

科技振兴湖北 青年开创未来



中国科学技术协会
首届青年学术年会湖北卫星会议

论文集

湖北省科学技术协会编

CHINA ASSOCIATION
FOR
SCIENCE AND TECHNOLOGY
FIRST
ACADEMIC ANNUAL MEETING
OF
YOUTHS
PROCEEDINGS
(HU BEI)

武汉大学出版社

中国科学技术协会首届青年学术年会
湖北卫星会议

论 文 集

湖北省科学技术协会编

武汉大学出版社

(鄂)新登字 09 号

图书在版编目(CIP)数据

中国科学技术协会首届青年学术年会湖北
卫星会议论文集/湖北省科学技术协会
——武汉:武汉大学出版社,1994.4
ISBN 7-307-01618-4

I 中...

I 湖...

Ⅲ ①自然科学—中国科学技术协会—会议录
②中国科学技术协会—自然科学—会议录

IV N.53

武汉大学出版社出版发行

(430072 武昌 珞珈山)

中国科学院武汉物理数学研究所印刷厂印刷

1994年4月第1版 1994年4月第1次印刷

开本:787×1092毫米 1/32 印张:30

字数:818千字 印数:1—500

ISBN 7-307-01618-4/N·9 定价:60.00元

中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议
指导委员会名单(以姓氏笔划为序)

主 席:许厚泽
副 主 席:向克家 向进青 齐民友 孙济中 李连和 李辉摹
李祖勋 杨巍然 周俊安 赵梓森 袁润章 黄树槐
黎德扬
委 员:方学茂 邓克邦 韦快乐 朱梅林 孙宝泰 宋化民
余天庆 陈天达 周慎杰 袁俊华 黄 畴 彭光铭
程志煜 靳 希
秘 书 长:张志林

中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议
执 行 委 员 会 名 单

主 席:李卫华
副 主 席:南策文 马昌前 陈清明 吴礼树 陈孝平 余 廉
秘 书 长:孙德祥
副秘书长:何甲英 何齐渔 邓占鳌 黎 文 张培林

中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议
论文集编委会名单

主 编: 向克家
副 主 编: 张志林
编 委:刘洪江 敖玉才 王渔清
余永东 陈国祥 唐利红 米伟勋

前 言

科学技术已被视为当今世界决定生产力发展的首要因素,国与国之间的激烈竞争也更多地表现为包括科学技术在内的综合国力的竞争,科学技术的竞争又表现为科技人才,尤其是青年科技人才的竞争。谁拥有青年科技人才,谁就拥有世界科技发展的未来。肩负走向 21 世纪历史使命的青年科技工作者,对于推动科技发展和社会进步有着义不容辞的责任。为了检阅我省青年科技工作者的科技成果,发现和培养优秀青年科技人才,树立青年科技工作者良好的科学道德风尚,激励青年科技工作者奋发图强的精神,湖北省科学技术协会于 1992 年 12 月 25—28 日在武昌举行了“中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议”。会议以综合性、多学科为主要学术特征,内容 覆盖理、工、农、医等自然科学领域及综合交叉学科,是建国以来湖北省规模最大、范围最广的一次青年科技界学术盛会。

会议自 1992 年 3 月上旬发出征文通知以来,在社会上引起强烈反响。许多老一辈科学家积极鼓励青年科技工作者撰写论文,有的院校对青年科技工作者撰写论文给予奖励政策,不少单位还专门召集会议,组织推荐论文,特别是各高校科协对论文推荐工作更是全力以赴,这为本次学术年会的圆满进行提供了可靠的组织保证。会议共收到来自大专院校、科研设计单位、工矿企业、管理部门等各行业的论文 800 多篇,经理、工、农、医、交叉学科论文评审组初步筛选,确定 542 篇论文入选论文摘要集(共 4 分册),参加大会交流。其中理科 107 篇,工科 137 篇,农科 135 篇,医科 115 篇,交叉学科 48 篇。论文作者为 35 周岁以下的青年科技工作者(个别优秀者放宽到 40 岁),其中具有硕士学位的 94 人,占 17%;博士学位的 349 人,占 73%;具有高级职称的 43 人,占 8%;中级职称的 338 人,占 62%。这些论文比较全面地反映了我省青年科技工作者的研究成果和水平。年会执行委员会本着以学术水平为主要标准,适当考虑研究专业和作者单位代表性的原则,采取会议交流与答辩的形式对论文打分,最后筛选出 105 篇论文,公开出版论文集。入选论文具有较高学术水平,部分论文处于国内领先水平,有的达到国际先进水平。

论文的征集、评审和汇编中,得到了中国地质大学、华中理工大学、华中农业大学等高校科协和湖北省医学会和各学会、基层科协等有关单位的大力支持。王莉娟、陈宝联两位同志绘制了部分插图。在此,我们对所有应征文章的作者表示衷心地感谢!对所有热心推荐青年作者的专家和单位以及为年会召开和论文集出版辛勤工作的同志和单位致以崇高的敬意!

