

药物剂型演进视角下药剂学叙事教学的思路与设计

王露, 姜杰, 向钢

重庆理工大学, 中国 重庆 400054

摘要: 药剂学是药学专业的核心课程, 具有知识点密集、概念抽象、公式繁杂等特点, 传统讲授式教学难以激发学生的学习兴趣 and 学科认同感。本文提出将“故事化叙事”(Narrative Pedagogy)引入药剂学课堂, 以药物发现与剂型演进为主线, 构建了涵盖“药物发现—剂型设计”的故事素材体系, 包括阿司匹林200年剂型传奇、胰岛素百年递送攻坚、紫杉醇纳米制剂突破和青蒿素中医药智慧等四个典型案例。文章进一步设计了“故事导入—知识嵌入—思维延伸”的三段式教学策略, 探索了如何将科学精神、工匠精神和文化自信等课程思政元素自然融入专业教学的有效途径。

关键词: 药剂学; 故事化教学; 剂型演进; 课程思政; 叙事教学法

Ideas and Design of Narrative Teaching in Pharmaceutics from the Perspective of Pharmaceutical Dosage Form Evolution

Lu Wang, Jie Lou, Gang Xiang

Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China

Abstract: As a core discipline for pharmacy majors, pharmaceutics features dense knowledge points, abstract concepts and complicated formulas. The conventional lecture-based teaching mode fails to motivate students' learning enthusiasm and their sense of disciplinary identity. This paper introduces narrative pedagogy into pharmaceutics teaching. Centered on drug discovery and the evolution of pharmaceutical dosage forms, a story-based teaching material system covering the route from drug discovery to dosage form development is established with four typical cases: the 200-year developmental legend of aspirin formulations, a century of breakthroughs in insulin delivery systems, innovative advances in paclitaxel nanoformulations, and the traditional Chinese medicinal wisdom behind artemisinin. A three-stage teaching framework consisting of story introduction, professional knowledge

*基金项目: 药剂学实验数字教材开发与应用研究(项目编号2025YB68)。

作者简介:

王露(1985-), 女, 博士、讲师、硕士生导师, 主要研究领域包括纳米载药系统构建与肿瘤治疗、淋巴结靶向递药系统及免疫增强效应研究等。

姜杰(1989-), 女, 博士、副教授、硕士生导师, 主要研究领域包括纳米药物载体、靶向递药系统、新型药物剂型以及神经药理学方向等。

向钢(1992-), 男, 博士、讲师, 硕士生导师, 主要研究领域包括线粒体移植、抗炎免疫药理和肿瘤生物学等。

integration and critical thinking expansion is elaborated. Effective approaches to naturally integrate curriculum-based ideological and political education including scientific spirit, craftsmanship spirit and cultural confidence into specialized teaching are explored in this work.

Keywords: Pharmaceutics; narrative teaching; dosage form evolution; curriculum ideological and political education; narrative pedagogy

1 引言

药剂学（Pharmaceutics）研究药物剂型的设计原理、制备工艺和质量控制，是药学专业本科生必修的核心课程。然而在教学实践中，药剂学常被学生评价为“公式多、概念碎、记忆量大”——Noyes-Whitney方程、Fick扩散定律、Higuchi释药模型等原理抽象深奥，片剂崩解、缓控释机制、脂质体包封等技术细节琐碎繁杂。教师在讲台上推导方程，学生在台下机械记忆，课堂氛围沉闷，学科魅力被稀释。

实际上，药剂学是一门充满故事张力的学科。每一个经典剂型的诞生背后，都有科学家的困惑与顿悟、药企的冒险与坚持、时代的局限与突破。从柳树皮到阿司匹林肠溶片，从结扎胰管的狗到一周一针的超长效胰岛素，从濒危的太平洋紫杉到纳米级白蛋白制剂，从《肘后备急方》到世界级的青蒿素复方药物——药剂学的历史是一部人类如何让“好药”更安全、更有效、更便捷地抵达患者的史诗。

近年来，叙事教学法（Narrative Pedagogy）在医学教育领域得到广泛应用。Irby等指出，临床叙事能帮助学生建立情境化的知识结构[1]；Charon提出的“叙事医学”理念强调通过故事培养医生的共情与判断能力[2]。在药学教育领域，Elmali等的研究表明，药学史课程有助于增强学生的职业领导力意识，可作为培养未来药学领军人才的有效工具[3]。然而，目前国内药学教育中系统性地将故事化叙事与课程思政融合的实践研究尚少。

