

燃气涡轮发动机仿真技术发展论坛

论文集

辽宁 沈阳
2020年10月

前 言

以“聚焦仿真技术，加速动力发展”为主题的燃气涡轮发动机仿真技术发展论坛于2020年10月14日至16日在辽宁省沈阳市召开，中国航空学会动力分会叶轮机专业、轻型燃气轮机专业、航空发动机结构强度与振动专业学术交流会作为分论坛同期举办。论坛由中国工程院机械与运载工程学部、中国科协航空发动机产学研联合体、中国航空发动机集团有限公司科技委联合主办，中国航发沈阳发动机研究所和中国航空发动机集团航空发动机动力传输重点实验室、辽宁省航空发动机冲击动力学重点实验室承办，中国航空学会动力分会、中国航发湖南动力机械研究所、哈尔滨工业大学能源科学与工程学院等单位协办。

论坛得到了相关高校、科研院所、基地厂所等单位的大力支持，共收录来自30多家单位的282篇论文，涉及燃气涡轮发动机总体与系统、燃烧与传热传质、结构强度与可靠性、叶轮机技术、轻型燃气轮机技术等专业方向，对从事相关技术研究的各类研究人员具有一定的参考价值。论文集分四个部分，其中98篇论文收录至本册论文集，中国航空学会动力分会叶轮机专业学术交流会、轻型燃气轮机学术交流会和发动机结构强度与振动学术交流会论文各自独立成册。

在此，我们对百忙之中将自己宝贵的科研成果和经验奉献给大家的科技工作者和高校师生表示衷心的感谢！同时，对参加论文审稿工作的专家学者以及所有在论坛筹备工作中给予大力支持的专家学者

和工作人员致以诚挚的谢意！

由于时间匆促及编者水平有限，疏漏不妥之处，恳请广大作者及
与会交流者批评指正和谅解。

编者

2020 年 10 月

目 录

1. 航空发动机多学科系统仿真技术研究	袁柳阴 霄露 胡琰 (1)
2. 某型发动机进气道空气流量测量研究	王旭 王勋 张伟 梁振欣 (9)
3. 对角线比对菱形 S 弯进气道雷达散射截面的影响研究	李岳锋 卢婷 李恒 邓雪姣 马健 伏宇 李晓明 (15)
4. 基于外涵性能的中介机匣优化设计	吴正洪 张美芳 李翔 (22)
5. 发动机结构虚拟样机建设方法研究	宁怀松 于海顺 史妍妍 (33)
6. 大涵道比涡扇发动机起动建模技术研究	徐嘉悦 (38)
7. 起动机功率选取方法研究	崔金辉 曾强 李瑞军 郭海红 (44)
8. 灰色系统理论在航空发动机数据处理中的应用	崔金辉 王嘉瞳 曾强 (51)
9. 跳闸逻辑下某燃机动态仿真验证与预测	董瑜 罗美千子 (58)
10. 尾流形态对天线罩壁温影响规律分析	刘帅 吴飞 贾东兵 (62)
11. 冷却气对二元喷管推力性能的影响规律分析	刘帅 贾东兵 张瑞霞 张佐伊 (67)
12. 连续径向旋转孔的流动特性研究	谢冰瑶 柴军生 吕艳丽 (71)
13. 叶轮对预旋系统影响的数值研究	吕艳丽 张林 柴军生 (77)
14. 航空发动机转速传感器的音轮优化方法研究	何青林 丁力 卞立强 (82)
15. 某液压机械装置超转限制保护 AMEsim 仿真研究	方晓 陈溪奉 (87)
16. 慢车活门重叠量对喷口控制系统稳定性的影响	柴文伟 (94)
17. 浅析 Matlab 系统辨识在航空发动机起动建模中的应用	朱旭 龙静静 (102)
18. 基于 Simulink 的硬件在回路试验实时模型设计方法	郝彬彬 曲涛 李文涛 (105)
19. 硬件在回路测试系统实时性评估方法	郝彬彬 曲涛 孙丰华 (111)
20. 硬件在回路仿真中发动机模型的测试与调用方法	哈菁 郝彬彬 (115)
21. 面向发动机性能分析的高导引气流量建模方法	闫雨嘉 王靖凯 (119)
22. 航空发动机传动系统复杂供油管路仿真分析	李芳 侯明曦 郭梅 王延忠 (124)
23. 基于 FLUENT 的航空发动机后轴承腔封严引气结构流场仿真及优化	冷子昊 郭松 苏壮 李国权 (129)
24. 航空发动机滑油泵阀联合仿真方法研究	郁丽 (133)
25. 基于 Flowmaster 的发动机滑油供油系统流量压力换热特性仿真技术研究	冷子昊 郁丽 苏壮 李国权 (143)
26. 基于 Flowmaster 的发动机滑油系统热性能迭代仿真技术研究	冷子昊 苏壮 李国权 高红霞 张司薇 (154)

