



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109947130 A

(43)申请公布日 2019.06.28

(21)申请号 201910266250.2

G06Q 10/06(2012.01)

(22)申请日 2019.04.03

(71)申请人 广东电网有限责任公司

地址 510600 广东省广州市越秀区东风东
路757号

申请人 广东电网有限责任公司机巡作业中
心

(72)发明人 张峰 翟瑞聪 李雄刚 陈浩
刘高

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 张春水 唐京桥

(51)Int.Cl.

G05D 1/10(2006.01)

G06Q 10/04(2012.01)

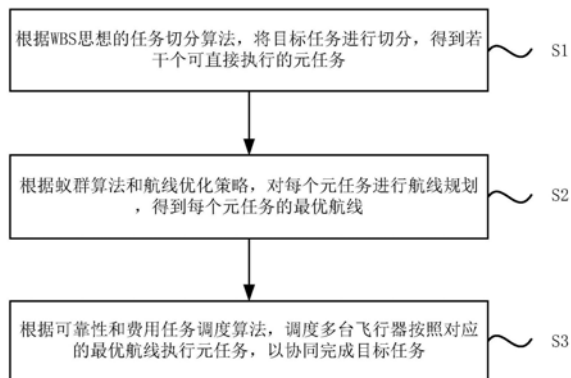
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种基于网格化管理的输电多机编队巡视
管理方法和系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理方法和系统,该方法包括:根据WBS思想的任务切分算法,将目标任务进行切分,得到若干个可直接执行的元任务;根据蚁群算法和航线优化策略,对每个元任务进行航线规划,得到每个元任务的最优航线;根据可靠性和费用任务调度算法,调度多台飞行器按照对应的最优航线执行元任务,以协同完成目标任务。解决了电网巡视效率低、航线轨迹冗余、资源冗余损耗、管理成本高等问题,规避了按线路巡视造成资源浪费的现象,对电网网架巡视进行网格化管理,将巡视任务切分为元任务,在元任务基础上进行航线规划,保证航程最优,同时调度飞行器按照规划好的航线进行巡视作业,提高飞行效率。



1. 一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理方法,其特征在于,所述方法包括:

S1、根据WBS思想的任务切分算法,将目标任务进行切分,得到若干个可直接执行的元任务;

S2、根据蚁群算法和航线优化策略,对每个元任务进行航线规划,得到每个元任务的最优航线;

S3、根据可靠性和费用任务调度算法,调度多台飞行器按照对应的最优航线执行元任务,以协同完成目标任务。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤S1具体包括:

S1.1、将目标任务按照时序进行切分,得到若干个子任务;

S1.2、将步骤S1.1切分得到的子任务依次用百分之百原则和同层同标准原则进行检验,若未通过检验,则返回步骤S1.1重新切分;若通过检验,则进入是否满足粒度原则的检验,若满足,则得到可直接执行的元任务,切分结束;若不满足,则进入步骤S1.3;

S1.3、将步骤S1.1切分得到的子任务按照空间进行切分,得到下一层级的若干子任务;

S1.4、将步骤S1.3切分得到的子任务依次用百分之百原则和同层同标准原则进行检验,若未通过检验,则返回步骤S1.1重新切分;若通过检验,则进入是否满足粒度原则的检验,若满足,则得到可直接执行的元任务,切分结束;若不满足,则进入步骤S1.5;

S1.5、将步骤S1.3切分得到的子任务按照功能进行切分,得到下一层级的若干子任务;

S1.6、将步骤S1.5切分得到的子任务依次用百分之百原则、同层同标准原则和粒度原则进行检验,若未通过检验,则返回步骤S1.1重新切分;若通过检验,则得到可直接执行的元任务,切分结束。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤S2具体包括:

S2.1、根据蚁群算法,对每个元任务进行航线规划,得到每个元任务的初始航线;

S2.2、对步骤S2.1得到的全部最短航线进行交叉冲突校验,若校验到有交叉冲突,则将交叉冲突中优先级较低的元任务的初始航线返回步骤S2.1重新规划;若校验到没有交叉冲突,则得到每个元任务的最优航线,规划结束。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,航线规划中的目标函数为:

$$mi nj = \sum_{i=1}^{m-1} L(w_i, w_{i+1}) + L(w_m, w_1) \quad \circ$$

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤S3具体包括:

S3.1、根据可靠性和费用任务调度算法,确定最优的调度方案;

S3.2、根据所述最优的调度方案,调度多台飞行器按照对应的最优航线执行元任务,以协同完成目标任务。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,可靠性和费用任务调度算法中的目标函数为:

$$\text{Minf}(S) = a * \text{Cost}_G(S) + b * \ln R_G(S)$$

其中,a,b为调节因子。

7. 一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理系统,其特征在于,所述系统包括:

任务切分模块,用于根据WBS思想的任务切分算法,将目标任务进行切分,得到若干个

可直接执行的元任务；

航线规划模块,用于根据蚁群算法和航线优化策略,对每个元任务进行航线规划,得到每个元任务的最优航线；

飞行调度模块,用于根据可靠性和费用任务调度算法,调度多台飞行器按照对应的最优航线执行元任务,以协同完成目标任务。

一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理方法和系统

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及智能设备技术领域,尤其涉及一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理方法和系统。

背景技术

[0002] 空中飞行器作为一个高新科技工具,它操作简单,动作灵活,已经广泛应用于国防,电力,建筑,农业,测绘,勘探,影视,能源,抗灾等各个领域。使用飞行器可以帮助拍摄高空影像,采集之前人力无法到达地方的影像,帮助各行各业解决大量问题,提高工作效率。目前采用飞行器进行巡视作业主要按线路来划分,巡视转场、作业班组配置、巡视轨迹都比较冗余,为推行绿色经济发展需求,提出网格化管理多机编队巡视,深化飞行器在智能电网发展中应用。

发明内容

[0003] 本发明提供一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理方法和系统,以解决现有技术的不足。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供以下的技术方案:

[0005] 第一方面,本发明提供一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理方法,所述方法包括:

[0006] S1、根据WBS思想的任务切分算法,将目标任务进行切分,得到若干个可直接执行的元任务;

[0007] S2、根据蚁群算法和航线优化策略,对每个元任务进行航线规划,得到每个元任务的最优航线;

[0008] S3、根据可靠性和费用任务调度算法,调度多台飞行器按照对应的最优航线执行元任务,以协同完成目标任务。

[0009] 进一步地,所述方法中,所述步骤S1具体包括:

[0010] S1.1、将目标任务按照时序进行切分,得到若干个子任务;

[0011] S1.2、将步骤S1.1切分得到的子任务依次用百分之百原则和同层同标准原则进行检验,若未通过检验,则返回步骤S1.1重新切分;若通过检验,则进入是否满足粒度原则的检验,若满足,则得到可直接执行的元任务,切分结束;若不满足,则进入步骤S1.3;

[0012] S1.3、将步骤S1.1切分得到的子任务按照空间进行切分,得到下一层级的若干子任务;

[0013] S1.4、将步骤S1.3切分得到的子任务依次用百分之百原则和同层同标准原则进行检验,若未通过检验,则返回步骤S1.1重新切分;若通过检验,则进入是否满足粒度原则的检验,若满足,则得到可直接执行的元任务,切分结束;若不满足,则进入步骤S1.5;

[0014] S1.5、将步骤S1.3切分得到的子任务按照功能进行切分,得到下一层级的若干子任务;

[0015] S1.6、将步骤S1.5切分得到的子任务依次用百分之百原则、同层同标准原则和粒度原则进行检验,若未通过检验,则返回步骤S1.1重新切分;若通过检验,则得到可直接执行的元任务,切分结束。

[0016] 进一步地,所述方法中,所述步骤S2具体包括:

[0017] S2.1、根据蚁群算法,对每个元任务进行航线规划,得到每个元任务的初始航线;

[0018] S2.2、对步骤S2.1得到的全部最短航线进行交叉冲突校验,若校验到有交叉冲突,则将交叉冲突中优先级较低的元任务的初始航线返回步骤S2.1重新规划;若校验到没有交叉冲突,则得到每个元任务的最优航线,规划结束。

