

崔金辉,尚守堂,杨青真,李兆红,陈立海.射线追踪法在球面收敛调节片喷管RCS计算中的应用[J].航空动力学报,2014,29(11):2613-2620

射线追踪法在球面收敛调节片喷管RCS计算中的应用

Application of ray-tracing method in calculating RCS for spherical convergent flap nozzle

投稿时间: 2013-10-29

DOI: 10.13224/j.cnki.jasp.2014.11.011

中文关键词: 射线追踪法 雷达散射截面 感应电流 修型措施 球面收敛调节片喷管

英文关键词: ray-tracing method radar cross section induced electric current shaping measure spherical convergent flap nozzle

基金项目:

作者

单位

崔金辉 中国航空工业集团公司 沈阳发动机设计研究所, 沈阳 110015

尚守堂 中国航空工业集团公司 沈阳发动机设计研究所, 沈阳 110015

杨青真 西北工业大学 动力与能源学院, 西安 710072

李兆红 中国航空工业集团公司 沈阳发动机设计研究所, 沈阳 110015

陈立海 西北工业大学 动力与能源学院, 西安 710072

摘要点击次数: 745

全文下载次数: 413

中文摘要:

结合射线追踪法的原理,利用自主开发的电磁散射特性计算程序,对具有不同尾缘修型的球面收敛调节片喷管进行了数值模拟计算,分别得到了不同喷管内部腔体散射场和喷管出口边缘绕射场的雷达散射截面(RCS),并且通过计算获得了不同入射方位角上喷管腔体内壁面上的感应电流,通过对感应电流的分析,从本质上解释了RCS的变化规律.研究表明:对喷管出口尾缘所采用的修型措施在降低喷管出口边缘绕射场的RCS和改善喷管电磁隐身性能方面效果显著;相对于普通的遮挡算法,射线追踪法将计算周期缩短了21%以上,明显地提高了计算效率;利用感应电流的分析方法能够清晰直观地从本质上解释RCS的变化规律,并且具有较高的可靠性.

英文摘要:

Numerical simulation of spherical convergent flap nozzles with different trailing edges shaping measures was finished using the self-developed electromagnetic scattering characteristic program based on the ray-tracing method. Radar cross section (RCS) of inner cavity scattering field and edge diffraction field was obtained for above several different SCFN. Meanwhile, induced electric current of inner cavity wall at different azimuth angles was calculated. With the method of analyzing the induced electric current, the change law of RCS was explained essentially. The analysis results show that the shaping measures for the trailing edge of the nozzle have a significant and obvious effect on decreasing the RCS of edge diffraction field and improving the electromagnetic stealth performance. Compared with ordinary occultation algorithm, the ray-tracing method shortens computational cycle by 21%, and improves the computing efficiency obviously. The analysis method using induced electric current can explain the change law of RCS clearly and intuitively with a high reliability.

[查看全文](#) [查看/发表评论](#) [下载PDF阅读器](#)

[关闭](#)

参考文献(共25条):

