

实验技术与教学

论文精选100篇

SHIYAN JISHU YU JIAOXUE

LUNWEN JINGXUAN 100PIAN

主 编 黄廷祝

副主编 田 江 张 俊



电子科技大学出版社

实验技术与教学

论文精选100篇

主 编 黄廷祝

副主编 田 江 张 俊



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

实验技术与教学论文精选100篇 / 黄廷祝主编. —
成都: 电子科技大学出版社, 2016.8
ISBN 978-7-5647-3912-6

I. ①实… II. ①黄… III. ①信息技术—实验—文集
IV. ①G202-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第228263号

实验技术与教学论文精选100篇

主 编 黄廷祝

副主编 田 江 张 俊

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段159号电子信息产业大厦)

策划编辑: 辜守义

责任编辑: 辜守义

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 郫县犀浦印刷厂

成品尺寸: 210mm×285mm 印张 23.25 字数750千字

版 次: 2016年8月第一版

印 次: 2016年8月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-3912-6

定 价: 58.00元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

序 言

值此秋风送爽之际,《实验科学与技术》编辑部精选了从2003年创刊至2015年年底我校师生在该期刊上发表的优秀论文100篇,并汇编成文集《实验技术与教学论文精选100篇》出版,以彰显我校在实验科学与技术领域的积极探索及有益成绩。

《实验科学与技术》是由四川省高教学会和电子科技大学主办的,我国高校实验室工作研究会会刊之一,是我国高校实验研究领域的四本综合科技期刊之一。本刊致力于对实验科学的学术探讨和技术推广,为国内高等教育和人才培养都作出了显著的成绩。四川大学原校长卢铁城、电子科技大学原副校长罗正祥等高等教育工作者都对《实验科学与技术》的创办和发展倾注了大量心血,我对本刊也很关心。自2003年创刊以来,本刊已刊发论文5021篇,总下载量达557 781次,总被引量为174 67次,被中国核心期刊(遴选)数据库、万方数据库、中国科技论文在线、维普期刊网等收录,入选“RCCSE中国核心学术期刊(2015—2016)”,并荣获《CAJ-CD规范》执行优秀期刊奖(2008年)、中国高校优秀科技期刊奖(2010年)、“中国科技论文在线优秀期刊”二等奖(2014年)等。

《实验科学与技术》为高校实验科学与技术发展提供了交流平台。自2003年创刊以来,本刊收录了我校师生在实验科学与技术领域的论文800余篇,主要聚焦于实验技术、计算机科学与技术、实验仪器研制、实验教学,以及实验室建设与管理等领域。本次精选并出版100篇论文集,有利于促进高校实验技术与教学的发展,促进创新人才的培养。

当前,我国正处在“科教兴国”的伟大历史时期,科技创新是我国发展的重要动力和源泉。我由衷地希望《实验科学与技术》在“双一流”的建设中抓住机遇,紧紧围绕创新人才的培养,不断探索实验科学与技术前沿,为我国高等教育人才培养做出更大的贡献!

中国工程院院士

李乐民

数学科学的发展及应用对我校各学科领域有基石的作用，传统的数学理论研究方法仍起着主要的推动作用。随着计算机技术的发展，数学科学的实验意义日渐增强：对数学猜想的实证分析；对科学结论的MC模拟仿真、验证、预判；对科学计算方法的优度判断等等，涉及自然科学、社会科学各领域。数学学院开设的“数学实验”“数学建模实验”等课程，以及数学建模竞赛都旨在着力培养学生数学实验科学及技术的实践能力。殷切希望《实验科学与技术》期刊能为师生提供相应的学术及成果交流平台。

徐全智

电子工程学院师生围绕专业发展和教学改革，在《实验科学与技术》发表了一系列相关文章。文章内容既有学生的各类电子设计、项目研究与实验等，也有教师的实验项目、自制设备、实验室建设、设计工具和软件、教学平台条件、教学理念、实验队伍建设与教学管理等。部分文章反映了近年来教学改革的发展，如大类招生、增加反映新技术的专业选修课、压缩学时、小班制与研究型教学、考核方式的改革等。

祝愿贵刊紧密围绕实验教学主题，越办越好！

习友宝

《实验技术与教学论文精选100篇》一书展示了大学物理实验教学的发展历程。经过10余年的研究和探索，大学物理实验课形成了基础性、综合性、设计性、研究型实验等多层次的课程体系。课程内容丰富、突出实验基本方法、强调实验设计性和研究性，为培养学生自主学习能力、创新能力创造了条件。希望《实验科学与技术》期刊一如既往地追踪物理实验教学改革的新思想、新方法、新动态，在推动高校的素质教育和创新工程、实验室建设与管理、实验教学改革、实验水平提高等方面继续发挥积极作用。

姚列明

“生物医学信号处理综合性实验设计”（《实验科学与技术》，第11卷，第5期）

生物医学信号处理是生物医学工程学科的重要组成部分之一，主要培养掌握信号处理和计算机技术实现各种水平的生物医学信号/图像的存储、处理和传

输的技术人才，培养能指导临床诊断与治疗、分析疾病发生发展机制、实现远程移动医疗和医疗信息化的交叉人才。随着科技和学科的发展，信号处理方法也在不断变化和进步。为了培养新时代的人才，生物医学信号处理课程受到学院高度重视，经过10多年不间断地建设和发展，该课程取得了丰富的成果——国家级精品课程、国家精品资源共享课的立项建设，同时也在推动生物医学工程学科的发展。

“有机化学实验教学改革探索与思考”（《实验科学与技术》，第13卷，第5期）

实验教学是培养创造性人才、实施素质教育必不可少的重要环节，对于训练学生的科学思维和提高创新能力至关重要。随着科学技术的蓬勃发展，化学、生命、材料、环境和能源等学科互相渗透，新的实验方法层出不穷，国外先进的教学理念大量传入，无论从学科建设还是人才培养的角度，对实验教学的要求都在不断提高，实验教学改革也需要不断深化。教师通过不断优化教学内容，改进教学方法和手段，调整实验方案，变更考核评价等方式对实验课程进行改革，出现了不少成功的实验教学模式。实验教学论文也由浅入深、由点到面地陈述着教学过程中遇到的诸多问题和解决方案，对于提高学生的科学素养起到了非常关键的推动作用。

