

基于移动代理的天基综合信息网络管理研究

征 慧, 孙力娟, 肖 甫, 叶晓国, 郭 剑

(南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京 210003)

摘 要:针对天基综合信息网络的特点和发展的前景,提出了分层分域的管理体系结构,即对于地面网络的管理,借助现有的网络管理系统及结构进行分层次的管理;而对于空域网络的管理,借鉴 Ad Hoc 网络管理中簇的概念,采用一种动态的分域的管理。在此基础上,将移动代理融入天基综合信息网络的管理,同时与新的多元网络管理协议 MNMP 相结合,在地面对中间管理层进行管理时采用的是移动代理的管理方式,中间管理层对被管节点层采用 MNMP 协议管理方式。充分发挥移动代理和 MNMP 各自在天基综合信息网络管理中的优势,有效平衡网络负载,降低网络的高动态、高时延等影响。

关键词:天基综合信息网络;移动代理;网络管理;MNMP

中图分类号:TP393.07

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2009)02-0140-05

Research of Mobile Agent - Based Space Integrated Information Network Management

ZHENG Hui, SUN Li-juan, XIAO Fu, YE Xiao-guo, GUO Jian

(Computer College, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: In allusion to the characteristics of space integrated information network and the prospects of the development, presents hierarchical-hybrid network management architecture, that is, for the management of terrestrial networks, using hierarchical management that has been existing network management systems and structures, and for the management of airspace network, from Ad Hoc network management cluster in the concept of using a dynamic management. On this basis, mobile agent combining the new multi-network management MNMP agreement will be the introduction of the space integrated information network management, the management between the middle management and the management is the use of mobile agent management, and between middle management and the node of the management is the use of MNMP. Mobile agents and MNMP give full play to their respective advantages in space-based integrated information network management, effecting to balance network load, reduce network of high dynamic, high delay and so on.

Key words: space integrated information network; mobile agent; network management; MNMP

0 引言

天基综合信息网是指不同轨道、不同种类、不同性能的卫星、星座和相应的地面设施通过星地、星间链路构成的天地一体化综合系统。随着航天技术的发展,信息网络的研究不再局限于对卫星。在原有的天基综合信息网络概念的基础上,引入了近空间层和航空层。

所谓近空间层^[1],它是由气球、飞艇以及滑翔机等飞行器组成,这些单独的飞行器也可以称为近空间平台;航空层包括各种飞机等;目前世界各国对天基综合信息网络中近空间平台进行了比较深入的研究,而网络管理方面的理论研究尚处于初级阶段。

天基综合信息网络是以卫星网络为基础,关于卫星网络管理方面,国内外已经进行了大量卓有成效的研究。如国外的 Broadband Satellite Networks (BSN)^[2]是 TRW 公司针对典型的宽带卫星网络提出的概念体系;Ramachandran 等^[3]提出了一种将新一代电信网络管理体系应用于对卫星地面站和空间段的框架;国内沈阳理工大学的潘成胜教授、姜月秋博士等主要针对卫星网络管理体系结构^[4]以及管理协议^[5]等方面进行了研究。

针对天基综合信息网络的特点,引入分层分域体

收稿日期:2008-06-02

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60573141,60773041);国家高技术研究发展计划(“863”计划)基金资助项目(2006AA01Z219);江苏省自然科学基金资助项目(BK2005146);江苏省高技术研究计划基金资助项目(BG2005038, BG2006001);南京市高科技项目(2006 软资 105);南京邮电大学青蓝计划资助项目(NY207084)

作者简介:征 慧(1984-),女,江苏泰州人,硕士研究生,研究方向为计算机在通信中的应用;孙力娟,教授,硕士生导师,研究方向为计算机应用技术。

系结构,在此基础上,将移动代理应用到网络管理中,以充分发挥移动代理在网络管理中的优点,有效克服天基综合信息网络的高度动态性、高时延性等缺点;并采用了多元化网络管理协议(MNMP, Multiplex Network Management Protocol),多元涵盖了网络的异构性、多样性。MNMP 继承了 CMIP^[6]面向对象的网络管理思想,同时充分考虑了天基综合信息网络管理的高延迟及安全需要,采用了轮询与事件触发相结合的监管机制,相对 CMIP 来说,减小了网管协议的复杂性,提高了管理效率。