由于水平有限和技术原因,在编辑出版过程中难免有误,个别文字和图表作了删节,请作者和读者谅解。

中国科协首届青年学术年会
湖北卫星会议执行委员会
1993 年 10 月

目 录

中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议开幕词·····	梁淑芬(1)
科技兴湖北·青年创未来	
——在中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议上的祝词·····	韩南鹏(2)
在中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议上的讲话·····	李宝恒(3)
青年与未来——在中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议上的讲话·····	李卫华(4)

· 理科 ·

非平衡开放系统的噪声关联·····	贾 亚(6)
用多普勒和到达角参量研究电离层声重波扰动 ·····	万卫星(12)
微体古生物在造山带地质研究中的重要意义	
——以秦岭造山带三叠系研究为例 ·····	赖旭龙(17)
论 Dirichlet 级数表示的整函数 ·····	邓冠铁(21)
种群动力学中含有扩散的生态系统的持续生存与概振动性 ·····	谢胜利(24)
估算离子晶体晶格能的新方法-Ⅰ. 离子型氢化物晶格能的估算 ·····	梅平等(29)
三维非正曲率流形的等周常数的注记 ·····	董杰方(31)
岩体结构面粗糙度系数测量方法研究 ·····	杜时贵等(34)
固定化小球藻对污水的净化及其生理变化研究 ·····	严国安(38)
镉负荷与钙亏的实验研究 ·····	梅洁妍(43)
非球模型固相反应动力学 ·····	李建锡(47)
利用运动学迭加原理设计多用曲线规 ·····	马细华(52)
采用化学方法防止地层伤害保护油气资源 ·····	李平等(56)
江汉-洞庭地区深部构造特征及地壳稳定性研究 ·····	李长安等(61)
应用层间速度差分析方法在塔北实现钻前油气预测 ·····	沈林克等(68)
沉积盆地流体压力、地温场演化史数值模拟·····	唐仲华等(75)
一类复合油藏不稳定压力分析及其应用 ·····	张望明等(81)
多元小波函数与小波包 ·····	肖绍良(85)
富营养化湖泊水除臭技术研究 ·····	沈军等(91)
潜色素 ·····	金龙飞(97)
矩阵损失下增长曲线模型回归系数的线性 MINIMAX 估计 ·····	孙六全(100)
重庆市地震危险性分析·····	王建锋(108)

· 工科 ·

对运转中回转窑轴线进行检测的“KAS”测量系统 ·····	张 云(115)
离线非确定图灵机的空间——访问数对偶定理·····	宋恩民等(120)
光纤传感器油罐安全监控系统·····	王立新等(123)

磁铁矿崩落空间和磁场变化关系的模拟研究·····	姜增国(124)
磁盘表面粗糙度的精确测量·····	王菊香(132)
原油脱水过程中的光纤界面测试计算机控制自动放水系统·····	王先彬(135)
计算机辅助排样系统 CALS ·····	张雄等(139)
悬链斗卸船机模化理论研究·····	何积松(145)
关于新奥法施工中的控制爆破·····	舒大强(152)
三峡工程二期深水土石围堰的离心模型试验研究·····	饶锡保(156)
机械振动系统物理参数识别的稳定性和收敛性分析·····	金先龙(161)
雪铁龙 XM 轿车的 ABS 系统及电子式 ABS 的若干设计问题讨论·····	沙奇林(164)
磷铵母液中吡啶的气液平衡关系的研究·····	王光辉(168)
位置随动系统中大功率晶体管驱动及保护电路的设计·····	张晓光等(173)
用边界元法计算裂纹应力强度因子的研究·····	张永祥(179)
非平衡物质与新材料·····	李星国(184)
MDF 水泥材料高强机理的研究 ·····	胡曙光(195)
利用废聚苯乙烯开发白乳胶的研究·····	傅 杰(200)
具有热应力缓和性能的 PSZ-M。系梯度功能材料的设计与结构控制 ·····	唐新峰等(203)
粒颗复合材料 Iic-50Nb 的二次硬化特征 ·····	肖建中等(207)
焊接烟尘结构的电子显微动态观察·····	熊玉峰等(211)
两种二氧化碳冷芯盒工艺体系	
——酚醛树脂和聚丙烯酸钠树脂的比较·····	赵 鹏等(216)
硬化型磷酸钙生物功能材料的红外光谱研究·····	王新荣等(220)
生物活性陶瓷涂层的软磁材料复合体在口腔修复中的应用·····	谭永忠等(223)

