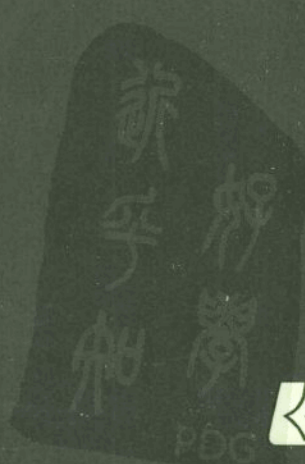


王运升 张涛 主编

科学发展与社会责任

KEXUE FAZHAN YU SHEHUIZEREN

(A 卷)



辽宁科学技术出版社

LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

第五届沈阳科学学术年会文集

科学发展与社会责任

(A卷)

王运升 张 涛 主编

辽宁科学技术出版社

沈 阳

图书在版编目(CIP)数据

科学发展与社会责任(A、B卷)/王运升,张涛
主编. —沈阳:辽宁科学技术出版社,2008.10
ISBN 978-7-5381-5380-4

I. 科… II. ①王…②张… III. 科学技术—发展—社会功能—研究 IV. G301 C913

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第151025号

出版发行:辽宁科学技术出版社
(地址:沈阳市和平区十一纬路29号 邮编:110003)
印刷者:沈阳天择彩色广告印刷有限公司
经销者:各地新华书店
幅面尺寸:210mm×285mm
印 张:100
字 数:2500千字
印 数:1~2000
出版时间:2008年10月第1版
印刷时间:2008年10月第1次印刷
责任编辑:丁东戈
封面设计:王 林
版式设计:晓 东
责任校对:仲 仁

书 号:ISBN 978-7-5381-5380-4
定 价:268.00元(A、B卷)

联系电话:024-23285311
E-mail:lkzxb@mail.lnpgc.com.cn
<http://www.lnkj.com.cn>

编 委 会

编委会主任 鞠秀礼 邹大挺

副 主 任 孙铁珩 王运升 张 涛

成 员 (按姓氏笔画为序)

于 沈	马 跃	仇志豪	王 维	王少洪	王长松
王庆礼	王铁峰	王越超	代贵雪	左 良	田新娟
孙元志	毕开顺	何钦成	吴玉厚	吴春福	吴景峰
张玉龙	张丽茹	张殿军	李 刚	李 蒲	李 镭
李凤伦	李成华	李宏印	李英民	杨晓东	肖纯凌
苏永强	周继红	宛 力	金关根	金吉媛	郭永新
郭晓岩	都向辉	黄其励	喻虹桥	谭惠苓	

主 编 王运升 张 涛

副 主 编 李凤伦 金吉媛 张丽茹 李宏印 田新娟

编 委 (按姓氏笔画为序)

于 秀	孔庆华	王 琦	王文革	王洪礼	王绘诗
王铁良	付 国	田力威	刘 丰	刘 曦	刘碧颖
吕 波	孙广贵	庄殿师	曲 涛	朱 磊	朱仕文
伯 松	宋有涛	冷重光	李 真	李广杰	李孝堂
李舒音	李锦韬	杨 威	杨长群	肖玉平	肖林久
苏云波	陈 阳	陈兴华	周静海	孟庆伟	苑玮琦
姜锡然	钟 甦	徐桂秋	贾德海	梁洪杰	富 钰
韩安玲	冀慎泉	霍 林			

责任编辑 贾德海 刘碧颖

编 辑 组 刘 曦 苏云波 陈 阳 杨 威 曲 涛

序

为全面贯彻落实党的十七大精神，学习实践科学发展观，推动沈阳在科学发展观的道路上加快全面振兴，中共沈阳市委、沈阳市人民政府决定在前四届成功举办沈阳科学学术年会的基础上，举办第五届沈阳科学学术年会，进一步动员和组织全市广大科技工作者，围绕“提高自主创新能力，推动沈阳产业结构优化”的主题，通过广泛深入研讨，建言立论，提出真知灼见。

党的十七大报告明确提出提高自主创新能力，建设创新型国家。这是国家发展战略的核心，是提高综合国力的关键。这对科技工作者和科协工作提出了新的更高的要求。广大科技工作者一定要弘扬以爱国主义为核心的民族精神和以改革创新为核心的时代精神，创造出无愧于时代和人民的科学技术业绩。科协组织作为党和政府联系广大科技工作者的桥梁和纽带，必须团结和带领广大科技工作者为全面建设小康社会贡献力量。

全市广大科技工作者以振兴沈阳老工业基地的高度责任感、使命感，踊跃参加科学学术研讨活动，直接参与这次科学学术研讨活动的科技工作者达2万3千余人，会前共征集论文1628篇，编发的《科学发展与社会责任》一书，文字达300万。这充分表明广大科技工作者的积极性、主动性、创造性正得到充分发挥；充分表明广大科技工作者自我奉献、勇于创新、勇攀高峰、团结协作的精神正得到弘扬；充分表明科教兴市、人才强市战略正得到落实；充分表明增强创新能力，建设创新型城市的重大部署正取得明显成效。

