

单位与机构介绍

高分子物理与化学实验室发展六十年

实验室发展过程

1956年化学所初建时,原上海有机化学研究所高分子物理研究小组(包括钱人元、张德和、施良和、吴人洁等)从上海迁入本所,隶属高分子研究室(室主任:王葆仁)。1960年独立组建高分子物理研究室(室主任:钱人元),直至1966年文革开始。1976年文革结束后,在原有人员基础上重建高分子物理研究室(室主任:施良和)。1989年,本室与长春应用化学研究所高分子物理研究室组共同组建中国科学院高分子物理联合开放研究实验室,在1989~1997年和1997~1999年期间,室主任分别为徐懋和金熹高。联合实验室于1995、1999年国家评估中两次被评为优秀,于1999年整合部分高分子化学研究组,升级组建为高分子物理与化学国家重点实验室。国家重点实验室在2004年国家评估中第三次被评为优秀。2003年,北京分子科学国家实验室筹建,化学所高分子物理与化学国家重点实验室纳入国家实验室管理。期间,实验室主任分别为:金熹高(1999~2001)、徐坚(2001~2005)、韩志超(2005~2013)、杨振忠(2013~至今)。

钱人元1980年当选为中国科学院院士(前称学部委员),徐端夫1994年当选为中国工程院院士。2002年引进了国际知名高分子科学家韩志超博士。自2000年起,引进中国科学院“百人计划”青年人才6人,吸引了多位本室培养的博士后和博士,逐渐壮大了队伍。有9人获得国家自然科学基金委员会杰出青年基金,2005年黄勇等6人获得国家自然科学基金委员会“创新研究群体科学基金”。目前实验室固定科研人员32人,其中研究员10人,副研究员12人,技术支撑人员7人,在读研究生包括博士后共88人。

实验室科研方向布局

高度重视高分子物理与化学基础研究,针对学科发展前沿,不断拓展研究领域;围绕国民经济和国家安全重大需求,努力承担和完成国家任务,重视成果转化,六十年来取得了丰硕研究成果。

上世纪50年代,我国高分子工业刚刚起步,高分子物理研究处于空白阶段。建所初期,研究工作以高分子最基本结构参数-分子量和分子量分布测定方法的建立开始,逐渐深入到高分子溶液性质研究,在溶液中分子间相互作用、分子形态和尺寸及相关热力学参数等方面研究取得了许多进展,促进了我国高分子研究和工业发展。钱人元编著《高分子分子量测定》,陆续被译成俄文、英文。1956年“高分子分子量测定”获得中国科学院科学奖金。

60年代,逐渐扩展高分子物理研究领域,开展了高分子链结构与表征、高分子结晶与形态、高分子分子运动、力学和电学性质等研究,形成了包括高分子溶液在内的四个研究方向。陆续研制了凝胶色谱仪、气相渗透仪、沸点升高仪、裂解色谱仪、激光小角散射仪、热机械分析仪、扭辨分析仪、纤维声速仪、热释电仪、介电性能仪、结晶速度测定仪等。到70年代,这些仪器均在国内批量生产并推广到许多单位,对促进高分子研究发挥了重要作用。为了满足国防和高分子工业需要,开展了聚合物材料剖析工作,用多种近代手段,解决了大量高分子材料组成、结构表征问题,由此展开了高分子链结构的研究,后来均有专著出版。结合尼龙纺丝中结构形成过程问题,开展了高分子聚集态结构,包括晶态、非晶态、取向态、共混体系的区域结构、液晶态结构等工作,在取向松弛对结晶形态的影响、芳香聚酰胺从球晶到草席晶的形态转变等方面都形成了实验和理论的新概念。

70年代中后期以来,开始了高分子材料加工-结构-性能关系研究。在聚酯非晶态薄膜热拉伸过程中,确认存在分子链高度取向而小区域完全无规的高分子聚集态。在聚丙烯熔融加工中,发现高分子量尾端对初生纤维结晶和皮层形成重要作用。开展了高分子熔体和溶液流变性质、高分子老化、复合材料

力学性质和高分子界面研究。1978年,在全国科学大会上,“高分子结构-性能表征”、“高聚物材料剖析”、“高分子溶液”等都获得了科学大会奖。

80年代起,钱人元提出了以链段和链间相互作用以及链间堆砌方式为出发点,研究高分子凝聚态基本问题。经十余年锲而不舍潜心研究,在溶液凝聚过程中转变、凝聚缠结和物理老化、高分子非折叠结晶过程、单链和寡链高分子凝聚态、柔性链高分子取向、液晶高分子条带织构形成等广泛领域获得了许多规律性的认识,提出了若干新概念,在分子水平上通过实验和理论计算得到证实。在深入研究聚丙烯纺丝过程中结构形成和演化的基础上,成功开发了丙纶级树脂、衣料丙纶纤维、细旦-超细旦丙纶长丝制造技术,具有自主知识产权,实现了产业化。钱人元、徐端夫等获得了国家发明三等奖(1980),中国科学院自然科学一等奖(1989),以及布鲁塞尔、日内瓦国际发明博览会(1986)等多项奖。

