

## 药物化学专业研究生培养的实践与思考

展鹏\*

山东大学药学院药物化学研究所, 济南 250012

**摘要:** 本文根据笔者多年的科研及研究生指导经验, 分析了药物化学研究生培养中存在的问题, 总结了药物化学专业研究生培养的有效做法。

**关键词:** 研究生教育; 药物化学; 药学; 新药创制

**中图分类号:** G64; O6

## Practice and Reflection in Training Medicinal Chemistry Graduate Students

Peng Zhan \*

Department of Medicinal Chemistry, School of Pharmaceutical Sciences, Shandong University, Jinan 250012, China.

**Abstract:** Drawing from the author's years of scientific research and graduate mentorship, this paper examines the challenges encountered in the training of medicinal chemistry graduate students. It also outlines effective strategies of cultivating expertise in this field.

**Key Words:** Graduate education; Medicinal chemistry; Pharmacy; New drug development

### 1 引言

研究生培养是高等教育的重要组成部分, 研究生的培养质量直接关系到国家的整体实力和竞争优势。近年来, 我国新药创制领域快速发展, 药物化学是新药创制的龙头学科, 但我国在药物化学高水平创新型人才培养方面仍有待进一步加强。本文根据笔者多年的科研及研究生指导经验, 分析了药物化学研究生培养中存在的问题, 总结了药物化学专业研究生培养的有效做法。

### 2 药物化学研究生培养中存在的问题

毕业论文的质量往往是对研究生培养质量最直接的反映。目前, 药物化学研究生毕业论文存在的问题主要有<sup>[1]</sup>: 创新性不强, 缺乏新靶标、新机制、新位点、新骨架、新思想、新技术等创新要素。选题无清晰主题, 缺乏先进性; 研究价值和意义不显著, 学术含量低; 基本概念混淆, 缺乏研究基础, 课题设计不合理; 实验设计存在缺陷, 数据无法支撑实验结论。

论文工作量不足, 实质性内容单薄, 无意义内容堆积拼凑; 研究浅显, 实验指标呈现不完全, 关键实验条件与数据缺失, 分析层次与深度不够, 缺乏深度剖析, 论证不充分, 结果不可靠。

收稿: 2024-02-05; 录用: 2024-03-12; 网络发表: 2024-03-29

\*通讯作者, Email: zhanpeng1982@sdu.edu.cn

基金资助: 2023 年山东省本科教学改革研究项目(M2023290); 2023 年度山东大学教育教学改革研究一般项目(334); 齐鲁医学特色本科教育教学研究(重点项目, 序号 9); 山东大学齐鲁医学特色本科教育教学研究项目(qlyxjy-202106); 山东省研究生教育质量提升计划项目(SDYAL20017); 山东大学课程思政示范建设立项项目(2021S22)

写作规范性方面, 标点符号及格式错误多, 图片、表格标识不清, 参考文献标注和引用不规范; 表述不清, 语句不通, 逻辑混乱, 英文翻译不一致或存在语法问题; 论文各章节内在逻辑性较差, 通过拼凑形成一篇学位论文。

上述毕业论文存在的问题直接反映出研究生创新能力差、创新意识薄弱; 学习兴趣不足, 基本功薄弱以及学风不严谨; 最根本的是内驱力不足。此外, 部分研究生课程教学脱离课题研究和学术前沿, 加之教师教学理念陈旧, 导致研究生“知识变现”能力不足。

### 3 药物化学研究生教育教学理念初探与成效

问题是创新的起点, 也是创新的动力源。笔者针对新药研发创新能力不足的现状, 坚持问题导向和系统观念, 致力于提高创新之能、追求管理之效、强化施教之技, 将前沿科研成果融入教育教学活动, 注重培养学生的原始创新、整合创新及交叉集成能力; 同时倡导“八面受敌”专题整理、教研融合型案例库构建等特色治学方法<sup>[2,3]</sup>。并注重培养研究生运用哲学思维分析与解决问题的能力<sup>[4]</sup>。截止到2024年3月, 笔者共独立指导研究生31人, 其中已毕业13人, 合作指导研究生多人。在研究生培养方面已取得一定成效, 例如笔者指导研究生在药物化学顶尖期刊*J. Med. Chem.*及权威期刊*Eur. J. Med. Chem.*发表文章多篇, 其中一篇药物化学前沿综述被*J. Med. Chem.*遴选为重要文章(共49篇), 作为青年科学家及研究生专业入门的基本读物<sup>[5,6]</sup>。此外, 研究生多次获得国家奖学金、中国药物化学学术会议优秀墙报奖、正大天晴奖学金、齐鲁制药奖学金、山东大学第九届“互联网+”大学生创新创业大赛金奖、“建行杯”第九届山东省“互联网+”大学生创新创业大赛铜奖、2023年全国药学研究生学术论坛一等奖、第七届《药学报》药学前沿论坛优秀壁报奖、2023江苏省研究生“创新与转化”学术创新论坛一等奖等奖励。多位研究生在硕士阶段直接转博或者毕业后去新加坡国立大学、比利时鲁汶大学等著名高校攻读博士学位。笔者的教学与科研事迹在山东大学“山大视点”报道<sup>[7]</sup>。