本文以我校药学专业药剂学课程为依托（本文

所指“我校”为作者所在高校），系统梳理了可用于药剂学课堂的故事素材，设计了“故事导入—知识嵌入—思维延伸”的教学策略，并对课程思政的融入路径进行了探讨。

2 课堂故事素材体系

药剂学课堂故事素材的遴选遵循三个原则：第一，故事必须蕴含可锚定的核心药剂学知识；第二，故事需具备戏剧性张力（困境—突破—影响）；第三，故事能自然引出课程思政元素（科学精神、工匠精神、工程思维、文化自信、社会责任感）。基于此，本文构建了“药物发现与剂型演进”故事线，共覆盖四个典型案例。

2.1 药物发现与剂型演进故事线

2.1.1 阿司匹林——一棵柳树与200年的剂型传奇

公元前400年，古希腊医学之父希波克拉底记载了一个朴素的观察：咀嚼柳树皮可以缓解疼痛和发热[4]。此后两千年间，人类知道柳树皮能止痛，却不知道为什么。1828年，德国药剂师Johann Buchner从柳树皮中提取出一种黄色晶体，命名为“水杨苷”（Salicin）[4]。这是活性成分的首次分离——药剂学的第一块基石，从这里学生可以直观理解“天然药物粗制剂”与“活性成分”的根本区别。然而，水杨苷在体内水解生成的水杨酸对胃黏膜有强烈刺激性，患者服药后常伴随剧烈胃痛和出血。

转折发生在1897年。德国拜耳公司的青年化学家Felix Hoffmann为了帮助因风湿病痛痛苦不堪的父亲，决定改造水杨酸分子。他引入乙酰基团，合成

了乙酰水杨酸——一种保留了抗炎镇痛活性却大幅降低胃刺激性的化合物[4]。这一分子改造是“前药设计”的经典范例：通过对活性成分的化学结构进行修饰，改善其理化性质和体内行为。1899年，拜耳以“阿司匹林”（Aspirin）之名将其上市[4]。

但故事远未结束。在随后的100多年中，阿司匹林经历了持续的剂型革命：最初作为散剂粉末出售，1900年首次被压制成片剂，至此片剂的剂型优势——剂量准确、便于携带、化学稳定性好——得以充分体现；1930年代，为彻底解决胃刺激问题，肠溶包衣技术被引入，利用醋酸纤维素邻苯二甲酸酯等pH敏感材料使药物绕开胃部在肠道释放，这成为缓控释制剂肠溶技术的启蒙案例[4,5]；1971年，John Vane爵士发现阿司匹林通过抑制环氧合酶（COX）阻断前列腺素合成从而发挥药效[6]，这一发现为阿司匹林赢得了1982年诺贝尔生理学或医学奖[4]，老药由此获得全新适应症——心脑血管疾病预防，剂量从镇痛用的500 mg降至75–100 mg，生动诠释了“不同剂量对应不同适应症”的剂型设计原则[4]；现代则有阿司匹林-双嘧达莫复方缓释胶囊（Aggrenox®），在ESPS-2临床试验中证实两种抗血小板药物联用可协同降低卒中复发风险[7]，实现了两种药物的协同递送。

阿司匹林的200年故事，展现了科学的人文

关怀——霍夫曼最初的动机不过是为父亲减轻痛苦——以及持续改进的工匠精神：同一分子，在不同时代因新技术、新认知而不断获得新生命。这一故事通常作为药剂学绪论课的开篇，时间跨度大、知识覆盖面广，适合配合阿司匹林剂型演化的时间线图进行讲解（图1）。

2.1.2 胰岛素——一个蛋白分子的百年递送攻坚战

1921年，加拿大外科医生Frederick Banting和医学生Charles Best在极其简陋的条件下——用结扎胰管的狗进行实验——发现了胰岛素[8]。1922年1月11日，14岁的I型糖尿病患者Leonard Thompson接受了历史上第一针胰岛素注射，从濒临死亡的状态中奇迹般恢复。然而，早期的胰岛素制剂远非完美：动物胰脏提取物纯度低、批次差异大、皮下注射后快速吸收导致血糖如过山车般剧烈波动，患者一天需要注射多次，长期遭受低血糖和高血糖交替的痛苦。