1 天基综合信息网络的分层管理结构

在对天基综合信息网络进行管理时将其分成三层,具体结构如图 1 所示。
下面详述每层组成:

(1) 被管节点层:该层包括任务星座、单星、近空间

平台以及各种飞行器。对于任务星座以及相对集中的近空间平台用分簇的方法进行管理,这里可以采用不同的分簇算法,或直接从地面管理中心指定簇头。簇头节点负责管理其领域内的节点,并负责与中间管理层通信。

(2) 中间管理层:由于地球静止轨道卫星的对地静止,再加上三颗静止轨道卫星便可覆盖全球(极点除外)的特性,将其设为中间管理站,静止轨道卫星之间实现通信子卫星数据中转。中间管理节点负责与运行到其范围的簇头节点通信,同时接受地面管理层节点的管理。

(3) 地面总管理层:地面总管理层分为地面总控制中心和分管中心,它是天基综合信息网络管理的最高层,负责包括分管中心和中间管理层的管理,对网络运行进行总体规划和控制,对关键事件进行分析、处理和调度,是网络管理的核心。

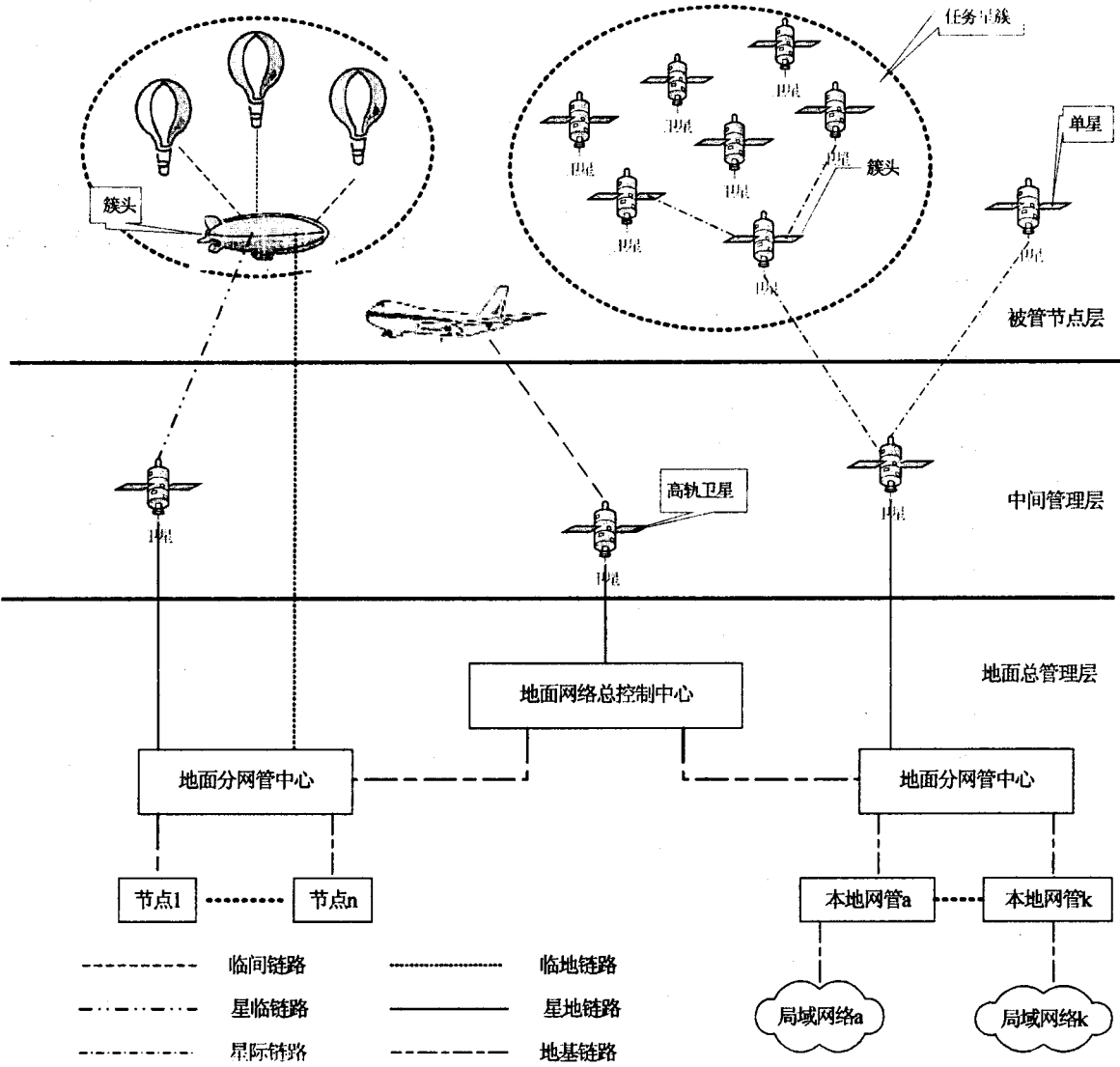


图 1 天基综合信息网络的分层分域管理体系结构

2 移动代理的可行性分析

2.1 移动代理的特点

软件代理和分布式计算技术相结合的产物——移动代理技术的引入,为网络管理的发展提供了新的思路。移动 Agent 的最大特点就是移动性的加强,它被抽象地定义为能够自动完成用户任务的程序,可以不固定开始运行的系统,具有能将自身在网络上传输并在目的系统上继续执行的特性。将移动 Agent 定义为具有跨地址空间的、可持续运行的 Agent,以区别于传统的固定代理。已有大量文献研究把移动 Agent 应用到网络管理领域^[7,8],这与它在网络管理方面应用的优势分不开的,具体包括:

(1) 降低网络负载。传统的网络管理中,管理系统要完成一个操作,往往需要多个 PDU(Protocol Data Unit)的操作,意味着在管理者和被管节点系统之间要进行多次通信。应用移动 Agent 后,只要创建一个移动 Agent,将其发送到被管节点系统,在当地执行完后,只需返回执行结果。这样大大减少传输的流量,降低了网络的负载。

