

21世纪·科技创新·全面协调可持续发展

中国科协第五届青年学术年会 陕西卫星会议论文集

KEJICHUANGXINQUANMIANXIETIAOKECHIXUFAZHAN

陕西省科学技术协会 编

西安地图出版社

中国科协第五届青年学术年会

陕西卫星会议论文集

陕西省科学技术协会 编

西安地图出版社

2005年3月

图书在版编目(CIP)数据

中国科协第五届青年学术年会陕西卫星会议论文集 /
陕西省科学技术协会编. —西安:西安地图出版社, 2005. 3
ISBN 7-80670-776-X

I. 中... II. 陕... III. 科学技术—学术会议—
文集 IV. N53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 021741 号

中国科协第五届青年学术年会
陕西卫星会议论文集

陕西省科学技术协会 编
西安地图出版社出版发行

(西安市友谊东路 334 号 邮政编码 710054)

新华书店经销 西安工业学院印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/16 开本 40.5 印张 1690 千字

2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—1000 册

ISBN 7-80670-776-X/Z·15

定价:210.00 元

中国科协第五届青年学术年会 陕西卫星会议执行委员会名单

主 任:

潘 泉 省青科联理事长 西北工业大学教授

副主任:

李 华 省青科联副理事长 西北农林科技大学副校长

马 建 省青科联副理事长 长安大学副校长

王铁军 省青科联副理事长 西安交通大学研究生院副院长

刘卫国 省青科联副理事长 西安工业学院副校长

王 茜 省青科联副理事长 第四军医大学科研部部长

委 员:

吉国明 省青科联秘书长 西北工业大学青年科协秘书长

苏俊宏 西安工业学院科研处处长 省兵工学会副秘书长

王敏庆 西北工业大学青年科协常务副主席

周 炯 西北工业大学青年科协副秘书长

李玉萍 西北工业大学管理学院教授

梁宗祥 西北农林科技大学科研处副处长

朱瑞祥 西北农林科技大学教授

张 迪 杨凌职业技术学院教授

张有林 省农业工程学会秘书长

谢 斌 省林学会副秘书长

安凯春 省农学会副秘书长

李建平 西安工业学院材料与化工学院院长

王建华 西安工业学院机电工程学院院长 省兵工学会特种加工委员会主任

董晟全 西安工业学院科研处副处长 省腐蚀与防护学会秘书长

坚增运	西安工业学院材料与化工学院副院长
张立新	西安工业学院学报编辑部主任
李高宏	西安工业学院科研处成果管理科科长
郭永春	西安工业学院材料与化工学院实验室副主任
柏文超	西北有色金属研究院科技处副处长
李武庆	省有色金属学会副秘书长
王快社	西安建筑科技大学冶金学院副院长 省金属学会 青年委员会副主任
贺拴海	长安大学科研处处长
魏 朗	长安大学汽车学院院长
徐 岳	长安大学公路学院院长
冯忠绪	长安大学工程机械学院院长
范建华	长安大学公路研究所副所长
杨承志	省汽车工程学会秘书长
陈 军	第四军医大学教授
刘宏颀	第四军医大学科研部副部长
张三奇	第四军医大学教授
李金生	第四军医大学副教授
闫永平	第四军医大学教授
胡小虎	陕西千禾药业副总
颜 虹	西安交通大学医学院院长
孙 军	西安交通大学教授
席 光	西安交通大学教授
强洪夫	第二炮兵工程学院教授
杨智春	西北工业大学教授 省力学学会秘书长
江 俊	西安交通大学教授
李录贤	西安交通大学教授
邓子辰	西北工业大学教授
田世坡	省科协学会部干事

中国科协第五届青年学术年会 陕西卫星会议指导委员会名单

主 任:

郑南宁 省科协主席 中国工程院院士

副主任:

牟怀岐 省科协党组书记 常务副主席

周 廉 省科协副主席 中国工程院院士

樊代明 省科协常委 中国工程院院士

李振岐 中国工程院院士

姜澄宇 西北工业大学校长

孙 武 西北农林科技大学校长

陈祥才 第四军医大学校长

刘江南 西安工业学院校长

周绪红 长安大学校长

刘亚光 省科协副主席

卢天健 西安交通大学副校长

委 员:

陈锦屏 省农业工程学会理事长

王守智 省计算机学会理事长

李六一 省水利学会秘书长

郝怀晓 省林学会秘书长

李水利 省农学会秘书长

王敬军 省预防医学会副理事长

詹培林 省医学会副理事长兼秘书长

丰 雷 省药学会秘书长

华 强 省质量管理协会秘书长

路克孝	省公路学会副理事长
袁宏明	省汽车工程学会副理事长
任国梁	省机械工程学会秘书长
叶燮勋	省电子学会秘书长
崔恩静	省有色金属学会秘书长
林榕耀	省金属学会秘书长
王汝敏	省复合材料学会秘书长
奚正平	省材料研究会秘书长
陈建国	省科协学会学术部部长

