

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 546**

51 Int. Cl.:

B22C 9/02 (2006.01)

B22D 46/00 (2006.01)

G06F 17/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.12.2016 PCT/CN2016/108569**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.08.2017 WO17128863**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2016 E 16887734 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020 EP 3409398**

54 Título: **Método de optimización basado en algoritmo de búsqueda para molde de arena que utiliza una conformación de forma semifinal con una compresión flexible digital**

30 Prioridad:

26.01.2016 CN 201610049275

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

08.02.2021

73 Titular/es:

**BEIJING NATIONAL INNOVATION INSTITUTE OF
LIGHTWEIGHT LTD. (100.0%)
No. 18 Xueqing Road Haidian District
Beijing 100083, CN**

72 Inventor/es:

**SHAN, ZHONGDE;
LIU, FENG y
ZHANG, SHUAI**

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 804 546 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de optimización basado en algoritmo de búsqueda para molde de arena que utiliza una conformación de forma semifinal con una compresión flexible digital.

5

Campo técnico

La presente invención se refiere al campo de colada sin troquel, y más particularmente a un método de optimización de conformación semifinal ("near-net") de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda.

10

Antecedentes

Debido a los problemas medioambientales cada vez más graves y a la creciente concienciación sobre la protección medioambiental de las personas, se ha creado una ola de fabricación verde a nivel mundial, que ha fomentado el desarrollo de tecnologías de fabricación verdes. Como modo de fabricación de producción de baja entropía, la fabricación verde cumple los requisitos de minimizar la contaminación medioambiental a lo largo de todo el ciclo de vida de diseño de producto, fabricación, utilización y desecho, y es inocuo o mínimamente dañino para el entorno ecológico, para lograr el propósito de protección medioambiental. Además, la fabricación verde presenta las ventajas de un alto aprovechamiento de materias primas y bajo consumo de energía.

15

20

La aplicación de una tecnología de conformación de precisión de colada sin troquel digital en la conformación de moldes de arena ha mejorado en gran medida el nivel de ecologización de la fabricación de moldes de colada en el campo de la colada, ha eliminado el procedimiento de fabricación de moldes de madera o moldes de metal y ha ahorrado una gran cantidad de materias primas. Sin embargo, la tecnología de conformación de precisión de colada sin troquel digital reduce la eficiencia de producción de lotes de moldes de arena hasta un cierto grado debido al problema de gran cantidad de retirada de arena de moldeo en un procedimiento de corte de bloque de arena, lo cual restringe gravemente el fomento de esta tecnología en la producción a gran escala en un molde de arena. Con el fin de resolver los problemas anteriores, el State Key Laboratory of Advanced Forming Technology and Equipment propone de manera innovadora una tecnología de conformación de extrusión flexible digital de molde de arena, logrando así una conformación semifinal de un molde de arena, acortando el tiempo de producción del molde de arena, mejorando la eficiencia de producción y ahorrando energía y materiales de arena de moldeo.

25

30

Algunas formas de realización de la presente invención proporcionan un método de optimización de conformación semifinal basado en un algoritmo de búsqueda para una tecnología de conformación de extrusión flexible digital de molde de arena.

35

Sumario

La presente invención proporciona un método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda, que puede implementar conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena, para reducir eficazmente los residuos de arena de moldeo, y mejorar la eficiencia de conformación y calidad de un molde de arena.

40

Para ello, la presente invención adopta las siguientes soluciones técnicas.

45

(1) dividir una zona de conformación semifinal de modelo en 3D de diseño asistido por ordenador (CAD) de molde de arena en subzonas de $m \times n$, que presentan, cada una, un tamaño de $a \times b$, según una disposición de matrices de $m \times n$ de extrusión flexible, que presentan, cada una, un tamaño de $a \times b$, en una plataforma de trabajo de extrusión flexible digital de molde de arena;

50

(2) adquirir directamente una función de superficie curva

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f_{1,1}(x, y)_{\min} & \dots & f_{1,j}(x, y)_{\min} & \dots & f_{1,n}(x, y)_{\min} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{i,1}(x, y)_{\min} & \dots & f_{i,j}(x, y)_{\min} & \dots & f_{i,n}(x, y)_{\min} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{m,1}(x, y)_{\min} & \dots & f_{m,j}(x, y)_{\min} & \dots & f_{m,n}(x, y)_{\min} \end{bmatrix}$$

55

de una cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal bajo el impulso de un modelo en 3D de CAD de molde de arena, donde $i, j \in Z$, y $1 \leq i \leq m$, $1 \leq j \leq n$;

(3) construir una función objetivo de optimización de volumen de envolvente de matriz de extrusión flexible

60

$$V(x,y) = a \times b \times \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m [f_{i,j}(x,y)_{\min}]$$

en la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal;

- 5 (4) determinar un intervalo de optimización válido

$$R = \begin{cases} x \in [\frac{am}{2} - \frac{a}{2}, \frac{am}{2} + \frac{a}{2}] \\ y \in [\frac{bn}{2} - \frac{b}{2}, \frac{bn}{2} + \frac{b}{2}] \end{cases}$$

de la posición de la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal;

10

- (5) trasladar la posición de la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal a una posición inicial de búsqueda $A_{1,1}$, que es igual a

$$(\frac{am}{2} - \frac{a}{2}, \frac{bn}{2} - \frac{b}{2});$$

15

- (6) determinar una dirección de búsqueda como una dirección de incremento de x y una dirección de incremento de y;

20

- (7) determinar parámetros de longitud de etapa de búsqueda Δx y Δy en direcciones de x e y según requisitos de error de las direcciones de x e y respectivamente;

25

- (8) realizar una búsqueda en el intervalo de optimización válido R, comparar valores de volumen de envolvente de matriz de extrusión flexible $V(x,y)_{p,q}$ calculados en un procedimiento de búsqueda, guardar un valor más grande como $V(x,y)_{\max}$, guardar la posición correspondiente como $(x,y)_{\max}$ y registrar el valor correspondiente de $f_{i,j}(x,y)_{\min}$; y

30

- (9) completar la búsqueda, trasladar la posición de la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal a $(x,y)_{\max}$ y ejecutar un procedimiento de ajuste de forma de matriz de extrusión flexible.