[0019] 进一步地,所述方法中,航线规划中的目标函数为:

$$[0020] \quad \min J = \sum_{i=1}^{m-1} L(w_i, w_{i+1}) + L(w_m, w_1) \quad .$$

[0021] 进一步地,所述方法中,所述步骤S3具体包括:

[0022] S3.1、根据可靠性和费用任务调度算法,确定最优的调度方案;

[0023] S3.2、根据所述最优的调度方案,调度多台飞行器按照对应的最优航线执行元任务,以协同完成目标任务。

[0024] 进一步地,所述方法中,可靠性和费用任务调度算法中的目标函数为:

$$[0025] \quad \text{Minf}(S) = a * \text{Cost}_G(S) + b * \ln R_G(S)$$

[0026] 其中,a,b为调节因子。

[0027] 第二方面,本发明提供一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理系统,所述系统包括:

[0028] 任务切分模块,用于根据WBS思想的任务切分算法,将目标任务进行切分,得到若干个可直接执行的元任务;

[0029] 航线规划模块,用于根据蚁群算法和航线优化策略,对每个元任务进行航线规划,得到每个元任务的最优航线;

[0030] 飞行调度模块,用于根据可靠性和费用任务调度算法,调度多台飞行器按照对应的最优航线执行元任务,以协同完成目标任务。

[0031] 本发明实施例提供的一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理方法和系统,解决了电网巡视效率低、航线轨迹冗余、资源冗余损耗、管理成本高等问题,规避了按线路巡视造成资源浪费的现象,对电网网架巡视进行网格化管理,将巡视任务切分为元任务,在元任务基础上进行航线规划,保证航程最优,同时调度飞行器按照规划好的航线进行巡视作业,提高飞行效率,节省按线路巡视产生的重复航程浪费的问题,此外,通过规划好的航线,多机协同完成目标任务,同时建立电子围栏,规范飞行器的飞行区域,避免飞行器碰撞事故。

附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可

以根据这些附图获得其它的附图。

[0033] 图1是本发明实施例一提供的一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理方法的流程示意图；

[0034] 图2是本发明实施例一中任务层级网络示意图；

[0035] 图3是本发明实施例一中任务切分方法的示意图；

[0036] 图4是本发明实施例一中飞行器的可行路径示意图；

[0037] 图5是本发明实施例二提供的一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理系统的结构示意图。

具体实施方式

[0038] 为了完整的描述本发明实施例提供的技术方案,并且易于被用户理解,下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0039] 实施例一

[0040] 请参阅附图1,为本发明实施例一提供的一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理方法的流程示意图,该方法由基于网格化管理的输电多机编队巡视管理系统来执行,该系统可以由软件和/或硬件实现。该方法具体包括如下步骤:

[0041] S1、根据WBS思想的任务切分算法,将目标任务进行切分,得到若干个可直接执行的元任务。

[0042] 需要说明的是,将WBS(Work Breakdown Structure,工作分解结构)的思想运用于网格化管理机巡任务的切分,通过若干次切分,得到任务层级网络(可参考图2),其顶层为需要最终完成的任务,底层为可被直接执行的元任务层,中间层为子任务。

[0043] 如图3所示,具体的,所述步骤S1进一步包括:

[0044] S1.1、将目标任务按照时序进行切分,得到若干个子任务;

[0045] S1.2、将步骤S1.1切分得到的子任务依次用百分之百原则和同层同标准原则进行检验,若未通过检验,则返回步骤S1.1重新切分;若通过检验,则进入是否满足粒度原则的检验,若满足,则得到可直接执行的元任务,切分结束;若不满足,则进入步骤S1.3;

[0046] S1.3、将步骤S1.1切分得到的子任务按照空间进行切分,得到下一层级的若干子任务;

[0047] S1.4、将步骤S1.3切分得到的子任务依次用百分之百原则和同层同标准原则进行检验,若未通过检验,则返回步骤S1.1重新切分;若通过检验,则进入是否满足粒度原则的检验,若满足,则得到可直接执行的元任务,切分结束;若不满足,则进入步骤S1.5;

