



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106920004 A

(43)申请公布日 2017. 07. 04

(21)申请号 201710061168.7

(22)申请日 2017.01.25

(71)申请人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街174号

(72)发明人 阎春平 吴电建

(74)专利代理机构 重庆博凯知识产权代理有限公司 50212

代理人 黄河 赵英

(51)Int.Cl.

G06Q 10/04(2012.01)

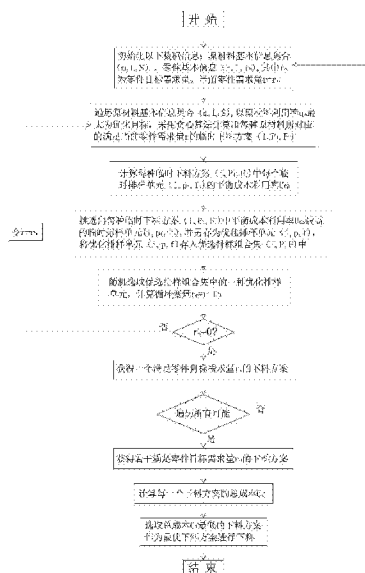
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54)发明名称

一种基于成本动态平衡的一维下料方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于成本动态平衡的一维下料方法,能够动态适应原材料成本和排样成本之间的变化,以总成本最小的下料方案对原材料进行下料。包括以下步骤:初始化数据信息,包括当前零件需求量 $r=r_0$;计算出满足当前零件需求量 r 的临时下料方案;计算每种临时下料方案中临时排样单元的成本平衡利用率 $U_{CB}=U_{SC}+U_{PC}$;挑选每种临时下料方案中 U_{CB} 最高的优化排样单元 (i, p, f) ,组成优选排样组合集 (I, P, F) ;随机选取优选排样组合集 (I, P, F) 中的一个优化排样单元 (i, p, f) ,计算循环变量 $r_p=r-fp$;判断 r_p 是否为零,然后进行迭代运算,直到 $r_p=0$,获取一个满足零件目标需求量 r_0 的下料方案;遍历所有可能,获得若干满足零件目标需求量 r_0 的下料方案;计算每个下料方案的总成本 C_T ;选取总成本 C_T 最低的下料方案作为最优下料方案进行下料。



1. 一种基于成本动态平衡的一维下料方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤101:初始化以下数据信息:

原材料基本信息集合 (m, L, S) , 其中 m 为原材料种类数量, L 为原材料长度集合, $L = \{L_1, L_2, \dots, L_m\}$, $L_i \in L$, i 为原材料编号, $i \in \{1, 2, \dots, m\}$, L_i 表示第 i 种原材料的长度; S 为原材料供应量集合, 原材料供应量充足;

零件基本信息 (n, l, r_o) , 其中 n 为零件种类数量, l 为零件长度集合: $l = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}$, r_o 为零件目标需求量: $r_o = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$, $r_j \in r$, $j \in \{1, 2, \dots, n\}$, r_j 表示第 j 种零件的需求量;

当前零件需求量 $r = r_o$;

步骤102:遍历原材料基本信息集合 (m, L, S) , 为每种原材料计算出满足当前零件需求量 r 的临时下料方案:从 $i = 1$ 开始以原材料利用率 u_s 最大为优化目标,采用贪心算法计算出第 i 种原材料所对应临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) , 得到以第 i 种原材料进行排样并满足当前零件需求量 r 的临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) , 直到 $i = m$;

其中, P_T 为由临时排样 p_t 组合成的临时排样集合; f_t 为临时排样 p_t 对应的临时排样次数; F_T 为临时排样次数 f_t 组合成的临时排样次数集合;

其中, $p_t = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, $p_j \in p_t$, $j \in \{1, 2, \dots, n\}$, p_j 表示第 j 种零件在临时排样 p_t 中能够切割出的个数;

步骤103:计算每种临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) 中每个临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 的成本平衡利用率 $U_{CB} = U_{SC} + U_{PC}$, 其中, U_{SC} 为材料成本利用率, U_{PC} 为排样成本利用率;

步骤104:挑选出每种临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) 中成本平衡利用率 U_{CB} 最高的临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) , 并另存为优化排样单元 (i, p, f) , 其中, p 为优化排样, $p = p_{t-i}$; f 为优化排样次数, $f = f_{t-i}$;

步骤105:将每种原材料对应的优化排样单元 (i, p, f) 存入优选排样组合集 (I, P, F) 中, 其中, I 为优选原材料编号集合, P 为优选排样集合, F 为优选排样次数集合;

步骤106:随机选取优选排样组合集 (I, P, F) 中的一个优化排样单元 (i, p, f) , 计算选取该优化排样单元 (i, p, f) 后的循环变量 r_p , 其中, $r_p = r - f p$;

