



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107300864 B

(45)授权公告日 2019.07.12

(21)申请号 201610238871.6

CN 101192064 A,2008.06.04,

(22)申请日 2016.04.15

US 2013132317 A1,2013.05.23,

US 2012022722 A1,2012.01.26,

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107300864 A

审查员 赵磊

(43)申请公布日 2017.10.27

(73)专利权人 北京空间技术研制试验中心

地址 100094 北京市海淀区友谊路104号院

(72)发明人 陈丹 王丹 王玮 程伟 王悦

杜占超 保石 巩朝阳

(51)Int.Cl.

G05B 19/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 104821894 A,2015.08.05,

CN 103345228 A,2013.10.09,

CN 103076808 A,2013.05.01,

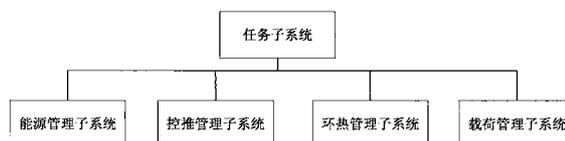
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

自主管理的航天器信息系统及其操作方法

(57)摘要

本发明提出了一种自主管理的航天器信息系统及其操作方法,采用地面与航天器联合工作模式执行自主任务管理,包括5个硬子系统:任务、控推管理、环热管理、能源管理和载荷管理子系统,其中,任务子系统用于对航天器执行任务分析、任务规划和任务评估,同时对各个子系统进行实时监控,控推管理、环热管理、能源管理和载荷管理子系统用于任务执行并反馈任务执行的结果.因此,本发明为长时间、超远距离航天器以及有隐藏性、高实时性需求的航天器信息系统设计提供了解决方案,同时也减少了航天员参与或人工控制,有效降低了任务成本,也为后续航天器间的自主或半自主的编队协同工作提供了技术基础。



1. 一种自主管理的航天器信息系统,采用地面与航天器联合工作模式执行自主任务管理,并且所述航天器在接收到一次或分次注入的任务信息后自主执行任务并将遥测信息、任务执行结果定期或在任务执行完毕后送回地面,其特征在于,

包括5个硬子系统并且分别为:任务子系统、控推管理子系统、环热管理子系统、能源管理子系统和载荷管理子系统,

其中,

所述任务子系统用于对所述航天器执行任务分析、任务规划和任务评估,同时对各个子系统进行实时监控,

所述控推管理子系统、所述环热管理子系统、所述能源管理子系统和所述载荷管理子系统用于任务执行并反馈所述任务执行的结果,

包括9个软模块并且分别为:

任务接收模块,用于接收用户通过测控方上注的所述任务信息并对所述任务信息进行保存;

任务分解模块,用于将所述任务信息按照目标位置、载荷目标进行分解,以形成任务总体需求,并生成对所述能源管理子系统、所述控推管理子系统、所述环热管理子系统和所述载荷管理子系统的任务需求;

任务规划模块,用于根据总体的任务需求、各子系统的任务需求以及推进和环热资源状态对任务进行细化解析,形成各个子系统间的信息流和所述航天器的任务时序;

任务分析模块,用于对所述任务进行可执行性初步检查,基于约束条件进行解析,并在解析通过的情况下,将任务需求传递至任务序列生成模块;

所述任务序列生成模块,用于根据所述任务需求,将对各子系统的任务时序进一步转化为指令序列,并按照时间、事件进行排列,以形成当次任务的指令序列和任务执行预期序列数据,并分别存储所述指令序列和所述任务执行预期序列数据;

任务报告模块,用于将所述任务规划模块在执行任务规划过程中各阶段或各事件的规划状态及任务的指令序列适时回送到地面;

任务执行模块,用于执行所述任务的指令序列,通过与所述任务执行预期序列数据进行比对,以实时监测任务的执行情况,并将所述任务的执行情况送至任务管理模块;