(2) 异步和自主执行功能。移动设备通常依赖昂贵而脆弱的网络连接而进行工作。而一些任务要求移动设备与网络之间必须保持持续的连接,但这并不可行。要解决这个难题,可以将任务嵌入到移动代理之中,派遣到网络上,移动代理独立创建它的进程,异步、自主地完成任务;移动设备则可以在这之后再连接上网络,收回代理,取得服务结果。

(3) 克服网络延时。在一些系统应用中,对于环境做出实时反应是及其重要的。对此,移动代理技术提供了一个很好的解决方案,通过由中央处理器将移动代理派遣到系统局部,直接执行控制器的指令,从而消除网络延迟所带来的隐患。

(4) 动态适应环境。移动代理具有感知运行环境 and 对其变化做出自主反应的能力。多个代理可以拥有在网络上各主机之间合理分布的能力,以维持解决某一特定问题的最优配置。

(5) 自然的异构性。开放分布式计算各平台之间,往往从硬件到软件都是异质的。由于移动代理往往独立于特定的主机和传输层协议,而仅仅依赖于它们的执行环境,因而为进行无缝的系统集成提供了极为有利的条件。

(6) 健壮性和容错性。由于移动代理具有能针对不利情况和事件动态做出反应的能力,因此减少了建立健壮和容错的分布式系统的难度。

2.2 天基综合信息网络特点

天基综合信息网络与传统地面网络相比,具有以

下特点:

(1) 节点的高动态性。天基综合信息网络中的天基层节点和航空层的飞行器具有高度的动态性,这就意味着网络的拓扑结构一直处于动态变化过程,也就是说与传统的有线网络相比,通信链路的保持比较困难。

(2) 通信的高延迟性。主要是高轨卫星与地面管理站、高轨卫星与近空间平台以及飞行器与高轨卫星等节点之间链路的传输延迟。

(3) 节点成员的异构性。在天基综合信息网络管理中,进行通信的卫星、近空间平台,可能是完全异构的,这就需要的管理体系结构具有跨平台的特性。

(4) 带宽资源的有限性。星地、星临、星间等各链路之间的带宽都非常宝贵,这就要求在新的网络管理体系结构中,要尽量节省带宽的占用。

根据天基综合信息网络的特点以及移动 Agent 在网络管理领域的优点,将移动代理引入天基综合信息网络管理能有效地降低网络负载、克服网络延时等优点,可以克服天基综合信息网络的高度动态性、高时延性等缺点,对于天基综合信息网络是一种可行的解决方案。

