

研究生往事：在地板床上，听夜猫伴奏，看分子跳舞（上）

本文转载自江明院士创办的《巨苑晨钟》公众号，原文为彭慧胜院士撰写的研究生回忆文章。彭慧胜回顾了自己的研究生求学往事，分享了在科研起步阶段的探索与成长，其中蕴藏的科学精神，对青年学子和科研工作者具有指引价值。

选择学校和导师

我的科研之路，起点并非源于周密的规划，更多是带着一种朦胧的向往和“追求上进”的初衷。2000年，我选择复旦，很大程度上是被“复旦”二字所蕴含的自然规律与人文精神及其诗意融合的气质所吸引。作为一名理科生，我一直很喜欢读文史哲等书籍，尤其是在读大学的时候，基本上每个暑假都泡在上海图书馆。读多了就发现大科学家们往往都有着深厚的人文素养和情怀，这一点《巨苑晨钟》上的徐扬生校长、唐本忠院士、杨万泰院士等就是很好的印证。复旦文理交融的氛围，令我向往。然而，进入高分子科学系后，如何选择导师，却让我这个毫无科研背景的“小白”手足无措。家里也无人能提供指导，我努力打听。但信息闭塞的年代，没有便捷的网络查询，也没有师兄师姐的经验贴。就在茫然之际，我遇到了谢静薇老师。谢老师热情地向介绍了江明老师的课题组，她描述的江老师的研究方向听起来蛮有意思，感觉前景很好，江老师人也很好。没有过多的比较和权衡，几乎是凭着一种直觉，我就决定加入江老师课题组。甚至都没想到应该先征询一下江老师的意见，现在想想真是非常幼稚。后来我自己做了老师，每年招研究生时，经常听到其他老师讲某个参加面试的学生太不懂事，都不知道应该先跟老师商量一下，我总会不自觉地想起当年的自己。所以，在后来的工作和生活中，我特别能够理解和宽容学生的“初次”不懂事。

谢老师说自己即将退休，江老师课题组新引进的陈道勇老师（图2）尚无学生，我可以跟陈老师做研究。就这样，带着几分“懵懂”和满心的期待，我成为了课题组的一员。现在想来，这或许就是一种缘分。当年看似随意的选择，却成了我科研究生涯最关键的起点。

实验和科学直觉的训练

真正踏入科研实践，才知道理想与现实的差距。陈老师当时刚从辐射化学转向高分子物理化学研究，他提出了一个通过嵌段共聚物自组装，制备高分子纳米材料的新构想，并希望我来实现。核心的第一步，就是合成一种特定结构的嵌段共聚物，采用的是条件极其苛刻的阴离子聚合反应，必须在绝



■ 我与江明老师(2003年)

对无氧无水的环境下进行。当时课题组的实验条件还相当简陋，很难达到这样的要求。更现实的问题是，这类嵌段共聚物的价格极其昂贵，每克要几千元，课题组经费有限，只能自己合成。陈老师坦诚相告，他也没做过这类实验，这条路需要我们一起摸索。师兄师姐们出于善意，纷纷劝我放弃，因为“太难了，很多人试了多次都没成功。”他们担心我一个硕士生做不出来，影响毕业。我想教科书和文献上写得明明白白的东西，肯定能做出来，另一方面好像也没有其他选择，那就迎难而上吧。我的思维方式很简单：只要目标是清晰的，过程再艰难，也可以想尽一切办法去达成。我怀揣满腔热情，开始了笨鸟先飞般的努力。经常早上6点多起床跑步，吃完早饭就直奔实验室，通常是第一个到的。到实验室的第一件事，就是提着一个大水桶，去跃进楼旁的小矮楼打去离子水。当时实验用去离子水都靠我们自己人工搬运，且整个实验室都需要用。我读硕士的三年里，大部分情况下去离子水都是我打的。然后习惯性地打扫公共区域的卫生，整理放乱的物品。这些琐事我做得很舒服，从未觉得是负担。也许正是这种“傻乎乎”的勤快，让大家觉得这个新来的师弟挺靠谱，更愿意关心、提携我，使我很快融入了课题组。面对阴离子聚合的难题，我开始“土法炼钢”。首先，四处“取经”：向做过但没成功的师兄师姐请教可能的原因；打电话给校外有经验的同行咨询；其次，“工欲善其事，必先利其器”。陈老师说要做好阴离子聚合，必须设计和定制玻璃双排管，于是我们一起去当时玻璃仪器加工技术最好的上海有机所，定制了专用的双排管，确保基础硬件达标。为了更彻底地除氧除水，我们使用钠丝，通过反复回流，尽可能“吃掉”体系中的水和氧。实验过程艰辛异常。清晨，当实验室还空无一人，我就开始处理溶剂、单体、引发剂，进行除水除氧操作，一干就是一上午。下午则

