

祝贺江明院士80华诞专辑

前 言



江明教授，高分子物理化学家，1938年出生于江苏省扬州市，1955年进入复旦大学化学系学习，1958年提前毕业，跟随于同隐教授创建复旦大学高分子专业。1979年初，他作为改革开放后派出的首批访问学者，赴英国利物浦大学学习2年。1981年回国，他先后在复旦大学化学系、材料系、高分子科学系任讲师、副教授、教授，并于2005年当选中国科学院院士。江明教授在嵌段共聚物/均聚物的相容性、聚合物的特殊相互作用和相容性、聚合物间的络合作用以及大分子自组装等方面取得了一系列成果。21世纪以来他专注于大分子自组装的研究，创建了大分子胶束化的“非嵌段共聚物路线”，获得非共价键连接的聚合物胶束(NCCM)，引领了相关领域的研究。他曾获首届中国化学会高分子基础研究王葆仁奖(1987年)、国家教委科技进步奖二等奖(1989年)和一等奖(1996年)、两度获得国家自然科学奖二等奖(2003和2011年)。

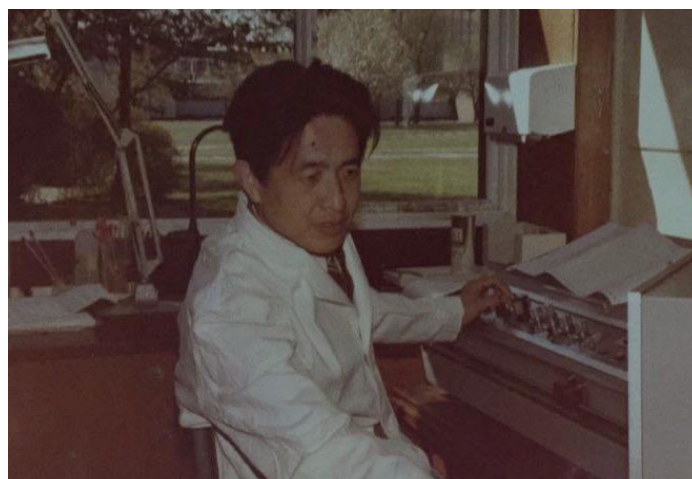
江明先生的童年是在日本占领期间度过的。饱受欺凌的亡国奴生活在他幼年的脑海中留下了深刻的烙印，同时也埋下了奋发图强、尽心报国思想的种子。新中国成立初期，他就读于扬州中学，在这所名校中的6年求学生涯培育了他热爱知识、勤于思考的良好品格。1955年进入复旦大学求学，受党中央“向科学进军！攀登科学高峰！”口号的感召，他全身心地投入基础知识的学习中，成绩名列前茅。同时，复旦大学许多名师的学术风范对他的成长和日后的学术生涯产生了深远的影响。例如，他在后来的一篇回忆文章中写道，他对留学剑桥、二十余岁成为教授的“物理化学”课程主讲老师吴征铠先生十分仰慕。他怀着虔诚之心聆听吴先生的讲课，在课堂笔记中特意留下很大篇幅，课后写下思考理解心得。他说，这本课堂笔记“是我求学时代的最美好的记录”^[1]。笔记保存至今，传为美谈。3年勤奋的大学学习无疑为他日后的科研工作打下了扎实的基础。1958年江明先生提前毕业，跟随于同隐先生创建复旦大学化学系高分子专业。他对前途充满憧憬，如饥似渴地打基础、学理论，自学了几本高分子学科的经典著作。1964年在《高分子通讯》上他发表了第一篇学术论文^[2]。

20世纪60年代中期，江明先生向科学进军的理想遭到重创，不仅和全国绝大多数同行一样，被迫停止了科学研究，他更因强调“独立思考”和



江明于2006年拜望吴征铠先生

“走白专道路”被打成“牛鬼蛇神”和“反动教员”，强遭批斗，扫厕所、挑河泥。在如此艰辛的岁月里，他强烈的求知意愿并没有被击垮，仍坚持见缝插针自学专业知识和英语。党的十一届三中全会开启的改革开放道路使得江明先生的命运发生了重大转折。作为首批派出的访问学者，他于1979 ~ 1981年赴英国利物浦大学(University of Liverpool)学习，这成为了他学术生涯的新起点，尽管那时他已经年过四十了。面对自己科研生涯中的第一个选择，他放弃了跟从名师研究成熟课题从而发表更多论文的机会，很有前瞻性地选择了跟随年轻的Eastmond教授做多组分聚合物方面的工作，这在当时是个新兴的研究方向，更具有挑战性和广阔的发展空间，这为他后来在大分子自组装领域进行开创性研究打下了基础。