刘贻尧

让我从86篇文章中选出11篇编入《实验技术与教学论文精选100篇》，真是为难我了！仔细翻阅这些文章，才发现《实验科学与技术》在过去的十几年中刊发了这么多好文章，都是作者和编辑的心血之作，如何选取呢？我只有按自己的想法来完成编辑部交予的任务了！

实验在人才培养中的基础性作用无可替代，尤其是在当前我校正在实施的“双一流”建设中，要着力为国家培养行业精英和领军人才，实验在其中的支撑性地位更加突出，而实验本身又涉及到许多方面：实验教学理念、实验平台建设、实验教学组织、实验教师队伍、实验技术与方法、实验室建设与管理等等，只有这些方面有机协调运行，才能发挥实验在高素质创新型人才培养中作用。因此，选出11篇文章，首先考虑了这些方面的代表性。另一方面，当前我国正在大力实施创新创业战略，建设创新型国家，这对高等学校的人才培养提出了更高的要求，对人才的需求也更加多样化。当前，各类高素质应用型人才的需求十分迫切，这11篇代表性文章，考虑了本科生、研究生、高职高专以及独立学院和卓越工程师计划等不同的培养层次和培养模式，有资深教授和管理者的论述，也有在读本科生、研究生的思考，共同探索实验教学的改革和发展。

兰中文

目 录

· 第一篇 实验技术 ·

锁相调频与鉴频实验的研究	刘光友	(1)
单通道 ASR 的动目标检测	高翔, 王建国	(4)
R_s 测试方法的研究与进展	赵艳艳, 张映敏, 罗正祥, 何健	(7)
新型虚拟仪器技术的电子综合实验测试平台	蒋毅, 刘玮, 古天祥	(10)
网络化实验的设计和实现	周文健, 白泰礼, 古天祥	(14)
基于 CORDIC 算法的直接数字频率合成器	李辉, 吕明	(18)
氧化钒薄膜的掺锆实验研究	赵力丁, 吴志明, 蒋亚东	(22)
包络前馈预失真技术研究	孙胜雷, 张玉兴	(26)
LLC 谐振变换器的原理与设计	陈鸣, 兰中文, 吴鸿大, 陈盛明, 白德鹏	(29)
基于 DDS 技术的函数发生器设计与实现	景国新	(33)
微扰法测低损耗纤维材料电磁参数	周毅, 张其劭, 郭高凤	(37)
CPLD 和虚拟仪器的频率计综合设计	詹惠琴, 古军	(40)
光生等离子体光源照射阵列的设计	陈建强, 张智光, 张旨遥, 周晓军	(44)
CEO 薪酬实验的回归分析	邵云飞, 黎丽	(47)
一种非平稳卷积混合声音信号的盲分离算法	熊英	(51)
边界扫描测试实验系统的设计与开发	马敏, 陈光禹, 刘治国, 谭细金	(54)
同轴谐振腔及微扰法测量介质介电常数	陈波, 杨德强, 潘锦	(58)
基片温度对掺磷 a-Si:H 薄膜光电性能的影响	金鑫, 李远程, 邓坤, 陈宇翔, 李伟	(61)
一种宽带脉冲信号检测算法	王军	(66)
光子晶体在卡塞格伦光学天线中的应用	朱颖, 杨华军, 徐权, 李东, 郑秋贞	(70)
“信号监测与处理”实验教学设计	张花国, 廖红舒, 李立萍	(73)
电场调节装置处理肿瘤细胞初步实验	吴明和, 令狐灵娟, 雷雨, 邹妲, 谈亚芳, 阮斌	(77)
人体反应速度测试器的实验研究	李春梅	(80)
USB 2.0 OTG 控制器设计与验证	彭冲, 阎波	(84)
电机控制系统综合实验平台的设计	邹见效, 凡时财	(88)
无线视频传输系统实验设计	刘洪盛, 傅志中, 张敏, 舒畅	(91)
“数字信号处理”课程上机实验考试软件设计	杨远望, 蔡竞业, 朱学勇	(94)
浅论平行板电场对酒精灯火焰的影响	王佳琪, 潘月婷, 霍中生, 熊俊宇	(98)
光控自动窗帘轨设计	王俊涛, 何川, 姚建云, 严一民	(100)
激光辐照效应的研究型物理实验探索	徐世珍, 向霞, 刘艺, 祖小涛	(104)
一种提高信息传输密度的新方法研究	刘义东, 王建东, 刘普生	(108)
模拟静电场自动测绘系统的设计	于景侠	(112)
可视化模态实验课程的开发与实践	何倩鸿, 王科盛, 杨平	(115)
面向工程设计的数字信号处理实验系统	江朝抒, 陈祝明, 段锐	(119)

行人车辆安全距离便携式提示器的设计	和 贇,杨 瑞,李庚渊,张瀚文,严一民	(122)
光无源器件特性测量的设计型实验	兰 岚,周建华,薛巧巧,刘 爽	(125)

· 第二篇 计算机科学与技术 ·

计算机组成原理实验改革探索	罗克露,谭 华,单立平	(129)
单片机控制系统故障诊断方法	武庆生	(132)
实验室中的单片机控制红外线语音防盗报警系统	周继恒,李 咏	(136)
计算机硬件系统综合实验改革探讨	何兴高	(141)
基于模糊控制的自主移动机器人系统设计	梁莹林	(144)
一种单片机语音录入和播放系统设计	陆 炜,朱 红	(147)
基于 IP Core 的数字电路综合实验	刘 曦	(150)
PCI04 总线扩展卡 Linux 驱动程序设计实验	庄 杰,黄 炜,钟 微	(153)
基于 Matlab/Simulink 辅助的“计算机控制技术”实验案例	闫明明,杨 平,熊静琪	(157)
计算机仿真在“通信原理”实验教学中的应用	王 凡	(160)
基于边界像素匹配的碎片拼接问题研究	邵春雨,胡方涛,程明辉,李厚彪	(163)