## 4 浅谈研究生教育与培养的有效做法

### 4.1 注重研究生治学方法

笔者根据研究生在文献阅读中存在的问题(图1), 多次在课堂教学及平时组会中推荐八面受敌读书法<sup>[8]</sup>、朱子读书法<sup>[9]</sup>、切己体察学习法、理论与实践结合法, 将学术前沿与自己的具体课题相联系, 真正做到“切问近思, 切己体察”。此外, 笔者针对研究生在综述及毕业论文撰写中的问题进行写作要点和指导思想的总结(图2), 并倡导“总结使人提高”的治学理念; 同时, 强化毕业论文的顶层设计, 以终为始, 贯彻关联主义的指导思想<sup>[10,11]</sup>, 将功夫用于平时。

笔者通过综述写作<sup>[12-16]</sup>、讲座与学术报告等形式及时对药物研发的经历和体会进行总结(图3), 例如, 提出抗病毒药物研究中的“三易”原则(即“不易”、“变易”和“简易”)。此外, 结合科研实践, 笔者对抗病毒药物研究中的演绎思维、共性导向及差异思维等思维模式, 以及“大海捞针”、“老树新花”等创新路径进行总结(表1), 以启迪学生思维。

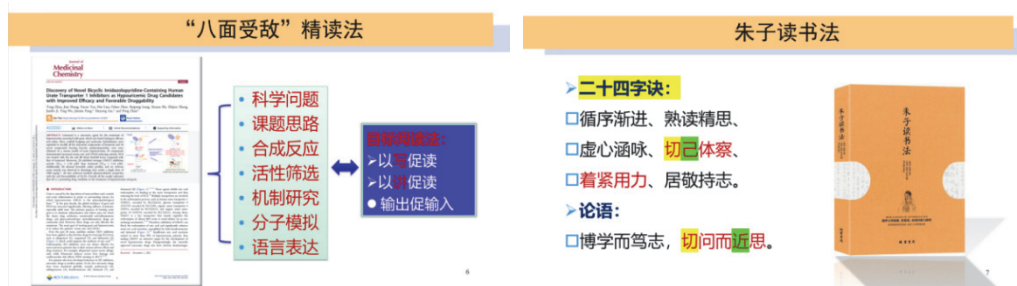


图1 笔者在药物化学研究生教育教学中推行“八面受敌读书法”与朱子读书法

### 文献阅读常见问题（研究生反馈）

- 1. 如何追踪课题相关的最新文献？如何对某一关键词持续追踪？
- 2. 碎片化时间读文献总是效率很低，如何克服？
- 3. 怎样才算真正读懂了一篇文献？（讲、写、用）
- 4. 如何管理文献？阅读的文献很快遗忘，如何解决？
- 5. 如何大量阅读文献，如何对所阅读的大量文献进行及时总结。
- 6. 想对重要的文献做笔记，有没有什么好用的做笔记的方法，或者说有没有合适做笔记软件去提高做笔记的效率？
- 7. 若想深入了解一个问题，调研文献时有什么好的方法吗？

### “八面受敌”精读法

**专题阅读法：**

□每一书，皆作数过尽之。书富如入海，百货皆有之。人之精力，不能兼收并取，但得其所欲求者尔。故愿学者每次作一意求之。如欲求古今兴亡治乱、圣贤作用，但作此意求之，勿生余念。又别作一次，求事迹如史，典章文物之类，亦如之。他皆仿此。此虽迂钝，而他日学成，八面受敌，与涉猎者不可同日而语也。——苏轼

□八面受敌：形容功力深厚，能抵挡各种情况。

### 综述撰写常见问题（研究生反馈）

- 1. 文章选题怎么确定？大题涉及面广，可写的东西多，但不容易写深，四面出击，也容易出现漏洞；小题虽然可集中精力，但要求研究得深一些。
- 2. 确定选题后，提纲如何拟定，使其层次分明、逻辑性强、观点新颖？
- 3. 思路或意思表述不充分怎么办？
- 4. 如何根据篇幅确定参考文献的数目，选取参考文献的一般原则是什么？（最新、代表性、高水平、相关性）

