

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.02.017

空天指控中心功能仿真设计

白庆华^{1,2}, 冯书兴¹, 曹裕华¹, 张玉军¹

(1. 装备指挥技术学院 研究生院, 北京 101416; 2. 中国人民解放军 63772 部队, 陕西 渭南 714000)

摘要: 空天指控中心是空天信息获取任务分配与空天资源指派的关键环节。首先, 从中心功能、工作过程、指挥中心与相关实体信息交互关系等方面构建概念模型。然后, 分析了模型体系结构和仿真流程, 并设计了任务指令表、信息获取任务指派模型和地面站测控支持判断模型。最后, 通过实例验证了该模型的准确性、时效性、连续性和完整性。

关键词: 空天指控中心; 仿真设计; 模型设计

中图分类号: N945.13 **文献标识码:** A

Design for Air and Space Command Control Centre Simulation

BAI Qing-hua^{1,2}, FENG Shu-xing¹, CAO Yu-hua¹, ZHANG Yu-jun¹

(1. College of Graduate, Institute of Command & Technology of Equipment, Beijing 101416, China;
2. No. 63772 Unit of PLA, Weinan 714000, China)

Abstract: Air and Space Command Control Centre is extremely important in Air and space information obtaining task assignment and resource assign. First, building the conceptual model from the function, work process, control center and correlation entity information alternation relation. Second, through analyzing the model system structure and simulation flow, the task instruction list, the information obtaining task assignment model and land station detecting and control support judgment model was designed. Finally, through example the model was proved to be veracity, effectiveness, continuity and integrality.

Keywords: Air and space command control centre; Simulation design; Model design

0 引言

在空天信息的应用研究中, 空天指控中心作为系统中管理和控制空天信息获取资源的关键环节, 具有重要地位和特殊功能。能够如实反映空天信息需求, 合理、有效地指派空天信息获取资源, 发送准确的任务指令, 是空天指控中心建模的基本原则和根本要求。故主要从空天信息应用角度研究空天指控中心的功能建模。

1 空天指控中心概念模型设计

1.1 空天指控中心功能

在空天信息网络构建、维护和使用中, 空天指控中心具有对空间实体、临近空间实体与地面实体之间信息交互控制的功能。负责读取信息获取任务指令, 分析指令并按任务优先级排序, 指派所属卫星资源或临近空间飞行器资源、地面测控站资源, 发送任务指令等。空天指控中心应具备以下功能:

1) 接收信息支援需求, 包括: 需要侦察的目标/区域、执行任务时间、环境、任务优先级等;

2) 根据以上信息, 制定信息获取及测控计划, 包括: 需要支援的卫星、测控优先级、测控开始时间、测控结束时间、地面测控站测控任务分配等;

3) 向工作卫星、地面站或发射场发送任务指令;

4) 根据任务指令及其指派情况, 给予地面站和工作卫星工作状态改变。包括: 设备状态忙/闲, 用户星是否完成指定任务等。

1.2 空天指控中心工作过程

空天指控中心的典型工作包括信息支援和发射任务的指挥控制。信息支援任务的指挥控制过程为:

1) 指挥控制中心首先根据收到的信息支援需求进行分类, 对于不同的信息需求类型, 指派相应的空闲状态临近空间飞行器或航天器;

2) 按照信息需求优先级给予测控优先级排序;

3) 根据临近空间飞行器或航天器的轨道参数, 计算判断与地面站之间的测控通信是否满足要求; 对满足测控条件的临近空间飞行器或航天器, 指控中心向其发送任务指令, 或向信息处理中心发送侦

收稿日期: 2009-09-07; 修回日期: 2009-10-17

基金项目: 国家 863 项目资助 (2008AA7010405)