健康管理模块,用于实时监测所述航天器的遥测信息,并与预存的健康数据库进行比对,并在判断为所述航天器发生故障时,将故障码传送至所述任务执行模块;以及

所述任务管理模块,用于自主任务管理的使能/禁止、任务冲突检测与管理、任务编辑、任务删除和任务应急处置。

2. 根据权利要求1所述的自主管理的航天器信息系统,其特征在于,所述约束条件至少包括:能源、控推能力、资源状态。

3. 根据权利要求2所述的自主管理的航天器信息系统,其特征在于,

所述任务分析模块还用于:在解析不同通过的情况下,将不通过信息回馈至所述任务规划模块进行重新规划,并在同一任务两次解析不通过时,将解析信息送至所述任务报告模块,

所述任务报告模块还用于:在任务结束时或任务过程中将任务执行情况适时回送到地面,

所述任务执行模块还用于：接收健康管理模块输出的故障码，并执行故障任务序列。

4. 根据权利要求3所述的自主管理的航天器信息系统，其特征在于，所述任务子系统中集成有：所述任务接收模块、所述任务分解模块、所述任务规划模块、所述任务分析模块、所述任务序列生成模块、所述任务报告模块、所述任务管理模块。

5. 根据权利要求3所述的自主管理的航天器信息系统，其特征在于，所述任务子系统、所述控推管理子系统、所述环热管理子系统、所述能源管理子系统和所述载荷管理子系统中均集成有：所述任务执行模块和所述健康管理模块，

其中，所述任务子系统用于进行顶层管理，以及所述任务执行模块和所述健康管理模块采用的是分级管理的方式。

6. 根据权利要求3所述的自主管理的航天器信息系统，其特征在于，所述任务子系统、所述控推管理子系统、所述环热管理子系统、所述能源管理子系统和所述载荷管理子系统之间采用多层的树形架构，并采用总线进行数据交互，

其中，所述总线至少包括：MIL-STD-1553B和FC-AE-1553B。

7. 根据权利要求6所述的自主管理的航天器信息系统，其特征在于，所述任务子系统负责I级总线的管理，

其中，

所述任务子系统并对应于所述I级总线的I级处理单元、通信单元、执行单元和传感单元，并且所述I级处理单元设置有两台设备以进行主备冗余管理，

所述能源管理子系统、所述控推管理子系统、所述环热管理子系统和所述载荷管理子系统对应于单个的II级及以下总线的II级处理单元、通信单元、执行单元和传感单元。

8. 根据权利要求7所述的自主管理的航天器信息系统，其特征在于，各级的所述处理单元、所述执行单元、所述传感单元通过各级总线的的数据交互形成了闭环控制系统，

其中，

所述能源管理子系统、所述控推管理子系统、所述环热管理子系统和所述载荷管理子系统对所述II级及以下总线形成的网络进行闭环控制管理和健康管理，

所述任务子系统用于对整个航天器进行闭环控制管理和健康管理。

9. 一种上述任一项权利要求所述的自主管理的航天器信息系统的操作方法，其特征在于，包括以下步骤：

根据地面上注的任务，将所述任务的平台目标和载荷工作目标进行分解；

排出任务序列并对能源管理子系统、控推管理子系统和环热管理子系统的需求；并建立各部分信息流输出条件和时序约束条件；

根据内置的能源管理模型、姿轨模型和环热模型以及推进剂、环热气瓶资源约束进行一体化演算；以及

根据所述一体化演算的结果反代入任务序列进行迭代优化。

自主管理的航天器信息系统及其操作方法

技术领域

[0001] 本发明属于航天遥测遥控与空间数据领域,涉及航天器信息系统设计工程,具体涉及一种自主管理的航天器信息系统及其操作方法,采用地面与航天器联合工作模式执行自主任务管理,并且航天器在接收到一次或分次注入的任务信息后自主执行任务并将遥测信息、任务执行结果定期或在任务执行完毕后送回地面。

背景技术

[0002] 航天器信息系统,实现航天器数据的采集、传输、处理和利用,作为航天器的五大支柱(结构机构、热与环境、控制、能源、数据)之一,是航天器的大脑与神经系统。