目 录

现代力学的机遇和挑战

基于神经网络混合建模的离散滑模控制	黄永安, 姚林晓, 邓子辰(1)
管道流固耦合振动的行波方法研究	林磊, 任建亭, 姜节胜(3)
复合材料层合板非线性热振动分析	刘芹, 任建亭, 姜节胜等(8)
基于波动方法的管道支撑参数识别	邓长华, 任建亭, 任兴民等(11)
玻璃态聚合物银纹化过程细观力学	尹征南, 周宏元, 王建国(15)
水平微肋管内基于分层流型的沸腾传热理论模型	王跃社, 白博峰, 陈永利等(17)
PC/ABS 聚合物材料的断裂行为	李慧敏, 方钦志(18)
二维编织 C/SiC 复合材料的拉伸特性和失效分析	张增光, 矫桂琼, 管国阳(20)
PC/ABS 拉伸变形规律	方钦志, 李慧敏, 欧阳小东(23)
蜂窝安装板的动力学特性研究	罗亚军, 牛红攀, 张希农(26)
钨合金杆弹对陶瓷金属复合靶的侵彻分析	魏雪英, 赵均海(29)
基于自适应 SPH 方法的固体高速侵彻现象的数值仿真	张洪夫, 王广, 周伟(33)
摩擦转子稳定性分析及主动抑制摩擦方法研究	江俊(35)
广义电磁热弹性问题的直接有限元求解	田晓耕, 沈亚鹏(40)
神经元放电刺激的临界幅值特征	谢勇, 徐健学, 江俊(42)
具有书本式压电驱动器的薄壁圆柱壳的振动主动控制	张亚红, 张希农(45)
HIHT 在复合材料机翼盒段结构小损伤检测中的应用	陈换过, 闫云聚, 姜节胜等(48)
复合材料等效弹性参数预估方法间的关系	李永贤, 王铁军(51)
碳纤维织物复合材料螺柱—柱销连接结构研究	刘建超, 王铁军, 张炜等(53)
有限长功能梯度圆筒的热-机应力的解析解	邵珠山, 王铁军(55)
微极理论下粘弹性介质中的磁热粘弹性界面波研究	宋亚勤, 张元冲, 徐红玉(59)
界面脱粘对基体—夹杂型复合材料力学性能的影响	张伟旭(62)
具有金属内衬的纤维缠绕复合材料压力容器固化应力分析	程勇(64)
WebFEM—一个基于 Web Service 环境的有限元系统	胡金星, 强洪夫, 王广(65)
复合材料开口圆柱壳结构热致变形分析	陈桂娟, 矫桂琼, 熊伟(67)
基于损伤刚度法的结构小损伤建模方法	韩莉, 闫云聚, 姜节胜(70)
基于参变量变分原理的弹塑性结构优化的研究	刘涛, 邓子辰(72)
金属热防护系统二维热耦合分析	马玉娥, 孙泰, 李江海(75)
磁流变阻尼器磁场设计与数值分析	张勇, 邓长华(77)
一种识别连接参数的新方法	张永强, 姜节胜, 高跃飞(80)
对复合材料层压板结构后屈曲性态的分析	熊伟, 矫桂琼, 陈桂娟等(82)
密肋复合墙板受力性能及复合材料计算模型研究	田英侠, 姚谦峰, 陈平等(86)
纤维加筋沥青混凝土抗裂性能研究	Aysar Najd, 郑传超(88)

拱桥的荷载试验	吕 婷, 严建科, 赵小星(92)
拱脚扰动对拱桥结构安全的分析	严建科, 宋一凡, 吕 婷等(93)
ALE 有限元方法在现代力学中的应用	李茂生(95)
螺旋位错与涂层椭圆夹杂的相互作用	欧志英, 王铁军(98)
一端由弹簧连接的锥形杆结构撞击问题的解析解	鲍四元, 邓子辰(98)

新材料与先进制造技术

Ti230 合金在特高温下的氧化行为	吴玮路, 赵永庆, 马雪丹等(101)
氧当量对一种新型近 α 钛合金冲击性能的影响	刘 伟, 蔡学章, 杜宇等(103)
热处理对一种两相钛合金超塑性及组织的影响	曾立英, 赵永庆, 李丹柯等(106)
二辊及多辊孔型轧制的孔型计算	肖松涛, 周 康, Дубинский С. С. (108)
Ti-6Al-4V 合金包层叠轧薄板的疲劳性能研究	洪 权, 赵永庆, 杨冠军等(111)
材料性能预测与优化的智能方法研究	杨海璞, 赵永庆(112)
固溶处理对 TC4 合金棒材组织与性能的影响	周 伟, 曲恒磊, 赵永庆等(116)
热处理对新型近 β 钛合金力学性能的影响	李 辉, 常 辉, 陈 军等(117)
新型高强韧钛合金的热压缩变形行为	冯 亮, 曲恒磊, 赵永庆等(119)
洋葱圈形成过程的非稳态流场及影响因素	王快社, 王训宏, 沈 洋等(121)
MB3 镁合金板搅拌摩擦焊研究	王快社, 沈 洋, 王训宏等(122)
一种金选择树脂 LSI-106 的合成及其吸金性能研究	王快社, 寇晓康, 王聪林等(122)
半硬磁材料的研究现状及展望	伍来智, 魏法民, 杜忠泽等(124)
浅析金属层压复合材料的应用现状	周俊杰, 鹿玉华, 苏晓莉等(126)
热轧板带板形检测发展分析	张 兵, 王快社, 王训宏等(129)
异种金属层状复合材料金相试样的制备技术	周俊杰, 鹿玉华, 苏晓莉等(132)
有限元模拟在搅拌摩擦焊中的应用	苏晓莉, 王快社, 沈 洋等(135)
汽车工业铝型材搅拌摩擦连接方法研究	王快社, 王训宏, 沈 洋等(138)
1060 铝合金复合连接工艺试验研究	王快社, 梁彦安, 汪庆华等(141)
TC2 钛合金板材的轧制工艺研究	刘芝侠, 王红武, 王 俭(143)
宽铝板轧制过程中宽展量的研究	张明祥, 来晓君, 贾东明(145)
镍基合金 NS334(C-276)带箔材热处理方法的探讨	郭建华, 王小朝, 张明祥等(147)
钛合金大直径棒材超声检测方法研究	马小怀, 赵喜明, 张廷生(148)
00Cr22Ni5Mo3N(2205)双相不锈钢复合板相比例的控制	兵 珊, 刘润生(151)
金堆城铜尾矿综合回收铜、铁、硫的实践	秦宁昌, 郭小宏(153)
纳米塑料的制备、性能及应用	肖亚航, 傅敏士, 曹 凌(157)
原位反应-液态搅拌法 ATS/Al 复合材料的显微组织与力学性能	李高宏(160)
环境气氛对铁/碳化硅润湿性能影响研究	郭永春, 李建平, 中江秀雄(160)
试验条件(拉伸温度和保温时间)对 AZ91 镁合金拉伸强度的影响	杨 志(160)
7475 铝合金 ECAP 变形及组织热稳定性研究	张 郑, 杜忠泽, 王经济等(161)