· 农科 ·

柑桔体配融合研究·····	邓占鳌等(227)
胚乳数量性状遗传分量的估计方法·····	刘定富(231)
两系法杂交稻育种研究进展·····	张自国等(237)
植物激素与硼营养机理关系研究·····	吴礼树等(244)
磺溴酚和酚磺酞给健康和发病猪兔鸡静注后的比较药动学·····	袁宗辉(248)
辣椒抗性基因的遗传转化与植株再生·····	叶志彪等(252)
两个籼型温敏核不育系的选育与光温特性初步研究·····	牟同敏等(255)
粮食作物量高产量研究的进展和前景·····	陈防等(260)
论龙须草的开发价值及我国的利用现状与展望·····	王清锋等(264)
柑桔同工酶遗传及连锁研究·····	萧顺元等(270)
棉花抗螨性的质量遗传研究·····	张金发等(275)
土壤中织形态的化学区分法·····	贺纪正(279)
苏云金芽孢杆菌中华亚种 CT-48 伴孢晶体及其晶体蛋白的杀虫特性 ·····	孙明等(283)
神农架林区农用土地后备资源综合开发最优规则·····	王修贵(286)
跨流域调水工程优化规划方法研究·····	邵东国(291)

灭活原生质体介导体纤维素酶系基因组转移实现木梅与曲霉属间融合育种	艾云灿等(295)
土壤磷的吸附-解吸特性与土壤施磷量关系的研究	朱端卫等(302)
湖北省几种作物及杂草上核盘菌类群分析	李国庆等(306)
水稻强启动子克隆载体 YRp-GUS 构建的研究	胡学俊等(310)
环剥诱导苧麻于长日下开雄花	周瑞阳(314)
猪体外受精和体外受精卵移植试验	樊俊华等(318)
苏云金杆菌发酵培养基优化新模式	杨自文(322)
棉花苗期硼素定期营养的研究	兰莲芳等(328)

· 医科 ·

钙和钙调素拮抗剂在 A549 肺癌细胞增殖过程中的作用	范先等(333)
肝脏实质性小病变——一个新的外科问题	陈孝平等(337)
SOD 及其抑制剂 DDC 对 A549 肺癌细胞超微结构影响的研究	夏 东等(340)
卵巢恶性肿瘤患者 OKT 细胞亚群的初步研究及临床价值	梁连铸等(344)
实验性肝癌的免疫组化及免疫电镜研究	官 阳等(348)
肝动脉动态声学造影对肝内实质性占位病变诊断的研究	黄道中等(352)
经导管射频不同途径消融房室房旁道的比较	唐其柱等(355)
一种新型完全性脑缺血的实验动物模型	姚尚龙等(357)
术前旁道定位在预激综合征手术治疗中的临床意义	江 洪等(360)
心房肽对免疫细胞内信息分子的影响	夏邦顺等(364)
脑血肿患者脑脊液细胞学及细胞化学的研究	贺 兵等(370)
静脉输注卡托普利治疗心力衰竭的临床研究	吴 华等(373)
寻常性痤疮患者中 HBV 的感染	赵 欣等(378)
乙肝病毒感染者外周血白细胞介素-2 分泌细胞频数的初步研究	童巧霞等(380)
慢活肝、肝硬化病人结肠粘膜病理变化	倪若愚等(383)
人补体第四成分(C4)基因在各种 HLA 单倍型上的结构特点及其规律性	吴雄文等(387)
国产 RU486 和进口 RU486 内结构不明杂质的合成与鉴定	王瑞彬(392)
武汉市儿童青少年骨矿含量的研究	李榕等(396)
卡铂对 A549 肺癌细胞的抗癌作用及其机制的初步探讨	刘晓翌等(399)
尼莫地平对兔脑缺血再灌注后脑微循环影响的实验研究	张曙等(406)
东莨菪碱对沙鼠脑再灌注损伤的实验研究	毛小平(411)

· 交叉学科 ·

长江三峡工程施工组织模式研究与构想	周厚贵(413)
一种新的长期预测方法(GTFM)及其在城市总体规划中的应用	吕 锋(417)
90 年代中国农村科技政策的思考	熊银解(422)
论农业持续发展的策略	任耀武(426)
中国农业终将走上规模经营的道路	郑 瑛(430)
论以港口城市为中心的区(流)域企业集团发展战略	张 倩(434)

论企业集团的股份制改造.....	白 玉(438)
对加速我国技术成果商品化进程中的价格机制问题探讨.....	郑 菁(442)
城市土地利用评价专家系统初探.....	詹庆明(446)
论版权法保护计算机软件的局限性及其对策.....	朱雪忠(449)
武汉市道路交通安全心理学研究.....	郑义彬(453)
性传播疾病的社会伦理学.....	杨擎宇(457)
适应不良学生检出方法研究.....	苏永华(461)
楚风丝绸纹饰风格特征略论.....	辛艺华(465)
试谈湖北省县城乡镇蔬菜综合开发与农村致富.....	刘勋甲等(469)