沈阳是国家工业重镇。改革开放以来，特别是党的十六大以来，紧紧抓住中央实施振兴东北地区等老工业基地的历史机遇，加快全面振兴步伐，取得举世瞩目的辉煌成就。当前，全市人民正在为实现做优发展空间、做大中心城市、做强县域经济、加强生态建设、着力改善民生的“五大任务”和十一五期间实现沈阳老工业基地全面振兴、建设成东北地区中心城市、经济总量进入全国副省级城市第一集团的“三大目标”而努力拼

搏。实现“五大任务”、“三大目标”，需要坚持走中国特色的自主创新道路，把增强自主创新能力贯彻到坚持科学发展观，加快沈阳全面振兴的方方面面。学术支撑发展、学术深化创新、学术引领未来。我们要以科学发展的理念，深刻认识学术研究的重要性和先导性。沈阳不仅是工业大市，也是科技和学术研究大市。长期以来，我市各学术团体及广大科技工作者，积极开展学术研讨、学术交流活动，取得了一批优秀学术成果，为繁荣我市学术，为经济社会发展服务起到了积极的推动作用。

当今世界，科技发展日新月异、突飞猛进。经济和社会发展对科技创新驱动的依存度越来越大。全市广大科技工作者要深入贯彻落实科学发展观，切实担负起时代赋予的历史使命和社会责任，积极投身落实“五大任务”、实现“三大目标”的科学发展、和谐发展的伟大实践中去，发挥好科学技术作为第一生产力的作用，发挥好人才资源作为第一资源的作用，使学术研究与时俱进，体现时代性、超前性、关键性、导向性，贴近沈阳老工业基地全面振兴的实际，贴近解决制约沈阳经济和社会发展的重大课题，继续解放思想、勇于开拓创新、勇攀科技高峰。

我深信，通过第五届沈阳科学学术年会的成功举办和《科学发展与社会责任》一书的编发，全市学术研讨、交流活动一定会更加蓬勃开展，学术成果一定会频频涌出。

孙铁珩

（中国工程院院士、沈阳市科协主席）

目 录

信息科学与工程技术

基于MDO体系的涡轮叶片热-结构耦合分析	田文正 王荣桥	3
凝汽器胶球清洗自动监测装置	王祥凤 郑维平 李 智	8
双驱动功能在数控机床上的应用	李艳明 严昊明 王丽方	13
提高机床加工精度的补偿方法解析	杜 军	17
西门子 802D sl数控系统在机床上的应用	王秀文	22
操纵稳定性客观评价国标与ISO的对比分析	李言宝	25
非圆齿轮的精确建模与非线性分析	张建峰 周 娜 张义民	29
高压压球机轴承箱设计方案的改进	蒋晓妍 张凤杰	33
2Cr13活塞杆亚温淬火工艺及其弯曲问题的研究	曲德毅	40
IR3Mo轴网状碳化物消除的工艺研究	王冬颖	44
基于ANSYS的隔膜泵曲轴的强度分析	李琼磊 杨久宝	49
加工中心主轴制造工艺及锥孔测量	尚 红	53
离心压缩机动静碰摩的研究与分析	王志强	57
铝电解多功能机组工具小车试验台设计改造	刘红枫 蒋晓妍	60
汽车覆盖件模具开发中的CAE仿真应用	陈亚光	62
润叶加料机系统改进——旨在提高叶片加料质量及降低消耗	茹 琦 疏 谦 孟庆国	68
烧结机头轮滚筒的焊接	于连康	73
天然气汽车加气站用压缩机的设计与探讨	宋 云	78
万能铣头在数控加工中座标值补偿方法的研究	吴全金	81
小径定心花键孔键侧误差的校正	石 颖	85
油田配电网无功优化补偿的研究	许晓峰 曾林锁 刘 莉 马仕海	89
圆锥破碎机偏心套治具的工装设计	赵 志	93
真空热处理设备的泄漏率检测	曾祥斌	96
轴流压缩机进口焊接机壳系列化的应用与意义	艾宏伟 程 硕	99
自动变速器发展情况及前景	王 洋 郑 晖 王育欣	102
大型胶带连续硫化机液压系统设计探索	董林福 黄颜锋 吴阿敏 孙 喻 王立军	109
钢丝帘线胶带硫化效应计算	王琳琳 董林福 康智略 黄颜锋	112
高速重载立式转台的设计	李昕希 张继昌 徐永明 王仁诚	115
隔膜泵动态仿真分析技术	付 鹏 唐 辉	119
隔膜泵曲轴的参数化有限元分析	冯智睿 张恩龙	124
关于大型数控机床外观防护装置的造型及结构布局的创新设计	高志棠 张 勇	128
“中捷牌”卧式铣镗床主轴结构及精度的调整	刘廷辉 黄志伟 蒋晓辉 李 鑫 李正男	133