LY12 装甲铝合金焊接残余应力的研究	夏峰, 李高宏, 李建平(161)
单晶连铸技术的产业化研究	李炳, 王鑫, 范斯会等(161)
单晶铜线材塑性变形后的组织和性能	李红英, 王雪艳, 张亚宁(165)
热蒸发法制备准一维纳米线材的研究	刘建刚, 张克良, 于灵敏(169)
淬火处理对池豫铁电大晶粒电畴形态的影响	龙伟, 惠增哲, 坚增运等(173)
新型双核铜配合物的合成及表征	牛小玲, 魏俊发(175)
CAD 标准件库的研究	范庆明, 李小雨(177)
基于小波分析实现图像重心位移的检测	方舟, 张君安(178)
基于面加工的数控图形自动编程系统的研究	韩改宁, 王琨琦(179)
基于电火花加工方法的表面改性技术研究	蒋宝庆, 范植坚(181)
光纤自动精密缠绕的机械结构分析	康藏藏, 孙冬, 范植坚等(183)
高速径向气体轴承试验台的试验研究	李启明, 刘波, 张君安(184)
浅论包装印刷中的防伪技术	李小雨, 郭彦峰(186)
基于 WIN NT 的全软件数控系统的关键技术及实现	李永亮, 王琨琦, 王峰等(189)
原位增强铸造 Al-4.5Cu 复合材料的制备工艺	梁艳峰, 董晟全, 杨通等(192)
高温持久试验温度微机温度控制系统设计	刘宾, 吴宗雄, 刘波(195)
高速径向气体轴承的稳定性测试及分析	刘波, 刘宾, 张君安(198)
高频、窄脉冲电解加工电源快速短路保护电路设计	史政记, 高嵩, 王国琛等(199)
模具网络化制造的研究	王立党, 王玉林(201)
圆柱度仪主轴回转误差的分离	王林艳, 王建华(203)
磁性磨料在磁力研磨加工中磁场力作用的研究	王琨, 白万民, 陈显文(204)
混凝强化城市污水一级处理的试验研究	吴小宁(206)
新型汽车电子转向系统的初步研究	杨飞, 宁生科, 王健(208)
浅谈印刷电路板自动布线技术	姚慧(209)
圆柱度测量优化计算及其可视化	朱储, 李平, 李少康(212)
精密微动数控砂轮修形系统	张立新, 刘晓光, 王建华等(213)
ELID 砂轮修整过程模拟	马保吉(213)
面向产品族的产品设计关键技术	刘军强(214)
小波包分析在滚动轴承信号消噪处理中的应用	丁锋, 何正嘉(214)
中小批量机械制造企业生产监控系统研制	赫东锋(214)
载荷波动对扭轮摩擦传动机构导程的影响	田军委, 王建华, 李平等(215)
空气推力轴承气膜压力实验台的研制	王沁, 呼小青, 张立新等(215)

交通运输工程与装备技术

超薄水泥混凝土路面设计理论与方法	马昂(216)
SMA 和 Superpave 沥青混合料路面性能研究	彭波, 苟国涛, 马荣(219)
基于物流配送服务水平多指标的模糊车辆优化调度研究	唐小明, 郭晓汾(221)
应用 TRIPS 软件进行交通预测的交通小区问题研究	王凤侠, 陈红(224)

国内外确定道路圆曲线最小转弯半径的方法比较及应用	吴峰,魏朗,胡兵(227)
汽车 ABS 性能检测技术研究	董良,马建(229)
大客车底盘综合试验台电力测功机负载特性分析	付凤吉,马建(231)
公共交通换乘枢纽分析	郭翌(234)
抗剥落剂改性沥青及其混合料试验研究	韩瑞民,弥海晨,马志刚(236)
道路运输企业安全评价方法初探	江慧娟(236)
高等级公路半刚性基层沥青路面设计施工和养护问题研究	李晓明(238)
不利气候条件下高速公路行车安全保障体系的研究	马艳,陈红(241)
关于西安市机动车排放污染对策的研究	王波,朱彤(244)
浅析高速公路护栏及其布设	王建军,陈怡(247)
高速公路网交通安全设施规划及后评价	王建军,李富勇(250)
浅析勉宁高速公路高边坡的类型	吴辉(254)
公路交通流动态优化与诱导信息系统的构建	吴立煜,陈红(257)
中外公路建设环保理念之比较	伍石生(261)
改性沥青在排水性路面中的应用	徐希娟(263)
陕西省智能运输系统的未来发展研究	闫旺,赵建有,胡大伟(263)
基于 Creator 二次开发的车辆三维辅助建模	赵斌,魏朗,陈涛(267)
建立西安市智能公共交通系统的研究	赵建有,高谋荣(270)
基于计算机分析与再现的道路交通事故现场数据分析系统的开发	胡建保,魏朗,刘大学(273)
公交实时监控调度与电子站牌方案	朱坪行,戴冠中,慕德俊(276)
星载仪器车辆运输振动环境研究	陈丁跃,陈蔚,周仁魁等(281)
模糊理论在驾驶员紧张度评价体系中的应用研究	郭海龙,柳源,胡建保(281)
振动压路机平顺性建模及其仿真研究	李建华,方鼎(285)