[0003] 传统的航天器信息系统业务包括遥测业务、遥控业务、测轨定位、数据管理、数据传输和多媒体通信,业务重点在数据的管理和变化,不具备对航天器的操控权.随着航天任务的发展,航天器信息系统在某些局部按需发展出了一些自主航天器信息系统的雏形.例如,哈勃太空望远镜设计了两台计算机形成的信息系统用于科学观测,NSSC-I型计算机用于科学仪器控制和处理支持,DF224型计算机用于负责航天器平台支持,通过两个计算机之间的交互,大大增加了哈勃太空望远镜对目标观测的反应能力。

[0004] 为了探索未知世界、进行新的科学研究以及观测新的现象,航天任务日益复杂.高灵敏度的新仪器不断被研发出来,这些设备收集海量数据的能力与日俱增.这些新的科学研究将需要多个航天器协同工作对现象进行观测.同时,日益复杂的新任务也需要地面系统具备与之相当的能力,地面研制和保障成本日益凸显。

[0005] 另外,随着中国航天任务复杂度的增加,特别是长时间、超远距离的科学探测任务,有人参与是不可行的,例如,NASA的卡西尼任务花费了7年时间才抵达土卫6就是其中的例子.如果要考虑有人参与,需要增加很多研制成本以解决辐射等诸多风险因素.此外,执行深空探测任务的航天器由于距离测站长,传统的遥测遥控模式不能满足任务的实时性需求,这些都对航天器的任务管理的自主化提出了需求。

[0006] 此外,对于现代化的航天军事任务,需要航天器具备隐藏性和高实时性以适应新型的太空战争,依靠地面和人员参与均不能满足要求,必须采用自主任务管理的信息系统。

发明内容

[0007] 为了解决现有技术中存在的问题,本发明提出了一种自主管理的航天器信息系统方案,采用地面与航天器联合工作的思路,自主任务管理的实现需要地面一次或者分次注入任务信息,航天器接收任务信息后,航天器自主执行任务,并将遥测信息、任务执行结果定期或在任务执行完成后送回地面。

[0008] 本发明的一个方面提出了一种自主管理的航天器信息系统,采用地面与航天器联合工作模式执行自主任务管理,并且航天器在接收到一次或分次注入的任务信息后自主执行任务并将遥测信息、任务执行结果定期或在任务执行完毕后送回地面,该系统包括5个硬子系统并且分别为:任务子系统、控推管理子系统、环热管理子系统、能源管理子系统和载

荷管理子系统。

[0009] 其中,任务子系统用于对航天器执行任务分析、任务规划和任务评估,同时对各个子系统进行实时监控,控推管理子系统、环热管理子系统、能源管理子系统和载荷管理子系统用于任务执行并反馈任务执行的结果。

[0010] 在本发明中,自主管理的航天器信息系统包括9个软模块并且分别为:任务接收模块,用于接收用户通过测控方上注的任务信息并对任务信息进行保存;任务分解模块,用于将任务信息按照目标位置、载荷目标进行分解,以形成任务总体需求,并生成对能源管理子系统、控推管理子系统、环热管理子系统和载荷管理子系统的任务需求;任务规划模块,用于根据总体的任务需求、各子系统的任务需求以及推进和环热资源状态对任务进行细化解析,形成各个子系统间的信息流和航天器的任务时序;任务分析模块,用于对任务进行可执行性初步检查,基于约束条件进行解析,并在解析通过的情况下,将任务需求传递至任务序列生成模块;任务序列生成模块,用于根据任务需求,将对各子系统的任务时序进一步转化为指令序列,并按照时间、事件进行排列,以形成当次任务的指令序列和任务执行预期序列数据,并分别存储指令序列和任务执行预期序列数据;任务报告模块,用于将任务规划模块在执行任务规划过程中各阶段或各事件的规划状态及任务的指令序列适时回送到地面;任务执行模块,用于执行任务的指令序列,通过与任务执行预期序列数据进行比对,以实时监测任务的执行情况,并将任务的执行情况送至任务管理模块;健康管理模块,用于实时监测航天器的遥测信息,并与预存的健康数据库进行比对,并在判断为航天器发生故障时,将故障码传送至任务执行模块;以及任务管理模块,用于自主任务管理的使能/禁止、任务冲突检测与管理、任务编辑、任务删除和任务应急处置。

