

以邮票为载体的高分子材料早期发展史教学改革实践

刘金刚* 陈淑静 曾影

中国地质大学（北京）材料科学与工程学院/地质碳储与资源低碳利用教育部工程研究中心 北京 100083

【摘要】：介绍了在面向全校各专业大一新生讲授《新材料与材料新技术》课程中的高分子材料部分时的教学探索。针对本门全校公选课的教学对象专业各异、学习背景不同，但对材料的兴趣相同的特点，尝试以邮票这种所有人均有类似认知的物品为载体，将高分子材料从天然应用到现代高分子学说建立之前这段重要的历史通过邮票这个“时间胶囊”来循序渐进地介绍给学生。让学生在视觉化的载体中理解了高分子材料早期起源对后续该门科学的理论突破及工业爆发的重要影响，同时感受到了科学史的人文温度与社会影响。实践教学效果显示该教学探索对于大一新生起到了积极的影响，较好地丰富了同学们的视野。

【关键词】：高分子；邮票；教学探索；本科生

DOI:10.12417/2705-1358.26.15.034

引言

《新材料与材料新技术》是中国地质大学（北京）面向全校大一跨专业本科生开设的通识公选课。课程依托学校地质特色，融合高分子、无机、金属等各类新材料及前沿技术，兼具学科交叉性与科普性。自2016年起，笔者开始承担该课程中9学时的高分子材料模块教学工作。依托多年高分子专业科研积累，具备扎实授课基础，但实际教学中面临显著痛点。课程授课对象为全校零基础或弱化学背景的大一新生，授课难度难以平衡，常出现专业内容过深时学生难以理解吸收，而内容过于浅显时则无法激发学生学习兴趣。教与学双向矛盾凸显，亟需创新教学模式破解教学困境。为优化教学效果，笔者借鉴美国北卡罗来纳大学夏洛特分校 Daniel Rabinovich 教授^[1]的邮票教学理念。邮票兼具趣味性、史实性与科普性，可承载重大科学发现、杰出科学家事迹等科教内容，是优质的课堂教学载体。基于相关研究成果，笔者开展邮票赋能高分子材料的课堂教学探索，经过数年课程实践与打磨，有效改善了课堂教学效果，为通识类材料课程教学改革提供了新的实践思路。

本文以高分子材料的早期发展历史，即从远古的天然高分子直接利用到1920年现代高分子学说提出之前的历史为例，简要介绍一下以邮票为载体的高分子材料早期发展史教学改革实践及取得的成效。

1 课程教学背景与现存问题

《新材料与材料新技术》是面向全校大一本科生开设的通识类公选课，课程覆盖地学、工科、经管、文法等多个专业，旨在打破学科壁垒，普及新材料基础理论与前沿技术，培养学

生跨学科思维与科学素养。其中，高分子材料发展史是课程核心教学模块之一，承担着衔接基础理论、串联学科发展、渗透科创精神的重要育人功能。在传统教学模式下，该模块教学存在诸多痛点，难以适配跨专业通识课程的教学需求。

2 邮票载体教学改革的可行性与育人优势

邮票被誉为“微型百科全书”，是兼具知识性、趣味性、历史性与可视化的优质教学载体，各国发行的科技主题邮票涵盖重大科学发现、杰出科学家事迹、学科发展里程碑等丰富科教资源，目前已广泛应用于化学、物理等基础学科的课堂教学改革中^[2,3]。首先，普及性强、认知门槛低。所有专业学生均具备邮票基础认知，无需专业知识铺垫，可快速融入课堂学习，完美适配跨专业通识课程的授课特点。其次，可视化效果突出，可破解抽象教学难题。以方寸邮票为载体，直观呈现高分子材料早期应用场景、关键探索节点、标志性科学人物，将碎片化、抽象化的学科发展史转化为生动具象的视觉素材，降低低年级学生的理解难度。最后，育人维度丰富，兼顾知识与素养培育。科技邮票承载着学科发展历史、科学家探索精神与时代发展印记，在传授专业知识的同时，可融入科学思政教育，传递科学探索精神，展现材料学科的社会价值，实现润物无声的育人效果。

3 基于邮票载体的教学改革实践路径

高分子材料是现代工业、国防军工、民生纺织、电子电气领域不可或缺的核心材料体系。现代高分子科学作为一门独立学科，正式确立的标志是1920年德国有机化学家赫尔曼·施陶丁格系统提出大分子长链学说。但在完整高分子科学理论诞生