技术创新与管理

员工主观能动性内、外部层次激励模型研究	孙华昕,梁工谦,程培培(288)
职业性隔离的新特点分析	贺苗(290)
国内航空工业产权的问题及分析	周炯(292)
风险投资的两个本质特征及其实践应用	王浩(295)
水权交易中的政府管制作用分析	罗慧(298)
电力市场条件下状态检修管理体制研究	屠珊,张文祥,王江峰等(301)
B3G 链路性能测试中的 MIMO 信道仿真算法	廖学文,朱世华,曾二林等(303)
空时分组码的盲迭代解码	罗锦,殷勤业(306)
高校学生工作管理思路的开拓与创新	高建伟(308)
供应链管理研究综述	黄梦醒,潘泉,张洪才(310)
国防院校高层次外国留学生招收工作研究	刘小军(316)
基于全寿命周期的企业环境成本管理研究	李玉萍,张爱琴(318)
上市公司信息披露中律师的法律责任博弈分析	李娜(321)

我国现代企业法人治理结构初探	张 静(324)
露天采矿境界的灰色聚类决策评优	侯 煜(328)
技术成果如何转化为生产力	梁冰利,王建军(330)
企业信息化探讨	王建军,梁冰利(332)
打样样张与印品的质量差异	王 芳(333)
测井数据采集系统脉冲计数面板的设计	王国琛,高 嵩,史政记等(334)
实时数据库及其在分布式系统中的应用	王 恒,范跃华(337)
基于数据仓库的决策支持系统	王 辉,李晋光(339)
改革实验教学模式 适应人才培养需要	袁 艳,赵 鹏,王 芳(341)
企业物流信息系统实现方法初探	陈 诚,郭 望(343)
基于 J2EE 的区域物流信息系统的设计与实现	赵 斌,陈 涛,魏 朗(346)
模糊综合评价法在高层建筑消防安全管理中的应用	董 尧,索永录(349)
基于 3D SPIHT 视频编码算法概述	侯 颖(351)
基于 UML 的高校人事管理信息系统开发	冀汶莉,石 岩(353)
基于 Web 和 OPC 技术的分布式控制系统的设计与开发	康 涛,黄梦涛(356)
网络化虚拟仪器的发展现状	王 枫,侯媛彬,尚长春等(358)
基于 PPI 协议的 PLC 与上位机的通讯实现	王希娟,黄梦涛,岳瑞堂(360)
蓝牙系统中 L2CAP 的功能分析与研究	王银银,李国民,王燕妮(362)
MSTP 技术发展及关键技术分析	王 瑜,杨 晨(364)
MIMO 系统中空时编码技术的性能分析	赵 谦,李国民,曾召华(367)
灰色等维新息模型在电力系统中长期负荷预测中的应用	赵晓琨,侯媛彬,韦 炜(369)
基于 UML 的酒店管理信息系统开发	杜亚勤,魏明明,洪 波(371)
浅析高校体育教育与素质教育	毛建平(373)
校园有线电视工作的实践与思考	杨翠萍,王西京(375)
大学生如何自我锻炼	秦 勇(376)
从心理语言学角度看研究生英语口语的提高	燕 浩,王 健(378)
供应链弹性数量契约优化模型	胡 启,庄 宇,赵 燕(381)
基于 BP 神经网络的企业技术创新能力评价	吕晓强,夏维力(383)
SORT 分析框架在企业电子商务发展战略中的运用研究	刘咏芳(386)
基于 ISM 模型法的货币自由化条件分析	袁晓军(389)
基于 TOPSIS 物流外包合作伙伴选择模型研究	陈洪根,柴华奇(391)
基于企业成本的生命周期环境成本分析模型	张 蓉,王京芳,陶建宏(393)
基于自愿性信息披露的上市公司价值评估	罗 丹,郝 英(396)
分配正义——对罗尔斯公平正义原则的争论的思考	王宝军(399)
基于彩色图像的数字水印技术	刘志博,范九伦,张洪才(402)
论我国非政府组织的合法性建构	安建增,王婉蕾(407)
企业财务中最优质量成本分析模型	程培培,梁工谦,孙华昕(410)
权威的转化	曾志勇(413)
施工行业设备管理信息系统的构建及实现	张本豪,薛建武(416)

医药领域的前沿科学与技术

失重对人体血压变化影响的仿真研究	冯岱雅, 孙喜庆, 卢虹冰(420)
共轭亚油酸对糖尿病大鼠血糖的影响作用	张文斌, 于芳, 侯科红等(422)
HGF 基因的自分泌表达及对肝细胞损伤的保护作用	何勇, 周峻, 窦科峰(423)
松萝酸钠促皮肤创伤愈合的实验研究	新菊情, 董亚琳(427)
我国口腔卫生服务现况和发展研究	李刚, 倪余攀, 胡德渝等(429)
含黑素细胞表皮重建和对 UVA 照射的反应	卢涛, 刘源, 金岩等(433)
检测产后子宫复旧与排卵选择最佳节育措施	刘利萍, 姚子玉(435)
5099 例乙型肝炎标志物检测及分析	王可珍, 安社刚, 蒙登平等(436)
EB1089 对肝癌 HepG ₂ 细胞的抑制作用及其可能机制	张雪平, 骆文静, 郑刚等(438)
中西医结合防治反复呼吸道感染临床观察	姚子玉, 刘利萍(441)
热休克蛋白 70 高表达抑制高温诱导 K ₅₆₂ 细胞凋亡的机制	王枫, 曾子鹏, 张文斌等(442)
精神分裂症患者兴奋行为与血清肌酸激酶活性的研究	行养玲, 杨旭, 郭娟等(444)
抗心磷脂抗体阳性 268 例与妊娠关系的临床分析	崔宝奎, 钟梅, 余艳红(444)
新生儿窒息 15 例临床分析	刘利萍, 姚子玉(446)
格列齐特、甲钴胺及其联合用药对糖尿病大鼠血清、坐骨神经及神经轴索中神经生长因子含量的影响	封卫毅, 侯家玉(446)
高过载致家兔椎间盘退变的研究	王永春, 陈立君, 孙喜庆等(449)
超声显像对流行性出血热肾损害的诊断价值	孟君琦, 景小军(451)
利用稻瘟霉分生孢子跟踪分离面包海星中的海星皂苷活性成分	汤海峰, 易杨华, 李玲等(452)
塔斯品碱促进成纤维细胞增殖及皮肤创伤愈合作用研究	董亚琳, 贺浪冲, 陈方(455)
大豆苷元对大鼠肠系膜动脉环的舒张作用及其机制	杨孝江, 张金艳, 王佩贤等(458)
救尔心滴丸对心外膜电图、心肌梗死区面积的影响	林洁, 环城, 赵岗等(458)
甘草酸脂体制备的工艺研究	程建峰, 扈本荃, 刘梅等(459)
大孔吸附树脂对拒霜叶总黄酮的吸附性能研究	樊俊红, 罗国平(459)
高效液相色谱法测定人血浆中盐酸吡格列酮浓度	康江平, 张鹏, 李小川等(459)
小剂量米非司酮治疗子宫内膜异位症 25 例临床观察	刘利萍, 姚子玉(459)
红枣的营养保健作用及其综合利用	孙灵霞, 陈锦屏(460)
消费者对医院药学服务的认同度和满意度研究	张抗怀, 杨世民(462)
辐射相关基因芯片的制备及其初步应用	郭万峰, 郭国权, 王升启(462)
MPP ⁺ 对 PC12 细胞生长增殖毒性作用的实验研究	郑刚, 骆文静, 张雪平等(466)
HBV 阳性血清体外感染 HepG2 细胞的实验模型	王安辉, 徐德志, 门可等(466)
陕西省麻疹野病毒的分离及基因分型	李平, 司源, 武继守等(470)
孕期性行为与 HBV 宫内感染关系的病例对照研究	郭中军, 门可, 徐剑秋等(471)
西安市性传播疾病(STD)流行病学分析	王截(474)
医院重点科室空气监测分析	周爱民, 路瑞林(476)