3 基于移动代理的天基综合信息网络管理系统

已有研究表明^[9]移动代理对于被管节点多的网络以及异构网络,优势比较明显。在天基综合信息网络中,对于地面站而言,整个天基综合信息网都是其管理的节点。在这种情况下,移动代理相对于采用协议进行通信具有它的更可取之处;在中间管理站对其他被管设备管理时,采用了分簇的管理方式,这时一个管理节点只管理几个或十几个被管节点,数目不多,采用移动代理并没有优势,所以采用 MNMP 的网络管理。如图 2 所示,整个系统主要包括以下几部分:

(1) 地面管理中心。

主要提供网管系统的图形用户界面,除了传统的五大管理功能外,还根据任务负责移动代理的生成、派遣和回收从中间管理站返回的代理等。在必要时还可单独设立移动代理生成服务器,专门负责移动代理代码库的管理,移动代理生成服务器主要是根据新的管理和策略需求,自动生成相应的移动代理。地面管理站主要由以下几个部分组成:

① GUI(Graph User Interface):图形用户接口,用户就是利用它来进行天基综合信息网络的管理。

② 移动代理生成器:根据用户的任务,生成相应任务的移动 Agent,包括数据、状态和转移节点等。

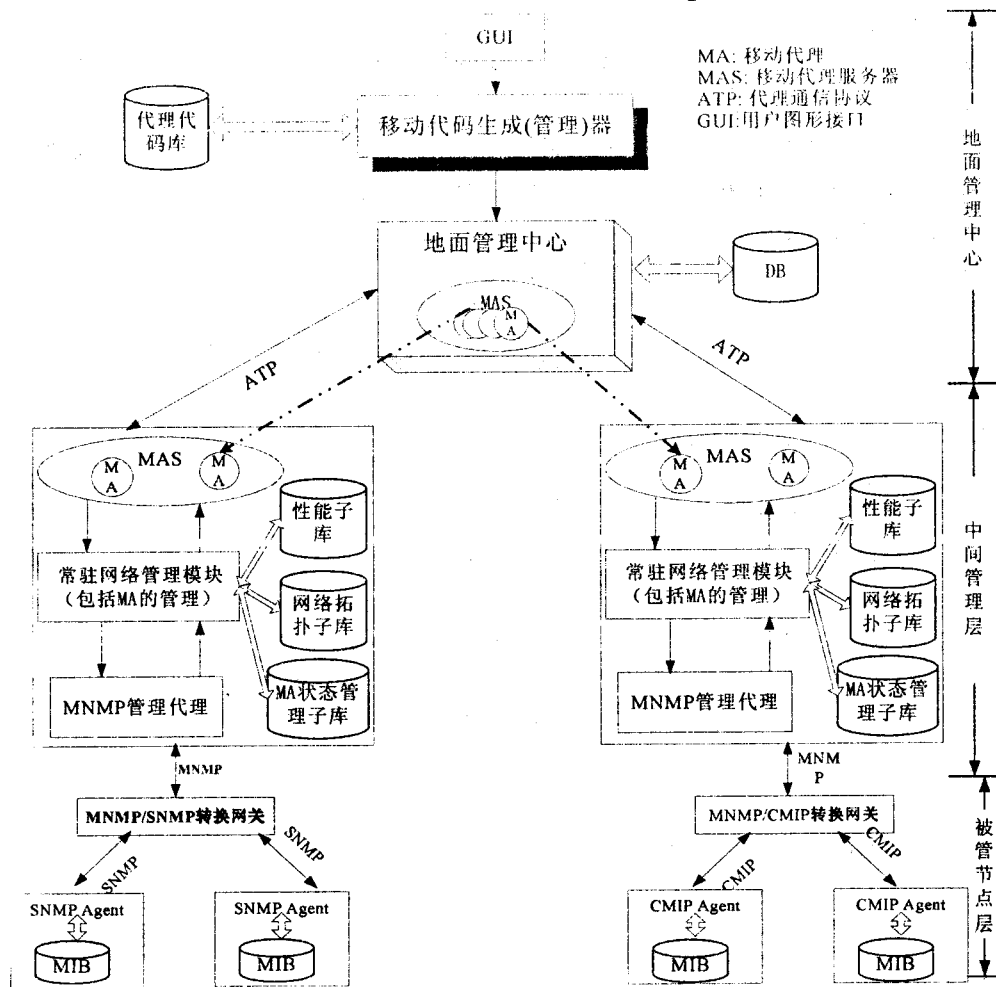


图2 基于移动代理和 MNMP 结合的天基综合信息网络管理

③移动代理服务器(MAS):包括移动 Agent 的通信、安全检验等一系列的操作方法和运行方式。

(2)中间管理层。

①移动代理服务器(MAS):执行从地面管理站发来的移动 Agent,并与网络管理模块进行交互。

②网络拓扑子库:该库负责维护并更新网络的拓扑状态。天基综合信息网络具有高动态性,每一个管理卫星所管辖的资源卫星子网、飞行器以及通信子网的具体内容是不断变化的。虽然近空间平台相对于高轨卫星是静止的,但它会遭受攻击等异常状况而发生拓扑变化。在将被管节点层的被管节点分簇的条件下,中间管理只需跟各簇的簇头进行交互,便可以及时了解到其他卫星和近空间平台的运行状况。因此每一个中间管理站只需要维护本站可视范围内的所有任务主星、单星、近空间平台的簇头节点以及飞行器。当它们进入可视范围内时,通过认证、登录将自己的类别、名字标识、登录时间、登录点经纬度坐标、负载状态(正在完成的任务负担情况)及轨道参数向同步管理站数据库写入,同时同步管理站完成二次认证。当它离开