步骤107:判断步骤106中的循环变量 r_p 是否为零;若否,则令当前零件需求量 $r = r_p$, 回到步骤102, 直到满足 $r_p = 0$, 从而通过选取的优化排样单元 (i, p, f) , 组合成一个满足零件目标需求量 r_o 的下料方案, 进入步骤108;若是,通过选取的优化排样单元 (i, p, f) , 组合成一个满足零件目标需求量 r_o 的下料方案, 进入步骤108;

步骤108:判断是否遍历所有可能,若否,则回到步骤1;若遍历完所有可能,则获得若干满足零件目标需求量 r_o 的下料方案;

步骤109:计算步骤108中每一个下料方案的总成本 C_T , $C_T = C_P + C_S$, 其中, C_S 为一个下料方案中材料成本总和, C_P 为一个下料方案中排样成本总和;

步骤1010:选取步骤109中总成本 C_T 最低的下料方案作为最优下料方案进行下料。

2. 根据权利要求1所述的基于成本动态平衡的一维下料方法,其特征在于:步骤102中每种临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 的原材料利用率计算公式如下:

$$u_s = \frac{\sum_{j=1}^n l_j p_j}{L_i}, \text{ 其中 } L_i \text{ 为第 } i \text{ 种原材料长度, } l_j \text{ 为第 } j \text{ 种零件长度, } p_j \text{ 表示第 } j \text{ 种零件在临时排样 } p_t \text{ 中能够切割出的个数;}$$

步骤102中第*i*种原材料的临时下料方案(*i*, P_{T-i} , F_{T-i})按如下步骤获取:

步骤201:以 $\max u_s$ 为优化目标,并以 $\sum_{j=1}^n l_j p_j < L_i, 0 \leq p_j \leq r_j$ 为约束条件获取一种临时排样 p_t ,其中, r_j 为第*j*种零件的需求量;并根据当前零件需求量 r 计算临时排样次数 f_t ,从而组成临时排样单元(*i*, p_{t-i} , f_{t-i})并加入临时下料方案(*i*, P_{T-i} , F_{T-i})中;

步骤202:设置循环变量 $r_q = r - f_t p_t$,判断循环变量 r_q 是否为零;若否,则令当前零件需求量 $r = r_q$,回到步骤201,直到循环变量 $r_q = 0$,从而获得由临时排样单元(*i*, p_{t-i} , f_{t-i})组合成的一种临时下料方案(*i*, P_{T-i} , F_{T-i}),进入步骤103;若是,则获得由临时排样单元(*i*, p_{t-i} , f_{t-i})组合成的一种临时下料方案(*i*, P_{T-i} , F_{T-i}),进入步骤103。

3.根据权利要求1所述基于成本动态平衡的一维下料方法,其特征在于:步骤103中每种临时排样单元(*i*, p_{t-i} , f_{t-i})的材料成本利用率 U_{sc} 均按如下步骤计算:

步骤301:计算临时排样单元(*i*, p_{t-i} , f_{t-i})的原材料利用率 u_s ,按如下公式:

$$u_s = \frac{\sum_{j=1}^n l_j p_j}{L_i}, \text{ 其中 } L_i \text{ 为第 } i \text{ 种原材料长度, } l_j \text{ 为第 } j \text{ 种零件长度, } p_j \text{ 表示第 } j \text{ 种零件在临时排样 } p_t \text{ 中能够切割出的个数;}$$

步骤302:计算临时排样单元(*i*, p_{t-i} , f_{t-i})的原材料成本权重 W_{sc} ,原材料成本权重 W_{sc} 为该临时排样单元的材料成本与该临时排样单元的总成本之比,按如下公式:

$$W_{sc} = \frac{L_i c_s f_{t-i}}{L_i c_s f_{t-i} + c_p}, \text{ 其中, } c_s \text{ 为单位长度的原材料成本, } c_p \text{ 为临时排样单元 } (i, p_{t-i}, f_{t-i}) \text{ 的平均排样成本, } f_t \text{ 为临时排样次数, } L_i \text{ 为第 } i \text{ 种原材料长度;}$$

步骤303:根据步骤301与步骤302中分别计算出的原材料利用率 u_s 、原材料成本权重 W_{sc} 计算材料成本利用率 U_{sc} ,按如下公式: $U_{sc} = u_s W_{sc}$ 。

4.根据权利要求1所述基于成本动态平衡的一维下料方法,其特征在于:步骤103中每种临时排样单元(*i*, p_{t-i} , f_{t-i})的排样成本利用率 U_{pc} 均按如下步骤计算:

步骤401:计算排样利用率 u_p ,排样利用率 u_p 是指临时下料方案(*i*, P_{T-i} , F_{T-i})中的一个临时排样单元(*i*, p_{t-i} , f_{t-i})的临时排样次数 f_{t-i} 与该临时下料方案(*i*, P_{T-i} , F_{T-i})中具有最大临时排样次数的另一个临时排样单元的最大临时排样次数 $f_{t-\max}$ 的比值,即 $u_p = \frac{f_{t-i}}{f_{t-\max}}$;