[0011] 在本发明中,约束条件至少包括:能源、控推能力、资源状态。

[0012] 额外地,在本发明中,任务分析模块还用于在解析不同通过的情况下将不通过信息回馈至任务规划模块进行重新规划并在同一任务两次解析不通过时将解析信息送至任务报告模块,任务报告模块还用于在任务结束时或任务过程中将任务执行情况适时回送到地面,以及任务执行模块还用于接收健康管理模块输出的故障码,并执行故障任务序列。

[0013] 任务子系统中集成有:任务接收模块、任务分解模块、任务规划模块、任务分析模块、任务序列生成模块、任务报告模块、任务管理模块。

[0014] 在本发明中,任务子系统、控推管理子系统、环热管理子系统、能源管理子系统和载荷管理子系统中均集成有:任务执行模块和健康管理模块,其中,任务子系统用于进行顶层管理,以及任务执行模块和健康管理模块采用的是分级管理的方式。

[0015] 另外,任务子系统、控推管理子系统、环热管理子系统、能源管理子系统和载荷管理子系统之间采用多层的树形架构,并采用总线(例如,MIL-STD-1553B、FC-AE-1553B)进行数据交互。

[0016] 任务子系统负责I级总线的管理,其中,任务子系统并对应于I级总线的I级处理单元、通信单元、执行单元和传感单元,并且I级处理单元设置有两台设备以进行主备冗余管理,能源管理子系统、控推管理子系统、环热管理子系统和载荷管理子系统对应于单个的II级及以下总线的II级处理单元、通信单元、执行单元和传感单元。各级的处理单元、执行单元、传感单元通过各级总线的数据交互形成了闭环控制系统,其中,能源管理子系统、控推管理子系统、环热管理子系统和载荷管理子系统对II级及以下总线形成的网络进行闭环控

制管理和健康管理,任务子系统用于对整个航天器进行闭环控制管理和健康管理。

[0017] 本发明还提供了一种自主管理的航天器信息系统的操作方法,包括以下步骤:根据地面上注的任务,将任务的平台目标和载荷工作目标进行分解;排出任务序列并对能源管理子系统、控推管理子系统和环热管理子系统的需求;并建立各部分信息流输出条件和时序约束条件;根据内置的能源管理模型、姿轨模型和环热模型以及推进剂、环热气瓶资源约束进行一体化演算;以及根据一体化演算的结果反代入任务序列进行迭代优化。

[0018] 因此,本发明系统性提出了具备自主任务管理的航天器信息系统方案,为长时间、超远距离航天器以及有隐藏性、高实时性需求的航天器的信息系统设计提供了解决方案。同时也通过采用自主任务管理减少了航天员参与或人工控制,有效的降低了航天器任务成本。此外,自主任务管理的航天器信息系统的提出也为后续航天器间的自主或半自主的编队协同工作提供了技术基础。

附图说明

[0019] 图1是本发明的自主管理的航天器信息系统与地面的交互图;

[0020] 图2是本发明的自主管理的航天器信息系统的硬子系统的体系架构图;

[0021] 图3是本发明的自主管理的航天器信息系统的各软模块的关系图;

[0022] 图4是图2所示的各硬子系统与图3所示的各软模块之间的关系图;以及

[0023] 图5是自主管理的航天器信息系统的拓扑图。

具体实施方式

[0024] 应注意,航天器自主任务管理,是一个由用户、测控方以及航天器共同参与的活动。航天器自主管理的航天器信息系统在接收用户通过测控方的任务信息后,自主进行任务分析、规划、执行和评估,并适时将任务执行情况通过测控方回送至用户。

[0025] 下面结合附图1-5及具体实施方式对本发明进行详细说明。

[0026] 如图1所示,本发明的自主管理的航天器信息系统采用地面与航天器联合工作的思路,自主任务管理的实现需要地面一次或者分次注入任务信息,航天器接收任务信息后,航天器自主执行任务,并将遥测信息、任务执行结果定期或在任务执行完成后送回地面。