接下来的100年，药剂学家开展了一场旷日持久的“药物递送”攻坚战，每一个阶段的突破都对应着一类核心制剂技术的诞生。1936年，Hagedorn发现加入鱼精蛋白能使胰岛素形成难溶性复合物，注射后在皮下缓慢溶解吸收，由此诞生了第一代长效胰岛素PZI（鱼精蛋白锌胰

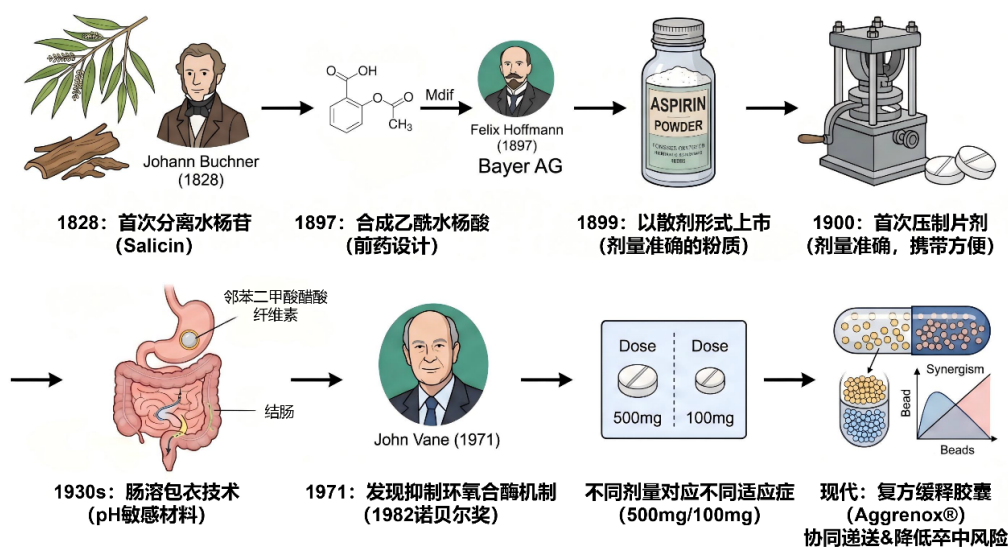


图1.阿司匹林两百余年剂型发展与技术演进时间轴

胰岛素) [9], 将注射次数从每日多次减少到每日1-2次。这一原理——通过形成难溶性复合物来延缓药物吸收——是缓释注射剂设计的核心策略之一, 课堂上可由此引出“溶液型注射剂与混悬型注射剂的释药动力学差异”这一知识点。1950至1960年代, 结晶技术的改进使胰岛素纯度从每毫克10单位提升至25单位以上。

1978年, Genentech公司利用重组DNA技术在大肠杆菌中表达了人胰岛素[10], 这是生物技术药物产业化的标志性事件, 彻底解决了动物来源胰岛素的免疫原性问题, 由此可引出重组蛋白药物的质量控制要点。1990年代, 蛋白质工程技术登场: 赖脯胰岛素(Humalog, 1996年上市)通过互换B链第28和29位氨基酸(赖氨酸与脯氨酸), 使六聚体解聚速度加快, 实现“餐时”快速起效[11]; 甘精胰岛素(Lantus, 2000年上市)通过替换A链第21位氨基酸并增加两个精氨酸, 使等电点从pH 5.4移至pH 7.0, 注射后在皮下形成微沉淀, 实现24小时平稳释放[12]。这一“氨基酸置换→等电点改变→体内沉淀行为改变→药动力学参数改变”的逻辑链条, 是蛋白质工程改变药物性质的绝佳教学案例。2012年, 德谷胰岛素(Tresiba)以多六聚体长链技术将半衰期延长至42小时, 使每周仅需注射3次, 部分患者甚至可实现每周注射1次的弹性方案[8,13]。更为前沿的是非注射递送技术的探索: 2014年FDA批准的吸入胰岛素Afrezza开创了吸入给药的先河[14], 而口服胰岛素面临的酶降解和上皮渗透障碍两大挑战, 则可以将课堂自然引向“非注射给药途径克服生物屏障”这一高阶议题。

胰岛素的故事之所以动人, 不仅在于技术的精妙, 更在于其中蕴含的科学勇气和以患者为中心的设计理念——从一天多针到一周一针, 每一个进步都意味着数百万糖尿病患者生活质量的提升(图2)。这种“同一个蛋白质分子, 通过制剂工程升级了百年”的执着, 正是“工匠精神”在药理学领域最生动的诠释。