步骤402:计算临时排样单元(*i*, p_{t-i} , f_{t-i})的排样成本权重 W_{pc} ,排样成本权重 W_{pc} 为该临时排样单元的材料成本与该临时排样单元的总成本之比,按如下公式:

$$W_{pc} = \frac{c_p}{L_i c_s f_{t-i} + c_p};$$

步骤403:根据步骤401与步骤402中分别计算出的排样利用率 u_p 、排样成本权重 W_{pc} 计算排样成本利用率 U_{pc} ,按如下公式: $U_{pc} = u_p W_{pc}$ 。

一种基于成本动态平衡的一维下料方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种一维下料方法,尤其是一种综合考虑原料成本和排样成本的优化下料方法。

背景技术

[0002] 一维下料是指仅在原材料(如钢管、钢筋)的一个方向上进行切割形成若干条材零件(以下简称零件)的下料方法。在实际生产加工过程中,往往会存在着包含大量不同尺寸的零件的下料订单,这种订单中的所有零件都需要同时在已有的原材料上进行排样设计(包括排样和排样次数即排样单元)和切割加工。其中排样设计是根据订单中零件的种类和每种零件的长度来确定的,一个满足零件需求量的下料方案往往由多种排样设计组合而成。目前,一维下料方案的优化设计主要着眼于通过排样组合的优化来尽可能提高原材料的利用率,这样虽能够保证原材料具有较高的利用率,降低原材料成本,但是这样的下料方案中往往会包含大量不同的排样设计,从而导致在后续的切割加工过程中,为了满足不同类型排样设计的切换,现场切割加工人员需要及时地调整刀具的位置、甚至更换其切割加工刀具,这些后续的操作都会增加整个下料过程的生产成本,此处产生的成本统称为排样成本,排样成本一般通过现场有经验的切割加工人员或该专业领域的专家直接给定。

[0003] 排样成本的增加往往会导致依据当前下料方案进行的切割加工所需加工总成本的增大。显然,单纯以原材料利用率为优化目的一维下料方法已无法满足降低总成本的需求。

发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的上述不足,本发明的目的是提供一种基于成本动态平衡的一维下料方法,能够动态适应原材料成本和排样成本之间的变化,以总成本最小的下料方案对原材料进行下料。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用了如下技术手段:一种基于成本动态平衡的一维下料方

[0006] 法,包括以下步骤:

[0007] 步骤101:初始化以下数据信息:

[0008] 原材料基本信息集合 (m, L, S) ,其中 m 为原材料种类数量, L 为原材料长度集合, $L = \{L_1, L_2, \dots, L_m\}$, $L_i \in L$, i 为原材料编号, $i \in \{1, 2, \dots, m\}$, L_i 表示第 i 种原材料的长度; S 为原材料供应量集合,原材料供应量充足;

[0009] 零件基本信息 (n, l, r_0) ,其中 n 为零件种类数量, l 为零件长度集合: $l = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}$, r_0 为零件目标需求量: $r_0 = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$, $r_j \in r$, $j \in \{1, 2, \dots, n\}$, r_j 表示第 j 种零件的需求量;

[0010] 当前零件需求量 $r = r_0$;

[0011] 步骤102:遍历原材料基本信息集合 (m, L, S) ,为每种原材料计算出满足当前零件

需求量 r 的临时下料方案:从 $i=1$ 开始以原材料利用率 u_s 最大为优化目标,采用贪心算法计算出第 i 种原材料所对应临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) ,得到以第 i 种原材料进行排样并满足当前零件需求量 r 的临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) ,直到 $i=m$;

[0012] 其中, P_T 为由临时排样 p_t 组合成的临时排样集合; f_t 为临时排样 p_t 对应的临时排样次数; F_T 为临时排样次数 f_t 组合成的临时排样次数集合;

[0013] 其中, $p_t = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, $p_j \in p_t$, $j \in \{1, 2, \dots, n\}$, p_j 表示第 j 种零件在临时排样 p_t 中能够切割出的个数;

[0014] 步骤103:计算每种临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) 中每个临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 的成本平衡利用率 $U_{CB} = U_{SC} + U_{PC}$,其中, U_{SC} 为材料成本利用率, U_{PC} 为排样成本利用率;

[0015] 步骤104:挑选出每种临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) 中成本平衡利用率 U_{CB} 最高的临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) ,并另存为优化排样单元 (i, p, f) ,其中, p 为优化排样, $p = p_{t-i}$; f 为优化排样次数, $f = f_{t-i}$;

[0016] 步骤105:将每种原材料对应的优化排样单元 (i, p, f) 存入优选排样组合集 (I, P, F) 中,其中, I 为优选原材料编号集合, P 为优选排样集合, F 为优选排样次数集合;