中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议开幕词

湖北省人大副主任、湖北省科协主席 梁淑芬

(1992年11月26日)

各位来宾、各位代表、各位同志：

正当我省科技工作者与全省人民一起，认真学习党的十四大会议精神，加快改革开放的步伐，集中精力振兴湖北经济的时候，中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议隆重开幕了。

这次会议由湖北省科协主办。出席这次青年学术年会的正式代表542名，特邀代表30名，列席代表600名。代表们来自全省各条战线、各个学科的青年科技工作者。这次年会是我省首次举行的大规模、多学科的青年科技工作者的学术盛会，象征着我省科技界人才辈出，兴旺发达。我受本届年会指导委员会委托，并代表年会执行委员会，向全体代表表示热烈的欢迎。

省委、省政府历来十分关怀我省青年科技工作者的健康成长。今天，省委、省政府的领导同志和老一辈科学家光临了我们的大会，我们向他们表示热烈的欢迎和崇高的敬意！

这次年会除在主会场组织与会代表进行学术交流外，还将分理、工、交叉、农、医四个分会场组织代表进行学术交流和参观。通过这些交流，检阅我省青年科技工作者在攀登科学高峰和为经济建设服务中取得的成绩，促使全社会进一步关心和支持青年科技工作者的培养和成长，为优秀青年人才脱颖而出创造更为有利的社会环境。让我们全体代表共同努力，把这次青年学术年会开成团结民主、生动活泼、启迪思想、增进友谊的大会，通过这次会议，团结全省广大青年科技工作者一道，为加快改革开放和现代化建设的步伐，更好地建设有中国特色的社会主义而努力奋斗，为湖北经济腾飞作出更大的贡献！

科技兴湖北 青年创未来

——在中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议上的祝词

湖北省副省长 韩南鹏

(1992年11月26日)

同志们：

在我们深入学习党的十四大精神的今天，迎来了中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议的召开，在这里我代表湖北省人民政府向大会表示热烈的祝贺！

党的十四大指出，赢得青年，才能赢得未来。全党、全社会都要关心青少年的健康成长，在改革的实践中，努力造就千百万社会主义事业的接班人。今天在这里召开的会议，是我们具体落实十四大精神的一个盛会；也是为青年同志创造一个更好地贡献聪明才智的一个舞台；同时，也是在全社会造成尊重知识、尊重人才的社会风气的盛会。

自从改革开放以来，湖北省的经济建设一天比一天好、快。我省的科技事业，无论是高新科技，还是传统的科技，还是在应用、推广科技方面都取得了很大的进步。科技促进了我省经济建设的发展，这里面有青年同志的一份功劳，大家奉献出了自己的汗水。在这里我代表湖北省人民政府，向全省的科技工作者为湖北省的经济建设所做出的贡献表示衷心的感谢。

青年是祖国的未来，是祖国的希望。今天来参加会议的人，才是青年的真正精英，值得全省广大青年人学习。党的十四大明确提出要建立社会主义的经济体制。建立社会主义市场经济体制要依靠科技进步。青年人应抓紧时机，在经济建设主战场发挥自己的聪明才智。天地是广阔的，青年人是大有作为的。

我记得在全国科学大会上有一位科学家说过他以“不用扬鞭自奋蹄”自勉，我将其改了一下，以“踏遍青山人未老，喜逢盛世更奋蹄”自勉。我希望老中青三代人都能在党的领导下，共同努力，为贯彻党的十四大精神做出我们应有的贡献。

最后，祝大会圆满成功！祝同志们成果累累，取得更大的成绩！

谢谢大家！

(注：根据录音整理，未经本人同意。题目为编者所加。)

在中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议上的讲话

李宝恒

(根据录音整理,未经本人审阅)

(1992年11月26日)

各位领导、各位同志:

首先,我代表中国科协热烈祝贺中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议隆重开幕,并且预祝这次会议取得圆满成功。