作者简介: 白庆华 (1979-), 女, 陕西人, 装备指挥技术学院硕士研究生, 工程师, 从事建模仿真理论研究。

察或监视信息，或向空天信息用户成员发送预警、导航信息等。对不满足测控条件的情况，按一定排序原则排除冲突；

4) 指控中心对参加信息支援的卫星和地面站工作状态按照任务指令实时置“忙”状态，并在任务执行结束后置“闲”状态，使其参加后续任务。

发射任务的指挥控制过程为：

1) 若为发射任务，指控中心首先根据收到的发射任务需求进行分类，对于不同要求的航天器，指派相应满足条件的发射场；

2) 按照发射任务优先级给予测控优先级排序，对于优先级相同的情况，按照一定原则排除冲突；

3) 指控中心对参加发射任务的发射场按照任务指令实时置“忙”状态，并在任务执行结束后置“闲”状态，以使其继续参加后续任务。

1.3 空天指控中心与相关实体信息交互关系

空天指控中心对接收到的任务指令进行分析判断，从而进行信息获取任务具体分配，如图 1。

1) 指控中心向地面测控站发测控指令，地面测控站进行测控条件判断后返回报告；

2) 指控中心判读返回报告，若满足测控条件，则给航天器发送信息获取指令，航天器按照指令内容完成对某区域或目标的侦察监视等任务；

3) 航天器将获取信息直接发送给信息处理中心进行处理；

4) 若不满足测控条件，则指控中心与航天器间无法完成指令发送任务，即不具备该信息支援能力。

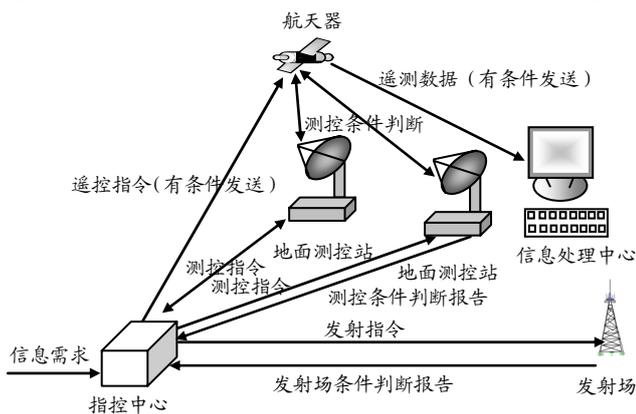


图 1 空天指控中心与相关实体信息交互示意图

2 空天指控中心功能仿真模型设计

2.1 空天指控中心功能仿真模型结构

根据空天指控中心的功能建立仿真模型。主要包括 5 个模型：信息获取任务排序与资源指派、发

射任务指派与排序、地面站测控支持判断、发射场发射支持判断、任务指令生成。其中，信息获取任务排序与资源指派模型完成任务指令读取解析，信息获取任务优先级排序和资源指派；发射任务指派与排序模型完成发射任务的优先级排序与发射场资源指派；地面站测控支持判断模型完成测控条件计算与判断；发射场发射支持判断模型完成发射条件计算与判断；任务指令生成模型根据以上模型结果生成任务指令，并发送给相关实体。

2.2 空天指控中心功能模型逻辑流程

空天指控中心功能仿真系统接收任务指令后，首先对其进行分析分类，若为信息支援任务，则进行信息获取优先级排序和资源指派，判断满足测控条件的地面站，生成并输出信息获取任务指令；若为发射任务，则进行发射任务优先级排序和资源指派，判断满足发射条件的发射场，生成并输出发射任务指令。当前指令执行完毕后，判断所有指令是否执行完毕，所有指令执行完毕仿真结束。以信息支援任务仿真设计模型为例，其逻辑流程如图 2。

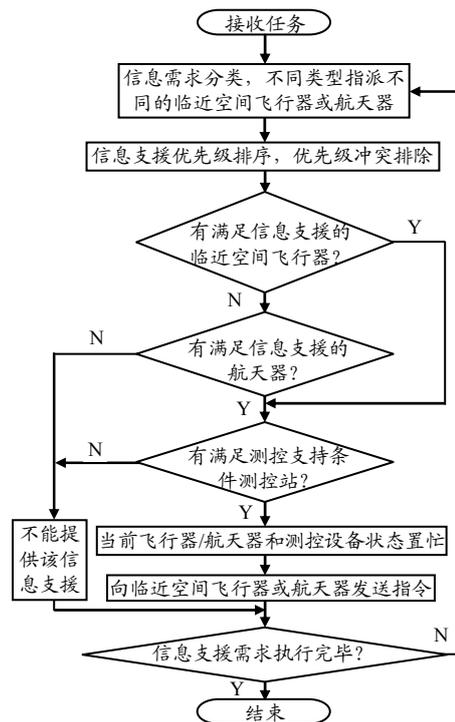


图 2 空天指控中心信息支援任务逻辑流程图

2.3 信息获取任务指令和信息获取任务指派模型

空天信息主要包括侦察监视信息、通信信息、导航定位信息、预警信息、环境探测信息及中继等。空天指控中心依据接收到的任务指令，进行信息获取需求分析，对其进行分类，并结合信息保障现有

资源给予任务分配与指派。

2.3.1 仿真任务指令

任务指令分为空天指控中心接收的任务指令和向外发送的任务指令两大类。接收任务指令是指控

中心进行任务指派与指令生成的依据, 包含了系统运行的所有参数信息, 具体如表 1。发送任务指令详细分为 7 类, 对应不同的任务指派对象, 包含每一个接收分系统所需的参数信息, 具体如表 2。

