



● 第三届国家期刊奖百种重点期刊  
● 中国科技核心期刊

● 美国《剑桥科学文摘》(CSA)收录  
● 英国《科学文摘》(SA,INSPEC)收录

ISSN 1671-4598  
CODEN JCYKAR

# 计算机测量与控制 10

COMPUTER MEASUREMENT & CONTROL

2019

中国计算机自动测量与控制技术协会主办

第27卷

源于航天 精于测控  
服务国防 产业利民

**制定行业测试性验证试验标准**

**解决测试性指标量化评估难题**

## 测试性验证评估系统

**测试性分析与评估功能：** 具有FMECA分析功能,试验样本空间计算,测试性指标验证及分析功能,自动分析并形成关键故障库

**故障注入功能：** 具有故障参数设置功能,故障注入功能,故障注入监控,自检功能

**外部监控功能：** 实时监控功能,突出显示危害度高的信号,数据表格显示以及波形显示,数据回显、离线分析,自检功能

**自动测试功能：** 测试诊断流程配置、管理与执行功能,诊断算法配置与执行功能,自动完成惯导系统外部测试与BIT测试,并自动生成测试报告和诊断报告



LXI故障注入器

已成功应用于多型飞机机载设备的测试性验证试验中,同时提供了面向飞机、雷达、惯导、汽车电子等装备产品的测试性设计验证手段和技术,规范了测试性验证试验流程,可广泛应用于军民两用相关产品设计定型、生产定型的验证和评估。

计算机测量与控制

第二十七卷

第十期

二〇一九年十月



欢迎来电垂询,更多信息请访问: [www.casic-amc.com](http://www.casic-amc.com)



北京航天测控技术有限公司  
BEIJING AEROSPACE MEASUREMENT & CONTROL TECHNOLOGY CO.,LTD

科技产业园  
电话: 010-8879 6066

市场营销中心  
电话: 400 0675 509

西安办事处  
电话: 029-8187 9982



# 计算机测量与控制

2019年 第27卷 第10期 (总第253期)  
月刊 公开发行人 1993年创刊

主管单位:中国航天科工集团有限公司  
主办单位:中国计算机自动测量与控制技术协会  
编辑出版:《计算机测量与控制》杂志社

资深顾问: 栾恩杰院士 张履谦院士 陈定昌院士  
社 长: 奚全生

副 社 长: 肖登伟

编委会主任: 潘旭东

编委会副主任: 奚全生

编委会委员(按姓氏笔画排序):

于功敬 王军政 王海亮 王海涛 支超有  
付 平 付梦印 叶廷东 左 毅 史红卫  
兰智高 任祥顺 许川佩 刘 嘉 刘才学  
刘广武 刘文怡 朱纪洪 华更新 乔立岩  
吕 翔 邢兰昌 李清东 张友鹏 张 雷  
何怡刚 应怀樵 严 涛 肖明清 吴 响  
汪祖民 周德云 姚一杨 郭阳明 赵 雯  
徐忠东 夏开建 阎 芳 常天庆 彭进业  
路 辉 蔡小斌 潘安君 魏清新

主 编: 苟永明

副 主 编: 孟汉城

英文编辑: 杨力生

编 辑 部: 任旺芳 唐德生 白春安 顾捷

广 告 部: 孙颖

通讯地址: 北京市海淀区阜成路甲8号

航天科工大厦四层

邮政编码: 100048

电 话: 主编室: (010) 68371578

编辑部: (010) 68371556转12-23

广告部: (010) 68767886

传 真: (010) 68372068

电子邮箱: ck@chinamca.com

投稿网址: www.chinamca.com

印 刷: 北京强华印刷厂

总发行处: 北京报刊发行局

订 阅 处: 全国各地邮局

邮发代号: 82-16

ISSN 1671-4598

刊 号: CN 11-4762/TP

国外代号: M1480

广告经营许可证: 京海工商广字第8179号(1-1)

帐 户: 《计算机测量与控制》杂志社

帐 号: 11001085400059612076

开户银行: 建行北京阜成路支行

出版日期: 2019年10月25日

国内定价: 每期定价40.00元/册

责任编辑: 任旺芳

版权所有 未经同意 不得转载

# 目 次

## • 综述与评论 •

基于故障预测与健康管理的DIMA动态重构技术综述... 郭阳明, 米 琪, 张 双, 孔德岐(1)