35CrMo大锻件多拐曲轴质量控制	朱丽红	138
SH9型叶丝高速膨胀干燥机模拟水与蒸汽管路的改进	姜文全 曲 光	142
TH6940立柱及主轴箱拖动的设计	尹晓霞	145
WB36材料焊接工艺试验研究及应用	王润军 吴天笑 田 鑫	150
百万吨乙烯装置机壳的焊接	刘冬菊	155
变压器故障诊断专家系统的设计	史江萍 佟伟光 王大玲	159
液力偶合器调速的特点与缺点	臧冰梅 康 博 施宇红	165
如何保证电梯乘用安全	黄 宇 张明鹤	166
基于分形和BP网络的自然纹理图像分类方法	王立地 田有文 李晓辉	170
CAPP的升级完成PDM、CAPP、SAP三大系统的集成	黄治国 李明星 阎 鹏 李晓岚	174
计算机应用基础考试系统的设计与实现	关德君 林 丽	178
运动检测报警在监控系统中的设计与实现	郭 锐	184
WEB环境下基于领域本体的语义匹配技术研究	李 贵 张兆鑫 李征宇 韩子洋	188
基于Domino/Notes的企业OA解决方案 ——侧重企业工程信息的办公自动化系统	董 晶 宫鹏巍 尹 悦 凤 楠	191
基于Modbus协议的温湿度采集器设计	高翼飞 车新生	195
基于RISE3201芯片的低压电力线载波通信方法研究	倪宝龙 于 洋	199
加强能源计量数据管理 促进企业节能降耗	杨 霞 薛春燕	203
家庭网络安全相关技术研究	姜国强 王育欣 李琳琳	206
论我国数控技术的发展趋势	李 强	212
汽车控制器测试系统	谈雪英	216
实现简单实用的负电压发生器的一种方法	郭继红 钱晓华 王 璐 吴忠辉	221
软启动器的概述及其选用与应用	李 强	224
网络流媒体自适应传输控制的研究	董楠楠 孙 勇 岳 慧 王 璐	227
CAD技术在制造业中的应用和发展	杜 萍	230
基于PIC16C62的交流信号A/D转换电路设计	徐宏宇 贾 亮	233
智能阀门开度控制器的设计	贾 亮 孙延鹏 徐宏宇	236
基于光学电负性 $R_2O_3-B_2O_3$ ($R=Bi, Sb$)玻璃性能的研究	王晓丽 赵新宇 张 木 陈延明	238
辽宁朝阳膨润土的钠化改型研究	宋 昱 封禄田 石 爽 闫碧莹	241
MSU-X纯硅分子筛的制备及表征	刘旭松 冀德志 闫群英 蒋丽娟 姜 斌 王国胜	246
纯硅MCM-41的制备及表征	冀德志 闫群英 刘旭松 蒋丽娟 姜 斌 王国胜	250
强化二氧化碳的吸收方法及机理研究	彭 红 张 悦 张 英 陈 凯 董 丽	254
蒸馏—结晶耦合工艺研究	董 丽 陈 凯 彭 红 毕 影	257
废钢渣在岩土工程中的再利用	李 伟 王海龙 李 峰 张晓铭 穆连萍 王 志	260
辽宁静压PHC管桩承载力时效性试验研究	李立新 刘 坤 王雪丽	264
TIN与等高线的生成方法	王 野 陈江东 刘 欢	268
城市景观生态环境设计研究	荆福全	273
分子筛对甲醛分子吸附性能的研究	孙剑平 崔淑霞 胡俊生 班福忱 李慧星	277
钢筋混凝土梁粘钢加固承载力设计分析	卜小兵 张绍武 吴建伟	281
螺旋锚极限抗拔承载力研究	王 杰 杜秋男 孙海峰	285

目 录

纳米TiO ₂ -ACF复合光催化净化室内空气微污染物的试验研究	郭振红 冯国会 周振峰 胡艳军	289
型钢加固混凝土梁的最大承载力的研究	王 鑫 张绍武 高 建	293
黏度计量中存在的问题及对策	王宵楠 贺 丹	296
浅谈园林建筑设计的特点及创新	徐 婧	298
城市道路检查井周边下沉、破损原因分析及防治措施	尚 勇 郝英超	300
沥青类路面的主要病害及防治方法	郝英超 尚 勇	301