[0017] 步骤106:随机选取优选排样组合集 (I, P, F) 中的一个优化排样单元 (i, p, f) ,计算选取该优化排样单元 (i, p, f) 后的循环变量 r_p ,其中, $r_p = r - fp$;

[0018] 步骤107:判断步骤106中的循环变量 r_p 是否为零;若否,则令当前零件需求量 $r = r_p$,回到步骤102,直到满足 $r_p = 0$,从而通过选取的优化排样单元 (i, p, f) ,组合成一个满足零件目标需求量 r_0 的下料方案,进入步骤108;若是,通过选取的优化排样单元 (i, p, f) ,组合成一个满足零件目标需求量 r_0 的下料方案,进入步骤108;

[0019] 步骤108:判断是否遍历所有可能,若否,则回到步骤1;若遍历完所有可能,则获得若干满足零件目标需求量 r_0 的下料方案;

[0020] 步骤109:计算步骤108中每一个下料方案的总成本 C_T , $C_T = C_P + C_S$,其中, C_S 为一个下料方案中材料成本总和, C_P 为一个下料方案中排样成本总和;

[0021] 步骤1010:选取步骤109中总成本 C_T 最低的下料方案作为最优下料方案进行下料。

[0022] 进一步的,步骤102中每种临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 的原材料利用率的计算公式如下:

[0023]
$$u_s = \frac{\sum_{j=1}^n l_j p_j}{L_i},$$
 其中 L_i 为第 i 种原材料长度, l_j 为第 j 种零件长度, p_j 表示第 j 种零件在

临时排样 p_t 中能够切割出的个数;

[0024] 步骤102中第 i 种原材料的临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) 按如下步骤获取:

[0025] 步骤201:以 $\max u_s$ 为优化目标,并以 $\sum_{j=1}^n l_j p_j < L_i$, $0 \leq p_j \leq r_j$ 为约束条件获取一种临时排样 p_t ,其中, r_j 为第 j 种零件的需求量;并根据当前零件需求量 r 计算临时排样次数 f_t ,从而组成临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 并加入临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) 中;

[0026] 步骤202:设置循环变量 $r_q = r - f_t p_t$,判断循环变量 r_q 是否为零;若否,则令当前零件需求量 $r = r_q$,回到步骤201,直到循环变量 $r_q = 0$,从而获得由临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 组合成的一种临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) ,进入步骤103;若是,则获得由临时排样单元 $(i,$

p_{t-i}, f_{t-i}) 组合成的一种临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) , 进入步骤103。

[0027] 进一步的, 步骤103中每种临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 的材料成本利用率 U_{sc} 均按如下步骤计算:

[0028] 步骤301: 计算临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 的原材料利用率 u_s , 按如下公式:

[0029]
$$u_s = \frac{\sum_{j=1}^n l_j p_j}{L_i}$$
, 其中 L_i 为第 i 种原材料长度, l_j 为第 j 种零件长度, p_j 表示第 j 种零件在

临时排样 p_t 中能够切割出的个数;

[0030] 步骤302: 计算临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 的原材料成本权重 W_{sc} , 原材料成本权重 W_{sc} 为该临时排样单元的材料成本与该临时排样单元的总成本之比, 按如下公式:

[0031]
$$W_{sc} = \frac{L_i c_s f_{t-i}}{L_i c_s f_{t-i} + c_p}$$
, 其中, c_s 为单位长度的原材料成本, c_p 为临时排样单元 $(i, p_{t-i},$

$f_{t-i})$ 的平均排样成本, f_t 为临时排样次数, L_i 为第 i 种原材料长度;

[0032] 步骤303: 根据步骤301与步骤302中分别计算出的原材料利用率 u_s 、原材料成本权重 W_{sc} 计算材料成本利用率 U_{sc} , 按如下公式: $U_{sc} = u_s W_{sc}$ 。

[0033] 进一步的, 步骤103中每种临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 的排样成本利用率 U_{pc} 均按如下步骤计算:

[0034] 步骤401: 计算排样利用率 u_p , 排样利用率 u_p 是指临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) 中的一个临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 的临时排样次数 f_{t-i} 与该临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) 中具有最大临时排样次数的另一个临时排样单元的最大临时排样次数 $f_{t-\max}$ 的比值, 即 $u_p = \frac{f_{t-i}}{f_{t-\max}}$;

[0035] 步骤402: 计算临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 的排样成本权重 W_{pc} , 排样成本权重 W_{pc} 为该临时排样单元的材料成本与该临时排样单元的总成本之比, 按如下公式:

[0036]
$$W_{pc} = \frac{c_p}{L_i c_s f_{t-i} + c_p}$$
;

[0037] 步骤403: 根据步骤401与步骤402中分别计算出的排样利用率 u_p 、排样成本权重 W_{pc} 计算排样成本利用率 U_{pc} , 按如下公式: $U_{pc} = u_p W_{pc}$ 。