通讯作者：刘金刚（1973-），男，汉，内蒙古赤峰人，博士，教授，研究方向：高性能高分子材料。

基金项目：深圳市科技计划项目（JSGG20210629144539012）。

之前的近百年时间里,伴随两次工业革命递进式发展,人类已经完成了天然高分子改性、半合成高分子创制、全合成高分子自主研发三个阶段的技术跨越,形成了橡胶工业、改性纤维素材料、人造纤维、合成树脂等早期产业形态。这一历史阶段具有鲜明时代特征,即工业需求牵引技术创新、经验实验推动材料迭代、产业应用领先基础理论。在教学过程中,通过系统梳理1920年之前高分子技术发展史,为学生呈现了现代高分子科学从工艺经验走向系统理论的历史逻辑,增强了同学们对高分子材料学科发展脉络的理解,取得了较好的教学效果。

3.1 工业革命驱动下的天然高分子改性开端

第一次工业革命的全面普及,极大推动了机械制造、纺织加工、交通运输、防水防腐工程的规模化发展,社会对物性稳定、功能可控、可大规模量产的新型工业材料产生了前所未有的刚性需求。传统天然材料如原生橡胶、棉花、蚕丝、象牙、动物角质等,或性能缺陷显著,或资源稀缺昂贵,已无法适配近代工业化高速发展的节奏,倒逼人类开启对天然高分子的人工改性探索。

1839年,美国发明家查尔斯·固特异(Charles Goodyear, 1800.12.29~1860.7.1)(图1)通过大量反复的配方实验与工艺试错,成功研发橡胶硫化技术。通过硫磺交联作用,原本线性、可滑移的天然橡胶分子形成三维网状交联结构,材料耐高温稳定性、弹性回复性、力学强度、耐磨与耐候性能得到质的飞跃,彻底解决了天然橡胶工业化应用的瓶颈,使橡胶正式成为密封、减震、防水、软管、轮胎等工业领域的核心弹性材料,开创了天然高分子交联改性的技术范式,奠定了现代橡胶工业的根基。



图1 查尔斯·固特异纪念邮票

3.2 硝化纤维素的创制与近代纤维素材料体系形成

在橡胶改性技术逐步成熟的同时,纤维素体系的化学改性研究同步快速推进。第一次工业革命催生的机械化棉纺织产业,使棉花、棉短绒、木纤维素实现大规模、低成本量产,为纤维素化学改性提供了充足的原料保障。

1846年,瑞士化学家克里斯蒂安·弗里德里希·舍恩拜因(Christian Friedrich Schönbein, 1799.10.18~1868.8.29)(图2)首次通过硝酸酯化反应,成功制备出硝化纤维素,正式开启了天然纤维素化学修饰与功能改性的新时代。硝化纤维素的出

现,彻底打破了天然纤维素成型性差、功能单一、难以深加工的局限,迅速在军用与民用领域得到广泛应用。硝化纤维素的成功改性,标志着人类首次能够通过简单化学反应系统性改造天然高分子结构与性能,为后续半合成高分子材料的蓬勃发展奠定了技术基础。



图2 克里斯蒂安·弗里德里希·舍恩拜因纪念邮票

3.3 蚕病危机驱动人造丝的发明

硝化纤维素民用改性体系中,人造丝的发明是19世纪高分子材料史上最具代表性的里程碑事件之一,其诞生拥有明确的时代产业背景与学术传承脉络。19世纪中后期,法国里昂是全球丝绸产业中心,蚕丝贸易是法国重要经济支柱。但当时欧洲爆发大规模蚕病,导致蚕丝产量剧烈减产、品质极不稳定,天然蚕丝供应链极度脆弱、价格剧烈波动,整个欧洲丝绸产业陷入空前危机。

法国工程师、化学家夏尔多内(1839.5.11~1924.3.12)(图3)作为巴斯德的学生与科研团队成员,全程参与蚕病研究,深刻意识到天然蚕丝完全依赖生物养殖、供应链极度不稳定、不可控因素极多的根本性缺陷。他由此提出全新思路,即不再依赖养蚕产丝,而是依托人工化学手段,仿制、替代天然蚕丝。依托已经成熟的硝化纤维素改性技术,夏尔多内开展大量纺丝实验,将硝化纤维素溶解为均一溶液,通过微孔喷丝成型、固化成型,最终在1884年成功研制出硝化纤维素基人造丝(夏尔多内丝),成为人类历史上第一种工业化人造纤维。夏尔多内人造丝的发明第一次证明人类可以脱离生物纺织资源,通过天然高分子化学改性人工造丝,打破了数千年来蚕丝完全依赖蚕类生物合成的垄断格局,开启了人工纤维替代天然纺织材料的全新时代。