### 综述撰写常见问题（研究生反馈）

- 5. 在综述的写作中，两个案例之间没有明显联系，如何承接？
- 6. 制作论文精美的图表的方法，比如药物作用机制的图片、病毒生命周期的图片制作。
- 7. 在综述的写作中，怎么去对该领域的进展进行查漏补缺，或者说怎么查全该领域的相关文章。
- 8. 如何避免中英文专业词汇转换不准确的问题？减少中式英语，如何降低重复率？

### 综述写作的要点

围绕课题定题目，根据题目查文献；  
浏览文献定提纲，妥当与否须讨论；  
提纲确定均确定，直奔主题动笔写；  
做完完成一部分，讨论修改成共识；  
定性定量要结合，图文并茂心情悦；  
归纳演绎有逻辑，遣词造句不随意；  
内容格式齐清定，推而广之成全文；  
文章主体先成型，前言总结自然成；  
经典著作常浏览，专业术语不犯难；  
千头万绪别蛮干，善于交流是关键。

准：确定目标，选准刊物  
新：领导标新，陈言务去  
广：系统检索，综合全面  
深：论述透彻，鞭辟入里  
雅：图文并茂，层次清晰

### 毕业论文撰写的指导思想和理念

- 核心：做的是重要且困难的课题；有巧妙构思；取得好的成效（超越+差异性）
- 1. 课题很重要。（研究背景）
- 2. 尽管前人在该领域做了一些探索（成果与策略），但是还有棘手的课题没解决（也应该为什么没有解决）？有哪些瓶颈问题？（通过研究进展，提出科学问题）
- 3. 你采取的思路与策略的独特与创新（即金刚钻与独门绝技）：为什么非用某个思路或策略不可？（课题设计与方法）
- 4. 取得很好的成效。有多好？分层次叙述（深度与广度）；通过比较凸显超越（活性与成药性）与差异性（结构骨架的新颖、机制的新颖、结合模式的独特等）
- 其他：不同版块间的内在逻辑性（递进？平行？）；大故事与小故事之间的关系？
- 总结部分：形成闭环，始于“问题”，终于“问题”。提出的科学问题解决了没有？解决了几成？升华研究意义（对该领域的贡献）或分析总结教训。

图2 笔者针对研究生在综述及毕业论文撰写中的问题进行写作要点的总结

### 结构生物学：高效抗耐药性结构基础

抗耐药性药物设计策略：三“易”原则

- 不易：保守位点、优势结构
- 变易：构象灵活、新颖骨架
- 简易：最小修饰、热点残基

总结策略（以HIV非核苷类逆转录酶抑制剂为例）：  
 ① Design strategies of novel NNRTIs to overcome drug resistance. *Curr Med Chem* 2009;  
 ② HIV-1 NNRTIs: structural diversity, pharmacophore similarity, and implications for drug design. *Med Res Rev* 2013;  
 ③ Contemporary Medicinal Chemistry Strategies for the Discovery and Development of Novel HIV-1 Non-nucleoside Reverse Transcriptase Inhibitors. *J Med Chem* 2022;

### 抗病毒药物设计的底层逻辑&结构优化的基本原则

病毒千变万化

- 新靶标
- 新位点
- 新机制
- 新理念

以变应变    以不变应万变

- 共性靶标
- 保守位点
- 主链氢键
- 靶向宿主

不易：保守位点、优势结构  
变易：柔性区域、新颖位点  
简易：最小修饰、热点残基

执着坚守  
机动灵活  
力求简约

人生如药

### 抗艾滋病药物研究的几点思考与总结

结构优化与抗耐药性药物设计策略：三“易”原则

- 不易：保守位点、优势结构、成药参数
- 变易：构象灵活、新颖骨架、全新机制
- 简易：最小修饰、热点残基、模块反应

总结策略（以HIV非核苷类逆转录酶抑制剂为例）：  
 ① Design strategies of novel NNRTIs to overcome drug resistance. *Curr Med Chem* 2009;  
 ② HIV-1 NNRTIs: structural diversity, pharmacophore similarity, and implications for drug design. *Med Res Rev* 2013;  
 ③ Contemporary Medicinal Chemistry Strategies for the Discovery and Development of Novel HIV-1 Non-nucleoside Reverse Transcriptase Inhibitors. *J Med Chem* 2022;