农业科学与环境保护

大孔吸附树脂分离纯化葡萄子原花青素的研究	张 琦 孙希云 李 斌 孟宪军	307
番茄叶霉病高抗基因Cf-9的CAPS标记创建	陈丽静	311
耕整联合作业机优选研究与生产应用综述	艾茂君 孙红闯 (技术指导)	315
关于沈阳市保护地设施工程建设相关问题的探讨	张志臣 张天骄	321
后保护性耕作关键技术研究	张天骄 佟明国 李凯华	324
鸡柔嫩艾美耳球虫发育相关基因的cDNA阵列检测及分析	王建民 张伟 陈通 汪 明	328
昆虫病原线虫共生细菌的分子生物学鉴定	王 欢 董 辉 丛 斌	334
葡萄籽中原花青素的稳定性研究	李 斌 孟宪军 智红涛 张 琦 颜廷才 刘 辉	338
浅谈沈阳市退耕还林工程中的林地复合经营	王 宇 马丽娜	341
产壳聚糖酶菌株的筛选、鉴定及抑菌活性研究	马 楠	343
产纤维素酶绿色木霉F-UV264产酶条件优化	林 英 秦 萍 杜志强 张蓓蓓	348
东北黑土区土壤容许流失量与水土保持治理指标 探讨	范昊明 蔡强国 郭成久 王铁良 苏芳莉 崔 明	353
发酵液中纳他霉素含量快速检测方法研究	魏宝东 郑凤娥 孟宪军 张 平 黄艳凤 李江阔	359
干旱胁迫下杏叶片中茉莉酸积累的作用	葛云侠 姚允聪 许雪峰 张 杰 韩振海	366
甘油脱水酶基因(gldABC)与1,3-丙二醇氧化还原酶基因(dhaT)的共表达	郑 艳 管艺飞 刘长江	368
GPJ-126型果蔬残毒臭氧解毒机的研制	邱 伟 姚煜冬	373
东北地区9种鸢尾花粉形态的研究	王文元 宋 哲	376
沈阳市1993—2004年生态足迹计算与分析	冯 民 顾晓薇 王 青 景 昶 严欢欢	382
生态城市中的环境工程建设	蔺 昕 孙铁珩 程 昕 胡晓钧 李丹颖 秦奉达	385
对苯二酚废水电催化氧化实验研究	胡俊生 谢 添 刘 军 孙剑平 裴 欣	389
复合式UCT-MBR在中水回用中的试验研究	孟繁丽 李亚峰	393
均相UV/Fenton处理苯酚废水的实验研究	李 俊 李亚峰 张 雷 郑 浩 程 琳	398
科学发展观与生态环境保护	王志军	402
辽宁省环境保护与相关产业的现状及分析	姜 莹	406
钠型沸石对氨氮的吸附性能研究*	张 旭 赵玉华 常启雷 于海华	409
双元素共掺杂改性TiO ₂ 光催化氧化处理工业含酚废水的实验研究	刘 元 李亚峰	413
SBR短程硝化影响因素研究	韩晋英 傅金祥 许岩岩 齐建华	416
不同添加剂对高铁酸盐产率与稳定性的影响	许巧哲 傅金祥 邹 倩 由 昆	421
城市生活垃圾渗滤液预处理技术研究	马铮铮 梁 文	424
对低硬度型循环水系统钼系缓蚀剂研究	刘 鑫 李亚峰	427

改性粉煤灰处理染料废水的试验研究·····	李 进	李亚峰	姚敬博	432
基于遗传算法城市供水系统优化调度研究·····	刘桂臣	蒋白懿	代 进	436
水环境风险预测的基础——数学模型·····	李晓娜	于宏海	曹 旭	440
发展地方防震减灾事业的探索与实践·····			喻虹桥	444
加强公共安全体系建设,提高城市综合减灾应急能力·····	吴景泰	祝红路	吴 穹	446
沈阳地区外来入侵有害生物防控体系建设的探讨·····	付海滨	张 敏	赵瑞兴	449
把握根本 注重实效 坚持不懈抓好防震减灾宣传教育工作 ·····			张忠武	451
防震减灾工作信息报送研究·····			崔朝英	454
防震减灾科普示范校工作的特点和规律·····			田 利	458
搞好人防工程消防安全应注意的几个问题·····			施宏伟	460
加强公共安全体系建设,提高城市综合减灾应急能力·····			刘廷民	462
浅谈学校开展防震减灾工作的几点做法·····			董 超	465
新民市地震局认真做好防震减灾科普示范校工作取得成效·····			高立志	467
一种简单实用的地震分析预报方法(地震宏观监测预报的探索)·····	张春和		刘翠霞	469
与灾害共存 同灾害抗争 ·····			喻虹桥	472
科学分析形势 创新工作方法 践行安全发展理念 ·····			陈建智	473
建设安全社区,提升城市本质安全 ·····	陈 杰	曹 辉		477