并进入其它管理站范围时,向原管理站进行注销过程。它同时要完成自身任务的完成情况汇总、任务传递过程。这样一来,大大减少了每个被管节点频频在中间管理层注册、注销引起的网络风暴。拓扑子库也维护一个其它静止轨道卫星站的拓扑列表,以便接收到的任务(通信,信息收集)指向区域不在本区域的时候,进行任务的中继和转发。

③节点性能子库:包括为所有进入中间管理节点范围的各个被管节点建立的性能参数表。这些表中的数据通过对各被管节点的定期查询进行更新。

前面已经提到,这种查询不采用移动代理的形式,而采用新的多元网络管理协议 MNMP。移动代理主要用于地面管理站对于静止轨道卫星站的查询,这是因为移动 Agent 只有在管理结点多的情况下,优势比较明显。在把被管节点按分簇管理后,每个簇的组成节点数不多,这时利用 MNMP 会有更大的优势。但对于地面管理站来说,为了获得中间管理站所辖网络的性能参数,它不可能在一段时间内持续地占用一条代价昂贵的星地链路来进行多次的查询,这样不符合网络管理的基本要求。另外,天基综合信息网络是一个灵活的、动态的网络,在特殊环境下的拓扑将会发生很大的变化。而在特殊的条件下,要求地面管理站具有高度的移动性和抗追踪性,采用移动代理进行灵活的网络性能管理正符合这一要求。节点性能子库表的内容包括:卫星的运行状态、近空间平台的运行状态、任务卫星的任务负载状态、中继星的运行姿态、链路状况等。

④移动 Agent 状态管理子库:维护所有移动 Agent 的位置登记表,维护各个独立的代理,包括任务代理(tasking MA)、网络管理代理(collector MA)、信使代理

(massager MA)等的运行状态。网络管理代理和信使代理负责监视任务完成情况,及时添加和删除移动代理的登记,并负责移动代理返回结果的正确接收存储(这些数据可能要经过星上系统分析处理、转发)。对于任务代理,它负责维护和记录代理任务的完成状况,在一个任务卫星漫游出区的时候,移动 Agent 状态管理子库负责记录任务的完成情况,并将任务代理交给另一个经过目标区域的卫星。