27. 航空发动机滑油系统热分析仿真平台·····	张杰一 苏壮 (158)
28. 航空发动机主轴承滑油中断仿真分析·····	赵迎群 苏壮 郑凯 侯宏建 谷智赢 左斌辉 (162)
29. 基于流体拓扑优化的航空发动机涡轮流道设计方法研究·····	车欢欢 邱若凡 尤延铖 (166)
30. 基于三维叉排管束模型的刷式密封吹下效应流固耦合研究 ·····	杜宸宇 孙丹 焦忠泽 冯毓钟 李浩 (173)
31. 刷式密封承压性能流固耦合数值研究·····	焦忠泽 孙丹 杜宸宇 李浩 冯毓钟 (181)
32. 刷式密封流动传热特性数值方法研究·····	李浩 孙丹 杜宸宇 焦忠泽 冯毓钟 (189)
33. 进口预旋对蜂窝密封动力特性影响数值研究·····	王平 孙丹 周敏 王小伟 (201)
34. 运动副间隙对变循环发动机模式选择机构动态特性影响仿真分析·····	李天豪 阎深 丁拳 (207)
35. 低压涡轮气冷叶片水流量特性的数值计算研究·····	杨珂 马世岩 韦文涛 (216)
36. 某低压涡轮有冷气性能试验件结构设计·····	汤旭 (224)
37. 航空发动机燃油热管理系统中 IDG 滑油冷却敏感度分析 ·····	梁义强 庞晓冬 李洪莲 于霄 陆海鹰 (228)
38. 帽罩表面排气对结冰特性影响数值模拟·····	刘国朝 蒋新伟 冉媛 (232)
39. 间隙高度对涡轮外环气膜冷却影响的研究·····	张春蕾 李毅 (239)
40. 换热器锥形封头流量分配特性数值研究·····	袁彪 周雷 娄德仓 苏云亮 (244)
41. 冷、暖机对航空发动机的使用影响·····	朱哲 刘彦楠 (249)
42. 压气机可调静叶根部细节的数值仿真研究·····	李杜 贺丹 徐国华 张锦纶 (254)
43. 时间转换方法在压气机转静干涉非定常模拟中的应用·····	汪松柏 李春松 张少平 (260)
44. 跨声速轴流压气机转子开缝拓稳机理数值研究·····	皋天一 张国臣 徐志晖 刘鹏程 (266)
45. 基于 CFD 仿真计算的高压涡轮供气系统旋转孔设计方案优化·····	周鑫 (272)
46. 基于流动传热耦合方法涡轮转子瞬态热仿真·····	葛宣鸣 (277)
47. 一体化涡轮过渡段非定常时序效应仿真研究·····	杨杰 甘明瑜 熊清勇 宋友富 (281)
48. 涡轮叶片表面扫描式测温仿真·····	刘思源 王兆峰 马秀敏 冯驰 (287)
49. 航空发动机叶片应力重合因子分析方法研究·····	邓彬 唐天辉 胡琰 袁柳阴 黄干明 (291)
50. 基于 SPH 法的风扇叶片冰撞仿真分析·····	沈庆阳 张蜃之 赵朝君 (295)
51. 缘板安装结构对静子叶片频率特性的影响研究·····	江柏均 古远兴 黎方娟 沈庆阳 (301)
52. 某型涡扇发动机多级悬臂低压转子动力学分析与优化·····	许亮亮 李波 董瀚斌 邵剑波 项英 (306)
53. 某航空发动机反推力装置强度仿真分析·····	刘天文 徐庆锋 石斌 (314)
54. 基于 MAP 网格划分的三维轮齿接触强度瞬态计算方法·····	胡耀阳 叶本远 李锟 陈铭签 (319)
55. 航空发动机转子装配工艺仿真与预测关键技术·····	陈凯 王鹏 张伟 冯鑫 刘萌 (324)