医药科学与生物技术

RET、HBME21 和Ki67 在甲状腺良、恶性肿瘤中的表达 ·····	王翠芳	孙 洁	滕 猛	宦大为	485
不同亚型注意缺陷多动障碍儿童反应时测定* ·····	陈 容	刘淑华	张 迪	李 哲	488
棕囊藻对水体中铜吸附的研究·····	侯丽君	刘晓辉	佟立今	梁 宁	490
孕期和哺乳期母鼠饮水神暴露对子代大鼠脑组织神经 递质代谢酶的影响 ·····	孙文娟	王凤芝	席淑华	孙贵范	494
子宫增重法检测壬基酚、双酚A雌激素样活性及其联合作用 ·····	张玉敏	李海山		崔金山	496
辽宁汉族人群HLA-DRB1低分辨率基因分型调查 ·····		曲 喆		李剑平	500
渗透汽化膜技术与精馏塔在回收含水异丙醇方面的效果比较·····	孙国研	吴亚征	裴 芳		503
丙烯酸酰胺对雄性大鼠的生殖损伤及机制研究·····	段志文	张玉敏	裴秀丛		508
大气污染对儿童上呼吸道微生态的影响·····	朱晓敏	陈冬梅	谭颖慧	肖纯凌	511
昭通市昭阳区3 起学校群体性癌病案例分析 ·····				童世荣	513
基于PCR-SSP技术的HLA-A、B、CW、DRB位点直接高分辨分型方法的评价 ···	章 旭			李剑平	515
静态负荷不同强度及时间致家兔血清酶和脂质过氧化物的变化·····	王 灿	赵 肃		杨成君	517
保护视力 注重花青素的摄入 ·····	贾 宁	宋福珍		张 颖	520
(-)-川丁特罗平喘作用的实验研究·····	郝智慧	张予阳	潘丽	程卯生	523
非甾体抗炎镇痛药依托度酸·····			张 英	高 岚	527
抗乙肝药物研究进展·····	谷 莹	任雪莲	逢凤姣	高 岚	529
苦丁茶冬青叶多糖的热分析研究·····	王 新	徐 亮		王 君	533
玉米紫色植株色素的食品安全性毒理学评价·····	周 波	王晓红	郭连营	张 卓	536
棕囊藻对苯酚的降解研究·····	刘 静	秦 秀	郭雅静	梁 宁	539

目 录

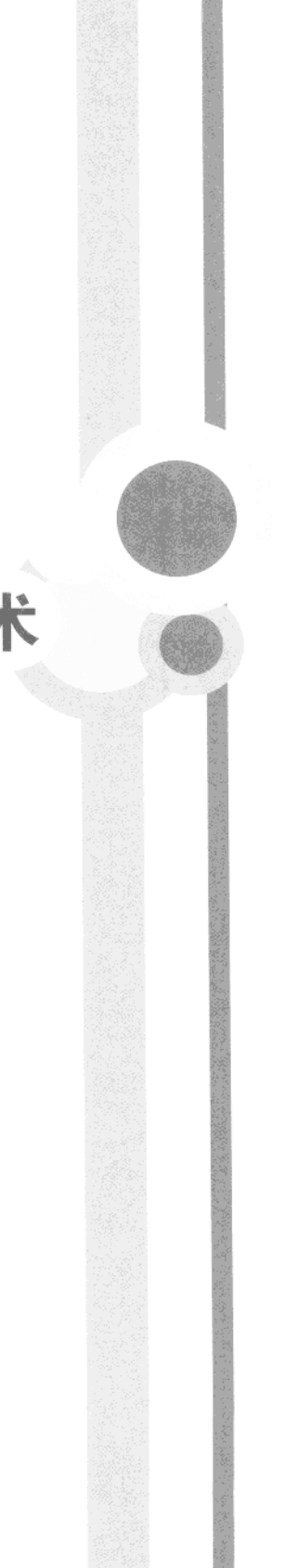
中药药动学的研究新进展·····	周国勤 张 颖 王淑君 杨 瑞 邱 宁	543
阿霉素微乳的制备方法·····	孟俐丽 王 俊 平	546
阿奇霉素肠溶胶囊释度测定·····	陈 崑 宋福珍	548
橄榄油在我国保健业中的兴起及发展前景·····	于竞舟	551
外踝上逆行岛状筋膜皮瓣修复踝关节周围软组织缺损·····	李玉宏 袁国仁	554
银杏注射液治疗急性脑梗死的临床观察·····	付晶晶	556
孕妇血清中抗体水平与HDN的关系研究·····	高景波 李剑平	558
肿瘤细胞冻存方法的探讨·····	曾 艳 付 浩 韦星呈 师秀艳	560
染尘染毒大鼠呼吸道微生态的变化·····	李舒音 朱晓敏 陈冬梅 刘文新 王任群 肖纯凌	562
壬基酚对孕鼠生殖和仔鼠行为发育的影响·····	刘 艳 李 哲 段志文 李海山 张玉敏 崔金山	566
沈阳地区中小学生形态与机能发育水平分析·····	陈 容 张 迪 谭咏惠 顾国家 计 洋	570
师范院校学生预防艾滋病健康教育效果评价·····	白春玉 关 喆 张 迪 陈 容	572
室外空气污染对学龄儿童呼吸系统健康影响的研究·····	叶丽杰 孙文娟 王 雨	575
肺蛋白沉积症的影像学诊断·····	张雪峰	578
正常兔肾脏超声背向散射积分的测定·····	曹军英 蒋苏齐 王占江 吴鸿莉 赵宝珍	582
视屏终端作业人员视疲劳的发病因素分析及对策·····	刘福英 王晓丹 蒋 津 周 颖	584