胰岛素的故事之所以动人, 不仅在于技术的精妙, 更在于其中蕴含的科学勇气和以患者为中心的设计理念——从一天多针到一周一针, 每一个进步都意味着数百万糖尿病患者生活质量的提升(图2)。这种“同一个蛋白质分子, 通过制剂工程升级了百年”的执着, 正是“工匠精神”在药理学领域最生动的诠释。

2.1.3 紫杉醇——从濒危树种到纳米制剂, 一个差点被放弃的抗癌药

1962年, 美国农业部植物学家Arthur Barclay在华盛顿州Gifford Pinchot国家森林中采集了太平洋紫杉(Taxus brevifolia)的树皮样本。样本被送往国家癌症研究所(NCI)进行大规模天然产物抗癌筛选, 1964年初筛选发现树皮提取物具有细胞毒性。1971年, Wani等从太平洋紫杉树皮中分离并鉴定了紫杉醇的结构。但故事在此处几乎终结: 太平洋紫杉生长极为缓慢, 剥取一棵百年老树的全部

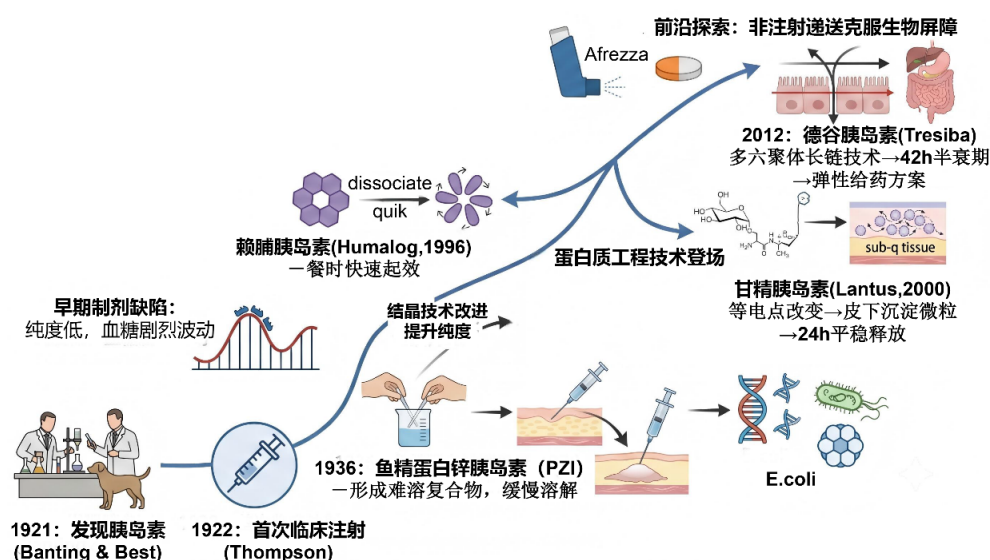


图2. 胰岛素百年制剂改良与递药技术发展历程

树皮仅能提取约300 mg紫杉醇——约半个疗程的剂量。面对“需要砍光太平洋紫杉”的伦理和经济困境，NCI一度暂停了紫杉醇的临床开发。

1979年，Schiff和Horwitz发现了紫杉醇独特的作用机制——促进微管蛋白聚合、阻止微管解聚[15]——这与传统抗癌药截然不同。机制的独特性重新点燃了开发热情。然而更大的困难来了：紫杉醇几乎不溶于水（水中溶解度 $<0.03\text{mg/mL}$ ）。如何将这种“绝水”的分子制成静脉注射制剂？这个问题直接将教学引向药剂学的核心经典——Noyes-Whitney溶出方程和药物的增溶策略。

1992年获批的Taxol（紫杉醇注射液）采用聚氧乙烯蓖麻油（Cremophor EL）和乙醇作为增溶剂。这解决了溶解度问题，却带来了新麻烦：Cremophor EL可引发严重的过敏反应（发生率高达25%–30%），患者用药前必须进行大剂量激素和抗组胺药预处理，输注时间长达3–24小时——增溶剂的安全性考量由此成为教学讨论的焦点[16]。