### 抗病毒药物化学的研究范式

老树新花式拓展  
基于晶体结构的片段筛选  
优势结构、CADD技术  
蛋白共价、核酸化学

领域开辟型创新  
相分离与抗病毒  
清除感染细胞

优势互补型合作  
磺酰基-γ-AA拟肽

化学赋能型融通  
化学工具箱  
高品质化合物库构建

演绎    差异    互补    归纳

图3 笔者在讲座与学术报告中对药物研发的经历和体会进行总结

表1 抗病毒药物研究中的思维模式与创新路径

抗病毒药物研究的思维模式	
演绎思维	蛋白降解、核酸降解、抗体募集、纳米酶、DNA编码库、化学合成技术
共性导向	复制共性环节、底物包膜、病毒表面共同特征、优势结构、老药新用；DNA病毒共性；RNA病毒共性；呼吸道病毒共性(易感染、易变异、易流行、跨物种传播)
差异特征	病毒膜与细胞膜；感染细胞与未感染细胞
抗病毒药物研究的创新路径	
大海捞针	虚拟筛选(人工智能)、表型筛选
老树新花	基于共晶的片段筛选、自由能微扰、融合肽、蛋白共价、核酸适体、G-四连体、生物无机化学、配位超分子、长链脂肪酸前药(长效药物)

#### 4.2 注重第一性原理与底层逻辑

一般来说，第一性(基本)原理是所有事物发展的底层逻辑，比如熵增原理、热力学定律、达尔文进化论等。第一性原理强调指从事物的底层、本质出发，寻找解决问题的路径。“善学者尽其理”，第一性原理与底层逻辑是学术创新的基石<sup>[17]</sup>。正如王阳明所说：因此，“为学须有本原，须从本原上用力，渐渐‘盈科而进’”；也正如爱默生说：“方法，可能有成千上万种，或许还更多；而原理则不同，把握原理，你将会找到自己的方法；追求方法而忽视原理，你终将陷入困境。”

准确把握药物化学的第一性原理与底层逻辑，才能提高新药创制的能力。例如，邻近诱导效应(Chemically induced proximity/Proximity-Induced Reactivity)是多特异性结合药物设计策略、靶向蛋白/核酸降解、动态组合化学、蛋白共价药物、相分离等前沿药物设计策略的基本原理<sup>[18,19]</sup>；药物与靶标的结合(多价结合、多位点结合)中涉及分子间相互作用、热力学与动力学基本原理<sup>[20-22]</sup>。

#### 4.3 注重逻辑训练与思维工具

##### (1) 批判思维与反思复盘。

如果导师和研究生的认知不在一个维度，经常会出现鸡同鸭讲、对牛弹琴的情况。恰似尼采所说：“那些听不见音乐的人，以为那些跳舞的人疯了。”认知的差异不仅影响团队成员的交流，更关乎课题研究的成败。这种认知的不同源自知识结构的差异以及对学术前沿和药物设计策略的掌握程度不同(图4)。因此，导师首先应该对自己的指导方式有批判反思意识，时刻意识到导师的输出不等于学生的输入。为避免认知陷阱，要通过目标反馈、过程反馈、结果反馈形成完整闭环的复盘与认知迭代，形成共识。

##### (2) 逆推思维与整体观念。

逆推思维，又称多米诺布局思维，即从目标(人生愿景、课题目标、攻读研究生的目标等)出发，根据目标的要求，明确实现目标的条件，进而倒推资源配置与时间分配，规划出实现目标的路径，链接战略战术和方法手段，创造条件，循序渐进，最终实现目标。可见，逆向思维与根据条件决定结果的顺向思维截然不同。

落实逆推思维，要做到实时自省——每天的阅读、实验是否是有利于目标的达成。此外，要以终为始，坚持培养阶段的整体观，例如要让低年级研究生知道优秀毕业论文的基本特征、高水平药物化学文章的基本要素、学位论文的评价要素和评价指标以及常见问题等(图5)，以让研究生明确不同阶段的目标和任务。

(3) 模式思维与框架思维。

善于运用管理学中的一些模式与框架思维有助于项目实施与个人管理，例如日常事务的四象限分析法、论证课题的SWOT分析(Strengths、Weaknesses、Opportunities、Threats，即内部优势和劣势、外部机会和威胁) [23-26]、项目实施中的PDCA复盘模型(Plan-Do-Check-Act) [27]、个人与团队管理的KISS复盘法(Keep-Improve-Start-Stop) [28]以及探究因果关系的“穆勒五法”等[29]。

### 关于认知

	自己知道	自己不知道
别人知道	开放区	盲目区
别人不知道	神秘区	未知区

- 每个人都是在他的认知范围内做他认为正确的事情；
- 认知陷阱：正确？局限？
- 主观与客观的符合：很难！

- 乔哈里视窗 (Johari Window)：沟通的技巧和理论，自我意识的发现——反馈模型
- 美国心理学家乔瑟夫 (Joseph) 和哈里 (Harry)，将人际沟通信息划分为四个区。