1980年江明在Liverpool大学NMR实验室

1981年4月17日，江明先生在他出国2周年的那一天回国了，回到了他热爱的复旦大学，并开始独立开展研究工作。此时，他面临着现在年轻海归们遇到的相同问题，即如何选题。当时国内改革开放刚刚开始，百废待兴，高分子研究也重新起航。基于他在英国学习期间的基础和学校有限的科研条件，他选择了从事“多组分聚合物的物理化学”方面的研究。首先，他发现文献中对于嵌段聚合物和其组分的均聚物之间的相容性，有着完全相悖的结论。“抓住疑点，捕捉光明”^[3]，为了搞清楚这一争论的成因，他合成了一系列的接枝共聚物和低交联共聚物，研究其与均聚物的相容性。回国后首篇论文于1982年发表于<Polymer>杂志^[4]，这时距他1964年在《高分子通讯》发表论文已过去了18年！之后，这项研究取得突破性进展：江明先生带领团队用阴离子聚合制备出结构明确，具有完全一致化学组成的两嵌段、三嵌段和四臂星形聚合物，研究它们与均聚物的相容性。他们发现，均聚物的溶解度随着共聚物链构筑复杂性的提高明显下降。据此，江先生提出了“相容性的共聚物构筑效应”，即共聚物的构筑越复杂，它们形成微区时构象限制越大，相容性越低。1983 ~ 1989年，他就这一主题在<Polymer>杂志上连续发表了9篇文章，并在<Progress in Polymer Science>上发表了综述^[5]。他的成果澄清了文献中的分歧，他也因此获得了首届“中国化学会高分子基础研究王葆仁奖”。至此，他的研究风格逐渐形成，即并不局限于高分子化学或高分子物理，而是力图将两者结合起来，利用合成新型高分子，研究其物理化学问题，这在当时的中国高分子界可谓独树一帜，同时也开创了更为广阔的研究空间。

在研究聚合物相容性的过程中，江明先生注意到，氢键的引入能够显著提高共聚物的相容性，但这方面的文献报道所用的研究方法有局限性，也缺乏系统性。他首次将非辐射能量光谱(NRFT)引入到这类研究中来。即，在2个不相容的高分子共混物A和B上分别引入微量荧光能量转移给体和受体，同时在A和

B上分别修饰不同摩尔含量的氢键给体和受体. 研究发现随着氢键含量的上升, NRFT上升, 不相容的A和B可以转变为相容. 意外的是, 江明课题组发现当体系的氢键密度继续增加时, 本来不相容的聚合物的能量转移能力竟然超过了相容体系, “比相容体系更相容”! 这是在设计实验的时候难以想象的结果. 这时他从前人有关溶液中高分子络合物的研究中得到启发, 认为可能体系形成了不同于简单相容的新物理状态. 为了了解其本质, 江明先生与香港中文大学吴奇教授合作, 用光散射方法对此进行了深入研究, 得出的结论是: 随着氢键作用的增强, 不相容体系会转变为相容体系, 继而转变为高分子络合物, 也就是产生了“不相容-相容-络合”的转变. 随后他们就这个主题发表了多篇文章, 包括1999年发表在<Advances in Polymer Science>^[7]上的评述.