[0038] 与现有技术中单纯原材料成本的一维下料方法相比, 本发明的成本平衡一维下料方法具有如下有益效果:

[0039] 1、首先为每种原材料挑选出满足当前零件需求量的临时下料方案 (i, P_T, F_T) , 这样就将所有原材料都纳入了最优下料方案考虑的范围内, 是保证最优下料方案具有原材料多样性的前提。挑选临时下料方案 (i, P_T, F_T) 的过程采用的是贪心算法—每次选取局部最优进行组合, 这样能够大大提高运算速度并降低数据存储量, 同时只为每种原材料挑选出一种临时下料方案 (i, P_T, F_T) , 大大减少了计算结果, 从而能够降低后续步骤的计算量。

[0040] 2、然后再从每个临时下料方案 (i, P_T, F_T) 中挑选出一个成本平衡利用率 U_{CB} 最高的临优化排样单元 (i, p, f) , 组成优选排样组合集 (I, P, F) , 成本平衡利用率 U_{CB} 是由材料成本利用率 U_{sc} 和排样成本利用率 U_{pc} 两部分组成, 而材料成本利用率 U_{sc} 和排样成本利用率 U_{pc} 两者之间大多时候是互相对立的: 其中一个的提高会导致另一个的降低。因此, 引入成本平衡利用率 U_{CB} 来调和材料成本利用率 U_{sc} 和排样成本利用率 U_{pc} 之间的矛盾, 使选取的优化排样

单元 (i, p, f) 的综合利用率最高, 是降低总成本的基本保障。

[0041] 3. 采用本发明的一维下料方法能够获得由多种下料方案, 并且能够产生出由不同原材料的优化排样单元 (i, p, f) 组合成的单个下料方案, 从而能够获得比现有技术中的单一原材料下料方案的总成本更低的最优下料方案。

附图说明

[0042] 图1为本发明的流程框图。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图和具体实施方式对本发明的技术方案作进一步的说明。

[0044] 一种基于成本动态平衡的一维下料方法, 包括以下步骤:

[0045] 步骤101: 初始化以下数据信息:

[0046] 原材料基本信息集合 (m, L, S) , 其中 m 为原材料种类数量, L 为原材料长度集合, $L = \{L_1, L_2, \dots, L_m\}$, $L_i \in L$, i 为原材料编号, $i \in \{1, 2, \dots, m\}$, L_i 表示第 i 种原材料的长度; S 为原材料供应量集合, 原材料供应量充足;

[0047] 零件基本信息 (n, l, r_o) , 其中 n 为零件种类数量, l 为零件长度集合: $l = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}$, r_o 为零件目标需求量: $r_o = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$, $r_j \in r$, $j \in \{1, 2, \dots, n\}$, r_j 表示第 j 种零件的需求量;

[0048] 当前零件需求量 $r = r_o$;

[0049] 步骤102: 遍历原材料基本信息集合 (m, L, S) , 为每种原材料计算出满足当前零件需求量 r 的临时下料方案: 从 $i = 1$ 开始以原材料利用率 u_s 最大为优化目标, 采用贪心算法计算出第 i 种原材料所对应临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) , 得到以第 i 种原材料进行排样并满足当前零件需求量 r 的临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) , 直到 $i = m$;

[0050] 其中, P_T 为由临时排样 p_t 组合成的临时排样集合; f_t 为临时排样 p_t 对应的临时排样次数; F_T 为临时排样次数 f_t 组合成的临时排样次数集合;

[0051] 其中, $p_t = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, $p_j \in p_t$, $j \in \{1, 2, \dots, n\}$, p_j 表示第 j 种零件在临时排样 p_t 中能够切割出的个数;

[0052] 步骤103: 计算每种临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) 中每个临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 的成本平衡利用率 $U_{CB} = U_{sc} + U_{pc}$, 其中, U_{sc} 为材料成本利用率, U_{pc} 为排样成本利用率;

[0053] 步骤104: 挑选出每种临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) 中成本平衡利用率 U_{CB} 最高的临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) , 并另存为优化排样单元 (i, p, f) , 其中, p 为优化排样, $p = p_{t-i}$; f 为优化排样次数, $f = f_{t-i}$;

[0054] 步骤105: 将每种原材料对应的优化排样单元 (i, p, f) 存入优选排样组合集 (I, P, F) 中, 其中, I 为优选原材料编号集合, P 为优选排样集合, F 为优选排样次数集合;

[0055] 步骤106: 随机选取优选排样组合集 (I, P, F) 中的一个优化排样单元 (i, p, f) , 计算选取该优化排样单元 (i, p, f) 后的循环变量 r_p , 其中, $r_p = r - fp$;

[0056] 步骤107: 判断步骤106中的循环变量 r_p 是否为零; 若否, 则令当前零件需求量 $r = r_p$, 回到步骤102, 直到满足 $r_p = 0$, 从而通过选取的优化排样单元 (i, p, f) , 组合成一个满足零件目标需求量 r_o 的下料方案, 进入步骤108; 若是, 通过选取的优化排样单元 (i, p, f) , 组