[0048] S1.5、将步骤S1.3切分得到的子任务按照功能进行切分,得到下一层级的若干子任务;

[0049] S1.6、将步骤S1.5切分得到的子任务依次用百分之百原则、同层同标准原则和粒度原则进行检验,若未通过检验,则返回步骤S1.1重新切分;若通过检验,则得到可直接执行的元任务,切分结束。

[0050] 其中,

[0051] 粒度原则:使命切分过程中,切分得到子任务,当子任务的执行需求与作业单元的能力矢量关联时即作为元任务而不再继续切分。

[0052] 百分百原则:父层子任务内容必须是下一层子任务或元任务之和,并且切分得到的子任务要百分之百代表父层子任务。

[0053] 同层同标准原则:同层同标准原则是指切分过程中,同一层次的子任务必须由同一种切分标准切分获得。

[0054] S2、根据蚁群算法和航线优化策略,对每个元任务进行航线规划,得到每个元任务的最优航线。

[0055] 需要说明的是,当用户提交的巡视任务(目标任务)被切分后,可用的飞行资源和元任务内的巡视的目标点位置已知且固定,假设飞行器遍历各个目标点完成的预设任务回到初始位置,则飞行器的一条可行的行驶路径可描述为 $W = \{W_1, W_2, \dots, W_{m-1}, W_m, W_1\}$,启动 W_1 表示飞行器起点, $W_2, W_3, \dots, W_{m-1}, W_m$ 表示各个需求点。图4表示飞行器的一条可行路径, S 表示起始位置, W_i 表示工作点。

[0056] 将元任务各个目标点当做质点,则该路径规划的目标函数可表示为总路程的最小化如下式,式中 L 表示路程算子,需要参考各个节点间的位置信息。

$$[0057] \quad \min J = \sum_{i=1}^{m-1} L(w_i, w_{i+1}) + L(w_m, w_1);$$

[0058] 多目标路径规划即为设计一条遍历元任务内全部工作点的最短距离的闭合路径,这与旅行商问题(Traveling Salesman Problem, TSP)是一致的,多目标点航线规划可转换为TSP。具体规划流程如下图,在任务开始时,由任务切分系统分配优先级,根据起始点和目标点,根据蚁群算法进行相应元任务的路径规划,由此得到每个元任务最优路径。在综合校验过程中,当检测到交叉冲突时,针对低优先级的元任务,将冲突点作为新的起点,根据蚁群算法进行路径的重新规划,这样可使两架飞行器在交叉节点处有一个时间差。

[0059] 具体的,所述步骤S2进一步包括:

[0060] S2.1、根据蚁群算法,对每个元任务进行航线规划,得到每个元任务的初始航线;

[0061] S2.2、对步骤S2.1得到的全部最短航线进行交叉冲突校验,若校验到有交叉冲突,则将交叉冲突中优先级较低的元任务的初始航线返回步骤S2.1重新规划;若校验到没有交叉冲突,则得到每个元任务的最优航线,规划结束。

[0062] S3、根据可靠性和费用任务调度算法,调度多台飞行器按照对应的最优航线执行元任务,以协同完成目标任务。

[0063] 具体的,所述步骤S3进一步包括:

[0064] S3.1、根据可靠性和费用任务调度算法,确定最优的调度方案;

[0065] S3.2、根据所述最优的调度方案,调度多台飞行器按照对应的最优航线执行元任务,以协同完成目标任务。

[0066] 更进一步具体的,设网格系统由 n 个资源节点组成,表示为集合 (R_1, \dots, R_n) 。

[0067] 提交的任务可以表示为 $T = \langle T_1, \dots, T_m \rangle$,各个元子任务之间相互独立,彼此没有数据依赖和运行依赖。

[0068] 为了刻画子任务的实时性需求,记每个子任务的最长执行时间即截止时间为 d_i (1

$\leq i \leq m$)。

[0069] 若子任务 t_i 被调度到资源 r_j 上执行,那么 r_j 能够在 d_i 前成功执行 t_i 的概率称为资源 r_j 的可靠性,记为 $R_{ij}(d_i)$ 。