脑机接口技术的发展与展望... 于淑月, 李 想, 于功敬, 孙 健, 张忠海, 成蒴委(5)

## • 测试与故障诊断 •

基于遥测参数建模的无人飞行器发动机故障诊断... 王海霞, 李凯勇(13)

航天器健康管理平台设计技术研究... 张 雷, 李志栋, 孙 波(18)

电子星模在卫星控制系统闭环测试中的应用... 韩慧媛, 贯 顺(23)

基于傅里叶变换的随机纹理瓷砖的高精度表面缺陷检测... 段春梅, 张涛川(27)

基于QAR数据的民用飞机故障预测及验证... 巴塔西, 李 蕊, 熊 毅, 房红征(31)

航天嵌入式软件测试用例典型设计缺陷研究... 左万娟, 虞砺琨, 王小丽, 黄 晨(36)

国产芯片自动测试系统射频测试模块设计... 郑永丰, 张贵恒, 董 阳, 刁 静, 王奇之(41)

ATML标准结构及其应用研究... 李涛涛, 包 亮(45)

慢性肾病辅助诊断系统的设计与实现... 宋 波, 宋同峰(50)

基于NB-IoT的智慧井盖监测系统设计与实现... 朱代先, 王力立, 刘冰冰, 孙小婷, 胡齐涛, 刘 刚(55)

基于时域特征的滚动轴承寿命预测... 戴邵武, 陈强强, 丁 宇(60)

物联网终端性能与网络协议综合测试解决方案... 李 晶, 张明明, 郑永丰, 胡顺平, 王奇之(64)

基于高精度低空摄影测量的滑坡灾害监测与预报关键技术研究... 李 潇, 闵 洁(69)

基于卷积神经网络的发动机故障预测方法... 元尼东珠, 杨 浩, 房红征(74)

智能助手系统在ATE中的应用... 胡志伟, 闻 化(79)

自动驾驶仪动态测试系统设计... 郑 鹏, 张丽君, 张 腾(84)

## • 控制技术 •

基于滤波算法的分布式云储能系统弹性稳定控制... 周振华, 李 磊, 王 茂(89)

基于嵌入式Linux与Qt的植保机流量控制器设计与实现... 闫 啸, 李树江, 王向东(95)

质子交换膜燃料电池的连续模型预测控制器的设计... 张 君, 章 琳, 喻梅文(100)

基于策略的厂区安全与监控系统的设计与实现... 焦生金(104)

Sensor Web支持下的租赁车辆远程监控系统设计与实现... 张亚平, 刘学锋(109)

基于智能计划管理的测控自动化运行系统设计... 蔡红维, 谢福锋, 甘朝虹(114)

基于嵌入式以太网的远程监控系统的设计与实现... 胡祖辉, 施 隼, 吴国庆(120)

小型无人机地面式发射控制系统设计... 冷月香, 马远超, 吕 慧, 王 健(125)

基于STM32的无人船控制系统设计与实现... 晁 鹤, 郑恩让(129)

应用网络模块度的航天测控地面站网分析... 汪筱阳, 朱 琳, 朱参世, 张亚奇, 徐 浩, 王引娣(134)



三相负荷平衡的光伏逆变器与充电桩协调优化控制策略.....姚潇毅,张 剑,尹柏强,李晨晨,何怡刚(138)

### • 军事装备测控技术 •

基于感知模糊Petri网的自动装弹机故障分析方法.....李英顺,张银图,陈悦峰,周建军,江山青(147)

### • 测试软件工程 •

基于NI PSP协议的分布式测试系统软件设计.....高 涛,常 娟,高艳军,段海彬(154)

中标麒麟系统下基于QT的PXI仪器软件开发.....刘康丽,谷 静,杜 影,毕 硕,朱元元(159)

### • 设计与应用 •

软硬件协同设计的步进电机细分技术的研究.....韩 昌,陈 鑫,周 浩,高 俊(163)

基于同步遥测信号处理的实时仿真模型设计.....胡金辉,沈怡飏,范蕾懿,余 维,彭 妮(167)