2004 年安康市平利县大贵镇风疹暴发流行调查报告	魏正凯, 江陆华, 刘 涛等(477)
电子健康记录框架模型及其标准需求	张玉海, 徐勇勇, 刘丹红等(478)
脉冲电磁场辐射对雄性大鼠生殖细胞的影响	曾丽华, 郭国祺, 任东青等(481)
脉冲电磁场诱导小鼠肠组织基因表达谱的变化	任东青, 张 杰, 郭国祺等(484)
共轭亚油酸对肥胖大鼠脂肪组织瘦素的影响	张文斌, 李爱玲, 曹 瑞等(487)
脉冲式电磁波照射后不甘落后时间大鼠血清激素水平的变化	方恒虎, 曾桂英, 任东青等(489)
超临界 CO ₂ 萃取与同步分离白术挥发油中内酯类化合物	王 芳, 李锐勇, 汪 珍等(492)
5-(2,4-二硝基苯胺基)-水杨酸铅的合成、结构表征及其在固体推进剂中的催化作用	宋秀铎, 赵凤起, 郝海霞等(492)
果胶-酮洛芬药大鼠结肠定位特性的体内研究	奚苗苗, 张三奇, 王馨仪等(492)
NT-3 基因转染对庆大霉素性耳聋的保护作用	邓志宏, 王锦玲, 邱建华等(492)

农业现代化与农业工程

中国能源供需特点及对策分析	冯永忠, 任广鑫, 丁瑞霞等(493)
压实膨胀土的膨胀变形规律与计算模式	张爱军, 哈岸英, 骆正生(495)
陕西省长江流域入河污染物调查与评价	寇晓梅(499)
水土流失对渭河道行洪能力影响浅析	张 勇(502)
两次撞击法油菜籽脱壳机研究	郭贵生, 吕新民, 杨有刚等(505)
生态经济适宜性评价基础上的农户土地资源优化配置初探	李春越, 谢永生(508)
陕西澄城县苹果园环境质量评价	赵政阳, 梁 俊, 鲁玉妙等(511)
不同寄主植物上桃蚜两种体色生物型微卫星引物 PCR 研究	陈 磊, 张春妮, 仵均祥(514)
小麦条锈病流行小种的分子标记	莫亚军, 陆和平, 曹国武等(517)
塑料拱棚蔬菜高效种植模式研究	冯海平(520)
多普勒雷达产品在咸阳地区 8.10 强对流天气分析中的应用	段昌辉, 吴宇华(522)
固化土力学特性试验研究	闫宁霞, 宋春香(525)
逆向遗传学技术在猪瘟病毒研究中的应用	张森涛, 张彦明(527)
微生物发酵动物副产品生产蛋白质饲料研究及应用	杜忍让(530)
血吸虫期别差异表达功能基因的研究进展	于三科, 杨 柳, 冯新港(532)
绵羊罩衣对甘肃高山细毛羊生产性能影响的研究	马省强, 张慧林, 张 琪(535)
SQ-1 诱导小麦雄性不育的基因型再研究	王军卫, 张改生, 刘宏伟(537)
黑麦在小麦改良中的应用研究进展	吴金华, 吉万全, 李凤珍(539)
麦谷蛋白亚基对小麦品质特性影响及其遗传转化	戴开军, 高翔, 王 怡等(543)
小麦制粉系统面粉糊化特性的研究	罗勤贵, 欧阳, 韶晖等(547)
带鱼香肠加工工艺初探	任亚梅, 袁春龙, 袁 凌等(550)
节水灌溉技术方案的优化设计	陈新明, 王玉宝, 尚虎军(553)
作物调亏灌溉理论与技术研究	庞秀明, 康绍忠, 王密侠(555)
关中西部四灌区河源径流形势分析	王 剑(560)
陕西省城市供水水源地质现状分析及保护对策	刘永宏(562)