[0070] 在给定网格资源的结构和性能参数下,任务的可靠性水平和执行费用由网格任务调度方案决定。

[0071] 网格任务调度模型就是寻找最优的调度方案,使得任务具有最大化的执行可靠性且执行费用最小,可以形式化描述为:

$$[0072] \quad \text{Max } R_G(S) = \prod_{i=1}^m \prod_{j=1}^n \{R_{ij}(d_i)\}^{\omega_{ij}}$$

$$[0073] \quad \text{Min } \text{Cost}_G(S) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \omega_{ij} p_j (c_i / s p_j)$$

$$[0074] \quad \text{s. t. } \sum_{j=1}^n \omega_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, m$$

$$[0075] \quad \sum_{i=1}^m \omega_{ij} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n$$

$$[0076] \quad \omega_{ij} \in \{0, 1\}$$

[0077] 其中, $\text{Cost}_G(S)$ 表示在调度方案 S 下的 workflow 执行费用, p_j 表示任务 t_i 所执行资源 r_j 的价格, c_i 表示任务 t_i 的计算需求量, SP_j 表示资源 r_j 的平均处理速度。 ω_{ij} 是一个变量,其取值代表子任务 t_i 是否调度到资源 r_j 上,如果 ω_{ij} 等于0,那么任务 t_i 未被调度到资源 r_j 上,反之则反。最终目标是要求解出一个关于 ω_{ij} 的映射向量 v ,可表示为 $v = \{\omega_{ij} | i \in [1, m], j \in [1, n]\}$ 。

[0078] $\text{Max}R_G(S)$ 表示任务执行可靠性,假设在调度方案 S 下, workflow 子任务 t_i 调度到 r_i 上, d_i 为子任务 t_i 的截止期,则 $R_{ti}(d_i)$ 为:

$$[0079] \quad R_{ti}(d_i) = \sum_{n=0}^{c_i} \delta * \frac{(p_i * c_i)^n}{n!} + \sum_{k=1}^{c_i * (u - y_i) * d_i - 1} \delta * \frac{p_i^{k + c_i} * c_i^{c_i}}{c_i!};$$

$$[0080] \quad \text{式中, } p_i = \frac{y_i}{c_i * (u - y_i)}, c_i \text{ 为 } r_i \text{ 中处理单元数目, } \delta = \left[\sum_{n=1}^{c_i} \frac{(p_i + c_i)^n}{n!} + \frac{(p_i + c_i)^{c_i}}{c_i * (1 - p_i)} \right]^{-1}.$$

[0081] 由于该优化问题涉及到可靠性和费用两个目标,采用一种加权方法将该双目标优化问题转化为单目标优化问题。在后面的实验中,本文可靠性与费用的数值计算值相差很大,因此对可靠性的数值进行了“取对数”运算,最终的优化目标函数为:

$$[0082] \quad \text{Minf}(S) = a * \text{Cost}_G(S) + b * \ln R_G(S)$$

[0083] 式中, a, b 为调节因子。 b 越大,表明可靠性因素对适应度函数的影响越大,反之,费用对适应度有较大的影响。

[0084] 本发明实施例提供了一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理方法,解决了电网巡视效率低、航线轨迹冗余、资源冗余损耗、管理成本高等问题,规避了按线路巡视造成资源浪费的现象,对电网网架巡视进行网格化管理,将巡视任务切分为元任务,在元任务基础上进行航线规划,保证航程最优,同时调度飞行器按照规划好的航线进行巡视作业,提

高飞行效率,节省按线路巡视产生的重复航程浪费的问题,此外,通过规划好的航线,多机协同完成目标任务,同时建立电子围栏,规范飞行器的飞行区域,避免飞行器碰撞事故。

[0085] 实施例二

[0086] 如图5所示,本发明实施例二提供一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理系统,所述系统包括:

[0087] 任务切分模块21,用于根据WBS思想的任务切分算法,将目标任务进行切分,得到若干个可直接执行的元任务;

[0088] 航线规划模块22,用于根据蚁群算法和航线优化策略,对每个元任务进行航线规划,得到每个元任务的最优航线;