· 第三篇 实验教学 ·

电子信息类专业教育中的实验创新	彭启琮	(167)
计算学科中的实验体系	刘乃琦,付 彦,郭建东	(170)
基于角色扮演的 ERP 实验课程设计	夏远强,张昌生	(174)
信息安全专业实验教学初探	程红蓉,周世杰,秦志光	(178)
计算机实验教学体系探讨	侯孟书,廖建明,刘 辉	(181)
高职教育应注重学生实践能力的培养	阎小平	(184)
电子技术开放性实验教学探索	彭 伟,刘根据,杨德俊,林洪富	(187)
理论与实践并重,研究性学习操作系统	蒲晓蓉,任立勇	(190)
软件工程专业实践能力培养体系设计探讨	陆 鑫,傅 彦	(194)
三维网格作图实验中的教学设计探讨	李明奇,杜鸿飞,覃思义	(198)
虚拟仪器测试平台的设计及教学应用	凡时财,李星晔,邹见效	(201)
通信与信息系统国家级实验教学示范中心发展规划	欧 蓓,李玉柏,张 进,钟春蓉	(205)
卫星定位导航原理的实验课程设计与实践	皮亦鸣,李 晋,曹宗杰,闵 锐	(210)
计算机研究生专业基础课程实验与教学的改革	陈文字,傅 彦,陆 鑫,李 毅,陈丽蓉	(213)
“系统与数据恢复技术”教学与实验的探索	杨 挺	(217)
基于 Packet Tracer 的“计算机网络基础”实验教学设计	张 翔,郭文生	(220)
基于“卓越工程师教育培养计划”的软件工程专业人才培养模式探讨	王 琳,蔡竞业,管 庆,雷 航,吴祖峰	(224)
借助软件在“高等数学”教学中进行实验教学	李 红,李厚彪,蒲和平	(228)
国际化软件创新人才培养模式探讨与实践	周世杰,王琪华,张凤荔	(232)
“微机原理及接口技术”课程教学及实验改革实践	刘民岷	(236)
关于利用偏振材料导航的探究	王佳琪,杨 进,霍中生,罗志华	(239)
“金融学基础”课程教学方法探索	刘 波,赵洪江,曾 勇	(242)
结合课程实践论本科研究性教学	林先其,熊 鹰,樊 勇	(247)
电子信息工程大类人才培养模式的设计与实践	吕 明,樊 勇	(250)
“生物医学信号处理”综合性实验设计	李 凌,谭 波,蒋 涛,黎 源	(254)

面向计算机教育的实证式教学	韩 宏	(257)
针对卓越工程师培养的课程实验测评模式探索	陆 鑫,王雁东,张 宁	(261)
“计算机系统结构”实验教学探索	桂盛霖,徐 洁	(265)
“数据结构”课程改革探索	戴 波,周世杰,林 劼,陈文宇	(268)
“编译原理”实验教学改革及探索	田 玲,余盛季,王晓斌,陈文宇,屈 鸿,周尔强	(272)
“数据库原理及应用”的多层次系统化实验教学研究	牛新征,赵 明,张凤荔	(276)
“组合数学”实践性教学研究	卢光辉,孙世新,杨国武	(281)
开放式电子技术综合实验教学的探索与实践	李 颖	(285)
仿真和实物实验结合的机器人学课程实验教学	代小林,梁莹林	(288)
光电智能设计与应用综合平台建设探索	漆 强,吴援明	(291)
最大传输功率之再探究	崔克楠,陶源盛	(294)
善用微博开展研究生思想政治教育	徐 岩,骆 睿,马琳慧,周 旋	(298)
有机化学实验教学改革探索与思考	方瑞琴,谢光波,冯 娟,邓科君,杨 鹏	(301)
英国实验教学对培养应用型人才的启示	张栗棕,方 峻	(304)
信号与系统课程考核改革探讨	张 扬,邹 麟,唐 斐	(308)

· 第四篇 实验室建设与管理 ·

基础实验课教师能力培养与提高的几点体会	陈 瑜,朱 红	(311)
工科院校实验教学改革的探索与研究	余 魁,焉铁军,舒昌平,刘世清,卢亚雄,刘丛笑	(313)
综合通信系统实验平台建设	段景山,毛玉明	(317)
贵重仪器设备共享工作的改革	徐 文	(321)
实验教学示范中心的建设与思考	罗正祥	(324)
国家级电子实验教学示范中心的建设	习友宝,余 魁	(327)
通信与信息系统国家级实验教学示范中心建设	毛玉明	(330)
加强工程实践,培养学生创新意识和动手能力	李玉柏,余 魁,欧 蓓	(335)

· 第五篇 实习与实训 ·

对建设工科研究生创新实验基地的探讨	许 之,胡皓全	(340)
计算机工程能力教育的思考	韩 宏,周世杰	(343)
浅谈独立学院实践教学平台的构建	谭 波	(347)
高质量通信专业人才培养体系的构建	李晓峰,周 宁,傅志中,雷 霞,徐 进	(351)
以信息安全竞赛为平台培养学生创新能力	李雪梅,曹 晟,周世杰,余 魁,王 纲,余 堃	(354)