教育科学与边缘科学

浅析新课程背景下的有效教学·····	王跃红	591
适应老工业基地振兴的辽宁高校师资队伍建设环境营造·····	王 廷 张爱邦	594
艺术类硕士研究生培养应加强创意产业教育·····	穆存远 卜娟娟	598
初中数学分层教学探究·····	谷柏宏 朱家猛	600
高等教育教学质量的模糊综合评判·····	姚 国	604
传承愉快教育思想,构建和谐发展的校园·····	于 莹	609
积极探索基础教育协调发展之路·····	靳万勋	613
家校合作育人的实践探索·····	冯 凝	615
坚持以人为本的学校管理充分发挥人的生命价值·····	丛蓬芳	618
科学活动中心理环境创设的探析·····	秦旭芳 陶媛媛	621
六西格玛在体育术科课教学质量控制中的运用与计算·····	郑 刚	624
社区科普大学是老年人教育的必由之路·····	程向东	630
数学思维障碍成因分析与心理技术干预·····	王世龙	632
提高师范生学年论文设计质量的实践研究·····	罗少成	635
网络课件的设计与实现·····	林 丽	638
我国大学创新文化建设现状及对策分析·····	衣伟婧 张淑华	641
我国高校体育专业教育与社会发展的互动性探索·····	程文广	645
小学生记数学日记的研究浅谈·····	刘 丽	649
新形势下教师进修学校建设的思考与实践·····	张冬兰	653
信息技术与学科课程整合理论与实践初探·····	陈瑞复	657
学校能源教育的基本理念与实践策略·····	刘继和	661

以农村远程教育工程为契机 推动辽宁教育信息化建设

——从应用效益角度思考工程的实施·····	宋琛	邸喜	664
中小学科技教育课堂教学模式·····		王景秋	667
体育院系篮球专项学生创新能力培养的的教学方式研究·····		刘宁	671
“无人监考”与品德形成·····		刘庆华	675
初中数学教学反思模式的研究·····	张海柱	杨巍	678
创建九年一贯制特色学校的思考·····		关宝平	681
大学生科技创新中心建设与创新人才培养·····	朱瑞兴	李淑琴	683
多元互动性幼儿园墙面环境创设的特点与思考*·····	秦旭芳	王莹	686
高校教师教育技术能力培训的实证研究·····	宋琛	韩瑛	689
构建和谐沈阳关注教师心理健康·····	叶蕾	李帅	693
构建网络互动作文模式·····		安勇	696
高校电工电子实验教学改革思路·····	牛斌	李淑琴	700
积极推动研究性教学培养大学生的科技创新能力·····		祝焱	702
基于教师专业发展的学校文化重建·····		刘淑芬	705
加强实验教学管理 提高学生综合素质·····		刘华艳	708
结合化工专业需求,推广数学建模教学·····		李杨	710
科学教育中运用激励性评价促进幼儿自主性学习*·····	秦旭芳	袁丹	713
科学探索室中物质材料投放的原则与指导策略*·····	秦旭芳	孙晓明	716
论环境艺术设计人才创新意识的培养·····	李川	荆福全	719
浅谈“新课程理念下的数学教学设计”·····		王艳波	723
浅谈美育在音乐教学中的重要性·····		孙莹	727
浅谈培养学生原始创新能力·····		刘黎	729
浅谈小学科技活动中的创新教育·····		姚健	731
浅谈小学语文习作训练·····		高颖	734
教学资源建设是搞好远程教学的基础·····	苏颖	姜国强	738
高校体育教学环境的创立及优化研究·····		闫杰	742
高校学报与研究生创新人才培养·····		徐玉梅	745
普通高校教师参加体育锻炼的现状分析·····		胡文昕	747
试论城市历史建筑的文化内涵·····		张永芳	751
No-Wait流水车间调度问题求解研究·····		洪宗友	754
贝叶斯网络结构在线学习算法及应用·····	宫义山	钱娜	761
论科学精神向现代人文思想的复归·····	朱春艳	张敬军	765
浅谈科技期刊编辑的信息素养·····		苏涛	770
谈大型贵重仪器设备共享问题·····	杨桂丽	刘阳	774
	翟彦博	胡晓南	



信息科学与工程技术

基于MDO体系的涡轮叶片热-结构耦合分析

田文正 王荣桥

(北京航空航天大学 能源与动力工程学院, 北京 100083)

摘要:在涡轮叶片参数化建模和气动分析基础上, 开发了三维坐标插值程序实现学科间载荷信息传递; 基于经验准则公式开发出换热系数计算程序; 在研究ANSYS软件参数化设计语言基础上利用插值及换热程序输出APDL参数化加载宏文件, 实现边界条件的精确加载; 基于ANSYS软件APDL命令流完成涡轮叶片热分析模块及热-结构耦合分析模块, 为建立涡轮叶片多学科设计优化体系奠定了基础。