药剂学家没有止步于“能用”。2005年，Abraxane（白蛋白结合型紫杉醇纳米粒）获批上市——利用人血清白蛋白为载体，通过高压均质技术制成约130 nm的纳米颗粒，利用实体瘤的高通透性和滞留效应（EPR效应）实现被动靶向，无需有毒增溶剂，输注时间缩短至30分钟，III期临床试验

证实其疗效更优且安全性更佳[17]。这是纳米给药系统在癌症治疗中的里程碑式突破，由此可将课堂延伸至纳米制剂制备工艺的讲解。此后，紫杉醇脂质体、聚合物胶束等新一代递药系统相继问世，这个差点被放弃的分子最终成为全球销售额最高的抗癌药之一。

紫杉醇的故事有力地揭示了药剂学对于成药性的决定性作用——“没有合适剂型，再好的药物也是废粉末”。同时，从砍树提取到化学合成再到植物细胞培养的演进，体现了可持续的制药工程思维；而制剂技术创新为“老旧”药物赋予新生命的模式，也为学生理解“老药新用”的研发策略提供了参照（图3）。

2.1.4 屠呦呦与青蒿素——从《肘后备急方》到世界级制剂

1969年，39岁的屠呦呦被任命为“523”抗疟项目的课题组长。彼时，越南战争中美军和越南士兵因疟疾减员远超战斗伤亡，传统抗疟药氯喹因疟原虫普遍耐药而失效。屠呦呦领导的研究组系统收集了2000多种古方、民间药方，逐一筛选。经历了380多次失败后，晋代葛洪《肘后备急方》中的一句话给了她关键启发：“青蒿一握，以水二升渍，绞取汁，尽服之”[18]。

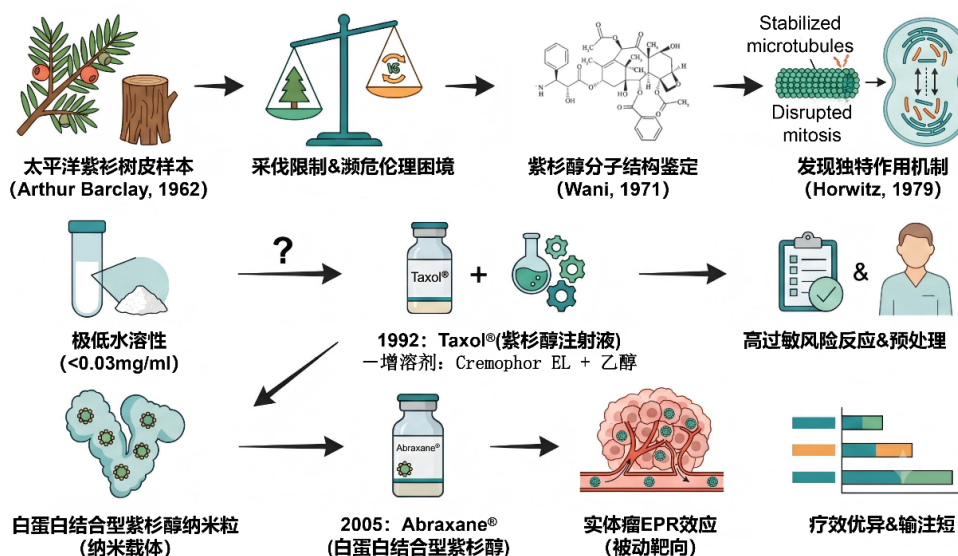


图3. 紫杉醇从天然提取物到纳米靶向制剂的剂型革新路线

为什么是“绞取”，而不是“煎煮”？屠呦呦意识到：高温可能破坏了青蒿中的有效成分。这一判断直接关联药剂学中“提取工艺参数对有效成分收率的影响”这一核心知识点——溶剂选择与温度控制往往是提取工艺成败的关键。她改用低沸点溶剂乙醚进行低温提取，1971年10月4日，第191号样品在鼠疟模型中实现了100%的疟原虫抑制率[18]。1972年，青蒿素单体被成功分离并鉴定结构——这是一个含有独特过氧桥结构的倍半萜内酯，是自然界中极为罕见的抗疟药化学骨架。

