所学专业知识用来解决生活中问题的意识，增强学生的专业自信心和自豪感。</p> <p>2. 引导学生树立正确的人生观、价值观。</p> <p>3. 体会科学家们求知、创新的美好品质，培养学生求真务实、坚持梦想的精神。</p>	
重点与难点	<p>重点： 逆序数的求法；行列式的定义；利用定义计算行列式.</p> <p>难点： 利用定义计算行列式.</p>	
思政点	思政教学内容	解读方向
	介绍《九章算术》中的方程术，并介绍《线性代数》整体研究内容，以及各章节之间的关联。	通过介绍《九章算术》中的方程术，激发学生的民族自豪感。对比之前学过的二元一次线性方程组，以及高中阶段的二次函数等知识，引导学生认识到利用之前所学知识不能够解决现实生活中的部分问题，激发学生探索新知的好奇心。通过介绍该课程的教学内容，介绍科学家们献身科学的故事，让学生感受知识之间的相互关联，培养学生要打好基础、坚持梦想、献身科学的精神。
	介绍行列式的产生及发展历史，引入二阶行列式、三阶行列式。	通过介绍行列式的产生及演变历史，培养学生的创新意识，以及运用所学专业解决实际问题的意识。
	排列与逆序数的定义、性质	逆序数是用数学语言定义行列式的关键，它体现了数学语言的严谨、规范的特点，引导学生学会用数学语言描述数学问题，培养学生的逻辑思维能力。
	n 阶行列式的定义	通过实际问题引入 n 阶行列式的介绍，引导学生运用所学知识解决实际问题，增强学生

的专业自豪感。

思政教学
方法

教师与学生共同讨论问题

讲解要点及部分具体内容

1) 引入《九章算术》消元术，激发学生的好奇心和民族自豪感。

消元法作为解线性方程组的重要方法，最早出现在我国的《九章算术》中，该书的第八章“方程术”描述了如下问题：

今有上禾三秉，中禾二秉，下禾一秉，实三十九斗；上禾二秉，中禾三秉，下禾一秉，实三十四斗；上禾一秉，中禾二秉，下禾三秉，实二十六斗。问上、中、下实一秉各几何？

在《九章算术》中用算筹（一种带有颜色的竹签）将各个系数及常数在一个“计算板”上排列称一个长方阵，按照“遍乘直除”算法进行计算。后来，这种方法传到世界各地，算筹被数字取代，而“计算板”被笔和纸取代。后来经日本人传入欧洲。在欧洲，这个方法称为高斯消元法。

思政点：

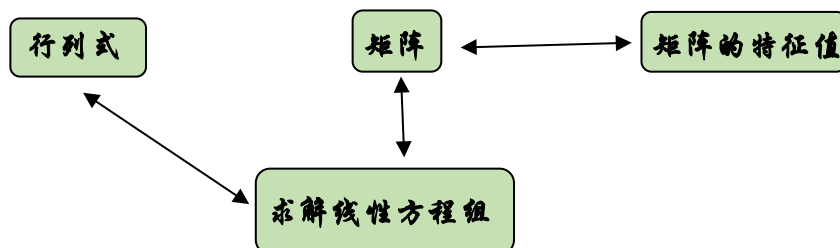
由学生熟悉的消元法出发，介绍《九章算术》中的方程术，激发学生的民族自豪感。引导学生用数学语言、数学方法解决实际问题，引导学生将解决问题归为求解方程组的问题。

2) 先介绍数学中“线性”概念，进而介绍《线性代数》中研究内容，引导学生认识到利用《线性代数》的知识可以解决上面的线性方程组求解问题。

初等数学“线性函数”：一个变量的一阶多项式函数

高等数学“线性函数”：两个向量空间之间，维持向量加法和数乘的映射。

其次介绍方程的根可用根式解的判别法则：一元二次方程、一元三次方程、一元四次方程、n次一般方程。



思政点：

整体介绍《线性代数》的研究内容，引导学生认识到该课程的重要性。在其中介绍 n 次一般方程根式解的判别法则，让学生感受科学家对数学做出的贡献，鼓励学生励志成才，努力上进。