### 关于课题的认知——选题与实施

重要且困难的事情

做正确的事，  
比正确地做事更重要。

科学问题

研究课题

思路策略

方法技术

研究课题的形成模式

知识结构

- 由点带面 (承接起来)
- 由面及点 (寻找课题)


一起工作，而非给导师工作

了解彼此，双向奔赴，合作多赢

- 求超越 (活性与成药性)
- 求差异 (作用机制、结合模式)
- 对照意识：阳性药物要全、新
- 科学求真、技术求同

### 关于课题的认知——选题与实施

- 牛根生名言与课题研究
- 做正确的事，再把事情做正确。
- 这个世界凡是高端深奥的东西，没有一个不藏在深处、细处、隐秘处。
- 空隙在哪里，机会在哪里。
- 差异化、挺进无竞争领域是弱势企业迅速制造相对强势的不二法门。



### 其他认知

- 导师输出 **不等于** 学生输入
- 普遍问题：“泥牛入海无消息”“反馈黑洞”
- “收到”、“知道了”，可能仅是礼貌性回复。
- **如何克服？**
- 反馈！闭环！所谓靠谱，就是事事有闭环。
- 目标反馈、过程反馈、结果反馈
- 实时交流讨论




图4 导学关系中倡导批判思维与反思复盘



图5 导学关系中倡导逆推思维与整体观念

#### 4.4 特色教学方法

##### (1) 研教融合、教学相长。

笔者一直坚持将学术前沿与研究生培养中存在的问题反映在课堂教学中，例如笔者将诺贝尔化学奖成果引入到在高等有机化学课堂教学；将整合药物化学新理念引入到医学前沿课程中；在论文写作与学术规范课程中结合本课题组的实例进行教学。形成研教融合、教学相长，课堂教学与课题研究密切结合的教学特色(图6)。