然而，青蒿素的水溶性和油溶性都很差，口服生物利用度极低——这再一次回到了药剂学需要解决的根本问题：如何让一个难溶性药物在体内有效递送？药剂学家研发了一系列衍生物和制剂：将青蒿素还原为双氢青蒿素，再衍生化得到水溶性前药青蒿琥酯（可静脉注射，用于重症疟疾），这是前体药物（Prodrug）设计的经典应用；将双氢青蒿素醚化得到蒿甲醚（油溶性，可制成油溶液注射剂，用于中度疟疾）；将蒿甲醚与苯苄醇制成复方片剂（Coartem®），既发挥蒿甲醚的快速杀灭作用，又利用苯苄醇的长半衰期清除残余疟原虫，同时体现了复方制剂设计的两大核心价值——协同增效与减少耐药[18]。从药物

稳定性的角度看，青蒿素不同剂型和储存条件对药效的影响，也是教学中讨论药物稳定性与制剂设计关系的良好切入点。

2015年，屠呦呦因青蒿素的发现获得诺贝尔生理学或医学奖。诺贝尔奖委员会的评价一语中的：“青蒿素的发现是中医药献给世界的一份礼物。”青蒿素的故事是课程思政融入的绝佳载体：古籍中“绞取汁”的记载蕴含着中国人对药物提取工艺的朴素直觉，展现了中华优秀传统文化中的科学智慧；屠呦呦本人甘当“小白鼠”、是第一批人体试药的志愿者，这种牺牲精神令学生肃然起敬；而中国科学家的原创性贡献获得世界认可，更是文化自信最好的注脚（图4）。

3 叙事教学的总体设计与实施路径

3.1 设计理念：从“知识讲授”到“叙事建构”

叙事教学法的设计理念源于一个基本判断：药剂学的知识体系天然具有叙事性。每一个经典剂型的诞生都不是孤立的知识点，而是一段包含困境、探索、突破和影响的完整故事——阿司匹林的前药设计源于为父亲减轻痛苦的朴素动机，胰岛素百年递送攻关的背后是数百万糖尿病患者生活质量的持续改善，紫杉醇从“差点被放弃”到纳米制剂的转折揭示了药剂学对成药性的决定性作用，青蒿素的

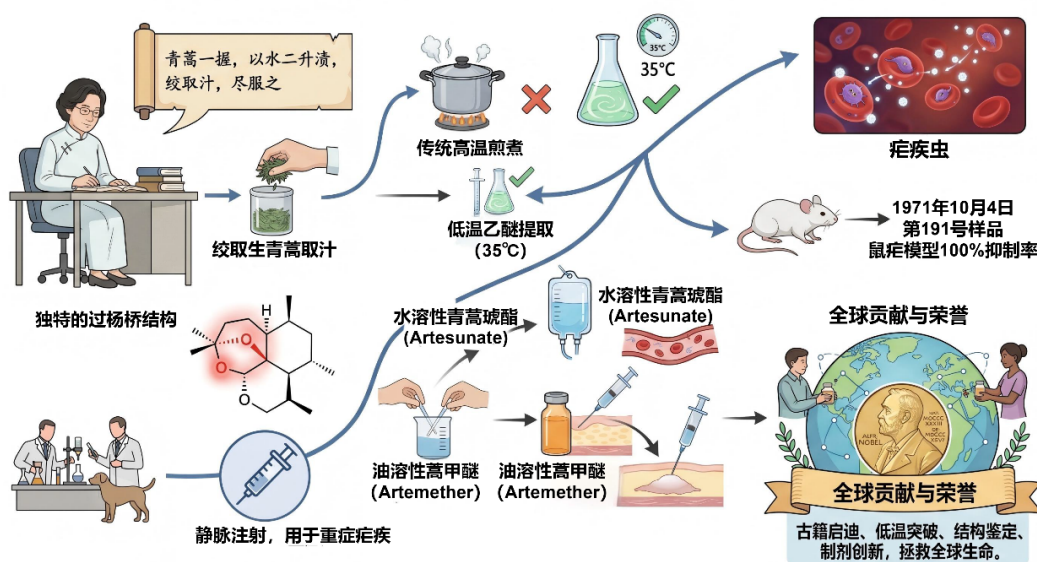


图4. 依托传统中医药典籍的青蒿素研发及系列制剂开发脉络

发现则架起了古老中医智慧与现代制剂科学之间的桥梁。基于这一判断，本文将叙事教学法的设计思路概括为三个核心原则：以真实困境驱动学习动机，以历史逻辑串联知识脉络，以价值冲突激发深度思考。