青年人朝气蓬勃,敢于创新。中国的未来就寄托在青年的身上。历史上有许多重大的科学贡献都是青年人做出的。比如说,本世纪20年代量子力学的革命性贡献就是20来岁的青年科学家做出的。我们要进一步发展中国的科学技术事业,就必须重视、充分发挥青年的作用。当代的青年科技人才可以说是生逢其时。从80年代以来,中国的经济和社会处于一个高速发展和重大变革的时期。当前的世界经济从全球来说以东亚的发展为最快,而东亚的经济是以中国的发展为最快。在整个80年代,也就是党的十一届三中全会以后,我们经济的发展速度是年均增长9%,这一重大成就是举世公认的。据预测,90年代中国经济的发展速度也将居于世界首位。90年代的世界经济将是一个市场迅速变化、技术迅速扩散、竞争空前激烈的时代。在这样的时代里,不仅中国的企业,而且全世界的企业都要善于不断地创造新知识、开发新产品、开拓新市场,才能成为成功的企业。过去靠资源、靠劳动力、靠资本来取得市场的竞争优势,今后只能靠知识才能在市场上取得竞争优势。新知识将成为经久不衰的竞争优势的真正源泉。我们青年人应该当仁不让地成为新知识的创造者。

在我们这个12亿人口的国家里,青年要得到社会的承认,登上历史舞台,还需要创造一个良好的社会条件。1978年我45岁时参加全国科学大会,还算最年轻的。譬如,学会刚刚恢复的时候,中国科协召开学术会议,首先发言的是年过80进90岁的老科学家,等80岁的科学家讲下来,70岁的科学家再讲,60多岁的科学家都没时间讲了。即使现在一些学术会议,特别是全国性的学术会议,青年参加的机会很少。如今国际上的学术会议很多,但是青年参加的机会也很少。所以,我们觉得非常需要创造一个讲台,专门让年青人来讲他们的科学贡献。因此,就提议举办这个青年学术年会。我们希望青年学术年会能够成为发掘优秀的青年人才、向社会推荐优秀青年的一种有效方式。我相信青年学术年会坚持举办下去,一定能向社会推荐一批新星,促使我们国家人才辈出。我很高兴通过这次会议接触、认识很多杰出的青年科技人员。

谢谢大家!

(李宝恒同志系原中国科协书记处书记)

青 年 与 未 来

——在中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议上的讲话

李卫华

尊敬的各位领导、各位来宾、亲爱的青年朋友们：

今天，我们欢聚一堂，举行中国科协首届青年学术年会湖北卫星会议，这是我们期盼已久的盛大聚会。首先，请允许我代表与会的青年朋友们向出席今天开幕式的各位领导和来宾，以及为筹备这次会议付出辛勤劳动的指导委员会、执行委员会的全体成员和全体工作人员表示衷心地感谢！下面，我以“青年与未来”为题，谈谈自己的想法。

当今世界是一个发展迅速、竞争激烈的世界，未来世界的发展将更为迅速，竞争将更为激烈；中华民族如何在未来的发展中保持竞争的优势，如何提高经济、科技发展的速度和水平，将是我们在本世纪最后8年中所面临的最关键的问题。现在，世界各国都在抓紧时间，寻找机会，大力发展经济，尽可能地提高本国的综合国力。在我国，党的十四大也发出了“加快改革开放和现代化建设步伐，夺取有中国特色社会主义事业的更大胜利”的战斗号召。只有把握住现在，才能拥有未来，青年科技工作者们，我们大展宏图、报效祖国的时刻到来了！

“科学技术是第一生产力”，经济的发展，国家的强盛离不开科学技术，尤其是高新科学技术，而科技的发展来自于科技工作者的努力和奋斗，高新科技的发展更需要一大批献身科学的优秀科技人才，可以这样说，当前世界科技竞争也就是科技人才的竞争，谁拥有一流的科技人才，谁就拥有高科技的发展；谁拥有青年科技人才，谁就拥有世界科技的未来。而科技的发展又将进一步促进经济的发展，使国家走向繁荣富强。我国以高科技为主攻方向的“863”高科技计划、“庞龙”计划和美国的“星球大战”计划、西欧的“尤里卡”计划、日本的“人类新领域”计划一样，将使我国的科学技术迈上新的台阶。

我们虽然错过了第二次世界科技浪潮，但党的改革开放政策给我国的科技事业带来了发展的春天，我国的科技事业发展迅速，并结出丰硕的成果。如今，党和政府把培养和造就一支强大的高水平的青年科技工作者队伍提到了战略高度，为青年科技工作者创造了充分发挥聪明才智的优良环境，鼓励大批优秀青年科技人员肩负起关键技术责任和管理责任，勇挑重担，努力把自己培养成高新技术的骨干力量和学术带头人。这对于科技工作者，尤其是我们这些青年科技工作者来说，是一个千载难逢的绝好机会！

