

# 成果总结报告

近年来，浙江省信息产业和数字经济高速发展，我校电子信息学院研究生招生规模不断扩大，在校生 780 多人，为了在规模化培养下提升研究生的综合素质与创新实践能力，适应社会与行业发展需求，研究生教育培养模式和方法的改革和创新势在必行。

国家关于研究生培养工作的基本方针是：深化改革，积极发展，分类指导，按需建设，注重创新，提高质量。我校“电子科学与技术”研究生的人才培养基本思想是以科学研究和工程开发工作为主，通过开展科研项目，重点培养独立从事创造性科学研究的能力，通过开展工程技术开发，培养学生的工程实践能力和较强的动手能力；基于该指导思想，结合学科特点和学院研究生实际状况，通过修订培养方案、优化课程体系、分类分层次建立不同的培养制度、最终形成一套完整的培养体系，通过三年来的教学实践，显著提高了研究生培养质量。成果主要内容如图 1 所示。

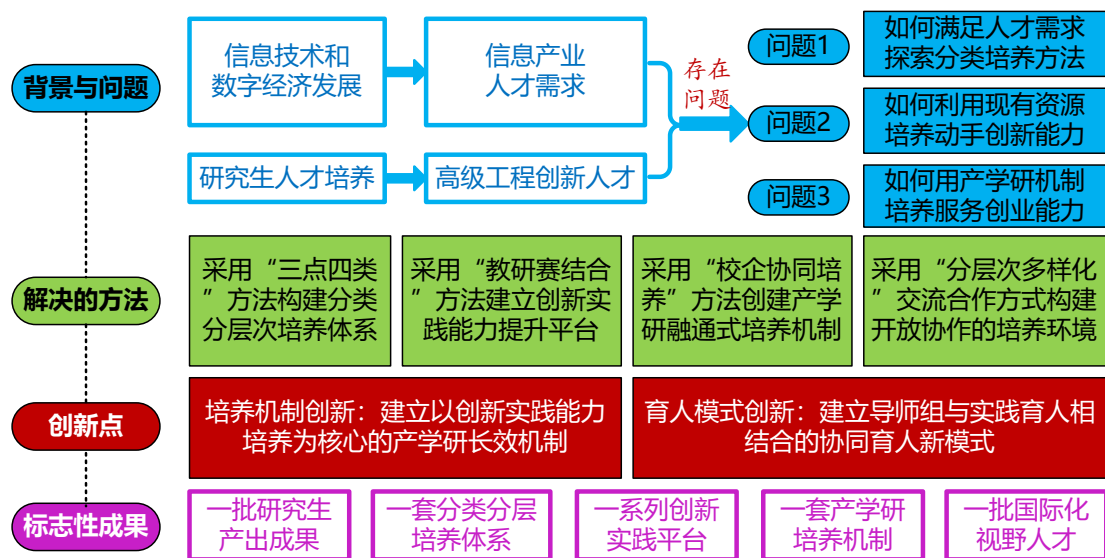


图 1 成果内容和解决方法

## 1. 成果背景

该成果来源于成果完成人主持的杭州电子科技大学 2013 年度研究生教育教学改革研究重点项目《“电子科学与技术”研究生培养方案和课程设置研究》(JXGG2013ZD004)、2013 年研究生品牌课程建设项目国际化课程《微波电路设计》(PPKC2013YB009)、2014 年研究生品牌课程建设重点项目信息化课程《射频通信电路设计与实践》和 2017 年研究生品牌课程建设项目《非线性电路理论及应用》(HXKC2017007)。2014 年后为实施应用阶段。

成果完成人结合自身研究生管理和研究生培养工作,研究和应用对象面向电子科学与技术学术型研究生,集成电路工程、电子与通信工程专业型研究生,主要解决研究生培养模式如何适应当前新技术发展,以满足社会发展和现代企业对电子信息类人才创新创业的需求,以及新型研究生培养模式所需软硬件平台资源和国际化建设问题。

## 2. 成果主要内容和方法

### (1) 采用“三点四类”方法构建分类分层次培养体系

知识经济背景下为培养研究生的创新实践能力,建立了一种“依托信息产业,强化创新实践-面向国际化的研究生培养模式”,成果的应用覆盖我校电子信息学院 992 名毕业研究生,就业率高,效果显著。招生研究生包含博士和硕士生两个层次,分为博士、学术硕士、专业硕士和工程硕士(非全日制)四个类型。如图 2 所示。通过培养,研究生创新创业能力显著提高,为我校电子科学与技术、集成电路工程、

电子与通信工程三个研究生培养点创建了良好的社会信誉以及在各类研究生学科竞赛取得全国前列成绩奠定了基础。

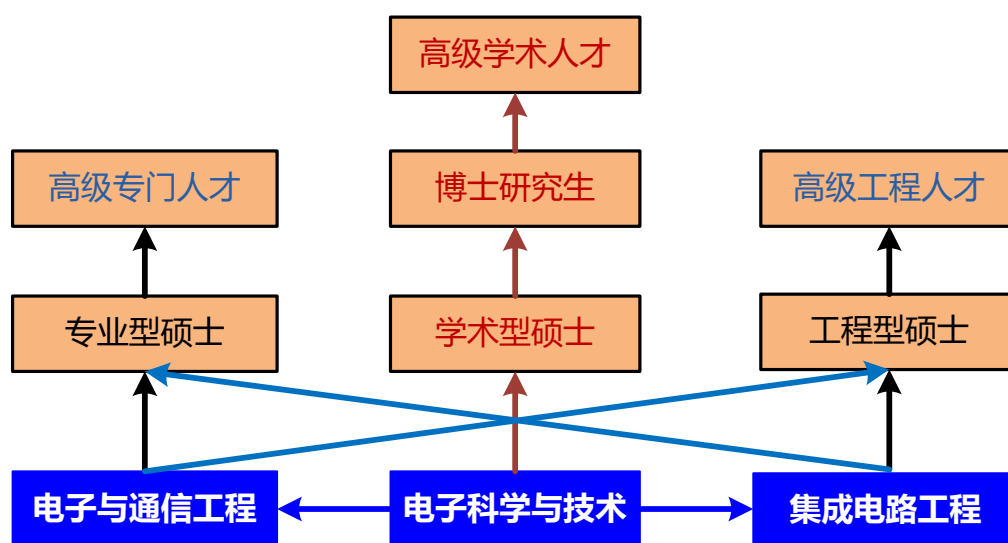


图2 研究生的三个培养点和四个类型

针对不同的学位类型采用差异化课程体系，学术型采用创新能力为导向的课程体系，培养研究生的知识更新能力和学术创新能力。专业型采用能力导向的课程体系，培养研究生的知识迁移能力和实践创新能力。分析新形势下“电子科学与技术”学科的特点，有针对性地制定课程教学计划：①按照“电子科学与技术”一级学科制定学科的课程设置方案；②根据研究生实际现状，优化课程结构，在保证专业研究基础课学习上，着重加强应用型课程数量；③在课程内容上，增加应用案例和动手能力培养；④开设了“电子科学与技术发展前沿专题讲座”一课，扩大学生视野；⑤提高国际化教育，开设了全英文课程“RF Circuits Design”，由留学回国人员担任主讲老师，吸收国外教学理念的同时提高学生的专业外语能力。负责人受邀在第九、十届全国信息与电子学科研究生教育学术研讨会做大会上报告，成果发

表在《工业与信息化教育》期刊上。

学术型研究生突出科教融合和优质化培养,专业型研究生采用产学结合和特色化培养。针对不同培养需要和能力要求修订培养方案,学位类型与人才培养定位见图 2 所示。工程硕士要求同专业硕士,面向工程应用,更加注重工程实践。根据培养计划,瞄准学术前沿,调整课程内容,优化了课程体系。如开设了必修课“电子科学与技术发展前沿专题讲座”。进一步强化实践教学,提高创新要求,加强创新创业教育,邀请企业技术人员,开设了企业导师模块课。专业型研究生在非学位课程中增加了实验实训内容,与两个国家级实验中心和教育部重点实验室共享资源,投入 120 余万元,为“集成电路专业实验室”增加了 7 套射频设备,新开设“射频电路实训”课程,编写了课程配套讲义,选课研究生 97 人,为解决实验资源紧张的问题,自主研发了“射频电路远程测试实验系统”,在 2018 年中国高教博览会上获全国高校自制仪器大赛二等奖(总获奖率仅 8%)。系统组成如图 3 所示。

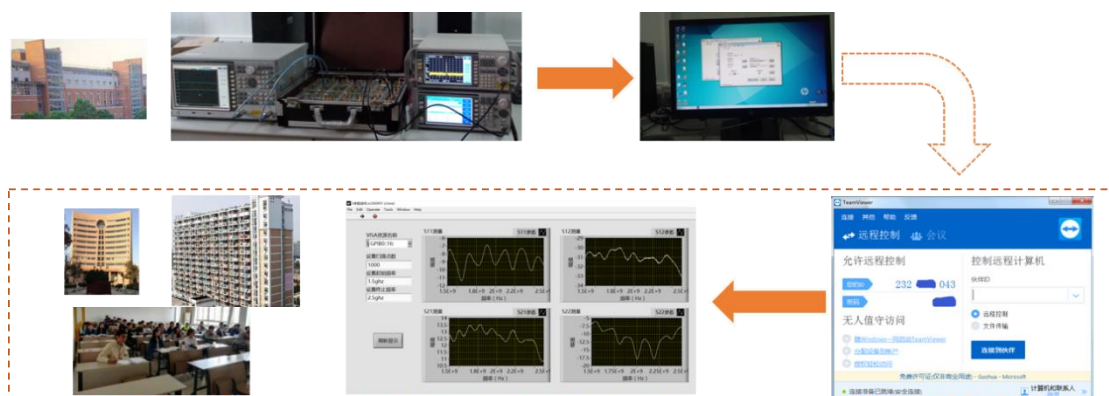


图 3 获全国二等奖用于研究生教学的自制实验仪器系统

导师采用因材施教的分类分层次培养体系,使得每位研究生结合



自身优势，明确自己的定位，有针对性的找准努力方向，结合论文课题和所在团队导师组的指导，激发了学生的学习和科研热情，为高质量人才培养奠定了良好基础。团队共培养硕博士生 107 人，其中 16 人获国家奖学金，8 人被推荐获省优秀毕业生，7 人获校优秀论文，研究生电子竞技获得全国奖 71 人次，其中一等奖 9 人次，团队中我校自主培养的首位博士发表 SCI 期刊论文 8 篇。

## (2) “教研赛结合”方法建立创新实践能力提升平台

以创新实践能力提升为目标，导师组通过将课程、实践、项目、竞赛环节融通的方式，在课程中强化基础，实践中训练领悟力、项目中培养科研能力、竞赛中提高创新协作能力。首次建立院级研究生 EST 学术论坛，为我院研究生的学习与科研搭建了互动平台，见图 4。

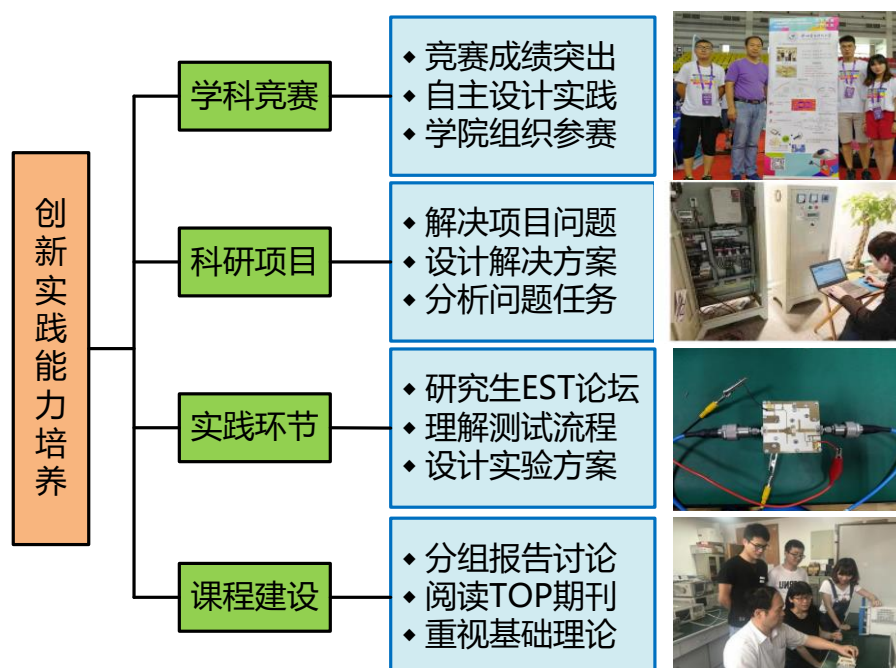


图 4 教研赛结合提升创新实践

团队始终围绕“提高创新实践能力”培养研究生，导师为每位研

研究生定制课程。在课程教学中不断强调基础理论的重要性，要求研究生通过阅读射频微波与非线性电路领域的经典和最新 TOP 期刊文献来提高创新意识，训练创新思维。导师亲自指导实践环节教学以强化动手能力培养，要求每个学生必须熟练掌握射频和非线性电路的测试设备，理解测试原理、设计测试方案、分析测试结果。

科研项目实践是提高研究生创新实践能力的重要途径，导师承担研究生参与的国家、省部级和横向科研项目 19 项，发表学术论文 48 篇，其中 SCI/EI 期刊论文 20 篇，其中王光义教授发表 ESI 高被引论文 2 篇，班冰冰硕士生 2018 年获得 IEEE 国际会议优秀论文奖。共获授权专利 41 项，其中发明专利 19 项。

导师组为提高研究生科研创新和独立工作能力，鼓励研究生结合自身研究方向和课题内容，自主申请创新基金和芯苗计划项目 14 项，提高项目规划、方案论证、报告撰写、项目实施能力。

为加强研究生的工程实践和系统集成能力，提高知识运用技能，学院以竞赛为抓手，充分利用校内实践基地，鼓励研究生参加各类竞赛，提高了研究生的创新动手能力。学生培养立足于信息行业，组织研究生参加电子设计竞赛、集成电路设计大赛、智慧城市 APP 大赛、数学建模竞赛等电子信息特色明显的赛事，研究生积极参与，热情高涨，以赛促研，以赛助研，在竞赛的压力中提升自己的实践能力和创新素质，涌现出一批优秀的竞赛作品，培养了一批优秀的创新工程人才，教学成果十分突出。由于导师的重视，近三年团队研究生参加各

类竞赛 71 人次，其中获全国奖比例为 66.4%。

### (3) “校企协同培养”方法创建产学研融通式培养机制

为实现研究生培养与产业发展的统一，建立了学校与企业或其它科研院所的合作培养机制（图 5）。在导师主导下，学术小组定期与企业工程师交流，邀请企业专家联合指导，开设企业导师课，进行创新创业教育。先后邀请诺基亚、Qorvo、上海顺芯信息科技、杭州轨物科技和芯星通等公司 17 人次技术专家开设企业导师课，对射频电路设计测试、集成电路设计、4G-LTE 系统测试进行授课和指导。

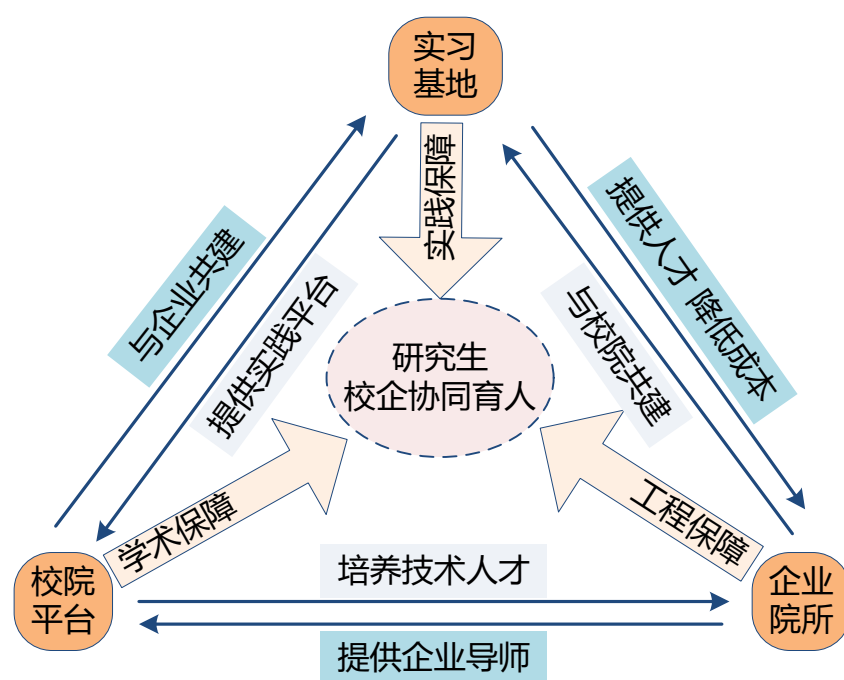


图 5 校企协同培养机制

学院为拓宽就业面和提高实践效果，组建了校外实习基地，加强产学研结合人才培养。本团队聘请了中科院上海微系统研究所和中科院苏州纳米仿生技术研究所等校外导师，与中电 41 所联合共建实验室。为拓宽研究视野，充分利用科研资源，实现研究方向的优势互补，

团队已派驻 3 名硕士生赴中科院纳米所开展 GaN 与 Si 异质集成研究，27 名研究生在校外实习基地和其它科研院所参与项目研究。

团队和导师重视文化育人，在“**以生为本，因材施教**”思想引领下开展人文关怀和文化建设，建立以导师组和产学研融通创新实践下的育人机制。①培养求真务实精神。在研究生培养中，关注研究生综合能力，不仅关注学术成果，也倡导培养研究生对所学知识的综合运用和创新能力。②发挥表率作用。从两方面入手，一是导师以身作则，勤奋工作在实验室第一线；二是在研究生中培养树立典型和榜样效应。③重视就业引导。以多种形式关心毕业班研究生就业，包括就业指导、导师关怀、成员协助、毕业研究生返校交流等。④培养共同情感和价值理念。培养成员具有报效国家信念，树立使命感，把“**担当、坚韧、真诚**”作为优秀品格标志。倡导团队一家人，具有共同情感，同心协力方能成事责任心。团队成员除了科研交流，也重视情感交流，成员有强烈的团队荣誉感。2018 年“**我心目中的好导师**”评比，团队成员（含已毕业研究生）展示了高度的合作精神和崇高的团队荣誉感，程知群教授团队获得“**十佳导学团队**”。

#### （4）“**分层次多样化**”交流合作方式构建开放协作的培养环境

广泛深入的国际学术交流，是科研的助力，同时也是提高国际化视野和国际交流能力的途径。学院在研究生出国交流方面进行了卓有成效的改革，专门设置了外事秘书岗，聘任外语专业毕业人员担任，用制度的方式落实研究生国际化指标。三年来，团队和导师积极创造

条件，对外交流常态化，为研究生提供灵活多样的国际交流机会。主要措施有：①校内双语交流。导师组织每周组内讨论，每两周大组交流；②聘请海外高层次兼职教师。学院聘请海外学者 18 人，共同指导研究生；③来华交流访问。2016 年来，团队邀请海外学者为研究生开设学术讲座 17 场；④承办协办国际学术会议 11 场；⑤团队导师出国访学交流半年以上 11 人次。

研究生出国访学交流。开创以团队导师为单元外派研究生出国交流，仅 2018 年学院研究生出国交流 52 人，团队有 12 位博士和硕士生到美国、英国、澳大利亚等不同国家进行交流学习，其中 2018 年一位导师的研一学生 8 人全部派出交流学习。合作交流的层次和内容如图 6 所示。



图 6 开放合作交流机制

### 3. 成果创新点

#### (1) 培养机制创新：建立以创新实践能力培养为核心的产学研长效机制

通过课程体系和校内实践基地建设，为研究生提供创新研究平台，完善了学术研究的保障机制；通过导师组与企业技术骨干的联合指导，研究生深度参与技术研发，熟悉产业开发流程和产业发展方向；通过在校师生与企业技术人员的技术交流和双向互动，实现师生科研创新能力的提升；通过与知名科研院所的学术交流，激发学生的创新潜力和实践热情；最终形成人才培养产学研融合的长效机制。

#### (2) 育人模式创新：建立导师组与实践育人相结合的协同育人新模式

坚持导师育人主体作用，团队建立以“思想引领、人文关怀、文化传承”的可持续育人环境，丰富育人内涵。通过情感认同凝聚队伍，以生为本激发活力，就业导向增加动力，促进团队高效运行。通过实践教学、科研项目和创新创业教育，鼓励研究生勇于探索，深入问题本质，强化创新意识，培养“钻研执着”的进取精神和求真务实的个人品质。最终形成创新驱动，学生自律的育人新模式。

### 4. 成果的应用推广情况

- ◆ 成果应用期间，71 人次研究生参加各种竞赛获奖，其中研究生电子竞技连续两年获得全国总决赛一等奖，2017 年获全国总决赛最佳论文奖，共获全国奖 15 项，华东赛区奖 12 项。

- ◆ 研究生获得创新科研基金和芯苗项目 14 项，获国家奖学金 16 人，共获资助 30 余万元。
- ◆ 近三年来，团队共培养研究生 107 人，其中 2 位国内访问学者。通过成果的推广应用，团队培养出一批具有创新意识和实践能力的高级工程技术人才。
- ◆ 毕业研究生 40 多人进入诺基亚、爱立信、华为、海康等知名企业，成为射频技术骨干，2 人进入东南大学攻读博士学位，袁方博士毕业后进入高校成为科研骨干。
- ◆ 团队负责人受邀在全国第九、十届研究生教育大会上做报告，交流研究生教学改革成果，获得与会专家肯定。
- ◆ 2015 年承担中国研究生电子设计竞赛全国总决赛，2016 年承担华东赛区选拔赛，共有来自 100 多所高校 507 支队伍参赛，2017 年和 2018 年我校作为秘书处单位分别参与组织在南京邮电大学和中国计量大学评审，在全国高校中产生了较好的辐射效应。
- ◆ 团队负责人首次建立杭电-白俄罗斯硕士博士国际学院，培养国际人才，2018 年招收 70 人，在杭电和白俄罗斯同时注册，在杭电-白俄罗斯硕士博士国际学院学习一年的课程后，选拔部分优秀学生来杭州电子科技大学继续课程和毕业论文设计。
- ◆ 2017 年在全校首次推动研究生国际化生源，并按照导师团队



开展研究生国际化交流，取得良好效果。2018 年将在全校推广。推动我校研究生人才培养的国际化进程。

- ◆ 学院与西澳大利亚大学、台湾长庚大学、悉尼科技大学、英国伯明翰大学等建立合作办学或联合培养研究生。
- ◆ 团队成员担任宁波技术转移中心主任，促进研究生科研与教学成果转化。

主要成果和对外交流情况如图 7 所示。

人才培养	学生成果	国际化交流
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 五年来培养研究生 107 人，其中博士生 8 人</li> <li>• 成为国际知名企业技术骨干 40 余人</li> <li>• 获得国家奖学金 16 人，推荐省优秀毕业生 8 人</li> <li>• 校首位自主培养博士发表 SCI 论文 8 篇</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 参加各类竞赛获得全国奖 71 人次，比例为 66.4%，研电赛获 <b>全国一等奖 3 项</b></li> <li>• 发表论文 48 篇，其中 SCI 期刊论文 20 篇</li> <li>• 授权国家专利 41 项 其中发明专利 19 项</li> <li>• 校优秀论文 7 篇</li> <li>• 硕士生参加国际会议 ISAPE 2018 获得 <b>优秀论文奖</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 学院设专职外事秘书岗负责国际交流</li> <li>• 2018 年研究生出国交流三个月以上 52 人，本团队 12 人</li> <li>• 学院聘请海外学者 18 人指导研究生</li> <li>• 承办国际会议 11 场</li> <li>• 团队邀请海外学者为研究生做专题报告 17 场</li> <li>• 团队导师出国交流 11 人次</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>程知群教授受邀在全国第九、十届研究生教育大会上做报告</b></li> <li>• 程知群教授领衔的“电路与系统”团队获得<b>首批全国黄大年式教师团队</b>，2018</li> <li>• 程知群教授申报的“依托信息产业，强化创新实践-面向国际化的研究生培养模式构建与实践”，获杭州电子科技大学教学成果一等奖（研究生组），2018</li> <li>• 程知群教授主讲的“Communication Electronic Circuits”获<b>教育部来华学生英语授课品牌课程</b></li> <li>• 程知群教授指导的研究生参加中国研究生电子设计竞赛，<b>连续两次获得全国一等奖</b></li> <li>• 王光义教授在 2017 年和 2018 年分别发表<b>ESI 高被引论文</b> 1 篇</li> <li>• 刘国华副教授获得浙江省师德先进个人、杭州电子科技大学“十佳教师”、青年教学新秀奖</li> <li>• 程知群教授发表研究生教育成果：优化研究生课程结构，提高人才培养质量——以“电子科学与技术”学科为例，工业和信息化教育，2014 年第 1 期</li> </ul>		

图 7 成果与交流情况

# 浙江省研究生教育学会教育成果奖

## 佐 证 材 料

**成果名称：**依托信息产业，强化创新实践-面向国际化的  
研究生培养模式构建与实践

**完 成 人：**程知群、刘国华、王光义、陈科明、柯华杰

# 目 录

1. 研究生参与科研项目情况.....	1
2. 研究生发表论文清单及复印件.....	3
3. 研究生授权专利清单及复印件.....	45
4. 研究生竞赛获奖证书清单及复印件.....	94
5. 海外学者给研究生讲座清单及复印件.....	125
6. 承办协办国际会议清单及复印件.....	140
7. 发表教学核心期刊论文清单及复印件.....	154
8. 研究生获得其他荣誉情况汇总.....	160
9. 研究生教学改革项目及团队教学荣誉情况汇总.....	162
10. 研究生企业创新实践基地.....	162

## 1. 研究生参与科研项目情况（包括纵向和横向）

序号	项目名称	项目来源	负责人	时间
1	新型异相宽带功率放大与合成电路关键技术研究	国家自然科学基金面上项目(项目批准号61871169)	程知群	2019.1-2022.12
2	GaN 宽带高效率连续 F 类功率放大器关键技术研究	浙江省自然科学基金重点项目(项目编号 LZ16F010001)	程知群	2016.1-2019.12
3	4G 频段全覆盖 GaN 高线性度高效率功率放大器开发	浙江省公益技术研究项目(项目编号 2016C31G2040034)	刘国华	2016.1-2017.12
4	忆阻器的伴随忆容效应及其对忆阻电路动力学的深度影响	国家自然科学基金面上项目(项目批准号61771176)	王光义	2018.01-2021.12
5	多值忆阻器及三值忆阻数字逻辑运算电路设计	国家自然科学基金面上项目(项目批准号61871429)	王晓媛	2019.01-2021.12
6	忆阻器寄生效应模型及其对忆阻混沌电路和逻辑电路的影响研究	国家自然科学基金青年科学基金项目	梁 燕	2019.1-2021.12
7	凹槽栅增强型 AlGaIn/AlN/GaN 异质结场效应晶体管中极化库仑场散射机制变温研究	国家自然科学基金(项目批准号 11847139)	刘 艳	2019.1-2021.12
8	AlGaIn/AlN/GaN HFETs 中极化库仑场散射的温度依赖关系研究	浙江省自然科学基金/青年基金项目(项目批准号 LQ19F040009)	刘 艳	2019.1-2021.12
9	兼具高热导率与机械性能的****研究	国防项目	刘 杰	2018.5-2019.5
10	基于碳纳米球局域扩散体系的构筑及其协同提高锂硫电池电化学性能的机理研究	浙江省自然科学基金(项目批准号 LY19E020011)	李仕琦	2019.1-2.21.12
11	GaN 电力电子器件钝化关键技术研究	国家自然科学基金青年科学基金项目(项目编号 61306100)	董志华	2014.1-2016.12

12	随机离散掺杂对纳米CMOS 电路影响的快速Person IV 统计方法及片上抑制技术	国家自然科学基金面上项目（项目编号61571171）	吕伟锋	2016.1-2019.12
13	射频识别数据通信中解码器（专利转让）	横向课题：杭州轨物科技有限公司	陈科明	2015.12-2016.12
14	电量监测中的无线数据传输系统	横向课题：浙江易享节能技术服务股份有限公司	陈科明	2017.5-2017.12
15	水利灌溉设备的远程管控系统开发	横向课题：嘉兴奥拓迈讯自动化控制技术有限公司	陈科明	2017.12-2018.12
16	电工产品智能化技术服务	横向课题：杭州鸿世电器有限公司	陈科明	2018.1-2018.12
17	暖通物联网平台开发	横向课题：浙江洁利达暖通科技有限公司	陈科明	2018.9-2019.9
18	电工产品智能云平台建设技术服务	横向课题：浙江捷诺电器股份有限公司	陈科明	2018.8-2019.7
19	智能电动自行车充电平台开发	横向课题：杭州鸿世电器有限公司	陈科明	2018.5-2019.5

## 2. 研究生发表论文清单

- 1) Zhiwei Zhang Zhiqun Cheng Guohua Liu Hao Sun, A Broadband high efficient Class-J power amplifier with compact matching network, IEICE Electronics Express, Vol 16, No.4, 1-7 (2019).
- 2) Binbin Ban Zhiqun Cheng Shulin Chen, Center-Fed Shorting-Via-Loaded Circular Patch Antenna with Reconfigurable Polarization and Switchable Beam, the 12th International Symposium on Antennas, Propagation and EM Theory (ISAPE2018), Dec.3-6, 2018, Hangzhou, China. (Best Paper Award)
- 3) 冯翰,程知群,刘国华,徐雷,一种基于锥形微带线的宽带F类功率放大器,微波学报, Vol.34, No.6, 2018, 1-4.
- 4) Guohua Liu Zhiwei Zhang, and Zhiqun\* Cheng, Broadband high-efficiency Doherty power amplifier based on novel phase and impedance transform structure, IEICE Electronics Express, 2018, Vol.15, No.19, 1-8,
- 5) Guohua Liu, Zhiqun Cheng\*, Ming Zhang, Shichang Cheng, and Steven Gao, Bandwidth enhancement of three-device Doherty power amplifier based on symmetric devices, , IEICE Electronics Express, 2018, Vol.15, No.3, 1-10,
- 6) Zhiqun Cheng, Ming Zhang, Jiangzhou Li, and Guohua Liu, A broadband high-efficiency Doherty power amplifier using symmetrical devices, Journal of Semiconductors, Vol.39, No.4, April 2018, 045004-1-5
- 7) 程知群, 轩雪飞, 刘国华, 赵子明, 基于GaN HEMT宽带高效率功率放大器的设计, 杭州电子科技大学学报, 第37卷第6期, 2017年11月, pp.1-4
- 8) 程知群, 张明, 李江舟, 基于GaN HEMT Doherty宽带功率放大器, 杭州电子科技大学学报, 第37卷第2期, 2017年3月, pp.1-4
- 9) 程知群, 赵子明, 刘国华, 轩雪飞, 应用于无线通信的高效宽带GaN+HEMT功率放大器, 杭州电子科技大学学报, 第37卷第3期, 2017年5月, pp.1-5
- 10) 程知群, 轩雪飞, 刘国华, 赵子明, 宽带F类功率放大器的设计, 微波学报, 第33卷第3期, 2017年6月, pp.36-39
- 11) Wenting Li; Steven Gao; Yuanming Cai; Qi Luo; Mohammed Sobhy; Gao Wei; Jiadong Xu; Jianzhou Li; Changying Wu; Zhiqun Cheng, "Polarization-Reconfigurable Circularly Polarized Planar Antenna Using Switchable Polarizer ", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol., PP, No.99 2017,
- 12) Zhiqun Cheng, Ziming Zhao, Huajie Ke, Guohua Liu, Zhihua Dong, Steven Gao, " High efficiency broadband GaN HEMT power amplifier based on three-frequency point matching method", Microwave and optical technology letters, Vol., 59, No.8, 2017, pp.1850-1855.

- 13) Zhiqun Cheng, Jiangzhou Li, Guohua Liu, Steven Gao, " A Doherty power amplifier with extended efficiency and bandwidth", IEICE ELECTRONICS EXPRESS,Vol.,14, No.8,2017, pp.1-8.
- 14) Cheng Zhiqun, Xuan, Xuefei , Ke Huajie,Liu Guohua, Dong Zhihua, Gao, Steven, " Design of 0.8-2.7 GHz High Power Class-F Harmonic-Tuned Power Amplifier with Parasitic Compensation Circuit ", Active and Passive Electronic Components, Vol., 2017, ,PP 1-8, (ISSN: 0882-7516)
- 15) Chun-Xu Mao; Steven Gao; Yi Wang; Zhiqun Cheng, "Filtering Antenna With Two-Octave Harmonic Suppression", IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol., 16, 2017,pp.1361-1364.
- 16) Chao Gu; Steven Gao; Benito Sanz-Izquierdo; Edward A. Parker; Wenting Li; Xuexia Yang; Zhiqun Cheng," Frequency-Agile Beam-Switchable Antenna ",IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol.,65,No.8,2017,pp.3819-3826.
- 17) Shichang Chen; Gaofeng Wang; Zhiqun Cheng; Pei Qin; Quan Xue," Adaptively Biased 60-GHz Doherty Power Amplifier in 65-nm CMOS", IEEE Microwave and Wireless Components Letters, Vol., 27,No.3,2017, pp.296-298.
- 18) 程知群, 李江舟, 张明, “应用于无线通信的宽带Doherty功率放大器”, 微波学报, 33卷第2期, 2017年4月, pp.68-71
- 19) 程知群, 章超, 韩高帅, “基于Solr的数据检索技术研究”, 杭州电子科技大学学报, 第37卷第1期, 2017年1月, pp.11-15
- 20) 韩高帅, 程知群, 章超, “基于云计算平台的虚拟机内存管理系统”, 电子世界, 2016年21
- 21) 张明, 李江舟, “基于GaN HEMT Doherty宽带功率放大器”, 杭州电子科技大学学报, 第37卷第2期, 2017年3月, pp. 1-4
- 22) Zhiqun Cheng, Dandan Zhu, Guoguo Yan, Guohua Liu, Steven Gao, "A 3-7 GHz HEMT POWER AMPLIFIER", Microwave and optical technology letters, Vol. 58, No. 4, April 2016, pp.901-904.
- 23) Cheng Zhiqun ,Yan Guoguo, Ni Wayne Zhu Dandan Ni Hannah, Li Jin, Chen Shuai, and Liu Guohua, "SP6T RF switch based on IBM SOI CMOS technology", Chinese Journal of Semiconductors, Vol. 37, No. 3,2016,1-4. ISSN:0253-4177
- 24) Han Bao, Ning Wang, Bocheng Bao, Mo Chen, Peipei Jin, Guangyi Wang, Initial condition-dependent dynamics and transient period in memristor-based hypogenetic jerk system with four line equilibria, Commun Nonlinear Sci Number Simulat 57 (2018) 264-275  
**(SCI 收录, ESI 高被引论文)**



- 25) Guangyi Wang, Mingzhang Cui, Bozhen Cai, Xiaoyuan Wang, Tiling Hu, A Chaotic Oscillator Based on HP Memristor Model, *Mathematical Problems in Engineering*, Volume 2015, Article ID 561901, 12 pages
- 26) Bocheng Bao, Tao Jiang, Guangyi Wang, Two-memristor-based Chua's hyperchaotic circuit with plane equilibrium and its extreme multistability, *Nonlinear Dyn* (2017) 89:1157-1171  
**(SCI 收录, ESI 高被引论文)**
- 27) Zhuosheng Lin, Guangyi Wang, Xiaoyuan Wang, Simin Yu, Jinhu Lu, Security performance analysis of a chaotic stream cipher, *Nonlinear Dyn* (2018) 94: 1003-1017
- 28) Yuan Fang, Wang Guang-Yi, Wang Xiao-Yuan, Dynamical characteristics of an HP memristor based on an equivalent circuit model in a chaotic oscillator, *Chin. Phys. B.* 2015, 24(6): 060506
- 29) 袁方, 王光义, 靳培培, 一种忆感器模型及其振荡器的动力学特性研究, *物理学报*, *Acta Physica Sinica*, 64, 210504 (2015)
- 30) 蒋诗意, 王光义, 靳培培. 基于改进型 Henon 映射的图像加密算法[J]. *杭州电子科技大学学报(自然科学版)*, 2017, 37(05): 1-6.
- 31) 史传宝, 王光义, 臧寿池. 一个新的混沌系统及其共存吸引子的研究[J]. *杭州电子科技大学学报(自然科学版)*, 2017, 37(04): 1-5+29.
- 32) 许碧荣, 王光义. 忆感器文氏电桥振荡器[J]. *物理学报*, 2017, 66(02): 57-69.
- 33) 臧寿池, 王光义, 史传宝. 基于忆容器和忆感器的混沌振荡电路设计[J]. *杭州电子科技大学学报(自然科学版)*, 2017, 37(03): 6-10.
- 34) 张惠民, 王光义, 靳培培. 基于 P2P 的 VOIP 混沌语音加密系统的设计[J]. *杭州电子科技大学学报(自然科学版)*, 2017, 37(02): 5-9.
- 35) Wang GY, Shi CB, Wang XW, Yuan F, Coexisting Oscillation and Extreme Multistability for a Memcapacitor-Based Circuit, *MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING*, 2017
- 36) Wang GY, Zang SC, Wang XY, Yuan F, Iu HHC, Memcapacitor model and its application in chaotic oscillator with memristor, *CHAOS Vol. 27 No. 1*, 2017
- 37) Xu BR, Wang GY, Shen YR, A simple meminductor-based chaotic system with complicated dynamics, *Nonlinear Dynamics*, Vol. 88, No1 3 2017
- 38) Yuan F, Wang GY, Wang XW, Chaotic oscillator containing memcapacitor and meminductor and its dimensionality reduction analysis, Vol. 27, No. 3, 2017
- 39) Wang GY, Jiang SY, Wang XW, Shen YR, Yuan F, A Novel Memcapacitor Model and Its Application for Generating Chaos, *MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING*, 2016
- 40) Wang GY, Jin PP, Wang XW, Shen YR, Yuan F, Wang XY, A flux-controlled model of

- meminductor and its application in chaotic oscillator, Chinese Physics B, Vol. 25, No. 9, 2016
- 41) Yuan Fang, Wang Guangyi, Jin Peipei, Wang Xiaoyuan, Ma Guojin, Chaos in a Meminductor-Based Circuit, International Journal of Bifurcation and Chaos, Vol. 26, No. 8, 2016
  - 42) Yuan Fang, Wang Guangyi, Shen Yiran, Wang, Xiaoyuan, Coexisting attractors in a memcapacitor-based chaotic oscillator, Nonlinear Dynamics, Vol. 86, No. 1, 2016
  - 43) Yuan Fang, Wang Guangyi, Wang Xiaowei, Extreme multistability in a memristor-based multi-scroll hyper-chaotic system, CHAOS, Vol. 26, No. 7, 2016
  - 44) 王光义,任国瑞,崔明章,蔡博振.基于混沌占空置乱和DNA编码的图像加密算法[J].计算机应用与软件,2016,33(06):298-302.
  - 45) 崔明章,王光义,任国瑞,靳培培.新二维离散超混沌映射及其在图像加密的应用[J].杭州电子科技大学学报(自然科学版),2016,36(03):6-11+17.
  - 46) 田先春,王光义,杨文宵.一种新的数据库混沌加密系统[J].杭州电子科技大学学报(自然科学版),2016,36(02):8-12.
  - 47) 杨文宵,王光义,田先春.基于 Qt/Embedded 的多功能信号发生器设计与实现[J].杭州电子科技大学学报(自然科学版),2016,36(01):1-6.
  - 48) 王光义,蔡博振,靳培培,胡体玲.Memcapacitor model and its application in a chaotic oscillator[J].Chinese Physics B,2016,25(01):493-504

## A broadband high efficient Class-J power amplifier with compact matching network

Guohua Lin, Zhiwei Zhang<sup>a)</sup>, Zhiqun Cheng<sup>a)</sup>, Sudong Li, and Ming Zhang

Key Lab. of RF Circuit and System, Education Ministry, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China

a) zhiqun@hdu.edu.cn

b) 1358898460@163.com

**Abstract:** A broadband high efficiency Class-J power amplifier (JPA) with new output impedance calculation method is proposed. A compact low-pass output matching network and an opened-sector microstrip line instead of a parallel capacitor are employed to provide impedance space for broadband design. To enhance the bandwidth, a multi-stage Chebyshev low pass matching network is used with input matching network. For demonstration, a broadband high efficient JPA based on proposed structure is designed and fabricated. Measurement results show that the drain efficiency between 55%–67%, output power from 40 to 42.6 dBm with more than 10 dB gain over a bandwidth of 1.0–3.0 GHz, accounting for 100% fractional bandwidth. When employed by a 5 MHz WCDMA signal with 8-dB peak-to-average power ratio (PAPR), the adjacent channel power ratio (ACPR) between –24.1 and –32.4 dBc without digital predistortion (DPD).

