

中国计量测试学会院士候选人推荐表

被推选入基本信息					
姓名	梅刚华	性别	男	出生年月日（公历）	1955 年 12 月
民族	汉族	出生地	湖北省		
工作单位	中国科学院武汉物理与数学研究所			行政职务	主任
单位所属部门、省、自治区、直辖市	中国科学院				
单位通讯地址	湖北省武汉市武昌小洪山西 30 号				
单位所在地	湖北省武汉市			邮政编码	430071
单位电话	02787197190	电子信箱	mei@wipm.ac.cn		
专业或专长	测试计量技术及仪器(原子钟技术)			技术职称	研究员
被推选人在科学技术方面的主要成就和贡献					
<p>梅刚华，原子钟专家。为发展我国的星载原子钟技术，提升我国空间信息系统建设能力和水平做出了重大贡献。</p> <p>一、开创我国星载原子钟研究，奠定我国星载原子钟研制技术基础</p> <p>梅刚华早期从事原子钟物理技术基础研究。他从理论上揭示出，原子速度分布对原子光抽运选态效果的影响可能高达百分之几十（论文 1）；发展了一种精确计算和测量原子束磁偏转特性的方法，指出现有理论和技术存在明显的缺陷（论文 2）；通过激光抽运制备了布居数近乎完全反转的铷原子体系（论文 3）。这些工作深化了原子钟设计理论，为他从事星载原子钟研究打下坚实基础。</p> <p>1996 年，承担“九五”国防预研任务（附件 4-1-1），主持国内第一个星载原子钟重大项目研究。通过近十年潜心攻关，全面突破了原子钟精度、小型化、寿命、可靠性和卫星环境适应性关键技术。他发明的开槽管式微波腔（专利 1），用一体化金属感容结构实现了 TE011 模振荡，可利用小容积原子气室产生高强度原子信号，开辟了用非标准腔替代传统标准腔实现铷钟高精度和小型化新途径。解决了铷光谱灯光强稳定性、寿命和真空过热问题（专利 2），打通了制约铷钟寿命、可靠性和环境适应性的瓶颈。提出了一种精密铷量测量方法（专利 3），精度比国外技术高出 5 倍以上，为星载铷钟长寿命设计提供了关键数据。首创了以开槽管腔为核心的物理系统设计方案（论文 4,5），</p>					

具备信噪比高、光频移和温度系数小的优点。发展了一种低相噪微波链路技术（专利 4），为实现高精度铷钟提供了电子技术基础。提出了精密泡频控制技术（专利 5），避免了在铷钟设计中使用数字器件，降低了在空间辐射环境中失效的风险。2000 年研制出国内第一台星载铷钟原理样机（附件 4-1-2），2005 年研制出电性能样机（附件 4-1-3）。上述工作形成了完整自主知识产权，使我国初步具备了星载原子钟自主研制能力。

二、研制两代星载铷钟，实现我国星载原子钟技术从无到有、由有到强的跨越

基于对原子钟设计理论和空间应用环境的理解，他提出了系统的星载铷钟工程设计概念，包括高信噪比物理系统、低噪声微波链、多层磁屏、多级温控、适度导热、全刚结构、抗辐射加固等，形成了特色鲜明的工程设计方案。他带领团队，自行研制了包括真空试验测试系统（专利 6）在内的大量专用设备，建立了完整的技术规范和完备的质量体系，将主要从事基础研究的武汉物数所打造成国内唯一具备星载铷钟整机设计和制造能力的单位。2006 年，研制出第一代星载铷钟正样产品，使我国星载钟技术打破少数西方国家的技术垄断和封锁，实现从无到有的重大跨越。产品核心指标天频率稳定度为 $2\sim 5\times 10^{-14}$ （论文 6），居国内领先和当时的国际先进水平。2011 年，开始研制新一代星载铷钟。通过进一步改善微波场振荡模式（论文 7）和抽运光光谱特性（论文 8），大幅提升了原子信号信噪比；首创了一种先进的倍频链技术，将锁频环路噪声降低了 10dB 以上；系统地优化了物理设计参数，将环境因素对原子信号的干扰降低了一个数量级。第二代星载铷钟产品体积、重量减小 1/4，天稳为 3×10^{-15} （论文 9），与目前世界上性能最好的美国 GPS IIF 星载铷钟处同一水平。最近，铷原子钟短期稳定度达到 $2.4\times 10^{-13}/\tau^{1/2}$ ，为目前世界最好结果（论文 10）。这些工作标志我国星载铷钟技术实现由有到强的转变，显现出超越国外的潜力。