关键词:航空推进系统; 涡轮叶片; 多学科设计优化; 热-结构耦合分析

引言

涡轮叶片是航空发动机的关键件之一, 其设计涉及气体动力学、传热学、强度、振动疲劳等多门学科, 而各学科之间相互作用, 相互耦合; 在传统的设计中, 通常是各学科分别考虑, 并根据工程经验, 各个学科单独设计优化^[1-2]。这样导致设计过程复杂, 耗时较多, 优化结果容易陷入局部最优。最近发展起来的多学科设计优化(Multidisciplinary Design Optimization, MDO)^[3-5]正是针对复杂工程问题提出的一种设计优化方法。多学科设计优化技术的主要思想是在复杂系统设计的整个过程中集成各个学科成熟的设计手段和方法, 应用有效的设计、优化策略和分布式计算机网络, 来组织和管理复杂系统设计过程, 通过充分利用各个学科之间的相互作用所产生的协同效应, 获得系统的整体最优设计结果。

本文在研究基于iSIGHT软件涡轮叶片多学科设计优化体系过程中, 在工程设计调研基础上, 基于多学科优化设计平台iSIGHT的特点, 热-结构耦合分析过程采用APDL参数化命令流自动完成; 在参数化建模和气动分析结果的基础上, 开发了三维坐标插值程序实现学科间载荷信息传递、基于经验准则公式开发出换热系数计算程序, 在研究ANSYS软件参数化设计语言(APDL)基础上利用插值及换热程序生成APDL参数化加载宏文件, 实现边界条件的精确加载; 应用ANSYS命令流自动完成叶片的热-结构耦合分析, 为建立涡轮叶片多学科设计优化体系奠定了基础。

1 涡轮叶片的多学科设计优化体系

传统的涡轮叶片设计是个串行的设计流程: 总体性能部门确定叶片所要达到的性能指标, 气动设计人员进行叶片造型和气动分析, 结构设计, 热分析, 强度、振动等学科分析。这种串行设计方法不但设计周期长, 而且很难得到全局最优解。涡轮叶片多学科优化设计体系可以很好地解决这个问题: 集成各学科成熟的设计手段和方法, 利用计算机辅助设计技术、成熟的商业软件、自编程序、分布式计算机网络系统以及系统分解技术、近似技术、系统敏感性分析技术等来

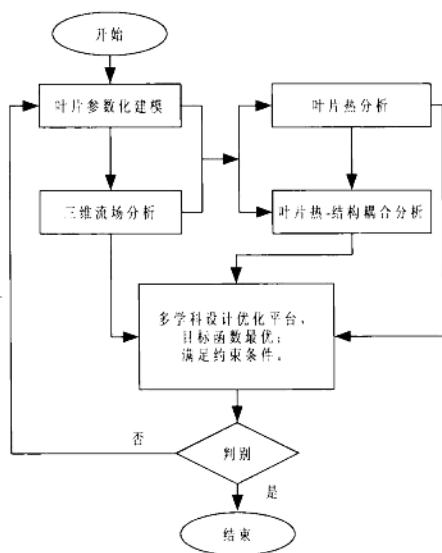


图1 涡轮叶片多学科设计优化体系

解决计算的复杂性问题,最终在多学科设计优化平台上得到系统最优解^[9-10]。图1为考虑气动、传热和结构强度三学科的涡轮叶片多学科设计优化体系。

2 涡轮叶片学科间载荷信息传递

涡轮叶片设计是一个典型多学科耦合问题,叶片周围气流场温度、压强、速度等直接影响叶片内部温度场分布、应力水平及结构变形;而叶片变形反过来又影响气流场分布^[9-10];从而形成气-热-固之间的相互耦合。热分析是在高温燃气与叶片表面的换热边界条件下对叶片热传导问题的求解;热-结构分析则是以热分析结果为体载荷,并考虑气动压力以及离心载荷等边界条件对叶片进行热弹塑性分析。分析过程中施加边界条件必须完成学科之间载荷信息的传递。

2.1 三维坐标插值程序

目前用于学科分析的各种数值计算方法均以单元及节点为基础,因此学科之间的载荷传递只能通过耦合学科交界面上网格单元或节点之间的关系来实现。如果两个耦合学科模型网格在交界面上——对应,那么通过单元或节点之间的对应关系就可以方便地实现学科之间载荷信息传递;本课题研究中利用NUMECA进行流场分析的网格和在ANSYS中进行热分析和强度分析的网格显然是不会——对应的,所以需要实现分析模型之间载荷信息的传递。本文采用三维空间坐标插值的方法实现了学科间载荷信息的传递,实现从气动网格模型到热、结构分析模型载荷信息传递。

以相对总温插值转换为例,步骤如下:

(1)对每个气动分析模型表面的节点,都有唯一对应的温度和空间坐标值,即 $TN=T(xN, yN, zN)$ (N 为气动模型表面节点编号);而待求的热分析模型表面上的每个节点都有唯一对应的空间坐标值($\alpha n, \beta n, \gamma n$)(n 为热分析模型表面节点编号)。这样就可以通过节点三维坐标插值实现节点温度的转换。