**Keywords:** Class-J, high efficiency, broadband, radial microstrip line, compact matching network

**Classification:** Microwave and millimeter-wave devices, circuits, and modules

### References

- [1] K. Miris, *et al.*: "Multichannel and wideband power amplifier design methodology for 4G communication systems based on hybrid Class-J operation," *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.* **60** (2012) 2562 (DOI: 10.1109/TMTT.2012.2198489).
- [2] T. Shizuka, *et al.*: "Generalized continuous Class-F harmonic tuned power amplifiers," *IEEE Microw. Wireless Comput. Lett.* **26** (2016) 213 (DOI: 10.1109/LMWC.2016.2524989).
- [3] S. C.ripps: *RF Power Amplifiers for Wireless Communication* (Artech House, Norwood, MA, USA, 2006) 2nd ed.
- [4] P. Wright, *et al.*: "A methodology for realizing high efficiency class-J in a linear and broadband PA," *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.* **47** (2000) 3196 (DOI: 10.1109/TMTT.2000.2033295).



# **Best Paper Award**

THE 12<sup>TH</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANTENNAS, PROPAGATION AND EM THEORY (ISAPE) 2018  
DECEMBER 3-6, 2018, HANGZHOU, CHINA

awarded to

**Bingbing Ban, Zhiqun Cheng, Shulin Chen**

For the paper entitled

*"Center-Fed Shorting-Via-Loaded Circular Patch Antenna  
with Reconfigurable Polarization and Switchable Beam"*

General Co-chair

吴健 Ross 朱航



## 一种基于锥形微带线的宽带 F 类功率放大器\*

冯瀚 程知群 刘国华 徐雷

(杭州电子科技大学 射频电路与系统教育部重点实验室, 杭州 310018)

**摘要:** 提出了一种基于 5G 频段的宽带高效率 F 类功率放大器。分析表明锥形微带线可以有效解决矩形微带线对于带宽的限制问题, 同时将锥形微带线加入谐波控制网络, 可以实现一定频率范围内将二次谐波阻抗匹配至短路点附近, 三次谐波阻抗匹配至开路点附近, 从而有效解决了 F 类功率放大器带宽和效率的问题。使用锥形微带线制作的功放, 实验结果表明: 在 2.7~3.8 GHz 的频带范围内, 漏极效率达到 63%~78%, 平均输出功率达到 10W 以上, 大信号增益达到 10dB 以上。在 5G 无线通信中, 该功放可以有效地发挥其宽带高效率的特点。

**关键词:** 锥形微带线, 宽带, F 类功率放大器

## A Broadband Class-F Power Amplifier Based on Tapered Microstrip Line

FENG Han, CHENG Zhi-qun, LIU Guo-hua, XU Lei

(Key Lab. of RF Circuit and System, Ministry of Education, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** This paper presents a broadband high-efficiency class-F power amplifier for 5G band. The analysis shows that the tapered microstrip line can effectively solve the problem of bandwidth limitation of the rectangular microstrip line, meanwhile adding the tapered microstrip line to the harmonic control network can match the second harmonic impedance to the short-circuited point within a certain frequency range and the third harmonic impedance matching to the open-circuited point, which can effectively improve the Class F power amplifier bandwidth and efficiency. The measured results show that the drain efficiency reaches 63%~78% in the 2.7~3.8 GHz frequency range, the average output power reaches more than 10W, the large signal gain reaches more than 10dB. In 5G wireless communication system, the amplifier can effectively play its broadband high-efficiency features.

**Key words:** tapered microstrip line, broadband, class-F amplifier

## 引言

中国工业和信息化部近日发布通知, 正式宣布规划 3300~3600MHz、4800~5000MHz 频段作为 5G 系统的工作频段。伴随着 5G 通信技术的发展, 大量的数据将会被传输和处理, 要求无线收发系统的工作带宽必须达到一定要求, 同时国家对节能减排也有新指示, 由此对无线收发系统性能指标的要求也越来越高。

功率放大器模块作为通信系统中的耗能模块和重要功能模块, 直接影响整个系统。设计过程中需要重点考虑功放模块的效率问题, 同时为了保证在有限的频谱资源内实现数据传输, 还需保证功放模

块的设计带宽。

GaN 器件发展日益成熟, GaN 晶体管因具有高击穿电压和高效率的特点, 逐步取代 LDMOS。本设计采用 GaN HEMT 器件来设计功放模块。F 类功率放大器作为开关类功放, 效率高, 满足现代通信系统对功放模块效率的要求, 人们对于它的研究越来越广泛。本文针对 3300~3600MHz 频段, 设计了一款适用于 5G 通信的 F 类功率放大器。

## 1 F 类功率放大器的基本理论

F 类功率放大器由过激励 B 类功率放大器衍生而来, 因此具备过激励 B 类功放高效率的特点<sup>[1]</sup>。由公式计算, 可以得到过激励 B 类功放的最大效率

\* 收稿日期: 2018-04-23; 修回日期: 2018-07-23

基金项目: 浙江省自然科学基金重点资助项目(1Z16F01001); 浙江省公益技术研究资助项目(2016C31030)

# Broadband high-efficiency Doherty power amplifier based on novel phase and impedance transform structure

Guohua Liu, Zhiwei Zhang, and Zhiqun Cheng<sup>a)</sup>

Key Lab. of RF Circuit and System, Education Ministry,  
Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China  
a) zhiqun@hdu.edu.cn

**Abstract:** Traditional Doherty power amplifiers (DPAs) have severely limited bandwidth due to the presence of a quarter wavelength ( $\lambda/4$ ) compensation microwave line. This paper proposes a novel phase compensation and impedance transform structure that can maintain a 90-degree phase shift over a wide frequency range, which is a good alternative to traditional  $\lambda/4$  microwave line. To verify the validity of the proposed structure, a DPA has been designed and fabricated based on the proposed structure. The saturated output power reaches 43 dBm, and the output efficiency of the drain stage is more than 65% from 2.6 GHz to 3.8 GHz. Meanwhile, over 43% drain efficiency is obtained at 6 dB back-off power.

**Keywords:**  $\lambda/4$  microstrip line, broadband, high efficiency, phase compensation, impedance transformation

**Classification:** Microwave and millimeter-wave devices, circuits, and modules

## References

- [1] S. C. Cripps: *RF Power Amplifiers for Wireless Communications* (Artech House, Norwood, MA, USA, 1999).
- [2] X. H. Fang and K.-K. M. Cheng: "Extension of high-efficiency range of Doherty amplifier by using complex combining load," *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.* **62** (2014) 2038 (DOI: 10.1109/TMTT.2014.2333713).
- [3] K. Bathich, *et al.*: "Frequency response analysis and bandwidth extension of the Doherty amplifier," *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.* **59** (2011) 934 (DOI: 10.1109/TMTT.2010.2098040).
- [4] J. H. Qureshi, *et al.*: "A wide-band 20 W LMOS Doherty power amplifier," *IEEE MTT-S Int. Microw. Symp. Dig. Tech. Papers* (2010) 1504 (DOI: 10.1109/MWSYM.2010.5517561).
- [5] J. Pang, *et al.*: "A post-matching Doherty power amplifier employing low-order impedance inverters for broadband applications," *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.* **63** (2015) 4061 (DOI: 10.1109/TMTT.2015.2495201).
- [6] J. J. M. Rubio, *et al.*: "Design of an 87% fractional bandwidth Doherty power amplifier supported by a simplified bandwidth estimation method," *IEEE*



## Bandwidth enhancement of three-device Doherty power amplifier based on symmetric devices

Guohua Liu<sup>1</sup>, Zhiqun Cheng<sup>1,2a)</sup>, Ming Zhang<sup>1</sup>, Shichang Chen<sup>1b)</sup>, and Steven Gao<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Key Lab. of RF Circuit and System, Education Ministry, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China

<sup>2</sup> Key Laboratory of Nanodevices and Applications, Suzhou Institute of Nano-Tech and Nano-Bionics, Chinese Academy of Sciences

<sup>3</sup> School of Engineering and Digital Arts, University of Kent, UK

a) zhiqun@hdu.edu.cn

b) eechensc@hdu.edu.cn

**Abstract:** This paper proposes a method for extending the bandwidth of a three-device Doherty power amplifier (DPA) based on symmetric devices.  $\lambda/4$  transmission lines are inserted between each peaking amplifier output and carrier amplifier output to compensate load impedance of carrier amplifier. In order to achieve perfect load modulation, carrier amplifier output circuit total electrical length is designed to 90 degrees, and the peak amplifier output total electrical length is designed to 180 degrees. The proposed method is demonstrated by designing a three-device broadband DPA using three 10-W packaged GaN HEMT devices. Measurement results show that over 40% drain efficiency is achieved at 9-dB back-off power, over the frequency band of 1.45–2.35 GHz, accounting for 46% fractional bandwidth.

**Keywords:** Doherty power amplifier, broadband, drain efficiency, three-device, symmetric devices

**Classification:** Microwave and millimeter-wave devices, circuits, and modules

### References

- [1] S. Chen and Q. Xue: "Optimized load modulation network for Doherty power amplifier performance enhancement," *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.* **60** (2012) 3474 (DOI: 10.1109/TMTT.2012.2215625).
- [2] S. Chen, *et al.*: "A bandwidth enhanced Doherty power amplifier with a compact output combiner," *IEEE Microw. Wireless Compon. Lett.* **26** (2016) 434 (DOI: 10.1109/LMWC.2016.2558108).
- [3] A. M. M. Mohamed, *et al.*: "Doherty power amplifier with enhanced efficiency at extended operating average power level," *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.* **61** (2013) 4179 (DOI: 10.1109/TMTT.2013.2288604).
- [4] K. Bathich, *et al.*: "Frequency response analysis and bandwidth extension of the Doherty amplifier," *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.* **59** (2011) 934



## A broadband high-efficiency Doherty power amplifier using symmetrical devices

来自知网

[收藏](#) [引用](#) [批量引用](#) [报错](#) [分享](#)

作者 Z Cheng , M Zhang , J Li , G Liu

**摘要** This paper proposes a method for broadband and high-efficiency amplification of Doherty power amplifier(DPA)using symmetric devices.In order to achieve the perfect load modulation,the carrier amplifier output circuit total power length is designed to odd multiple of  $90^\circ$  and the peak amplifier output total power length is designed to even multiple of  $180^\circ$ .The proposed method is demonstrated by designing a broadband high-efficiency DPA using identical 10-W packaged Ga N HEMT devices.Measurement results show that over [更多](#)

**出版源** 《Journal of Semiconductors》, 2018, 39 (4) 045004

**被引量** 0

全部来源

求助全文



知网

adsabs.harvard.edu



ResearchGate

onacademic.com

### 相似文献

[Bandwidth Enhancement of Three-Stage Doherty Power Amplifier Using Symmetric Devices](#)

A Barthwal , K Rawat , S Koul - (IEEE Transactions on Microwave Theory & Techniques) 被引量: 3 2015

[Symmetric Three-Way Doherty Power Amplifier for High Efficiency and Linearity](#)

H Kang , H Lee , H Oh - (IEEE Transactions on Circuits & Systems II Express Briefs) 被引量: 1 2016

### 研究点分析

Doherty power amplifier



学术很专业，搜索很简单，  
给你一个无广告搜索APP



更有实时翻译、页内查找、  
长截屏等多种实用工具

< 简单搜索 > 立刻扫码体验

## 基于 GaN HEMT 宽带高效率功率放大器的设计

程知群, 轩雪飞, 刘国华, 赵子明

(杭州电子科技大学射频电路与系统教育部重点实验室, 浙江 杭州 310018)

**摘要:**设计一款工作于 0.8 GHz~3.0 GHz 的宽带功率放大器,有源器件采用 Cree 公司提供的 CGH40010F GaN HEMT 晶体管.利用 ADS 软件对功率管的大信号模型进行负载牵引,进而获得可以实现高效率最佳的负载阻抗和源阻抗,通过使用渐变式阻抗匹配的方法有效地拓展了功率放大器的带宽,并且保持了较高的效率.通过仿真最终对加工出来的实物分别进行小信号与大信号测试,实测结果表明,在 0.8 GHz~3.0 GHz 的频率范围内,相对带宽达到 116%,小信号 S21 的实测值为 14 dB~18 dB,大信号输出功率为 40.15 dBm~42.25 dBm,漏极效率为 50.0%~66.3%,增益为 9.15 dB~11.25 dB,仿真与实测结果基本一致.

**关键词:**宽带;功率放大器;高效率;GaN HEMT 晶体管

中图分类号:TN454

文献标识码:A

文章编号:1001-9146(2017)06-0001-04

### 0 引言

近些年来,无线通信收发系统朝着低能耗、高效率、高输出功率和宽频带的方向飞速发展<sup>[1-2]</sup>.为了解目前频谱资源日益紧张的现状,现代通信和军事电子系统采用的频段普遍都比较高,带宽很宽.因此,运用于此方面的相应射频功率放大器为宽频带功率放大器.这同时也触发了人们对于高输出功率、高效率的宽带功率放大器的需求<sup>[4-6]</sup>.同时,功率放大器作为收发系统中最重要也是最耗能的组成模块之一,它对于减小收发系统能耗起着至关重要的作用<sup>[7-9]</sup>.因此,在通信系统中,提高功率放大器的工作带宽和效率以及输出功率成为了人们不懈追求的热门方向.如果一个功放可以工作于不同频带,就可以应用于不同的收发系统,这将在通信成本上减少一笔巨大的研发投入.例如,在最新的 4G 通信标准中,一个可以覆盖中国联通、中国电信和中国移动三大运营商频段的功率放大器将具有巨大的商业价值.本文采用 Cree 公司提供的功率晶体管 CGH40010F,利用 ADS 对晶体管进行阻抗扫描进而获得可以实现高效率的最优负载阻抗与源阻抗,通过阻抗渐变式匹配进行电路设计,并通过仿真和优化实现了比较理想的性能.

### 1 晶体管最优负载阻抗与源阻抗

本文设计中的晶体管采用的是 Cree 公司提供的 CGH40010F,将晶体管的大信号模型导入高频仿真软件 ADS 中,栅极偏置设置为 -2.7 V,漏极偏置设置为 28 V,输入功率固定为 29 dBm.利用软件自带的负载牵引系统对晶体管进行阻抗扫描,从而获得最优的负载阻抗与源阻抗.因为所使用的晶体管为封装管,所以晶体管的最优源阻抗与负载阻抗会随着频率在不断变化.在 0.8 GHz~3.0 GHz 范围内测得的阻抗如图 1 所示,为 2 条随着频率变化的曲线,仿真所得的特定频点下的最优源和负载阻抗以及相较于 50  $\Omega$  的归一化阻抗如表 1 所示.

收稿日期:2016-12-19

基金项目:浙江省公益技术研究资助项目(2016C31070)

作者简介:程知群(1964—),男,安徽巢湖人,教授,射频电路与系统.

DOI:10.13954/j.cnki.hdu.2017.02.001

## 基于 GaN HEMT Doherty 宽带功率放大器

程知群, 张 明, 李江舟

(杭州电子科技大学电子信息学院, 浙江 杭州 310018)

**摘要:**研究了宽带 Doherty 功率放大器设计的相关问题。为了拓宽 Doherty 功率放大器的带宽,提出了一种新型负载调制网络。采用 CREE 半导体公司的 GaN HEMT 功放管 CGH40010F,应用新型负载调制网络设计了一款宽带 Doherty 功率放大器并进行了实物加工测试。主功放工作在 AB 类,直流偏置  $V_{ds}=28\text{ V}$ ,  $V_{gs}=-2.7\text{ V}$ ; 辅功放工作在 C 类,直流偏置  $V_{ds}=28\text{ V}$ ,  $V_{gs}=-5.5\text{ V}$ 。测试结果显示,新型宽带 Doherty 功率放大器实物在 1.5~2.3 GHz 的 800 MHz 带宽内,饱和输出功率为 42.66~44.39 dBm,饱和效率在 52%~66% 之间,输出功率回退 6 dB 处的效率在 46%~50% 之间,相对带宽为 42.1%,且增益平坦,验证了设计方案的可行性。

**关键词:** Doherty 功率放大器; 宽带; 负载调制网络; 效率

**中图分类号:** TN454

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-9146(2017)02-0001-04

## 0 引言

随着无线通信技术的迅速发展,射频微波技术在人们的日常生活中越来越重要。为了在有限的频谱带宽内传输尽可能大的数据量,通信商通常采用非常复杂的调制方式,而这将导致信号的峰均比(Peak to Average Power Ratio, PAPR)变大,而使用传统的功率放大器如 A 类、AB 类对非恒包络信号进行放大效率很低,尤其在大功率回退的时候效率更低<sup>[1-2]</sup>。各种提高功率放大器效率的技术已在相关文献中报道<sup>[3-9]</sup>,在诸多技术中,Doherty 功率放大器因结构简单,性能卓越且成本较低而成为当今无线通信所采用功率放大器的主流形式<sup>[10]</sup>。一个典型的 Doherty 功率放大器包括主辅两个功率放大器,主辅功放输入端由功分器将信号一分为二分别输入,输出端通过一个负载调制网络将信号合路输出,根据输入信号的大小动态调制主辅功率放大器的有效负载阻抗,从而使 Doherty 功放在大功率大幅度回退的情况下仍然具有很高的效率<sup>[11]</sup>。但传统 Doherty 功率放大器也有一定的弊端,如负载调制网络中  $\lambda/4$  传输线限制了 Doherty 功放的工作带宽,面对频谱资源的日益短缺,能同时覆盖多个工作频段并兼容多种协议制式的无线宽带通信系统已经成为无线技术的发展重点。因此,宽带 Doherty 功率放大器已经成为近年来学术界和工业界的研究热点<sup>[12]</sup>。

本文在分析传统 Doherty 功放的负载调制网络对带宽的影响基础上,提出了一种新型负载调制网络以提高 Doherty 功放带宽,实现了 1.5~2.3 GHz 的宽带 Doherty 功率放大器。

## 1 理论分析

### 1.1 传统 Doherty 功放的带宽限制因素

传统 Doherty 功放拓扑结构如图 1 所示。在低功率输入时,主功放工作,辅助功放截止,负载调制网络使得主功放的输出阻抗两倍于最优阻抗,使得主功放在电流仅有最大输出电流一半的时候电压已经

收稿日期:2016-09-11

基金项目:浙江省自然科学基金资助项目(LZ16F010001);浙江省公益技术应用研究资助项目(2016C31070);浙江省大学生新苗人才计划资助项目(2016R407045)

作者简介:程知群(1964-),男,安徽巢湖人,教授,射频电路与系统。

DOI:10.13954/j.cnki.bdau.2017.03.001

## 应用于无线通信的高效宽带 GaN HEMT 功率放大器

程知群, 赵子明, 刘国华, 轩雪飞

(杭州电子科技大学射频电路与系统教育部重点实验室, 浙江 杭州 310018)

**摘要:**基于 GaN 器件设计了一款带宽达到 1.2 GHz~2.6 GHz 功率放大器, 覆盖了移动、电信、联通三家运营商频段, 漏极效率达到 60%~88%, 相对带宽达到 73%, 平均输出功率 10 W 以上, 大信号增益为 10~12 dB, 采用基波阶跃式匹配与谐波控制网络进行设计, 解决了同时兼有高效率和高频带的 GaN 功率放大器中一系列关键性问题, 为 4G 基站高效率宽带下的功率放大器研制提供一种新的实现途径和方法。

**关键词:**高效率; 宽频带; 功率放大器; 阶跃式匹配; 谐波控制网络; 无线通信系统

**中图分类号:** TN454      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-9146(2017)03-0001-05

### 0 引言

20 世纪 80 年代的高频、超高频和甚高频无线通信系统的发展不断推进了大功率晶体管和通信技术的创新发展, 第三代与第四代通信系统逐渐出现并逐步进入普通用户的生活, 更高的数据速率传输对功率放大器的高效率和良好的线性度提出了要求<sup>[1-3]</sup>。目前中国移动采用的是 TD-LTE 技术, 中国移动共获得 130 MHz, 分别为 1 880 MHz~1 900 MHz, 2 320 MHz~2 370 MHz, 2 575 MHz~2 635 MHz; 电信、联通采用的是 FDD-LTE 技术, 中国电信的 1.8 GHz 频段为 1 755 MHz~1 785 MHz/1 850 MHz~1 880 MHz, 中国联通的 2.1 GHz 频段为 1 955 MHz~1 980 MHz/2 145 MHz~2 170 MHz。北斗一二代导航频段 B1 为 1 559 MHz~1 563 MHz, 频点(1 561.098±2.046)MHz, 频段 B2 为 1 559 MHz~1 563 MHz, 频点(1 207.14±2.046) MHz。随着上述通信系统标准的扩展, 信号所工作的频率范围和带宽也在不断地扩大。为了满足通信网络和基站的不断升级更新, 解决不同频带内信号的兼容性和运营成本, 在设计功耗上更加重视效率和带宽性能指标的设计。众所周知, 功率放大器在整个射频系统中是非常重要的, 高效宽带的功率放大器会增强整个射频系统的稳定性, 节约整个射频系统的设计成本。特别是正在推广的第四代移动通信技术要求其基站用射频功率放大器具有高线性、高效率等高性能指标<sup>[4-7]</sup>, 同时为了覆盖移动、电信、联通三家运营商及其北斗导航系统的工作频段, 需要的功率放大器还需具有宽频带的性能。本文通过采用基波阶跃匹配和谐波控制的方法设计了高效宽带的功率放大器, 带宽可覆盖移动、电信、联通、北斗导航通信系统的工作频段。

### 1 功率放大器的分析与实现

#### 1.1 功放前期设计的要求

为了覆盖移动、电信、联通、北斗导航通信系统的工作频段, 本文功放的设计指标确定为: 工作带宽 1.2 GHz~2.6 GHz, 平均漏极效率 70%(其中北斗导航系统频段的平均漏极效率需达到 75%, 4G 通信

收稿日期: 2016-12-23

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61306100); 浙江省自然科学基金资助项目(LZ16F010001); 浙江省公益技术研究资助项目(2016C31070)

作者简介: 程知群(1964-), 男, 安徽巢湖人, 教授, 射频电路与系统。

## 宽带 F 类功率放大器的设计<sup>\*</sup>

程知群 轩雪飞 刘国华 赵子明

(杭州电子科技大学 射频电路与系统教育部重点实验室, 杭州 310018)

**摘要:** 提出了一款 4G 频段全覆盖高输出功率高效率功率放大器。设计采用的是 Cree 公司提供的 GaN HEMT 晶体管 CGH40025F。基于 F 类功率放大器的设计理论,通过对晶体管的输入输出端均采用谐波控制网络,并将渐变式阻抗匹配这种宽带匹配方法应用到输入输出端的基波匹配当中。在实现二次谐波阻抗匹配至低阻抗区,三次谐波阻抗匹配至高阻抗区的同时基波阻抗被匹配至  $50\ \Omega$  附近,从而有效提高了功率放大器的输出功率、效率和带宽。最终的测试结果表明在 1.7~2.7 GHz 频率范围内,漏极效率维持在 62.55%~76%,输出功率在 20~41 W,增益在 10 dB 以上。仿真与实测结果基本一致。

**关键词:** 高效率,高输出功率,宽带,F 类功率放大器,谐波控制

## Design of Broadband Class-F Power Amplifier

CHENG Zhi-qun, XUAN Xue-fei, LIU Guo-hua, ZHAO Zi-ming

(Key Lab. of RF Circuit and System, Ministry of Education, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** This paper presents a high-power and high-efficiency power amplifier that can cover 4G LTE band. The transistor adopted in this work is CGH40025F, which is a GaN HEMT from Cree Company. Based on the design theory of Class-F power amplifier, the harmonic control network is adopted for the input and output of the transistor, and the stepped-impedance matching that often used in broadband matching circuit is applied to the fundamental matching of the input and output terminals. The second harmonic impedance is maintained in the low impedance zone, the third harmonic impedance is maintained in the high impedance zone while the fundamental impedance is matched to  $50\ \Omega$ , thus effectively improving the power amplifier output power, efficiency and bandwidth. The final measured results show that the drain efficiency between 62.55% and 76% within 1.7 to 2.7 GHz, 20~41 W output power and over 10 dB gain level. Experimental results show remarkably good agreement with the simulation results.

**Key words:** high efficiency, high output power, broadband, class-F power amplifiers, harmonic control

## 引言

现代无线通信技术飞速发展,在有限的频谱资源上去实现更快的数据传输已经变成一个不可阻挡的趋势。然而信息容量与带宽呈线性关系,与功率呈对数关系,因此提高工作带宽和输出功率会显著增加数据传输率。这使得频谱资源变得日益紧张,为了缓解这种现状,无线通信收发系统的工作频率以及工作带宽在逐渐增加,与此同时国家又正在极力倡导节能减排<sup>[1-3]</sup>。因此,近些年来,无线通信收发系统一直朝着低能耗、高效率、高输出功率和宽频带的方向飞速发展,而功率放大器作为无线收发系

统的核心部件,也是耗能最大的部分<sup>[4]</sup>。因此,无论是对无线收发系统的效率还是输出功率都起着决定性的作用。在目前推广的第 4 代移动通信技术中,要求基站所用射频功率放大器具有高输出功率、高效率等高性能指标。同时为了覆盖移动、电信、联通三家运营商的工作频段,还需要功率放大器具有大带宽的性能。在移动通信基站中,功率放大器消耗了大约 70% 的电能,在提倡环保节能低功耗的今天,采用宽带高输出功率高效率放大器对于节能减排、减小功放散热面积、减小功放重量、增加基站的辐射面积、有效降低运营成本、建设绿色基站具有重大意义。将具有高性能表现的 GaN 器件应用在本

\* 收稿日期:2016-12-17;修回日期:2017-03-09

基金项目:浙江省自然科学基金重点资助项目(LZ16F010001);浙江省公益技术研究资助项目(2016C31070)



# Polarization-Reconfigurable Circularly Polarized Planar Antenna Using Switchable Polarizer

Wenting Li, Steven Gao, *Senior Member, IEEE*, Yuanming Cai, Qi Luo, *Member, IEEE*,  
Mohammed Sobhy, Gao Wei, Jiadong Xu, Jianzhou Li,  
Changying Wu, and Zhiquan Cheng

**Abstract**—A novel polarization-reconfigurable planar antenna is presented. The antenna consists of an electronically reconfigurable polarizer integrated with a printed slot. By changing the states of the p-i-n diodes on the polarizer, the linearly polarized (LP) waves radiated by the slot can be converted into either right-hand circularly polarized (RHCP) or left-hand CP (LHCP) waves. The polarizer contains 16 unit cells arranged as a  $4 \times 4$  array. The antenna radiates RHCP waves if the p-i-n diodes on the top side of the polarizer are switched ON, while LHCP waves are radiated if the p-i-n diodes of the bottom side of the polarizer are switched ON instead. The physical mechanisms of the antenna are discussed and the parametric study is carried out by full-wave simulations. To verify the concept, one prototype at 2.5 GHz is designed, fabricated, and measured. Good agreement between the measured and simulated results is obtained. The antenna achieves a gain  $\geq 8.5$  dBic in both RHCP and LHCP with an aperture efficiency of 70%. Advantages of the proposed design include electronically reconfigurable polarizations for RHCP or LHCP, low profile, low cost, high isolation between the dc bias circuit and RF signals, high power handling capability, and easy extension to large-scale arrays without increasing the complexity of the dc bias circuit. To the best of our knowledge, this is the first report of an electronically polarization-reconfigurable CP antenna with a single-substrate polarizer.

**Index Terms**—Circular polarization, polarization-reconfigurable antennas, polarizer, reconfigurable antennas.

## I. INTRODUCTION

CIRCULARLY polarized (CP) antennas are important for wireless systems (mobile satellite communications, global navigation satellite systems, wireless local area networks, and so on), because no strict alignment between transmitting and receiving antennas is needed, and CP antennas can reduce the Faraday rotation effect of the ionosphere [1], [2]. Polarization-reconfigurable CP antennas have the advantages of both circular polarization and polarization reconfigurability. Thus, they attracted lots of research interests recently. Such antennas can enable more reliable wireless connections in dynamic communication environment conditions [3].

Manuscript received January 8, 2016; revised April 23, 2017; accepted May 9, 2017. Date of publication July 21, 2017; date of current version September 1, 2017. (Corresponding author: Wenting Li.)

W. Li, S. Gao, Q. Luo, and M. Sobhy are with the University of Kent, Canterbury CT2 7NT, U.K. (e-mail: w183@kent.ac.uk; s.gao@kent.ac.uk).

Y. Cai is with Xidian University, Xi'an 710071, China.  
G. Wei, J. Xu, J. Li, and C. Wu are with Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710129, China.

Z. Cheng is with the School of Electronic Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China.

Color versions of one or more of the figures in this paper are available online at <http://ieeexplore.ieee.org>.

Digital Object Identifier 10.1109/TAP.2017.2730240

0018-926X © 2017 IEEE. Personal use is permitted, but republication/redistribution requires IEEE permission.  
See [http://www.ieee.org/publications\\_standards/publications/rights/index.html](http://www.ieee.org/publications_standards/publications/rights/index.html) for more information.

CP planar antennas can be realized by a microstrip patch [4] or a printed slot [5] using multiple feeds or one single feed. Alternatively, CP antennas can be implemented by using crossed dipoles [6]. The helix antennas [7] and spiral antennas [8] are classical examples of broadband CP antennas. Apart from the above-mentioned antennas, CP antennas can also be achieved by using a polarizer to convert linearly polarized (LP) waves into CP waves [9]–[11]. One main advantage of utilizing a polarizer is that it can enhance the gain of a CP antenna without resorting to an array antenna, which requires a complicated feed network. In [9], using meander lines to design a polarizer consisting of four substrates was reported. In [10] and [11], metasurfaces were used to convert LP waves into CP waves. Compared with the conventional CP antenna array, using a polarizer to generate CP waves does not need a complex, lossy feed network. Thus, a CP antenna with a polarizer has the potential of achieving higher efficiency, in particular, at higher frequencies when the loss in feed networks becomes significant. It is also possible to achieve high-gain CP antennas using a partially reflective surface (PRS) [12]. However, the PRS CP antenna typically requires about  $1/2$  wavelength distance between the PRS and the ground plane, while the distance between the polarizer and the source antenna can be reduced to approximately  $1/17$  wavelength [10]. Thus, a CP antenna using a polarizer can have a very low profile.

Polarization-reconfigurable CP antennas have been studied by many researchers [13]. The polarization reconfiguration can be obtained by introducing p-i-n diodes or varactors to the feed networks of antennas [14]–[17], using multiport networks to switch antennas polarizations [18], [19] and modifying the antennas geometry to alter their polarizations [20]–[25]. For example, in [17], the corresponding feed probe of a corner-truncated patch antenna was switched to realize different polarizations by adding p-i-n diodes to the feed network. Xue-Song *et al.* [19] used a  $90^\circ$  hybrid coupler to feed the antenna, and the polarizations were switched by feeding different input ports. In [21], two perpendicular slots were introduced on a patch antenna. Each slot was loaded by one p-i-n diode. By controlling the states of the p-i-n diodes, the polarization could be altered. However, disadvantages of using these techniques are that the antennas have a complicated dc controlling circuitry, and it is rather difficult to extend them to a large-scale array for high-gain CP antenna applications.

In this paper, a polarization-reconfigurable CP antenna consisting of a switchable polarizer loaded by p-i-n diodes and

microwave devices to be used in the measurement equipment of digital television and telecommunications, including computer systems. Code 629.

## REFERENCES

- [1] Yagi H. Directive projecting system of electric waves. US patent 1,745,342. January 28, 1930. Filed Sept 3, 1926.
- [2] Uda S. High angle radiation of short electric waves. *Proc IRE*. 1927;15:377–385.
- [3] Uda S, Mushiake Y. *Yagi-Uda Antenna*. Sendai, Japan; 1954.
- [4] Balanis CA. *Antenna Theory. Analysis and Design*. 3rd ed. Wiley; Hoboken, NJ, 2005.
- [5] Gorbachev AP, Egorov VM. A modified planar quasi-Yagi antenna for wireless communication applications. *IEEE Antennas Wireless Propag Lett*. 2009;8:1091–1093.
- [6] Deal WR, Kaneda N, Sor J, Qian Y, Itoh T. A new quasi-Yagi antenna for planar active antenna arrays. *IEEE Trans Microwave Theory Tech*. 2000;48:910–918.
- [7] Weinmann F. Design, optimization, and validation of a planar nine-element quasi-Yagi antenna array for X-band applications. *IEEE Antennas Propag Mag*. 2007;49:89–96.
- [8] Alhalabi RA, Rebeiz GM. High-gain Yagi-Uda antennas for millimeter-wave switched-beam systems. *IEEE Trans Antennas Propag*. 2009;57:3672–3676.
- [9] Alhalabi RA, Rebeiz GM. Differentially-fed millimeter wave Yagi-Uda antennas with folded dipole feed. *IEEE Trans Antennas Propag*. 2010;58:966–969.
- [10] Chen H-D, Chen H-T. A CPW-fed dual-frequency monopole. *IEEE Trans Antennas Propag*. 2004;52:978–982.
- [11] Abbosh A. Ultra-wideband quasi-Yagi antenna using dual-resonant driver and integrated balun of stepped impedance coupled structure. *IEEE Trans Antennas Propag*. 2013;61:3885–3888.
- [12] Gorbachev AP, Tarasenko NV. Improvement of quasi-Yagi antenna performances by using the monopole driver. Paper presented at: 11th International Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE); October 2–4, 2012:119–122; Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk.
- [13] Gorbachev AP, Tarasenko NV. Printed Yagi antennas with monopole driver. *Antennas*. 2012;7:55–59. (In Russian).
- [14] Gorbachev AP, Ermakov EA, Michailov VA. Quasi-Yagi antenna. RU patent 2,351,043. March 27, 2009. Filed 18.05.2007.
- [15] Tarasenko NV. The optimization of monopole quasi-yagi antenna. Paper presented at: The Conference of Young Research “Progress Through Innovative Technologies – 2012”; April, 5, 2012:108–109; Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk.
- [16] Gorbachev AP, Tarasenko NV. Compact and Printed Dual-Band Yagi Antennas. *LAP LAMBERT Academic Publishing*; 2013. (In Russian).
- [17] Kolundzija BM, Ognjanovic JS, Sarkar TK. WIPL-D: Microwave Circuit and 3D EM Simulation for RF & Microwave

Applications. *Software and User's Manual*. Norwood, MA: Artech House; 2005.


- [18] Atuchin VV, Gorbachev AP, Tarasenko NV. Planar dual-frequency quasi-Yagi antenna. *Electromagnetics*. 2016;36:328–339.