- [1] 宋洁,王强.复杂形式球型收敛调节片喷管内流场计算及分析[J].航空动力学报,2007,22(8):1325-1329. SONG Jie,WANG Qiang.Numerical investigation on internal flow of a spherical convergent flap nozzle with complex geometry[J].Aerospace Power,2007,22(8):1325-1329.(in Chinese)
- [2] 梁春华,靳宝林,李雨桐.球面收敛调节片推力矢量喷管的发展[J].航空发动机,2002(3):55-58. LIANG Chunhua,JIN Baolin,LI Yutong.Development of spherical convergent flap nozzle[J].Journal of Aeroengine,2002(3):55-58.(in Chinese)
- [3] Daniel L C,Mary L M.Experimental investigation of spherical-convergent-flap thrust-vectoring two-dimensional plug nozzles[R].AIAA 93-2431,1993.
- [4] 赵景芸,金捷.推力矢量技术的研究与发展[J].燃气涡轮实验与研究,1999,12(1):51-54.
- [5] Brian E M,Malcolm K M.Scale model test results for several spherical/two-dimensional nozzle concepts[R].AIAA 93-2430,1993.
- [6] Taylor J G.Internal performance of a hybrid axisymmetric/nonaxisymmetric convergent divergent nozzle[R]. NASA TM-4230,1991.
- [7] Paul W H,Edward B T,Jim D S,et al.Yaw and pitch convergent-divergent thrust vectoring nozzle:US,4836451 [P].1989-06-06.
- [8] Syed S A,Erhart J J,King E W.Application of CFD to pitch/yaw thrust vectoring spherical convergent flap nozzles[R].AIAA 90-2023,1990.
- [9] 杨涛,杨青真,李岳峰.轴对称及二元喷管RCS的数值模拟研究[J].航空动力学报,2011,26(8):1819-1823. YANG Tao,YANG Qingzhen,LI Yuefeng.Numerical simulation of RCS for axisymmetric nozzles and symmetrical two-dimensional nozzle[J].Journal of Aerospace Power,2011,26(8):1819-1823.(in Chinese)
- [10] 阮颖铮.雷达截面与隐身技术[M].北京:国防工业出版社,1998.
- [11] David J W.Static thrust and vectoring performance of a spherical convergent flap nozzle with a nonrectangular divergent duct[R].NASATP-1998-206912,1998.
- [12] Arnon S,Rotman S R,Kopeika N S.Bandwidth maximization for satellite laser communication[J].IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems,1999,35(2):675-682.
- [13] 陈立海,杨青真,陈玲玲,等.不同喷口修型的二元收敛喷管RCS数值模拟研究[J].航空动力学报,2012,27(3):513-520. CHEN Lihai,YANG Qingzhen,CHEN Lingling,et al.Numerical simulation of RCS for 2-D convergent nozzle with different trailing edges[J].Journal of Aerospace Power,2012,27(3):513-520.(in Chinese)
- [14] 崔金辉,杨青真,陈立海.球面收敛调节片喷管RCS数值模拟研究[J].航空发动机,2012,38(2):46-50. CUI Jinhui,YANG Qingzhen,CHEN Lihai.Numerical simulation of RCS for spherical convergent flap nozzle[J].Journal of Aeroengine,2012,38(2):46-50.(in Chinese)
- [15] 杨涛.飞行器动力系统腔体RCS数值模拟研究[D].西安:西北工业大学,2011. YANG Tao.Simulation of the radar cross section for cavities in aircraft power system[D].Xi'an:Northwestern Polytechnical University,2011.(in Chinese)
- [16] 许小艳.开口腔体的RCS计算[D].西安:西安电子科技大学,2007. XU Xiaoyan.Calculation of the radar cross section for open-ended cavities[D].Xi'an:Xiidian University,2007.(in Chinese)
- [17] 李亭亭,胡毕富,席平.腔体RCS计算前置处理中网格单元的相互遮挡判断[J].工程图学报,2008,29(1):61-66. LI Zhengting,HU Bifu,XI Ping.Mutual occlusion evaluation of duct mesh elements in processing of RCS calculation[J].Journal of Engineering Graphics,2008,29(1):61-66.(in Chinese)
- [18] 姬金祖,刘战合.基于面元分组的电磁遮挡算法及其优化[J].北京航空航天大学学报,2009,35(4):453-456. Ji Jinzu,LIU Zhanhe.Electromagnetic occultation algorithm based on facets grouping and optimization[J].Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics,2009,35(4):453-456.(in Chinese)
- [19] Milton L,John G T,Mark C F.Static internal performance of a two-dimensional convergent-divergent nozzle with external shell[R].NASA Technical Memorandum 4719,1996.

[20] Fernando O B, Jose L R, Burkholder R J. An iterative physical optics approach for analyzing the electromagnetic scattering by large open-ended cavities[J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 1995, 43(4):356-361.