[0027] 应注意,本发明的自主管理的航天器信息系统包含5个子系统,分别为:任务子系统、控推管理子系统、环热管理子系统、能源管理子系统和载荷管理子系统。任务子系统负责航天器的任务分析、任务规划和任务评估,控推管理子系统、环热管理子系统、能源管理子系统、载荷管理子系统负责任务执行,并反馈任务执行结果,同时对各子系统健康状态进行实时监控。

[0028] 因此,本发明的自主管理的航天器信息系统根据地面上注任务,首先将任务的位置目标、载荷工作目标进行分解,排出任务序列和对能源管理、控推管理、环热管理三个子系统的需求,并建立各部分信息流的输出条件和时序约束条件。完成上述步骤后,自主管理信息系统根据内置的能源模型、姿轨模型和环热模型以及推进剂、环热气瓶资源约束进行一体化演算,并将演算结果反代入任务序列进行迭代优化。

[0029] 如图3所示,自主管理的航天器信息系统包含七个主要功能模块,各功能模块的任务如下:

[0030] 任务接收模块——负责接收用户通过测控方上注来的任务信息,并对任务信息进行保存;

[0031] 任务分解模块——负责将任务信息按照平台目标、载荷目标进行分解,形成任务总体需求,并生成对能源管理子系统、控推管理子系统、环热管理子系统、载荷管理子系统的任务需求;

[0032] 任务规划模块——根据任务总体需求、各子系统的任务需求以及推进、环热资源状态对任务进行细化解析,形成子系统间的信息流和航天器的任务时序;

[0033] 任务分析模块——负责对任务进行可执行性初步检查,从能源、控推能力、资源状态等约束条件进行解析,其中,解析通过,则将任务需求传递至任务序列生成模块,而解析不通过,则将不通过信息回馈至任务规划模块进行重新规划,并且同一任务两次解析不通过时还将解析信息送至任务报告模块;

[0034] 任务序列生成模块——根据任务规划需求,将对各子系统的任务时序进一步转化为指令序列,按照时间、事件进行排列,形成该次任务的指令序列和任务执行预期序列数据,并将任务序列和任务执行预期序列分别存储;

[0035] 任务报告模块——将任务规划过程中各阶段或各事件的规划状态及任务序列适时回送地面用户,同时在任务结束时或任务过程中将任务执行情况适时回送地面用户;

[0036] 任务执行模块——执行任务序列,通过与任务执行预期序列数据进行比对,实时监测任务的执行情况,并将任务执行情况送至任务管理模块.接收健康管理模块输出的故障码,执行故障任务序列;

[0037] 健康管理模块——实时监测航天器遥测信息,并与健康数据库进行比对,判断为航天器故障时,将故障码送任务执行模块;

[0038] 任务管理模块——负责自主任务管理的使能/禁止、任务冲突检测与管理、任务编辑、任务删除、任务应急处置。

[0039] 可见,自主管理的航天器信息系统的9大自主任务管理模块为“软”模块,分布在航天器的5个子系统中.如图4所示,任务接收模块、任务分解模块、任务规划模块、任务分析模块、任务序列生成模块、任务报告模块、任务管理模块仅集成在任务子系统中.而任务执行模块、健康管理模块采用分级管理的方式在5个子系统中,由任务子系统进行顶层管理。

[0040] 另外,自主管理的航天器信息系统的硬件采用的是多层的树形架构,采用总线(如MIL-STD-1553B、FC-AE-1553B)进行数据交互,图5给出了信息系统的拓扑图。

[0041] 如图5所示,自主任务管理信息系统的任务子系统负责I级总线的管理,并对应于I级总线的I级处理单元、通信单元、执行单元和传感单元,其中I级处理单元设置两台设备,进行主备冗余管理;能源管理子系统、控推管理子系统、环热管理子系统和载荷管理子系统对应于单个II级总线及II级以下的总线(必要时)的II级处理单元、通信单元、执行单元和传感单元。