**How to cite this article:** Atuchin VV, Gorbachev AP, Tarasenko NV. Compact printed dual-frequency quasi-Yagi antenna with a monopole driver. *Microw Opt Technol Lett*. 2017;59:1845–1850. <https://doi.org/10.1002/mop.30632>

Received: 20 December 2016

DOI: 10.1002/mop.30634

## High efficiency broadband GaN HEMT power amplifier based on three-frequency point matching method

Zhiqun Cheng<sup>1</sup> | Ziming Zhao<sup>1</sup>  |  
Huajie Ke<sup>1</sup> | Guohua Liu<sup>1</sup> |  
Zhihua Dong<sup>1</sup> | Steven Gao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Key Lab of RF Circuit and System of Ministry of Education, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China

<sup>2</sup>School of Engineering and Digital Arts, University of Kent, United Kingdom

### Correspondence

Huajie Ke, Key Lab of RF Circuit and System of Ministry of Education, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China.  
Email: khj@hdu.edu.cn

### Funding information

This work is supported by Key Project of Zhejiang Provincial Natural Science Foundation of China (No. LZ16F010001), Zhejiang Provincial Public Technology Research Project (No. 2016C31070), and National Natural Science Foundation of China (No. 61306100).

### Abstract

To cover the working frequency bands of the three mobile carriers of China Mobile, China Telecom, and China Unicom, power amplifiers (PAs) are required to own broadband. A PA with bandwidth 1.3–2.7 GHz is designed (fully covers the operating bands of the three mobile carriers). Measured results show that greater than 68% efficiency is attained over a 75% bandwidth from 1.3 to 2.7 GHz. The output power is larger than 40.2 dBm



# A Doherty power amplifier with extended efficiency and bandwidth

Zhiqun Cheng<sup>1a)</sup>, Jiangzhou Li<sup>1</sup>, Guohua Liu<sup>1b)</sup>, and Steven Gao<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Key Lab. of RF Circuit and System, Education Ministry,  
Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China

<sup>2</sup> School of Engineering and Digital Arts, University of Kent, UK

a) [zhiquan@hdu.edu.cn](mailto:zhiquan@hdu.edu.cn)

b) [ghliu@hdu.edu.cn](mailto:ghliu@hdu.edu.cn)

**Abstract:** This paper proposes a modified Doherty power amplifier (DPA) configuration for bandwidth and efficiency operations. To mitigate the efficiency degradation resulting from the incomplete load modulation network (LMN) and the knee voltage effect, the carrier transistor's optimum load impedances based on related constant voltage standing wave ratio (VSWR) circle theory are introduced. Meanwhile, an innovative LMN with broadband matching technologies is adopted, which plays a guiding role on the bandwidth expansion from the theoretical point of view. In order to verify the practical feasibility of the design scheme, two 10 W GaN HEMT transistors are used to design a broadband DPA. The measurement results show that the working bandwidth of the power amplifier is from 1.6 GHz to 2.6 GHz. The saturated output power of the whole frequency band is about 41.7–44 dBm and the drain efficiency (DE) is more than 50.8% at the input power of 33 dBm. In addition, the DE is 41.5–45% at 6-dB back-off power. Measurement results verify that the proposed enhancement techniques of bandwidth and efficiency are effective for DPA.

**Keywords:** Doherty power amplifier, constant VSWR circle, broadband matching technologies, bandwidth, drain efficiency

**Classification:** Microwave and millimeter-wave devices, circuits, and modules

## References

- [1] S. C. Cripps: *RF Power Amplifiers for Wireless Communications* (Artech House, Norwood, MA, USA, 1999).
- [2] W. H. Doherty: "A new high efficiency power amplifier for modulated waves," *Proc. Inst. Radio Eng.* **24** (1936) 1163 (DOI: [10.1109/JRPROC.1936.228468](https://doi.org/10.1109/JRPROC.1936.228468)).
- [3] G. Sun and R. H. Jansen: "Broadband Doherty power amplifier via real frequency technique," *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.* **60** (2012) 99 (DOI: [10.1109/TMTT.2011.2175237](https://doi.org/10.1109/TMTT.2011.2175237)).
- [4] K. Bathich, *et al.*: "Frequency response analysis and bandwidth extension of the Doherty amplifier," *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.* **59** (2011) 934 (DOI: [10.1109/TMTT.2010.2098040](https://doi.org/10.1109/TMTT.2010.2098040)).
- [5] J. Xia, *et al.*: "High-efficiency GaN Doherty power amplifier for 100-MHz

## Research Article

# Design of 0.8–2.7 GHz High Power Class-F Harmonic-Tuned Power Amplifier with Parasitic Compensation Circuit

Zhiqun Cheng,<sup>1,2</sup> Xuefei Xuan,<sup>1</sup> Huajie Ke,<sup>1</sup> Guohua Liu,<sup>1</sup> Zhihua Dong,<sup>1</sup> and Steven Gao<sup>3</sup>

<sup>1</sup>School of Electronics and Information, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China

<sup>2</sup>Key Laboratory of Nanodevices and Applications, Suzhou Institute of Nano-Tech and Nano-Bionics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

<sup>3</sup>School of Engineering and Digital Arts, University of Kent, Canterbury CT2 7NT, UK

Correspondence should be addressed to Huajie Ke; khj@hdu.edu.cn

Received 23 February 2017; Revised 3 May 2017; Accepted 22 May 2017; Published 14 June 2017

Academic Editor: Dixian Zhao

Copyright © 2017 Zhiqun Cheng et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

The design, implementation, and measurements of a high efficiency and high power wideband GaN HEMT power amplifier are presented. Package parasitic effect is reduced significantly by a novel compensation circuit design to improve the accuracy of impedance matching. An improved structure is proposed based on the traditional Class-F structure with all even harmonics and the third harmonic effectively controlled, respectively. Also the stepped-impedance matching method is applied to the third harmonic control network, which has a positive effect on the expansion bandwidth. CGH40025F power transistor is utilized to build the power amplifier working at 0.8 to 2.7 GHz, with the measured saturated output power 20–50 W, drain efficiency 52%–76%, and gain level above 10 dB. The second and the third harmonic suppression levels are maintained at –16 to –36 dBc and –16 to –33 dBc, respectively. The simulation and the measurement results of the proposed power amplifier show good consistency.

## 1. Introduction

With the rapid development of wireless communication technology, the requirement of speed and frequency resource of communication is increasing dramatically [1]. For example, in the fourth-generation mobile communication technology, radio frequency power amplifiers used in base stations are expected to have high performances such as high efficiency and high output power. In order to improve the energy efficiency and signal coverage area of communication systems, efficiency and output power of power amplifier have been a hot topic since 2000 years [2–4]. At the same time, so as to cover more carriers' operating frequency bands, power amplifiers are required to have good performances of broadband. Thus, the importance of power amplifier as the most critical module in a communication system is self-evident.

Harmonic tuning is one of key technologies to improve the efficiency and output power. Various operation classes such as Class-E [5], Class-F [6], and inverse Class-F [7] have been proposed. In particular, the Class-F operation has

attracted attention due to its excellent performance [8]. A typical circuit model of Class-F power amplifier is shown in Figure 1 in which the  $C_{out}$  and  $L_{out}$  represent package parasitic effects of the transistor.

The output voltage and current of the transistor in time domain can be expressed as follows:

$$I_d(t) = I_0 + \sum_{n=1}^{\infty} I_n \cdot \cos(n\omega t + \xi_n) \quad (1)$$

$$V_{ds}(t) = V_{DD} - \sum_{n=1}^{\infty} V_n \cdot \cos(n\omega t + \psi_n),$$

where  $n$  is the order of the harmonics and  $\xi_n$  and  $\psi_n$  are the phases of the output current and voltage at the  $n$ th order, respectively. The current and voltage are both related to the impedance at a certain frequency. The impedance of each harmonic can be expressed as

$$Z_{L,n} = \frac{V_n}{I_n} \cdot e^{j\phi_n}, \quad (2)$$

where  $\phi_n = \psi_n - \xi_n$ .

# Filtering Antenna With Two-Octave Harmonic Suppression

Chun-Xu Mao, Steven Gao, *Senior Member, IEEE*, Yi Wang, *Senior Member, IEEE*, and Zhiqun Cheng

**Abstract**—A novel second-order antenna with filtering performance and two-octave harmonic suppression is proposed. In order to reduce the effects of the harmonics of the antenna, two types of antennas [planar inverted-F antenna (PIFA) and patch] with different resonant characteristics are integrated into the design. Compared to the traditional patch antennas, this integrated work can not only eliminate the high-order harmonics of the antenna but also improve the in-band bandwidth and frequency selectivity. The second- and fourth-order harmonics of the patch are suppressed because of the detuned harmonic performance of the PIFA and patch. The third-order harmonic is eliminated by integrating notch resonators in the PIFA. A prototype that works at 2.4 GHz is developed to demonstrate the PIFA-patch integration scheme. Measured and simulated results of antennas agree well with each other, demonstrating good performance of bandwidth, second-order filtering, radiation, and wideband harmonic suppression (up to 11 GHz).

**Index Terms**—Harmonics suppression, patch antenna, planar inverted-F antenna, second-order filtering.

## I. INTRODUCTION

MICROSTRIP antennas have been widely used in wireless communications systems. However, microstrip patch antennas suffer from problems such as narrow bandwidth and harmonics in the high band. Traditionally, the bandwidth is broadened by adding an additional patch over the driven patch [1], [2]. On the other hand, the filters are cascaded with the antennas in the communication systems for eliminating the influence of harmonics, which are mainly generated by nonlinear microwave components and the spurious modes of the antennas [3].

In order to reduce the complexity and volume of the RF front end, various integrated techniques have been adopted to suppress the harmonics. In [4]–[7], slots or shorted pins are inserted in the radiating element to produce mismatching at the given bands. In [8]–[10], periodic structures such as defected ground structures are used to reduce the effects of the harmonics. Harmonics can also be reduced by placing a notch resonator

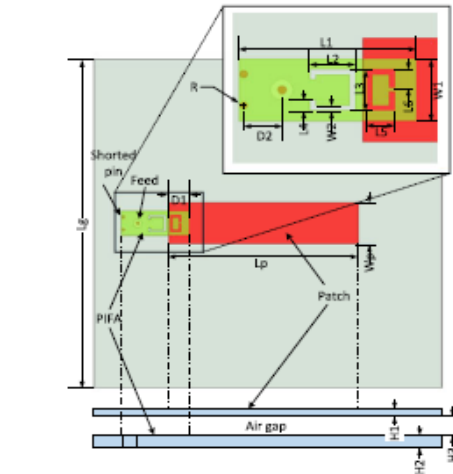


Fig. 1. Configuration of the proposed PIFA-fed patch antenna.

close to the feed [11]. However, most of the techniques presented so far are dealing with the second-order harmonics, the higher order harmonics are rarely looked at. The other limitation of these works is the narrow bandwidth in-band. It is usually a challenge to achieve a multioctave harmonic suppression because of the space limitation. In addition, the integration of filter and antenna can not only suppress the harmonics but also improve the in-band frequency performances such as bandwidth, frequency selectivity, and gain response [12]–[17].

In this letter, a novel patch antenna is proposed. By coupling and feeding the patch using a planar inverted-F antenna (PIFA), second-order frequency responses with improved bandwidth and selectivity are achieved. Moreover, the second-, third-, and fourth-order harmonics over a two-octave band are significantly suppressed without incurring any additional circuits. The concept and design methodology are detailed. Measured results agree reasonably well with the simulations, demonstrating the proposed PIFA-fed patch antenna has good impedance bandwidth, frequency selectivity, and broadband harmonic suppression.

## II. PIFA-FED ANTENNA

### A. Configuration

Fig. 1 shows the configuration of the proposed PIFA-fed patch antenna. The patch is rectangular printed on the upper layer of

Manuscript received November 11, 2016; accepted December 2, 2016. Date of publication December 6, 2016; date of current version May 22, 2017. This work was supported by the project “DIFFERENT” funded by EC FP7 under Grant 6069923. The work of Y. Wang was supported by UK EPSRC under Contract EP/M013529/1.

C. Mao and S. Gao are with the School of Engineering and Digital Arts, University of Kent, Canterbury CT2 7NZ, U.K. (e-mail: cm688@kent.ac.uk; S.Gao@kent.ac.uk).

Y. Wang is with the Department of Engineering Science, University of Greenwich, London SE10 9LS, U.K. (e-mail: Yi.Wang@greenwich.ac.uk).

Z. Cheng is with the Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China (e-mail: zhiqun@hdu.edu.cn).

Color versions of one or more of the figures in this letter are available online at <http://ieeexplore.ieee.org>.

Digital Object Identifier 10.1109/LAWP.2016.2636198

1536-1225 © 2016 IEEE. Personal use is permitted, but republication/redistribution requires IEEE permission. See [http://www.ieee.org/publications\\_standards/publications/rights/index.html](http://www.ieee.org/publications_standards/publications/rights/index.html) for more information.



# Frequency-Agile Beam-Switchable Antenna

Chao Gu, Steven Gao, *Senior Member, IEEE*, Benito Sanz-Izquierdo, Edward A. Parker, Wenting Li, Xuexia Yang, and Zhiqun Cheng

**Abstract**—A novel antenna with both frequency and pattern reconfigurability is presented. The reconfigurability is achieved by integrating an active frequency selective surface (AFSS) with feed antenna. The smart FSS comprises a printed slot array loaded by varactors. A novel dc biasing arrangement is proposed to feed the slots vertically so that the unwanted effects caused by bias lines are minimized. A monopole antenna is designed to illuminate the AFSS. The resulting structure can operate in a frequency tuning range of 30%. By reconfiguring the different sections of active FSS cylinder into a transparent or reflector mode, the omnidirectional pattern of the source antenna can be converted to a directive beam. As an illustration, half of the AFSS cylinder is successively biased, enabling the beam switching to cover the entire horizontal plane over a range of frequencies. An antenna prototype was fabricated and measured. Experimental results demonstrate the capability of providing useful gain levels and good impedance matching from 1.7 to 2.3 GHz. The antenna offers a low-cost, low-power solution for wireless systems that require frequency and beam reconfigurable antennas. The proposed design consumes about 1000 times less dc power than the equivalent narrowband beam-switching antenna design using p-i-n diode-loaded AFSS.

**Index Terms**—Beam steering, frequency and beam reconfigurable, frequency selective surface (FSS), frequency tunable, reconfigurable antennas.

## I. INTRODUCTION

**F**UTURE wireless networks are going to evolve to provide significant improvements, such as higher data rates, reduced end-to-end latency, and lower power consumption. Most wireless systems employ multiple antennas, which can lead to increased hardware complexity, large size, high power consumption, and high cost [1]. Reconfigurable antennas [2]–[6], with the capacity to electronically alter their operating modes, have been extensively studied during the past few decades. Such reconfigurable antennas are important for achieving optimum performance of wireless systems under various environmental conditions. Compared with frequency-switched antennas, which operate at some predefined separate frequency bands [7], [8], frequency-tunable antennas can achieve dynamic control of relatively

narrow instantaneous bandwidths, and thus allowing operation over a larger bandwidth. Various continuous frequency tuning techniques employing varactors can be found in the literature [9]–[13]. A dual-band reconfigurable slot antenna is presented in [11], where two varactors are placed in appropriate locations of the slot to achieve dual-frequency operation. Hum and Xiong [12] propose a differentially fed, frequency agile patch antenna incorporating three pairs of varactors. The tuning range for  $-10$ -dB reflection coefficient is approximately from 1.8 to 3.15 GHz. Reference [13] presents a coplanar waveguide wideband monopole antenna integrated with a frequency tunable bandpass filter. The resulting antenna is demonstrated to have a tuning range from 2.88 to 4.62 GHz and a 50% gain reduction at the higher frequencies. Despite continuous frequency tuning, the beams of the reported antennas in [9]–[13] are all fixed.

Pattern reconfigurable antennas, on the other hand, can be exploited as a cost-effective substitute for conventional phased arrays that consist of expensive RF components, such as phase shifters and amplifiers. By subtly steering the antenna main beam toward the intended users, a pattern reconfigurable antenna can be used to suppress multipath fading and increase channel capacity. Much work has been done to design low-cost, pattern reconfigurable antennas incorporating RF switches [14], [15]. However, there are few solutions available for combining both frequency and pattern reconfigurability into a single antenna structure. A frequency-agile, switched-beam antenna array described in [16] is capable of switching four beams using switched line phase shifters. But the antenna can only operate at two fixed frequencies (4.7 and 7.5 GHz). The combination of frequency and pattern reconfigurability into the same antenna leads to a simplified and highly integrated solution for size-constrained multifunction platforms where diversity schemes are employed to improve the system performance, for example, in multiple-input multiple-output communication systems.

More recently, metamaterials and periodic structures have been applied to reconfigure radiators [17]–[20]. By integrating tunable surfaces [21]–[25] with conventional antennas, it is feasible to develop antennas with multireconfigurability [9]. Costa *et al.* [26] present a frequency tunable and beam steerable antenna consists of a wideband bow-tie radiating element over an active artificial magnetic conductor. The measured results show a  $-10$ -dB  $S_{11}$  tuning range from 2.3–3.0 GHz (26.4%) with broadside beam steering. The antenna has a low profile but its beam cannot steer over the entire horizontal plane. Electronic beam-switching antennas employing active frequency selective surface (FSS) have been an active research area in the last decade due to their potential

Manuscript received September 24, 2016; revised January 24, 2017; accepted April 15, 2017. Date of publication June 16, 2017; date of current version August 2, 2017. This work was supported by the EPSRC under Grant EP/N032497/1. (Corresponding author: Chao Gu.)

C. Gu, S. Gao, B. Sanz-Izquierdo, E. A. Parker, and W. Li are with the School of Engineering and Digital Arts, University of Kent, Canterbury CT2 7NT, U.K. (e-mail: s.gao@kent.ac.uk).

X. Yang is with the School of Communication Engineering, Shanghai University, Shanghai 200444, China.

Z. Cheng is with the School of Electronic Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China.

Color versions of one or more of the figures in this paper are available online at <http://ieeexplore.ieee.org>.

Digital Object Identifier 10.1109/TAP.2017.2713978

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License. For more information, see <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

# Adaptively Biased 60-GHz Doherty Power Amplifier in 65-nm CMOS

Shichang Chen, Gaofeng Wang, *Senior Member, IEEE*, Zhiqun Cheng, Pei Qin, and Quan Xue, *Fellow, IEEE*

**Abstract**—A 60-GHz Doherty power amplifier (PA) implemented in 65-nm bulk CMOS process is proposed. A novel adaptive biasing network is devised to dynamically adjust the bias voltage of the peaking PA, counteracting its low transconductance caused by the class-C biasing condition. At 60 GHz, the fabricated Doherty PA achieves 22% drain efficiency with a saturation power of 13.2 dBm. The measured results show that over 17% and 8% efficiencies at peak and 6-dB back-off power regions are achieved, respectively, from 57 to 64 GHz.

**Index Terms**—Adaptive biasing, cascode, Doherty power amplifier (PA), millimeter-wave (mm-wave) CMOS, power-added efficiency.

## I. INTRODUCTION

MODERN wireless communication systems generally use spectral efficient modulations in order to increase broadcasting capacity in limited frequency resources. These schemes often accompany very large peak-to-average power ratios, deteriorating the efficiency of a conventional power amplifier (PA).

The Doherty architecture has become the mainstream for high-power base-station PA solutions because of its high efficiency at back-off power and simple structure [1], [2]. Recently, several efforts on on-chip Doherty PAs have been reported in the literature [3]–[8]. However, only few of them are working at the millimeter-wave (mm-wave) frequencies [5]–[8]. High substrate loss and low gain at tens of GHz for CMOS process are the main limiting factors. This situation becomes more severe for Doherty PA, as the peaking PA must be biased below pinch-off voltage, resulting in drastically reduced power utility factor and power gain. Although approaches, such as uneven power division, asymmetric transistor size, or modified load modulation network can partially solve the problem [2], they easily fail at the mm-wave frequencies due to a greatly reduced driving ability for a class-C biased transistor.

Fortunately, adaptive biasing still survives to counteract these effects [6].

Manuscript received May 6, 2016; revised July 13, 2016 and October 5, 2016; accepted January 4, 2017. Date of publication March 1, 2017; date of current version March 9, 2017. This work was supported in part by the National Natural Science Foundation of China under Grant 61601160, Grant 61411136003, and Grant 61331007, and in part by the Zhejiang Provincial Natural Science Foundation of China under Grant LQ15F010006, Grant LZ14F040001, and Grant LZ16F010001.

S. Chen, G. Wang, and Z. Cheng are with the Key Lab of RF Circuits and Systems of the Ministry of Education of China, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China (e-mail: gaofeng@hdu.edu.cn).

P. Qin and Q. Xue are with the State Key Laboratory of Millimeter Waves, Department of Electronic Engineering, City University of Hong Kong, Hong Kong, and also with the CityU Shenzhen Research Institute, City University of Hong Kong, Hong Kong (e-mail: peiqin-c@my.cityu.edu.hk).

Color versions of one or more of the figures in this paper are available online at <http://ieeexplore.ieee.org>.

Digital Object Identifier 10.1109/LMWC.2017.2662011

1531-1309 © 2017 IEEE. Personal use is permitted, but republication/redistribution requires IEEE permission. See [http://www.ieee.org/publications\\_standards/publications/rights/index.html](http://www.ieee.org/publications_standards/publications/rights/index.html) for more information.

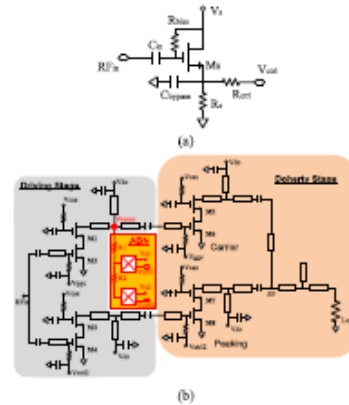


Fig. 1. (a) Schematic diagram of the proposed ABN. (b) Schematic of the designed 60-GHz Doherty PA.

In this letter, a simple adaptive biasing network (ABN) for the Doherty PA is proposed. The biasing conditions of the peaking PA and its driver are initially set low and dynamically elevated with the input power. By modulating the bias voltages, the demonstrative Doherty PA achieves high efficiencies at both peak and back-off power regions.

## II. DESIGN

### A. Novel Adaptive Biasing Network

Fig. 1(a) shows schematic diagram of the proposed novel ABN. It is comprised of a transistor  $M_0$ , an RF coupling capacitor  $C_{in}$ , a decoupling capacitor  $C_{bypass}$ , a bias resistor  $R_{bias}$ , a source degeneration resistor  $R_S$ , and a voltage control resistor  $R_{ctrl}$ .  $V_s$  and  $V_{ctrl}$  denote the supply and output controlled voltages, respectively. The self-biased transistor senses the input RF power and produces a rectification current accordingly, whose high frequency components are filtered out by the decoupling capacitor  $C_{bypass}$ .  $R_S$  senses the filtered current and transforms it into a voltage. The higher the input power, the higher the produced voltage is. As long as the control resistor  $R_{ctrl}$  is much larger (e.g., greater than five times) than  $R_S$ , the output control voltage  $V_{ctrl}$  approaches the voltage generated on  $R_S$ .  $V_{ctrl}$  is then used as bias voltage of the peaking cell, providing dynamically modulated voltage according to the RF power. It needs to stress that the time constant  $\tau$  (delay) of the proposed network can be written as

$$\begin{aligned} \tau &= R_{total}C_{total} \\ R_{total} &= R_S // R_{ctrl} // \frac{1}{gm} \simeq R_S // \frac{1}{gm} \\ C_{total} &= C_{bypass} // C_P \end{aligned} \quad (1)$$

## 应用于无线通信的宽带 Doherty 功率放大器\*

程知群 李江舟 张明

(杭州电子科技大学 射频电路与系统教育部重点实验室, 杭州 310018)

**摘要:** 在分析传统 Doherty 合路结构对其带宽限制的基础上,提出一种新型负载调制网络。该负载调制网络为平行式负载调制和一段并联的 1/4 波长短路线相结合的结构方案,经推理可有效弥补传统 Doherty 负载调制网络中的带宽限制效应从而达到拓展带宽的目的。为验证设计方案的实际可行性,采用两个 10 W 的 GaN HEMT 晶体管设计了一款应用于无线通信的宽带 Doherty 功率放大器并进行了实物测试,测试结果表明该功率放大器的工作带宽为 1.6 ~ 2.6 GHz,整体频带内饱和输出功率大于 41 dBm,饱和漏极效率最大能达到 56%,输出功率回退 6 dB 处的漏极效率在 35% ~ 38% 之间,邻道功率比 (ACPR) 优于 -45 dBc,表明该设计方案能够达到预期效果。

**关键词:** Doherty, 平行式, 1/4 波长短路线, 宽带

## Broadband Doherty Power Amplifiers Used in Wireless Communications

CHENG Zhi-qun, LI Jiang-zhou, ZHANG Ming

(Key Lab. of RF Circuits and Systems, Ministry of Education, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** On the basis of bandwidth limitations for analysis of traditional Doherty combiner structure, we propose a new type of load modulation network. The load modulation scheme is a parallel network structure and load modulation period of a quarter-wave length line parallel combination. The inference can effectively compensate for the effect of bandwidth limitations of traditional Doherty load modulation network so as to achieve the purpose of expanding bandwidth. Finally, in order to verify the practical feasibility of the design, two 10 W GaN HEMT transistors are used to design a wideband Doherty power amplifier for wireless communication and a physical test is made, the actual test results show that the power amplifier operating bandwidth is 1.6 ~ 2.6 GHz, the whole band output saturation output power is greater than 41 dBm, saturated drain efficiency is up to 56%, the drain efficiency at 6 dB output power back-off is between 35% and 38%, besides, the adjacent channel power ratio (ACPR) is better than -45 dBc, indicating that the design can meet expected effect.

**Key words:** Doherty, parallel, quarter-wave length line, broadband

### 引言

为了实现现代无线通信系统的高数据和高效率传输,基于调制信号的射频功率放大器<sup>[1]</sup>必须能在更宽的频带范围内提供更高的效率。其中 Doherty 就为高效功率放大器的典型代表,它具有结构简便、成本低以及能够很好解决功率回退时效率低的优点。典型的 Doherty 功率放大器由主辅两个功放和负载调制网络三个部分构成,负载调制网络由输入信号的不同状态调节其负载阻抗进而合成,最终可

获得具有高效率特性的“双峰”曲线<sup>[2]</sup>。负载调制网络构成了 Doherty 功率放大器中的阻抗变换器,其通常由主动放输出端的 1/4 波长阻抗变换线和合路端的 1/4 波长阻抗变换线组成。但输出阻抗与工作频率紧密相关,这必然对 Doherty 功率放大器的工作带宽带来极大的限制。基于此种情况,很多文献分析了传统 Doherty 合路结构的限制之处并提出了诸如实频法<sup>[3-5]</sup>、平行式合路法<sup>[6]</sup>以及紧凑型负载调制网络<sup>[6-7]</sup>等创新思想。这些研究成果在实现 Doherty 功率放大器带宽拓展方面起到了积极作用,

\* 收稿日期:2016-08-13;修回日期:2016-11-16

基金项目:浙江省大学生新苗人才计划(2016R407065);浙江省自然科学基金(LZ16F010001);浙江省公益技术应用(2016C31070)



DOI:10.13954/j.cnki.hdu.2017.01.003

## 基于 Solr 的数据检索技术研究

程知群, 章超, 韩高帅

(杭州电子科技大学电子信息学院, 浙江 杭州 310018)

**摘要:**针对海量过车数据检索困难的问题,设计了一款基于 Solr 的大规模分布式数据检索系统.前端 IPC 采集的数据经过结构化处理之后发送到后端,数据先缓存在消息队列中,再通过 Spark Streaming 实时计算框架对缓存的数据进行消费,将数据搬运到数据库 HBase 中,最后由 Solr 爬取 HBase 中的数据,根据用户的配置建立索引文件.查询时,用户通过点击 Web 界面下发查询条件,系统将查询条件解析为 Solr 能够识别的查询语句,从索引文件中取出相应的信息,最后从 HBase 中取出完整的数据,返回到界面显示.测试结果表明,系统工作稳定,可存储海量多种类型数据,索引建立速度为 1 000 条/s,当数据库中存储一亿条过车记录时,对此类 TB 级别数据进行各种条件查询的响应时间均在 10 s 之内.

**关键词:**大数据;智能交通;Solr;索引

**中图分类号:**TP319

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-9146(2017)01-0011-05

## 0 引言

智能交通旨在将物联网技术应用于交通领域,建立一个高效且覆盖范围广的交通系统,以缓解日益恶化的交通问题所需的交通基础设施建设和建设交通基础设施高额开销之间的矛盾<sup>[1]</sup>.目前,国内外都很重视智能交通系统的开发.美国已铺开了由七大系统组成的智能交通系统.欧盟也将智能交通系统纳入到发展计划之中,给相关部门提供了充足的经费用于研究和实施<sup>[2]</sup>.我国道路的发展已步入世界前列,然而我们的技术尚不如西方国家那么完善,我国的智能交通系统才迸发出萌芽<sup>[3]</sup>.

数据检索技术是智能交通系统中的一样核心技术.道路监控每天产生海量的数据,仅浙江省一天产生的过车数据便有几亿,如何高效检索数据是现如今的一大难题.目前采用的仍然是传统的检索方式,使用数据库自带的数据库检索和数据分区功能.然而在实际的数据检索中,由于数据库中所存储的信息量过于巨大.当一张数据表的数据量达到百亿甚至千亿级别,索引本身就过于巨大,索引过多还会影响到系统的性能.面对大规模数据检索时,数据库本身自带的检索功能根本无法满足实时数据检索的需求,极易造成系统的瘫痪<sup>[4]</sup>.使用搜索引擎 Solr 能避免以上限制.搜索引擎采用了倒排索引技术,比一般的数据库索引更高效,并且 Solr 提供了分布式搜索的功能,能够处理各种类型的数据<sup>[5]</sup>.同时 Solr 内部实现了分布式一致性机制,可以对 Solr 集群和索引文件进行一致性管理,并在数据容错和负载均衡方面都很成熟<sup>[6]</sup>.但是当数据量达到一定规模时,使用 Solr 查询延时也比较高<sup>[7]</sup>.针对该问题,本文设计了相关查询优化算法对其进行进一步的优化,使用 Solr 为数据库 HBase 提供搜索引擎服务,建立索引和查询.智能交通系统采用搜索引擎技术能够大幅度提高查询效率和系统稳定性,并且系统易于扩展,方便未来交通系统的发展.

收稿日期:2016-07-19

作者简介:程知群(1964-),男,安徽巢湖人,教授,射频电路与系统.

# 基于云计算平台的虚拟机内存管理系统

杭州电子科技大学电子信息学院 韩高帅 程如群 章 超

**【摘要】**在云计算虚拟化平台中,虚拟机在运行不同的业务应用时,对内存通常会有不同的需求。这种情况下,如果采用静态的内存分配方式,往往会造成内存资源无法得到合理分配和使用。目前传统的内存管理系统只能将内存性能提高10%左右。本文基于KVM虚拟化方案设计了由内存动态调整,内存热添加,内存预留等几个模块组成的虚拟机内存管理系统。从实验结果可知在使用本内存管理系统的情况下,能够有效的将系统的整体内存性能提高25-30%。

**【关键词】**云计算;虚拟机;内存管理;KVM

## 0 引言

虚拟化技术能够将各种计算机资源进行抽象化并进行统一表示,是实现云计算平台的技术基础。可以有效提高计算机资源的使用效率<sup>[1]</sup>。而内存虚拟化管理在整个虚拟化系统中是实现最复杂的部分,并且也是提高虚拟机运行效率的关键所在<sup>[2]</sup>。目前国内外的内存虚拟化管理系统通常需要对虚拟机客户机系统做较大的修改,例如基于Xen虚拟化方案的内存管理系统<sup>[3]</sup>。而常见的VMware虚拟机内存管理系统方案无法保证虚拟机的最小物理内存持有量<sup>[4]</sup>。目前,国内外的虚拟机内存管理系统通常能实现内存超配110%左右。本文系统使用Linux自带的KVM虚拟化方案,无需修改虚拟机系统<sup>[5]</sup>。另外,本系统的虚拟机内存预留技术,能够保证虚拟机最小物理内存持有量从而提升虚拟机运行性能。内存热添加技术能够在在线增加虚拟机的内存从而打破虚拟机内存上限。动态内存管理技术能够依据虚拟机运行时内存需求的变化来实时改变虚拟机的内存大小。本内存管理系统通过结合使用上述的内存动态调整,内存预留和内存热添加技术能够实现系统内存超配近130%。

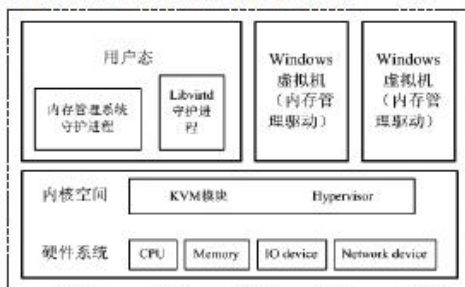


图1 系统总体结构图

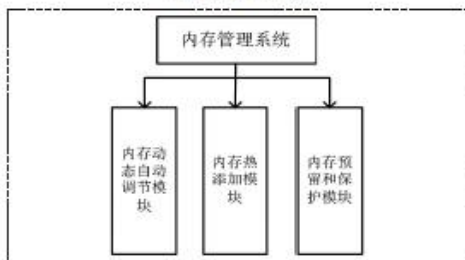


图2 系统模块图

## 1 系统设计

本设计中,虚拟机采用KVM虚拟化方案,并使用libvirt作为虚拟机管理工具,提供虚拟化平台管理应用程序接口和virsh命令行管理工具。本设计方案主要使用C语言, shell和python对KVM,qemu,libvirt进行开发和优化实现。虚拟机的相关信息使用XML格式的文件保存。本系统的总体结构如图1所示。每个虚拟机以一个运行在Host主机上的进程的方式存在,虚拟机的相关配置在虚拟机进程启动时从对应的虚拟机XML配置文件的读取。当虚拟机需要进行内存访问时虚拟机进程切换到内核态,使用KVM内核模块进行内存模拟,并将结果返回虚拟机。如果是进行IO等访问则在用户态使用Qemu进行模拟,返回结果<sup>[6]</sup>。内存管理系统为一个运行在Host主机上的守护进程,该守护进程通过UNIX域套接字与相应虚拟机进行交互与通信。通过Libvirt管理工具管理虚拟机的资源分配及控制虚拟机的各种动作。在虚拟机中也有内存管理的相关驱动,负责虚拟机内存信息的收集和上报给Host主机,并接收主机的相关内存调整指令对虚拟机内存进行调整。如图2所示本系统主要有三部分组成:内存动态调节模块,内存热添加模块以及内存预留模块。

## 2 内存管理系统各模块功能的实现

针对传统内存虚拟化管理系统无法高效分配虚拟机内存的缺陷,本文通过设置管理驱动实时收集各虚拟机内存使用情况,来实时调节虚拟机内存大小。内存热添加模块,能够在虚拟机不关机状态下在线增加虚拟机的内存,它弥补传统虚拟机管理系统中无法在线改变虚拟机的内存上限的缺陷。用户可以根据自己的需要,手动增加虚拟机的内存上限。内存预留和保护模块,这个模块能够保证虚拟机至少保持一定量物理内存不被Host主机回收,弥补传统内存虚拟化方案无法保证虚拟机最小物理内存持有量的导致虚拟机性能下降严重的缺陷<sup>[7]</sup>。

### 2.1 内存动态自动调节模块

运行在Host主机上的内存管理的守护进程通过每个虚拟机的UNIX域套接字定期的收集虚拟机的内存信息,收集的信息如表1所示。

表1 虚拟机内存信息

Vmuid	虚拟机的编号ID
Mem_guest_total	虚拟机配置的初始上限内存
Mem_guest_use	虚拟机运行业务所使用内存
Mem_guest_loss	虚拟机被Host主机回收的内存
Mem_guest_free	虚拟机占有的未使用的空闲内存

Host主机每隔10秒统计虚拟机的内存利用率 $Mem\_used=(Mem\_guest\_use+Mem\_guest\_loss)/Mem\_guest\_total$ 。如果虚拟机内存利用率连续三次大于80%或者连续三次小于60%,那么将对虚拟机内存进行调整。使用Memutil[3]数组,分别记录最新三次的内存利用率,并预测未来虚拟机的内存利用率

万方数据

电子世界 · 67 ·



## 基于 GaN HEMT Doherty 宽带功率放大器

程知群, 张 明, 李江舟

(杭州电子科技大学电子信息学院, 浙江 杭州 310018)

**摘要:**研究了宽带 Doherty 功率放大器设计的相关问题, 为了拓宽 Doherty 功率放大器的带宽, 提出了一种新型负载调制网络. 采用 CREE 半导体公司的 GaN HEMT 功放管 CGH40010F, 应用新型负载调制网络设计了一款宽带 Doherty 功率放大器并进行了实物加工测试. 主功放工作在 AB 类, 直流偏置  $V_{ds}=28\text{ V}$ ,  $V_{gs}=-2.7\text{ V}$ ; 辅功放工作在 C 类, 直流偏置  $V_{ds}=28\text{ V}$ ,  $V_{gs}=-5.5\text{ V}$ . 测试结果显示, 新型宽带 Doherty 功率放大器实物在 1.5~2.3 GHz 的 800 MHz 带宽内, 饱和输出功率为 42.66~44.39 dBm, 饱和效率在 52%~66% 之间, 输出功率回退 6 dB 处的效率在 46%~50% 之间, 相对带宽为 42.1%, 且增益平坦, 验证了设计方案的可行性.