大豆疫霉的分子检测	陈长卿, 康振生, 王晓杰等(565)
分子生物学技术在全疫病诊断中的应用	王美南, 商鸿生(565)
苹果黑星病菌 SSR 反应体系的优化	董艳玲, 胡小平, 杨家荣等(569)
地沟式灌溉在我国农业中的应用分析	郑先俊, 单永伟, 陈文艺(570)
试论宝鸡日光温室的现状与产业化发展对策	杨广元, 张宗卷, 李拴良等(572)
凤翔县 2003~2004 年度旱地小麦丰产的气候条件浅析	燕鸿峰, 刘学利, 李志强(572)
依靠科技进步, 发展旱作小麦生产	武高潮, 赵启学, 王冬梅等(574)
陕西省主要农业气象灾害及其防御	武麦凤(577)
陕西“02.06.09”区域性暴雨成因分析	王 英(580)
石榴的综合利用及开发前景	李 月, 陈锦屏(582)
食品风味酶的研究进展	刘俊花, 葛 玉, 张宝善(584)
HACCP 在我国乳与乳制品中的应用现状	党亚丽, 张富新(586)
功能性食品的发展	崔国庭, 田呈瑞(588)
宝鸡山旱地小麦育种目标初探	陈三乐, 杜运科, 任雅琴等(591)
葡萄籽油的研究进展	牟朝丽, 陈锦屏(592)
果汁澄清方法及澄清工艺的研究	王 军, 张宝善(594)
酶联免疫技术的研究进展及在测定生物毒素中的应用	葛 玉, 刘俊花, 刘 平等(598)
穗重型小麦的源库特征研究	鹿红喜, 何茹如, 高 翔(600)
流域雨量监测系统及其在渭河特大洪灾中的应用	葛微衍, 张永红, 贾金海(602)
网络存储技术及其气象领域应用	贾 蓓(604)
基于 GIS 的商洛市农业气候区划信息服务系统	刘敏锋(606)
不同气候变化情景下陕西棉花生产发展分析	张永红, 葛微衍(608)
黄土区玉米氮磷钾适宜配比研究	高云晖(610)
浅议西安市污水回用	吴小宁, 刘小英(611)
西安地区切花百合常见病害调查	王峰伟, 原雅玲, 杜勇军等(612)
绵羊罩衣对甘肃高山细毛羊毛品质影响的研究	张慧林, 马省强, 裴 杰(614)
小麦单籽粒性状与品质的关系	胡新中, 魏益民, 罗勤贵(614)
麦秆覆盖对夏玉米的生长及水分利用的影响	孟 毅, 蔡焕杰, 王 健(614)
畦田水流特性及合理的灌水技术要素的组合	史学斌, 马孝义(615)
椰疫菌多聚半乳糖醛酸酶 16 和 17 基因的克隆、测序及其真核表达研究	况振辉, 吕元红, 王锐敏(615)
一种新型机械式多功能精量排种器的研究设计	张宇文(615)
微生物秸秆饲料饲喂家畜的效果研究	胡建宏, 李青旺(615)
宝鸡簸箕山老黄土滑坡体三向渗流数值分析	张爱军, 康顺祥(618)
变频恒压控制系统及在管道化灌溉系统中的应用研究	何武全, 王玉宝(621)
高拱坝的枢纽布置与泄洪消能	徐根海(624)
重力坝深层抗滑稳定安全系数理论公式的新解法	蔡江碧, 王 铭, 李 宇(628)
重力坝深层抗滑体系内裂面内力的理论解	蔡江碧, 王 铭, 李 宇(630)
黑河水源工程净水厂设计	杜志坚, 杜向琴(633)

基于神经网络混合建模的 离散滑模控制

黄永安¹, 姚林晓², 邓子辰^{1,2}

(1. 西北工业大学 力学与土木建筑学院, 西安 710072;

2. 大连理工大学)

摘要: 提出将神经网络和标称系统混合建模方法引入到柔性结构主动控制当中, 在混合模型的基础上, 利用离散变结构控制对柔性结构振动进行控制。离散滑模控制的滑模面是以标称系统为基础, 由最优二次型价值函数并求解黎卡提方程确定。利用标称模型和神经网络混合建模方法来减小系统的不确定性, 达到减弱滑模控制在实际控制系统中的抖动问题。其中利用前馈神经网络来对不确定部分进行建模, 仿真表明所建议的控制方法非常有效。

关键词: 滑模控制; 神经网络; 柔性结构; 混合模型

柔性结构具有普遍的刚性结构没有的优点, 在实际设计中使用的越来越多, 从机器人柔性机械臂到飞行器的柔性附件, 所以柔性结构振动控制是一个非常重要的课题^[1,2]。柔性结构是无限维的, 系统建模需要采用非常高维数的状态, 因此对柔性结构进行精确控制就非常困难。目前还没有非常理想的控制方法应用的实际工程当中, 主要遇到的问题可参考文献^[3]。

滑模控制是一种非线性控制方法, 对外界的参数的变化和扰动具有不敏感性^[5]。但是对结构不确定性、时滞以及控制器的限制, 都会导致滑模控制在实际控制中会出现明显的抖动。抖动问题会激发未建模的高频部分。目前研究最多的是边界层方法。为了减小抖动, 需要确定边界层的厚度, 而厚度依赖于切换增益。也就是说, 大的不确定性需要大的增益, 大的增益需要大的边界层厚度。但大的边界层厚度又会减弱滑模控制优点。因此, 研究如何确定滑模控制, 使其受抖动影响较小一直是非常重要的课题。目前对滑模控制抖动研究的热点是将智能方法与滑模控制相结合。

利用神经网络对系统不确定性部分进行建模, 而确定性部分就用标称模型, 最后综合标称系统模型得到系统的混合模型。在此基础上采用滑模控制方法对系统进行主动控制, 滑模面利用标称系统结合最优二次型函数确定。考虑到实际工程中采样的数据都是离散的, 本文采用了离散滑模控制方法。最后的仿真结果表明本文提出的方法控制效果非常满意。