Contents

· Chapter 1 Experiment Technology ·

The Research of the Experiment of the PLL – FM and Frequency Demodulation	LIU Guangyou	(1)
Moving Targets Detection Using a Single SAR Sensor	GAO Xiang, WANG Jianguo	(4)
Research and Development of Rs Test Method	ZHAO Yanyan, ZHANG Yingmin, LUO Zhengxiang, HE Jian	(7)
New Electronic Measuring Device of Virtual Instrument in The Electronic Experiments	JIANG Yi, LIU Wei, GU Tianxiang	(10)
Design and Realization of Networked Experiment	ZHOU Wenjian, BAI Taili, GU Tianxiang	(14)
CORDIC – Based Direct Digital Frequency Synthesizer	LI Hui, LÜ Ming	(18)
Experiment and Research of VO _x Thin Films Doped with Zirconium	ZHAO Liding, WU Zhiming, JIANG Yadong	(22)
Research on Envelope Feedback Predistortion Technique	SUN Shenglei, ZHANG Yuxing	(26)
Theory and Design of the LLC Resonant Converter	CHEN Ming, LAN Zhongwen, WU Hongda, CHEN Shengming, BAI Depeng	(29)
Design and Realization of the Function Signal Generator Based on DDS Technology	JING Guoxin	(33)
Using Perturbation Method to Measure the Electromagnetic Parameter of Low Loss Fiber Materia	ZHOU Yi, ZHANG Qishao, GUO Gaofeng	(37)
Frequency Meter Experiment with Synthesis and Design Based on CPLD and Virtual Instrument	ZHAN Huiqin, GU Jun	(40)
Design of Optical Source Array for Photo – Induced Plasma	CHEN Jianqiang, ZHANG Zhiguang, ZHANG Zhiyao, ZHOU Xiaojun	(44)
Regression Analysis of Experiment of CEO's Salary	SHAO Yunfei, LI Li	(47)
A Blind Source Separation Algorithm of Non – stationary Convolved Sounds Mixtures	XIONG Ying	(51)
Design and Exploiration of a Boundary Scan Test Experiment System	MA Min, CHEN Guangyu, LIU Zhigro, TAN Xijin	(54)
Using Coaxial Cavity and Coalesce With Perturbation TechIlliques to Measure Memlam's Complex Permittivity	CHEN Bo, YANG Deqiang, PAN Jin	(58)
Influence of Substrate Temperture on the Electronic and Optical Properties of Phosphorus – doped a – Si: H Films	JIN Xin, LI Yuancheng, DENG Kun, CHEN Yuxiang, LI Wei	(61)
An Algorithm for Wideband Pulse Detection	WANG Jun	(66)
Application of Photonic Crystal in Cassegra in Optical Antenna	ZHU Ying, YANG Huajun, XU Quan, LI Dong, ZHENG Qiuzhen, DENG Zhihui	(70)
Design of Experiment Teaching for “Signal Surveillance and Processing”	ZHANG Huaguo, LIAO Hongshu, LI Liping	(73)
Primary Experiment of Tumor Cells Treated by Electric Fields Adjustment Equipments	WU Mingahe, LINGHU Lingjuan, LEI Yu, ZOU Heng, TAN Yafang, RUAN Bin	(77)
Human Reaction Speed Test Circuit	LI Chunmei	(80)
USB2.0 OTG Controller Design and Verification	PENG Chong, YAN Bo	(84)
Design of an Integrated Experimental Platform for Motor Control System	ZOU Jianxiao, FAN Shicai	(88)
Design of Experiment System for Wireless Multimedia Communication	LIU Hongsheng, FU Zhizhong, ZHANG Min, SHU Chang	(91)
Computer-based Testing Software for Experiment Course of “Digital Signal Processing”	YANG Yuanwang, CAI Jingye, ZHU Xueyong	(94)
Effect of Parallel Plate Electric Field on the Flame of Alcohol Burner	WANG Jiaqi, PAN Yueting, HUO Zhongsheng, XIONG Junyu	(98)
Design of Light-Controlled Automatic Curtain Rail	WANG Juntao, HE Chuan, YAO Jianyun, YAN Yimin	(100)
Exploration of Research-Oriented Physics Experiment of Laser Irradiation Effects	XU Shizhen, XIANG Xia, LIU Yi, ZU Xiaotao	(104)
Study on A Promised Method for Enhancing the Information Transmission Capability	LIU Yidong, WANG Jiandong, LIU Pusheng	(108)
Design of Automatic Measurement System for Electrostatic Field Simulation	YU Jingxia	(112)
Application of Visualized Modal Testing Experiment for Practical Training Course	HE Qianhong, WANG Kesheng, YANG Ping	(115)

An Engineering – Oriented Digital Signal Processing Experimental System	JIANG Chaoshu, CHEN Zhuming, DUAN Rui	(119)
Design of Portable Indicator Used to Ensure Pedestrians' Safety	HE Yun, YANG Rui, LI Gengyuan, ZHANG Hanwen, YAN Yimin	(122)
Designing Experiment for Feature Measurement of Optical Passive Device	LAN Lan, ZHOU Jianhua, XUE Qiaoqiao, LIU Shuang	(125)

· Chapter 2 Computer science and technology ·

Exploration into Experiment Reform for Computer Organization Principle	LUO Kelu, TAN Hua, SHAN Liping	(129)
Trouble Shooting and Fault Analysis for Single Microprocessor Embedded System	WU Qingsheng	(132)
The Infrared Guard Against Theft and Alarm System Under SCM' s Control in the Laboratory	ZHOU Jiheng, LI Yong	(136)
Approach to the Reformation of Hardware System Synthesis Experiment	HE Xinggao	(141)
Design of Autonomous Mobile Robot Control System Based on Fuzzy Control	LIANG Yinglin	(144)
MCU Design for Voice Input and Play System	LU Wei, ZHU Hong	(147)
Digital Electronic Technology Experiment Based on IP Core	LIU Xi	(150)
Experiment of the Design of Linux Driver for Extension Card with PC104 Bus	ZHUANG Jie, HUANG Wei, ZHONG Wei	(153)
Experimental Case on Computer Control Technology “Course Added by Matlab/Simulink”	YAN Mingming, YANG Ping, XIONG Jingqi	(157)
Application of Computer Simulation in “Communication Principle” Experiment	WANG Fan	(160)
Research on the Problem of Shredded Document Reconstruction Based on Matching of Pixels for Boundary	SHAO Chunyu, HU Fangtao, CHENG Minghui, LI Houbiao	(163)

· Chapter 3 Experiment Teaching ·

Experimental Innovation on Electronic Professional Education	PENG Qicong	(167)
Practice Architecture in Computing Discipline	LIU Naiqi, FU Yan, GUO Jiandong	(170)
ERP Experiment Course Design Based on Role play	XIA Yuanqiang, ZHANG Changsheng	(174)
Tentative probe into Undergraduate Experiments of Information Security Specialty	CHENG Hongrong, ZHOU Shijie, QIN Zhiguang	(178)
Research on Teaching System of Computer Experiment	HOU Mengshu, LIAO Jianming, LIU Hui	(181)
Higher Vocational Education Should Pay Attention to the Students' Practical Capacity Building	YAN Xiaoping	(184)
Exploration on Electronic Technology Open Experiment Teaching	PENG Wei, LIU Genju, YANG Dejun, LIN Hongfu	(187)
Research Teaching and Learning OS by Integrating Theory with Practice	PU Xiaorong, REN Liyong	(190)
Designing Study of Practical Capacity – Building in Software Engineering Major	LU Xin, FU Yan	(194)
Research on the Instructional Design of Three – Dimensional Grid Drawing Experiment	LI Mingqi, DU Hongfei, QIN Siyi	(198)
Design of Virtual Instrument Testing Platform and Its Teaching Application	FAN Shicai, LI Xingye, ZOU Jianxiao	(201)
Construction and Development of National Experimental and Teaching Demonstration Center of Communication and Information System	OU Bei, LI Yubai, ZHANG Jin, ZHONG Chunrong	(205)
Experiment Course Design and Practice of Principle of Satellite Navigation	PI Yiming, LI Jin, CAO Zongjie, MIN Rui	(210)
Computer Graduate Professional Foundation Courses Experimental and Teaching Reform	CHEN Wenyu, FU Yan, LU Xing, LI Yi, CHEN Lirong	(213)
Reflections on the Experimental Teaching of “System and Data Recovery”	YANG Ting	(217)
Experimental Teaching Design Based on Packet Tracer “for Fundamentals of Computer Networks”	ZHANG Xiang, GUO Wensheng	(220)
Exploration on Training Mode of Professional Software Engineering Talents Based on “Excellent Engineers Education Program”	WANG Lin, CAI Jingye, GUAN Qing, LEI Hang, WU Zufeng	(224)
Experimental Teaching in the “Higher Mathematics” Teaching with the Software	LI Hong, LI Houbiao, PU Heping	(228)
Discussion and Practice of Innovative Talents Cultivation Mode for International Software Engineering	ZHOU Shijie, WANG Qihua, ZHANG Fengli	(232)
Research on Teaching and Construction of Experiment of “Microcomputer Principle and Interface Technology”	LIU Minmin	(236)