**关键词:**Doherty 功率放大器; 宽带; 负载调制网络; 效率

中图分类号: TN454

文献标识码: A

文章编号: 1001-9146(2017)02-0001-04

## 0 引言

随着无线通信技术的迅速发展, 射频微波技术在人们的日常生活中越来越重要. 为了在有限的频谱带宽内传输尽可能大的数据量, 通信商通常采用非常复杂的调制方式, 而这将导致信号的峰均比(Peak to Average Power Ratio, PAPR)变大, 而使用传统的功率放大器如 A 类、AB 类对非恒包络信号进行放大效率很低, 尤其在大功率回退的时候效率更低<sup>[1-3]</sup>. 各种提高功率放大器效率的技术已在相关文献中报道<sup>[4-9]</sup>, 在诸多技术中, Doherty 功率放大器因结构简单, 性能卓越且成本较低而成为当今无线通信所采用功率放大器的主流形式<sup>[10]</sup>. 一个典型的 Doherty 功率放大器包括主辅两个功率放大器, 主辅功放输入端由功分器将信号一分为二分别输入, 输出端通过一个负载调制网络将信号合路输出, 根据输入信号的大小动态调制主辅功率放大器的有效负载阻抗, 从而使 Doherty 功放输出在输出功率大幅度回退的情况下仍然具有很高的效率<sup>[11]</sup>. 但传统 Doherty 功率放大器也有一定的弊端, 如负载调制网络中  $\lambda/4$  传输线限制了 Doherty 功放的工作带宽, 面对频谱资源的日益短缺, 能同时覆盖多个工作频段并兼容多种协议制式的无线宽带通信系统已经成为无线技术的发展重点. 因此, 宽带 Doherty 功率放大器已经成为近年来学术界和工业界的研究热点<sup>[12]</sup>.

本文在分析传统 Doherty 功放的负载调制网络对带宽的影响基础上, 提出了一种新型负载调制网络以提高 Doherty 功放带宽, 实现了 1.5~2.3 GHz 的宽带 Doherty 功率放大器.

## 1 理论分析

### 1.1 传统 Doherty 功放的带宽限制因素

传统 Doherty 功放拓扑结构如图 1 所示. 在低功率输入时, 主功放工作, 辅助功放截止. 负载调制网络使得主功放的输出阻抗两倍于最优阻抗, 使得主功放在电流仅有最大输出电流一半的时候电压已经

收稿日期: 2016-09-11

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(LZ16F010001); 浙江省公益技术应用研究资助项目(2016C31070); 浙江省大学生新苗人才计划资助项目(2016R407065)

作者简介: 程知群(1964-), 男, 安徽巢湖人, 教授, 射频电路与系统.

4. S. Best and J. Morrow, Limitations of inductive circuit model representations of meander line antennas, *Antenna Propag Soc Int Sympos IEEE 1* (2003), 852–855.
5. T. Huynh and K. Lee, Single-layer single-patch wideband microstrip antenna, *Electron Lett 31* (1995), 1310–1312.
6. K.F. Tong, K.M. Luk, K.F. Lee, and R.Q. Lee, A broad-band u-slot rectangular patch antenna on a microwave substrate, *Antenna Propag IEEE Trans 48* (2000), 954–960.
7. J. Baena, J. Bonache, F. Martin, R. Sillero, F. Falcone, T. Lopetegui, M. Laso, J. Garcia-Garcia, I. Gil, M. Portillo, and M. Sorolla, Equivalent-circuit models for splitting resonators and complementary splitting resonators coupled to planar transmission lines, *Microw Theory Tech 53* (2005), 1451–1461.
8. M. Mandal and S. Sanyal, A novel defected ground structure for planar circuits, *Microw Wireless Compon Lett IEEE* (2006), 93–95.
9. Y. Sato, F. Campelo, and H. Igarashi, Meander line antenna design using an adaptive genetic algorithm, *Magn IEEE Trans 49* (2013), 1889–1892.
10. F. Jian, “The optimum designing method for wide bandwidth meander-line circular polarizer,” in *Antennas, Propagation and EM Theory, 2000. Proceedings. ISAPE 2000. 5th International Symposium on*, Aug 2000, pp. 10–13.
11. (2015) The IEEE Standards Association website. [Online]. Available at: <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html>
12. J. Kaur, R. Khanna, and M. Kartikeyan, “Novel dual-band multistrip monopole antenna with defected ground structure for wlan/lm/bluetooth/wimax applications,” *Int J Microw Wireless Technol 6* (2014), 93–100.
13. J. Kaur and R. Khanna, Development of dual-band microstrip patch antenna for wlan/lm/bluetooth/wimax applications, *Microw Opt Technol Lett 56* (2014), 988–993.
14. H. Nakano, A meander spiral antenna, *Antenna Propag Soc Int Sympos 3* (2004), 2243–2246.
15. (2015) The CST Microwave Studio website. Available at: <https://www.cst.com/Products/CSTMWS>
16. T. Weiland, Finite integration method and discrete electromagnetism, In: W. H. R. H. P. M. C. Carstensen, S. Punken (Eds.), *Computational electromagnetics*, Springer Berlin Heidelberg, 2003, chapter 3, pp. 183–198.
17. T. Warnagiris and T. Minardo, Performance of a meandered line as an electrically small transmitting antenna, *Antenna Propag IEEE Trans 46* (1998), 1797–1801.
18. G. Matthaei, A study of the phase and filter properties of arrays of parallel conductors between ground planes, *Proc IRE, 50* (1962), no. 3, 299–311.
19. J. Raibed and C.T. Tai, A new class of resonant antennas, *Antenna Propag IEEE Trans 39* (1991), 1428–1430.
20. C. Yue and S. Wong, A study on substrate effects of silicon-based of passive components, in *Microwave Symposium Digest, 1999 IEEE MTT-S International*, vol. 4, June 1999, pp. 1625–1628 vol.4.
21. W.G. Weng and N. Binti Soin, Theoretical study of on-chip meander line resistor to improve q-factor, in *Semiconductor Electronics (ICSE), 2014 IEEE International Conference on*, Aug 2014, pp. 475–478.
22. Y. Yamada and N. Michishita, Antenna efficiency improvement of a miniaturized meander line antenna by loading a high spivz material, in *Antenna Technology: Small Antennas and Novel Metamaterials, 2005. IWAT 2005. IEEE International Workshop on*, March 2005, pp. 159–162.
23. R. Muirji and M. Deen, Accurate modeling and parameter extraction for meander-line n-well resistors, *Electron Device IEEE Trans 52* (2005), 1364–1369.
24. K. Tong, K. Luk, K. Lee, and S. Shum, Analysis of broadband u-slot microstrip antenna, in *Antennas and Propagation, Tenth International Conference on (Conf. Publ. No. 436)*, vol. 1, Apr 1997, pp. 110–113

© 2016 Wiley Periodicals, Inc.

## A 3–7 GHz GaN HEMT POWER AMPLIFIER

Zhiqun Cheng,<sup>1</sup> Dandan Zhu,<sup>1</sup> Guoguo Yan,<sup>1</sup> Guohua Liu,<sup>1</sup> and Steven Gao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Key Lab of RF Circuit and System of Ministry of Education, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China; Corresponding author: zhiqun@hdu.edu.cn

<sup>2</sup>School of Engineering and Digital Arts, University of Kent, Canterbury, United Kingdom

Received 9 August 2015

**ABSTRACT:** An ultra-broadband power amplifier (PA) with TGF2023-2-10 GaN HEMT operating in the frequency of 3–7 GHz is presented in this article. The GaN HEMT transistor is modeled and the frequency compensation and multi impedance matching approach with different characteristic impedances of transmission line are employed for broadband impedance matching. The measured results agree well with the simulated results. The PA has output power of more than 41.2 dBm and small-signal gain of 8 dB at the frequency range of 3–7 GHz under DC bias of  $V_{ds} = 28$  V,  $V_{gs} = -2.98$  V. Details of device modeling, amplifier design, and simulated and measured results are presented and discussed. © 2016 Wiley Periodicals, Inc. *Microw Opt Technol Lett* 58:901–904, 2016; View this article online at [wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com). DOI 10.1002/mop.29699

**Key words:** GaN HEMT; ultra-broadband; power amplifier; device modeling; output power

### 1. INTRODUCTION

Design of broadband power amplifier (PA) is always an important challenge in many different applications including electronic warfare, wireless communications, radar and medical microwave imaging [1,2]. GaN HEMT transistor is attractive for RF/microwave PA applications, as it is easy to match the output impedance to 50-Ohm and achieve broadband impedance matching performance [3]. In the recent few years, numerous amplifiers have been developed based on the GaN HEMT by many researchers. However, the fundamental trade-off between bandwidth and output power remains the same: Higher output power level is usually obtained at the expense of a narrower bandwidth. And the maximum RF output power is less than 5 W over frequencies ranging from 3 to 7 GHz. Feedback, balanced structures, and distributed-type amplifiers are implemented to gain and output power. Despite these advantages, for an amplifier with a negative feedback structure, the bandwidth is obtained at the expense of power gain and noise [4]. Amplifiers designed with balanced and distributed structures both have a strong demand on the consistency of the power devices and power consumption of the circuits is high [5–7].

In this article, a GaN HEMT large-signal model is developed for precisely evaluating the power characteristics and designing high performance circuit. A novel broadband matching approach is employed in circuit design. The bonding wire connected the unpackaged chip and the peripheral circuit is modeled by software of HFSS. Furthermore, the experimental results demonstrate the accuracy of nonlinear model. The PA performance exhibit 41.2–43.9 dBm output power with minimum small signal gain of 8 dB and more than 28.8% power added efficiency (PAE) over 3–7 GHz in CW mode.

### 2. GaN HEMT TRANSISTOR MODELING

Requirement of the accurate GaN HEMT large-signal model should account for the main effects in the device like the

## 15158A SP6T RF switch based on IBM SOI CMOS technology\*

Cheng Zhiqun(程知群)<sup>1,†</sup>, Yan Guoguo(颜国国)<sup>1,2</sup>, Ni Wayne(倪文华)<sup>2</sup>, Zhu Dandan(朱丹丹)<sup>1</sup>,  
Ni Hannah(徐文华)<sup>2</sup>, Li Jin(李进)<sup>2</sup>, Chen Shuai(陈帅)<sup>1</sup>, and Liu Guohua(刘国华)<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>Key Laboratory of RF Circuit and System, Education Ministry, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China

<sup>2</sup>Hangzhou CannaTek Co., Ltd., Hangzhou 310018, China

**Abstract:** This paper presents the design of single-pole six-throw (SP6T) RF switch with IBM 0.18  $\mu\text{m}$  SOI CMOS technology, which can be widely used in a wireless communication system with its high performance and low cost. The circuit is designed and simulated by using an idea that the total load is divided into six branches and SOI special structures. The insertion loss is less than 0.6 dB, isolation is more than 30 dB, the input power  $P_{0.1\text{dB}}$  for 0.1 dB compression point is more than 37.5 dBm, IIP3 is more than 70 dBm, the 2nd and the 3rd harmonic compressions are more than 96 dBc, and the control voltage is (+2.46 V, 0, -2.46 V) in the frequency from 0.1 to 2.7 GHz.

**Key words:** silicon-on-insulator (SOI); complementary metal oxide semiconductor (CMOS); single-pole six-throw (SP6T); RF switch

DOI: 10.1088/1674-4926/37/3/03xxxx

EEACC: 2570

## 1. Introduction

With the development of wireless communication systems, the demands for the RF switch continue to stimulate the transformation of the mobile communication market. The RF switch plays an important role in mobile communications, satellites, radar and other communication systems. Especially in the case of cell phones, it is strongly required to have high integration, high sensitivity, and low distortion, and the consumer market increasingly trends to small size and low cost. Many designers have designed a number of highly integrated RF switches by using gallium arsenide (GaAs) technology<sup>[1,2]</sup>, but it is still hard to achieve high complexity and integration of the switch, for example, SP6T and SP7T, by using GaAs technology. Recently, SPMT T/R switch design in CMOS has gained research due to its excellent RF properties including low cost and integration. In 2002, Tinella and Michel<sup>[3]</sup> developed an RF SOI antenna switch in the 2.5–5 GHz band in France, its insertion loss is 0.7 dB and isolation is 50 dB. In 2007, Emam and Kaamouchi<sup>[4]</sup> of Belgium Leuven University developed a switching circuit based on the 0.13  $\mu\text{m}$  SOI process; this circuit consists of a float tube and body lead tubes, which are suitable for RF systems integration, and an operating range of 25–200 °C. This paper shows an SP6T RF switch circuit by the RF SOI CMOS process due to its low parasitic capacitance, high- $Q$  passives and high substrate isolation RF properties<sup>[5]</sup>. The test results show that: at the range of 0.1–2.7 GHz, the insertion loss is less than 0.6 dB, isolation is more than 30 dB, the input 0.1 dB compression point  $P_{0.1\text{dB}}$  is more than 37.5 dBm, and the 2nd and the 3rd harmonic are larger than 96 dBc. The size of the switch is  $0.6 \times 0.95 \text{ mm}^2$ .

## 2. Circuit design

Figure 1 shows the simplified topology for the SP6T switch consisting of six RF ports. The SP6T switch features a compact series-shunt topology covering 6 Tx/Rx channels. The series stack is used for signal transmission between the antenna and the RF system, and the shunt stack to ground enhances inter-channel isolation.

Figures 2 and 3 show the equivalent circuit diagram of each main road.  $R_{\text{on}}$  is the load resistivity, terminated with characteristic impedance  $Z_0$ , and then the insertion loss can be expressed as below:

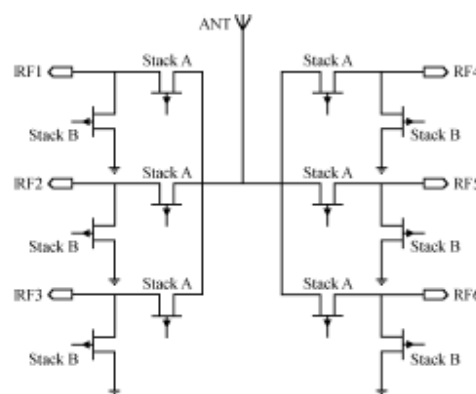


Figure 1. A simplified SP6T switch topology.

\* Project supported by the Zhejiang Provincial Natural Science Foundation of China (No. LZ16F010001).

† Corresponding author. Email: zhiqun@hdu.edu.cn, ghliu@hdu.edu.cn

Received 31 July 2015, revised manuscript received 26 October 2015

© 2016 Chinese Institute of Electronics



Contents lists available at ScienceDirect

Commun Nonlinear Sci Numer Simulat

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/cnsns](http://www.elsevier.com/locate/cnsns)

Research paper

## Initial condition-dependent dynamics and transient period in memristor-based hypogenetic jerk system with four line equilibria

Han Bao<sup>a</sup>, Ning Wang<sup>a</sup>, Bocheng Bao<sup>a,\*</sup>, Mo Chen<sup>a</sup>, Peipei Jin<sup>b</sup>, Guangyi Wang<sup>b</sup><sup>a</sup> School of Information Science and Engineering, Changzhou University, Changzhou 213164, China<sup>b</sup> Key Laboratory of RF Circuits and Systems, Ministry of Education of China, Institute of Modern Circuits and Intelligent Information, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China

## ARTICLE INFO

## Article history:

Received 13 April 2017  
 Revised 5 September 2017  
 Accepted 1 October 2017  
 Available online 3 October 2017

## Keywords:

Extreme multistability  
 Line equilibrium  
 Transient period  
 Memristor-based hypogenetic jerk system

## ABSTRACT

Memristor-based nonlinear dynamical system easily presents the initial condition-dependent dynamical phenomenon of extreme multistability, i.e., coexisting infinitely many attractors, which has been received much attention in recent years. By introducing an ideal and active flux-controlled memristor into an existing hypogenetic chaotic jerk system, an interesting memristor-based chaotic system with hypogenetic jerk equation and circuit forms is proposed. The most striking feature is that this system has four line equilibria and exhibits the extreme multistability phenomenon of coexisting infinitely many attractors. Stability of these line equilibria are analyzed, and coexisting infinitely many attractors' behaviors with the variations of the initial conditions are investigated by bifurcation diagrams, Lyapunov exponent spectra, attraction basins, and phased portraits, upon which the forming mechanism of extreme multistability in the memristor-based hypogenetic jerk system is explored. Specially, unusual transition behavior of long term transient period with steady chaos, completely different from the phenomenon of transient chaos, can be also found for some initial conditions. Moreover, a hardware circuit is design and fabricated and its experimental results effectively verify the truth of extreme multistability.

© 2017 Elsevier B.V. All rights reserved.

## 1. Introduction

Chaos is an interesting nonlinear phenomenon, which can be obtained from a significant class of nonlinear dynamical systems described by a set of autonomous ordinary differential equations [1–4]. Generally, a nonlinear dynamical system is physically fabricated with an analog electronic circuit using some off-the-shelf discrete components, such as resistor, capacitor, diode, operational amplifier, multiplier, and so on [5,6]. Based on which, complex nonlinear phenomena in various nonlinear dynamical systems can be experimentally measured and effectively validated from the implementation circuits [5–14].

Memristor, first postulated by Chua [15], is a unique and original two-terminal electronic component with an adjustable resistance or conductance [16]. In the last few years, by introducing memristors with different nonlinearities into some existing dynamical systems, several memristor-based chaotic/hyperchaotic systems are presented and studied [5,8–14], most

\* Corresponding author.

E-mail address: [mervinbao@126.com](mailto:mervinbao@126.com) (B. Bao).<https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2017.10.001>

1007-5704/© 2017 Elsevier B.V. All rights reserved.

## Research Article

# A Chaotic Oscillator Based on HP Memristor Model

Guangyi Wang, Mingzhang Cui, Bozhen Cai, Xiaoyuan Wang, and Tiling Hu

Key Laboratory of RF Circuits and Systems, Ministry of Education of China, Institute of Modern Circuits and Intelligent Information, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China

Correspondence should be addressed to Mingzhang Cui; [cmz\\_666@foxmail.com](mailto:cmz_666@foxmail.com)

Received 15 June 2015; Revised 15 September 2015; Accepted 15 October 2015

Academic Editor: Ricardo Raza

Copyright © 2015 Guangyi Wang et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

This paper proposes a simple autonomous memristor-based oscillator for generating periodic signals. Applying an external sinusoidal excitation to the autonomous system, a nonautonomous oscillator is obtained, which contains HP memristor model and four linear circuit elements. This memristor-based oscillator can generate periodic, chaotic, and hyperchaotic signals under the periodic excitation and an appropriate set of circuit parameters. It also shows that the system exhibits alternately a hidden attractor with no equilibrium and a self-excited attractor with a line equilibrium as time goes on. Furthermore, some specialities including burst chaos, irregular periodic bifurcations, and nonintermittence chaos of the circuit are found by theoretical analysis and numerical simulations. Finally, a discrete model for the HP memristor is given and the main statistical properties of this memristor-based oscillator are verified via DSP chip experiments and NIST (National Institute of Standards and Technology) tests.

## 1. Introduction

A memristor is a two-terminal circuit element, which was defined by Chua in 1971 [1]. Until 2008 the memristor with nanoscale was first realized in a  $\text{TiO}_2$  crossbar array structure form by Williams group from HP (Hewlett-Packard) labs [2]. As a new device with memory, its potential applications span different fields including nonvolatile memories on the nanoscale [3, 4], neuromorphic systems [5], chaotic circuits [6], and others [7, 8]. Thus the HP memristor has attracted immense interest rapidly from both industry and academia [9].

In many studies, applications of memristor are one of the active topics of research, since memristor is a new nonlinear memory element and can be used in memristor-based oscillator, information encryption, memory, and so on.

The first memristor oscillator with piecewise linear (PWL)  $\varphi$ - $q$  characteristics was proposed by Itoh and Chua [10], which was obtained from Chua's circuit. Then some memristor oscillators with a PWL nonlinearity or a smooth piecewise-quadratic nonlinearity are presented based on Chua's circuit [11, 12]. Meanwhile, some other memristor oscillators based on Chua's circuit are proposed, using diverse memristor models with the  $q$ - $\varphi$  nonlinearities:  $q(\varphi) = a\varphi + b\varphi^3$  [13]. In these studies, some new properties, which

are different from conventional chaos, such as equilibrium set, transient chaos, and stable chaos with an intermittence period, are found.

On the other hand, a few nonautonomous memristor oscillators are proposed. In [13], an oscillation circuit based on van der Pol circuit oscillator is implemented. Very recently, nonautonomous Chua's circuit is constructed by replacing Chua's diode with a memristor model characterized by the memductance  $W(\varphi) = -a + b|\varphi(t)|$ , which can exhibit some complex dynamical properties including transient chaos, transient hyperchaos, and chaotic beats [14].

Now the most common nonlinear  $\varphi$ - $q$  characteristics, including PWL, cubic, piecewise-quadratic, and absolute value function nonlinearity, of memristor are assumed and used to design memristor circuit. But HP  $\text{TiO}_2$  memristor is a realized operational device, so it is of great significance for researching application circuits with the HP memristor. However, only a few studies on HP memristor-based oscillators have reported. In [6], a chaotic oscillator based on the HP  $\text{TiO}_2$  memristor is introduced, which is very important for practical applications of memristor. But this circuit makes use of two HP memristors in parallel with opposite polarities, thereby showing a defect for circuit complexity. Reference [15] presents a complete model of HP memristor, which takes into consideration the interdependence between





## Security performance analysis of a chaotic stream cipher

Zhuosheng Lin · Guangyi Wang ·  
 Xiaoyuan Wang · Simin Yu · Jinhu Lu

Received: 4 November 2017 / Accepted: 5 June 2018 / Published online: 19 June 2018  
 © Springer Nature B.V. 2018

**Abstract** In this paper, the security performance analysis for a self-synchronization and closed-loop feedback-based chaotic stream cipher is given. According to the chosen-ciphertext attack method, it is found that under the condition of selecting the ciphertext as fixed value, the original chaotic iterative equation is degenerated into an asymptotically stable iterative one, so that the explicit function of state variables and key parameters can be obtained. Based on this idea, and according to the chosen-ciphertext attack method, a single key decipher algorithm is further investigated. Firstly, multiple pairs of plaintext-ciphertext are obtained by choosing the corresponding multiple frames of ciphertext as fixed values. Secondly, a set of possible estimated values for this single key is acquired by utilizing among one pair of plaintext-ciphertext. Finally, the only estimated value that satisfies all the conditions of multiple pairs of plaintext-ciphertext is determined, as an estimated value from the set of all possible estimated values. Security performance anal-

ysis results have shown that, under the condition that only one unknown key needs to be deciphered while the remaining keys are all known, the proposed algorithm can, respectively, decipher each individual key accurately. In addition, the attack complexity of the proposed method is lower than that of the exhaustive attack.

**Keywords** Chosen-ciphertext attack · Chaotic stream cipher · Security performance analysis · Attack complexity

### 1 Introduction

In 1989, Robert and Matthews proposed a chaotic scheme for the first time by investigating Logistic map [13]. Since then, many chaotic encryption algorithms have been proposed, which can be classified into five types: (1) Pure position scrambling [20]; (2) Open-loop based chaotic synchronization stream cipher [14]; (3) Chaotic self-synchronization stream cipher whose ciphertext is fed back into encryption process [22]; (4) Chaotic self-synchronization stream cipher whose ciphertext is fed back into chaotic system [18]; (5) Position scrambling combined with chaotic synchronization stream cipher or chaotic self-synchronization stream cipher [4, 16]. Recently, according to the principle of chaos anti-control, a new type of chaotic self-synchronization stream cipher, whose ciphertext is fed back into chaotic system, was proposed in [2, 11]. Com-

Z. Lin · S. Yu · G. Wang (✉) · X. Wang  
 School of Electronics and Information, Hangzhou Dianzi  
 University, Hangzhou 310018, China  
 e-mail: wanggyi@163.com

Z. Lin · S. Yu  
 College of Automation, Guangdong University of  
 Technology, Guangzhou 510006, China

J. Lu  
 Institute of Systems Science, Academy of Mathematics and Sys-  
 tems Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190,  
 China



[Dynamical characteristics of an HP memristor based on an equivalent circuit model in a chaotic oscillator](#)

Yuan Fang, Wang Guang-Yi, Wang Xiao-Yuan

Citation: Chin. Phys. B . 2015, 24(6): 060506. doi: 10.1088/1674-1056/24/6/060506

Journal homepage: <http://cpb.iphy.ac.cn>; <http://iopscience.iop.org/cpb>

What follows is a list of articles you may be interested in

---

物理学报 Acta Physica Sinica

 Chinese Physical Society

 Institute of Physics, CAS

一种忆感器模型及其振荡器的动力学特性研究

袁方 王光义 靳培培

Study on dynamical characteristics of a meminductor model and its meminductor-based oscillator

Yuan Fang Wang Guang-Yi Jin Pei-Pei

引用信息 Citation: *Acta Physica Sinica*, 64, 210504 (2015) DOI: 10.7498/aps.64.210504

在线阅读 View online: <http://dx.doi.org/10.7498/aps.64.210504>

当期内容 View table of contents: <http://wulixb.iphy.ac.cn/CN/Y2015/V64/I21>



知识节点
· 基本信息
· 摘要
· 基金
· 关键词
· DOI
· 分类号
· 文内图片
知识网络
· 引文网络
· 关联作者
· 相似文献
· 读者推荐
· 相关基金文献

### 基于改进型Henon映射的图像加密算法

高诗慧 王光义 新增培  
杭州电子科技大学电子信息学院

导出参考文献 + 关注 < 分享 · ★ 收藏 打印

摘要：在传统的Henon二维映射基础上,提出了一种改进型的Henon映射,增加了其序列复杂性和密钥空间.NIST测试表明,改进后的混沌序列具有良好的随机性.为了提高图像加密的安全性,利用此混沌序列设计了一种新的图像加密算法,将产生的两个混沌序列融合在一起组成了一个新的随机序列作为密钥序列.通过仿真验证了算法良好的加解密效果,降低了图像相邻像素间的相关性.解密时,改变其初始密钥后,无法正确解密,表明该算法具有良好的密钥敏感性,而计算所得的密钥空间非常大,表明该算法能有效地抵抗唯密文攻击,因此具有较高的安全性.

基金：国家自然科学基金资助项目(60971046,61281230357)；浙江省自然科学基金重点资助项目(LZ12F01001)；

关键词：Henon映射; 改进; 图像加密; 混沌;

DOI：10.13954/j.cnki.hdu.2017.05.001

分类号：TP309.7

文内图片：



杭州电子科技大学学报(自然科学版)  
Journal of Hangzhou Dianzi University (Natural Sciences)  
2017年05期  
ISSN：1001-9146

目录页浏览  
给本刊投稿

知识节点
· 基本信息
· 摘要
· 基金
· 关键词
· DOI
· 分类号
· 文内图片
知识网络
· 引文网络
· 关联作者
· 相似文献
· 读者推荐
· 相关基金文献

### 一个新的混沌系统及其共存吸引子的研究

史传宝 王光义 臧寿池  
杭州电子科技大学电子信息学院

导出参考文献 + 关注 < 分享 · ★ 收藏 打印

摘要：为进一步研究混沌系统特性,提出了一个具有多稳定性的三维连续混沌系统.通过平衡点、Lyapunov指数、分岔图和动力学地图分析了系统受参数影响的动力学特性.在参数固定的情况下,分析初值变化的Lyapunov指数谱,得到了多种共存吸引子.通过设计模拟电路实现了该系统,实验结果与仿真结果一致.对系统混沌二值序列进行了NIST伪随机性测试,随机性优于Lorenz系统,可作为随机信号源应用于信息加密和保密通信领域.

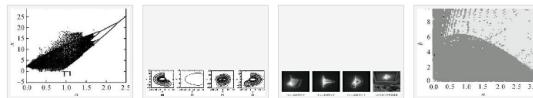
基金：国家自然科学基金资助项目(60971046,61281230357)；浙江省自然科学基金重点资助项目(LZ12F01001)；

关键词：三维混沌系统; 动力学地图; 共存吸引子;

DOI：10.13954/j.cnki.hdu.2017.04.001

分类号：O415.5

文内图片：



杭州电子科技大学学报(自然科学版)  
Journal of Hangzhou Dianzi University (Natural Sciences)  
2017年04期  
ISSN：1001-9146

目录页浏览  
给本刊投稿



## Two-memristor-based Chua's hyperchaotic circuit with plane equilibrium and its extreme multistability

Bocheng Bao<sup>✉</sup> · Tao Jiang · Guangyi Wang ·  
Peipei Jin · Han Bao · Mo Chen

Received: 19 January 2017 / Accepted: 27 March 2017 / Published online: 3 April 2017  
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2017

**Abstract** This paper presents a novel fifth-order two-memristor-based Chua's hyperchaotic circuit, which is synthesized from an active band pass filter-based Chua's circuit through replacing a nonlinear resistor and a linear resistor with two different memristors. This physical circuit has a plane equilibrium and therefore emerges complex phenomenon of extreme multistability. Based on the mathematical model, stability distributions of three nonzero eigenvalues in the equilibrium plane are exhibited, from which it is observed that four different stability regions with unstable saddle-focus, and stable and unstable node-focus are distributed, thereby leading to coexisting phenomenon of infinitely many attractors. Furthermore, extreme multistability depending on two-memristor initial conditions is investigated by bifurcation diagrams and Lyapunov exponent spectra and coexisting infinitely many attractors' behavior is revealed by phase portraits and attraction basins. At last, a hardware circuit is fabricated and some experimental observations are captured to verify that extreme multistability indeed exists in the two-memristor-based Chua's hyperchaotic circuit.

B. Bao (✉) · T. Jiang · H. Bao · M. Chen  
School of Information Science and Engineering,  
Changzhou University, Changzhou 213164, China  
e-mail: mervinhao@126.com

G. Wang · P. Jin  
Key Laboratory of RF Circuits and Systems, Ministry  
of Education of China, Institute of Modern Circuits and  
Intelligent Information, Hangzhou Dianzi University,  
Hangzhou 310018, China

**Keywords** Memristive circuit · Plane equilibrium ·  
Infinitely many attractor · Extreme multistability

### 1 Introduction

Memristor [1] has great application potentials in chaotic oscillating circuits for its nature nonlinearity and plasticity properties [2–19]. Different from conventional nonlinear dynamical circuits or systems, for a nonlinear dynamical circuit or system containing an ideal charge-/flux-controlled memristor, the most significant feature is that the long-term dynamical behavior of the constructing memristive circuit or system extremely relies on the initial state of the memristor, which leads to the appearance of coexisting infinitely many attractors in such memristor-based dynamical circuits or systems [16–19]. In other words, the long-term dynamical behavior associated with memristor initial state illustrates the emergence of extreme multistability [20,21]. In this paper, we focus on the construction of a novel fifth-order two-memristor-based Chua's hyperchaotic circuit and the resultantly complex phenomenon of extreme multistability emerging from this proposed memristive circuit.

Coexisting infinitely many attractors, defined as extreme multistability, for the same set of circuit parameters or system parameters in a nonlinear dynamical circuit or system are reported in [16–21]. For different initial states, many different kinds of attractors, such as left-right hyperchaotic or/and chaotic attractors with

- 知识节点
  - 基本信息
  - 摘要
  - 基金
  - 关键词
  - 分类号
- 知识网络
  - 引文网络
  - 关联作者
  - 相似文献
  - 读者推荐
  - 相关基金文献

### 忆感器文氏电桥振荡器

许德荣 王光义

杭州电子科技大学现代电路与智能信息研究所 武夷学院机电工程学院

导出参考文献 + 关注 分享 收藏 打印 印刷版

摘要：为了探索新型忆感器的特性,提出了一种新的忆感器模型,该模型考虑了内部变量的影响,更符合未来实际忆感器的性能,建立了其等效电路,分析了其特性.利用该忆感器模型,设计了一种忆感器文氏电桥混沌振荡器,分析了系统的稳定性和动力学行为.研究发现,此系统不仅存在周期、拟周期和混沌等多种状态,还发现了一些重要的动力学现象,如恒Lyapunov指数谱、非线性调幅、共存分岔模式和吸引子共存等复杂非线性现象,说明了这些特殊现象的基本机理和潜在应用.最后进行电路实验验证,验证了该振荡器的混沌特性.

基金：国家自然科学基金(批准号:61271064,60971046,61401134); 浙江省自然科学基金(批准号:LZ12F01001,LQ14F010008); 福建省自然科学基金(批准号:2016J01761); 浙江省重点科技创新团队(批准号:2010R50010)资助的课题--;

关键词：忆感器; 文氏电桥; 混沌; 吸引子共存;

分类号：TN752



物理学报  
Acta Physica Sinica  
2017年02期  
ISSN : 1000-3290  
中文核心期刊

目录页浏览  
全本刊脱稿  
编辑部邮箱

<> HTML阅读 CAJ下载 PDF下载

下载: 186

页码: 57-69



手机阅读本文

- 知识节点
  - 基本信息
  - 摘要
  - 基金
  - 关键词
  - DOI
  - 分类号
  - 文内图片
- 知识网络
  - 引文网络
  - 关联作者
  - 相似文献
  - 读者推荐
  - 相关基金文献

### 基于忆容器和忆感器的混沌振荡电路设计

戚寿池 王光义 史传宝

杭州电子科技大学电子信息学院

导出参考文献 + 关注 分享 收藏 打印

摘要：忆容器和忆感器是在忆阻器基础上定义的新型非线性记忆元件,目前未实现实际的忆容器和忆感器.为探究忆容器和忆感器在非线性电路中的特性,基于其数学模型设计了一个基于忆容器和忆感器的混沌振荡电路.通过对系统的分岔特性和Lyapunov指数等动力学特性的分析得出:在参数固定初始条件不同的情况下,系统出现了共存吸引子现象.对混沌系统进行了DSP实验验证,DSP实验结果与数值分析结果具有一致性.

基金：国家自然科学基金资助项目(60971046,61281230357); 浙江省自然科学基金重点资助项目(LZ12F01001);

关键词：忆容器; 忆感器; 混沌振荡器; 共存吸引子;

DOI：10.13954/j.cnki.hdu.2017.03.002

分类号：O415.5;TN702

文内图片：

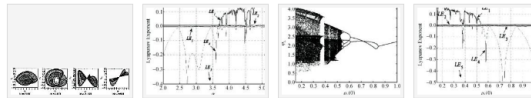


图2 混沌系统的混沌吸...

图4 Lyapunov...

图5 分岔图

图6 Lyapunov...



杭州电子科技大学学报(自然科学版)  
Journal of Hangzhou Dianzi University (Natural Sciences)  
2017年03期  
ISSN : 1001-9146

目录页浏览  
全本刊脱稿

- 知识节点
  - 基本信息
  - 摘要
  - 基金
  - 关键词
  - DOI
  - 分类号
  - 文内图片
- 知识网络
  - 引文网络
  - 关联作者
  - 相似文献
  - 读者推荐
  - 相关基金文献

### 基于P2P的VOIP混沌语音加密系统的设计

张惠民 王光义 靳增培  
杭州电子科技大学电子信息学院

记笔记

导出参考文献 + 关注 < 分享 ★ 收藏 打印

摘要：通过对Henon映射的改进,增大了混沌参数区间,减小了周期窗口,扩展了密钥空间,为避免长时间使用固定混沌序列作为密钥带来的安全隐患,使用改进的Henon映射设计了一种用于VOIP的动态IP分组加密方案,实现了语音加密.测试结果表明,动态分组加密系统具有良好的保密效果,可用于网络语音加密.

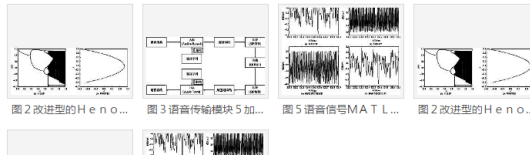
基金：国家自然科学基金资助项目(60971046,61281230357)；浙江省自然科学基金重点资助项目(LZ12F01001)；

关键词：P2P语音通信；混沌加密；Henon映射；

DOI：10.13954/j.cnki.hdu.2017.02.002

分类号：TN918.4

文内图片：



杭州电子科技大学学报(自然科学版)  
Journal of Hangzhou Dianzi University (Natural Sciences)  
2017年02期  
ISSN：1001-9146

目录页浏览  
给本刊投稿

检索 返回检索结果

工具 检索和跟踪 检索历史 标记结果列表

出版商处的免费全文 出版商处的全文 保存至 EndNote online 添加到标记结果列表

第 1 条, 共 1 条

#### Coexisting Oscillation and Extreme Multistability for a Memcapacitor-Based Circuit

作者: Wang, GY (Wang, Guangyi)<sup>[1]</sup>; Shi, CB (Shi, Chuanbao)<sup>[1]</sup>; Wang, XW (Wang, Xiaowei)<sup>[2]</sup>; Yuan, F (Yuan, Fang)<sup>[1]</sup>  
查看 ResearcherID 和 ORCID

MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING  
文献号: 6504969  
DOI: 10.1155/2017/6504969  
出版年: 2017  
文献类型: Article  
查看期刊影响力

#### 摘要

The coexisting oscillations are observed with a memcapacitor-based circuit that consists of two linear inductors, two linear resistors, and an active nonlinear charge-controlled memcapacitor. We analyze the dynamics of this circuit and find that it owns an infinite number of equilibrium points and coexisting attractors, which means extreme multistability arises. Furthermore, we also show the stability of the infinite many equilibria and analyze the coexistence of fix point, limit cycle, and chaotic attractor in detail. Finally, an experimental result of the proposed oscillator via an analog electronic circuit is given.

#### 关键词

KeyWords Plus: CHAOTIC OSCILLATOR; MEMRISTOR; EMULATOR; MEMINDUCTORS; DESIGN

#### 作者信息

通讯作者地址: Wang, XW (通讯作者)

[+] Shanghai Univ, Dept Automat, Shanghai 200072, Peoples R China.

#### 地址:

[+] [1] Hangzhou Dianzi Univ, Inst Modern Circuits & Intelligent Informat, Hangzhou 310018, Zhejiang, Peoples R China

[+] [2] Shanghai Univ, Dept Automat, Shanghai 200072, Peoples R China

#### 引文网络

在 Web of Science 核心合集 中

9

被引频次

创建引文跟踪

全部被引频次计数

9 / 所有数据库

查看较多计数

32

引用的参考文献

查看相关记录

#### 最近最常索引:

Rajagopal, Karthikeyan; Jafari, Sajad; Karthikeyan, Anitha; 等.  
Hyperchaotic Memcapacitor Oscillator with Infinite Equilibria and Coexisting Attractors.  
CIRCUITS SYSTEMS AND SIGNAL PROCESSING, 2018.