1 离散动力学系统

线性连续 n 自由度系统的数学模型如下

$$MX(t) + CX(t) + KX(t) = f(t) + Du(t) \quad (1)$$

式中: M 、 C 和 K 分别为系统 $n \times n$ 维质量、阻尼和刚度矩阵。 $X(t)$ 、 $\dot{X}(t)$ 和 $\ddot{X}(t)$ 分别是位移、速度和加速度向量。 $f(t)$ 是外部扰动, $u(t)$ 为控制力向量, 矩阵 D 为 $n \times m$ 维控

制矩阵。

利用滑模控制方法需要将动力学方程转化为状态空间方程, 具体形式如下

$$\begin{aligned} Y(t) &= AY(t) + Bu(t) + Bf(t) \\ &= AY(t) + B[u(t) + f(t)] = AY(t) + BU(t) \quad (2) \end{aligned}$$

$$\text{式中: } Y(t) = \begin{bmatrix} X(t) \\ \dot{X}(t) \end{bmatrix}, A = \begin{bmatrix} 0 & I_n \\ -M^{-1}K & -M^{-1}C \end{bmatrix},$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ I_n \end{bmatrix}, I_n \text{ 是 } n \times n \text{ 维单位矩阵。}$$

实际控制系统中均采用离散方法进行控制。设样本时间为 T_d , 连续系统(2)结果

$$Y(t) = e^{A(t-t_0)} Z(t_0) + \int_{t_0}^t e^{A(t-\tau)} BU(\tau) d\tau \quad (3)$$

设 $t_0 = kT_d$ 和 $t = (k+1)T_d$, 连续系统结果可以转化到离散系统结果

$$Y(k+1) = A_d Y(k) + B_d U(k) \quad (4)$$

式中: $A_d = e^{AT_d}$ 是 $2n \times 2n$ 维矩阵, $B_d = \int_0^{T_d} e^{A(t-\tau)} B d\tau$ 是 $2n \times m$ 维矩阵, $v = (k+1)T_d - \tau$ 。

2 滑模控制器设计

滑模控制的设计主要包括两个步骤, 如果这两步都设计成功, 滑模面两侧的状态 $Y(k)$ 能够进入滑模面, 最后收敛于原点。主要步骤: ①滑模面的设计; ②设计滑模控制器。

2.1 设计滑模面

首先需要将方程转换成正则形式。设转换矩阵为 $T \in R^{2n \times 2n}$, 并非奇异, 具体如下

$$Z(k) = TY(k) \quad (5)$$

将式(5)代入式(4), 转换成正则形式如下^[4]

$$Z(k+1) = \bar{A}_d Z(k) + \bar{B}_d U(k)$$

$$\text{或 } \begin{bmatrix} Z_1(k+1) \\ Z_2(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{A}_{d11} & \bar{A}_{d12} \\ \bar{A}_{d21} & \bar{A}_{d22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_1(k) \\ Z_2(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \bar{B}_d \end{bmatrix} U(k) \quad (6)$$

其中, $\bar{B}_d = TB_d = [0, \bar{B}_{d2}]^T$, $Z_1(k) \in R$, $\bar{A}_{d11}$ 为 $(2n-m) \times (2n-m)$ 矩阵。

设滑模面为线性, 并具有如下形式

$$S(k) = GY(k) \quad (7)$$

将式(5)代入式(7), 可得到

$$S(k) = \bar{G}Z(k) = \bar{G}_1 Z_1(k) + \bar{G}_2 Z_2(k) = 0 \quad (8)$$

式中: $\bar{G} = \bar{G}T^{-1}$, 可以得到

$$\bar{Z}_1(k) = -\bar{G}_2^{-1} \bar{G}_1 Z_2(k) = -\Psi Z_2(k) \quad (9)$$

式中: $\Psi = \bar{G}T_2^{-1} \bar{G}_1$, 可设 $\bar{G}_2$ 为单位矩阵, 可得到

$$\Psi = \bar{G}_1, \bar{G} = [\Psi M] \quad (10)$$

将式(9)代入式(6)中第一个方程, 因此滑模面上的动力学系统可以表示如下

$$\begin{aligned} Z_1(k+1) &= (\bar{A}_{d11} - \bar{A}_{d12} \Psi) Z_1(k), \\ Z_2(k) &= -\Psi Z_1(k) \end{aligned} \quad (11)$$

从方程(11)中可以看出, 受控系统已经降阶, 由 $2n-m$ 独立变量组成, 这方便了控制器的设计。其中滑模面可通过最优化方法获得。大系统的最优价值函数如下

$$\begin{aligned}
 J &= \sum_{k=1}^N Y(k)^T Q Y(k) = \sum_{k=1}^N Z(k)^T \tilde{Q} Z(k) \\
 &= \sum_{k=1}^N [Z_1(k)^T \quad Z_2(k)^T]^T \begin{bmatrix} \tilde{Q}_{11} & \tilde{Q}_{12} \\ \tilde{Q}_{21} & \tilde{Q}_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_1(k) \\ Z_2(k) \end{bmatrix} \\
 &= \sum_{k=1}^N (Z_1(k)^T \tilde{Q}_{11} Z_1(k) + \\
 &\quad Z_2(k)^T \tilde{Q}_{22} Z_2(k) + 2Z_1(k)^T \tilde{Q}_{12} Z_2(k)) \quad (12)
 \end{aligned}$$

将式(11)代入到式(12),可得到状态空间反馈矩阵

$$\Psi = (A_{d12}^T P A_{d12} + \tilde{Q}_{12})^{-1} (A_{d12}^T P A_{d11} + \tilde{Q}_{12}) \quad (13)$$

通过求解式(14)可得到式(13)矩阵

$$\begin{aligned}
 A_{d11}^T P A_{d11} - S - (A_{d11}^T P A_{d12} + \tilde{Q}_{12}) \\
 (A_{d12}^T P A_{d12} + \tilde{Q}_{22})^{-1} (A_{d12}^T P A_{d11} + \tilde{Q}_{12}) + \tilde{Q}_{11} = 0 \quad (14)
 \end{aligned}$$