随着“不相容-相容-络合转变”概念的提出, 江明先生着力于重新审视前人有关高分子络合物的研究. 他注意到2个高分子链通过链间的氢键作用, 虽然可以形成高分子络合物, 但总是形成无规的聚集体, 难以形成规整的结构, 这是高分子络合物天生的缺陷, 也是相关研究在七八十年代成为热点以后归于冷落的原因. 这时, 如何将无规聚集体转化为规整的组装体成了江先生研究和思考的中心. 经过多年实践和思考, 他提出了多种“高分子相互作用局域化”的解决路径. 例如, 在分子链A的链段上修饰氢键给体或受体, 在与其互补的分子链B的单端基上修饰氢键受体或给体, 这样氢键相互作用点“局域化”于B链的端基, 因此聚合物首先在溶液中形成规整的接枝共聚物. 随后再改变溶剂, 它们就自组装成规整的高分子胶束. 经过几年的系统性研究, 江明课题组证实了利用2支互补的均聚物及其链间的局域化相互作用, 获得规整组装体具有普遍性. 这时组装体结构与嵌段共聚物形成的胶束非常相似, 但其核-壳之间是通过非共价相互作用连接, 不存在共价键. 因此这是一类全新的胶束. 核-壳间的非共价连接使得核壳便于分离, 从而易于进一步操控. 这一思想随后被精炼为高分子胶束化的“非嵌段共聚物路线”, 产物为“非共价键合胶束”(non-covalently connected micelles, NCCM). 这一创新性、前瞻性的学术思路, 引领了相关的研究, 赢得了国内外的广泛赞誉. 随后, 他和陈道勇、姚萍一道, 将NCCM的原理扩展到嵌段共聚物和生物大分子领域, 发展了嵌段共聚物新的组装机理, 实现了聚合物胶束的高效制备, 形成了包括各类蛋白质/多糖体系的天然大分子自组装的绿色化学新方法. 上述成果获得了2010年上海市自然科学一等奖和2011年国家自然科学二等奖.

21世纪之后, 江明先生注意到, 发源于20世纪后期、以各类非共价相互作用和分子识别为核心内容的超分子化学这时已发展为化学学科中最富活力和发展前途的学科领域, 但其研究对象主要是小分子. 在氢键诱导大分子自组装研究获得上述系统性成功时, 他意识到, 进一步和超分子化学交叉和融合是课题发展的新空间. “借鉴联想, 为我所用”^[3], 他首先提出将超分子化学中经典的环糊精与金刚烷之间的包结络合作用引入大分子自组装的研究中. 为此, 江明课题组合成了侧链含环糊精的亲水高分子和侧链含金刚烷的疏水高分子, 并对其在水溶液中进行自组装, 得到了包结络合作用驱动的NCCM, 还进一步由此得到了含环糊精的高分子空心球. 随后他将这一研究思路扩展到系列具有化学、物理响应性的更多主客体对, 实现了对高分子胶束、凝胶的光学、电化学、小分子响应性操控. 高分子组装与超分子化学本质上都关注分子间非共价作用, 但过去的研究往往是相互独立地平行发展. 江明先生开创的这一系列研究, 推动了两者的交叉与融合, 同时大幅度地扩展了大分子自组装的研究空间. 作为这一方向的开创者, 江明先生的学术思想带动了一批国内外特别是国内高分子界同行开展与超分子化学的交叉研究, 近年来新的创新成果数不胜数. 江明教授同时也在国际高分子界享有了更为广泛的认同. 2010年, 他应邀在第43届IUPAC世界高分子大会上就大分子自组合作大会报告, 成为在该全球性系列高分子会议上首位来自中国大陆的大会报告人.

回顾江明先生科研发展道路上的几个关键词: 相容性、络合作用和分子组装, 可以清晰地看出他的研究发展的几个阶段是环环相扣和不断深化的. 正如他自己所总结的, 他的研究不追赶热点, 秉承“继

承传统，与时俱进”^[3]的精神。江明先生在自己在步入晚年之时，“与时俱进”达到了新境界。其实早在30年前，他就十分欣赏和赞同他的老朋友、德国著名高分子化学家Ringsdorf教授关于与生命科学相结合是高分子发展的必由之路的论断。但囿于当时种种主客观条件的限制，无力付诸实践。约10年前，他在大分子自组装方面已取得了系统性的成果，将NCCM路线向生命科学延伸，开拓交叉学科的新方向的条件已经形成。这时，他的这一夙愿由于课题组引进了具有不同学科背景的青年学者而得以实现。十年来，他和陈国颂教授合作，成功地开拓了糖化学、糖生物学与大分子组装的交叉研究方向，取得了可喜的成绩，又实现了一次成功的跨越。