具体而言，叙事教学的设计遵循“素材遴选—知识锚定—思政融入”三位一体的逻辑框架。素材遴选方面，每个故事必须同时满足三个条件：蕴含可锚定的核心药剂学知识点、具备“困境—突破—影响”的戏剧性张力、能自然引出课程思政元素。知识锚定方面，故事的核心功能不是“活跃课堂气氛”，而是充当知识建构的脚手架——学生先被故事吸引，再从故事中提取科学问题，最终将零散的知识点整合为连贯的知识网络。思政融入方面，摒弃传统的说教式路径，将科学精神、工匠精神、工程思维、文化自信和社会责任五个维度的价值引领编织在故事叙事之中，让学生在感受学科魅力的同时自然接受价值熏陶。

3.2 教学实施路径：“故事导入—知识嵌入—思维延伸”三段式流程

在上述设计理念的指导下，每个故事的教学实施遵循“故事导入—知识嵌入—思维延伸”的三段式结构，各阶段的设计逻辑和互动方式如下。

故事导入阶段的功能是激活学生的学习动机和前置认知。教师以叙事方式讲述故事的某个关键片段，配合时间线图、历史照片或药品实物，营造情境化的学习氛围。导入阶段的核心原则是“制造认知冲突”——不是平铺直叙地讲述故事全貌，而是在转折处设置悬念。例如，讲解阿司匹林时可从霍夫曼为父亲改造水杨酸分子的温情瞬间切入，提问学生：“如果你是霍夫曼，面对一种能止痛却严重刺激胃的药物，你会如何改造它？”这一设问将学生的注意力从“听故事”转向“想问题”，为后续知识嵌入做好准备。

知识嵌入阶段是教学的核心环节，其功能是将故事中的叙事元素转化为可操作的药剂学知识。本文设计了“三问法”作为知识嵌入的基本工具：科学之问（“为什么这样做？”）引导出作用机制和

基本原理，例如通过“为什么鱼精蛋白能让胰岛素变长效”引出难溶性复合物的缓释原理；工程之问（“怎么做到的？”）引导出工艺参数和制备技术，例如通过“白蛋白如何将疏水性紫杉醇制成纳米颗粒”引出高压均质和自组装技术；设计之问（“有没有更好的方法？”）引导出制剂创新的设计思维，例如通过“除了Cremophor EL增溶，紫杉醇还能用什么方式递送”引出纳米制剂的设计思路。三问之间形成从“原理”到“工艺”再到“创新”的递进逻辑，帮助学生建立层次化的知识结构。

思维延伸阶段的功能是将课堂学习引向开放性思考。教师设置与当前故事相关但又超越教材范围的开放式问题，例如：“如果你是2026年的药剂学研究者，你会从哪个方向突破胰岛素的口服递送？”“紫杉醇纳米制剂能否进一步优化靶向性，实现肿瘤微环境响应型精准释放？”“在阿司匹林200年的剂型演化中，下一个突破可能出现在哪个方向？”这些问题没有标准答案，其目的不是考核知识记忆，而是培养学生的创新意识和问题敏感度——让学生意识到药剂学不是一门“已完成”的学科，而是一个仍在快速发展的前沿领域。

3.3 课程思政的融入路径

故事化教学为课程思政提供了天然的“生长土壤”。与传统的说教式思政不同，我们将思政元素编织在故事叙事之中，让学生在感受学科魅力的同时自然而然地接受价值引领。本文构建了五个维度的思政融入路径：科学精神维度，通过屠呦呦团队筛选2000多个药方的执著、历经数百次实验失败后重新来过的韧性，展现科学研究需要的不只是聪明才智，更是坚持不懈；工匠精神维度，通过胰岛素从一天多针到一周一针的百年持续改进，让学生体会“把一个产品做到极致”的专业追求；工程思维维度，通过紫杉醇从砍树提取到纳米制剂的技术迭代，揭示制剂工程如何将“不可用药”转化为“可用药”的转化思维；文化自信维度，通过青蒿素的发现源自《肘后备急方》的古老智慧、中国

科学家的原创性贡献获得世界认可，激发学生对中华优秀传统文化当代价值的认同；社会责任维度，通过每一片药后面的质量守护——“每一片药后面都是一个生命”——强化制药人的职业使命感。五个维度彼此呼应，共同构成药剂学叙事教学的课程思政体系。

4 结语

药剂学教学不应只是方程与公式的堆砌。当我们把一个剂型放回到它诞生的历史语境中——谁在什么困境下创造了它？它解决了什么问题？它被如何一步步优化？它如何惠及亿万患者？——药剂学就从冰冷的知识点变成了有温度的人类故事。