合成一个满足零件目标需求量 r_0 的下料方案,进入步骤108;

[0057] 步骤108:判断是否遍历所有可能,若否,则回到步骤1;若遍历完所有可能,则获得若干满足零件目标需求量 r_0 的下料方案.遍历所有可能是指以当前零件需求量 $r=r_0$ 挑选出的优选排样组合集(I,P,F)中的每一个优化排样单元(i,p,f)与其余以当前零件需求量 $r=r_p$ 挑选出的优选排样组合集(I,P,F)中的优化排样单元(i,p,f)所能产生的最终满足零件目标需求量 r_0 的全部组合。

[0058] 步骤109:计算步骤108中每一个下料方案的总成本 C_T , $C_T=C_p+C_s$,其中, C_s 为一个下料方案中材料成本总和, C_p 为一个下料方案中排样成本总和。

[0059] 步骤1010:选取步骤109中总成本 C_T 最低的下料方案作为最优下料方案进行下料。

[0060] 本具体实施方式中:步骤102中每种临时排样单元(i, p_{t-i} , f_{t-i})的原材料利用率 u_s 的计算公式如下:

[0061]
$$u_s = \frac{\sum_{j=1}^n l_j p_j}{L_i},$$
 其中 L_i 为第i种原材料长度, l_j 为第j种零件长度, p_j 表示第j种零件在

临时排样 p_t 中能够切割出的个数;

[0062] 步骤102中第i种原材料的临时下料方案(i, P_{T-i} , F_{T-i})按如下步骤获取:

[0063] 步骤201:以 $\max u_s$ 为优化目标,并以 $\sum_{j=1}^n l_j p_j < L_i$, $0 \leq p_j \leq r_j$ 为约束条件获取一种

临时排样 p_t ,其中, r_j 为第j种零件的需求量;并根据当前零件需求量 r 计算临时排样次数 f_t ,从而组成临时排样单元(i, p_{t-i} , f_{t-i})并加入临时下料方案(i, P_{T-i} , F_{T-i})中;

[0064] 步骤202:设置循环变量 $r_q=r-f_t p_t$,判断循环变量 r_q 是否为零;若否,则令当前零件需求量 $r=r_q$,回到步骤201,直到循环变量 $r_q=0$,从而获得由临时排样单元(i, p_{t-i} , f_{t-i})组合成的一种临时下料方案(i, P_{T-i} , F_{T-i}),进入步骤103;若是,则获得由临时排样单元(i, p_{t-i} , f_{t-i})组合成的一种临时下料方案(i, P_{T-i} , F_{T-i}),进入步骤103。此步骤中的临时下料方案(i, p_{t-i} , f_{t-i})是满足当前零件需求量 $r=r_p$ 的临时下料方案。

[0065] 本具体实施方式中:步骤103中每种临时排样单元(i, p_{t-i} , f_{t-i})的材料成本利用率 U_{sc} 均按如下步骤计算:

[0066] 步骤301:计算临时排样单元(i, p_{t-i} , f_{t-i})的原材料利用率 u_s ,按如下公式:

[0067]
$$u_s = \frac{\sum_{j=1}^n l_j p_j}{L_i},$$
 其中 L_i 为第i种原材料长度, l_j 为第j种零件长度, p_j 表示第j种零件在

临时排样 p_t 中能够切割出的个数;

[0068] 步骤302:计算临时排样单元(i, p_{t-i} , f_{t-i})的原材料成本权重 W_{sc} ,原材料成本权重 W_{sc} 为该临时排样单元的材料成本与该临时排样单元的总成本之比,按如下公式:

[0069]
$$W_{sc} = \frac{L_i c_s f_{t-i}}{L_i c_s f_{t-i} + c_p},$$
 其中, c_s 为单位长度的原材料成本, c_p 为临时排样单元(i, p_{t-i} ,

f_{t-i})的平均排样成本, f_t 为临时排样次数, L_i 为第i种原材料长度;

[0070] 步骤303:根据步骤301与步骤302中分别计算出的原材料利用率 u_s 、原材料成本权重 W_{sc} 计算材料成本利用率 U_{sc} ,按如下公式: $U_{sc}=u_s W_{sc}$ 。

[0071] 本具体实施方式中:步骤103中每种临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 的排样成本利用率 U_{PC} 均按如下步骤计算:

[0072] 步骤401:计算排样利用率 u_p ,排样利用率 u_p 是指临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) 中的一个临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 的临时排样次数 f_{t-i} 与该临时下料方案 (i, P_{T-i}, F_{T-i}) 中具有最大临时排样次数的另一个临时排样单元的最大临时排样次数 $f_{t-\max}$ 的比值,即 $u_p = \frac{f_{t-i}}{f_{t-\max}}$;