[更多..](#)

相似文献(共20条):

- [1] 崔金辉, 杨青真, 陈立海. 球面收敛调节片喷管RCS数值模拟研究[J]. 航空发动机, 2012, 38(2):46-50.
- [2] 梁春华, 靳宝林, 李雨桐. 球形收敛调节片推力矢量喷管的发展[J]. 航空发动机, 2002(3):55-58.
- [3] 王宏亮, 张靖周, 单勇. 球形收敛调节片喷管静态内性能数值研究[J]. 推进技术, 2008, 29(4):443-447.
- [4] 王宏亮, 张靖周, 单勇. 球形收敛调节片喷管红外特性数值研究[J]. 航空学报, 2009, 30(9):1576-1582.
- [5] 宋洁, 王强. 复杂形式球型收敛调节片喷管内流场计算及分析[J]. 航空动力学报, 2007, 22(8):1325-1329.
- [6] 崔金辉, 杨青真, 闫紫光, 李翔. 球型收敛段矢量喷管建模与仿真研究[J]. 计算机仿真, 2012, 29(11):112-116.
- [7] 陈立海, 杨青真, 陈玲玲, 崔金辉. 不同喷口修形的二元收敛喷管RCS数值模拟[J]. 航空动力学报, 2012, 27(3):513-520.
- [8] 肇格, 张军, 胡杰民. 一种基于Kd-tree射线追踪法的卫星RCS预估方法[J]. 电讯技术, 2012, 52(5):712-715.
- [9] 黄勇, 郭志辉, 魏福清, 吴寿生. 小突片对收敛喷管推力特性的影响研究[J]. 北京航空航天大学学报, 2001, 27(6):687-689.
- [10] 梁春涛, 朱介寿, 曹家敏, 罗显松, 雷建设. 球坐标系下三维射线追踪的方法和应用[J]. 物探化探计算技术, 2001, 23(3):199-205, 231.
- [11] 黄联捷, 李幼铭. 用于图像重建的波前法射线追踪[J]. 地球物理学报, 1992, 35(2):223-232.
- [12] 徐升, 杨长春. 射线追踪的微变网格方法[J]. 地球物理学报, 1996, 39(1):97-102.
- [13] 徐涛, 徐果明, 高尔根, 蒋先艺, 罗开云. 三维试射射线追踪子三角形法[J]. 石油地球物理勘探, 2005, 40(4):391-399.
- [14] 黄兴忠, 陆起涌, 张昭泉. 球面分层大气中射线传输轨迹的精确计算[J]. 电波科学学报, 2001, 16(2):203-207.
- [15] 马争鸣, 李行达. 二步法射线追踪[J]. 地球物理学报, 1991, 34(4):501-508, T001.
- [16] 孙祥娥, 钟本善, 詹毅. 全局搜索两点法射线追踪的方法[J]. 大庆石油地质与开发, 2006, 25(6):98-101.
- [17] 邵卫红. 射线追踪法的现状和展望[J]. 土工基础, 2007, 21(4):74-76.
- [18] 黄敏杰, 李威, 武哲. 邻域辅助径迹法提高射线追踪效率[J]. 北京航空航天大学学报, 2007, 33(3):298-301.
- [19] 刘厚军, 李正文, 李卫志. 基于拟牛顿法的最优化射线追踪[J]. 计算机仿真, 2007, 24(1):326-328.
- [20] 张赛民, 周竹生, 陈灵君, 周惠群. 对旅行时进行抛物型插值的地震射线追踪方法[J]. 地球物理学进展, 2007, 22(1):43-48.

友情链接:

[中国航空学会](#)



[北京航空航天大学](#)

[中国知网](#)



[E检索](#)

您是第**21326523**位访问者

Copyright© 2011 航空动力学报 京公网安备110108400106号 技术支持:北京勤云科技发展有限公司