像厨师“下锅”一样，加入各种原料，小心翼翼地聚合反应。实验成败的关键标志是颜色：引发剂加入单体中后，若成功，则溶液会瞬间由无色变成鲜艳的红色（我后来将这一现象形容为“看到分子在欢快地跳舞”），若是不变色就意味着失败了。前半年，我如同在黑暗中摸索。加入引发剂后，瓶子里永远是令人失望的无色。我不想浪费处理好的原料，常常连续做两锅，甚至三锅反应。这就意味着往往要做到深夜十二点甚至凌晨一两点。当时实验楼的门禁还是人工的，晚上11点看门的董师傅就清场锁大门。不甘心半途而废的我，经常只能住在实验室隔壁的学生办公室里，睡在冰冷的地板上。期间有段刻骨铭心的经历：夜深人静时经常传来奇怪的声音，尖锐而悠长，听起来很像婴儿啼哭，甚至会误以为是孩童的呼救。联想到毗邻的遗传楼曾有存放解剖尸体的停尸房的传说，最初几晚确实让我感受到了什么叫毛骨悚然、脊背发凉，但慢慢也就习惯了。后来知道那是校园里的野猫的叫。说回实验，失败是常态，但我经常告诫自己，实验不能只是简单地机械重复。每次失败后，我都不断反思、调整，再尝试，每次都有新改进。功夫不负有心人，半年后的某一天，我突然看到了烧瓶里跃然而出的那抹红色，狂喜瞬间淹没了所有疲惫！我常说没有经历过失败，你是体会不到那种成功的喜悦的，尤其是你失败得越持久、越深刻、越痛苦，成功时的喜悦就会越大。我飞奔去找陈老师分享喜悦。虽然那抹红色后来因除氧除水仍不够彻底消退了，但这“0到1”的突破给了我巨大的信心。我终于摸到了“门道”：在当时简陋的条件下，成功的关键就是“笨功夫”——长时间、反复地抽真空，反复地排气，反复地高温烘烤反应烧瓶，尽可能确保反应体系内无水无氧。更重要的是，我逐渐找到了实验操作的节奏和感觉。这种感觉妙不可言，我开始发现自己对实验有了

一种奇特的“直觉”。比如，在做准备工作期间，如烘烤瓶子时，还没加料，我就能预感到这次实验能否成功。如果感觉不好，往往真会失败；如果感觉良好，我就告诉陈老师“今天应该没问题”，结果往往就真的成了。这种难以言喻的“科学直觉”让我深深着迷，也让我开始相信，投入和热爱真的能让你“看见”分子层面的律动，如同艺术创作中的灵感迸发。这种在艰苦卓绝中锤炼出的直觉，是我科研究生涯收获的第一笔宝贵财富，也是我做研究至今所拥有的最宝贵的财富。最终，我成功合成出了所需的嵌段共聚物，不仅满足了自己的研究需求，还分享给课题组有需要的其他同学，收获了满满的成就感和团队情谊。这里特别有必要说一下，科研的热情有时会让人忽视潜在的危险。一开始进行实验时，对实验安全没有高度重视。记得有一天早上，我在实验室处理氢化钙（一种可与水剧烈反应放热的物质）。为了增大其表面积以提高干燥效率，我在一个盆子里捣碎块状的氢化钙，产生的粉末难免在操作中四处飞扬。这时，江老师恰好经过。他立刻停下脚步，问我在做什么？了解情况后，他对我说：“这个操作很危险，粉末如果飞溅到眼里，后果不堪设想，你要戴上护目镜。”他这一提醒，突然让我再次脊背发凉，像一记警钟敲醒了我。从那以后我对实验室安全规程高度重视，严格遵守，一直延伸到我后来对学生和课题组的教学中。这期间还有一件事印象很深。在我通宵做实验睡学生办公室的那段日子里，师兄告诉我可以睡在江老师办公室，比学生公共办公室干净、舒适些。江老师的办公室，我们可以自由进出，我在里面睡过多次，当然我的行为也仅限“借宿”。这种师生平等、相互信任的文化氛围，远胜于单纯僵硬的制度约束。