基于软件定义网络的实验室防火墙架构设计.....刘 帅(171)

应用于人脸识别的改进局部保持投影算法.....张 悦,刘德山,王姗姗,闫德勤,楚永贺(176)

基于Nios II的井下静态随机存取存储器管理.....付绍凯,卢俊强,门百永,鞠晓东,陈光建(181)

基于分级缓存加速的高可靠高速星载固存设计.....李 欣,禹霁阳,牛跃华,李宗凌,汪路元(186)

混合粒子群和差分进化的定位算法.....郑建国,张学煜(192)

基于SoC的无人机航测视频信息叠加设计与实现.....江志东,霍立平,贾绍文,于 潞(196)

基于AFKF的多旋翼无人机组导航技术研究.....高彦钊,章卫国,郭 鑫,黄 海,刘小雄(200)

基于STC89C52单片机土壤温湿度检测器的设计.....谢永超,杨 利(205)

九轴陀螺仪在AGV自主导航中的应用设计.....魏权利,李莹莹,何爱欣(209)

抗辐照相变存储器芯片温度适应性研究.....段欣欣,王敏琪,潘乐乐,邱 源,程志渊(214)

基于动态物体特征点去除的视觉里程计算法.....牛文雨,李文锋(218)

快速去除睫毛及高效眼睑检测方法.....丁 玲,羿旭明(223)

基于大数据的网络安全态势感知及主动防御技术研究与应用.....刘冬兰,刘 新,张 昊,于 灏,马 雷,赵晓红(229)

高速公路智能管控系统外部数据接入设计与实现.....胡 静,张广浩,冀金科,孙晓亮(234)

基于量子衍生的图像中值滤波算法.....勾 荣(238)

基于物联网的自助洗车系统设计与实现.....孙开鑫,樊启润,唐 彪,万美琳,卢 仕(243)

十堰烟草企业智慧化建设思考.....胡 鹏,徐智勇,袁凌云(249)

基于粗大误差检测和补偿的改进型EKF动态目标跟踪算法.....张 迪,张正江,胡桂廷,朱志亮(254)

基于Dempster-Shafer的飞行机器人多目标视觉定位方法.....白 璐,杜承烈(259)

基于低轨星座的星地路由技术研究.....张晓娜,张亚生,何 辞(264)

一种适于Sigma-Delta ADC的高增益放大器的设计.....田海燕,李 斌,廖春连(268)

### • 试验与评价技术 •

基于任务次数的舰炮武器系统任务可靠度评估方法.....程文鑫,王寄明,方子璇(273)

民用航空电子系统网络安全验证方法研究.....陈 杰(277)

### • 智能仪器与传感技术 •

16路智能锂电池充电、维护仪设计.....宋金华,陈华强,吴 林,谢启少(280)

基于FK能量聚束的传感器阵列优化布设方法.....莫璧铭,李 剑,孔慧华,辛伟瑶,贺 铭(285)

用于航天环境的布拉格光栅温度传感器灵敏度与精度研究.....韩 放,廖 韬,苏新明,邓俊武,刘 阳(289)



## Computer Measurement & Control

Vol.27 No.10 Oct.2019(Series 253)  
Monthly Started in 1993

**Competent Authority:**

China Aerospace Science and Industry  
Coporation Limited

**Sponsor:**

China Association of Computer Automated  
Measurement and Control Technology

**Edited and Published by:**

Magazine Agency of Computer Measurement  
& Control

**Senior Consultants:**

Luan Enjie Academician  
Zhang Lüqian Academician  
Chen Dingchang Academician

**Publisher:**

Xi Quansheng

**Vice Publisher:**

Xiao Dengwei

**Chief Editor:**

Gou Yongming

**Vice Chief Editor:**

Meng Hancheng

**English Editor:**

Yang Lisheng

**Address:**

4th floor,China Aerospace Mansion No.a8  
Fucheng road,Haidian district,Beijing  
100048,China