3) 二阶行列式、三阶行列式的定义

行列式最早是由日本数学家关孝和于 1683 年提出的，它的出现距今已有 300 多年的历史。关孝和的主要思想是：行列式是一个记号，这个记号表示一个数，这个数由一些数字按一定的方式排列成的方阵所确定。多年以来行列式主要出现在求解线性方程组的讨论之中。

$$\text{设有二元线性方程组} \begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 = b_1 & (1) \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 = b_2 & (2) \end{cases}$$

用加减消元法容易求出未知量 x_1, x_2 的值，当 $a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} \neq 0$ 时，有

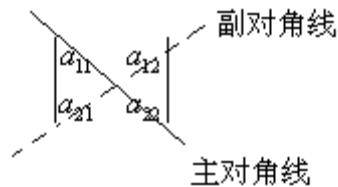
$$\begin{cases} x_1 = \frac{b_1a_{22} - a_{12}b_2}{a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}} \\ x_2 = \frac{a_{11}b_2 - b_1a_{21}}{a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}} \end{cases} \quad (3)$$

这就是一般二元线性方程组的公式解。但这个公式很不好记忆，应用时不方便。因此，我们引进新的符号来表示 (3) 这个结果，这就是行列式的起源。

我们把数 $a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}$ 记为符号 $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$ ，此记号称为二阶行列式。即

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}$$

从上式知，二阶行列式一个是从左上角到右下角主对角线上两个元素的乘积，取正号；另一个是从右上角到左下角的对角线元素的乘积，取负号。



式是这样两项的代数和：的对角线(又叫行列式的乘积，取正号；另一个是线(又叫副对角线)上两个

$$b_1 a_{22} - a_{12} b_2 = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}, \quad a_{11} b_2 - b_1 a_{21} = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix},$$

如果记 $D = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$, $D_1 = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}$, $D_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}$

则当 $D \neq 0$ 时, 方程组的解(3)可以表示成

$$x_1 = \frac{D_1}{D} = \frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}, \quad x_2 = \frac{D_2}{D} = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}}, \quad (4)$$

类似于二阶行列式, 我们从消元法求解三元线性方程组的过程中, 引入三阶行列式的符号。

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22}a_{33} + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{13}a_{21}a_{32} - a_{11}a_{23}a_{32} - a_{12}a_{21}a_{33} - a_{13}a_{22}a_{31}$$

思政点:

由之前已经掌握的利用消元法求解二元线性方程组, 引导学生认识到需要新的数学工具解决更一般的数学问题, 激发学生的求知欲和学习兴趣。由二阶和三阶行列式引导学生思考如何给出一般高阶行列式的定义, 培养对待数学科学的严谨态度。

4) 排列与逆序

定义 1 由 $1, 2, \dots, n$ 组成的一个不重复的有序数组称为一个 n 级排列。

例如, 1234 是一个 4 级排列, 3412 也是一个 4 级排列, 而 52341 是一个 5 级排列。

定义 2 在一个排列中, 如果一对数的前后位置与大小顺序相反, 即排在前面的数大于排在后面的数, 则称它们为一个**逆序**。一个排列中逆序的总和, 称为这个排列的**逆序数**, 排列 $i_1 i_2 \dots i_n$ 的逆序数记为 $N(i_1 i_2 \dots i_n)$ 。

例如, 排列 52341 的逆序数为 $N(52341)=7$ 。

思政点:

逆序数是用数学语言定义行列式的关键, 它体现了数学语言的严谨、规范的特点, 引导学生学会用数学语言描述数学问题, 培养学生的逻辑思维能力。

5) n 阶行列式

首先从不同的角度分析三阶行列式的特点：

- (1) 由 $6=3!$ 项组成的；
- (2) 每一项都是取自不同行不同列的三个元素的乘积；
- (3) 每一项都有符号：当该项元素的行标按照自然顺序排列时，该项符号由列标来决定；当列标是偶排列时，该项取正号；当列标是奇排列时，该项取负号。