湖北历来是我国科技人才密集的地区之一，可谓群英荟萃，人才济济，青年科技人员队伍更有一股强大的力量，这是实现湖北经济振兴、中部地区迅速崛起的优越条件，也是湖北科技工作者努力奋斗、大展宏图的良机。只要我们科技人员、尤其是广大青年科技人员勤奋进取、严谨求实、勇于攀登、努力拼搏，就一定能为我省的科技发展作出贡献，就一定能为湖北的经济振兴作出贡献。时代呼唤着科学，科学需要青年，青年开创未来，中国的未来是美好的，未来要靠我们大家努力拼搏、开拓进取。老一辈的科学家们为了中国的今天做出过巨大的贡献，他们为我们树立了光辉的榜样；中国科学技术的发展经过老一辈科学家的努力已经达到了一个相当的水平，无论是“两弹一星”，还是其它尖端技术，都凝聚着我们前辈的智慧和心血；今天，到了

我们青年接过时代的旗帜继续前进的时候了,我们一定要学习老一辈科技工作者脚踏实地、勤勤恳恳、不求名利、忘我工作的精神,为我国科学技术的明天而奋斗,开创科学技术的美好未来。

目前,全国人民在十四大精神的鼓舞下,正在热火朝天地工作、奋斗着,作为科技工作者,我们应该庆幸我们拥有这样美好的机会,应该感谢党和国家为我们创造了这样优越的条件,应该感谢祖国和人民对我们的信任。青年朋友们,既然时代选择了我们,我们就不能与伟大的时代失之交臂,让我们携起手来,为 21 世纪的湖北,为 21 世纪的中国努力奋斗!

谢谢大家!

(李卫华同志系湖北省科协常委武汉大学副校长,本届会议执行委员会主席)

非平衡开放系统的噪声关联

贾 亚

(华中师范大学物理系)

本文研究了具有噪声关联效应的高维非平衡开放系统,得到了系统几率密度演化的积分-微分方程和有效 Fokker-Planck 方程. 在高斯白噪声极限下,首次得到了单模染料激光系统泵浦涨落和自发量子涨落的实部噪声和虚部噪声具有关联效应的 Fokker-Planck 方程.

1 引言

涨落普遍存在于客观世界中,且不可避免地影响着每个宏观系统. 在非平衡的开放系统中,涨落(通常称之为噪声)起着十分重要的作用. 噪声,一般分为外噪声和内噪声. 外噪声产生于起伏的环境或耦合于系统的可控噪声源;内噪声则是由系统中大量粒子的大量自由度所引起,并与系统的尺度大小成反比. 对于无限大的系统,内噪声效应往往可以忽略,但对有限大小的系统,则需考虑内噪声的影响. 严格地说,一切宏观系统总是受到来自外部和内部各种不同噪声源的同时作用. 如激光系统就是一个典型的非平衡开放系统,既受到泵浦涨落(外噪声)的作用,同时又受到自发量子涨落(内噪声)的影响. 所以,对多噪声源同时作用下的非平衡系统进行研究,具有很重要的理论价值和实际意义.

对多噪声作用下非平衡开放系统的研究,目前绝大部分研究工作停留在考虑各噪声之间相互无关联的基础上^[1,2,3,4,5]. 很多真实的宏观系统则可能相反:不同的噪声可能产生于同一噪声源. 最近,已有人开始对两个高斯白噪声之间存在着关联进行研究. Fedchenia 利用三角形域的局域展开方法,得到两个加法白噪声存在关联情况下,二维流体系统的分布函数^[6]. Fulinski 等人利用高维 Fokker-Planck 方程(噪声之间无关联情况),研究了在加法和乘法高斯白噪声具有 δ 关联作用下双稳动力学系统的定态性质^[7].

本文主要是研究噪声之间存在着一一般关联方式的高维非平衡开放系统. 我们先利用投影算子技术,得到高维开放系统几率密度的积分-微分方程. 在一定条件下,得到系统的有效 Fokker-Planck 方程. 最后,在高斯白噪声极限下,研究了单模染料激光系统,首次得到泵浦涨落和自发量子涨落的实部噪声和虚部噪声具有关联效应的 Fokker-Planck 方程.

2 几率密度的积分-微分方程

我们考虑一般 N 维宏观变量系统 $q \equiv (q_1, q_2, \dots, q_N)$ 的随机演化方程:

$$\dot{q}_\mu = \alpha_\mu(q) + \theta_{\mu k}(q) \xi_k(t), \quad (2.1)$$

$\mu=1, 2, \dots, N; k=1, 2, \dots, M, \alpha_\mu(q)$ 和 $\theta_{\mu k}(q)$ 为 q 的非线性函数, $\dot{q}_\mu$ 表示对时间 t 求导,噪声 $\xi_k(t)$ 的关联满足下列一般形式:

$$\langle \xi_k(t) \rangle = 0, \quad \langle \xi_k(t) \xi_l(s) \rangle = \Gamma_{kl}(t, s). \quad (2.2)$$

由此看到,各噪声之间存在着一一定方式的关联,已不再是相互无关的. 若 $\Gamma_{kl}(t, s)$ 正比于 $\delta(t-s)$, 那么噪声就为白噪声关联,否则为色噪声关联. 本文中重复指标表示求和.