全文选项



保存为其他文件格式

添加到标记结果列表

第 1 条, 共 3 条

**Memcapacitor model and its application in chaotic oscillator with memristor**

作者: Wang, GY (Wang, Guangyi)<sup>[1]</sup>; Zang, SC (Zang, Shouchi)<sup>[1]</sup>; Wang, XY (Wang, Xiaoyuan)<sup>[1]</sup>; Yuan, F (Yuan, Fang)<sup>[1]</sup>; lu, HHC (lu, Herbert Ho-Ching)<sup>[2]</sup>  
查看 ResearcherID 和 ORCID

CHAOS  
卷: 27 期: 1  
文章号: 013110  
DOI: 10.1063/1.4973238  
出版年: JAN 2017  
文献类型: Article  
查看期刊影响力

摘要

Memristors and memcapacitors are two new nonlinear elements with memory. In this paper, we present a Hewlett-Packard memristor model and a charge-controlled memcapacitor model and design a new chaotic oscillator based on the two models for exploring the characteristics of memristors and memcapacitors in nonlinear circuits. Furthermore, many basic dynamical behaviors of the oscillator, including equilibrium sets, Lyapunov exponent spectrums, and bifurcations with various circuit parameters, are investigated theoretically and numerically. Our analysis results show that the proposed oscillator possesses complex dynamics such as an infinite number of equilibria, coexistence oscillation, and multi-stability. Finally, a discrete model of the chaotic oscillator is given and the main statistical properties of this oscillator are verified via Digital Signal Processing chip experiments and National Institute of Standards and Technology tests. Published by AIP Publishing.

关键词

KeyWords Plus: NEURAL-NETWORKS; ATTRACTORS; EMULATOR; CIRCUIT; DESIGN; DELAYS

引文网络

在 Web of Science 核心合集中

2

被引频次

创建引文跟踪

全部被引频次计数

2 / 所有数据库

查看较多计数

33

引用的参考文献

查看相关记录

最近最常引:

Guo, Zhane; Si, Ganequan; Diao, Lili; 等.

**A simple meminductor-based chaotic system with complicated dynamics**

作者: Xu, BR (Xu, Birong)<sup>[1,2]</sup>; Wang, GY (Wang, Guangyi)<sup>[1]</sup>; Shen, YR (Shen, Yiran)<sup>[1]</sup>

NONLINEAR DYNAMICS  
卷: 88 期: 3 页: 2071-2089  
DOI: 10.1107/151071-017-3363-y  
出版年: MAY 2017  
文献类型: Article  
查看期刊影响力

摘要

In this paper, we propose a novel meminductor model for exploring its characteristics. By using this model, a simple meminductor-based circuit with three elements is constructed. Stability and dynamical behaviors of the circuit are investigated in detail. The study finds that the system has complicated nonlinear phenomena, such as coexisting bifurcation modes, coexisting attractors, and two different kinds of chaotic transients. Furthermore, by the circuit experiment, the chaotic characteristics of the system are confirmed, which illustrates the validity of the theoretical analysis.

关键词

作者关键词: Chaos; Meminductor-based circuit; Coexisting attractors

KeyWords Plus: MEMCAPACITORS; CIRCUIT; IMPLEMENTATION; MEMRISTORS; EMULATOR; MODEL

作者信息

通讯作者地址: Wang, GY (通讯作者)

① Hangzhou Dianzi Univ, Inst Modern Circuits & Intelligent Informat, Hangzhou 310018, Zhejiang, Peoples R China.

地址:

① [ 1 ] Hangzhou Dianzi Univ, Inst Modern Circuits & Intelligent Informat, Hangzhou 310018, Zhejiang, Peoples R China

② [ 2 ] Wuyi Univ, Coll Mech & Elect Engn, Wuyishan 354300, Peoples R China

电子邮件地址: xubirong1@163.com; wanggy@163.com

基金资助致谢

基金资助机构

授权号

引文网络

在 Web of Science 核心合集中

0

被引频次

创建引文跟踪

34

引用的参考文献

查看相关记录

用于 Web of Science 中

在 Web of Science 中使用次数

8

19

最近 180 天

2013 年至今

进一步了解

此记录来自:

Web of Science 核心合集

建议修正

如果希望提高此记录中数据的质量, 请提供修正建议。

**Chaotic oscillator containing memcapacitor and meminductor and its dimensionality reduction analysis**

作者: Yuan, F (Yuan, Fang)<sup>[1]</sup>; Wang, GY (Wang, Guangyi)<sup>[1,3]</sup>; Wang, XW (Wang, Xiaowei)<sup>[2]</sup>  
[查看 ResearcherID 和 ORCID](#)

CHAOS  
 卷: 27 期: 3  
 文献号: 033103  
 DOI: 10.1063/1.4975825  
 出版年: MAR 2017  
 文献类型: Article  
[查看期刊影响力](#)

**摘要**  
 In this paper, smooth curve models of meminductor and memcapacitor are designed, which are generalized from a memristor. Based on these models, a new five-dimensional chaotic oscillator that contains a meminductor and memcapacitor is proposed. By dimensionality reducing, this five-dimensional system can be transformed into a three-dimensional system. The main work of this paper is to give the comparisons between the five-dimensional system and its dimensionality reduction model. To investigate dynamics behaviors of the two systems, equilibrium points and stabilities are analyzed. And the bifurcation diagrams and Lyapunov exponent spectrums are used to explore their properties. In addition, digital signal processing technologies are used to realize this chaotic oscillator, and chaotic sequences are generated by the experimental device, which can be used in encryption applications. Published by AIP Publishing.

**关键词**  
 KeyWords Plus: DYNAMIC ELEMENT; MEMRISTOR; CIRCUIT; SYNCHRONIZATION; ATTRACTORS

**作者信息**  
 通讯作者地址: Wang, GY (通讯作者)  
 [1] Hangzhou Dianzi Univ, Inst Modern Circuits & Intelligent Informat, Hangzhou 310018, Peoples R China.  
 地址:  
 [1] Hangzhou Dianzi Univ, Inst Modern Circuits & Intelligent Informat, Hangzhou 310018, Peoples R China  
 [2] Shanghai Univ, Dept Automat, Shanghai 200072, Peoples R China

**引文网络**  
 在 Web of Science 核心合集中  
 5  
 被引频次  
[创建引文跟踪](#)  
 全部被引频次计数  
 5 / 所有数据库  
[查看较多计数](#)

43  
 引用的参考文献  
[查看相关记录](#)

**最近最常索引:**  
 Chen, M.; Feng, Y.; Bao, H.; 等  
 State variable mapping method for studying initial-dependent dynamics in memristive hyperjerk system with line equilibrium.  
 CHAOS SOLITONS & FRACTALS (2018)  
 Chen, Mo; Bao, Bocheng; Jiang, Tao; 等  
 Flux-Charge Analysis of Initial State-Dependent Dynamical Behaviors of a Memristor Emulator-Based Chua's Circuit.  
 INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTATIONAL AND EXPERIMENTAL PHYSICS (2018)

检索 返回检索结果 工具 检索和跟踪 检索历史 标记结果列表

出版商处的免费全文 出版商处的全文 保存为其他文件格式 添加到标记结果列表

第 1 条, 共 2 条

**A Novel Memcapacitor Model and Its Application for Generating Chaos**

作者: Wang, GY (Wang, Guangyi)<sup>[1]</sup>; Jiang, SY (Jiang, Shiyi)<sup>[1]</sup>; Wang, XW (Wang, Xiaowei)<sup>[2]</sup>; Shen, YR (Shen, Yiran)<sup>[1]</sup>; Yuan, F (Yuan, Fang)<sup>[1]</sup>  
[查看 ResearcherID 和 ORCID](#)

MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING  
 文献号: 3173696  
 DOI: 10.1155/2016/3173696  
 出版年: 2016  
 文献类型: Article  
[查看期刊影响力](#)

**摘要**  
 Memristor and memcapacitor are new nonlinear devices with memory. We present a novel memcapacitor model that has the capability of capturing the behavior of a memcapacitor. Based on this model we also design a chaotic oscillator circuit that contains a HP memristor and the memcapacitor model for generating good pseudorandom sequences. Its dynamic behaviors, including equilibrium points, stability, and bifurcation characteristics, are analyzed in detail. It is found that the proposed oscillator can exhibit some complex phenomena, such as chaos, hyperchaos, coexisting attractors, abrupt chaos, and some novel bifurcations. Moreover, a scheme for digitally realizing this oscillator is provided by using the digital signal processor (DSP) technology. Then the random characteristics of the chaotic binary sequences generated from the oscillator are tested via the test suit of National Institute of Standards and Technology (NIST). The tested randomness definitely reaches the standards of NIST and is better than that of the well-known Lorenz system.

**关键词**  
 KeyWords Plus: MEMRISTOR; EMULATOR; CIRCUIT; MEMINDUCTORS; DESIGN

**作者信息**  
 通讯作者地址: Wang, XW (通讯作者)  
 [1] Shanghai Univ, Dept Automat, Shanghai 200072, Peoples R China.  
 地址:

**引文网络**  
 在 Web of Science 核心合集中  
 7  
 被引频次  
[创建引文跟踪](#)  
 全部被引频次计数  
 7 / 所有数据库  
[查看较多计数](#)

26  
 引用的参考文献  
[查看相关记录](#)

**最近最常索引:**  
 Chen, Wenlong; Wang, Xiaoling; Liu, Minghui; 等  
 Probabilistic Risk Assessment of RCC Dam Considering Grey-Stochastic-Fuzzy Uncertainty.  
 KSCE JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING (2018)

检索 返回检索结果 工具 检索和跟踪 检索历史 标记结果列表

出版商处的全文 保存为其他文件格式 添加到标记结果列表

第 1 条, 共 1 条

### A flux-controlled model of meminductor and its application in chaotic oscillator

作者: Wang, GY (Wang, Guang-Yi)<sup>[1]</sup>; Jin, PP (Jin, Pei-Pei)<sup>[1]</sup>; Wang, XW (Wang, Xiao-Wei)<sup>[2]</sup>; Shen, YR (Shen, Yi-Ran)<sup>[1]</sup>; Yuan, F (Yuan, Fang)<sup>[1]</sup>; Wang, XY (Wang, Xiao-Yuan)<sup>[1]</sup>

CHINESE PHYSICS B  
卷: 25 期: 9  
文献号: 090502  
DOI: 10.1088/1674-1056/25/9/090502  
出版年: SEP 2016  
文献类型: Article  
查看期刊影响力

**摘要**  
A meminductor is a new type of memory device developed from the memristor. We present a mathematical model of a flux-controlled meminductor and its equivalent circuit model for exploring the properties of the meminductor in a nonlinear circuit. We explore the response characteristics of the meminductor under the exciting signals of sinusoidal, square, and triangular waves by using theoretical analysis and experimental tests, and design a meminductor based oscillator based on the model. Theoretical analysis and experiments show that the meminductor-based oscillator possesses complex bifurcation behaviors and can generate periodic and chaotic oscillations. A special phenomenon called the co-existent oscillation that can generate multiple oscillations (such as chaotic, periodic oscillations as well as stable equilibrium) with the same parameters and different initial conditions occurs. We also design an analog circuit to realize the meminductor-based oscillator, and the circuit experiment results are in accordance with the theory analysis.

**关键词**  
作者关键词: meminductor; oscillator; chaos; co-existent attractor  
KeyWords Plus: MEMRISTOR; CIRCUIT; MEMCAPACITORS

**作者信息**  
通讯作者地址: Wang, XW (通讯作者)

**引文网络**  
在 Web of Science 核心合集中

**7**  
被引频次

创建引文跟踪

---

全部被引频次计数  
7 / 所有数据库  
查看较多计数

---

**21**  
引用的参考文献

查看相关记录

---

最近最常引用:  
Rajagopal, Karthikeyan; Jafari, Sajad; Karthikeyan, Anitha; 等. Hyperchaotic Memcapacitor Oscillator with Infinite Equilibria and Coexisting Attractors. CIRCUITS SYSTEMS AND SIGNAL

Web of Science Clarivate Analytics

检索 返回检索结果 工具 检索和跟踪 检索历史 标记结果列表

出版商处的全文 保存为其他文件格式 添加到标记结果列表

第 6 条, 共 7 条

### Chaos in a Meminductor-Based Circuit

作者: Yuan, F (Yuan, Fang)<sup>[1]</sup>; Wang, GY (Wang, Guangyi)<sup>[1]</sup>; Jin, PP (Jin, Peipei)<sup>[1]</sup>; Wang, XY (Wang, Xiaoyuan)<sup>[1]</sup>; Ma, GJ (Ma, Guojin)<sup>[2]</sup>

INTERNATIONAL JOURNAL OF BIFURCATION AND CHAOS  
卷: 26 期: 8  
文献号: 1650130  
DOI: 10.1142/S0218127416501303  
出版年: JUL 2016  
文献类型: Article  
查看期刊影响力

**摘要**  
A smooth curve model of meminductor and its equivalent circuit have been designed, on the condition that the meminductor is commonly unavailable. The equivalent circuit can be used for breadboard experiments for various application circuit designs of meminductor. Based on the meminductor, a new chaotic oscillator is proposed. The dynamical behaviors of the oscillator are investigated, including equilibrium set, Lyapunov exponent spectrum, bifurcations and dynamical map of the system. Particularly, the amplitude controlling is analyzed and coexisting attractors are found for conditions of different parameters. Furthermore, the experimental results are given to confirm the correction of the proposed meminductor model and the meminductor-based oscillator.

**关键词**  
作者关键词: Meminductor; chaos; chaotic oscillation  
KeyWords Plus: NEURAL-NETWORKS; CHUAS CIRCUIT; MEMRISTOR; MEMCAPACITORS; EMULATOR

**作者信息**  
Ma, Jun-Zhou; Dine Ahmad; Rashid; 等

**引文网络**  
在 Web of Science 核心合集中

**3**  
被引频次

创建引文跟踪

---

全部被引频次计数  
3 / 所有数据库  
查看较多计数

---

**22**  
引用的参考文献

查看相关记录

---

最近最常引用:  
Ma, Jun-Zhou; Dine Ahmad; Rashid; 等



Web of Science

Clarivate Analytics

检索 返回检索结果 工具 检索和跟踪 检索历史 标记结果列表

出版商处的全文 保存为其他文件格式 添加到标记结果列表

第 3 条, 共 4 条

### Coexisting attractors in a memcapacitor-based chaotic oscillator

作者: Yuan, F (Yuan, Fang)<sup>[1]</sup>; Wang, GY (Wang, Guangyi)<sup>[1]</sup>; Shen, YR (Shen, Yiran)<sup>[1]</sup>; Wang, XY (Wang, Xiaoyuan)<sup>[1]</sup>  
[查看 ResearcherID 和 ORCID](#)

NONLINEAR DYNAMICS  
 卷: 86 期: 1 页: 37-50  
 DOI: 10.1007/s11071-016-2870-6  
 出版年: OCT 2016  
 文献类型: Article  
[查看期刊影响力](#)

**摘要**  
 In this paper, a smooth curve model of memcapacitor and its equivalent circuit are designed. Based on this memcapacitor, a novel memcapacitive chaotic circuit is presented. Dynamical behaviors of the circuit with various parameters are investigated both theoretically and experimentally. The numerical results indicate that the circuit displays complex nonlinear properties including coexisting and symmetrical bifurcations. The main characteristic of this memcapacitive chaotic circuit is the various coexisting attractors. Different kinds of coexisting attractors and their corresponding conditions are given. The equilibrium set, Lyapunov exponent spectrum and the basin of attraction are also analyzed. Besides, experimental results are given to confirm the correction of the numerical simulations.

**关键词**  
 作者关键词: Chaos; Chaotic oscillation; Memcapacitor; Coexisting attractors  
 KeyWords Plus: CHLORITE THIOSULFATE REACTION; MEMRISTIVE NEURAL-NETWORKS; CHEMICAL OSCILLATORS; SYSTEMATIC DESIGN; DYNAMICS; EMULATOR; DELAYS

引文网络

在 Web of Science 核心合集中

**11**  
 被引频次

[创建引文跟踪](#)

---

全部被引频次计数

11 / 所有数据库

[查看较多计数](#)

---

**34**  
 引用的参考文献

[查看相关记录](#)

---

最近最常引:

Raiaogopal, Karthikeyan; Karthikeyan,

Web of Science InCites Journal Citation Reports Essential Science Indicators EndNote Publons Kopernio 登录 帮助 简体中文

Web of Science

Clarivate Analytics

检索 返回检索结果 工具 检索和跟踪 检索历史 标记结果列表

全文选项 保存为其他文件格式 添加到标记结果列表

第 1 条, 共 1 条

### Extreme multistability in a memristor-based multi-scroll hyper-chaotic system

作者: Yuan, F (Yuan, Fang)<sup>[1]</sup>; Wang, GY (Wang, Guangyi)<sup>[1]</sup>; Wang, XW (Wang, Xiaowei)<sup>[2]</sup>  
[查看 ResearcherID 和 ORCID](#)

CHAOS  
 卷: 26 期: 7  
 文献号: 073107  
 DOI: 10.1063/1.4958296  
 出版年: JUL 2016  
 文献类型: Article  
[查看期刊影响力](#)

**摘要**  
 In this paper, a new memristor-based multi-scroll hyper-chaotic system is designed. The proposed memristor-based system possesses multiple complex dynamic behaviors compared with other chaotic systems. Various coexisting attractors and hidden coexisting attractors are observed in this system, which means extreme multistability arises. Besides, by adjusting parameters of the system, this chaotic system can perform single-scroll attractors, double-scroll attractors, and four-scroll attractors. Basic dynamic characteristics of the system are investigated, including equilibrium points and stability, bifurcation diagrams, Lyapunov exponents, and so on. In addition, the presented system is also realized by an analog circuit to confirm the correction of the numerical simulations. Published by AIP Publishing.

**关键词**  
 KeyWords Plus: COMPLEX DYNAMICS; CIRCUIT

引文网络

在 Web of Science 核心合集中

**29**  
 被引频次

[创建引文跟踪](#)

---

全部被引频次计数

31 / 所有数据库

[查看较多计数](#)

---

**25**  
 引用的参考文献

[查看相关记录](#)

---

最近最常引:

Vin, Vinodhu; Zeng, Michael H; Zhang,

- 知识节点
  - 基本信息
  - 摘要
  - 基金
  - 关键词
  - 分类号
- 知识网络
  - 引文网络
  - 关联作者
  - 相似文献
  - 读者推荐
  - 相关基金文献

### 基于混沌占空置乱和DNA编码的图像加密算法

王光义 任国瑞 崔明章 蔡博振  
杭州电子科技大学电子信息学院

导出参考文献 关注 分享 收藏 打印

摘要：为了增强加密图像的安全性,提出一种新的基于混沌占空置乱和DNA编码的图像加密算法。首先根据一种离散混沌映射产生的伪随机序列使用占空法对图像矩阵的行和列进行随机交换,相比一般的混沌置乱大大提高了运算速度。然后利用另一种离散混沌映射产生两个伪随机序列分别对图像矩阵的前n行像素点和其余像素点进行异或运算生成加密图像。最后利用DNA编码规则,对图像矩阵中像素点灰度值的每两位二进制位分别进行对应的互补替换,达到图像扩散的目的,最终生成加密后的图像。对算法的统计特性、密钥敏感性及密钥空间进行仿真验证与分析,对算法的复杂性进行理论分析,分析结果显示该算法具有较高的安全性。

基金：国家自然科学基金项目(61271064)；  
关键词：混沌占空置乱; DNA编码; 图像加密; 安全性分析;  
分类号：TP309.7

HTML阅读 CAJ下载 PDF下载

下载: 113 页码: 298-302  
页数: 5 大小: 407K

手机阅读本文  
下载安装手机APP  
扫码阅读阅读本文



计算机应用与软件  
Computer Applications and Software  
2016年06期  
ISSN: 1000-386X

目录页浏览  
给本刊投稿  
编辑部邮箱

- 知识节点
  - 基本信息
  - 摘要
  - 基金
  - 关键词
  - DOI
  - 分类号
- 知识网络
  - 引文网络
  - 关联作者
  - 相似文献
  - 读者推荐
  - 相关基金文献

### 新二维离散超混沌映射及其在图像加密的应用

崔明章 王光义 任国瑞 新增培  
杭州电子科技大学电子信息学院

导出参考文献 关注 分享 收藏 打印

摘要：在分析logistic映射和cubic映射的基础上,针对一维映射混沌区间窄、映射函数简单的综合考量,提出了一种新的超混沌二维离散映射,该映射系统参数混沌区间大于logistic映射和cubic映射,映射值域也同样大于前二者,同时存在2个正的Laypunov指数的超混沌现象,迭代运算受计算机精度影响方面也低于一维映射,对其产生的二值伪随机序列进行了NIST标准测试,其随机性明显好于logistic和cubic映射,最后提出一个基于该二维映射的图像灰度加密算法,相比logistic和henon加密增大了密钥空间,降低了映射迭代的时间复杂度。

基金：国家自然科学基金资助项目(60971046,61281230357)；浙江省自然科学基金重点资助项目(LZ12F01001)；  
关键词：二维离散; 伪随机; 超混沌; 图像加密;  
DOI: 10.13954/j.cnki.hdu.2016.03.002  
分类号：TP309.7

HTML阅读 CAJ下载 PDF下载

下载: 114 页码: 6-11+17

手机阅读本文  
下载安装手机APP



杭州电子科技大学学报(自然科学版)  
Journal of Hangzhou Dianzi University (Natural Sciences)  
2016年03期  
ISSN: 1001-9146

目录页浏览  
给本刊投稿  
编辑部邮箱

- 知识节点**
- 基本信息
  - 摘要
  - 基金
  - 关键词
  - DOI
  - 分类号
  - 文内图片
- 知识网络**
- 引文网络
  - 关联作者
  - 相似文献
  - 读者推荐
  - 相关基金文献

## 一种新的数据库混沌加密系统

田先春 王光义 杨文青  
杭州电子科技大学电子信息学院

导出参考文献 + 关注 分享 收藏 打印

**摘要:** 为了提高数据库安全性,提出了一种基于混沌映射的数据库加密的方法,设计实现了一个数据库加密系统,加密系统采用一种性能良好的改进型Logistic映射,加密算法采用混沌AES混合算法,该算法把混沌二值序列作为AES算法的密钥,为提高混沌密钥的安全性,设计了一种新的改进型Logistic映射,该映射为满映射,且具有任意大的映射范围和参数密钥空间,因此具有良好的随机性和安全性。

**基金:** 国家自然科学基金资助项目(61271064,60971046); 浙江省自然科学基金重点资助项目(LZ12F01001);

**关键词:** Logistic映射; 数据库加密; AES算法;

DOI: 10.13954/j.cnki.hdu.2016.02.002

分类号: TP309.7;O415.5

文内图片:



杭州电子科技大学学报(自然科学版)  
Journal of Hangzhou Dianzi University (Natural Sciences)  
2016年02期  
ISSN: 1001-9146

目录页浏览 维本刊投稿

- 知识节点**
- 基本信息
  - 摘要
  - 基金
  - 关键词
  - DOI
  - 分类号
  - 文内图片
- 知识网络**
- 引文网络
  - 关联作者
  - 相似文献
  - 读者推荐
  - 相关基金文献

## 基于Qt/Embedded的多功能信号发生器设计与实现

杨文青 王光义 田先春  
杭州电子科技大学电子信息学院

导出参考文献 + 关注 分享 收藏 打印

**摘要:** 基于Qt/Embedded技术设计了一种嵌入式多功能信号发生器,该信号发生器通过Qt/Embedded与Linux触摸屏驱动程序来实现对功能界面的触摸操作,可实现连续混沌信号、数字伪随机信号和正弦波与方波的输出,连续与数字的伪随机信号分别由Lorenz映射以及改进型Tent混沌映射生成,采用DDS芯片AD9850实现正弦波与方波信号的输出,实际测试表明,该信号发生器可输出满足NIST标准的混沌随机序列、0~20 MHz的正弦信号和0~1 MHz的方波信号。

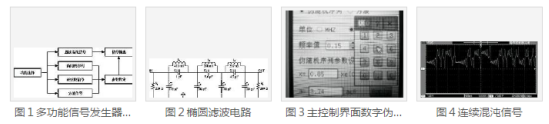
**基金:** 国家自然科学基金资助项目(60971046,61271064); 浙江省自然科学基金重点项目(LZ12F01001);

**关键词:** 信号发生器; 混沌; Qt/Embedded;

DOI: 10.13954/j.cnki.hdu.2016.01.001

分类号: TM935

文内图片:



杭州电子科技大学学报(自然科学版)  
Journal of Hangzhou Dianzi University (Natural Sciences)  
2016年01期  
ISSN: 1001-9146

目录页浏览 维本刊投稿

- 知识节点**
- 基本信息
  - 摘要
  - 基金
  - 分类号
- 知识网络**
- 引文网络
  - 关联作者
  - 相似文献
  - 读者推荐
  - 相关基金文献

# Memcapacitor model and its application in a chaotic oscillator

记录笔记

王光义 蔡博源 靳增增 胡体玲

Key Laboratory of RF Circuits and Systems, Ministry of Education of China, Institute of Modern Circuits and Intelligent Information, Hangzhou Dianzi University

导出参考文献 关注 分享 收藏 打印

**摘要** : A memcapacitor is a new type of memory capacitor. Before the advent of practical memcapacitor, the prospective studies on its models and potential applications are of importance. For this purpose, we establish a mathematical memcapacitor model and a corresponding circuit model. As a potential application, based on the model, a memcapacitor oscillator is designed, with its basic dynamic characteristics analyzed theoretically and experimentally. Some circuit variables such as charge, flux, and int... [更多](#)

**基金** : supported by the National Natural Science Foundation of China(Grant Nos.61271064,61401134; and 60971046); the Natural Science Foundation of Zhejiang Province,China(Grant Nos.LZ12F01001 and LQ14F010008); the Program for Zhejiang Leading Team of S&T Innovation,China(Grant No.2010R50010);

分类号 : TM53;TN752



Chinese Physics B

中国物理B

2016年01期

ISSN : 1674-1056

目录页浏览

给本刊投稿

CAJ下载

PDF下载

### 3. 研究生授权专利清单

1. 授权公告日：2018.6.5  
发明专利：AlGa<sub>N</sub>-Ga<sub>N</sub> HEMT 压力传感器工艺实现方法  
发明人：程知群，王凯，董志华，刘国华，周涛，柯华杰
2. 授权公告日：2018.11.16  
发明专利：改善带宽的三路 Doherty 功率放大器及实现方法  
发明人：程知群，张明，刘国华，董志华，周涛，柯华杰
3. 授权公告日：2015.11.18  
发明专利：一种宽带落入式微带铁氧体隔离器  
发明人：程知群，栾雅，贾明仕，连心想
4. 授权公告日：2018.9.7  
发明专利：一种磁控忆容器等效电路  
发明人：王光义, 吴珺, 蔡博振, 王晋
5. 授权公告日：2018.7.20  
发明专利：指数型忆感器电路  
发明人：王光义, 靳培培, 王晋
6. 授权公告日：2018.6.1  
发明专利：浮地压控忆阻器仿真器电路  
发明人：王光义, 许碧荣
7. 授权公告日：2018.11.2  
发明专利：一种忆容器仿真器电路  
发明人：王光义, 蒋诗意, 王晋
8. 授权公告日：2018.11.2  
发明专利：一种实现忆容器电容特性的模拟电路  
发明人：王光义, 臧寿池, 王晋
9. 授权公告日：2018.11.2  
发明专利：一种忆感器对数模型等效电路  
发明人：王光义, 史传宝, 王晋
10. 授权公告日：2015.9.16  
发明专利：一种忆阻器等效模拟电路  
发明人：王光义, 贺洁玲, 苏平
11. 授权公告日：2015.11.18

发明专利：一种实现自然指数混沌模拟电路及方法  
发明人：王光义, 刘云飞, 刘公致, 王忠林

12. 授权公告日：2014. 07. 09

发明专利：基于混沌技术的动态口令遥控锁  
发明人：刘公致, 王光义, 袁方, 孙永强, 高文飞

13. 授权公告日：2017. 2. 8

实用新型专利：一种高效宽带有序的谐波匹配结构  
发明人：赵子明, 程知群, 刘国华, 董志华

14. 授权公告日：2017. 1. 4

实用新型专利：一种高线形高效率功率放大器  
发明人：轩雪飞, 程知群, 刘国华, 李江舟, 张明, 赵子明, 涂琴

15. 授权公告日：2017. 6. 23

发明专利：一种数字 DC-DC 开关电源电路  
发明人：程知群, 连心想, 栾雅, 贾民仕

16. 授权公告日：2017. 1. 4

实用新型专利：一种基于谐波控制的高效率 Doherty 功率放大器  
发明人：张明, 程知群, 李江舟, 刘国华, 董志华, 柯华杰, 周涛

17. 授权公告日：2016. 9. 28

实用新型专利：一种连续 EF 类高效率宽带功率放大器  
发明人：李江舟, 程知群, 张明, 董志华, 刘国华, 周涛, 柯华杰

18. 授权公告日：2017. 1. 4

实用新型专利：一种可重构高效率高线性宽带功率放大器  
发明人：程知群, 王凯, 范凯凯, 刘国华

19. 授权公告日：2016. 9. 7

发明专利：一种光敏太阳定位传感器  
发明人：程知群, 连心想, 贾民仕, 栾雅

20. 授权公告日：2016. 12. 7

实用新型专利：一种紧凑型宽带 Doherty 功率放大器  
发明人：张明, 程知群, 李江舟, 董志华, 刘国华, 柯华杰, 周涛

21. 授权公告日：2016. 3. 9

实用新型专利：一种基于极化参杂效应的太赫兹二极管  
发明人：董志华, 程知群, 刘国华, 周涛, 柯华杰

22. 授权公告日：2015. 9. 2



实用新型专利：高隔离度、低衬底泄露的射频开关电路  
发明人：程知群，颜国国，朱丹丹，陈帅，范凯凯，王凯

23. 授权公告日：2016.3.9

实用新型专利：一种基于极化参杂效应的太赫兹二极管  
发明人：董志华，程知群，刘国华，周涛，柯华杰

24. 授权公告日：2015.9.2

实用新型专利：一种 AlGaIn/GaN HEMT 压力传感器  
发明人：王凯，程知群，董志华，刘国华，周涛，柯华杰

25. 授权公告日：2014.7.9

实用新型专利：提高压电极化强度的新型 HEMT  
发明人：程知群，栾雅，连心想

26. 授权公告日：2014.9.17

实用新型专利：宽带落入式微带铁氧体隔离器  
发明人：程知群，栾雅，贾民仕，连心想

27. 授权公告日：2015.1.7

实用新型专利：一种数字 DC-DC 开关电源  
发明人：程知群，连心想，栾雅，贾民仕

28. 授权公告日：2014.7.9

实用新型专利：降低太阳能发电系统热岛效应的装置  
发明人：程知群，连心想，栾雅，贾民仕

29. 授权公告日：2014.7.9

实用新型专利：光敏太阳定位传感器  
发明人：程知群，连心想，贾民仕，栾雅

30. 授权公告日：2014.1.29

实用新型专利：提高压力传感器检测灵敏度装置  
发明人：程知群，连心想，栾雅

31. 授权公告日：2016.1.20

发明专利：一种忆阻器仿真器  
发明人：王光义，彭存建，贺洁玲，苏平

32. 授权公告日：2016.2.24

发明专利：一种基于随机抽位量化的混沌密码产生方法  
发明人：王光义，刘公致，王晓飞，苏平

33. 授权公告日：2017.1.25

发明专利：一种指数  $a^x$  运算电路及其实现方法  
发明人：王光义, 刘威, 王晓炜, 任国瑞

34. 授权公告日：2016. 1. 20

发明专利：一种对数  $\log_a x$  运算电路及其实现方法  
发明人：王光义, 范婷婷, 刘威, 任国瑞

35. 授权公告日：2016. 5. 18

实用新型专利：忆容器仿真器的电路  
发明人：王光义, 蒋诗意, 王晋

36. 授权公告日：2016. 5. 25

实用新型专利：一种指数型忆感器电路  
发明人：王光义, 靳培培, 王晋

37. 授权公告日：2016. 9. 7

实用新型专利：磁控忆容器等效电路  
发明人：王光义, 吴珺, 蔡博振, 王晋

38. 授权公告日：2016. 5. 25

实用新型专利：一种浮地压控忆阻器仿真器电路  
发明人：王光义, 许碧荣

39. 授权公告日：2016. 5. 25

实用新型专利：一种基于数字电位器的忆阻器仿真器电路  
发明人：王光义, 袁方, 王晋, 彭存建, 张祥

40. 授权公告日：2016. 5. 18

实用新型专利：实现忆容器电容特性的模拟电路  
发明人：王光义, 臧寿池, 王晋

41. 授权公告日：2016. 5. 11

实用新型专利：实现忆感器特性的模拟电路  
发明人：王光义, 靳培培, 王晋

证书号第 2951533 号



# 发明专利证书

发明名称: AlGaIn/GaN HEMT 压力传感器工艺实现方法

发明人: 程知群;王凯;董志华;刘国华;周涛;柯华杰

专利号: ZL 2015 1 0160791.9

专利申请日: 2015 年 04 月 07 日

专利权人: 杭州电子科技大学

地址: 310018 浙江省杭州市下沙高教园区 2 号大街

授权公告日: 2018 年 06 月 05 日

授权公告号: CN 104733522 B

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查, 决定授予专利权, 颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年, 自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 04 月 07 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的, 专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第 3151558 号



# 发明专利证书

发明名称：改善带宽的三路 Doherty 功率放大器及实现方法

发明人：程知群；张明；刘国华；董志华；周涛；柯华杰

专利号：ZL 2016 1 0889028.4

专利申请日：2016 年 10 月 12 日

专利权人：杭州电子科技大学

地址：310018 浙江省杭州市下沙高教园区

授权公告日：2018 年 11 月 16 日

授权公告号：CN 106411275 B

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 10 月 12 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



证书号第 3843538 号



## 发明专利证书

发明名称：一种宽带落入式微带铁氧体分离器

发明人：程知群；龚胜；贾民仕；连心想

专利号：ZL 2014 1 0006154.1

专利申请日：2014年01月06日

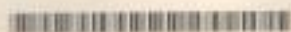
专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2015年11月18日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年3月06日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况，专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)



证书号第 5899748 号



# 实用新型专利证书

实用新型名称：一种高效宽带有序的谐波匹配结构

发明人：赵子明；程知群；刘国华；董志华

专利号：ZL 2016 2 0795003.3

专利申请日：2016 年 07 月 27 日

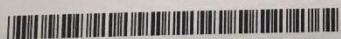
专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2017 年 02 月 08 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 07 月 27 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



证书号第5827426号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种高线性高效率功率放大器

发明人：轩雪飞;程知群;刘国华;李江舟;张明;赵子明;涂琴

专利号：ZL 2016 2 0545914.0

专利申请日：2016年06月06日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2017年01月04日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年06月06日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第1页(共1页)



证书号第 2527523 号



# 发明专利证书

发明名称：一种数字 DC-DC 开关电源电路

发明人：程知群;连心想;栾雅;贾民仕

专利号：ZL 2014 1 0486868.7

专利申请日：2014 年 09 月 22 日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2017 年 06 月 23 日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 09 月 22 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第 5581775 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种基于谐波控制的高效率 Doherty 功率放大器

发 明 人：张明；程知群；李江舟；刘国华；董志华；柯华杰；周涛

专 利 号：ZL 2016 2 0421160.8

专利申请日：2016 年 05 月 11 日

专 利 权 人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016 年 09 月 28 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 05 月 11 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第 5581696 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种连续 EF 类高效率宽带功率放大器

发 明 人：李江舟；程知群；张明；董志华；刘国华；周涛；柯华杰

专 利 号：ZL 2016 2 0421660.1

专利申请日：2016 年 05 月 11 日

专 利 权 人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016 年 09 月 28 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 05 月 11 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)



证书号第5258876号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种可重构高效率高线性宽带功率放大器

发明人：程知群；王凯；范凯凯；刘国华

专利号：ZL 2015 2 1041251.0

专利申请日：2015年12月15日

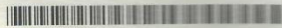
专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016年06月08日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年12月15日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第1页(共1页)

证书号第2225443号



# 发明专利证书

发明名称：一种光敏太阳定位传感器

发明人：程知群;连心想;贾民仕;栾雅

专利号：ZL 2013 1 0668555.9

专利申请日：2013年12月11日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016年09月07日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年12月11日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



证书号第 5766424 号



# 实用新型专利证书

实用新型名称：一种紧凑型宽带 Doherty 功率放大器

发 明 人：张明;程知群;李江舟;董志华;刘国华;柯华杰;周涛

专 利 号：ZL 2016 2 0416990.1

专利申请日：2016 年 05 月 10 日

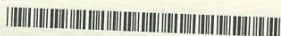
专 利 权 人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016 年 12 月 07 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 05 月 10 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)





证书号第 5053697 号



# 实用新型专利证书

实用新型名称：一种基于极化掺杂效应的太赫兹二极管

发明 人：董志华;程知群;刘国华;周涛;柯华杰

专 利 号：ZL 2015 2 0488512.7

专利申请日：2015 年 07 月 03 日

专 利 权 人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016 年 03 月 09 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 07 月 03 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨





证书号第 5899748 号



# 实用新型专利证书

实用新型名称：一种高效宽带有序的谐波匹配结构

发 明 人：赵子明；程如群；刘国华；董志华

专 利 号：ZL 2016 2 0796003.3

专利申请日：2016 年 07 月 27 日

专 利 权 人：杭州电子科技大学

授权公告日：2017 年 02 月 08 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 07 月 27 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况，专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