其次引导学生分析总结 n 阶行列式的特点，引导学生给出 n 阶行列式的定义。

定义 3 由 n^2 个元素 $a_{ij}(i, j=1, 2, \dots, n)$ 组成的记号
$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$$
 称为 n 阶行列式。

它

表示所有取自不同行不同列的 n 个元素乘积的代数和。若用 $a_{1j_1} a_{2j_2} \dots a_{nj_n}$ 表示取自不同行不同列的 n 个元素，这里 j_1, j_2, \dots, j_n 是 $1, 2, \dots, n$ 的一个排列，则每一项的符号：当 j_1, j_2, \dots, j_n 是偶排列时， $a_{1j_1} a_{2j_2} \dots a_{nj_n}$ 前的符号为正；当 j_1, j_2, \dots, j_n 是奇排列时， $a_{1j_1} a_{2j_2} \dots a_{nj_n}$ 前的符号为负。即

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} = \sum (-1)^{N(j_1, j_2, \dots, j_n)} a_{1j_1} a_{2j_2} \dots a_{nj_n},$$
 其中 \sum 表示对所有的 n 级排列 j_1, j_2, \dots, j_n 求

和。 n 阶行列式一般也简记为 D 或 $\det(a_{ij})$ 或 $|a_{ij}|$ ，其中 a_{ij} 称为行列式的 (i, j) 元。

注： n 阶行列式的定义只是具有理论价值，实际计算很少使用，下面将通过介绍我国的超级计算机来说明。





超级计算机的研制与国家实力有着密切的联系，在 2018 年最新的超算排名中，虽然我国失去了最强大超级计算机的位置，但是在 500 强榜单中中国依然占据了数量优势，以 206 台排名世界第一。而美国以 124 台排名第二，第三、四、五位分别是日本、德国、法国。中、美、日、德、法这五个国家刚好是世界上 GDP 排名前五的国家。我国的“神威*太湖之光”是之前四届超算 500 强排名的冠军，它全部使用中国自主知识产权的芯片。共有处理器 10649600 个，峰值速度为 125436TFlop/s。TFlop/s 表示每秒 1 千万亿（ 10^{15} ）次浮点运算。按照行列式的计算，若使用“神威*太湖之光”计算 29 阶行列式，则花费的时间可以估算为：

$$t = \frac{28 \times 29!}{125436 \times 10^{15} \times 3600 \times 30 \times 365} = 50068(\text{年})$$

思政点：

引导学生体会简单到复杂、特殊到一般、具体到抽象的数学学科特点，培养学生科学严谨的学习态度，积极创新意识。在课堂上普及我国超算的基本情况，弘扬科学精神和爱国主义情怀。此外，这个案例也分析出用定义计算出行列式的局限性，启发学生的学习兴趣，引出后续的行列式计算方法。

6) 课堂练习与小结

本节介绍了二阶和三阶行列式的计算法则——对角线法则。为了给出高阶行列式的一般定义，接着介绍了排列，逆序的相关知识，有了这些准备之后，着重介绍了 n 阶行列式的定义，要求理解 n 阶行列式的定义，并在理解的基础上能够利用定义来计算一些特殊的行列式。

7) 延伸拓展

设一制药厂生产一种药 A，所需的主要成份有 x,y,z ，由于药效不同所以 x,y,z 的比例不同，如表所示。

成份	药效			所需药量(毫克)
	A1	A2	A3	
x	10	20	20	100
y	50	40	10	300
z	30	10	40	200

如何配置成所需药品？

思政点：

引导学生运用所学知识解决实际问题，运用所学专业解决社会热点问题，引导学生树立正确的价值观，更好的服务社会。

教学总结

通过本节课的学习，学生从整体上了解本课程研究内容，以及知识之间的相互关系，了解一般方程的可用根式解的判别法则的理论知识，并且知道数学家关孝和莱布尼茨引入行列式的事迹。学生学会了怎样用数学语言定义一般行列式。在教学过程中注意课程内容与思政元素的有机渗透，引导学生树立正确的人生观和价值观，培养学生的专业自豪感和自信心，培养学生严谨的科学态度，增强学生的参与感和获得感。