与(2.1)对应的随机 Liouville 方程

$$\partial_t \rho(q, t) = - \partial_{q_\mu} [\alpha_\mu(q) + \theta_{\mu k}(q) \xi_k(t)] \rho(q, t). \quad (2.3)$$

引入相互作用表象

$$\rho^{(1)}(q, t) = \exp[\partial_{q_\mu} \alpha_\mu(q) t] \rho(q, t). \quad (2.4)$$

方程(2.3)可表示为

$$\partial_t \rho^{(1)}(q, t) = F(q, t) \rho^{(1)}(q, t), \quad (2.5)$$

其中随机算子函数

$$F(q, t) = -\exp[\partial_{q_\mu} \alpha_\mu(q) t] \partial_{q_\mu} \theta_{\mu k}(q) \xi_k(t) \exp[-\partial_{q_\mu} \alpha_\mu(q) t], \quad (2.6)$$

并具有下面重要性质

$$\langle F(q, t) \rangle = 0. \quad (2.7)$$

为了得到几率密度的时间演化方程, 定义投影算子 $\hat{p}$:

$$\hat{p} B(\xi_k(t)) \equiv \langle B(\xi_k(t)) \rangle \quad (2.8)$$

表示对所有的 $\xi_k(t)$ 实现求平均, 并具有 $\hat{p}^2 = \hat{p}$ 的性质. 利用 $\hat{p} F(q, t) \hat{p} \cdots = \langle F(q, t) \rangle \langle \cdots \rangle = 0$, 由(2.5)得

$$\frac{d}{dt} \hat{p} \rho^{(1)}(q, t) = \langle F(q, t) (1 - \hat{p}) \rho^{(1)}(q, t) \rangle, \quad (2.9)$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} (1 - \hat{p}) \rho^{(1)}(q, t) &= F(q, t) \hat{p} \rho^{(1)}(q, t) \\ &+ (1 - \hat{p}) F(q, t) (1 - \hat{p}) \rho^{(1)}(q, t). \end{aligned} \quad (2.10)$$

由于投影算子 $\hat{p}$ 不改变初始值, 即 $\hat{p} \rho^{(1)}(q, 0) = \rho^{(1)}(q, 0)$, 于是线性非齐次微分方程(2.10)的解为

$$(1 - \hat{p}) \rho^{(1)}(q, t) = \int_0^t dt' T(t|t') F(q, t') \hat{p} \rho^{(1)}(q, t'), \quad (2.11)$$

其中 $T(t|t')$ 满足

$$\frac{d}{dt} T(t|t') = (1 - \hat{p}) F(q, t) T(t|t'), \quad t \geq t', \quad (2.12)$$

$$T(t|t) = 0. \quad (2.13)$$

因此

$$\begin{aligned} T(t|t') &= 1 + \int_{t'}^t dt (1 - \hat{p}) F(q, t) \\ &+ \int_{t'}^t dt_1 \int_{t'}^{t_1} dt (1 - \hat{p}) F(q, t_1) (1 - \hat{p}) F(q, t) + \cdots. \end{aligned} \quad (2.14)$$

将(2.11)代入(2.9)得

$$\frac{d}{dt} \hat{p} \rho^{(1)}(q, t) = \int_0^t dt' M(t|t') \hat{p} \rho^{(1)}(q, t'), \quad (2.15)$$

其中

$$M(t|t') = \langle F(q, t) T(t|t') F(q, t') \rangle \quad (2.16)$$

另一方面, 由(2.5)可得

$$\frac{d}{dt} \hat{p} \rho^{(1)}(q, t) = \hat{p} F(q, t) \rho^{(1)}(q, t). \quad (2.17)$$

将(2.15)代入(2.17)得

$$\hat{p} F(q, t) \rho^{(1)}(q, t) = \int_0^t dt' M(t|t') \hat{p} \exp[-\partial_{q_\mu} \alpha_\mu(q) t] \rho^{(1)}(q, t'). \quad (2.18)$$

根据 van Kampen 定理^[8], 几率分布的定义为 $P(q, t) \equiv \hat{p} \rho(q, t) = \langle \rho(q, t) \rangle$, 最后得几率密度 $P(q, t)$ 演化的积分-微分方程

$$\partial_t P(q, t) = -\partial_{q_\mu} \alpha_\mu(q) P(q, t) + \int_0^t dt' k(t|t') P(q, t'), \quad (2.19)$$