Research on Polarized Materials to Achieve the Function of Navigation	WANG Jiaqi, YANG Jin, HUO Zhongsheng, LUO Zhihua	(239)
Exploratory Research of Teaching Methods in “Fundamentals of Finance”	LIU Bo, ZHAO Hongjiang, ZENG Yong	(242)
Study on the Research – Based Teaching to Undergraduates Combined with the Curriculum Practice	LIN Xianqi, XIONG Ying , FAN Yong	(247)
Design and Practice for Large Category Personnel Training System of Electronic Information Engineering	LÜ Ming, FAN Yong	(250)
Design of Comprehensive Experiment in the Teaching of “Biomedical Signal Processing”	LI Ling, TAN Bo, JIANG Tao, LI Yuan	(254)
Kind of Evidence-Based Teaching for Computer Education	HAN Hong	(257)
Exploration of Curriculum Experiment Testing Evaluation Mode for Excellent Engineers Training	LU Xin, WANG Yandong, ZHANG Ning	(261)
Exploration of Experiment Teaching for “Computer Architecture”	GUI Shenglin, XU Jie	(265)
Exploration of Reform of “Data Structure” Course	DAI Bo, ZHOU Shijie, LIN Jie, CHEN Wenyu	(268)
Reform and Exploration for “Compiler Principle” Experiment Teaching	TIAN Ling, YU Shengji, WANG Xiaobin, CHEN Wenyu, QU Hong, ZHOU Erqiang	(272)
Research on the Multiple-Level and Systematic Experiment Teaching of “Database Concepts and Application”	NIU Xinzheng, ZHAO Ming, ZHANG Fengli	(276)
Research on Practical Teaching of “Combinatorics”	LU Guanghui, SUN Shixin, YANG Guowu	(281)
Exploration and Practice of Open Teaching for Electronic Technology Comprehensive Experiment	LI Ying	(285)
Experiment Teaching of Robotics Theory Course Combined with Simulation and Traditional Experiment	DAI Xiaolin LIANG Yinglin	(288)
Exploration on the Establishment of Comprehensive Practice Training Platform for Photoelectric Intelligent Design and Practice	QI Qiang, WU Yuanmin	(291)
Reconsideration of Maximum Power Transfer Law	CUI Ke’nan, TAO Yuansheng	(294)
Utilizing Microblog to Carry out the Ideological and Political Education of Postgraduate	XU Yan, LUO Rui, MA Linhui, ZHOU Xuan	(298)
Exploration and Thinking of Teaching Reform in Organic Chemistry Experiment	FANG Ruiqin, XIE Guangbo, FENG Juan, DENG Kejun, YANG Kun	(301)
Enlightenment of Experimental Teaching Method of British Universities on Training of Applied Talents	ZHANG Lizong, FANG Jun	(304)
Reform of Curriculum Assessment for Signals and Systems	ZHANG Yang, ZOU Lin, TANG Fei	(308)

· Chapter 4 Construction and Management for Laboratories ·

Some Experience of Ability Cultivation and Improvement of the Fundamental Experiment Teachers	CHEN Yu, ZHU Hong	(311)
Exploration and Research on Experiment Teaching Reform	YU Mei, YAN Tiejun, SHU Changping, LIU Shiqing, LU Yaxiong, LIU Congxiao	(313)
Constructing the Experiment Platform for Comprehensive Communication System	DUAN Jingshan, MAO Yuming	(317)
Reform on the Sharing Mode of Valuable Instrument and Equipment	XU Wen	(321)
Construction and Thought on Model Experiment Teaching Center	LUO Zhengxiang	(324)
Construction of UESTC National Electronic Experimental Education Denonstration Center	XI Youbao , YÜ Mei	(327)
Constructing National Experimental and Teaching Demonstration Center of Communication and Information System	MAO Yuming	(330)
Enhancing Engineering Practice, Training Innovation and Practical Ability for Students	LI Yubai, YU Mei, OU Bei	(335)

· Chapter 5 Exercitation and Training ·

Probing into Building Creative Experiment Base for Engineering Postgraduates	XU Zhi, HU Haoquan	(340)
Thinking on Training of Computer Engilleering Capability	HAN Hong, ZHOU Shijie	(343)
Discussion on the Construction of Practice Teaching Platform in Independent College	TAN Bo	(347)
Construction of High-Quality Cultivation System for Communication Specialty Based on Discipline Advantages	LI Xiaofeng, ZHOU Ning, FU Zhizhong, LEI Xiao, XU Jin	(351)
Cultivating Innovation Ability for Students Via the Platform of Information Security Competition	LI Xuemei, CAO Sheng, ZHOU Shijie, YU Mei , WANG Gang, SHE Kun	(354)

锁相调频与鉴频实验的研究

刘光友

(电子科技大学 电子工程学院, 成都 610054)

摘要 本实验让学生将 MC145106 和 F1496 等集成电路用在锁相调频和鉴频的电路中, 帮助学生掌握其工作原理与使用方法, 探索培养应用型、创新人才的方法。

关键词 锁相调频; 鉴频; 应用型; 创新人才

中图分类号 424.31

文献标志码 A

文章编号: 1672-4550(2005)02-0090-02

The Research of the Experiment of the PLL - FM and Frequency Demodulation

LIU Guangyou

(School of Electronic Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China)

Abstract This paper introduces the experiment of phase locked frequency modulation and demodulation. MC145106 and F1496 chips have been used in circuits of phase locked frequency modulation and demodulation. Through the experiment, students can master the principle and use methods of the chips. Simultaneously, one explores the cultivating methods of applied and innovative talents.