本文提出的“故事化叙事”教学框架，以“药物发现—剂型演进”为核心叙事逻辑，通过四个典型案例构建了可操作的故事素材体系，配合“导入—嵌入—延伸”三段式教学策略和五个维度的课程思政融入路径，力图实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。在未来的教学实践中，本框架仍有待进一步的迭代与完善，也期待更多同行的批评与共建。

参考文献

- [1] Irby DH. Excellence in clinical teaching: knowledge transformation and development required. *Medical Education*, 2014, 48(8): 757–764.
- [2] Charon R. Narrative medicine: a model for empathy, reflection, profession, and trust[J]. *JAMA*, 2001, 286(15): 1897–1902.
- [3] Elmali F, Staiger C, Tekiner H. Can pharmaceutical history courses contribute in building future pharmacy leaders? A preliminary study from Erciyes University, Turkey[J]. *Pharmazie*, 2015, 70(11): 753–754.
- [4] Montinari MR, Minelli S, De Caterina R. The first 3500 years of aspirin history from its roots—A concise summary. *Vascular Pharmacology*, 2019, 114: 1–8.
- [5] Rainsford KD. *Aspirin and Related Drugs*. London: Taylor & Francis, 2004.
- [6] Vane JR. Inhibition of prostaglandin synthesis as a mechanism of action for aspirin-like drugs. *Nature New Biology*, 1971, 231(25): 232–235.
- [7] Diener HC, Cunha L, Forbes C, et al. European Stroke Prevention Study 2. Dipyridamole and acetylsalicylic acid in the secondary prevention of stroke. *Journal of Neurological Sciences*, 1996, 143(1–2): 1–13.
- [8] Mathieu C, Martens PJ, Vangoitsenhoven R. One hundred years of insulin therapy. *Nature Reviews Endocrinology*, 2021, 17(10): 715–725.
- [9] Hagedorn HC, Jensen BN, Krarup NB, Wodstrup I. Protamine insulinate. *Acta Medica Scandinavica*, 1936, 90(5–6): 678–684.
- [10] Goeddel DV, Kleid DG, Bolivar F, et al. Expression in *Escherichia coli* of chemically synthesized genes for human insulin. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1979, 76(1): 106–110.
- [11] Howey DC, Bowsher RR, Brunelle RL, et al. [Lys(B28), Pro(B29)]-human insulin: A rapidly absorbed analog of human insulin. *Diabetes*, 1994, 43(3): 396–402.
- [12] Lepore M, Pampanelli S, Cordon C, et al. Pharmacokinetics and pharmacodynamics of subcutaneous injection of long-acting human insulin analog glargine, NPH insulin, and ultralente human insulin and continuous subcutaneous infusion of insulin lispro. *Diabetes*, 2000, 49(12): 2142–2148.
- [13] Garber AJ, King AB, Del Prato S, et al. Insulin degludec, an ultra-longacting basal insulin, versus insulin glargine in basal-bolus treatment with mealtime insulin aspart in type 2 diabetes (BEGIN Basal-Bolus Type 2): a phase 3, randomised, open-label, treat-to-target non-inferiority trial. *Lancet*, 2012, 379(9833): 2228–2244.
- [14] Klonoff DC. Afrezza inhaled insulin: the fastest-acting FDA-approved insulin on the market has favorable properties. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 2014, 8(6): 1071–1073.
- [15] Schiff PB, Fant J, Horwitz SB. Promotion of microtubule assembly in vitro by taxol. *Nature*, 1979, 277(5700): 665–667.
- [16] Gelderblom H, Verweij J, Nooter K, et al. Cremophor EL: the drawbacks and advantages of vehicle selection for drug

- formulation. *European Journal of Cancer*, 2001, 37(13): 1590–1598.
- [17] Gradishar WJ, Tjulandin S, Davidson N, et al. Phase III trial of nanoparticle albumin-bound paclitaxel compared with polyethylated castor oil-based paclitaxel in women with breast cancer. *Journal of Clinical Oncology*, 2005, 23(31): 7794–7803.
- [18] Tu Y. The discovery of artemisinin (qinghaosu) and gifts from Chinese medicine. *Nature Medicine*, 2011, 17(10): 1217–1220. DOI: 10.1038/nm.2471.