56. 基于 Forge 的固定销零件锻造模拟与优化···	张宝丽 雷雪峰 蔡卓 朴学华 李建军 左华付	(330)
57. 摆线泵转子齿形仿真优化设计·····	冯涛 杨军杰 文杰 李重伯	(335)
58. HB 与 ISO 锥齿轮齿面接触疲劳强度计算标准比较研究·····	滕文爽 郭梅 宋振海	(341)
59. 航空发动机附件机匣喷嘴的模态分析与优化设计·····	王振华 侯明曦 郑凯 樊拓	(347)
60. 航空发动机风扇转子叶片冰雹撞击仿真分析技术研究·····	张海洋 杜少辉 任磊	(351)
61. 一种改进的旋转叶片裂纹解析动力学表征方法·····	杨来浩 王兆丰 陈雪峰	(357)
62. 某型风扇部件动力学特性分析·····	王楚君 曹茂国	(362)
63. 航空发动机圆柱滚子轴承保持架模态分析·····	郑凯 赵迎群	(368)
64. 模型环形燃烧室自激燃烧不稳定的实验与大涡模拟研究 ·····	张漫 徐亮亮 李磊 高怡 孟晟 齐飞	(371)
65. 燃烧室和涡轮三维 CFD 耦合计算·····	张玉芳 雷凯	(380)
66. 基于化学反应器网络法的回流燃烧室氮氧化物排放预测方法研究·····	郑剑文 王璐	(387)
67. 旋流器结构尺寸对其出口流场及燃烧室性能影响的研究·····	吴志娟 唐文彬	(392)
68. 叶片弯曲角对双级旋流器出口流场影响数值研究·····	郑剑文 汤姣	(396)
69. 某型加力燃油分布器闭锁活门漏油故障仿真分析·····	王郎 方晓 万方	(401)
70. 特征时间燃烧模型在喷雾燃烧仿真中的应用·····	尹钰 杨天威 任祝寅 尚守堂 林宏军	(409)
71. 燃油分配对燃气轮机中心分级燃烧室性能影响的数值模拟 ·····	郑顺 王成军 刘威 里海洋 陈保东	(416)
72. 环形燃烧室燃烧不稳定性大涡模拟研究·····	柳伟杰 薛然然 张良 杨谦 王慧汝	(421)
73. 试验器改造设计中的 CFD 典型应用案例分析·····	高超 包东冉 于忠强 王靖宇 杨闯	(430)
74. 燃烧室与涡轮气动性能全三维联合数值仿真研究·····	刘太秋 张宏达 刘日晨 王鹏 万斌	(436)
75. 低压涡轮出口气流角对加力燃烧室性能影响仿真分析·····	文清兰 张琪 舒庆	(442)
76. 某型发动机高导叶片烧蚀故障原因分析及燃烧室出口温度场调整计算·····	罗倩 于小兵	(449)
77. 燃烧室三维数值仿真校核与分层验证·····	曹俊 肖为	(457)
78. 某型双油路喷嘴液膜破碎过程的数值与试验研究·····	郭政言 曹俊 陈丕敏 冯剑寒	(466)
79. 基于成对混合反应模型的点火概率预测·····	解青 任祝寅 王珂 林宏军 尚守堂 肖为	(474)
80. 微沟槽表面处理技术数值模型化方法研究·····	马启新 刘艳明 安宇飞 阳仕柏	(483)
81. 压气机叶型几何参数高精度提取方法研究·····	王进 周玲 季路成	(488)
82. 扩压叶栅叶身融合优化设计研究·····	朱慧玲 周玲 赵瑞 季路成	(493)
83. Saturn 4.0.2 二阶矩湍流燃烧模型开发 ·····	王方 张海涛 肖阳春 沈硕 韩宇轩 方存 金捷	(499)

84. AECSC-JASMIN 湍流燃烧软件算法及其检验

……王方 王煜栋 姜胜利 陈军 唐军 徐华胜 李象远 邢竞文 高东硕 金捷 (507)

85. Code_Saturne4.0.2 二维多因素蒸发模型开发

……………郭亚飞 金捷 蔡江涛 方存 肖阳春 王方 (514)

86. 某型航空发动机滑油供油系统仿真计算……………毛磊 陈颖 (520)

87. 压降对双层旋转锥形液膜一次破碎影响的数值研究……………申力鑫 邢菲 秦腊 苏昊 (524)

88. 基元反应动力学在燃烧化学模型中的应用: 1, 3-丁二烯与 OH 和 HO₃ 自由基的反应…周重文 (533)

89. 基于移动热源模型的焊接过程仿真分析……………辛立波 (548)

90. 新型高斯复合热源在电子束焊仿真中的应用研究……………李魁杰 刘朋飞 商亮 (553)

91. 纤维增强复合材料力学性能预测及试验验证……………沙云东 周颖 骆丽 赵奉同 何洪斌 (559)

92. 纤维增强涡轮轴结构失效模式分析方法及试验验证…骆丽 周颖 沙云东 赵奉同 李孝驰 (568)

93. 行波加载条件下薄壁结构热声疲劳寿命预测……………沙云东 唐晓宁 蒋金卓 骆丽 赵奉同 (578)

94. 薄壁柱壳结构热流-噪声耦合响应分析……………沙云东 唐晓宁 李孝驰 (585)

95. 针对压气机几何偏差的不确定性量化分析及鲁棒性优化设计研究……………李智慧 王宁飞 (591)

96. 风扇/压气机叶片端区流场定向调控研究……………李嘉宾 周玲 孙士珺 季路成 (598)

97. 基于数值模拟降低燃烧室冒烟数头部优化设计研究……………杨阳 于小兵 (606)

98. 发散孔冷却结构特性数值研究……………朱诚 于小兵 赵婷杰 (611)