重视原始实验记录和细节

在进行实验的过程中，关于科研的严谨性方面，我有过刻骨铭心的教训，它塑造了我对原始实验记录和细节的极致重视。在制备纳米材料时，我偶然得到了一种形貌极其特殊的样品——它既不是常见的球形，也不是棒状或空心球，而是酷似中国的“饺子”或“元宝”，内部结构丰富有趣。课题组老师们看了都很兴奋。然而，当我试图重复这个结果时，却怎么也做不出来了。更糟糕的是，我当时没有养成详细记录实验条件、环境的习惯。最初的记录本上，步骤写得笼统，关键的温湿度、具体操作细节（比如加料速度、搅拌强度）等都没有精确记录。我凭记忆尝试了多次，但完全无法掌控其重现性，这个有趣但不可控的实验最终没能发

表。这成为我科研究生涯中一个巨大的遗憾。让我深刻地认识到没有详尽、准确的原始实验记录，再神奇的发现也有可能沦为昙花一现，无法成为坚实的科学成果。这个教训让我后来养成了科学严谨地记实验记录的习惯：做科学实验，必须要有两个实验记录本，一个是计划本，一个是记录本。计划本就是实验之前的一个计划，我明天要做什么，我一个星期之后要做什么等等，然后还要思考一下做这些实验需要多少时间，有哪些步骤，需要提前准备什么，注意哪些事项等等。这样的话，做实验时就会思路清晰，有条不紊，不但可以提高效率，还可以增强实验安全性。没有详尽的计划，做实验时很容易手忙脚乱，出安全事故。记录本是做实验的时候用的，更要详细，每一步、每一个条件都要写得很清楚，包括时间、温度、湿度、天气、试剂的纯度和生产厂家等等。这两个本子不仅保证了实验的有序性、可重复性和数据的可靠性，更为将来撰写论文提供了极大的便利——所有信息都已条理清晰地记录在案。后来我也这样要求我的学生，要养成科学严谨的记录习惯。这点我极力向大家推荐。

高度注重研究方法学

阴离子聚合的成功让我有了多个样品，可以尝试不同的自组装策略。我同时推进多个研究计划，逐渐摸索出了一套提高效率的方法学，其核心就是有效资源的合理安排与“多线程”工作的并行推进。例如，当项目A因研究本身需要深入探索或仪器故障而卡住时，我就立刻转向项目B，如果项目B也遇到瓶颈，就去做项目C。当卡住的项目出现转机，如仪器修好、有了新想法等时，再切回去继续攻关。这样，我的时间和精力总能投入到可以推进的地方，随机自主切换，而不会干等浪费时间。

这种“多线程”工作模式，让我体会到做科研不能一根筋闷头走到黑，必须讲究方法。就像下棋一样，审视全局，根据实际情况动态调整资源的分配，比如时间、精力、样品等。目标要明确，但路径可以灵活。合理安排，并行推进，能最大限度地避免无效的等待，保持整体研究进度。这种在研究生阶段被迫养成的“项目管理”意识，对我日后带领团队同时推进多个研究方向帮助很大。

彭慧胜（高分子科学系和纤维电子材料与器件研究院教授，中国科学院院士）

副刊投稿邮箱：
Fudan_media@fudan.
edu.cn