Key words phase locked frequency modulation; frequency demodulation; applied - type; innovative talents

1 实验目的

- 1) 掌握 MC145106 的特性;
- 2) 学习以 MC145106 为核心的锁相环路的原理和使用方法;
- 3) 掌握锁相调频(PLL FM)和鉴频(FM DET)的性能特点。

2 实验原理

2.1 锁相环的工作原理

如图 1 所示, 锁相环(PLL)是一种实现相位自动锁定的闭环控制系统。它一般由鉴相器(PD)、环路滤波器(LF)、压控振荡器(VCO)等组成。

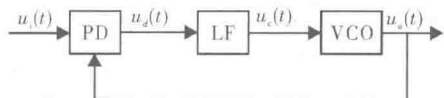


图 1 锁相环路组成框图

鉴相器比较输出信号 $u_i(t)$ 与压控振荡器信号 $u_o(t)$ 的相位, 得到与两信号相差对应的误差电压 $u_d(t)$ 。该电压经环路滤波器平滑后, 去控制压控振荡器的频率和相位。

在图 2 所示的数字式频率合成器中, 输入参考信号频率 f_R 信号由高稳定晶体输出经参考分频后获得, VCO 输出信号在与参考信号进行相位比较之前先经前置分频器 P 和可变分频器 N 次分频后的信号频率 f_N , VCO 输出频率就由分频器 P 和 N 来决定。当环路锁定时, 可变分频器输出频率 f_N 等于参考频率 f_R , 而 $f_R = f_0 / (P \times N)$, 所以 VCO 输出频率 f_0 与参考频率的关系是 $f_0 = P \times N f_R$ 。

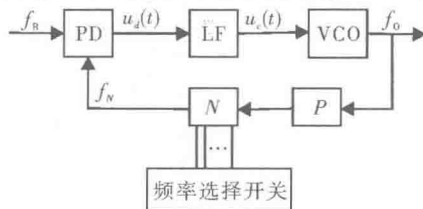


图 2 数字式频率合成器的原理框图

2.2 调频波

调频信号为: $u_{\Omega}(t) = U_{\Omega} \cos \Omega t$

调频波的频率应为: $\omega(t) = \omega_c + \Delta\omega \cos \omega_c t$

其中, ω_c 是未加调制信号时载波角频率。 $\Delta\omega$ 是由调制信号 u_{Ω} 所决定的频率偏移, 叫做频偏或频移。 $\Delta\omega$ 与 u_{Ω} 成正比 $\Delta\omega = K U_{\Omega}$, K 为比例常数。

收稿日期: 2003-11-26; 修改日期: 2005-01-04

作者简介: 刘光友(1950-), 男, 大学, 高级工程师, 主要专业方向为电子测量。

调频波的表达式为

$$u(t) = U \cos(\omega_c t + \Delta\omega/\Omega \sin\Omega t)$$

式中, $\Delta\omega/\Omega$ 是调频波的调频指数, 以符号 m_f 表示, $m_f = \Delta\omega/\Omega$ 或 $m_f = \Delta f/F$ 。

必须注意, 在调幅波中, 调幅指数 m_a 不能大于 1, 而在调频波中, 调频指数 m_f 可以为任意值。如在调频广播中, 对于 $F = 15 \text{ kHz}$ 常取 $\Delta f = 75 \text{ kHz}$, 此时, $m_f = 75/15 = 5$ 。

2.2.1 变容二极管的调频原理

利用变容二极管构成调频电路, 电路简单、工作频率范围宽、损耗小, 如图 3 所示。当二极管的两端加一反向电压(即 P 端接负极, N 端接正极), 当外电场大小变化, 使电场与阻挡层电场方向相同, 使电场加强, 阻挡层加厚, 等效电容器的极板距离加大, 因而电容器变小, 此时电压越高, 电容就越小, 反之亦然。因此, 改变二极管两端电压的高低, 就可以改变二极管电容量的大小。

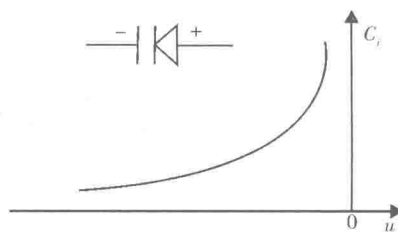


图 3 变容二极管 $C_j \sim u$ 曲线

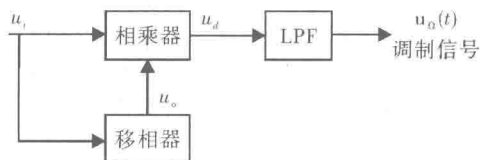


图 4 移相鉴频器原理框图

2.2.2 变容二极管调频电路

如图 5 所示, $1T_1$ 、 $1C_2$ 、 $1C_3$ 、 $1C_4$ 和 $1L_1$ 组成调频振荡电路。调制信号 f 从 $2T_1$ 基极输入, 经放大后从集电极输出, 送至变容二极管 ($1D_1$) 负端以实现调频。