回首江明教授60余年颇为曲折甚至有些传奇性的求学、科教生涯，我们清楚地看到，他的命运和国家的命运是如此紧密地联系在一起，

正是改革开放改变了他的人生。这不平凡的人生历练了他浓郁的家国情怀。他在公派学习期满时毫不犹豫地兑现承诺，按时回国；在其后的近40年里，他始终坚守国内的研究基地。他早期发表在<Polymer>^[4]，<Progress in Polymer Science>^[5]，<Advances in Polymer Science>^[6]等期刊上的首篇论文都是基于自己在国内工作论文的“零的突破”。他说：“我感到自豪的不是自己发表了多少文章，而是每篇文章都是‘中国制造’”，他的成就在中国高分子科学走向世界的行程中留下了坚实的脚印。作为我国从闭关锁国到改革开放历史大转折时代的一代学者的代表人物，江先生特别强调自己只是承上启下的一代中的普通一员。他由衷地珍惜和老一辈科学家的相处和受到的教益，他的严谨学风乃至举止言谈都有着 he 崇敬的前辈学者的烙印。近年来，江明先生在国内数十所大学和研究所做过演讲，其中“我所经历的中国高分子学科50年”^[7]，“我国的高分子研究怎样走向世界”^[8]以及“科学巨匠后辈楷模——献给钱人元先生诞辰100周年”^[9]等，是他的倾心之作，肺腑之言，深切地感染了我们学术后辈和还在求学中的青年一代，成为我们为中国高分子事业步入国际最前沿、成为高分子强国而奋斗的精神力量。在取得重要科学成就的同时，江明课题组至今共培养了百余名硕士、博士研究生，年龄跨度达40年。先生的十余位学生已成为国内外著名大学的教授，更多人成为著名企业的技术领衔者。有4人获得国家自然科学基金杰出青年基金资助，3人成为教育部“长江学者”特聘教授。

江明先生出生于书香世家，自幼受中国传统文化熏陶，儒雅随和，雍容大度，颇有我国文人名士风范。他将在复旦大学的办公室命名为“纳雅斋”，自己则以“纳雅翁”的名号自得。室内悬挂有取自苏轼《前赤壁赋》的“江上清风山间明月”八字书法瓷屏，这正是他所追求的理想精神境界。近年来，近百名江老师课题组已离组的学生们(组友)组成了“江上明月微信群”，江老师无疑是最年长的，但竟也是十分活跃的群友。



2010年江明在IUPAC大会报告(格拉斯哥)



1995年钱人元先生和江明在第一届东亚高分子大会上(上海)

我们中青年高分子学者由衷感谢我们尊敬的师长江明先生对我们的谆谆教诲，感谢他为我国高分子科学事业做出的杰出贡献。值此先生80华诞之际，我们谨以先生倾毕生精力开拓的我国“多组分聚合物和大分子自组装”的研究为主题，编写了这一特辑献于江明先生，并以此衷心祝愿纳雅翁生命之树常青！

参考文献

- 1 江明. 呈吴师物理化学课堂笔记有感. 见:《吴征铠: 我的一生》. 北京: 原子能出版社, 2006. 332
- 2 Jiang Ming(江明), Li Wenjun(李文俊). Gaofenzi Tongxun(高分子通讯), 1964, 6(5): 356 – 362
- 3 Jiang Ming(江明). Science(科学), 2007, 59(1): 5 – 9
- 4 Jiang M, Xie J. Polymer, 1982, 23:1557 – 1559
- 5 Jiang M, Xie H K. Prog Polym Sci, 1991, 16(6): 977 – 1026
- 6 Jiang M, Li M, Xiang M L, Zhou H. Adv Polym Sci, 1999, 146: 121 – 196
- 7 Jiang Ming(江明). Science(科学), 2009, 61(6): 11 – 169
- 8 Liu Xiaoxia(刘晓霞), Jiang Ming(江明). Polymer Bulletin(高分子通报), 2011, (6): 1 – 8
- 9 Jiang Ming(江明). Acta Polymerica Sinica(高分子学报), 2017, (9): 1 – 7



张 希 教授
《高分子学报》主编



刘冬生 教授
《高分子学报》副主编



张广照 教授
《高分子学报》客座编辑



陈国颂 教授
《高分子学报》客座编辑