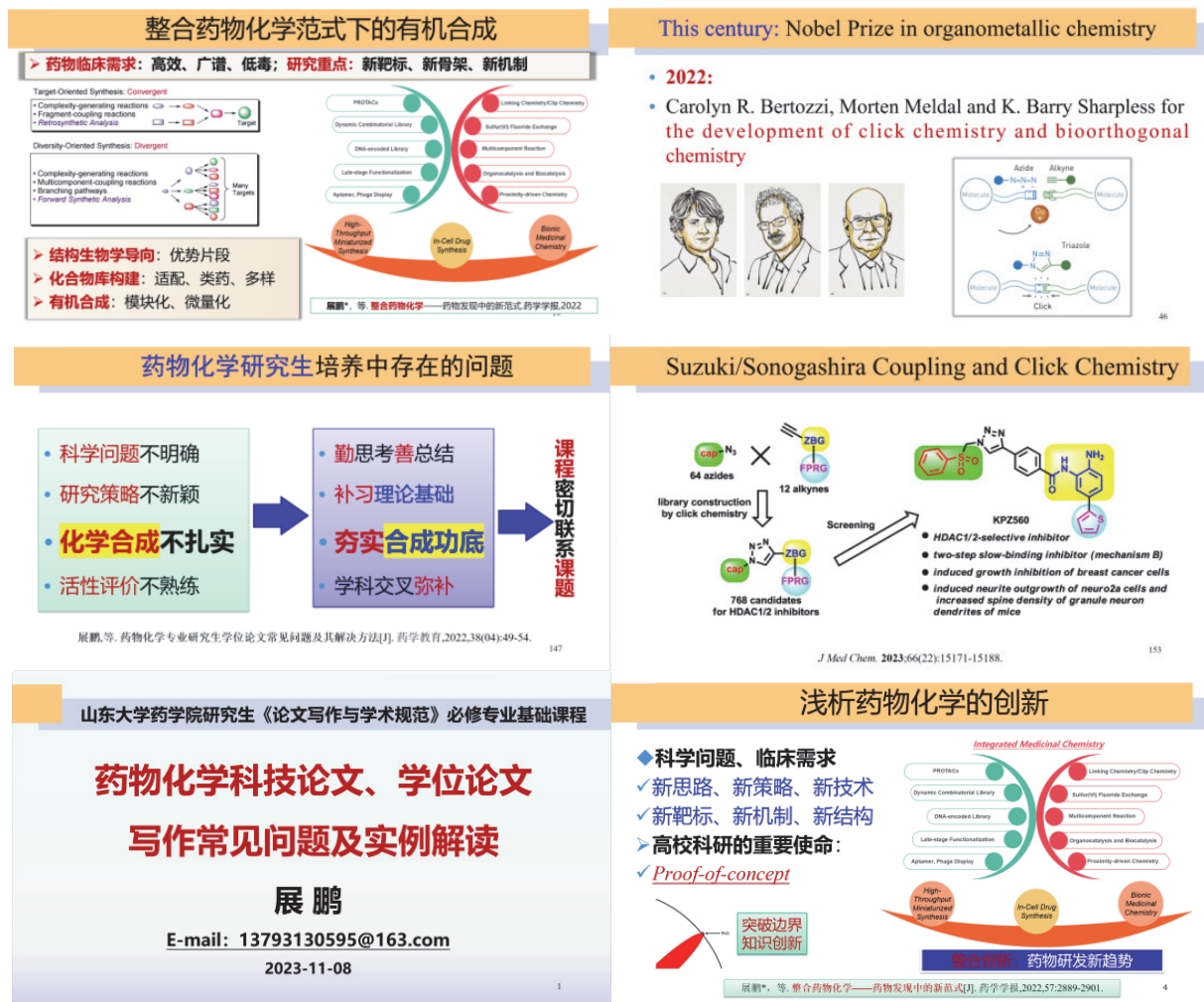


图6 笔者在研究生课堂教学中与学术前沿和课题研究密切结合

##### (2) 案例教学、启迪创新。

“引而申之，触类而长之，天下之能事毕矣。”援物比类、案例教学是一种有效的教育教学方法，胜于空洞地讲道理<sup>[2,3]</sup>。例如，Edward教授课题组多年来从事基于晶体学片段筛选的抗病毒药物发现，笔者以此例说明科研需要精耕细作；再如，南佛罗里达大学化学系蔡健峰教授长期致力于磺酰基- $\gamma$ -AA拟肽结构的开发与应用，姜世勃/陆路团队长期从事于病毒膜融合抑制剂研究，两个团队通过优势互补性合作发现了多类磺酰基- $\gamma$ -AA拟肽病毒膜融合抑制剂，凸显科研中协同攻关、合作共赢的重要性；再如，笔者选取在药物研发中化学赋能型案例，强调药物化学中的“化学”创新范式(图7)。

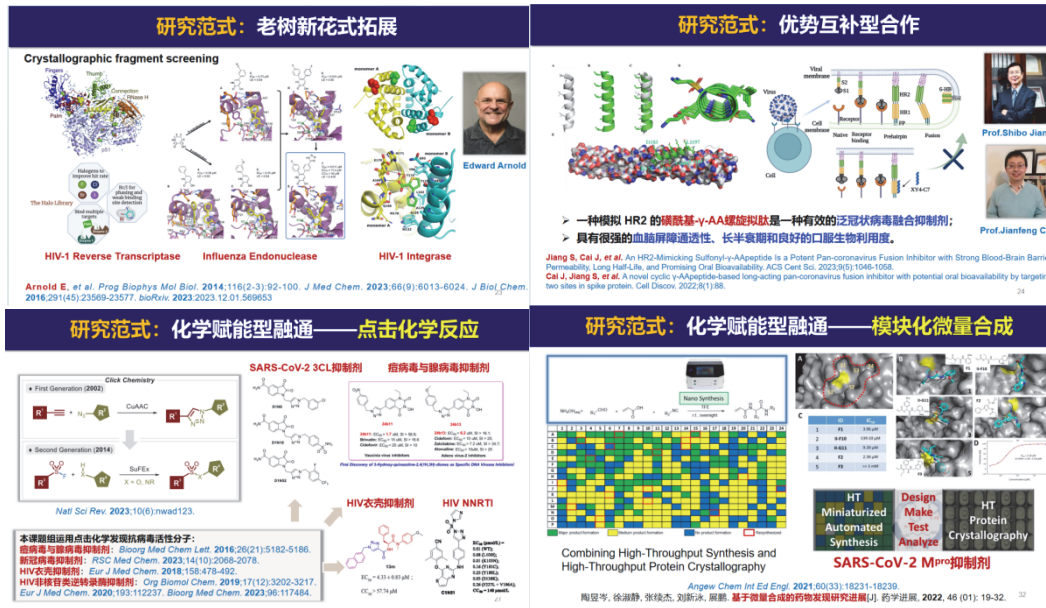


图7 可用于案例教学的抗病毒药物化学研究素材

(3) 以文化人、思想铸魂。

科学研究，不仅需要坚实的智力支持，而且更需要有强大的精神动力。笔者在研究生培养中，坚持以文化人、思想铸魂。例如，从药物研发中梳理思政案例，在学院修身课堂——“我与博导面对面”系列讲座中，以“药如人生，善研善成”为题，梳理药物研发与人才成长的类似性，从“久久为功”“融会贯通”“凝神聚力”三方面阐释成功及成才之道；在研究生新生入学教育中，以“知行合一”为主题，阐释“知之真切笃实”的三个方面——个人志向、导师团队和研究前沿，以及“行之明觉精察”的三方面——统筹时间、团结协作和坚持聚焦；在研究生暑期学校讲座中，以“真积力久则入”为题，分享个人成长经历——唯有橄榄梗梗、孜孜淑淑、精益求精，才能有所造诣。针对如何“卓有成效”这一问题，提出了个人的观点，即战略勤奋、切己体察、知行合一。此外，笔者在研究生文献阅读写作课程以及“导学思政下午茶”等活动中，将关联主义和学习迁移理论运用到研究课题中；同时借鉴古今文学领域化用语言的实例，阐释文章撰写中的遣词造句之道(图8)。