三、星载铷钟批量装备多型号卫星，为我国空间信息系统建设和性能提升做出重大贡献

卫星导航系统是大型时空信息基础设施，广泛用于导航定位、数字通信、智慧城市、交通管理、大地勘测、作战指挥、精确打击、电子对抗等领域，对社会经济发展和国家安全意义重大。星载原子钟是导航卫星的心脏，对导航定位精度有决定性影响。2004 年，我国启动北斗二号卫星工程（区域系统），星载原子钟引进受挫，成为工程技术瓶颈。梅刚华团队研制的第一代星载铷钟，突破了这一瓶颈。产品技术指标居国内领先和国际先进水平，批量装备北斗二号卫星（附件 4-1-6），为 2012 年建成北斗二号系统发挥了关键作用。目前我国正在建设北斗三号系统（全球系统），现已完成飞行试验，即将进入卫星组网阶段。5 颗试验卫星均装备了梅刚华团队的新一代铷钟，监测数据表明其在轨性能与 GPS IIF 星钟相当（附件 4-3-2），这对于我国在 2020 前后建成国际一流的北斗全球系统具有重要意义。6 台星载铷钟用于我国“实践”十六号卫星，显著提升了卫星对地面辐射源的分辨

能力（附件 4-2-2）。最近，星载铷钟成功中标我国合成孔径雷达卫星工程项目（附件 5-5）。星载原子钟的应用，将显著提升这种卫星对地面目标的成像效率和质量。

四、提出北斗原子钟发展战略，建设国内一流的原子钟研发和高端人才培养基地

卫星导航系统本质上是一个星地一体化的精密时间产生、保持和测量系统，原子钟为系统的核心。作为国内知名的既熟悉设计理论又具备丰富工程经验的原子钟专家，梅刚华于 2010 年受总装部聘任，担任北斗系统重大专项卫星导航技术专家组成员，履行原子钟首席专家职责，参与北斗三号系统工程设计。他提出了由地面基准钟、地面守时钟、星载钟和应用终端原子钟组成的北斗原子钟系统构架，提出了可支撑米、分米和厘米级定位精度的北斗工程三代星地原子钟系统发展战略，协助相关部门制定了发展路线图，主持论证和制定了各类型原子钟技术要求，协助专项办公室开展项目管理（附件 4-4-4）。他于 2009 年创建并一直领导的中科院原子频标重点实验室，现已发展为我国一流的原子钟研发和高端人才培养基地。实验室除从事星载原子钟研究外，还研制成功我国第一台光频原子钟，精度进入 10^{-17} ，频率数据两次改写国际测量精度，正致力于发展为新一代北斗地面基准钟；研制出我国第一台芯片原子钟，有望用于北斗系统应用终端；他向科技部建议布局的国家 863 计划专题项目超高精度空间原子钟，实现了关键技术突破。三项科研成果入选“十二五”国家科技创新成就展和国防科技重大成果展。他培养的博士研究生活跃在国内外众多原子钟研究机构，多人成长为主持科技部重大仪器专项、863 项目和国家重大专项项目的学术带头人。

五、学术成就卓著，产生了重要国内外影响

梅刚华学术成就卓著。在 IEEE Trans., Rev. Sci. Instrum. 和物理学报等国内外著名刊物发表论文 60 余篇，获中、美专利授权 10 件。获国家科技进步特等奖、国家技术发明二等奖、湖北省技术发明一等奖和军队科技进步一等奖各 1 项，中国专利优秀奖 1 项，是国家科技进步特等奖中唯一从事原子钟研究的获奖人；被湖北省人民政府授予“杰出专业技术人才”，被总装和国防科工局授予“北斗卫星工程建设突出贡献个人”。多次主持全国性时间频率学术会议，两任中国卫星导航学术年会原子钟分会主席。他两次受邀在国际顶级原子钟学术会议（“国际 IEEE 频控会议和欧洲时频会议联合大会”和“欧洲时频会议”）作 40 分钟特邀报告（附件 5-12, 5-13），是唯一获此殊荣的中国学者。国家最高科技奖获得者、北斗卫星工程总师孙家栋院士评价他为我国卫星导航技术实现第二步战略目标做出了重要贡献（附件 4-1-8）。著名原子钟专家李天初院士认为他在原子钟领域做出了不可多得创新性贡献（附件 2-8）。中国北斗系统专项办公室评价他“为我国空间原子钟技术发展作出了开创性贡献，为北斗卫星导航系统工程建设做出了卓著功绩”（附件 4-4-4）。