证书号 第 5827428 号



# 实用新型专利证书

实用新型名称：一种高线性高效功率放大器

发 明 人：杜雪飞；程知群；刘国华；李江舟；张明；赵子明；徐琴

专 利 号：ZL 2016 2 0545914.0

专利申请日：2016年06月06日

专 利 权 人：杭州电子科技大学

授权公告日：2017年01月04日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年06月06日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 共 1 页

证书号第5053697号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种基于极化掺杂效应的太赫兹二极管

发明人：董志华;程知群;刘国华;周涛;柯华杰

专利号：ZL 2015 2 0488512.7

专利申请日：2015年07月03日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016年03月09日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。未专利的年费应当在每年07月02日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第1页(共1页)

证书号第 3064273 号



# 发明专利证书

发明名称：一种磁控忆容器等效电路

发明人：王光义;吴珺;蔡博振;王晋

专利号：ZL 2015 1 0908431.2

专利申请日：2015 年 12 月 10 日

专利权人：杭州电子科技大学

地址：310018 浙江省杭州市下沙高教园区 2 号大街

授权公告日：2018 年 09 月 07 日

授权公告号：CN 105373677 B

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 10 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)



证书号第 3007577 号



# 发明专利证书

发明名称：指数型忆感器电路

发明人：王光义;靳培培;王晋

专利号：ZL 2015 1 0940074.8

专利申请日：2015 年 12 月 15 日

专利权人：杭州电子科技大学

地址：310018 浙江省杭州市下沙高教园区 2 号大街

授权公告日：2018 年 07 月 20 日

授权公告号：CN 105447270 B

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 15 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第2944112号



# 发明专利证书

发明名称：浮地压控忆阻器仿真器电路

发明人：王光义;许碧荣

专利号：ZL 2015 1 0937478.1

专利申请日：2015年12月15日

专利权人：杭州电子科技大学

地址：310018 浙江省杭州市下沙高教园区2号大街

授权公告日：2018年06月01日

授权公告号：CN 105553459 B

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年12月15日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第1页(共1页)

证书号第3130943号



# 发明专利证书

发明名称：一种忆容器仿真器电路

发明人：王光义;蒋诗意;王晋

专利号：ZL 2015 1 0909762.8

专利申请日：2015年12月10日

专利权人：杭州电子科技大学

地址：310018 浙江省杭州市下沙高教园区2号大街

授权公告日：2018年11月02日

授权公告号：CN 105373678 B

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年12月10日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第1页(共1页)



证书号第 3134032 号



# 发明专利证书

发明名称：一种实现忆容器电容特性的模拟电路

发明人：王光义；臧寿池；王晋

专利号：ZL 2015 1 0916745.7

专利申请日：2015 年 12 月 10 日

专利权人：杭州电子科技大学

地址：310018 浙江省杭州市下沙高教园区 2 号大街

授权公告日：2018 年 11 月 02 日

授权公告号：CN 105373679 B

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 10 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第 3134033 号



# 发明专利证书

发明名称：一种忆感器对数模型等效电路

发明人：王光义;史传宝;王晋

专利号：ZL 2015 1 0916922.1

专利申请日：2015 年 12 月 10 日

专利权人：杭州电子科技大学

地址：310018 浙江省杭州市下沙高教园区 2 号大街

授权公告日：2018 年 11 月 02 日

授权公告号：CN 105389443 B

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 10 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第 1904713 号



# 发明专利证书

发明名称：一种忆阻器仿真器

发明人：王光义;彭存建;贺洁玲;苏平

专利号：ZL 2013 1 0159817.9

专利申请日：2013 年 05 月 02 日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016 年 01 月 20 日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 05 月 02 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)



证书号第 1959658 号



# 发明专利证书

发明名称：一种基于随机抽位量化的混沌密码产生方法

发明人：王光义；刘公致；王晓飞；苏平

专利号：ZL 2013 1 0149639.1

专利申请日：2013 年 04 月 25 日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016 年 02 月 24 日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 04 月 25 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第 2357719 号



# 发明专利证书

发明名称：一种指数  $a^x$  运算电路及其实现方法

发明人：王光义；刘威；王晓炜；任国瑞

专利号：ZL 2014 1 0248219.3

专利申请日：2014 年 06 月 05 日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2017 年 01 月 25 日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 06 月 05 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第2337284号



# 发明专利证书

发明名称：一种对数  $\log_a x$  运算电路及其实现方法

发明人：王光义；范婷婷；刘威；任国瑞

专利号：ZL 2014 1 0248131.1

专利申请日：2014年06月05日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2017年01月11日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实地细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年06月05日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况，专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第1页(共1页)



证书号第 5221766 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：实现忆容器电容特性的模拟电路

发 明 人：王光义；臧寿池；王晋

专 利 号：ZL 2015 2 1020592. X

专利申请日：2015 年 12 月 10 日

专 利 权 人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016 年 05 月 18 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 10 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第 5198920 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：实现忆感器特性的模拟电路

发明人：王光义；靳培培；王晋

专利号：ZL 2015 2 1019998.6

专利申请日：2015 年 12 月 10 日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016 年 05 月 11 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 10 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



证书号第5221530号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：忆容器仿真器的电路

发明人：王光义;蒋诗意;王晋

专利号：ZL 2015 2 1020153.9

专利申请日：2015年12月10日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016年05月18日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年12月10日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨





证书号第5240378号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种指数型忆感器电路

发明人：王光义;靳培培;王晋

专利号：ZL 2015 2 1047739.4

专利申请日：2015年12月15日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016年05月25日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年12月15日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第1页(共1页)

证书号第 5531133 号



# 实用新型专利证书

实用新型名称：磁控忆容器等效电路

发 明 人：王光义；吴珺；蔡博振；王晋

专 利 号：ZL 2015 2 1019626.3

专利申请日：2015 年 12 月 10 日

专 利 权 人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016 年 09 月 07 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 10 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨





证书号第 5239132 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种浮地压控忆阻器仿真器电路

发 明 人：王光义;许碧荣

专 利 号：ZL 2015 2 1049866.8

专利申请日：2015 年 12 月 15 日

专 利 权 人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016 年 05 月 25 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 15 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第 5239991 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种基于数字电位器的忆阻器仿真器电路

发 明 人：王光义;袁方;王晋;彭存建;张祥

专 利 号：ZL 2015 2 1068678.X

专利申请日：2015 年 12 月 18 日

专 利 权 人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016 年 05 月 25 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 18 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第 1787712 号



# 发明专利证书

发明名称：一种忆阻器等效模拟电路

发明人：王充义；贾洁玲；苏平

专利号：ZL 2013 1 0132250.5

专利申请日：2013 年 04 月 16 日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2015 年 09 月 16 日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 04 月 16 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第 1843274 号



## 发明专利证书

发明名称：一种实现自然指数混沌模拟电路及方法

发明人：王光义；刘云飞；刘公致；王忠林

专利号：ZL 2013 1 0412218.1

专利申请日：2013 年 04 月 01 日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2015 年 11 月 18 日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记，专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 04 月 01 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第1437190号



# 发明专利证书

发明名称：基于混沌技术的动态口令遥控锁

发明人：刘公致；王光义；袁方；孙永强；高文飞

专利号：ZL 2012 1 0042293.0

专利申请日：2012年02月23日

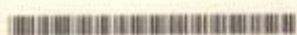
专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2014年07月09日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年02月23日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第1页(共1页)



证书号第 4575673 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：高隔离度、低衬底泄露的射频开关电路

发 明 人：程知群；颜国国；朱丹丹；陈赫；范凯凯；王凯

专 利 号：ZL 2015 2 0358124.7

专利申请日：2015 年 05 月 28 日

专 利 权 人：杭州电子科技大学

授权公告日：2015 年 09 月 02 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 05 月 28 日前缴纳，未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第 5053697 号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种基于极化掺杂效应的太赫兹二极管

发 明 人：董志华；程知群；刘国华；周涛；柯华杰

专 利 号：ZL 2015 2 0488512.7

专利申请日：2015 年 07 月 03 日

专 利 权 人：杭州电子科技大学

授权公告日：2016 年 03 月 09 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 07 月 03 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第4575094号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种AlGaN/GaN HEMT 压力传感器

发明人：王凯；程知群；董志华；刘国华；周涛；柯华杰

专利号：ZL 2015 2 0205080.8

专利申请日：2015年04月07日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2015年09月02日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年04月07日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或者名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第1页(共1页)

证书号第 3673494 号



# 实用新型专利证书

实用新型名称: 提高高压电极化强度的新型 HEMT

发 明 人: 程知群; 栾雅; 连心想; 贾民仕

专 利 号: ZL 2014 2 0008679.4

专利申请日: 2014 年 01 月 06 日

专 利 权 人: 杭州电子科技大学

授权公告日: 2014 年 07 月 09 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查, 决定授予专利权, 颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年, 自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 01 月 06 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的, 专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)



证书号第 3809942 号



# 实用新型专利证书

实用新型名称: 宽带落入式微带铁氧体隔离器

发明人: 程知群; 奕雅; 贾民仕; 连心想

专利号: ZL 2014 2 0008931.1

专利申请日: 2014 年 01 月 06 日

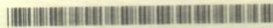
专利权人: 杭州电子科技大学

授权公告日: 2014 年 09 月 17 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查, 决定授予专利权, 颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年, 自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 01 月 06 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的, 专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)



证书号第 4054985 号



# 实用新型专利证书

实用新型名称：一种数字 DC-DC 开关电源电路

发 明 人：程知群;连心想;栾雅;贾民仕

专 利 号：ZL 2014 2 0546472.2

专利申请日：2014 年 09 月 22 日

专 利 权 人：杭州电子科技大学

授权公告日：2015 年 01 月 07 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 09 月 22 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



证书号第3672560号



# 实用新型专利证书

实用新型名称：降低太阳能发电系统热岛效应的装置

发明人：程知群;连心想;栾雅;贾民仕

专利号：ZL 2013 2 0810562.3

专利申请日：2013年12月11日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2014年07月09日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年12月11日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第1页(共1页)

证书号第 3673530 号



# 实用新型专利证书

实用新型名称：光敏太阳定位传感器

发 明 人：程知群;连心想;贾民仕;栾雅

专 利 号：ZL 2013 2 0810266.3

专利申请日：2013 年 12 月 11 日

专 利 权 人：杭州电子科技大学

授权公告日：2014 年 07 月 09 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 11 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)



证书号第 3384029 号



# 实用新型专利证书

实用新型名称：提高压力传感器检测灵敏度装置

发明人：程知群;连心想;奕雅

专利号：ZL 2013 2 0418297.4

专利申请日：2013年07月15日

专利权人：杭州电子科技大学

授权公告日：2014年01月29日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年07月15日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

#### 4. 研究生竞赛获奖证书清单

姓名	奖项名称	获奖等级	颁奖部门	时间	指导老师
张振东	中国研究生电子设计竞赛	全国一等奖	中国研究生电子设计竞赛组委会	2018	程知群(优秀指导老师)
李 晨					
熊国萍					
徐 雷	研究生创新实践系列大赛华为杯首届创芯大赛	全国三等奖	中国研究生创芯大赛组委会	2018	程知群
田健廷					
冯 瀚					
张振东	研究生创新实践系列大赛华为杯首届创芯大赛	全国三等奖	中国研究生创芯大赛组委会	2018	程知群
熊国萍					
李 晨					
张振东	全国大学生集成电路创新创业大赛	全国三等奖	全国大学生集成电路创新创业大赛组委会	2018	程知群(优秀指导老师)
熊国萍					
李 晨					
李振北	全国大学生集成电路创新创业大赛	全国优秀奖	全国大学生集成电路创新创业大赛组委会	2018	孙朋飞
芦亚文					
吴 倩					
张振东	中国研究生电子设计竞赛	全国一等奖	中国研究生电子设计竞赛组委会	2017	程知群(优秀指导老师)
熊国萍					
李 晨					
张振东	中国研究生电子设计竞赛	最佳论文奖	中国研究生电子设计竞赛组委会	2017	程知群
李 晨					
熊国萍					
张 明	中国研究生电子设计竞赛	全国三等奖	中国研究生电子设计竞赛组委会	2017	程知群
李江舟					
赵子明					
轩雪飞					
李江舟	中国研究生电子设计竞赛	全国三等奖	中国研究生电子设计竞赛组委会	2016	程知群(优秀指导老师)
赵子明					
张 明					
陈帅	中国研究生电子设计竞赛	全国一等奖	中国研究生电子设计竞赛组	2015	程知群(优秀指导老
王凯					



范凯凯			委会		师)
颜国国	中国研究生电子设计竞赛	华东赛区二等奖	中国研究生电子设计竞赛组委会	2015	程知群
章超					
朱丹丹					
方书放	中国研究生电子设计竞赛	华东赛区三等奖	中国研究生电子设计竞赛组委会	2014	程知群
冯骏					
颜国国					
李素东	中国研究生电子设计竞赛	华东赛区二等奖	中国研究生电子设计竞赛组委会	2018	刘国华
杨仁好					
蒋俊杰					
刘义富					
徐雷	中国研究生电子设计竞赛	华东赛区二等奖	中国研究生电子设计竞赛组委会	2017	刘国华
冯瀚					
田健廷					
范凯凯	中国研究生电子设计竞赛	全国二等奖	中国研究生电子设计竞赛组委会	2016	刘国华(优秀指导老师)
轩雪飞					
涂琴					
杨小雨	全国研究生电子设计大赛	华东赛区一等奖	中国研究生电子设计竞赛组委会	2017	陈科明(优秀指导老师)
江倩					
孙萌					
金文灿					
周涛	中国研究生智慧城市技术与创意设计大赛	全国三等奖	中国研究生智慧城市技术与创意设计竞赛组委会	2017	陈科明
张凌云					
徐俊祎					
蔡孟君					
孟欣	全国研究生移动终端应用设计大赛	全国二等奖	全国研究生移动终端应用设计竞赛组委会	2016	陈科明
康晓					
金文灿					
王乐					
马明星	全国研究生移动终端应用设计大赛	全国二等奖	全国研究生移动终端应用设计竞赛组委会	2016	陈科明
江倩					
苏文秀					
孙萌					
奚林祥	全国研究生电	华东赛区	中国研究生电	2016	陈科明

赖丹丹	子设计大赛	一等奖	子设计竞赛组 委会		
朱夏锋					
江 倩	全国研究生电 子设计大赛	全国二等奖	中国研究生电 子设计竞赛组 委会	2016	陈科明
王 乐					
杨小雨					
王 晋	全国研究生电 子设计大赛	华东赛区 二等奖	中国研究生电 子设计竞赛组 委会	2016	王光义
袁 方					
吴 杰					

# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

参赛作品：5G 高效率线性 Doherty GaN HEMT 功率放大器

指导教师：程知群 陈瑾

参赛队员：张振东 熊国洋 李晨

在“兆易创新杯”第十三届中国研究生电子设计竞赛中，荣获全国总决赛团队一等奖，特此表彰！



二零一八年八月

# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

参赛作品：5G 高效率线性 Doherty GaN HEMT 功率放大器

指导教师：程知群

在“兆易创新杯”第十三届中国研究生电子设计竞赛中，荣获全国总决赛优秀指导教师奖，特此表彰！



教育部学位与研究生教育



全国工程类专业学位研究生教育指导委员会



中国电子学会

二零一八年八月



# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

参赛作品：基于pHEMT K波段低噪声放大器设计

指导教师：程知群、刘国华

参赛队伍：尧天

参赛队员：徐雷、田健廷、冯瀚

在中国研究生创新实践系列大赛“华为杯”首届中国研究生创“芯”大赛中，  
荣获全国决赛 团队三 等奖，特此表彰！



二零一八年八月



# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学  
参赛作品：宽带高效率Doherty GaAs pHEMT功率放大器  
指导教师：程知群、刘国华  
参赛队伍：新芯之火  
参赛队员：张振东、熊国萍、李晨

在中国研究生创新实践系列大赛“华为杯”首届中国研究生创“芯”大赛中，  
荣获全国决赛 团队三 等奖，特此表彰！



二零一八年八月

# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

指导老师：程知群

参赛队员：张振东、李晨、熊国萍

参赛题目：“长江存储”设计及应用创业杯

在第二届（2017-2018）全国大学生集成电路创新创业大赛中，荣获全国总决赛三等奖，特此表彰！



工业和信息化部人才交流中心

2018年8月

# 荣誉证书

程知群老师：

在“第二届(2017-2018)全国大学生集成电路创新创业大赛”中，  
指导的学生张振东、李晨、熊国萍，获得“长江存储”设计及应用创  
业杯全国总决赛三等奖，特授予

**优秀指导教师奖**

特发此证，以资鼓励！



工业和信息化部人才交流中心

2018年8月

# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学  
参赛作品：宽带高回退 Doherty GaN HEMT 功率放大器  
指导教师：程知群 陈瑾  
参赛队员：张振东 燕回群 李晨

在“华为杯”第十二届中国研究生电子设计竞赛中，荣获全国总决赛团队一等奖，特此表彰！



二零一七年八月



# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

参赛作品：宽带高回退 Doherty GaNHEMT 功率放大器

指导教师：程知群

在“华为杯”第十二届中国研究生电子设计竞赛中，荣获全国总决赛优秀指导教师，特此表彰！



二零一七年八月



# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学  
参赛作品：宽带高回退 Doherty GaN HEMT 功率放大器  
指导教师：程知群 陈瑾  
参赛队员：张振东 熊国群 李晨

在“华为杯”第十二届中国研究生电子设计竞赛中，荣获全国总决赛最佳论文奖，特此表彰！



二零一七年八月

# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学  
参赛作品：GaN HEMT宽带功率放大器  
指导教师：程知群  
参赛队员：陈帅 王凯 范凯凯

在“华为杯”第十届中国研究生电子设计竞赛中，  
荣获全国总决赛团队一等奖，特此表彰！



教育部学位与研究生教育

发展中心



全国工程专业学位研究生

教育指导委员会



中国电子设计大赛

二零一五年八月



# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

参赛作品：GaN HEMT 宽带功率放大器

程知群：老师

在“华为杯”第十届中国研究生电子设计竞赛中，  
荣获全国总决赛优秀指导教师称号，特此表彰！



二零一五年八月

# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

参赛作品：基于 SOI CMOS 工艺单刀六掷射频开关

指导教师：董志华

参赛队员：颜国国 章超 朱升丹

在“华为杯”第十届中国研究生电子设计竞赛中，  
荣获华东分赛区团队二等奖，特此表彰！



二〇一五年八月



# 荣誉证书

参赛作品：低功耗自组网远程控制智能锁系统

指导教师：程知群

参赛队员：方书放 冯骏 颜国国

在“华为杯”第九届中国研究生电子设计竞赛华东分赛区中，荣获

团体三等奖，特此表彰！



教育硕士学位与研究发展中心  
清华大学



全国工程专业学位研究生教育指导委员会



清华大学

二零一四年八月二十日

# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

参赛作品：基于 GaN HEMT 高效率宽带 F 类功率放大器

指导教师：刘国华、董志华

参赛队员：徐雷、冯瀚、田健廷

在“华为杯”第十二届中国研究生电子设计竞赛  
中，荣获 华东 分赛区团队 二 等奖，  
特此表彰！



二零一七年七月



# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

参赛作品：虚实一体射频通信传输与控制系统

刘国华：老师

在“华为杯”第十一届中国研究生电子设计竞赛中，荣获华东分赛区优秀指导教师称号，特此表彰！



二零一六年七月

# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

参赛作品：虚实一体射频通信传输与控制系统

指导教师：刘国华 程知群

参赛队员：范凯凯 轩雪飞 涂琴

在“华为杯”第十一届中国研究生电子设计竞赛  
中，荣获全国总决赛团队 二 等奖，特  
此表彰！



二零一六年八月



# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

参赛作品：应用于无线通信的宽带 Doherty 功率放大器

指导教师：程知群 刘国华

参赛队员：李江舟 赵子明 张明

在“华为杯”第十一届中国研究生电子设计竞赛  
中，荣获全国总决赛团队三等奖，特  
此表彰！



二〇一六年八月

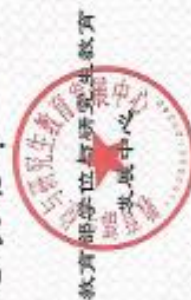
# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

参赛作品：基于新型负载调制网络的宽带 Doherty 功率放大器

程知群：老师

在“华为杯”第十一届中国研究生电子设计竞赛中，荣获华东分赛区优秀指导教师称号，特此表彰！



二零一六年七月



# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

参赛作品：虚实一体射频通信传输与控制系统

程知群：老师

在“华为杯”第十一届中国研究生电子设计竞赛中，荣获华东分赛区优秀指导教师称号，特此表彰！



二零一六年七月

# 荣誉证书

杭州电子科技大学

在“华为杯”第十一届中国研究生电子设计竞赛中，荣获全国总决赛 优秀组织奖 称号，特此表彰！



二零一六年八月



# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学  
参赛作品：基于可见光通信的室内定位系统  
指导教师：刘国华、王永慧  
参赛队员：李素东、杨仁好、蒋俊杰、刘义富

在“兆易创新杯”第十三届中国研究生电子设计  
竞赛中，荣获华东赛区团队二等奖，  
特此表彰！



二零一八年七月

# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

指导老师：孙朋飞

参赛队员：李振北、吴倩、芦亚文

参赛题目：设计及应用创业杯-集成电路设计与应用创新

在第二届（2017-2018）全国大学生集成电路创新创业大赛中，荣获华东分赛区二等奖，特此表彰！



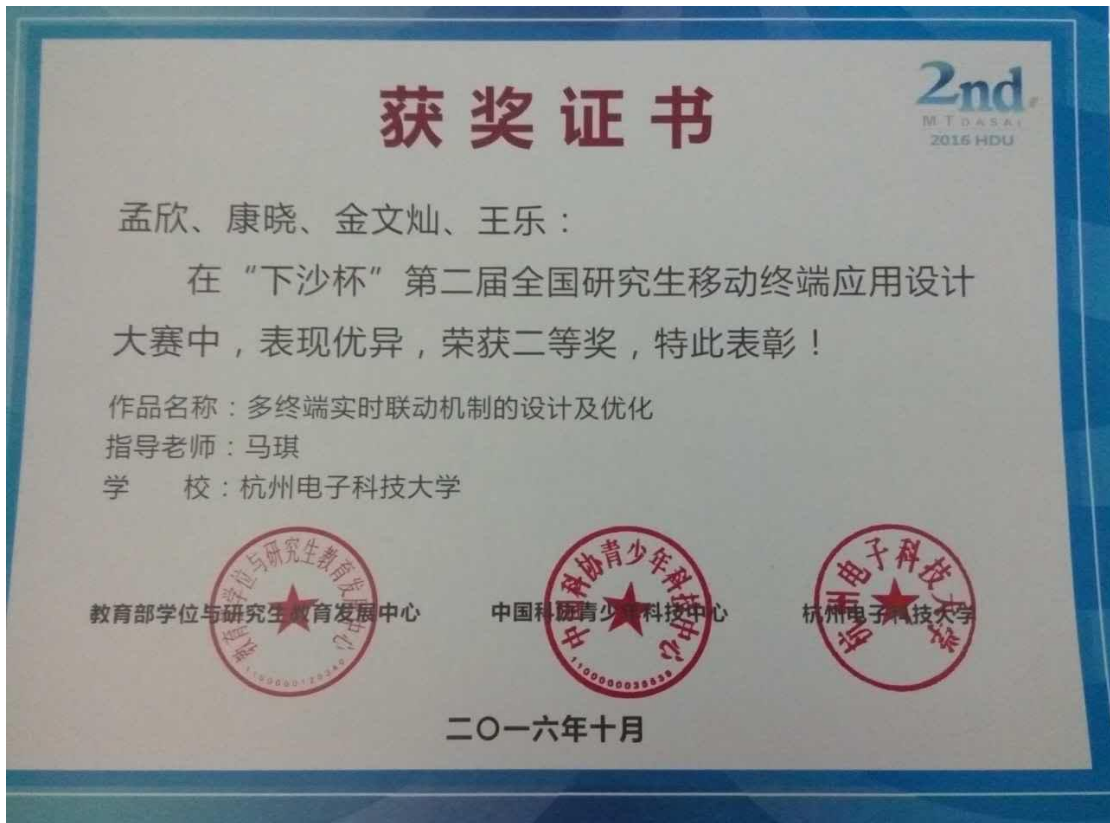


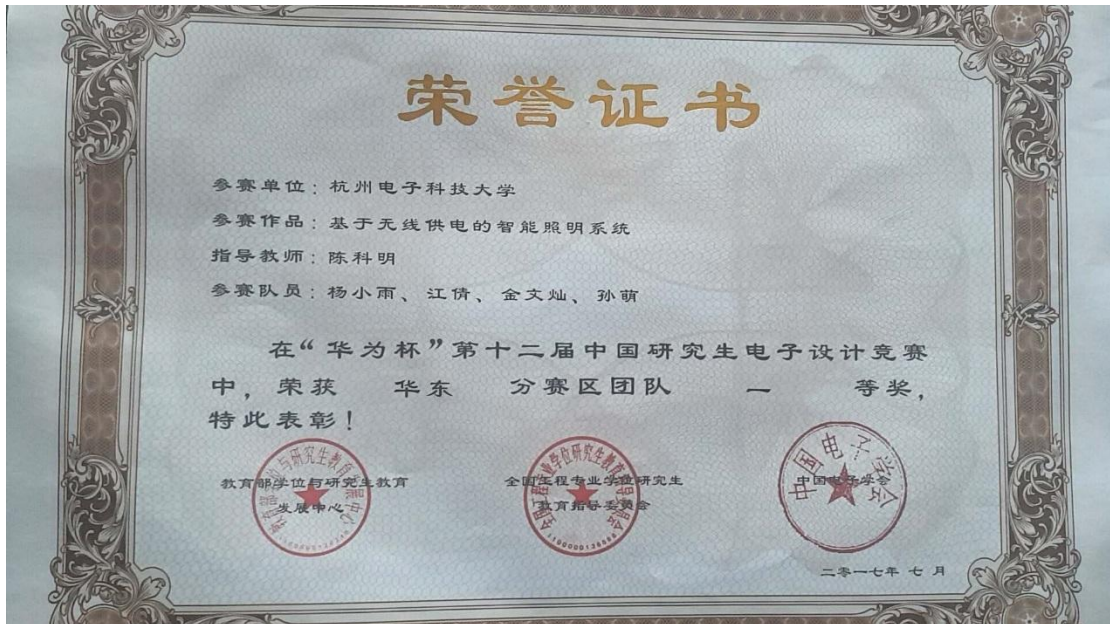
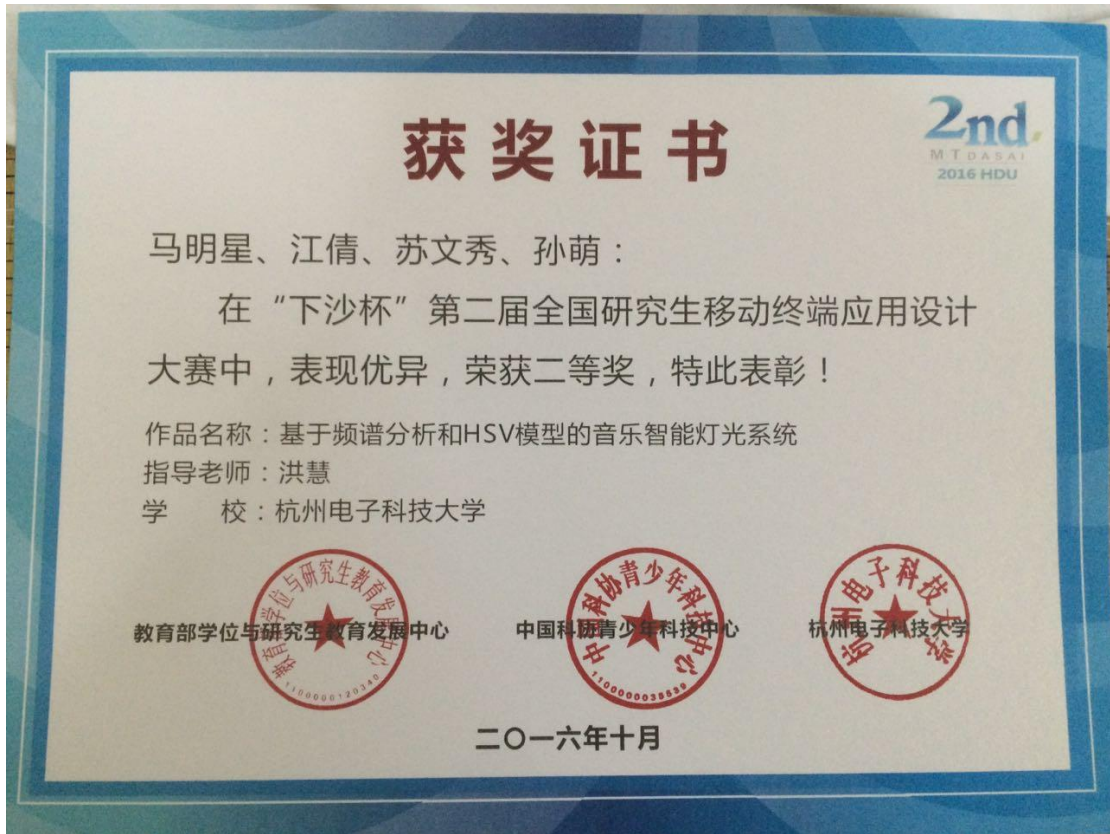
















# 荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学  
参赛作品：混沌保密wifi电话系统  
指导教师：王光义  
参赛队员：王晋 袁方 吴杰

在“华为杯”第十一届中国研究生电子设计竞赛中，荣获华东分赛区团队二等奖，特此表彰！

教育部学位与研究生教育发展中心

全国工程专业学位研究生教育指导委员会



二零一六年七月



## 5. 海外学者给研究生讲座清单

序号	报告题目	学者姓名	工作单位	时间
1	Low cost small smart antennas for wireless communications	Steven Gao	英国肯特大学	2016.9
2	Power electronics, renewable energy and wireless transmission in future	Udaya	奥克兰大学	2017.5
3	5G and IoT Challenges to Antennas and Wireless Systems	郭英杰	澳大利亚悉尼科技大学	2017.5
4	Antenna Technologies for 5G and Future Mobile Communications	陈志宁	新加坡国立大学	2017.6
5	宽禁带半导体薄膜与器件	杨长	德国莱比锡大学	2017.6
6	Reliability and Evolution and Enhancement of Battery Packs	王财胜	美国维恩州立大学	2017.5
7	MEMS and nanostructuring of smart materials for integrated system	傅永庆	英国诺桑比亚大学	2017.6
8	Low cost antennas based on frequency selective surfaces	Steve Gao	英国肯特大学	2017.10
9	Design for manufacturability aware automated layout retargeting for analog and RF ICs	张理洪	加拿大纽芬兰纪念大学	2018.1
10	Introduction of graduate education in Edinburgh Napier University	Dr MacCallum	英国爱丁堡龙比亚大学	2018.3
11	Research at the centre for IoT and telecommunications	Branka Vucetic	澳大利亚悉尼大学	2018.4

12	Integrated power management ICs-AN enabling technology toward high performance and energy efficiency	马东升	美国得克萨斯大学 达拉斯分校	2018.3
13	Microwave metasurface antennas for low-profile broadband design	陈志宁	新加坡国立大学	2018.6
14	数值计算-材料学研究中的一种新途径	冯元平	新加坡国立大学	2018.6
15	Topology in magnetic systems	邱子强	美国加州伯克利分校	2018.9
16	微系统及智能传感器	傅永庆	英国诺桑比亚大学	2018.9
17	计算电磁学在电气和电子工程方面的应用	鲁君伟	澳大利亚格里菲斯大学	2018.10

## IEEE Distinguished Lecture

“Low-cost small smart antennas for wireless communications”

**主讲人:** Professor Steven Gao (IEEE Distinguished Lecturer, Chair of RF and Microwave Engineering), University of Kent, UK

**时 间:** 2016 年 9 月 21 日 下午 3: 00

**地 点:** 二教中楼 341 教室

**承 办:** 杭州电子科技大学 电子信息学院

**简介:** Smart antenna is the key technology for broadband satellite communications, terrestrial mobile communications (4G and 5G), radar and future Internet of Things. It can achieve electronically beam steering towards desired directions while forming nulls towards interferences. For commercial applications, it is important to investigate novel smart antennas which can have small size, high efficiency and low cost. This talk will review the recent development of low-cost small smart antennas for terrestrial and satellite communications. Some case studies including low-cost small smart antennas for mobile terminals in terrestrial wireless communications, Ka-band smart antennas for satellite communications on the move, low-cost smart antennas for Ku-band satellite communications, etc, will be discussed. A conclusion will be given in the end.