⑤网络管理模块:由于将中间管理的功能置于静止轨道卫星之上,因此由位于静止轨道卫星上的常驻管理程序完成网络管理、任务管理及移动代理管理。该模块是中间管理节点的核心部分,它同时负责与地面派遣的移动代理、资源库以及 MNMP 管理代理之间的协调工作。地面管理站根据用户提供的要求生成相应的移动 Agent,并派遣到中间管理节点上;移动 Agent 与网络管理模块进行交互,将必要的信息存入对应的资源库;同时网络管理模块又与 MNMP 管理代理进行交互,将要对被管节点进行的网络管理经过 MNMP 与被管节点进行通信,获得所需的信息。

(3)被管节点层。

被管节点层是由一些任务星(星座)、单星、近空间平台以及飞行器等组成。该层可以看成一种特殊的 Ad Hoc 网络,将 Ad Hoc 网络中的分簇方法引入被管节点层,这样将规模较大的异构天基综合信息网络分成了各个规模较小的域管理,从而减小管理的复杂性,进一步提高网络管理的效率。中间管理层通过 MNMP 与被管节点层的簇头节点进行通信,再经过转换网关,将其转换为 SNMP 或 CMIP,从而实现与对应的被管节点进行通信。被管节点完成信息收集后,再转换为 MNMP 格式发送给中间管理节点。

4 结束语

天基综合信息网络将是一个异构和繁杂的网络,传统的地面网络管理已经不能适应这种网络的管理。

通过对天基综合信息网络进行分层分域管理,将移动代理技术和 MNMP 结合进行天基综合信息网络的的管理,可以有效平衡网络负载,降低网络的高动态、高时延等影响。下一步的工作是在仿真平台上实现该模型,并对其性能进行分析。

参考文献:

- [1] 李小将,李志德,杨 健,等. 近空间装备体系概念及关键问题研究[J]. 装备指挥技术学院学报,2007,18(4):72-77.
- [2] Courtney W, Freitag J, Kelly C. Developing Functional and Performance Requirements for Broadband Satellite Networks (BSN)[C]//Fifth Ka-Band Utilization Conference. Taromina, Sicily Island, Italy:[s. n.],1999.
- [3] Ramachandran, Padmanabham, Wipro. Application of Next Generation Telecom Network Management Architecture to Satellite round Systems[C]// In Proceeding of the Ground System Architecture Workshop (GSAW2005). Manhattan Beach Marriott, Manhattan Beach, California:[s. n.],2005.
- [4] 闻英友,赵建立,王光兴.一种面向卫星综合信息网的网络管理系统[J]. 兵工学报,2005(3):231-235.
- [5] 赵建立,闻英友,潘成胜,等.多元网关协议的设计、验证及其仿真[J]. 通信学报,2005,26(4):1-6.
- [6] ISO/IEC 9596-1. Information Processing, Open System Interconnection, Common Management Information Protocol (CMIP)[S].1990.
- [7] Shen Jun, Gu Guanqun, Luo Junzhou. Research and development of network management[J]. Journal of Computer Research and Development,2002,39(10):1153-1167.
- [8] Li Zhi-wen, Meng Luo-ming, Qi Feng. The study and perspective of mobile agent applications in network management environment[J]. ACTA Electronica Sinica, 2002, 30(4):564-569.
- [9] Zhang Pu-han, Sun Yu-fang. Evaluating the performance of a network management based on mobile agents[J]. Journal of Software, 2002,13(11):2090-2098.

(上接第 139 页)

- mization[C]//Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation. Piscataway, NJ:IEEE Press,1999:1945-1950.
- [5] 吕振肃,侯志荣.自适应变异的粒子群优化算法[J]. 电子学报,2004,32(3):416-420.
 - [6] 胡 旺,李志蜀.一种更简化而高效的粒子群优化算法[J]. 软件学报,2007(4):861-868.
 - [7] Clerc M. The swarm and the queen: Towards a deterministic

and adaptive particle swarm optimization[C]// In: Proc. of the ICEC. Washington:[s. n.], 1999:1951-1957.

- [8] 王俊伟. 粒子群算法中惯性权重的实验与分析Ⅲ[J]. 系统工程学报,2005,20(2):194-197.
- [9] 王启付. 一种动态改变惯性权重的粒子群优化算法[J]. 中国机械工程,2005,16(11):945-948.
- [10] 王 丽,王晓凯.一种非线性改变惯性权重的粒子群算法[J]. 计算机工程与应用,2007,43(4):47-48.