**Tel:** 010-68372068

**Fax:** 010-68372068

**E\_mail:** ck@chinamca.com

**Http:** www.chinamca.com

**General Issue:**

Beijing Bureau for Distribution of Newspapers  
and Journals

**Domestic Distrubutor:**

All Local Post Office in China

**Code Name:** 82-16

**Publication Number:**

ISSN 1671-4598 , CN 11-4762/TP

**Overseas Distributor:**

China International Book Trading Corporation,  
P.O.Box 399,Beijing,100044, China

**Overseas Postal Code Name:** M1480

**Publishing Date:** 25th /Oct.2019

**Domestic Price:** ¥40/Each

**Overseas Price:** \$12/Each

## Contents

### • Summary and Comment •

Review of DIMA Dynamic Reconstruction Technology Based on Prognostic and Health Management  
.....Guo Yangming, Mi Qi, Zhang Shuang, Kong Deqi(1)  
Design and Implementation of Automatic test system for Inertial Platform based on LXI bus.....  
.....Yu Shuyue,Li Xiang,Yu Gongjing,Sun Jian,Zhang Zhonghai,Cheng Liwei(5)

### • Test and Fault Diagnosis •

Fault Diagnosis Method of UAV Engine Based on Telemetry Data.....Wang Haixia,Li Kaiyong(13)  
Research on Spacecraft Integrated Health Management Platform.....Zhang Lei,Li Zhidong,Sun Bo(18)  
Application of Electronic Simulator in Loop Control System.....Han Huiyuan,Guan Shun(23)  
High-precision Surface Defect Detection of Random Texture Ceramic Tiles Using Fourier Transform..  
.....Duan Chunmei,Zhang Taochuan(27)  
Civil Aircraft Fault Prediction and Verification Based on QAR data.....  
.....Ba Taxi,Li Rui,Xiong Yi,Fang Hongzheng(31)  
Typical Test Cases Design Faults Research of Aerospace Embedded Software.....  
.....Zuo Wanjuan,Yu Likun,Wang Xiaoli,Huang Chen(36)  
Design of Radio Frequency Test Module of Domestic Automatic Test Equipment System for Integrated  
Circuit.....Zheng Yongfeng,Zhang Guiheng,Dong Yang,Diao Jing,Wang Qizhi(41)  
Research on Automatic Test Markup Language Standard and Its Application.....Li Taotao,Bao Liang(45)  
Design and Implementation of an Assistant Diagnostic System for Chronic Nephropathy.....  
.....Song Bo,Song Tongfeng(50)  
Design and Implementation of Intelligent Manhole Cover Monitoring System Based on NB-IoT.....  
.....Zhu Daixian,Wang Lili,Liu Bingbing,Sun Xiaoting,Hu Qitao,Liu Gang(55)  
Prediction for Rolling Bearing Remaining Life Based on Time Domain Features.....  
.....Dai Shaowu,Chen Qiangqiang,Ding Yu(60)  
Comprehensive Test Solution for IOT Terminal Performance and Network Protocol.....  
.....Li Jing,Zhang Mingming,Zheng Yongfeng,Hu Shunping,Wang Qizhi(64)  
Research on Key Technologies of Landslide Disaster Monitoring and Prediction Based on High  
Precision Low Altitude Photogrammetry.....Li Xiao,Min Jie(69)  
Aero-engine Prognostic Method Based on Convolutional Neural Network.....  
.....Yuan Nidongzhu,Yang Hao,Fang Hongzheng(74)  
Application of Intelligent Assistant System in ATE.....Hu Zhiwei,Wen Hua(79)  
Design of Autopilot Dynamic Test System.....Zheng Peng,Zhang Lijun,Zhang Teng(84)

### • Control Technology •

Elastic Stability Control of Distributed Cloud Energy Storage System Based on Filtering Algorithms  
.....Zhou Zhenhua,Li Lei,Wang Mao(89)  
Design and Implementation of Flow Controller of Plant Protection Machine Based on Embedded Linux  
and QT.....Yan Xiao,Li Shujiang,Wang Xiangdong(95)  
Continuous Model Predictive Controller for a Proton Exchange Membrane Fuel Cell.....  
.....Zhang Jun,Zhang Lin,Yu Meiwen(100)  
Design and Implementation of Strategy-based Plant Safety and Monitoring System.....  
.....Jiao Shengjin(104)  
Design and Implementation of Remote Monitoring System for Rental Vehicles Based on Sensor Web  
.....Zhang Yaping,Liu Xuefeng(109)  
Design of Automatic Operation System of Measurement and Control Based on Intelligent  
Planning Management.....Cai Hongwei,Xie Fufeng,Gan Zhaohong(114)  
Design and Implementation of a Remote Monitoring System Based on Embedded Ethernet  
.....Hu Zuhui,Shi Quan,Wu Guoqing(120)