其中

$$k(t|t') = \sum_{n=2}^{\infty} k_n(t|t'), \quad (2.20)$$

$$k_2(t|t') = \exp[\partial_{q_\mu} \alpha_\mu(q)t] \langle F(q,t) F(q,t') \rangle \exp[-\partial_{q_\mu} \alpha_\mu(q)t], \quad (2.21)$$

$$k_n(t|t') = \exp[\partial_{q_\mu} \alpha_\mu(q)t] \langle \int_{t'}^t dt_1 \int_{t'}^{t_1} dt_2 \cdots \int_{t'}^{t_{n-2}} dt_{n-1} F(q,t) \\ (1 - \hat{p})F(q,t_1)(1 - \hat{p})F(q,t_2) \cdots (1 - \hat{p})F(q,t_{n-1})F(q,t') \rangle \\ \exp[-\partial_{q_\mu} \alpha_\mu(q)t], \quad n = 2, 3, \cdots, \quad (2.22)$$

$k(t|t')$ 称为响应函数核(kernel). 方程(2.19)是高维非平衡系统(2.1)几率密度最一般的时间演化方程. 由于 $k(t|t')$ 的特性,在一定条件下,可得到非平衡开放系统的有效 Fokker-Planck 方程.

3 有效 Fokker-Planck 方程

与关联 $\Gamma_\mu(t,s)$ 相应的关联时间 τ_μ 和关联强度 D_μ 定义为

$$D_\mu \equiv \lim_{t \rightarrow \infty} \int_0^t ds \Gamma_\mu(t,s); \quad D_\mu \tau_\mu \equiv \lim_{t \rightarrow \infty} \int_0^t ds (t-s) \Gamma_\mu(t,s). \quad (3.1)$$

将(2.22)中的被积函数用 Φ 表示

$$\Phi = \langle F(q,t)(1 - \hat{p})F(q,t_1)(1 - \hat{p})F(q,t_2) \cdots (1 - \hat{p})F(q,t_{n-1})F(q,t') \rangle, \quad (3.2)$$

其中 $t > t_1 > t_2 > \cdots > t'$, 可以证明, Φ 具有团特性(cluster)^[9]: 若将 $t, t_1, t_2, \cdots, t'$ 分为不同组, 当不同组中的 $|t_j - t_i| > \tau$ 时, 则 $\Phi = 0$. 其中 τ 为所有关联时间 τ_μ 中最大值. Φ 的团特性导致 $k_n(t|t')$ 的短寿命(short-lived)性质

$$k_n(t|t') = 0, \quad \text{当 } t - t' > (n-1)\tau. \quad (3.3)$$

为了估计 $k_n(t|t')$ 的大小, 引入表示涨落强弱的特征参数 λ . 由相互作用表象中的随机 Liouville 方程(2.5)得

$$\lambda \sim F(q,t). \quad (3.4)$$

利用(2.21)和(2.22), 并考虑(3.4),

$$k_2(t|t') \sim \lambda^2, \quad (3.5)$$

$$k_n(t|t') \sim \lambda^n \tau^{n-2}, \quad n = 3, 4, \cdots. \quad (3.6)$$

于是

$$\int_0^t dt' k_n(t|t') \sim \lambda^n \tau^{n-1}, \quad t \geq (n-1)\tau, \quad (3.7)$$

$$\int_0^t dt' k_n(t|t') = \int_0^t d\tau' k_n(t|t-\tau') = \int_0^\infty d\tau' k_n(t|t-\tau'), \quad t \gg \tau. \quad (3.8)$$

由(3.3)式看到, 对于 dt' 的积分, 其有效区域为 $(t-\tau, t)$, 在此区域内, 几率密度 $P(q,t)$ 的变化缓慢, 可近似地将(2.19)写成

$$\partial_t P(q,t) = -\partial_{q_\mu} \alpha_\mu(q) P(q,t) + K(t) P(q,t), \quad (3.9)$$

其中

$$K(t) = \sum_{n=2}^{\infty} K_n(t), \quad (3.10)$$

$$K_2(t) = \int_0^t dt' \exp[\partial_{q_\mu} \alpha_\mu(q)t] \langle F(q,t) F(q,t') \rangle \exp[-\partial_{q_\mu} \alpha_\mu(q)t], \quad (3.11)$$

$$K_n(t) = \int_0^t dt' \exp[\partial_{q_\mu} \alpha_\mu(q)t] \langle F(q,t) \int_{t'}^t dt_1 \int_{t'}^{t_1} dt_2 \cdots \int_{t'}^{t_{n-2}} dt_{n-1} (1 - \hat{p}) \\ F(q,t_1)(1 - \hat{p})F(q,t_2) \cdots (1 - \hat{p})F(q,t_{n-1})F(q,t') \rangle \exp[-\partial_{q_\mu} \alpha_\mu(q)t], \\ n = 3, 4, \cdots. \quad (3.12)$$