[0089] 飞行调度模块23,用于根据可靠性和费用任务调度算法,调度多台飞行器按照对应的最优航线执行元任务,以协同完成目标任务。

[0090] 本发明实施例提供的一种基于网格化管理的输电多机编队巡视管理系统,解决了电网巡视效率低、航线轨迹冗余、资源冗余损耗、管理成本高等问题,规避了按线路巡视造成资源浪费的现象,对电网网架巡视进行网格化管理,将巡视任务切分为元任务,在元任务基础上进行航线规划,保证航程最优,同时调度飞行器按照规划好的航线进行巡视作业,提高飞行效率,节省按线路巡视产生的重复航程浪费的问题,此外,通过规划好的航线,多机协同完成目标任务,同时建立电子围栏,规范飞行器的飞行区域,避免飞行器碰撞事故。

[0091] 上述系统可执行本发明任意实施例所提供的方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。

[0092] 以上所述,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

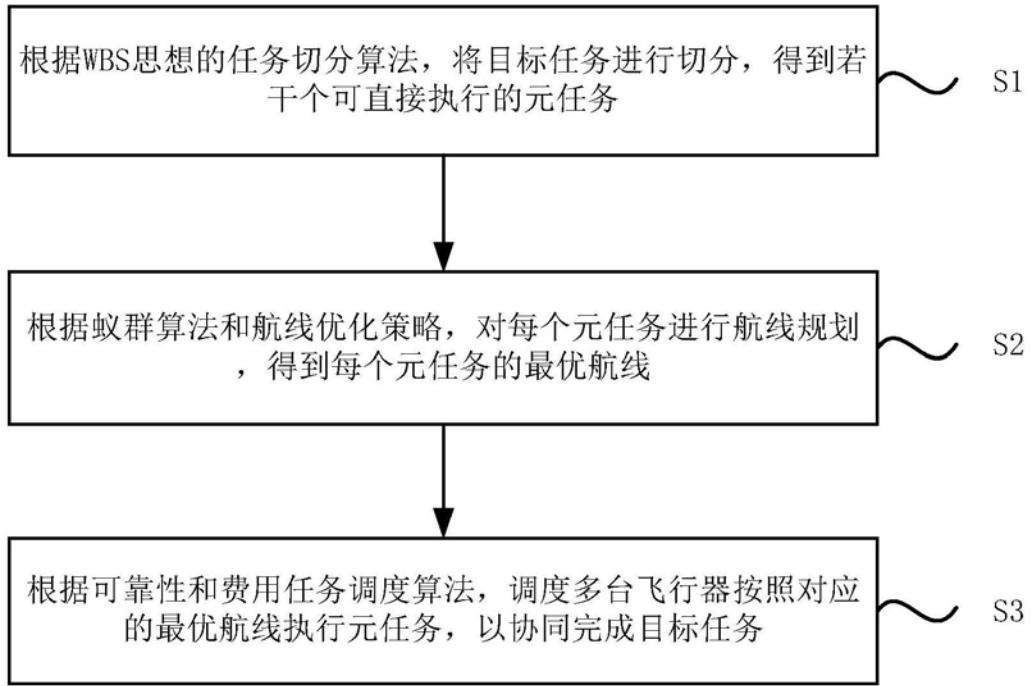


图1

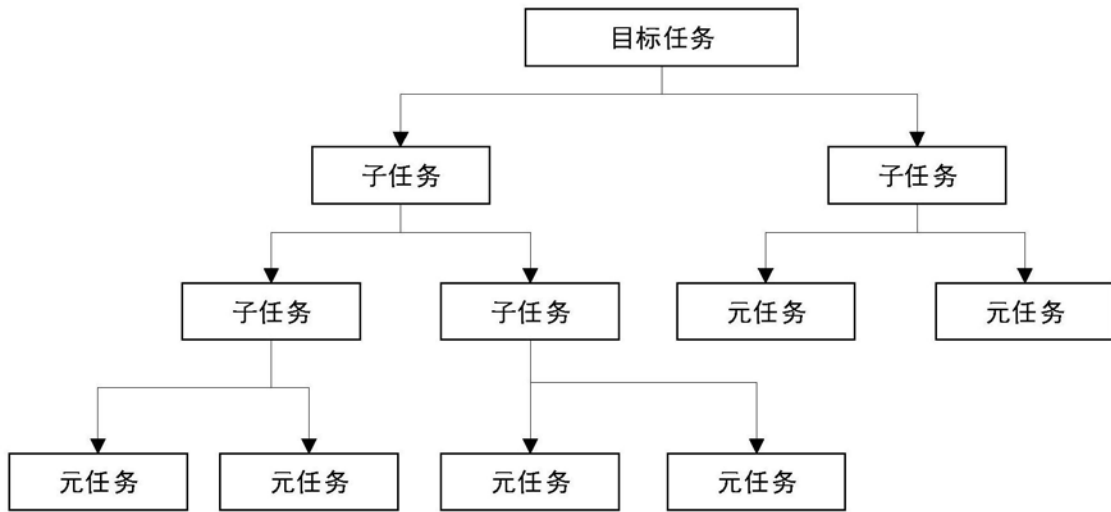


图2

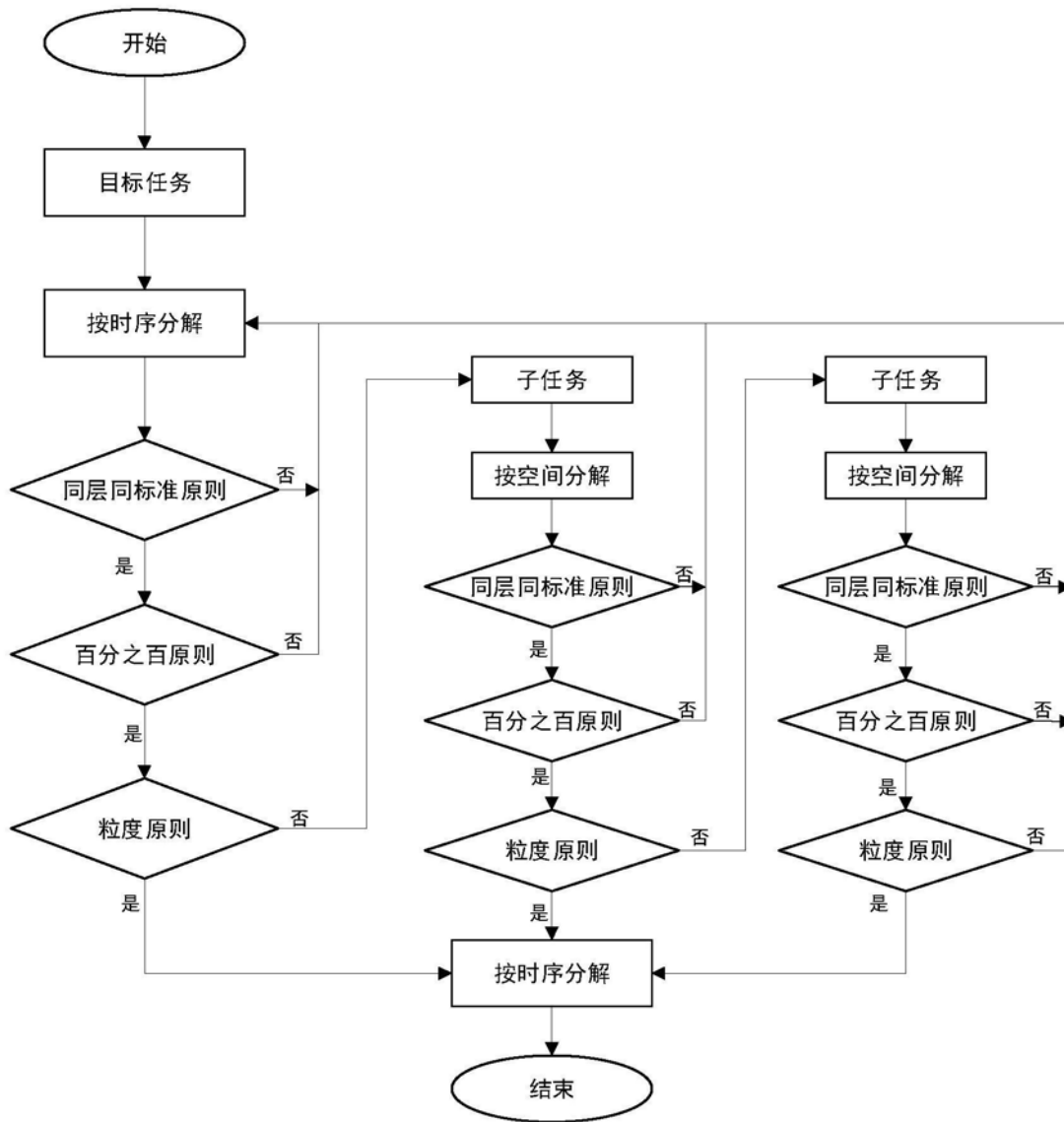


图3

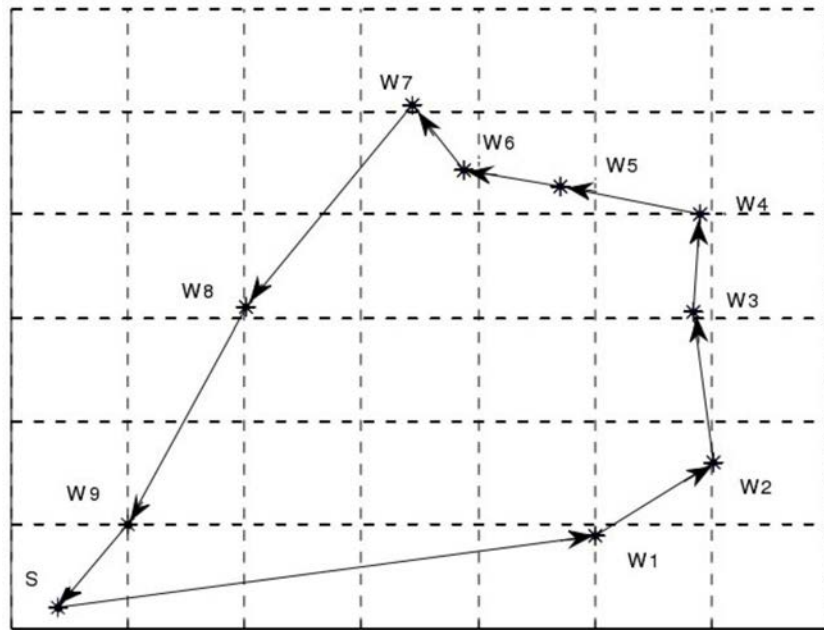


图4

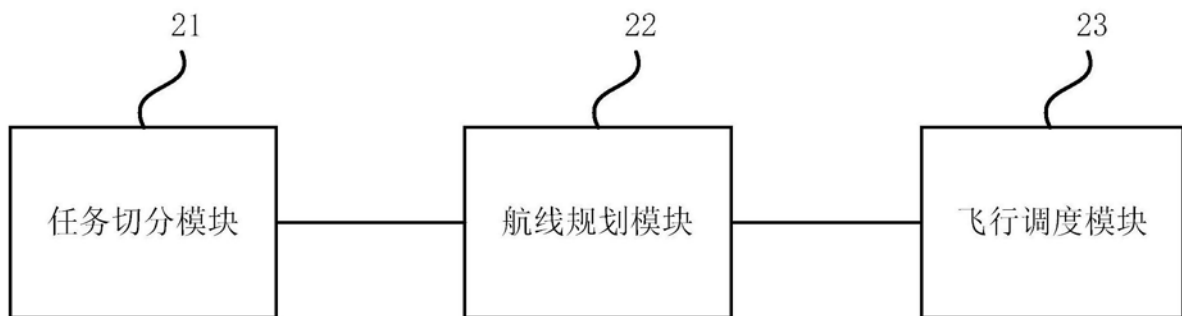


图5