图8 笔者在多种场合倡导的以文化人、思想铸魂教育教学理念

研究生群体相较于本科生群体思想更为成熟、社会角色更为多元，在具体指导中应做到一般号召与具体指导相结合，更加注重因材施教。

## 5 总结与展望

导师作为研究生培养的第一责任人，对学生的言传身教、学术指导、成长引领贯穿于研究生生涯发展的全过程，导师对于研究生的培养直接关乎研究生教育的质量。笔者认为，问题导向与系统观念是治学科研以及教育教学的重要指导思想，曾在小组会等场合以“转变观念：从任务导向到问题导向”“立冥冥之志，做惛惛之事”为题与研究生分享一些思考与感悟(图9)。坚持问题导向，应把药物研发前沿问题反馈到研究生教育教学中，应把研究生培养中的问题反馈到本科教学与人才培养中。例如，药物化学研究生中存在的有机合成能力弱、不能有效地将写作经历变成写作能力、对课题的“重要且困难”之处以及思路的“独特且新颖”之处认识不足等问题，需落实到本科教学改革中<sup>[30-39]</sup>。

几点思考	几点感悟
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; <b>心怀愿景</b>: 新靶标、新骨架、新机制; 根治HIV/HBV 蛋白降解抗病毒、金属酶 (HIV/HBV RNase H)</li> <li>&gt; <b>兴趣驱动</b>: 热爱、好奇心、成就感 (创造独特新颖的分子)、获得感</li> <li>&gt; <b>问题导向</b>: 汇报、写作、开题、答辩; 一脉相承</li> <li>&gt; <b>系统观念</b>: 读-写-做-讲、关注他人课题; 普遍联系</li> <li>&gt; <b>善于总结</b>: 读书笔记、听报告的总结、会议纪要、文献集;</li> <li>&gt; <b>统筹时间</b>: 动静相宜、张弛有度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>善于聚焦</b>: “吾生也有涯，而知也无涯。以有涯随无涯，殆已!” <b>精心设计</b>、不随意。形成特色与标签。</li> <li>• <b>顺势而为</b>: “虽有智慧，不如乘势。”</li> <li>• <b>内卷与反内卷</b>: “低垂的果实”;</li> <li><b>热门靶标</b>: HIV衣壳与HBV衣壳</li> <li><b>比较优势、差异化、升维</b>; 人无我有，人有我优 (精)。</li> </ul>

图9 笔者将问题导向与系统观念贯彻到小组会中

坚持系统观念，致力于研究生不同阶段的一体化发展，除了创新性，前沿综述反映出对本领域的学术认知水平，也是决定基金申报成败的关键。因此，从研究生一年级开始通过中文综述的撰写就开始锻炼该能力。

“且夫水之积也不厚，则其负大舟也无力。”作为导师，要积极学习，除了精进学术造诣，更要转益多师。例如，要重视新型学习理论的运用，包括用输出倒逼输入费曼学习法<sup>[40]</sup>、“用锥子凿穿坚石”的西蒙学习法<sup>[41]</sup>、被誉为“数字时代的学习理论”的关联主义(connectivism)学习理论<sup>[10,11]</sup>。再如毛泽东在《工作方法六十条》提到的关于文章和公文写作中对准确性、鲜明性、生动性的要求，以及存在的概念不明确、判断不恰当、缺乏逻辑性等问题，这对于学术论文的写作同样有很大的启发。“汝果欲学诗，功夫在诗外”，这一理念启迪研究生要重视“诗外”的功夫，即要根据课题研究的需要有针对性地学习一些基本课程，如统计学、逻辑学等。

## 参 考 文 献

- [1] 展鹏, 徐淑静, 刘新泳. 药学教育, 2022, 38 (4), 49.
- [2] 展鹏. 大学化学, 2023, 38 (12), 1.
- [3] 展鹏, 刘新泳. 大学化学, 2023, 38 (12), 10.
- [4] 李敬, 姜向毅, 徐淑静, 刘新泳, 展鹏. 山东化工, 2020, 49 (9), 159.
- [5] Wu, G.; Zhao, T.; Kang, D.; Zhang, J.; Song, Y.; Namasivayam, V.; Kongsted, J.; Pannecouque, C.; De Clercq, E.; Poongavanam, V.; *et al. Med. Chem.* 2019, 62 (21), 9375.
- [6] Giustiniano, M.; Gruber, C. W.; Kent, C. N.; Trippier, P. C. *J. Med. Chem.* 2021, 64 (21), 15515.