表 1 接收/输入任务指令表

名称	含义
任务代号 ID	范围为 0001~9999, 按照任务表依次排序
任务类型	11 点目标侦察, 12 区域目标侦察, 21 允许通信服务, 22 禁止通信服务, 31 允许导航服务, 32 禁止导航服务, 41 开启海洋监视, 42 关闭海洋监视, 51 开启预警, 52 关闭预警, 60 中继任务, 71 发射航天器, 72 发射临近空间飞行器
开始时间	任务开始时间
区域点 1	点目标只设置 P1, 区域为四边形 P1P2P3P4; 60 目标卫星轨道参数; 71 轨道参数; 72 发射目标位置
区域点 2	7*目标名称; 60 为空
区域点 3	7*目标类型; 60 为空
区域点 4	7*目标载荷; 60 为空
优先级	1*/60 任务优先级, 按照信息需求等级有低到高排序, 0 为最高等级, 4 为最低等级。7*目标所属方 (0 红方 1 蓝方 2 绿方 3 其他方); 2*/3*/4*/5* 为空
持续时间	以秒为单位
空间分辨率	1*侦察精度要求; 其余为空
时间分辨率	1*侦察次数; 其余为空

表 2 发送/输出任务指令表

参数	任务类型							字段类型
	侦察监视	通信	导航定位	海洋监视	导弹预警	中继	发射	
参数 1	任务序号	CString						
参数 2	任务类型	short						
参数 3	开始时间	CTime						
参数 4	区域点 1	轨道或位置	CString					
参数 5	区域点 2	目标名称	CString					
参数 6	区域点 3	目标类型	CString					
参数 7	区域点 4	目标载荷	CString					
参数 8	优先级	优先级				优先级	目标所属方	short
参数 9	持续时间	long						
参数 10	空间分辨率							float
参数 11	时间分辨率							float

2.3.2 信息获取任务指派

信息获取任务指派分 2 个步骤:

1) 优先级排序

依据接收任务指令中优先等级, 给予信息获取任务的优先级排序, 具体原则: (1) 按照信息需求优先级由高到低依次排序; (2) 相同优先级需求按照时间先后排序; (3) 依据排序, 按照先临近空间资源, 后卫星资源的顺序查找空闲有效载荷资源。

2) 任务指派

依据接收任务指令中任务类型、目标类型和目标位置、区域等信息, 读取当前环境信息, 查找满足条件执行任务的临近空间飞行器或卫星资源^[2]。

2.4 地面站测控支持判断模型

2.4.1 地面站测控条件假设

地面测控站的测控工作需要卫星与地面站在时间窗口内才能进行, 即地面站对卫星的可测控窗口。一般的跟踪条件为卫星进站仰角 7° 至出站仰角 7° 之间的弧段。考虑到电波传播受大气层折射影响,

为保障测量精度及一定的测控区间, 需要对各测控站最高仰角的下限加以限制, 通常规定对于最高仰角在 15° 以下的测控站, 由于仰角低、测控区间短, 定义为不可见, 预报计算测控弧段时不做考虑^[3]。

2.4.2 地面站测控支持判断模型设计

地面站测控支持判断模型包括 4 个模块, 地面测控站与卫星间相对位置计算、地面测控站与目标卫星间是否满足测控条件判断、卫星最早覆盖地面站的时刻计算、地面站测控开始时间、结束时间、测控时段计算。地面站测控支持判断流程如图 3。

3 结束语

对空天指控中心功能仿真系统的总体设计进行研究, 建立概念模型, 分析了空天指控中心的功能、工作过程和信息交互关系。仿真设计以系统信息流程的过程控制为重点, 在全系统仿真演练中起到了重要的管理和控制功能。同时, 信息获取任务指派等功能模块可以根据系统演练要求, 增加算法与控制条件, 以使仿真更趋科学合理。

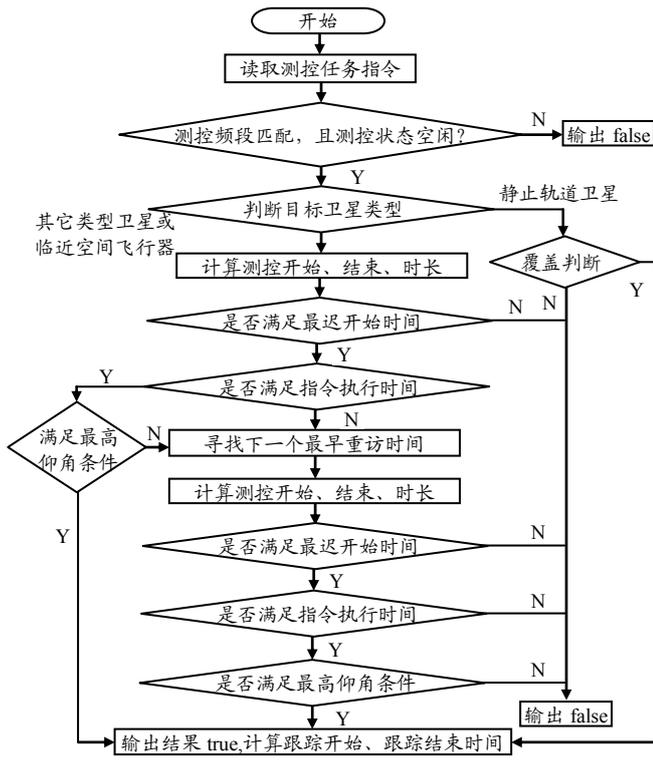


图 3 地面站测控支持判断流程图

参考文献:

[1] 孙平. 空间作战飞行器测控指挥任务建模与仿真研究 [D]. 湖南: 国防科学技术大学硕士学位论文, 2005.

[2] 杨永安, 樊恒海. 一种基于ES法的卫星测控资源调度仿真及实现[J]. 系统仿真学报, 2005, 17(4): 982-985.

[3] 闫钧华. 分布式测控系统任务调度研究[D]. 江苏: 南京航空航天大学博士学位论文, 2004.

(上接第 45 页)

模拟结果显示: 射流断裂的时间在 30~32 μs 之间, 射流断裂时, 射流头部速度为 5616 m/s, 射流断裂后, 射流继续在轴线处碰撞、挤压, 但是射流头部速度在 5620 m/s 附近小幅度变化, 射流形状有较大差别, 表现为带外壳的射流“两翼”较小, 且壳体有较严重的变形。图 6 为 32 μs 时 Mises 等效应力和 Y—速度云图, 上面部分是变形后的壳体。

4 结束语

数值计算结果符合圆锥型聚能射流的物理现象和规律。通过对没有外壳的模型和带外壳的模型分别进行数值计算, 结果表明: 带外壳的药型罩的聚合速度远大于不带外壳的罩的聚合速度^[5]。原因是带外壳后减弱了稀疏波的作用, 增加了作用在聚能罩上的有效药量。这样的模拟结果与现有理论相吻合, 说明采用的计算模型和数值模拟方法是正确的。利用有限元显式动力分析软件的显式算法模拟圆锥

型聚能射流形成过程, 可较方便地改换“试验”条件和参数。结合数学与力学分析方法, 为聚能装药的优化设计提供了经济、快捷、有效的研究方法。

参考文献:

[1] 恽寿榕, 赵衡阳. 爆炸力学[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005.

[2] 郝莉, 王成, 宁建国. 聚能射流问题的数值模拟[J]. 北京理工大学学报, 2003, 23(1): 19-21.

[3] 史党勇, 李裕春, 张胜民. 基于ANSYS/LS-DYNA8.1进行显式动力分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.

[4] 章媛. 线型聚能装药射流形成及侵彻钢板的数值模拟[J]. 科技情报开发与经济, 2006, 23(16): 181-182.

[5] 王兴雁, 孙强, 张可玉, 等. 带壳聚能装药射流参数计算[J]. 青岛大学学报, 2001, 16(2): 85-89.

(上接第 50 页)

1) 软性导热硅胶绝缘垫: 片状材料, 可根据发热器件功率的大小及形状裁切, 具有良好的导热能力和绝缘性其导热系数, 可达 1.75~2.75 W/(m.K), 其作用就是填充发热功率器件与散热器之间的间隙, 将发热功率器件的热量有效迅速地传递给散热器。其工艺厚度为 0.5~5.0 mm, 工作温度在 50~20℃, 又因其柔软而富有弹性, 还能起减震、密封等作用, 能满足设备小型化、超薄化的设计要求。

2) 导热硅脂: 一种呈膏状、粘度很高的散热铺剂, 表面常有一层硅油保护, 高温时融化呈液态, 可流动填补界面空间, 以提高散热效果, 常涂敷在大功率器件与散热器之间, 导热系数高于软性导热硅胶绝缘垫, 通常可达到 4.0~5.5 W/(m.K)。

4 结论

热设计的好坏直接影响到设备工作的稳定性、可靠性和品质指标。

参考文献:

[1] 王健石, 朱东霞. 电子设备热设计速查手册[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.

[2] 王健石, 电子设备结构设计标准手册[M]. 北京: 中国标准出版社, 2001.

[3] 杨洪海. 电子设备的散热问题与新型冷却技术的应用[J]. 新技术新工艺, 2006(5): 71-72.

[4] 谭昌谣, 王钧石, 等. 实用表面工程技术[M]. 北京: 新时代出版社, 1998.

[5] 陆延孝, 郑鹏洲, 等. 可靠性设计与分析[M]. 北京: 国防工业出版社, 2001.

[6] 李富成. 流体力学机械[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1980.

[7] SJ20275-92. 军用电子设备热设计指南[S].