式中: $\tilde{Q} = [T^{-1}]^T Q T^{-1} = \begin{bmatrix} \tilde{Q}_{11} & \tilde{Q}_{12} \\ \tilde{Q}_{21} & \tilde{Q}_{22} \end{bmatrix}$, 得到

$$G = \tilde{G} T = [\Psi M] T \quad (15)$$

2.2 控制器设计

确定好滑模面之后,然后就设计振动控制的控制器。设离散滑模面定义为线性空间,如下

$$S(k) = GY(k) \quad (16)$$

式中: $G \in R^{n \times 2n}$ 。当系统状态进入滑模面时,就可得到

$$S(k+1) - S(k) = 0 \quad (17)$$

由式(6)、(16)和(17)可得到等效控制力为

$$U_{eq} = -(GB_d)^{-1} (G(A_d - I)Y(k)) \quad (18)$$

利用 Lyapunov 理论来设计控制器,选取 Lyapunov 函数为 $V(k) = S(k)^T S(k)$ 。

设定 $\Delta V(k) = V(k+1) - V(k)$, 要使系统稳定,必须使得 $\Delta V(k) < 0$ 。可得到如下形式

$$\Delta V(k) = [S(k+1) + S(k)]^T \Delta S(k) \quad (19)$$

式中: $\Delta S(k) = S(k+1) - S(k)$ 。

定义 $\Delta V(k) + S(k)^T T_d WS(k) + S(k)^T T_d V\text{sign}(S(k)) = 0$, 其中矩阵 W 和 V 为正定, 结合式(19)得到

$$\begin{aligned}
 [S(k+1) + S(k)]^T \Delta S(k) + S(k)^T T_d WS(k) \\
 + S(k)^T T_d V\text{sign}(S(k)) = 0 \quad (20)
 \end{aligned}$$

定义新变量 $H = I + S(k+1)[S(k)^T S(k)]^{-1} S(k)^T$, 结合式(20), 整理得到

$$S(k)^T [H(k)^T \Delta S(k) + T_d WS(k)^T + T_d V\text{sign}(S(k))] = 0 \quad (21)$$

如果 $S(k) \neq 0$, 式(21)可以得到

$$H(k)^T \Delta S(k) + T_d WS(k)^T + T_d V\text{sign}(S(k)) = 0 \quad (22)$$

最后就能够得到如下控制力

$$\begin{aligned}
 U &= -(GB_d)^{-1} \{ [G(A_d - I)Y(k) - \\
 &\quad [H(k)^T]^{-1} (WS(k) + V\text{sign}(S(k)))] \\
 &= U_{eq} + (GB_d)^{-1} [H(k)^T]^{-1} \\
 &\quad (T_d WS(k) + T_d V\text{sign}(S(k))) \} \quad (23)
 \end{aligned}$$

简化结果形式, 令 $H(k) = I$, 可以得到

$$U = U_{eq} + (GB_d)^{-1} (T_d WS(k) + T_d V\text{sign}(S(k))) \quad (24)$$

3 系统控制器设计

我们对一个不确定性系统进行建模, 模型中包括两个

部分为确定部分和不确定部分。其中不确定性来源于外部扰动、系统的质量、阻尼和刚度不确定性。

定义未建模系统为

$$Y(k+1) = (A_d + \Delta A_d)Y(k) + (B_d + \Delta B_d)u(k) + d \quad (25)$$

其中不确定性部分由神经网络进行建模, 图1为控制系统结构图, 其中神经网络如下

$$\text{NET}(Y, U) = \Delta A_d Z(t) + \Delta B_d U(t) + d \quad (26)$$

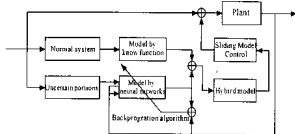


图1 控制系统结构图

将式(26)代入到式(25), 可以得到受控系统的模型

$$Y(k+1) = A_d Y(k) + B_d U(k) + \text{NET}(Y, U) \quad (27)$$

其中, $\text{NET}(Y, U)$ 多层前馈神经网络, 当期得到足够的训练时就能够表示系统的不确定部分。

相应于不确定系统的滑模控制如下

$$\begin{aligned}
 U &= -(GB_d)^{-1} [G(\Delta A_d Y(k) + \Delta B_d U(k) + d) \\
 &\quad + (G(A_d - I)Y(k)) - (T_d WS(k) \\
 &\quad + T_d V\text{sign}(S(k)))] \quad (28)
 \end{aligned}$$

利用神经网络来建模系统不确定性部分而得到的滑模控制输出为

$$\begin{aligned}
 U &= -(GB_d)^{-1} G[\text{ENT}(U, Y) + (G(A_d - I)Y(k)) \\
 &\quad - T_d (WS(k) + V\text{sign}(S(k)))] \quad (29)
 \end{aligned}$$

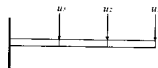


图2 带有柔性附件的飞行器

4 数值仿真

参数如下^[18]: $EI = 0.399847 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{m}^2$, $L = 35.05 \text{ m}$, $\rho = 25.95 \text{ kg/m}$, $u_{\max} = 300 \text{ N}$; 位移向量 $X = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4]^T$; 控制向量 $U = [u_1 \ u_2 \ u_3]^T$; 质量矩阵 $M = \text{diag}(303, 0, 303, 0, 303, 0) = \text{diag}(m_1, 0, m_2, 0, m_3, 0)$;

为了模拟实际中的系统, 我们向标称系统中的质量和刚度矩阵中加入误差范围为 20% 的随机不确定性。然后可得到了实际系统和标称系统的状态, 以及它们的误差。图3和图4分别是第一自由度的位移与速度比较结果, 从图中可以看出, 误差非常大, 幅值甚至超过了系统的原有状态。

计算控制力之前, 必须将神经网络进行充分的训练。神