[0073] 步骤402:计算临时排样单元 (i, p_{t-i}, f_{t-i}) 的排样成本权重 W_{PC} ,排样成本权重 W_{PC} 为该临时排样单元的材料成本与该临时排样单元的总成本之比,按如下公式:

$$[0074] \quad W_{PC} = \frac{c_p}{L_i c_s f_{t-i} + c_p};$$

[0075] 步骤403:根据步骤401与步骤402中分别计算出的排样利用率 u_p 、排样成本权重 W_{PC} 计算排样成本利用率 U_{PC} ,按如下公式: $U_{PC} = u_p W_{PC}$ 。

[0076] 下面分别进行成本平衡利用率 U_{BC} 分析以及总成本对比

[0077] 一、成本平衡利用率 U_{CB} 分析

[0078] 设原材料长度为100,共有三种零件,分别是零件1、零件2、零件3,零件目标需求量 $r_o = \{6, 9, 5\}$,原材料和零件基本信息如表1所示:

[0079] 表1原材料和零件基本信息

	对象	长度	供应量/需求量
	原材料	100	充足
[0080]	零件 1	40	6
	零件 2	50	9
	零件 3	55	5

[0081] 基于表1中的原材料和零件基本信息按照本发明方法生成的一种满足零件目标需求量 r_o 的下料方案,如表2所示:

[0082] 表2

[0083]

排样号	零件 1	零件 2	零件 3	原材料利用率	排样次数
1	0	2	0	100%	4
2	1	0	1	95%	5
3	1	1	0	90%	1

[0084] 同时给出3组成本设定,每组成本设定由单位长度的原材料成本 c_s 与平均排样成本 c_p 组成,如表3所示:

[0085] 表3

	成本设定	c_s	c_p
[0086]	第 1 组	1	50
	第 2 组	1	150
	第 3 组	2	150

[0087] 结合表2的原材料利用率 u_s 、排样次数 f 与表3中的成本设定分别计算3组成本设定下的成本平衡利用率 U_{CB} , 计算结果如表4所示:

[0088] 表4

[0089]

成本平衡利用率 U_{CB}	排样 1	排样 2	排样 3
第 1 组成本设定	97.78%	95.45%	66%
第 2 组成本设定	94.54%	96.16%	48%
第 3 组成本设定	96.84%	95.65%	60%

[0090] 注: 此处排样是指优化排样单元。

[0091] 1) 对比第1组成本设定与第2组成本设定下的成本平衡利用率 U_{CB} : 第1组成本设定与第2组成本设定的原材料成本 c_s 相同, 但第2组成本设定的平均排样成本 c_p 比第1组成本设定的平均排样成本 c_p 高, 第1组成本设定下成本平衡利用率 U_{CB} 最高的是排样1, 当平均排样成本增加时, 也即是在第2组成本设定下时, 成本平衡利用率 U_{CB} 最高的是排样2, 由此可得: 当原材料成本相同时, 平均排样成本的增大能增加排样成本利用率在成本平衡利用率中的权重, 从而使得排样成本利用率高的排样的成本平衡利用率增大。

[0092] 2) 对比第2组成本设定与第3组成本设定下的成本平衡利用率 U_{CB} : 最高成本均衡利用率 U_{CB} 从排样2变为排样1表明: 当平均排样成本相同时, 原材料成本的增大能增加材料成本利用率在成本平衡利用率中的权重, 从而使得材料成本利用率高的排样的成本平衡利用率增大。

[0093] 3) 综上所述, 每种排样的成本平衡利用率均 U_{CB} 能同时响应其材料成本和排样成本的变化, 成本平衡利用率 U_{CB} 是动态平衡材料成本和排样成本的综合性指标, 是降低总成本的基本保障。

[0094] (二) 实例成本对比分析

[0095] 本实施例中: 原材料种类数量 $m=5$, 原材料长度 $L=\{737, 693, 206, 811, 286\}$, 原材料供应量充足, 零件目标需求量 $r_o=\{7, 7, 5, 8, 6, 2, 2, 9, 6, 6\}$, 零件种类数量 $n=10$, 零件长度集合 $l=\{105, 110, 118, 68, 106, 93, 124, 125, 102, 67\}$ 。

[0096] 给出两组不同的成本设定:

[0097] a. 单位原材料成本 $c_s=1$, 平均排样成本 $c_p=5$ 。

[0098] b. 单位原材料成本 $c_s=1$, 平均排样成本 $c_p=50$ 。

[0099] 同时采用本发明方法与现有技术的两种优化方案来计算基于上述原材料信息与零件信息所获得的下料方案的总成本, 现有技术中两种优化方法分别是: 一种是通用的列

生成算法,另一种是来自于<http://www.gxnu.edu.cn/Personal/ydcui/html/SoftDown.htm>的一个优化排样软件,计算结果如表5所示:

[0100] 表5

[0101]