**欢迎广大师生届时踊跃参加!**

□ 科研成果

□ 学术交流

□ 服务国防

□ 服务地方

联系我们 / CONTACT US



杭州电子科技大学电子信息学院

地址：杭州市杭州经济开发区白杨街道2号大街1158号信义楼

(二教)

电话：0571-86919135

E-MAIL: dzxx@hdu.edu.cn

网址: <http://elec.hdu.edu.cn>

邮编：310018

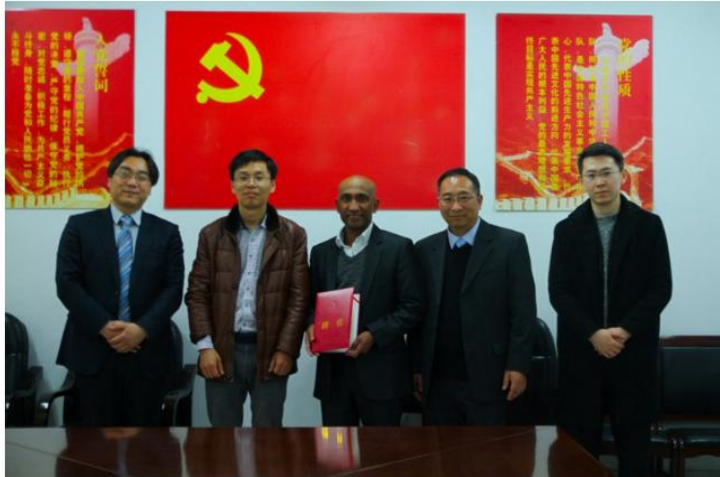
## 奥克兰大学Udaya教授来我院交流访问

发布时间：2017-05-02 阅读：5501次

新闻

2017年4月12日星期三下午，来自新西兰奥克兰大学电气工程的Udaya K. Madawala教授一行三人，来我校电子信息学院交流参观。

学校国际交流处范冰副处长，电子信息学院何志伟副院长等出席了会面。会上何志伟副院长简要介绍了杭电的基本情况，电子信息学院的概况，优势学科，科研特色以及校企合作等内容。Udaya教授介绍了奥克兰大学以及他们实验室的研究水平及方向。双方就功率电子器件，无线传输，可再生能源等应用型科研领域深入讨论，参观了电子信息学院相关实验室，为将来的科研工作铺垫了道路。与此同时，范冰副处长就开展学生交流事宜与对方交流，为杭电学子未来实地参与到对方实验室中，开拓国际科研视野，提出了建设性的意见和计划。电子信息学院将聘请Udaya教授为我校兼职教授。





科研成果

学术交流

服务国防

服务地方

联系我们 / CONTACT US

**杭州电子科技大学电子信息学院**  
 地址：杭州市杭州经济开发区白杨街道2号大街1158号信义楼（二教）  
 电话：0571-86919135  
 E-MAIL: dzxx@hdu.edu.cn  
 网址：http://elec.hdu.edu.cn  
 邮编：310018

## 澳大利亚工程院院士郭英杰教授来校交流访问

发布时间：2017-05-22    阅读：7747次

**新闻** 5月15日至18日，应电子信息学院邀请，澳大利亚工程院院士郭英杰教授来校进行学术交流。

5月16日上午，校长朱泽飞、副校长郑宁会见了郭英杰院士，双方就两校合作、师生互访和国际化办学达成合作意向。朱泽飞表示，今后，学校将持续提高国际化办学力度，通过和国外知名专家、高校开展科研与教育合作，不断提升办学质量和人才培养水平。

当天下午，郭英杰院士为电子信息学院师生作了题为“5G and IoT Challenges to Antennas and Wireless Systems”的学术报告。报告介绍了大数据技术的发展现状，以及郭英杰院士领衔的悉尼科技大学全球大数据技术中心electromagnetic informatics lab的研究方向和在5G领域所开展的工作以及取得的成绩。在场师生踊跃提问，与郭英杰院士进行了学术探讨与交流。

郭英杰院士是IEEE Fellow和IET Fellow，现任中资信息与电子技术研究创新中心主任、悉尼科技大学特聘教授和全球大数据技术中心主任、国务院海外顾问委员会委员，在2014年和2015年被评为澳大利亚最有影响力的工程师之一。（国际交流合作处 电子信息学院）



科研成果

学术交流

服务国防

服务地方

联系我们 / CONTACT US

**杭州电子科技大学电子信息学院**  
 地址：杭州市杭州经济开发区白杨街道2号大街1158号信义楼（二教）  
 电话：0571-86919135  
 E-MAIL: dzxx@hdu.edu.cn  
 网址：http://elec.hdu.edu.cn  
 邮编：310018

## 新加坡国立大学陈志宁教授来我院举办学术报告

发布时间：2017-06-14    阅读：8663次

**新闻** 新加坡国立大学教授陈志宁博士于5月24日下午受邀来我院做了一场题为“Antenna Technologies for 5G and Future Mobile Communications”的精彩学术报告。

陈教授先介绍了天线技术的历史发展、而后指出了天线技术在5G中遭遇到的挑战。之后，陈教授提出了为了应对挑战，天线技术新的发展方向。除此之外，陈教授还介绍了他目前从事的研究方向之一——超材料及应用，并展示了其团队在超材料方向上的研究成果。陈教授也从自己的切身经历，向广大师生讲述了做科研如何创新如何发展。孙玲玲教授做了总结陈词，表达了对陈教授的感谢之意，也对广大学生提出殷切期望。我院罗国清教授担任报告主持人。



科研成果

学术交流

服务国防

服务地方

联系我们 / CONTACT US



**杭州电子科技大学电子信息学院**  
 地址：杭州市杭州经济开发区白杨街道2号大街1158号信义楼（二教）  
 电话：0571-86919135  
 E-MAIL: dzxx@hdu.edu.cn  
 网址: http://elec.hdu.edu.cn  
 邮编: 310018

## 德国莱比锡大学杨长博士举办学术报告

发布时间：2017-06-14    阅读：7833次

---

**新闻** 6月8日下午，应电子信息学院邀请，德国莱比锡大学资深科学家（博士后）杨长博士受邀来我院做了一场精彩的学术报告。

学术报告主题为“宽禁带半导体薄膜与器件”，杨长博士介绍了CuI等新型宽禁带半导体在高性能 $\beta$ -型透明导电薄膜、柔性透明能源器件、以及集成电路元器件等领域的研究成果。杨长博士精彩的讲解给在场师生留下了深刻印象，也让同学们开拓了眼界。报告由李文豹副院长主持了，骆季奎、宋开新、徐军明等教授、以及一百余位师生聆听了报告，并进行了深入的讨论。

杨长博士，2005年本科毕业于复旦大学，2010年于中科院上海硅酸盐研究所获得材料物理与化学博士学位。2010年至2014年，日本东京大学，项目研究员（博士后）。2014年至今，德国莱比锡大学，资深科学家（博士后）。主要从事半导体材料与器件、薄膜物理学的研究，包括第二代半导体，光/电/热能转换材料，以及透明电子学。



科研成果

学术交流

服务国防

服务地方

联系我们 / CONTACT US



**杭州电子科技大学电子信息学院**  
 地址：杭州市杭州经济开发区白杨街道2号大街1158号信义楼（二教）  
 电话：0571-86919135  
 E-MAIL: dzxx@hdu.edu.cn  
 网址: http://elec.hdu.edu.cn  
 邮编: 310018

## 美国维恩州立大学王财胜教授来我院举办报告

发布时间：2017-06-14    阅读：7496次

---

**新闻** 5月25日下午美国韦恩州立大学工程学院电气与计算机工程系教授，IEEE高级会员，IEEE PES/PELS/IAS会员王财胜教授应邀来我院做了一场题为“Reliability Evaluation and Enhancement of Battery Packs”的精彩学术报告。

王财胜教授介绍了在新能源发电及电动汽车等技术产业快速发展的背景下，电池储能系统及其可靠性评估研究的重要意义，以及他的团队在大规模电池储能系统的可靠性评估方面所做的研究工作。

王财胜教授深入浅出的讲解给在场师生留下了深刻印象，也增加了我院师生对电池储能系统的可靠性评估领域的前沿动态的了解。



□ 科研成果

□ 学术交流

□ 服务国防

□ 服务地方

联系我们 / CONTACT US



杭州电子科技大学电子信息学院

地址：杭州市杭州经济开发区白杨街道2号大街1158号信义楼（二教）

电话：0571-86919135

E-MAIL: dzxx@hdu.edu.cn

网址：http://elec.hdu.edu.cn

邮编：310018

## 英国诺桑比亚大学傅永庆教授来我院举办学术报告

发布时间：2017-07-03 阅读：8395次

新闻

6月23日下午，应我院邀请，英国诺桑比亚大学傅永庆教授做了一场题为“MEMS and Nanostructuring of Smart materials for integrated system”的精彩学术报告。

讲座中，傅永庆教授介绍了压电材料、多功能实验室晶片、形状记忆合金、智能传感器等智能材料，深入阐述了微机电系统以及智能材料的微纳化和集成化。报告由电子信息学院副院长李文钧主持。全院一百余位师生参加，并在报告后与傅教授进行深入讨论，受益匪浅。

傅永庆教授在微纳材料技术、压电MEMS器件、智能材料研究，特别是在薄膜表面声波微流体及芯片及薄膜形状记忆合金和聚合物研究等领域有很高的国际声望。目前已发表著作两部，SCI期刊论文数为306篇（SCI H-index为38，SCI总引用次数>5800次），杂志包括Progress in Materials Science, Advanced Drug Delivery Review, Nano Letters, Nature Communications。傅教授在微系统器件设计，制备及测试以及净化室工作有十几年的丰富的经验，在薄膜技术方面，他拥有二十年的制备及表征经验。他的科研团队具有各种先进薄膜制备器件和加工仪器设备，和许多世界知名研究课题组有长期合作关系。



## 英国肯特大学高世昌教授来我院举办讲座

发布时间：2017-10-24 阅读：7768次

新闻

10月13日上午10:00，应我校电子信息学院邀请，英国肯特大学教授、微波技术学科带头人、英国IET会士(Fellow)高世昌(Steven Gao)教授做了一场题为“Low-Cost Smart Antennas Based on the Frequency Selective Surfaces”的精彩前沿讲座。我院200多位师生参加了讲座，与高教授进行了深入的学术探讨。

讲座中，高教授首先介绍了自己的研究方向之一——智能天线，并展示了自己团队在这方面的研究成果。之后引入了智能天线的发展、分类及应用，并重点讲解了单频段的FSS智能天线和多频段的智能天线。最后，高教授从自己的科研经验出发，告诉大家做科研应该具有的态度和注意事项。我院耿友林教授主持了本次讲座并发表了总结词，表达了对高教授来院讲学的感谢之意，也对广大学生提出殷切期望。

高世昌(Steven Gao)教授，英国肯特大学教授、微波技术学科带头人。英国IET会士(Fellow)、国际电子和电气工程师学会(IEEE)杰出演讲人。主要研究领域包括天线技术(智能天线，相控阵，卫星天线，宽带和多频段天线，天线阵，天线小型化)、微波/毫米波/THz电路(微波功率放大器、滤波器、射频系统、卫星移动通信、星载合成孔径雷达等)。“IEEE Transactions on Antennas and Propagation”的副主编、美国地球物理学会“Radio Science”的副主编，美国“International Journal of Space Science and Engineering”、英国“IET Circuits, Devices and Systems”、中国电子学报(英文版)等学术刊物的编委。



□ 科研成果

□ 学术交流

□ 服务国防

□ 服务地方

联系我们 / CONTACT US



杭州电子科技大学电子信息学院

地址：杭州市杭州经济开发区白杨街道2号大街1158号信义楼（二教）

电话：0571-86919135

E-MAIL: dzxx@hdu.edu.cn

网址：http://elec.hdu.edu.cn

邮编：310018



## 加拿大纽芬兰纪念大学张理洪教授来我院举办学术报告

发布时间：2018-01-24 阅读：8944次

□ 科研成果

□ 学术交流

□ 服务国防

□ 服务地方

联系我们 / CONTACT US



杭州电子科技大学电子信息学院

地址：杭州市杭州经济开发区白杨街道2号大街1158号信义楼（二教）

电话：0571-86919135

E-MAIL: dzxx@hdu.edu.cn

网址：http://elec.hdu.edu.cn

邮编：310018

新闻

1月19日上午10点加拿大纽芬兰纪念大学电气和计算机工程系副教授张理洪博士受邀来我院做了一场精彩纷呈的学术报告。

报告题为“Design-for-Manufacturability-Aware Automated Layout Retargeting for Analog and RF ICs”。报告中，张教授首先介绍了模拟布局自动化的相关知识，继而引出了模拟布局重新定位设计流程、问题公式化和建模、密度均匀性，并且带领在场师生了解了模拟布局新定位目标。此外，张理洪教授还在模拟布局自动化基础上介绍了光刻技术。最后，张教授结合自己的科研经验，给在场的广大师生提供了大量科研和学习上的建议。此次报告由电子信息学院副院长李文钧教授主持，有100余位师生参加。现场同学纷纷表示受益良多，进一步明确了自己的学习目标和努力方向。

张理洪，加拿大纽芬兰纪念大学电气和计算机工程系副教授，华中科技大学电气工程硕士（1997），德国马格德堡大学电气工程博士（2002），康考迪亚大学（加拿大蒙特利尔）、达尔豪西大学（加拿大哈利法克斯）和华盛顿大学（美国西雅图）博士后。建立并领导纽芬兰纪念大学计算机辅助设计实验室（用于模拟和混合信号VLSI系统）。2008年被授予加拿大创新基金会（CFI）的领导入机会基金。2016年被授予纪念大学工程和应用科学学院杰出研究奖。发表100多篇技术论文，一本著作以及一篇著作章节。研究领域包括超大规模集成（VLSI）计算机辅助设计，模拟和混合信号集成电路设计，数字系统和电路设计，MEMS设计和设计自动化，无线传感器网络，微流体和生物传感器，以及在海洋和生物医学应用中基于微处理器的仪器。创建并担任IEEE纽芬兰-拉布拉多区计算机协会、通信协会和环路协会分会主席。



上一篇：英国肯特大学高世昌教授来我院举办讲座

下一篇：中科院院士吴培亨、刘明应邀来校作学术报告

Copyright © 2004-2017 杭州电子科技大学电子信息学院 All Rights Reserved 版权所有

学院地址：杭州电子科技大学信义楼中楼



科研成果

学术交流

服务国防

服务地方

联系我们 / CONTACT US



杭州电子科技大学电子信息学院

地址：杭州市杭州经济开发区白杨街2号大街1158号信义楼（二教）  
电话：0571-86919135  
E-MAIL: dzxx@hdu.edu.cn  
网址: <http://elec.hdu.edu.cn>  
邮编：310018

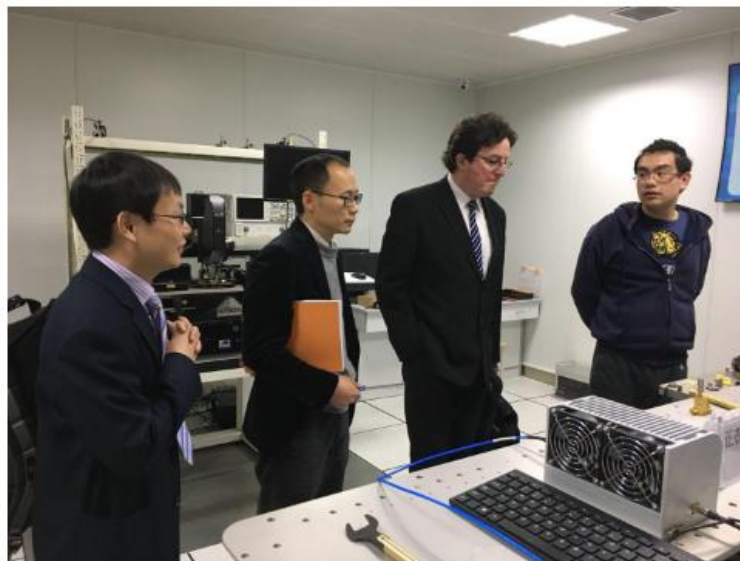
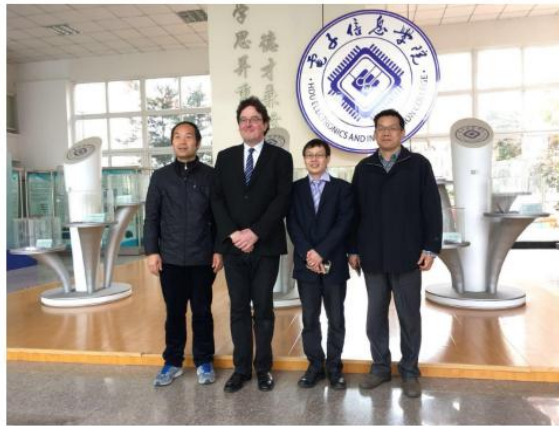
## 英国Edinburgh Napier University国际化负责人来我院访问

发布时间：2018-03-28 阅读：4010次

新闻

3月26日，英国爱丁堡龙比亚大学（Edinburgh Napier University）工程与建筑环境学院教务主任Murray MacCallum博士、国际交流负责人张贺忻博士来我校电子信息学院访问交流。

电子信息学院院长程知群教授、耿友林教授、周涛博士等出席了会面。会上程知群院长简要介绍了杭电的基本情况，电子信息学院的概况，优势学科，科研特色等内容。MacCallum博士介绍了爱丁堡龙比亚大学基本情况、学院部门构成以及与中国其他高校国际化合作情况。双方就电子信息专业硕博学生互派交流项目达成初步意向。



上一篇：中科院院士吴培亨、刘明应邀来校作学术报告

下一篇：澳大利亚国家科学院院士Branka Vucetic教授应邀来校举办学术报告

Copyright © 2004-2017 杭州电子科技大学电子信息学院 All Rights Reserved 版权所有

□ 科研成果

□ 学术交流

□ 服务国防

□ 服务地方

联系我们 / CONTACT US



杭州电子科技大学电子信息学院

地址：杭州市杭州经济开发区白杨街道2号大街1158号信义楼（二教）

电话：0571-86919135

E-MAIL: dzxu@hdu.edu.cn

网址: http://elec.hdu.edu.cn

邮编：310018

## 澳大利亚国家科学院院士Branka Vucetic教授受邀来校举办学术报告

发布时间：2018-04-16 阅读：4189次

摘要

4月13日下午2点澳大利亚国家科学院院士、悉尼大学终身荣誉教授Branka Vucetic受邀来我院举办了题为“Research at the Centre for IoT and Telecommunications”的学术报告。此次报告由电子信息学院副院长何志伟教授主持，有学院90余位师生参加。

报告中，Branka院士集中介绍了其团队现今主要研究课题，包括工业互联网、物联网、北斗智能通信、5G通信等。然后，院士重点阐述了工业互联网（IIoT）所面临的主要挑战（包括降低延迟、提高稳定性、降低能耗等），详细说明了相关应对措施。最后Branka院士介绍了工业互联网（IIoT）在澳大利亚的应用情况。现场师生与院士积极互动，报告结束后纷纷表示受益匪浅。

悉尼大学终身荣誉教授Branka Vucetic是澳大利亚国家科学院院士，IEEE国际电气工程师协会院士。曾获澳大利亚无线通信专家桂冠研究奖（与诺贝尔奖同等级），是中国第一批中科院外国专家特聘计划外籍专家，中国“友谊奖”获得者。Branka院士2014年获中国国际“友谊奖”并受到李克强总理的接见。



栏目导航  
Column navigation

□ 科研成果

□ 学术交流

□ 服务国防

□ 服务地方

联系我们 / CONTACT US



杭州电子科技大学电子信息学院

地址：杭州市杭州经济开发区白

学术交流

您现在的位置：网站首页 >> 实训就业 >> 学术交流 >> 详细信息

## 美国德克萨斯大学达拉斯分校马东升教授来我院举办学术报告

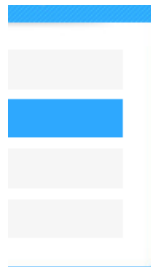
发布时间：2018-03-28 阅读：4691次

摘要

3月27日下午13:45美国德克萨斯大学达拉斯分校微电子杰出主任教授，电机及计算机工程系教授马东升受邀来校，为我院100余位师生做了一场题为“Integrated Power Management ICs-An Enabling Technology toward High Performance and Energy Efficiency”的学术报告。

报告中，马教授先简单介绍了他的研究项目。而后集中阐述了他的研究领域，包括集成功率电子学、微电子及大规模集成电路设计等研究方向。他专注于以硅，砷化镓和碳化硅为载体，以高端消费电子、汽车电子和医疗应用为主的功率集成电路的研究。此外，马教授还介绍了他的重点研究项目—开发世界最高电流的SRP上电源。在最后提问环节，马教授为在场学生提供了宝贵的科研建议。电子信息学院副院长





ACT US



学电子信息学

州经济开发区白  
58号信义楼

9135  
lu.edu.cn  
.ec.hdu.edu.cn

## 新加坡国立大学陈志宁教授应邀来校作学术报告

发布时间：2018-06-20 阅读：4483次

摘要

6月14日下午1点半，新加坡国立大学教授，IEEE Fellow，长江学者讲座教授陈志宁博士应邀来校，为我院师生作了一场题为“Microwave Metasurface Antennas for Low-Profile Broadband Design”的精彩讲座。本次讲座由电子信息学院教授、国家自然科学基金优秀青年科学基金项目获得者主持。

报告中，陈教授先介绍了他对meta的理解，而后引出并介绍了超材料惠更斯曲面以及超颖表面天线。陈教授表示其目前从事的研究方向之一就是Metasurface Lens Antenna in 5G，并展示了他的材料方向上的研究进展和团队的研究成果。最后，陈教授以对超颖材料优点及价值的总结结束了本报告。报告结束后，陈教授从自己的切身经历，向广大师生讲述了做科研如何创新如何发展，并对老师学进行答疑。在场师生纷纷表示受益匪浅。

陈志宁，新加坡国立大学教授，IEEE Fellow，IEEE TAP副主编，长江学者讲座教授，曾任新加坡国立大学首席科学家和部门主任。现曾兼任东南大学（长江学者讲座教授）、南京大学、同济大学、上海交通大学、中国科技大学、清华大学、复旦大学，浙江大学，进行教学、联合培养博士生及合作研究。



## 新加坡国立大学物理系教授冯元平应邀来校作学术报告

发布时间: 2018-06-26 阅读: 4712次



6月15日上午, 应电子信息学院邀请, 新加坡国立大学物理系教授、新加坡材料研究所研究员, 浙江大学、北京科技大学兼职教授冯元平, 来我院作题为“数值计算—材料学研究中的一种新途径”的精彩讲座报告。报告会由电子信息学院副院长何志伟教授主持。

报告中, 冯教授先简单介绍了计算材料科学, 引出计算材料科学的重要性, 继而阐述第一原则计算在材料发现中扮演着越来越重要的角色。而后, 冯教授简述了第一原则计算现状并讲解了他的团队近期的一些工作, 包括先进的二维(2D)材料的第一原则设计, 以及用于自旋电子学应用的材料和器件等。并介绍其团队最近已将研究扩展到高通量计算和材料基因组方法, 而且一直在为高级2D材料开发基因组。最后, 冯教授与在场师生分享了一些学习、研究经验, 同学们纷纷表示收获颇多。

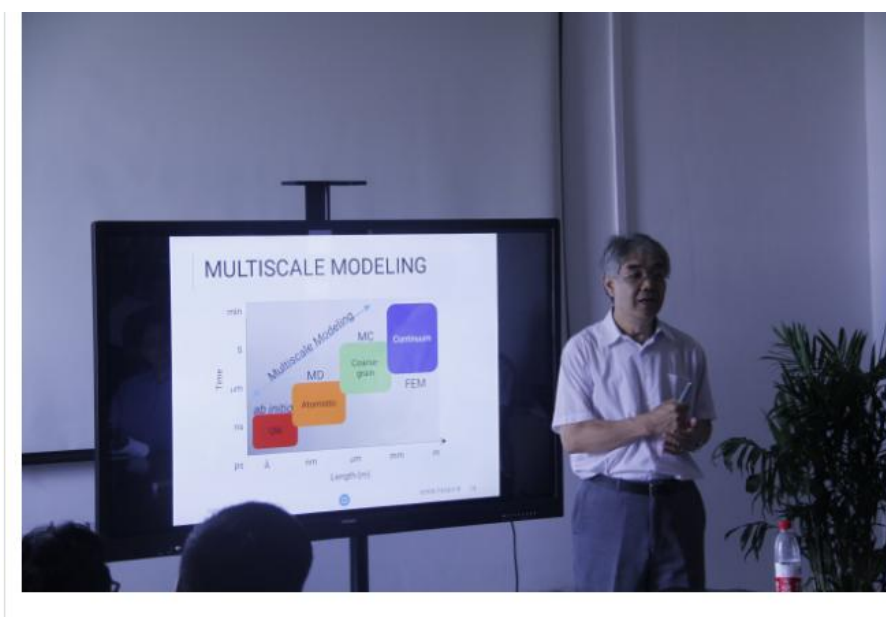
冯元平, 新加坡国立大学物理系教授。兼任新加坡材料研究所研究员, 浙江大学和北京科技大学的兼职教授。曾任新加坡国立大学物理系主任, 理学院副院长, 理学院信息科学与应用中心主任等职。长期从事材料物理性质第一性原理计算和材料设计的研究。在新材料筛选与预测方面, 成果显著, 在包括*Nature Phys.*, *Nature comm.*, *Rev. Lett.*, *Adv. Mater.*, *J. Am. Chem. Soc.*, *Phys. Rev. B*等国际著名学术期刊共发表学术论文, 迄今共发表654篇科学论文, 被引用率为17803次, H-index 为65, 是本领域国际高被引科学家之一。冯元平教授被选为美国物理学会会士、新加坡物理学会会士、亚太材料科学院院士, 并担任国际材料联合会(IUMRS)执行委员、新加坡材料研究学会(Materials Research Society of Singapore)副主席等职务, 于2013年获新加坡“杨振宁新移民科学技术奖”。也是 *Int. J. Comp. Mat. Sci. Eng.*的主编之一, 以及PROG MAT SCI-MATER等学术期刊的编委。



大学电子信息学

杭州经济开发区白  
j1158号信义楼

3919135  
zhdu.edu.cn  
elec.hdu.edu.cn



上一篇: 新加坡国立大学陈志宁教授应邀来校作学术报告



## 加州大学伯克利分校物理系邱子强教授应邀来校作学术报告

发布时间: 2018-09-20 阅读: 1889次

摘要

9月12日上午10:00, 应电子信息学院邀请, 加州大学伯克利分校物理系教授邱子强来我院作题为“磁性系统中的拓扑结构 (Topology in magnetic systems)”的精彩讲座报告。

讲座中, 邱教授先介绍了利用电学驱动磁学的概念、巨磁阻的发现过程以及发现者所做的发现巨磁阻的结构原理。然后介绍了电磁学的下一个突破口-自旋。最后阐明了拓扑结构的概念、产生过程、麦克斯韦方程的引入打开电磁学的发展以及物理学对拓扑学的发展所做的贡献、斯格明子拓扑结构的发现过程、二维磁性系统中斯格明子的概念及结构等。讲座末尾, 邱教授与在场100多位师生分享了诸多实用的学习、研究经验, 同学们纷纷表示受益匪浅。

邱子强, 加州大学伯克利分校物理系正教授, 美国物理学会Fellow, 1984 获北京大学物理系学士学位, 1991 获约翰霍普金斯大学物理系博士学位, 1990-1993任 阿岗国家实验室博士后。

获奖情况:

1992 DOE BES/MS Award for Outstanding Scientific Achievement in Solid State Physics.

1994 AT&T Award of Research for Universities.

1997海外华人物理学会青年科学家奖 (Young Investigator Award from Oversea Chinese Physics Association).

1997 Hellman Fellow Award.

1999 Outstanding Performance Award of Materials Science Division, Lawrence Berkeley National Lab.

1999 David A. Shirley Award of Advanced Light Source Division, Lawrence Berkeley National Lab.

2010 Fellow of American Physical Society

电子信息学

济开发区白  
号信义楼

35

edu.cn

hdu.edu.cn



## 英国诺桑比亚大学傅永庆教授应邀来校短期授课

发布时间: 2018-09-25 阅读: 2042次

摘要

应电子信息学院邀请, 英国诺桑比亚大学傅永庆教授于9月19日至20日为我校师生集中讲授主题为“微系统及智能传感器”的短期课程。

微机电系统 (MEMS) 是多学科交叉的新兴学科, 基于数学、物理、化学、力学、生物等基础学科, 涉及微电子、微细加工、微机械、材料学、器件, 信息与控制等技术科学。MEMS是一个以计算机控制, 传感检测、执行器、能源供给等子系统组成的系统, 广泛应用于空间技术、信息技术、生物医药技术及其他新技术之中。在此次短期课程中, 傅教授首先简要明了地介绍了微系统、纳米技术及智能传感器, 然后引入微观及纳米尺度下材料的选择标准及方法, 各种物理、力学及化学材料的性能变化随材料尺度变化的关系以及制造微电子机械的主要工艺技术等等, 最后介绍了微纳器件及传感器在汽车工业中的主要应用。通过此次短期课程, 学生们更深入地了解了微系统和微传感器的最新发展和应用, 更系统地掌握了微电子机械系统的基本加工技术与设计方法。

傅永庆教授在微纳米材料技术, 压电MEMS器件, 智能材料研究, 特别是在薄膜表面声波微流体及芯片及薄膜形状记忆合金和聚合物研究等领域有很高的国际声望。目前已发表著作两部, SCI期刊论文数为308篇 (SCI H-index为38, SCI 总引用次数>5800次)。部分文章发表在相关领域的顶级期刊上, 如Progress in Materials Science, Nature Communications, Nano Letters, Advanced Drug Delivery Review 等, 并受邀请做重要国际学术会议主题报告超过20次。傅永庆教授是国际薄膜协会欧洲区主席、英国物理学会会员、美国机械工程学会会员、国际电子电气工程协会会员, 担任Editorial Board member for Scientific Reports (Nature Group)编委, Associate editor for Nanoscience and Nanotechnology Letter (SCI Journal)副主编等职务。

电子信息学

经济开发区白  
38号信义楼

3135

zjhu.edu.cn  
sc.hdu.edu.cn



上一篇: 加州大学伯克利分校物理系邱子强教授应邀来校作学术报告

下一篇: 澳大利亚格里菲斯大学鲁君伟教授来院举办学术报告



杭州电子科技大学电子信息学院

地址：杭州市杭州经济开发区白杨街道2号大街1158号信义楼（二教）

电话：0571-86919135

E-MAIL: dzxx@hdu.edu.cn

网址: <http://elec.hdu.edu.cn>

邮编：310018

## 澳大利亚格里菲斯大学鲁君伟教授来院举办学术报告

发布时间：2018-11-08 阅读：1127次

摘要

10月31日上午10点澳大利亚格里菲斯大学鲁君伟教授应邀来我院举办了题为“计算电磁学在电气和电子工程方面的应用”的学术报告。

鲁教授在报告中介绍了用计算电磁学技术解决的在电气和电子工程方面的许多实际应用问题。他指出，可将所有的计算电磁学模型分为三个部分：电磁能量的来源、模型组件的几何形状，以及剩余的问题空间。许多数值方法都是几十年前发明的，但是需要加入额外的新想法，使其适用于解决当今现实世界的电磁问题。此外，鲁教授介绍了电磁计算机建模和仿真的作用涉及到的几个物理效应。并强调详细了解所有这些效应是有效和高效设计的先决条件。因为减少设计时间和采取激进设计策略的第一步是使用电磁计算机建模技术，从而让设计师在几个小时而非几个月内尝试“如果”实验。

鲁君伟任职于澳大利亚国立格里菲斯大学工程学院，为电气及电子工程学终身首席教授、博导、高性能计算及可视化研究室主任、电力电子及磁技术研究室主任、新能源及智能电网研究室主任。专业资格包括IEEE高级会员，电力电子分会、微波理论与技术分会终身会员，天线与波动分会、电磁兼容分会、电力与能源分会会员，以及国际计算电磁学协会（ICS）理事（2005-2011）等。已发表200余篇学术论文，为IEEE、IET和其他专业组织评阅了众多技术论文。鲁君伟教授是世界上仅有几位横跨高频和低频计算电磁场领域的专家，多次代表澳大利亚出席及担任世界级计算电磁场大会的代表和理事，参加IEEE CEPC及COM PUMAG等会议，由于在计算电磁场领域的特殊贡献，2004年和2008年两次当选为国际COMPUMAG学会的亚太地区理事。



上一篇：[英国诺桑比亚大学傅永庆教授应邀来校短期授课](#)

## 6. 承办协办国际会议清单

序号	会议名称	举办性质	时间
	2014 AES	承办	2014
	2015 国际 5G 及未来移动通信峰会	承办	2015
	The 16 <sup>th</sup> IEEE International Conference on Communication Technology, 2015	承办	2015
1	2016 IEEE Brain CAS	承办	2016
2	The 10th ICMAN 2016	承办	2016
3	中国电子学会电路与系统分会第 27 届学术年会	承办	2016
4	IEEE 微纳器件与集成电路国际研讨会	承办	2016
5	2017 国际紧凑型器件建模会议	承办	2017
6	EM-MTF 2017	协办	2017
7	电磁场与多物理场建模高性能计算国际学术研讨会	协办	2017
8	2017 IEEE EDAPS	协办	2017
9	第十一届中国英国欧洲毫米波与太赫兹技术研讨会	承办	2018
10	ISAPE 2018	承办	2018
11	EM-MTF 2018	承办	2018



# AES 2014

3rd Advanced Electromagnetics Symposium

7 - 10 DECEMBER 2014, HANGZHOU



## AES 2014 Hangzhou - China

The 3rd Advanced Electromagnetics Symposium

---

### Program

December 7 – 10, 2014  
Hangzhou, China

[www.mysymposia.org](http://www.mysymposia.org)

# 2015 年国际 5G 及未来移动通信峰会

## 射频电路与天线新技术与挑战

大会时间：2015 年 6 月 11 日 8:30–17:15

大会地点：杭州电子科技大学科技馆二楼扇形报告厅

主办单位：杭州电子科技大学，中国电子信息技术研究院

大会报告：

	报告题目	报告人
1	Multi-function, Multi-frequency, Multi-beam and Multi-layer Integrated Transceiver Technologies for 5G and Future Wireless	吴柯院士, University of Montreal
2	5G 网络中关键天线技术的讨论	陈志宁, 新加坡国立大学
3	关于 5G 的一些热点技术	洪伟, 东南大学
4	5G 安全：挑战与应对	陈璟, 华为技术公司
5	第 5 代移动通信面临的技术挑战	刘华平, Oregon State University
6	5G 标准化的边界及 5G 终端	师延山, 展讯通信有限公司
7	面向 5G 通信的毫米波 CMOS 多模多频射频系统芯片技术	王燕、张雷, 清华大学
8	Public-Private Spectrum Sharing in 5G through Cognitive Radio	姚育东, Stevens Institute of Technology
9	5G 毫米波集成电路设计关键技术	刘军、孙玲玲, 杭州电子科技大学
10	5G 移动通信测试技术发展机遇与挑战	凌云志, 中电 41 所
11	一个 4 通道 60GHz CMOS 相控阵接收机的射频前端芯片设计	吴亮, 香港科技大学

# ICCT 2015 Hangzhou-China

---

The 16<sup>th</sup> IEEE International Conference on Communication  
Technology, 2015



## Program

---

October 18-20, 2015

Hangzhou, China

---

[icct2015.hdu.edu.cn](http://icct2015.hdu.edu.cn)

## 【甲子华诞】我校参与承办的2016 IEEE 脑电路与系统论坛在杭举行

作者：admin 来源：学校新闻部1 时间：2016-10-26 点击量：2192

10月20日至21日，由美国电气和电子工程师协会（IEEE）主办、我校和上海交通大学共同承办的2016 IEEE 脑电路与系统论坛（2016 IEEE Brain Circuits&Systems Workshop）在杭州举行。

作为我校60周年校庆系列学术活动之一，本次会议邀请了来自欧洲、美洲、亚洲等各国以及国内的80多位专家、学者、海内外校友，重点围绕“神经接口技术”、“脑机接口”2个专题进行交流研讨。

会议主席、我校原副校长孙玲玲教授致开幕词，她代表学校对莅临大会的专家、学者、海内外校友表示热烈欢迎和衷心感谢。孙玲玲简要回顾了学校60年来的办学历程和所取得的不凡业绩，诚挚邀请与会专家对学校发展建设给予更多的关注和支持。



会上，与会专家围绕既定专题开展了主题演讲、技术交流、小组讨论和展板交流等多个环节，展示了相关领域的最新研究成果，并进行了深入的学术探讨。

本次会议是脑电路与系统技术领域的一次盛会，充分展示了脑电路与系统技术领域的前沿研究、最新成果、学术热点及发展趋势，有效促进了交流与合作，对提高该领域的学术水平将起到积极的推动作用。（电子信息学院）





## The 10th International Workshop on Innovation and Commercialization of Micro & Nanotechnology (ICMAN 2016)

时 间：2016年11月21日8:30–17:30

2016年11月22日8:30–11:30

地 点：杭州电子科技大学 科技馆二楼大报告厅

主办单位：微纳器件与系统技术分会、清华大学

承办单位：杭州电子科技大学

### 大会报告：

The Emerging Non-Volatile Memories (NVMs) and Their Role in Data-Centric Computer Architecture	Prof. Zhiping Yu
In-situ wafer-level fabricated high-performance micro/nano gas sensor	Prof. Tie Li
Yun-On-chip architecture for the next generation embedded computing	Prof. Xiaoning Qi
Sensor Systems for Space Exploration	Prof. Hongyu Yu
Non-volatile Spintronic Devices for Interface Application	Prof. Zhenghong Qian
柔性电子技术及传感器的应用	Prof. Shurong Dong
Micro fluidic, high-efficiency and large-scale single cell trapping and patterning	Prof. Wenhui Wang
The Research Progress of Terahertz Test Technology	Prof. Fushun Nian
Manufacture of Spatial Microlens Array Glass Substrate for Micro-Photovoltaic Application	Prof. Jin Xie
Progress of package technology for multi-MEMS sensors and its economy	Prof. Yufeng Jin
Microfluidic Elasto-Filtration (MEF) Chips to Capture Circulating Tumor Cells Toward Personalized Cancer Diagnosis	Prof. Yi-Kuen Lee
Micro- and Nanotechnologies are bringing Internet of Things and THz Applications into everyday life	Prof. Hui Xu
Micro Sensors and Systems	Prof. Shanhong Xia

主题：集成电路设计方法、神经网络

主持人：蒋刚毅（宁波大学）

时间：10月30日上午08:00-11:10

地点：杭州电子科技大学科技馆三楼7号会议室

时间	题目	作者	单位
8:00-8:12	一种基于查找表内存优化的 FPGA 布线资源图	王佳伟, 蔡博睿, 黄志洪, 高同强, 杨海钢	中国科学院电子学研究所
8:12-8:24	可延展柔性互连 RLC 参数仿真及串扰分析	吴振宇, 赵泽博, 李超, 段宝兴, 杨银堂	西安电子科技大学
8:24-8:36	Substrate Noise Coupling Analysis in Integrated Circuits	Xinzheng Wang, Lifeng Shang	哈尔滨工业大学
8:36-8:48	基于 IWBA 算法的三值 FPRM 电路延时和面积优化	汪涛, 汪鹏君, 张会红	宁波大学
8:48-9:00	一种 FPGA 资源性能模型最优数据转置值的大点数 FFT 并行实现架构	周杨, 林郁, 杨海钢	中国科学院大学
9:00-9:12	一种多线程 FPGA 时序驱动布线算法	于梦薇, 刘洋, 尹韬, 杨海钢	中国科学院电子学研究所
9:13-9:24	一种支持可变速宽高效加法的 FPGA 嵌入式 DSP IP 硬核结构设计	王楠, 黄志洪, 杨海钢, 丁健	中国科学院电子学研究所
9:24-9:36	一种复杂电路的 Boolean 和 RM 逻辑间极性转换算法	张会红, 汪鹏君, 王稼磊, 汪涛	宁波大学
9:36-9:48	一种优化的 FPGA 静态时序分析算法	徐宇, 林郁, 刘洋, 黄娟, 杨海钢	中国科学院电子学研究所
9:48-10:00	FPGA 嵌入式可编程存储互连结构设计优化研究	黄志洪, 魏星, 李威, 徐宇, 涂开辉, 林郁, 杨海钢	中科院电子所
10:01-10:10	茶歇		
10:10-10:22	基于 BP 神经网络的 LQI 测距研究	盛林, 尚俊娜, 程涛, 岳克强	杭州电子科技大学
10:22-10:34	象草算法优化神经网络盲均衡算法的研究	耿艳香, 王光艳, 张立毅	天津商业大学
10:34-10:46	基于粒子群二进制人工蜂群算法的多用户检测	刘婷, 张立毅	天津商业大学
10:46-10:58	RESEARCH AND IMPLEMENTATION OF NETWORK TRAFFIC PREDICTION BASED ON IMPROVED BP NEURAL NETWORK	Sun Wensheng, Jiang Luqi	杭州电子科技大学
10:58-11:10	一种基于 SVM 的直流电弧故障检测方法	刘伟, 马琪, 竺红卫	杭州电子科技大学



杭州电子科技大学  
HANGZHOU UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY  
60周年纪念  
1956 - 2016

之系列学术活动

## IEEE 微纳器件与集成电路国际研讨会

IEEE Electron Devices Society (EDS) Mini-Colloquium on  
Micro & Nanoelectronics Devices and Integrated Circuits

### Program

时 间: 2016 年 10 月 24 日 14:20-17:30

地 点: 科技馆 2 楼 扇形报告厅

主办单位: 杭州电子科技大学电子信息学院

IEEE EDS 杭州分会

射频电路与系统教育部重点实验室

超大规模集成电路浙江省重点实验室

### 学术报告:

1. *Challenge of Advanced Semiconductor Devices for future CMOS Technologies* by Prof. Cor Claeys, IEEE Fellow (imec & KU Leuven)
2. *Field Effect Transistors: From MOSFET to Tunnel FET* by Prof. Joao Antonio Martino, IEEE EDS Chapter Chair of South Brazil Session (University of Sao Paulo)
3. *All-Carbon Interconnects - From 1D to 3D* by Prof. Cary Yang, IEEE Fellow (Santa Clara University)
4. *Generic HEMT Compact Model for Future Hybrid III-V/CMOS Technology* by Prof. Xing Zhou, IEEE EDS Vice-President for Regions/Chapters (Nanyang Technological University)

欢迎广大师生届时踊跃参加!