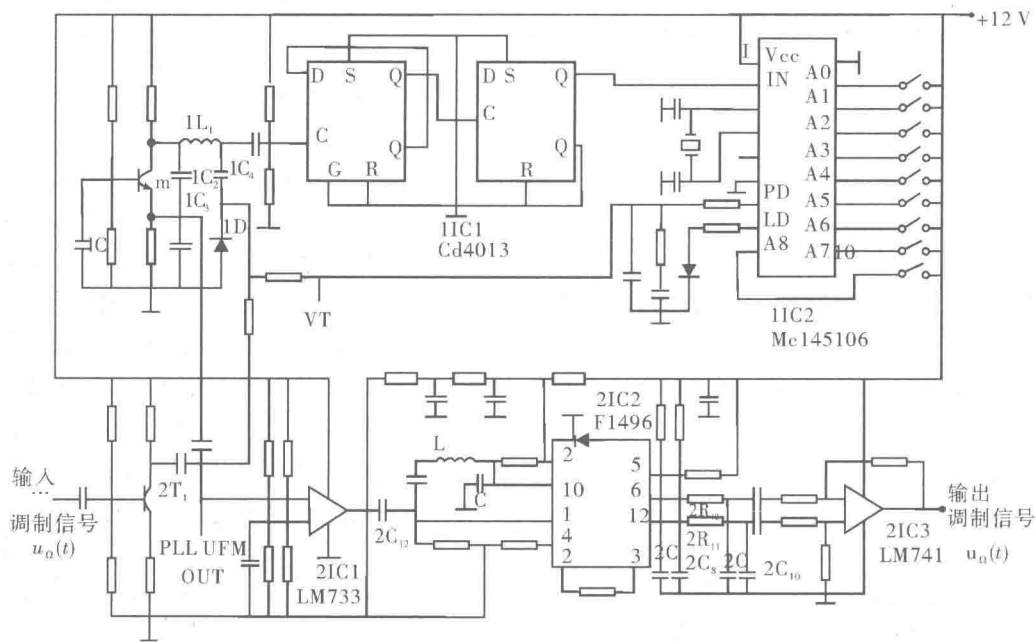


图 5 锁相调频与鉴频实验电原理图

2.3 相位鉴频器

实现频率检波的电路种类多, 移相鉴频器就是其中之一。主要由乘法器、移相器和低通滤波器 3 部分组成。移相器的作用是将调频信号变成调相信号, 然后再在调频信号相乘, 解出调制信号。

在图 4 中, 设相乘器两端的输入为

$$u_i(t) = U_i \sin[\omega_c t + \varphi_1(t)]$$

$$u_o(t) = U_o \cos[\omega_c t + \varphi_2(t)]$$

由上两式相乘得

$$u_d(t) = k_m U_i U_o \sin[\omega_c t + \varphi_1(t)] \cos[\omega_c t + \varphi_2(t)] =$$

$$0.5k_m U_i U_o \{ \sin[2\omega_c t + \varphi_1(t) + \varphi_2(t)] + \sin[\varphi_1(t) - \varphi_2(t)] \}$$

k_m 为一系数, 其值与电路结构有关, 量纲为 $1/U$ 。式中, 第一项含 $2\omega_c$, 可由低通滤波器滤除, 即得原调制信号:

$$u_\Omega(t) = 0.5k_m U_i U_o \sin[\varphi_1(t) - \varphi_2(t)] = u_d \sin\varphi_2(t)$$

其中, $u_\Omega(t) = 0.5k_m U_i U_o$, $\varphi(t) = \varphi_1(t) - \varphi_2(t)$ 。

如图 5 所示 2IC2F1496 组成的移相鉴频器的实际电路, 调频信号 $U_{FM}(t)$ 一路经隔直电容 $2C_{12}$ 输

入①脚；另一路经 LC 组成的移相网络输入到⑩脚，改变 C 可改变相移量。输出由⑥脚和⑫脚外接 $2C_7$ 、 $2C_8$ 、 $2C_{10}$ 、 $2C_9$ 、 $2R_{11}$ 、 $2R_{12}$ 等的低通滤波器以滤除载波及其高频波，2IC3 组成双端变单端电路。

3 实验与讨论

本实验中，通过对 PLL 环路的设计，得出频率间隔的相关内容，并在实验板上实现锁定频率的输出、频率调制和频率解调等。

在调频电路的调制输入端，加入调制信号，以实现载波调频信号。

将调频信号加到移相鉴频器的输入端，相位鉴频输出，经 LPF 后得到原来的调制信号。

参考文献

- [1] 清华大学通信教研组. 高频电路[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1979.
- [2] 李棠之, 杜国新. 通信电子线路[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.
- [3] 《中国集成电路大全》缩写委员会. 中国集成电路大全: TIL 集成电路[M]. 北京: 国防工业出版社, 1986.

单通道 ASR 的动目标检测

高翔, 王建国

(电子科技大学 电子工程学院, 成都 610054)

摘要 该文提出了一种基于单通道合成孔径雷达(SAR)进行动目标检测的新方法。该方法在详细分析 SAR 对运动目标的回波模型的基础上, 给出了进行子孔径成像、地杂波对消、相干斑抑制、动目标检测的原理和实现方法。计算机仿真结果验证了新方法的有效性。

关键词 合成孔径雷达; 动目标检测; 子孔径; 相干斑; 杂波对消

中图分类号 TN95 **文献标志码** A **文章编号**: 1672-4550(2005)04-0033-03

Moving Targets Detection Using a Single SAR Sensor

GAO Xiang, WANG Jianguo

(School of Electronic Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China)

Abstract This paper provides a new method to detect moving targets based on single channel synthetic aperture radar (SAR). This method firstly analyzes the echo model of moving targets for SAR, and provides the principle and realization method of sub aperture imaging, ground clutter cancellation, speckle reduction and moving targets detection. The simulation results approve the availability of new method.

Key words synthetic aperture radar; moving targets detection; sub aperture; speckle; ground clutter cancellation

合成孔径雷达(synthetic aperture radar, SAR)是一种全天时、全天候的高分辨传感器。它自问世以来发展非常迅速,许多国家都相继开展有关的研究,并获得了许多高质量的雷达图像^[1-2]。但是,传统的合成孔径雷达通常是对地面上的固定目标成像,而在很多情况下,我们只对地面的运动目标感兴趣,对于运动目标而言,由于它对雷达的径向速度和固定目标不同,即多普勒频率不同,且成像飞行期间运动目标还可能走出成像单元,因此传统的合成孔径雷达对固定目标成像不能对运动目标成像,此时的运动目标是模糊不清的,甚至有可能淹没在杂波当中无法分辨,或是由于速度和方位上的模糊被认为是静止目标的图像。这些都是运动目标成像相对于静止目标成像的困难之处。但是,鉴于其在实际中的应用,特别是在军事应用中的重要性,对运动目标的检测与成像已成为合成孔径雷达技术发展的一个重点。

本文首先建立并详细分析了 SAR 对运动目标的回波模型,在子孔径成像的基础上,通过相干斑抑制、杂波对消和恒虚警(constant false alarm rate, CFAR)处理检测分离出运动目标;为了有效地实