成本设定	列生成算法	网上的一种 排样软件	成本设定 a 对 应的下料方案	成本设定 b 对 应的下料方案
$c_s = 1, \quad c_p = 5$	6006	5983	5892	5897
$c_s = 1, \quad c_p = 50$	6456	6163	6117	6032

[0102] 由表5可知,对于相同的成本设定,与现有技术中的优化下料方法相比,本发明的一维下料方法所获取的下料方案的总成本最小。

[0103] 表5中成本设定a对应的下料方案是指采用本发明方法以成本设定a计算出的一种下料方案;成本设定b对应的下料方案是指采用本发明方法以成本设定b计算出的另一种下料方案;然后再计算相同成本设定下,所述两种下料方案的总成本。对比成本设定a对应的下料方案与本设定b对应的下料方案的总成本可知,本发明对于成本设定的变化,具有良好的适应性能,总能挑选出总成本最低的下料方案。

[0104] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

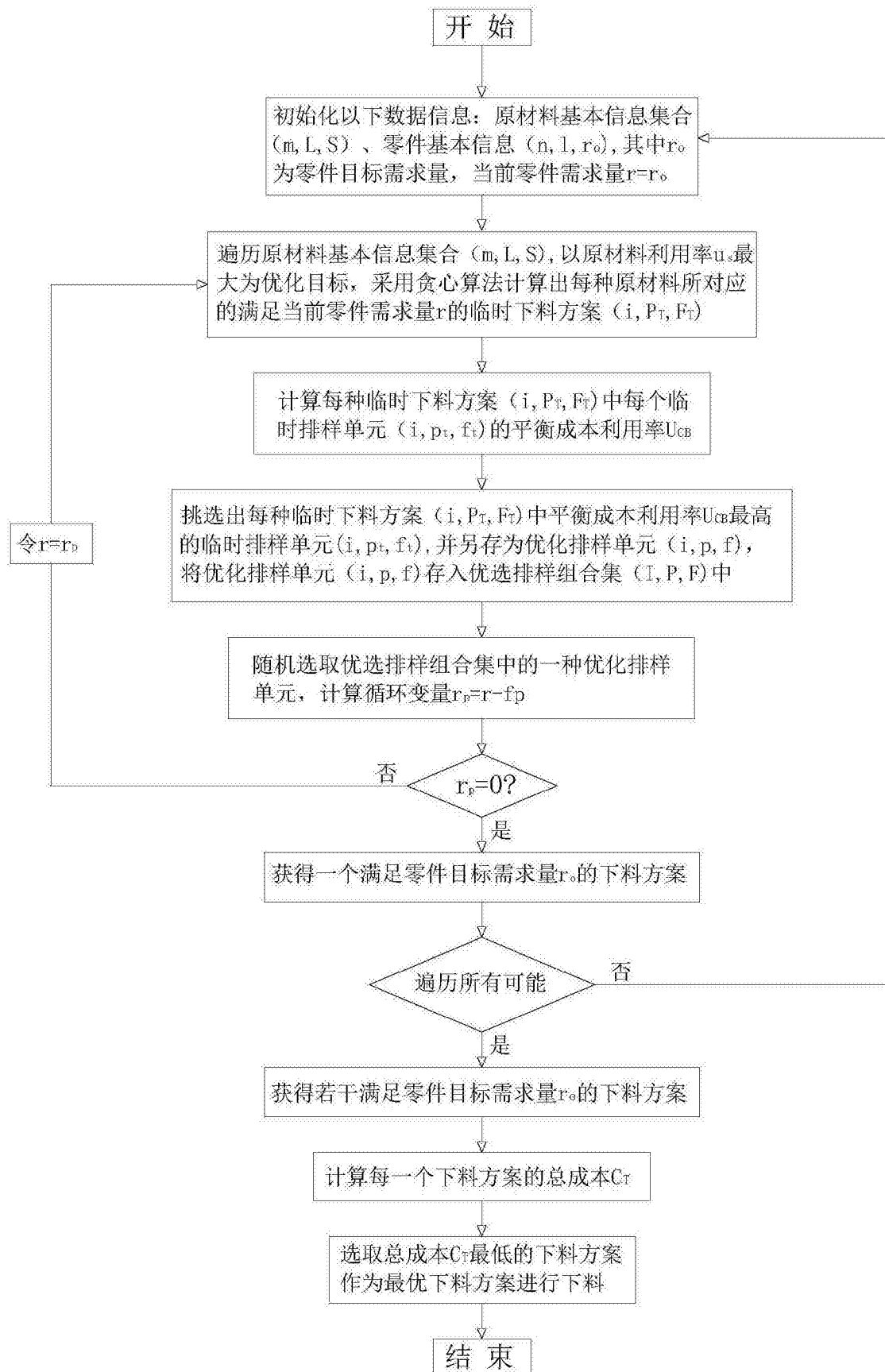


图1