90年代,以建设科学院开放实验室为契机,进一步凝炼科学目标,研究集中在高分子凝聚态物理、聚合物加工过程中的物理问题、高分子和高分子模拟和理论问题、高分子复杂流体四个方面。高分子凝聚态研究不断深入,在单链高分子玻璃体、受限非晶态、高分子液晶织构、杜仲胶临界结晶链长及结晶性等方面取得新进展。1998年和1999年分别获得中国科学院自然科学一等奖和国家自然科学二等奖。根据学科发展趋势,及时调整学科方向,布置了一些新的研究生长点,如高分子计算机模拟和理论研究、水基高分子体系和高分子凝胶研究、高分子复杂流体计算方法等。聚合物加工过程中物理问题研究取得重要成果。细旦聚丙烯纤维在节水农业基础和示范应用研究于1996年获中国科学院科技进步一等奖。在深入研究聚丙烯拉伸过程中晶型及微结构转变的基础上,发展了一种连续制备聚丙烯微孔膜新技术,后来成为在锂离子电池隔膜方向上原创性技术,得到了广泛的推广和重要的应用。成功制备了杜仲胶弹性体,于1998年获中国科学院发明二等奖。

进入21世纪,正值实验室升格为国家重点实验室,我所部分高分子化学基础研究组进入实验室。引进了多位青年研究人才,扩展了高分子物理与化学的研究方向。主要领域包括高分子凝聚态物理、高分子动态过程和性质、结构可控高分子制备和组装、聚合物加工物理和材料高性能化、智能化。在高分子化学方面,研究可控聚合和调控链结构、共轭高分子及其在光电材料、纳米复合材料方面应用;液晶高分子超分子组装及功能化;聚内酯、聚乳酸等高分子材料用于药物释放和组织工程。在高分子物理方面,开展了高分子凝聚态多尺度连贯研究;智能和仿生材料建构和响应特性研究;介观有序孔材料、功能微粒制备和性质;高分子结晶原位观察和超薄膜结晶作用;天然大分子液晶相转变和结构形成;高分子薄膜表面组成和性质;高分子光物理和传感特性;高分子纳米流变学;高分子亚稳态及结构控制等;开展了高分子统计热力学理论研究;高分子构象弹性、动态行为和振动光谱计算机模拟;高分子表面界面、聚电解质和高分子组装多尺度分子模拟。在高分子材料方面,开展了高分子合金化学制备、加工和工程化研究;高性能碳纤维结构-工艺-性质相关性及表征研究;高分子复合功能体系多尺度调控。刘汉范等因“高分子稳定金属簇的合成及催化”研究获2002年国家自然科学二等奖;杨振忠、徐坚、陈永明因“高分子复合材料微加工及物理与化学问题”研究获2013年国家自然科学二等奖。

人才培养和国际交流

1958年,中国科学技术大学成立,在“所系结合”方针指导下,王葆仁和钱人元共同创建了我国第一个高分子化学与物理系,制订了高分子物理教育大纲、专业课程设置和实验室建设规划等。钱人元本人并带领研究室主要研究成员前往授课,在国内率先建立了高分子物理人才培养基地。讲课内容后来整理成《高聚物结构与性能》一书。从上世纪80年代起直到现在,中国科学院研究生院聘请实验室十余位研究员,讲授《高聚物物理专题讲座》,已成为研究生学习高分子物理研究前沿的必修课。近年来,中国科学院大学成立,该实验室研究员负责本科生的“高分子化学”和“高分子物理”的教学工作。

1957年,朱善农、应琦琮、潘振华成为研究室的首批研究生。1963年,开始第二次招收研究生至文革中断。1978年,恢复研究生制度。1982年,首次招收博士研究生。上世纪90年代后,研究生数量迅速扩大。在国际交流方面。1957年,研究室首次派出史观一、沈寿彭赴苏联进修。1961~1962年,首次有留学(苏联)归国的朱丽兰、高玉书、徐懋加入研究室。1979年,研究室派出了一批访问学者到美国麻省大

学,德国马普高分子研究所等进修,学成后陆续回国,在促进实验室的发展和国际交流等方面发挥了关键作用。

1959年底,苏联科学院卡尔金院士和斯洛尼斯基教授来所作高分子物理系统讲座(连载于“化学通报”),促进了研究室扩展领域。随着改革开放,开展了诸多更加深入的国际交流。1978年,诺贝尔奖获得者弗洛利应邀来访,他客观地、真诚地评价了实验室的高分子研究水平,极大地激励了研究人员瞄准国际上尚未解决的基本问题开展研究,为后来拓展高分子凝聚态、液晶高分子、高分子导体等新领域研究工作奠定了基础。自1989年起,实验室陆续聘请了国际著名高分子科学家如程正迪、徐晓林(美国)、尾山千里(日本)、朱鹏年(美国)、吴奇等为实验室发展提供咨询。

实验室通过多种方式促进研究人员参与国际交流,了解国际前沿动向,并开展广泛的深入的国际合作。1979年,钱人元等首次组织了中-美双边高分子讨论会,此后还组织过中-德、中-日、中-意双边高分子讨论会。1993年,实验室首次组织了国际高分子物理学术讨论会,得到了国际高分子物理学界著名学者的热烈响应,现已成为在我国举办的系列性国际学术会议。至今国际高分子物理学术会议已经举办了十二届,在规模和水平等方面都具有重要的国际影响力。

思考与展望

高分子科学是基础性和应用性强的学科,基础推动应用解决迫切需求的高分子相关的重大问题,将会为实验室的进一步发展提供新机遇。

人才培养和队伍建设是实验室发展之本。要加大力度,吸引高水平青年人才;进一步优化研究队伍的层次结构;进一步加强创新文化建设,活跃学术氛围;鼓励团结合作,集中力量,解决高分子物理与化学的关键问题。

为建设高分子物理与化学研究的知名基地,面向科学前沿,面向国家重大需求,需要更加广泛开展高水平的国际交流与合作,需要更加精心地培养高水平的青年人才,需要更加静心地开展踏踏实实的研究工作,以解决高分子学科的关键核心问题。

(执笔者:金熹高 杨振忠 徐 坚)