## 2017杭州国际紧凑型器件建模会议在我校举行

作者：admin 来源：电子信息学院 时间：2017-07-08 点击量：2297

6月29日至30日，由我校、中国科学院上海微系统与信息技术研究所和弘模半导体技术(上海)有限公司联合主办的杭州国际紧凑型器件建模会议（MOS-AK），在我校举行。来自国内外高校、科研院所相关领域的专家以及国内主流的半导体厂、设计公司、EDA厂商相关人员近百人参加。

我校“射频电路与系统”教育部重点实验室主任孙玲玲教授致开幕词，来自瑞士、德国、美国、中国的专家应邀作大会主题报告，13位国内外嘉宾分享了各自在模型领域的最新发现和研究成果。

本次会议的议题主要围绕先进半导体技术及工艺，如CMOS、SOI、FINFET、III-V族，应用领域则主要集中在数字模拟、高频、高可靠性等方面。会上，我校“射频电路与系统”教育部重点实验室刘军博士、法国联合单片半导体简单股份公司Eric Leclerc博士、赛普拉斯半导体公司Helmut Puchner博士、IMS-LAB的Thomas Zimmer教授分别作了题为“A New Compact Model for FinFETs Accommodating Inner Thermal Effects” “Latest improvements in modeling for GaN and GaAs foundry processes with the support of ADS capabilities” “Radiation Hardening of Memory Products” “Beyond 100GHz: Device characterization for THz application” 的主题报告。清华大学王燕教授、中国科学院微电子研究所李冷博士、我校苏江涛博士等也作了精彩的主题演讲。

本次研讨会促进了国内外半导体厂、设计公司、EDA厂商和科研机构在模型方面的交流，为大家了解器件模型领域的重大发展趋势提供了平台。研讨会也扩大了我校在器件与模型方向的影响，为实现先进工艺及MORE THAN MOORE模型产业本地化打下了扎实的基础。（电子信息学院）





## 文章详情

您所在位置: 首页 > 新闻通知 > 天线与微波技术重点实验室组织EM-MTF2017国际会议

# 天线与微波技术重点实验室组织EM-MTF2017国际会议

2017-11-20 来源: 浏览次数:687

2017年11月6日至11月10日, 第二届未来电磁材料和技术高层论坛(2017 Electromagnetic Materials and Technologies for the Future, EM-MTF2017) 在新西兰皇后镇隆重举行。本年度的EM-MTF由悉尼科技大学、西安电子科技大学、天线与微波技术重点实验室共同组织承办。此次会议吸引了来自美国、英国、意大利、澳大利亚等国家以及中国多家单位的近50余名专家学者参会。我校杨银堂副校长带队, 电子工程学院刘英教授等十余名教师参加了此次会议。



杨银堂副校长与参会代表在现场聆听报告

本次大会邀请了海内外顶级专家举行了9场特邀报告(Distinguished Lecture)和11场邀请报告(Invited Talk)。美国University of Central Florida的Raj Mittra教授、美国Northeastern University的Carey Rappaport教授、意大利University of Siena的Stefano Maci教授、英国Loughborough University的Yiannis Vardaxoglou教授、澳大利亚University of Technology Sydney的Y. Jay Guo教授、澳大利亚University of Adelaide的Christophe Fumeaus教授、澳大利亚悉尼科技大学的Trevor Bird教授、澳大利亚Macquarie University的Karu Esselle教授分别做了精彩的演讲报告。

# 电磁场与多物理场建模高性能计算国际学术研讨会成功举办

2017-05-15



5月12日,为期两天的“电磁场与多物理场建模高性能计算国际学术研讨会”在浙江大学国际校区召开。本次会议由浙江大学-UIUC联合学院、浙江大学信息学部主办,研讨会由美国伊利诺伊大学厄巴纳香槟校区金建明教授、ZJU联合学院李尔平教授、浙江大学尹文言教授组织,同时获得上海交通大学、杭州电子科技大学、苏州芯禾电子科技有限公司支持。来自美国伊利诺伊大学厄巴纳香槟校区、杜克大学、Michigan大学(Ann Arbor)、普度大学、北卡若琳大学、Michigan州立大学、德克萨斯大学(Austin)、以色列Tel-Aviv大学、法国INRIA、中国浙江大学、东南大学、厦门大学、中国工程物理研究院电子工程研究所等单位的120多位专家、学者参会。



## 2017年IEEE EDAPS在我校海宁国际校区成功举办

时间:2017-12-25

2017年12月14-16日在我校海宁国际校区成功举办第14届IEEE先进封装系统设计国际学术会议(2017 IEEE Electrical Design of Advanced Packaging Systems Symposium)。本次会议由浙江大学承办,信电学院求是特聘教授、IEEE Fellow尹文言教授和ZJU-UIUC院长李尔平教授分别担任会议共同主席,得到了上海交通大学、电子科技大学、南方科技大学、安徽大学、杭州电子科技大学、南京理工大学、宁波大学、电子信息系统复杂电磁环境效应国家重点实验室、电磁兼容国防科技重点实验室9家联办单位的大力支持。同时,本次会议还受到IBM、上海东峻科技、北京优诺信和南京纳特公司的赞助。

本次会议邀请了美国UIUC、加州大学-圣芭芭拉分校、日本东北大学和美国密苏里科技大学5位著名教授作大会主题报告;同时邀请了国内外学术界和跨国公司近20位教授和研发科学家作专题研讨会报告。会议主题涵盖先进三维集成电路与系统级封装中的新型互连设计、超高速信号完整性、电源完整性、功率完整性、电磁兼容与电磁干扰抑制、计算电磁学和多物理场仿真、高性能无源元件、小型化封装天线、先进5G通信天线阵列、新型二维材料和机器学习在先进集成与封装中的设计应用等专题。

IEEE EDAPS是IEEE电子封装协会的年度重要学术会议,本次会议吸引了11个国家(美国、加拿大、日本、韩国、印度、德国、英国、瑞士、比利时、意大利、新加坡)和我国台湾、香港和大陆200余位专家学者以及工业界人士(Intel、IBM、Huawei等)参会。本次会议收到论文投稿200余篇,大会口头报告论文140余篇,海报论文36篇,本次会议是近年来IEEE EDAPS参会嘉宾最多的一次国际学术会议。



大会代表合影

李尔平教授发言



## 第十一届中国-英国-欧洲毫米波与太赫兹技术研讨会 (UCMMT 2018) 在我校召开

作者: admin 来源: 电子信息学院 时间: 2018-09-10 点击量: 3702

9月5日至7日,由我校和国际电子电气工程师协会(IEEE)等机构共同主办、我校电子信息学院承办的第十一届中国-英国-欧洲毫米波与太赫兹技术研讨会(UCMMT2018),在我校下沙校区科技馆召开,来自10多个国家和地区的200余名师生参加。大会主席、我校电子信息学院孙玲玲教授和大会技术委员会主席、我校电子信息学院罗国清教授分别致开幕词。



本次研讨会安排了特邀大会报告、论文张贴和分组会议等三种形式展开交流。会上,IEEE MTT-S前主席、加拿大皇家科学院和皇家工程院院士、蒙特利尔大学吴柯教授,英国皇家工程院院士、圣安德鲁斯大学Richard John Wylde教授,IEEE Fellow、新加坡国立大学陈志宁教授,IEEE Fellow、瑞典查尔姆斯理工大学Herbert Zirath教授,IEEE Fellow、浙江大学李尔平教授,国家杰出青年基金获得者、天津大学马凯学教授,以及中国电子科技集团第五十研究所潘鸣研究员分别作大会报告,引起与会学者的极大兴趣。

会议期间,与会者分三个分会场、十八个主题,就真空电子学、天线、太赫兹通信、太赫兹源、超材料、毫米波器件、成像技术、测量技术等国内外热点领域进行了交流。经过4位IEEE Fellow和APS Fellow权威专家组成的奖励评审委员会评审,大会还从126篇参评论文中评选出6篇论文分获大会最佳论文一、二、三等奖。(电子信息学院)





# ISAPE2018

## The 12th International Symposium on Antennas, Propagation and EM Theory

December 3-6, 2018, Hangzhou, China

### HOME

What's New

Important Dates

Call For Papers

Paper Submission

Committee

Program

Keynotes

Special Session

Young Scientist Award

Exhibition

Registration

Transportation

Venue

Accommodation

Contact Us

### Sponsors



About ISAPE

more>>

What's New

more>>

ISAPE, a serial symposium on AP and EM Theory, always offers an active forum for exchanging creative ideas and experiences of the latest developments, designs in the areas of antennas, propagation, and electromagnetic theory for professors, researchers, engineers and excellent students all over the world. The 12th International Symposium on Antennas, Propagation and EM Theory ISAPE 2018 will be held in Hangzhou, China. All prospective papers in the areas of antennas, propagation,

- Full program for ISAPE2018 is released
- Online registration for ISAPE2018 is now open
- Extension for paper submission deadline
- ISAPE2018 website is open!

electromagnetic theory, computational electromagnetic, and EMC are welcome.

- **SPONSOR :**  
Chinese Institute of Electronics (CIE)
- **COSPONSORS:**  
CIE Radio Propagation Society    CIE Antennas Society
- **TECHNICAL CO-SPONSORS:**  
IEEE Antennas and Propagation Society (AP-S)  
National Key Laboratory of Electromagnetic Environment, China  
Key Laboratory of RF Circuits and Systems of Ministry of Education, HDU  
Science and Technology on Electronic Information Control Laboratory, China  
Science and Technology on Communication Information Security Control Laboratory, China  
Science and Technology on Communication Networks Laboratory, China  
Science and Technology on Electromechanical Dynamic Control Laboratory, China  
IEEE Electron Devices Society Hangzhou Chapter  
IEEE Microwave Theory and Techniques Society Hangzhou Chapter
- **SUPPORTED BY:**  
China Committee for URSI  
National Natural Science Foundation of China (NSFC)  
China Research Institute of Radiowave Propagation (CRIRP)  
Hangzhou Dianzi University  
Northwest China Research Institute of Electronic Equipment
- **PROCEEDINGS :**  
The ISAPE Proceedings CD of full papers with IEEE and the Library of Congress Catalog Numbers will be available to all delegates attending the conference. The papers accepted by the conference will be indexed by INSPEC database and EI Compendex.



## 2018 Committee

General Chair: Prof. Y. Jay Guo, University of Technology Sydney (UTS)

Co-Chair: Prof. Y. Yang, Xidian University, China

TPC Chair: Prof. Richard W. Ziolkowski, University of Technology Sydney (UTS)

TPC Co-Chair: Prof Y. Liu, Xidian University, China

International Advisory Committee Chairs: Prof. Raj Mittra and Prof. Trevor S. Bird

[Organizing Committee Chairs: Prof Zhiqun Cheng, Hangzhou Dianzi University, China](#)

Organizing Committee Co-Chairs: Dr Peiyuan Qin, University of Technology Sydney (UTS); A/Prof Wen Jiang, Xidian University, China

Local Organizing Committee Co-Chairs: Visagaperuman Ramachandran, Professor, Fiji National University, Fiji; Akisi Mavoa, Director, Fiji National University, Fiji

Secretary: Dr Can Ding, University of Technology Sydney (UTS)

### 2018 FORUM VENUE

[The Sheraton](#)

Address: Denarau Island North, Nadi, Fiji

Phone: +679 675 0777

### 2018 FORUM TIME

18th – 21st September 2018

## 7. 发表教学核心期刊论文清单

1. 马学条, 程知群, 郑雪峰, 王永慧. 电子信息技术虚拟仿真实验教学平台的建设与实践[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(11):130-133.
2. 马学条, 程知群, 陈龙. 数字电路虚拟仿真实验教学改革研究[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(10):121-124.
3. 刘国华, 程知群, 李江舟, 张明. 非对称高回退宽带 Doherty 功率放大器实验研究[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(09):91-95.
4. 程知群, 张志维, 刘国华, 陈瑾, 李素东, 王浙栋, 唐玉高, 姜周曙. 基于 LabVIEW 的射频通信电路实验测试平台开发. 实验技术与管理, 2018, 35(08):88-91.
5. 程知群, 曹淼, 刘敬彪, 徐红, 罗志增. 优化研究生课程结构, 提高人才培养质量——以“电子科学与技术”学科为例. 工业和信息化教育, 2014(01):25-28+88.

## 电子信息技术虚拟仿真实验教学平台的建设与实践

马学豪, 程如群, 郑雪峰, 王永慧

《杭州电子科技大学 国家级电子信息技术虚拟仿真实验教学中心, 浙江 杭州 310018》

**摘 要:** 根据虚实融合、优势互补的原则, 以及电子信息类专业特点和工程认证的要求, 开发了基本实验教学、科研成果转化、企业合作共享三大类电子信息技术虚拟仿真实验教学平台。所构建的平台涵盖了 17 个系列的虚拟仿真实验项目, 每年面向校内外 8 000 多名学生开放, 为高校电子信息人才的培养提供了新的实践教学模式。

**关键词:** 电子信息技术; 虚拟仿真; 实验教学平台

**中图分类号:** G642 **文献标识码:** B **文章编号:** 1002-4956(2018)11-0155-04

### Construction and practice of virtual simulation experimental teaching platform for electronic information technology

Ma Xuehao, Cheng Rujun, Zheng Xuefeng, Wang Yonghui

《National Virtual Simulation Experimental Teaching Center of Electronic Information Technology, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China》

**Abstract:** According to the mixing principle of virtual-reality interaction and complementary advantages, and based on the characteristics of the Electronic Information specialty and requirements of Engineering certification, a virtual simulation experimental teaching platform for the electronic information technology is developed, which includes the basic experimental teaching, transformation of scientific research achievements and cooperation and sharing among enterprises. This platform covers 17 series of virtual simulation experiments, which is open to more than 8 000 students both at home and abroad every year and provides a new practical teaching mode for the training of electronic information talents in colleges and universities.

**Key words:** electronic information technology; virtual simulation; experimental teaching platform

杭州电子科技大学电子信息技术虚拟仿真实验教学中心(下称中心)依托于国家级电工电子实验教学示范中心、电子科学与技术国家级优势特色专业、电子信息工程国家级优势特色专业和 EDA 技术国家级精品课程等教学科研平台, 建设了包括集成电路与集成系统、EDA 技术、现代数字技术、DSP 与嵌入式系统应用等 30 多个虚拟仿真实验室, 并于 2014 年入选教育部公布的百校 100 个国家虚拟仿真实验教学中心<sup>[1]</sup>。

收稿日期: 201805-16 修回日期: 201807-15

基金项目: 浙江省 2016 年高等教育教学改革项目(GK201600058) 杭州电子科技大学高教研究课题(XNFZ201705), 杭州电子科技大学实践教学改革项目(skg201805), 杭州电子科技大学高教研究课题(YHGD201805)

作者简介: 马学豪(1988—), 男, 浙江嘉兴, 硕士, 实验师, 主要研究方向为数字电子技术教学、嵌入式系统设计与应用。

E-mail: mxh@hdu.edu.cn

中心结合电子信息类专业特点, 将现代信息技术运用到实验教学中, 支持和鼓励师生自主研发各类虚拟仿真实验教学设备及教学项目<sup>[2]</sup>。中心本着虚实融合、优势互补的原则, 开发和建设了基本实验教学、科研成果转化、企业合作共享三大类电子信息技术虚拟仿真实验教学平台。所构建的平台涵盖了 17 个系列的虚拟仿真实验项目, 借助开放式虚拟仿真实验教学管理系统, 每年面向校内外 8 000 多名学生开放, 学生通过网络、远程调用云端服务器上的仿真软件, 进行创新性实验设计。

#### 1 虚拟仿真实验教学平台建设思路

充分利用虚拟仿真技术, 解决高成本、长周期与不可及的实验教学难题, 弥补受地域环境、仪器设备和安全因素等限制的现实问题, 对于探索实验教学新模式, 培养电子信息人才具有重要意义<sup>[3]</sup>。虚拟仿

## 数字电路虚拟仿真实验教学改革研究

马学条, 程知群, 陈 龙

(杭州电子科技大学 电子信息国家虚拟仿真实验教学中心, 浙江 杭州 310018)

**摘 要:** 针对高成本、长周期等无法采用真实仪器设备进行实验教学的复杂数字系统, 从教学内容、虚拟仿真实验项目、考核方式等方面进行了数字电路虚拟仿真实验教学改革研究。实验课程依托国家级虚拟仿真实验教学中心, 通过在线教学管理平台, 远程调用云端服务器上的工程仿真软件, 完成虚拟仿真实验教学。结果表明, 该教学模式提高了学生设计复杂数字系统的能力, 在工程创新能力培养上取得了一定的成效。

**关键词:** 虚拟仿真; 数字电路; 信号发生器; 教学改革

**中图分类号:** G642 **文献标识码:** B **文章编号:** 1005-4956(2018)10-0030-04

### Research on teaching reform of virtual simulation experiment for digital circuit

Ma Xuetiao, Cheng Zhiqun, Chen Long

(National Virtual Simulation Experimental Teaching Center of Electronic Information Technology, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** Due to the high cost and long period, it is impossible to adopt the real equipment to carry out the experimental teaching in the complex digital system. The research on the teaching reform of virtual simulation experiment for the digital circuit is carried out from the aspects of the teaching content, virtual simulation experiment projects and examination methods. The experimental course is supported by the national virtual simulation experimental teaching center, and through the online teaching management platform, the virtual simulation experiment teaching is completed by remotely using the engineering simulation software on the cloud server. The results show that this teaching mode improves the students' ability to design a complex digital system and achieves certain results in the training of engineering innovative ability.

**Key words:** virtual simulation; digital circuit; signal generator; teaching reform

数字电子技术、计算机技术、工业控制等信息技术蓬勃发展, 为高校电子信息人才的培养带来了强大的推动力, 但是也为高层次电子信息人才的培养带来了严峻的挑战:

(1) 芯片设计与流片费用高, 远远超出高校所能承受范围;

(2) 在规模达数十万逻辑门的数字系统设计中, 已不可能采用分立元器件搭建完成;

(3) 受地域环境、仪器设备和安全性等因素的限制, 学生不能深入生产一线进行实践锻炼。

因此, 统筹虚拟技术、网络技术、实验室硬件资源, 全面改革传统的实验教学模式与教学手段, 构建虚实结合的实验教学体系, 是实验教学改革的重点内容。我校数字电路虚拟仿真实验教学依托国家级虚拟仿真实验教学中心和国家级教学团队, 从学生的需求出发, 通过在线教学管理平台, 远程调用云端服务器上的工程仿真软件, 完成数字电路虚拟仿真实验教学<sup>[1-3]</sup>。

### 1 数字电路虚拟仿真实验内容

如表 1 所示, 数字电路虚拟仿真实验由基础性实验、设计性实验和综合性实验 3 个层次, 并且包含软件共享、仪器共享和远程控制 3 大类共 12 个实验案例组成。

收稿日期: 2018-04-16 修回日期: 2018-07-15

基金项目: 浙江省 2016 年高等教育教学改革项目 (jczd1600058); 杭州电子科技大学高教研究课题 (XNFZ201705); 杭州电子科技大学实践类教学改革项目 (sksq201805)

作者简介: 马学条 (1984—), 男, 浙江温州, 硕士, 实验师, 研究方向为数字电子技术、嵌入式系统设计与应用。

E-mail: mx@hdu.edu.cn



## 非对称高回退宽带 Doherty 功率放大器实验研究

刘国华, 程知群, 李江舟, 张 明

(杭州电子科技大学 电子信息学院, 浙江 杭州 310018)

**摘 要:** 在传统 Doherty 功率放大器基础上, 提出了一种新的非对称式结构, 通过在 Doherty 功放负载调制网络中减小  $1/4$  传输线的阻抗变换比和增加两段短路微带线抑制阻抗漂移来扩展带宽。使用 GaN HEMT 器件设计并制作了一款工作于  $1.6 \sim 2.2$  GHz 的 Doherty 功放。仿真与实验结果表明, 该功率放大器饱和输出功率大于  $43.5$  dBm, 饱和漏极效率保持在  $56\%$  以上, 且饱和输出功率回退  $6$  dB 后漏极效率大于  $42\%$ , 回退  $9$  dB 时漏极效率在  $36.5\% \sim 46.5\%$  之间, 未使用线性化技术的 ACPR 优于  $-25$  dBc。

**关键词:** Doherty 功率放大器; 非对称式结构; 高回退; 宽带

**中图分类号:** TN722.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-4356(2018)09-0023-05

### Research on experiment of asymmetric high return broadband Doherty power amplifier

Liu Guohua · Cheng Zhiqun · Li Jiangzhou · Zhang Ming

(School of Electronic Information, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** Based on the traditional Doherty power amplifier, a new asymmetric structure is proposed. By reducing the impedance conversion ratio of the  $1/4$  wavelength transmission line and increasing the two short circuit microstrip to suppress the impedance drift, the bandwidth is expanded in the Doherty power amplifier load modulation network. The GaN HEMT device is used to design and make a Doherty power amplifier which operates at  $1.6$  to  $2.2$  GHz. The simulation and experimental results show that the output power of the amplifier is more than  $43.5$  dBm, the saturation drain efficiency is above  $56\%$ , the leakage efficiency is at least  $42\%$  after the saturation output power regresses  $6$  dB, the leakage efficiency is between  $36.5$  and  $46.5\%$  when returning  $9$  dB, and the adjacent channel power ratio (ACPR) is better than  $-25$  dBc without linearization technology.

**Key words:** Doherty power amplification; asymmetric structure; high return; broadband

上世纪 30 年代提出的 Doherty 技术<sup>[1]</sup>具有结构简单和回退效率高<sup>[2]</sup>的特性, 在采用复杂调制技术和高峰均比信号传输的现代无线通信系统中获得广泛应用<sup>[3]</sup>。但是, Doherty 功率放大器 (以下简称功放) 的相对带宽

会受到有源器件输出电容<sup>[4]</sup>和输出匹配网络中阻抗变换器<sup>[5,6]</sup>的限制, 这对 Doherty 功放的性能带来很大的影响。文献[8]提出了一种宽带 Doherty 架构, 应用 GaN 器件设计了一款适合移动通信的双频段功放, 最大带宽为  $400$  MHz。在综合考虑了对 Doherty 功放带宽限制的诸多因素之后, 本文设计了一款基于非对称式结构的高回退宽带 Doherty 功放。该功率放大器相对带宽拓展到  $600$  MHz, 在  $1.6 \sim 2.2$  GHz 频率范围内功率回退  $6$  dB 和  $9$  dB 的效率分别大于  $42\%$  和  $36.5\%$ 。

## 1 原理分析与仿真

### 1.1 传统 Doherty 功放的理论分析

传统的 Doherty 功放基本结构见图 1。该结构由

收稿日期: 2018-05-27 修回日期: 2018-05-15

基金项目: 浙江省高等教育教学改革项目 (JG20160058); 浙江省自然科学基金重点基金项目 (LZ16F010001)

作者简介: 刘国华 (1975—), 男, 河南周口, 在读博士研究生, 副教授, 主要从事射频功率电路设计与教学

E-mail: oshu@hdu.edu.cn

通信作者: 程知群 (1964—), 男, 安徽巢湖, 教授, 博士生导师, 院长, 主要从事研究方向为宽禁带半导体器件与射频电路。

E-mail: zhqun@hdu.edu.cn

## 基于 LabVIEW 的射频通信电路实验测试平台开发

程知群<sup>1</sup>, 张志维<sup>1</sup>, 刘国华<sup>1</sup>, 陈 瑾<sup>1</sup>, 李素东<sup>1</sup>, 王新栋<sup>1</sup>, 唐玉高<sup>1</sup>, 姜周曙<sup>1</sup>

1. 杭州电子科技大学 电子信息学院, 浙江 杭州 310018,

2. 杭州电子科技大学 国有资产与实验室管理处, 浙江 杭州 310018)

**摘 要:**针对射频电路实验教学中存在的仪器设备操作复杂和高成本问题,基于 LabVIEW 和 GPIB 协议开发了一套射频通信电路实验测试平台。该平台包含主控计算机、GPIB-USB 转接卡和具有 GPIB 接口的程控仪器,可以实现电路测试,显示测试结果和数据处理功能,同时能根据测试数据生成报表和绘制曲线,并提供灵活、方便的综合查询功能。实验教学实践表明,该测试平台提高了设备利用率和教学效率。

**关键词:**射频电路; 实验教学; GPIB; LabVIEW

中图分类号: TN710; G484 文献标识码: B 文章编号: 1002-4354(2018)08-0022-04

## Development of experimental test platform for radio frequency communication circuit based on LabVIEW

Cheng Zhiqun<sup>1</sup>, Zhang Zhiwei<sup>1</sup>, Liu Guohua<sup>1</sup>, Chen Jin<sup>1</sup>, Li Sudong<sup>1</sup>,  
Wang Zhedong<sup>1</sup>, Tang Yuga<sup>1</sup>, Jiang Zhoushu<sup>1</sup>

1. College of Electronics and Information, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China,

2. Department of State-owned Assets and Laboratory Management, Hangzhou  
Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** In view of the problems of the complex operation and high cost in the experimental teaching of radio frequency circuits and based on the LabVIEW and GPIB protocol, an experimental test platform for the radio frequency communication circuit is developed. This platform includes main control computer, GPIB-USB adapter and program-controlled instrument with GPIB interface. It can realize the circuit test, display the test results and carry out the data processing function. At the same time, it can generate the reports, draw the curves according to test data, and provide the flexible and convenient comprehensive query function. Experimental teaching practice shows that this test platform improves the equipment utilization ratio and teaching efficiency.

**Key words:** radio frequency circuit; experimental teaching; GPIB; LabVIEW

随着第 4 代移动通信系统的普及,同时第 5 代移动通信也在抓紧部署中。可以预见,未来几年无线通信和射频领域的人才需求仍然旺盛<sup>[1]</sup>。“射频电路设

计”作为一门理论与实践结合紧密的课程,其配套实验课程的开设对于学生理解相关理论具有重要作用。目前,多数高校开设的射频电路实践课程多以软件仿真或者人工操作仪器测试的方式进行。然而,射频器件和电路的测试在人工操作下由于仪器复杂、步骤多,按键繁琐易出错,同时也不能及时通过计算机采集处理测试数据和直观显示相关扫描曲线,在被测件较多的情况下实验周期较长。为了实现射频器件和电路实验的自动测试,减少人为操作的失误,提高测试效率,通常需要采用自动化测试技术,但商业自动化测试系统价格昂贵。为此本文利用通用的测试方法和测试仪器,基于图形化编程平台 LabVIEW 开发了适用于 9

收稿日期:2017-12-10 修回日期:2018-04-04

基金项目:浙江省高等教育教学改革项目(GK20160028);杭州电子科技大学高等教育研究课题(YH2016030)

作者简介:程知群(1981—),男,安徽巢湖人,教授,博士生导师,电子信息学院院长,国家微电工程实验中心和电子技术国家微电集成真实验中心主任,主要从事射频功率器件和电路研究

E-mail:zhiquan@hdu.edu.cn

通信作者:刘国华(1975—),男,河南周口人,在读博士研究生,副教授,主要从事射频通信电路教学与科研工作。

E-mail:ghl@hdu.edu.cn

知识节点	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 基本信息</li> <li>· 摘要</li> <li>· 基金</li> <li>· 关键词</li> <li>· 分类号</li> </ul>
知识网络	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 引文网络</li> <li>· 关联作者</li> <li>· 相似文献</li> <li>· 读者推荐</li> <li>· 相关基金文献</li> </ul>

## 优化研究生课程结构,提高人才培养质量——以“电子科学与技术”学科为例

记笔记

程知群 曹淼 刘敬彪 徐红 罗志增

杭州电子科技大学信息学院 杭州电子科技大学研究生院

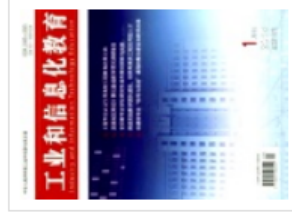
导出/参考文献 分享 创建引文跟踪 收藏 打印

**摘要：**本文分析了新形势下“电子科学与技术”学科的特点,研究了本学院学科特点和研究生现状,并在此基础上,有针对性地提出了制定研究生课程结构优化方案,为提高研究生培养质量奠定了理论基础。

**基金：**杭州电子科技大学研究生教育改革重点项目资助(项目编号:JXGG2013ZD004);

**关键词：**研究生;课程结构优化;培养质量;

**分类号：**G643;TN0-4



工业和信息化教育  
Industry and Information  
Technology Education  
2014年01期

</> HTML阅读

CAJ下载

PDF下载

## 8. 研究生获得其他荣誉情况汇总

### 研究生获国家奖学金名单

2018年2人：周玮、张志维  
2017年3人：轩雪飞、吴珺、赵子明  
2016年3人：范凯凯, 李江舟, 张明  
2015年5人：蔡博振, 崔明章, 王凯, 朱丹丹, 颜国国  
2014年3人：连心想, 贾民仕, 栾雅

### 研究生获浙江省优秀毕业生名单

2018年：张明、轩雪飞、吴珺  
2017年：范凯凯、朱丹丹  
2015年：连心想、贾民仕、栾雅

### 研究生主持科技项目

序号	项目名称	项目来源	负责人	时间
1	具有可重构极化特性和可切换波束的中心馈电圆形贴片天线	研究生科研创新基金	程知群、周伟伟 (研究生)	2019
2	负载调制类功率放大器研究	硕士学位论文培育基金项目	程知群、张志维 (研究生)	2019
3	射频通信电路实验平台	研究生科研创新基金	程知群、张志维 (研究生)	2018
4	基于以太网的高速虚拟示波器	大学生科技创新项目	程知群、张志维 (研究生)	2018
5	基于可见光通信的新型室内定位系统	研究生科研创新基金	程知群、李素东 (研究生)	2018
6	应用于无线通信的F类功率放大器	硕士学位论文培育基金项目	程知群、冯瀚 (研究生)	2018
7	3-8 GHz 超宽带 GaN HEMT 功率放大器研究	大学生科技成果推广项目	程知群、李江舟 (研究生)	2017
8	应用于无线通信超宽带 Doherty 线性功率放大器	研究生科研创新基金	程知群、张明 (研究生)	2016
9	3.5 GHz 基站高效率 F 类 Doherty 功率放大器	研究生科研创新基金	程知群、田健廷 (研究生)	2016
10	4G 多模多频射频功率放大	硕士学位论文培育	程知群、陈帅	2016



	器设计	基金项目	(研究生)	
11	射频通信电路模块设计实验平台开发	浙江省新苗计划项目	程知群、陈帅 (研究生)	2015
12	GaN HEMT EF 类高效率射频功率放大器	研究生科研创新基金	程知群、陈帅 (研究生)	2015
13	应用于北斗卫星导航系统的高效率功率放大器	研究生科研创新基金	程知群、王凯 (研究生)	2015
14	数字电源理论探究与设计	硕士论文培育基金项目	程知群、连心想 (研究生)	2014

### 研究生优秀毕业论文

序号	论文名称	作者	年份	指导老师
1	F类Doherty功率放大器及毫米波天线研究	研究生范凯凯	2018 毕业论文	程知群
2	基于数字式控制DC-DC开关电源算法设计	研究生连心想	2017 毕业论文	程知群
3	微波超宽带 GaN HEMT 功率放大器研究	研究生朱丹丹	2017 毕业论文	程知群
4	超宽带微波固态功率放大器研究	研究生贾民仕	2016 毕业论文	程知群
5	新型记忆器件建模及其在混沌振荡器与网络传输中的应用研究	研究生臧寿池	2018 毕业论文	王光义
6	忆阻器和忆感器模型及其在混沌电路与数字水印中的应用研究	研究生靳培培	2018 毕业论文	王光义
7	新型记忆器件(忆阻器, 忆容器和忆感器)建模以及仔混沌振荡电路中的应用	博士研究生袁方	2018 毕业论文	王光义

### 研究生参加国际会议获优秀论文奖

序号	论文名称	作者	年份	会议名称
1	Center-Fed Shorting-Via-Loaded Circular Patch Antenna with Reconfigurable Polarization and Switchable Beam	Bingbing Ban, Zhiquan Cheng, Shulin Chen	2018	ISAPE 2018

## 9. 研究生教学改革项目及团队教学荣誉情况汇总

序号	名称	获得者	时间
1	杭州电子科技大学教学成果奖 一等奖	程知群、刘国华、王光义、陈科明、柯华杰	2019
2	教育部首批全国高校黄大年式教师团队	电路与系统教师团队 (团队负责人:程知群)	2018
3	第五届全国高等学校教师自制实验教学仪器设备创新大赛及优秀作品展示活动, 二等奖	刘国华, 程知群, 陈瑾, 王永慧, 俞丹亚, 刘艳	2018
4	校青年教学新秀奖	刘国华	2018
5	全国万人计划教学名师候选人	王光义	2017
6	品牌课程建设“《射频通信电路设计与实践》(信息化课程)”	程知群	2014

## 10. 研究生企业创新实践基地

序号	创新基地	企业名称	年份
1	射频电路与系统研究生 创新实习基地	中科院杭州射频识别技术研 发中心	2014
2	无线组网技术研发基地	杭州轨物科技有限公司	2015

# 浙江省教学成果奖 证书

为表彰2016年浙江省高等教育教学成果奖获得者，特颁发此证书。

成果名称：虚实融合、校企协同、自主开放的电工电子实践教学模式及其支撑资源平台建设

奖励等级：一等奖

获奖者：杭州电子科技大学

王光义、陈龙、张钰、刘国华  
黄继业、刘顺兰、程知群、张珣  
刘公致



证书号： 2016GJ043

2016年11月

信息名称：教育部关于公布首批全国高校黄大年式教师团队的通知

信息索引：360A10-04-2018-0001-1 生成日期：2018-01-05

发文机构：中华人民共和国教育部

发文字号：教师函〔2018〕1号 信息类别：教育综合管理

内容概述：教育部公布首批全国高校黄大年式教师团队。

# 中华人民共和国教育部

教师函〔2018〕1号

## 教育部关于公布首批全国高校 黄大年式教师团队的通知

各省、自治区、直辖市教育厅（教委），新疆生产建设兵团教育局，有关部门（单位）教育司（局），部属各高等学校：

为贯彻落实习近平总书记对黄大年同志先进事迹重要指示精神，教育部启动了“全国高校黄大年式教师团队”创建活动。各地各校高度重视、认真组织、扎实推进团队创建活动，择优推荐成绩突出的团队申报“全国高校

南京财经大学。	开放经济与产业发展教师团队。	张为付。
南京邮电大学。	微纳器件与信息系统创新团队。	王永进。
南京师范大学。	动物多样性与动物资源利用教师团队。	杨光。
浙江工业大学。	生物催化与微生物发酵教师团队。	郑裕国。
浙江师范大学。	非洲研究院教师团队。	刘鸿武。
浙江机电职业技术学院。	智能控制技术教师团队。	金文兵。
杭州电子科技大学。	电路与系统教师团队。	程知群。
中国计量大学。	生物计量与检验检疫教师团队。	俞晓平。
温州医科大学。	眼视光学院教师团队。	瞿佳。



# 荣誉证书

HONORARY CREDENTIAL

刘国华 程知群 陈瑾 王永慧 俞丹亚 刘艳：  
《射频电路远程测试实验系统》荣获全国高校教师教学  
创新大赛——第五届全国高等学校教师自制实验教学仪器  
设备创新大赛及优秀作品展示活动：

## 二等奖

编号：JS20181021191





杭州电子科技大学  
HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY

## 教学成果奖 获奖证书

**获奖成果：**依托信息产业，强化创新实践 面向国际化  
研究生培养模式构建与实践（研究生汇）

**获奖者：**程知群、刘匡华、王光义、陈春明、柯华杰

**获奖等级：**一等奖

**证书号：**20181211



# 荣誉证书

HONORARY CREDENTIAL

刘国华 同志：

荣获杭州电子科技大学2017年青年  
教学新秀奖。特发此证，以资鼓励。

杭州电子科技大学

二零一八年一月



您的位置: 首页 - 教育厅公告

**【已结束】关于2017年教育部万人计划教学名师拟推荐人选的公示**

【浏览字体: 大 中 小】 来源: 浙江省教育厅 发布时间: 2017-04-21 10:52:19 点击数量: 4883

根据省教育厅办公室、根据省委组织部办公室《关于转发教育部办公厅、中共中央组织部办公厅关于组织开展2017年“万人计划”教学名师遴选工作的通知》(浙教办函〔2017〕31号)要求,我省可向教育部推荐高等教育“万人计划”教学名师20名、中小学“万人计划”教学名师14名。为体现公开、公平、公正的原则,广泛听取意见,接受社会监督,现将名单予以公示。

公示时间从4月21日起至4月27日止。在公示期限内,任何单位和个人均可通过来信、来电、来访等形式,向省教育厅反映公示对象存在的问题。反映问题要坚持实事求是的原则,不得借机诽谤诬告。以单位名义反映问题的应加盖公章,提供联系方式;以个人名义反映问题的须签署真实姓名,并提供联系方式。我们将严格按照有关规定为反映单位和个人保密。

联系地址: 杭州市文晖路321号, 邮编: 310014

联系方式: 省教育厅人事处, 0571-88008938(传真)。

附件: 2017年教育部万人计划教学名师推荐人选公示名单

浙江省教育厅  
2017年4月21日

附件

2017年教育部万人计划教学名师推荐人选公示名单

序号	候选人姓名	年龄	专业技术职务	所属学校	所属类别
1	陆国栋	54	教授/高等学校教师资格证书	浙江大学机械工程学院	高等学校
2	何钦铭	52	教授/高等学校教师资格证书	浙江大学计算机学院	高等学校
3	瞿佳	63	教授, 主任医师	温州医科大学眼视光学院、生物医学工程学院	高等学校
4	范景中	66	教授	中国美术学院艺术人文学院	高等学校
5	王俊豪	61	教授	浙江财经大学经济学院	高等学校
6	张先亮	61	专业技术二级	浙江师范大学人文学院	高等学校
7	王光义	59	教授/教师证	杭州电子科技大学电子信息学院	高等学校
8	李青	61	二级教授	中国计量大学机电工程学院	高等学校
9	裘娟萍	59	教授 / 教师	浙江工业大学生物工程学院	高等学校
10	郑曙光	55	法学教授	宁波大学法学院	高等学校