Design of Ground-based Launch Control System for Miniaturized UAV.....	Leng Yuexiang, Ma Yuanchao, Lv Hui, Wang Jian(125)
Design and Implementation of an Unmanned Ship Control System Based on STM32.....	Chao He, Zheng Enrang(129)
Analysis of Aerospace TT&C Ground Station Network by Applying Network Modularity....	Wang Xiaoyang, Zhu Lin, Zhu Canshi, Zhang Yaqi, Xu Hao, Wang Yindi(134)
Coordinating and Optimizing Control Strategy of Three-phase Load Balancing Photovoltaic Inverter and Charging Pile.....	Yao Xiaoyi, Zhang Jian, Yin Baiqiang, Li Chenchen, He Yigang(138)

### ● Military Equipment Technology in Measurement and Control ●

An Approach for Failure of Auto-Loader Based on Perceptron Algorithm and Fuzzy Petri Net.....	Li Yingshun, Zhang Yintu, Chen Yuefeng, Zhou Jianjun, Jiang Shanqing(147)
---	---

### ● Test Software Engineering ●

Software Design of Distributed Testing System Based on NI PSP Protocol.....	Gao Tao, Chang Juan, Gao Yanjun, Duan Haibin(154)
Development of PXI Instrument Software Based on QT and NeoKylin Operating System.....	Liu Kangli, Gu Jing, Du Ying, Bi Shuo, Zhu Yuanyuan(159)

### ● Design and Application ●

Research into Subdivided Technology of Stepping Motor Based on Hardware-Software Co-design.....	Han Chang, Chen Xin, Zhou Hao, Gao Jun(163)
Design of Real-time Simulation Model Based on Synchronous Telemetry Signal Processing.....	Hu Jinhui, Shen Yiwei, Fan Lei, Yu Wei, Peng Ni(167)
Design of Laboratory Firewall Architecture Based on Software Definition Network.....	Liu Shuai(171)
Improved Locality Preserving Projections for Face Recognition.....	Zhang Yue, Liu Deshan, Wang Shanshan, Yan Deqin, Chu Yonghe(176)
Static Random-Access Memory Management Based on Nios II.....	Fu Shaokai, Lu Junqiang, Men Baiyong, Ju Xiaodong, Chen Guangjian(181)
A High-Reliable Space-Borne Storage System with High-Speed Accelerated by Hierarchical Caching....	Li Xin, Yu Jiyang, Niu Yuehua, Li Zonglin, Wang Luyuan(186)
Hybrid Particle Swarm Optimization and Differential Evolution Based Localization Algorithm.....	Zheng Jianguo, Zhang Xueyu(192)
Design and Implementation of Superposition for UAV Video Based on SoC.....	Jiang Zhidong, Huo Liping, Jia Shaowen, Yu Lu(196)
Research on Integrated Navigation Technology for Multi-rotor Unmanned Aerial Vehicle Based on AFKF.....	Gao Yanzhao, Zhang Weiguo, Guo Xin, Huang Hai, Liu Xiaoxiong(200)
Design of Soil Temperature and Humidity Detector Based on STC89C52 Single Chip Computer.....	Xie Yongchao, Yang Li(205)
Application Design of Nine-axis Gyroscope in AGV Automatic Navigation.....	Wei Quanli, Li Yingying, He Aixin(209)
Research on Temperature Adaptability of Phase Change Memory Chip.....	Duan Xinxin, Wang Minqi, Pan Lele, Qiu Yuan, Cheng Zhiyuan(214)
Visual Odometry Algorithm Based on Dynamic Object Feature Point Removal.....	Niu Wenyu, Li Wenfeng(218)
Rapid Removal of Eyelashes and Efficient Eyelid Detection Method.....	Ding Ling, Yi Xuming(223)
Research and Application of Network Security Situation Awareness and Active Defense Based on Big Data Technology.....	Liu Donglan, Liu Xin, Zhang Hao, Yu Hao, Ma Lei, Zhao Xiaohong(229)
Design and Implementation of External Data Access for Expressway Intelligent Management and Control System.....	Hu Jing, Zhang Guanghao, Ji Jinke, Sun Xiaoliang(234)
Quantum-inspired Image Median Filtering Algorithm.....	Gou Rong(238)
Design and Implementation of Self-service Car Wash System Based on Internet of Things.....	Sun Kaixin, Fan Qirun, Tang Biao, Wan Meilin, Lu Shi(243)
Thoughts on the Construction of Intelligent Enterprise in Shiyuan Tobacco.....	Hu Peng, Xu Zhiyong, Yuan Lingyun(249)
Gross Error Detection and Compensation Based Modified EKF Algorithm for Dynamic Target Tracking.....	Zhang Di, Zhang Zhengjiang, Hu Guiting, Zhu Zhiliang(254)
Multiobjective Visual Location Method for Flying Robot Based on Dempster-Shafer.....	Bai Lu, Du Chenglie(259)
Research on Routing Between Satellite and Gateway Station Based on Low-Orbit Constellations.....	Zhang Xiaona, Zhang Yasheng, He Ci(264)
A Design of a High-Gain Amplifier for Sigma-Delta ADC.....	Tian Haiyan, Li Bin, Liao Chunlian(268)