[0042] 各级总线网络的处理单元、执行单元、传感单元通过总线的交互形成闭环控制系统,能源管理子系统、控推管理子系统、环热管理子系统和载荷管理任务子系统对II级总线网络及级以下的总线网络(必要时)进行闭环控制管理和健康管理,任务子系统对整个航天器进行闭环控制管理和健康管理.航天器在任务子系统的统一管理对各子系统进行协同,实现姿态、能源、环热、载荷的平衡。

[0043] 因此,自主调节姿态和负载工作模式,实现了能源自主平衡以及热控、环控自主调节,温度、座舱环境参数(湿度、大气压力、氧分压、)自主平衡及自主应急。

[0044] 综上所述,采用本发明,为长时间、超远距离航天器以及有隐藏性、高实时性需求的航天器的信息系统设计提供了解决方案,同时也通过采用自任务管理减少了航天员参与或人工控制,有效的降低了航天器任务成本,也为后续航天器间的自主或半自主的编队协同工作提供了技术基础。

[0045] 本发明中未说明部分属于本领域的公知技术。

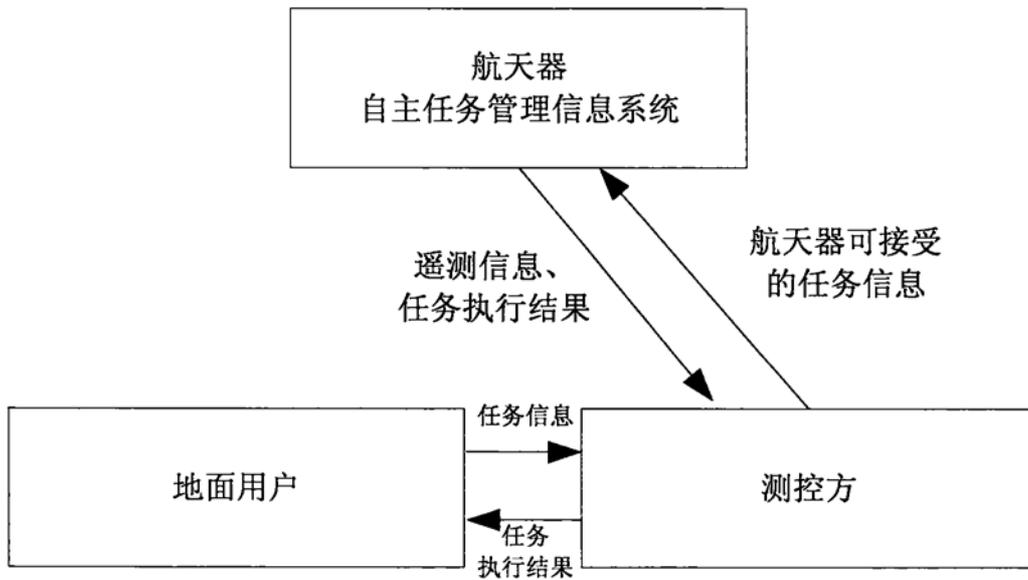


图1

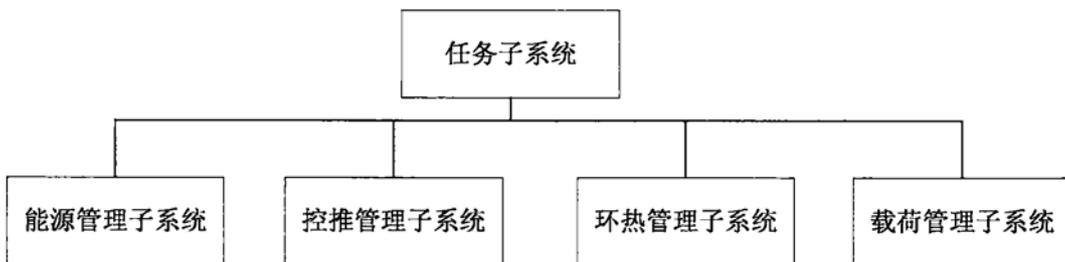


图2

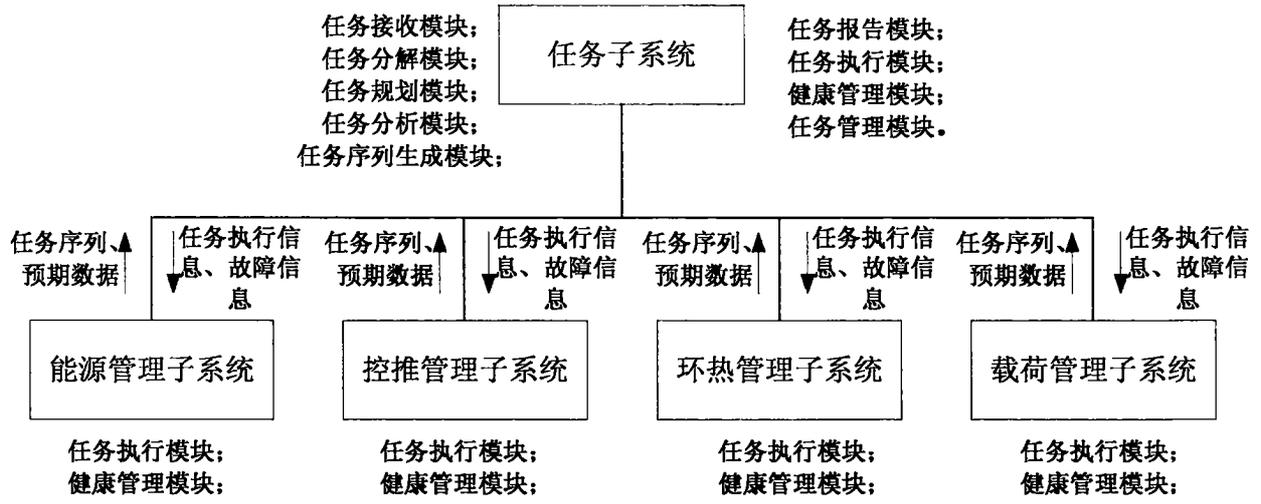


图4

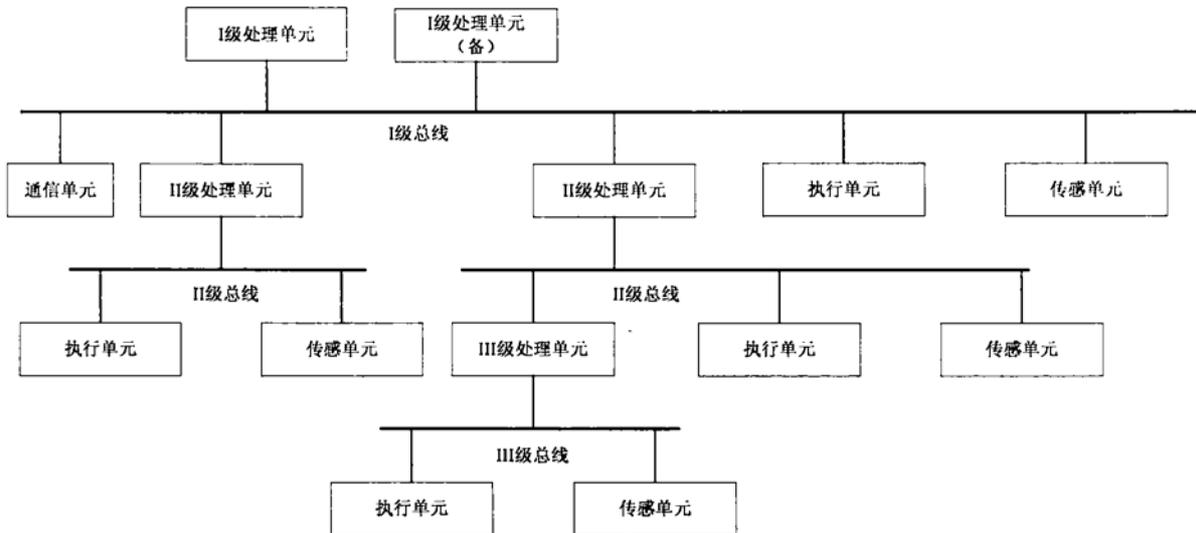


图5