现杂波对消,还讨论了对子图像的校正问题;最后进行了点目标的仿真实验,证明了该方法的有效性。

1 SAR 对运动目标的回波模型

图 1 是 SAR 对运动目标的回波模型, x 和 y 是

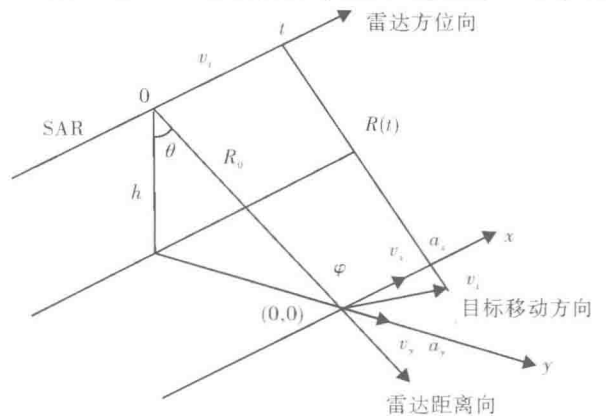


图 1 视觉定位系统的总框图

图像坐标系中的方位向和距离向空间变量; v_x 和 v_y 是以速度 v_t 运动的点目标的方位向速度分量和地距向速度分量; φ 为速度 v_t 与方位轴的夹角; a_x 和 a_y 是该目标的方位向加速度和地距向加速度; θ

收稿日期: 2005-02-28

作者简介: 高翔(1972-),男,硕士生,主要从事 SAR 的动目标检测与成像研究。

是 SAR 天线的俯视角; ν 是 SAR 的飞行速度; R_0 是 SAR 到地面坐标系中心 $(0, 0)$ 的距离, 而该中心正好是天线波束中心正侧视的指向处, 并且假设 $t=0$ 时运动目标正好通过该点。在 t 时刻雷达与运动目标的距离为

$$R(t)^2 = h^2 + \left| \nu_x - \nu_x t - \frac{1}{2} a_x t^2 \right|^2 + \left| y_0 + \nu_y t + \frac{1}{2} a_y t^2 \right|^2 \quad (1)$$

一般情况下 $\nu_x \leq R_0$, 将式(1)展开成麦克劳林级数(取二阶近似)为

$$R(t) = R_0 + \frac{y_0 \nu_y t}{R_0} + \left[\frac{(\nu - \nu_x)^2}{+ \nu_y^2 + a_y y_0 - \frac{y_0^2 \nu_y^2}{R_0^2}} \right] \frac{t^2}{2R_0} \quad (2)$$

接收的回波信号为

$$S(t) = \delta_T g(t) \exp(j\varphi_T) \exp(-j4\pi R(t)/\lambda) \quad (3)$$

式中: δ_T 为一常数, 与目标的雷达反射截面积(RCS)有关; φ_T 为目标反射加波的起始相位; $g(t)$ 为受雷达天线方向图调制项。这3项的影响一般不予考虑, 我们认为回波的全序信息体现在相位上。 λ 为载波波长。将式(2)代入式(3)(忽略 R_0 引入的常数相位项)得

$$S(t) = \exp(j2\pi f_d t) \exp(j\pi f_r t^2) \quad (4)$$

其中

$$f_d = \frac{2y_0 \nu_y}{\lambda R_0} \quad (5)$$

$$f_r = \frac{2}{\lambda R_0} \left[(\nu - \nu_x)^2 + \nu_y^2 + a_y y_0 - \frac{y_0^2 \nu_y^2}{R_0^2} \right] \quad (6)$$

对于静止目标, ν_x 、 ν_y 、 a_x 、 a_y 均为0, 则

$$f_d = 0 \quad (7)$$

$$f_r = \frac{2V^2}{\lambda R_0} \quad (8)$$

比较式(5)、式(6)和式(7)、式(8), 可以明显地看到动目标和静止目标的多普勒质心和多普勒斜率不同, 这与目标的运动状态有关。

2 动目标检测

将单通道 SAR 的回波数据在时域中分成一些小段, 即把全合成孔径划分成一些子孔径; 或者在频域中把全多普勒带宽划分为一些子带宽, 这些子孔径或子带宽被称为“视”。然后对每一个子孔径或子带加以处理, 得到相应的子图像。

可以证明, 对于地面静止的点目标, 虽然各个子孔径是在不同中心时间合成的, 但是在各子孔径

中静止目标的多普勒斜率是相同的, 通过运动补偿, 可以使静止目标在各个子孔径中的成像位置一致, 通过子孔径图像对消, 回波信号中的静止目标可有效地被对消掉。

对于动目标而言, 由于目标运动速度的存在, 因此, 运动目标的多普勒斜率与静止目标的多普勒斜率不一致。如果按照对静止目标的处理方法, 则动目标的多普勒斜率与匹配滤波器不一致, 使得动目标在各个子图像中的成像位置出现偏移, 各个子孔径回波信号中的运动目标无法对消, 因而运动目标被保留下来。

在实际处理中, 对于静止目标, 由于各子孔径参考函数的多普勒参数(如多普勒斜率)的失配可引起其在各个子图像中的成像点发生位移, 我们需要通过杂波锁定和自聚方法或别的调节步骤, 把这些失配减至最小, 从而获得对准的单视 SAR 图像。

2.1 子图像的对准

在通常的成像处理中, 出于计算效率等方面的考虑, 常常在一定的距离向间隔内使用相同的滤波器。 f_r 的变化造成的滤波器失真对成像的方位位置会有影响。可以证明, 方位位置的变化与距离变化的关系是

$$\Delta X = T_n V \frac{\Delta R(t)}{R(t)} \quad (9)$$

据此可以对各子图像加以配准。

2.2 相干斑抑制

SAR 是一种相干体制的雷达, 不可避免地会受到相干斑的影响, 相干斑的存在将影响静止目标的对消效果, 需要对其加以抑制。通常相干斑被认为是一种乘性噪声, 有时甚至认为是卷性噪声(本文假设是一种非相关的乘性噪声)。

SAR 的第 i 个子图像可表示为

$$P_i = S N_i \quad (10)$$

式中, P_i 为观测到的第 i 个子图像的功率值, S 为无相干斑的静止目标图像的真实值, N_i 为第 i 个子图像的相干斑值。 S 和 N_i 可以看成相互独立的随机过程。则第 j 个子图像和第 k 个子图像相对消得到的图像为

$$P_{jk} = S(N_j - N_k) \quad (11)$$

因为 N_j 和 N_k 都是随机量, 所以 $(N_j - N_k)$ 也是一个随机量。为了达到对消的目的, 我们要使 P_{jk} 尽可能小, 也即是使 $(N_j - N_k)$ 尽可能小, 故可以采用平滑的方法抑制相干斑。

2.3 恒虚警(CFAR)处理

在动目标成像中, 为了更明确地识别出运动目