- [7] 青年学者展鹏教授: 药物化学研究, 传承、突破、攀登. [2024-03-28]. <https://www.view.sdu.edu.cn/info/1438/173823.htm>
- [8] 展鹏, 康东伟, 屈直言, 喻路兵, 刘新泳. *药学教育*, **2018**, *34* (6), 43.
- [9] 李筱艺. *读书*, **2024**, No. 1, 71.
- [10] 周文清. 数字时代的关联主义学习理论研究[硕士学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2014.
- [11] 王竹立. *远程教育杂志*, **2011**, *29* (5), 34.
- [12] 周洋, 徐淑静, 丁当, 王硕, 刘新泳, 展鹏. *药学学报*, **2023**, *58* (8), 2203.
- [13] 徐淑静, 丁当, 刘新泳, 展鹏. *药学学报*, **2022**, *57* (10), 2889.
- [14] 徐淑静, 丁当, 刘新泳, 展鹏. *药学学报*, **2022**, *57* (5), 1289.
- [15] 徐淑静, 张续杰, 丁当, 刘新泳, 展鹏. *药学学报*, **2022**, *57* (3), 576.
- [16] 徐淑静, 丁当, 张续杰, 刘新泳, 展鹏. *药学学报*, **2022**, *57* (4), 903.
- [17] 付安之. *张江科技评论*, **2023**, No. 5, 5.
- [18] Long, M. J.; Poganik, J. R.; Aye, Y. *J. Am. Chem. Soc.* **2016**, *138* (11), 3610.
- [19] Stanton, B. Z.; Chory, E. J.; Crabtree, G. R. *Science* **2018**, *359* (6380), eaao5902.
- [20] 胥淑敏, 林钰薇, 陈硕斌, 黄志纾. *中国药物化学杂志*, **2023**, *33* (10), 783.
- [21] 金金, 梁旭俊, 毕武, 张鹏飞. *生命科学研究*, **2023**, *27* (3), 275.
- [22] 展鹏, 王学顺, 刘新泳. *化学进展*, **2016**, *28* (9), 1363.
- [23] Ganesh, T. *J. Med. Chem.* **2023**, *66* (14), 9313.
- [24] Kang, S. U. *Drug Discov. Today* **2013**, *18* (23–24), 1309.
- [25] Kirchweber, B.; Rollinger, J. M. *Prog. Chem. Org. Nat. Prod.* **2019**, *110*, 239.
- [26] Cornberg, M.; Manns, M. P. *Antivir. Ther.* **2022**, *27* (1–2), 13596535211072672.
- [27] 杨洁. *会计研究*, **2011**, No. 4, 82.
- [28] 梁荣华, 张勇斌, 房瑞明, 马克西姆, 蔡吉飞. *北京印刷学院学报*, **2022**, *30* (1), 103.
- [29] 宋金榜. *科教导刊*, **2021**, No. 36, 95.
- [30] 于明轩, 吕凯歌, 于涵, 张雨琦, 展鹏, 刘新泳. *药学教育*, **2023**, *39* (6), 75.
- [31] 展鹏, 刘新泳. *药学教育*, **2022**, *38* (3), 30.
- [32] 展鹏, 刘新泳. *大学化学*, **2022**, *37* (11), 2202034.
- [33] 高源, 刘新泳, 展鹏. *大学化学*, **2022**, *37* (11), 2201045.
- [34] 展鹏, 刘新泳. *药学教育*, **2021**, *37* (3), 36.
- [35] 展鹏, 刘新泳. *大学化学*, **2021**, *36* (1), 2008064.
- [36] 展鹏, 刘新泳. *大学化学*, **2021**, *36* (2), 2002067.
- [37] 展鹏, 刘新泳. *大学化学*, **2020**, *35* (2), 14.
- [38] 展鹏, 刘新泳. *大学化学*, **2019**, *34* (11), 68.
- [39] 展鹏, 蒋小飞, 王艺铭, 兰共德, 刘新泳. *大学化学*, **2019**, *34* (11), 61.
- [40] 王珏. *广西职业技术学院学报*, **2020**, *13* (4), 98.
- [41] 杨晓燕, 徐守志. *计算机教育*, **2011**, No. 17, 102.