### ● Test & Evaluation Technology ●

Mission Reliability Evaluation Method for Naval Gun Weapon System Based on Mission Times.....	Cheng Wenxin, Wang Jiming, Fang Zixuan(273)
Cybersecurity Verification Method Research for Civil Avionics System.....	Chen Jie(277)

### ● Intelligent Instruments and Sensing Technology ●

Design of Intelligent Charger for Lithium Ion Battery.....	Song Jinhua, Chen Huaqiang, Wu Lin, Xie Qishao(280)
Optimization Method of Shock Sensor Array Layouts Based on FK Beam Forming.....	Mo Biming, Li Jian, Kong Huihua, Xin Weiyao, He Ming(285)
Study on Sensitivity and Accuracy of Bragg grating Temperature Sensor for Spacecraft Environment.....	Han Fang, Liao Tao, Su Xinming, Deng Junwu, Liu Yang(289)



# 阿尔泰科技

## 为您提供全面的PXI/PXIe/CPCI测控系统

### 公司自主研发生产

- ▶ PXI/PXIe/CPCI机箱
- ▶ 控制器
- ▶ 各种扩展卡



#### 测控机箱

PXI机箱、PXIe机箱、CPCI机箱  
槽位：6、8、9、10、14、18等  
高度：1U、2U、3U、4U等

#### 控制器系列

总线：PXI、PXIe、CPCI、CPCIe  
高度：3U、6U系列  
CPU：Intel®Core™i7/i5/i3 第四代高性能处理器

#### 模拟量AD卡

高速同步AD卡：可做示波器、可测雷达信号  
多功能AD卡：带DIO、DA、计数器功能

#### 开关量DIO卡

光隔离DIO卡、继电器卡、编码器卡、PWM采集等

#### 其他扩展卡

CAN通信卡、串口卡、万用表卡等



PXI控制器



PXIe控制器



3U CPCI控制器



6U CPCI控制器



6U CPCIe控制器

北京阿尔泰科技 - 历经20多年研发经验，自主研发生产销售全套PXI测控平台。我们对技术满怀热忱，更无比珍视你的托付，深厚的领域经验，精湛的专业知识，奠定了公司产品的品质。

阿尔泰科技与你携手超越一切可能。



北京阿尔泰科技发展有限公司

客服电话：400-860-3335

网址：<http://www.art-control.com>



微信在线客服

ISSN 1671-4598



9 771671 459190



微信服务号



微刊阅读

主管单位：中国航天科工集团公司

编辑出版：《计算机测量与控制》杂志社

原刊名：《计算机自动测量与控制》

刊号：ISSN 1671-4598  
CN 11-4762/TP

邮发代号：82-16

定价：40.00元