(2)对一个待求的热分析模型表面上的节点,简称目标点 $M(\alpha, \beta, \gamma)$,从气动分析模型表面节点中选取3个节点。选取的原则是这3个节点空间距离是到目标点空间距离依次最近的3个节点。考虑到叶片的弯扭,为保证准确性,对叶盆和叶背两个表面节点分别插值计算,保证目标点与被选择节点在一个型面上。

(3)选取的3个节点对应3个温度值,利用选出的三个节点的坐标和温度构造插值函数,求解插值函数的系数。

求解方程(1),得到插值系数 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 。

(4)将目标点的坐标(α, β, γ)和求得的系数 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 代入插值函数(2)得到目标点的温度。

$$T_M = \alpha \cdot T_1 + \beta \cdot T_2 + \gamma \cdot T_3 \quad (2)$$

采用同样的方法可以将气动模型表面气流相对总温、相对总压、气流速度、气流密度等参数传递至热、结构分析模型表面,输出热、结构分析模型表面节点参数文件,为换热系数计算提供计算数据。

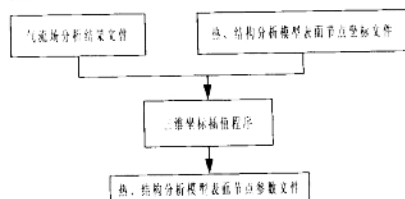


图2 三维坐标插值程序应用流程

2.2 换热系数计算程序

常用确定换热系数方法有试验实测法,基于试验获得的经验公式和数值解法。在发动机的传热设计中,视所处的设计阶段、具备的条件及拥有的数据库情况,可以选择不同的方法确定换热系数。本文根据已有经验准则公式自编换热系数计算程序计算叶盆叶背表面各个节点的换热系数;利用三维坐标插值程序实现气动模型和热分析模型间载荷信息传递后,得到热分析模型表面节

点气动参数文件,在此基础上,利用自编换热系数计算程序计算两个表面节点换热系数,输出包含节点相对总温、换热系数及相对总压的参数文件。

基于试验基础上的经验准则公式^[1],利用FORTRAN语言自编了燃气涡轮叶片与高温燃气之间的对流换热系数计算程序。

公式中: Nu 为努赛尔数, Re 为雷诺数, h 为换热系数, W 为气流出口速度, λ 为燃气导热系数, μ 为燃气动力黏性系数, L 为叶片弦长。

(2)输入文件

热、结构模型表面节点参数文件中包括: n 节点代号、 ρ (燃气密度)、 T (燃气相对总温)、 P (燃气相对总压)、 Wu (燃气出口速度)、 L (叶片弦长)。

(3)输出文件

热、结构模型表面总温、对流换热系数、总压文件包括: n 节点代号、 T (燃气相对总温)、 h (对流换热系数)、 P (燃气相对总压)

表1 换热系数计算程序准则公式

燃气涡轮叶片叶盆、叶背表面换热

$$Nu = 0.0263 Re^{0.8}$$

$$Re = \frac{\rho WL}{\mu}$$

$$h = \frac{Nu\lambda}{L}$$

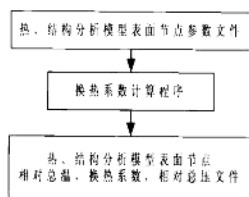


图3 换热系数计算程序应用流程

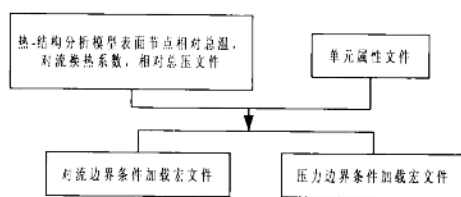


图4 边界条件加载宏文件生成

换热系数计算程序应用流程如图3所示。

2.3 边界条件加载宏文件

在得到热、结构分析模型表面相对总温、对流换热系数及相对总压后,研究ANSYS参数化加载命令,根据模型表面单元的属性文件,生成热分析对流边界条件加载宏文件和热-结构耦合分析压强边界条件加载宏文件。

在表面单元上施加对流面载荷命令格式为:

SFE, ELEM, LKEY, CONV, 0, VAL

SFE, ELEM, LKEY, CONV, 1, VAL

在表面单元上施加压力面载荷命令格式为:

SFE, ELEM, LKEY, PRESS, 0, VAL

3 涡轮叶片热-结构耦合分析

采用顺序耦合法进行涡轮叶片热-结构耦合分析,即先采用常规热单元进行热分析,然后热单元转换为相应的结构单元,并且将热分析所得到的节点温度作为体载荷施加到结构分析模型,同时考虑离心载荷、气动载荷进行热弹性结构应力分析。分析过程采用APDL参数化命令自动完成:在完成参数化几何文件读入、单元定义、材料性能参数定义、分网、边界条件加载、分析求解以及后处理等各个宏文件后,实现分析流程的过程控制。