图3 夏尔多内纪念邮票

3.4 赛璐珞诞生与近代民用塑料产业开端

在人造丝技术发展的同时,硝化纤维素的另一重大产业化成果同步落地。1869年,美国发明家、实业家约翰·韦斯利·海厄特(John Wesley Hyatt, 1837.11.28~1920.5.10)为解决台球运动长期依赖昂贵、稀缺象牙原料的行业困境,以硝化纤维素为基材、樟脑为增塑剂,成功开发出赛璐珞。

赛璐珞是人类历史上第一种商业化的改性塑料,具有质地轻便、易于染色、易于加工、价格低廉、透光性好等优势,成功大规模替代象牙、兽角、贝壳等传统名贵天然材料,广泛应用于文体器材、日用饰品、梳子、纽扣、早期照相胶片基材等领域,标志着人类正式迈入人工改性高分子的大规模民用时代。

3.5 全合成高分子突破:1908年酚醛树脂的发明

进入19世纪末、20世纪初,伴随第二次工业革命精细有机化工体系的成熟,高分子技术从天然高分子改性、半合成高分子阶段,正式迈入全合成高分子自主创制的全新历史阶段,其中最具里程碑意义的便是酚醛树脂的发明。

1908年,比利时裔美国化学家利奥·亨德里克·贝克兰(Leo Hendrik Baekeland, 1863.11.14~1944.2.23)(图4)通过苯酚与甲醛的缩聚反应,精准控制反应温度、压力与固化条件,成功合成人类历史上第一种完全人工合成的热固性高分子材料——酚醛树脂(电木)。不同于橡胶、纤维素取材于天然生物质资源,酚醛树脂完全依托化工原料人工聚合而成,证明人类可以完全通过有机化学反应自主设计、合成、制造全新高分子材料,标志着近代高分子工业彻底走向成熟与独立。

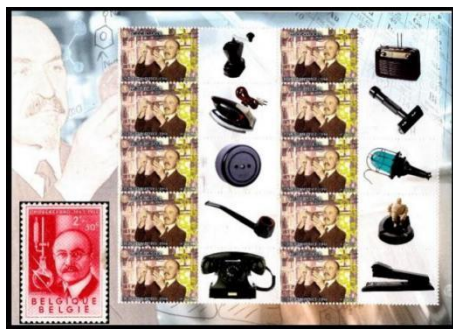


图4 利奥·亨德里克·贝克兰纪念邮票

参考文献:

- [1] Rabinovich D.A philatelic tribute to the SI[J].Chemistry International,2010,32(6):4-5.
- [2] 王辉,赖秋怡,张丹,等.新中国化学题材邮票及其在化学教育中的应用[J].化学教育(中英文),2019,40(11):88-95.
- [3] 中国化工博物馆.邮票上的化学工业[M].中国化工博物馆:北京,2021.
- [4] Krall M A,Parks M M,Krebs E,et al.Chemistry in the mail:Stamps from around the globe and public science communication in the twentieth century[J].Public Understanding of Science,2021,31(2):136-151.

通过以上几部分的教学实践,结果证明以邮票为载体的高分子早期发展史教学模式取得了显著育人成效。从课堂表现来看,跨专业大一新生的课堂专注度、互动发言频次明显提升,彻底改善了传统纯文字讲授模式下内容枯燥、零基础学生理解困难的问题。邮票作为直观可视化教具,降低了高分子发展史的学习门槛,经管、文法、地学等无化学基础专业学生也能清晰梳理从天然高分子改性到合成树脂问世的完整发展脉络,充分厘清早期材料探索对施陶丁格大分子理论诞生、近代高分子工业崛起的奠基作用。同时,依托邮票承载的科学史实,课程自然融入科学精神与工程思政教育,让学生不再孤立记忆材料技术,而是深刻体会科技创新背后的时代背景、人文温度与社会价值,实现专业知识传授、科学思维培养与人文素养熏陶三位一体的教学目标。

4 结语

纵观19世纪初至1920年近百年的发展历程,近代高分子技术的演进完全依托工业革命的产业驱动与社会材料需求牵引,先后完成天然橡胶硫化改性、硝化纤维素创制、赛璐珞民用化、夏尔多内人造丝工业化、酚醛树脂全合成创制等一系列重大突破。在人类实现首次人工全合成高分子突破12年之后的1920年,德国有机化学家赫尔曼·施陶丁格即提出了现代高分子学说。可以说,该学说的诞生并非凭空建立学科体系,而是对近百年高分子工艺实践、材料现象、产业规律的系统性理论总结,实现了高分子材料从经验技术向现代科学的历史性跨越。自此以后,高分子材料学科得到了迅猛的发展,成为当今社会不可或缺的重要材料品种之一。