35

En una forma de realización ejemplificativa, una matriz de extrusión flexible digital de molde de arena es una matriz de $m \times n$ que consiste en unidades de extrusión, que presentan, cada una, una longitud de a, una anchura de b y una altura de h, y un espacio de conformación de un molde de arena de conformación semifinal en la matriz de extrusión flexible digital de molde de arena es $am \times bn \times h$. La zona de conformación semifinal de modelo en 3D de CAD de molde de arena se divide en subzonas de $m \times n$, que presentan, cada una, un tamaño de $a \times b$, según la disposición de matrices de extrusión flexible de molde de arena.

Breve descripción de los dibujos

40

Los dibujos adjuntos, que forman parte de la presente solicitud, se utilizan para proporcionar una comprensión con mayor detalle de la presente invención, y las formas de realización ejemplificativas de la presente invención y la descripción de las mismas se utilizan para explicar la presente invención, pero no constituyen limitaciones inapropiadas a la presente invención. En los dibujos:

45

la figura 1 es un diagrama esquemático de una plataforma de conformación de extrusión flexible digital de molde de arena según la presente invención;

50

la figura 2 es un diagrama esquemático de traslado de una cavidad de molde de arena de conformación semifinal a una posición inicial de búsqueda según la presente invención; y

la figura 3 es un diagrama esquemático de relleno de una cavidad de molde de arena con unidades de extrusión flexible en una posición óptima de un molde de arena de conformación semifinal según la presente invención.

55

En la presente memoria, los dibujos anteriores incluyen los siguientes números de referencia:

1, matriz de extrusión flexible; 2, molde de arena; 3, cavidad de molde de arena.

Descripción detallada de las formas de realización

60

Según formas de realización específicas de la presente invención, se proporciona un método de optimización de

conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda. El método comprende las siguientes etapas.

5 (1) Una matriz de extrusión flexible digital de molde de arena es una matriz de $m \times n$ que consiste en unidades de extrusión, que presentan, cada una, una longitud de a , una anchura de b y una altura de h , y un espacio de conformación de un molde de arena de conformación semifinal en la matriz de extrusión flexible digital de molde de arena es $am \times bn \times h$. Se divide una zona de conformación semifinal de modelo en 3D de CAD de molde de arena en subzonas de $m \times n$, que presentan, cada una, un tamaño de $a \times b$, según la disposición de matrices de extrusión flexible de molde de arena.

10 (2) Se adquiere directamente una función de superficie curva

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f_{1,1}(x, y)_{\min} & \dots & f_{1,j}(x, y)_{\min} & \dots & f_{1,n}(x, y)_{\min} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{i,1}(x, y)_{\min} & \dots & f_{i,j}(x, y)_{\min} & \dots & f_{i,n}(x, y)_{\min} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{m,1}(x, y)_{\min} & \dots & f_{m,j}(x, y)_{\min} & \dots & f_{m,n}(x, y)_{\min} \end{bmatrix}$$

15 de una cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal bajo el impulso de un modelo en 3D de CAD de molde de arena, donde $i, j \in Z$, $1 \leq i \leq m$, $1 \leq j \leq n$.

20 (3) Dado que el grado en el que una cavidad de molde de arena de conformación semifinal se aproxima a una cavidad de molde de arena es directamente proporcional al tamaño de un volumen de envolvente de una superficie de envolvente de unidad de extrusión de la cavidad de molde de arena de conformación semifinal, la optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena es equivalente a la solución de un valor máximo de un volumen de envolvente de una matriz de extrusión flexible en la cavidad de molde de arena de conformación semifinal, de modo que se establece una función objetivo $V(x, y) = a \times b \times$

25

$$\sum_{j=1}^8 \sum_{i=1}^{10} [f_{i,j}(x, y)_{\min}]$$

30 (4) Con el fin de hacer que la cavidad de molde de arena de conformación semifinal se aproxime a la cavidad de molde de arena, puede realizarse un cálculo de búsqueda para $V(x, y)$ dentro de una zona viable plana de la matriz de extrusión flexible digital de molde de arena. Dado que la matriz de extrusión flexible digital de molde de arena consiste en matrices de $m \times n$ idénticas de $axbh$, un intervalo de optimización válido puede reducirse a una zona

35

$$R = \begin{cases} x \in \left[\frac{am}{2} - \frac{a}{2}, \frac{am}{2} + \frac{a}{2} \right) \\ y \in \left[\frac{bn}{2} - \frac{b}{2}, \frac{bn}{2} + \frac{b}{2} \right) \end{cases}$$

en una plataforma de matriz de extrusión flexible digital de molde de arena.

40 (5) En un procedimiento de realizar un algoritmo de búsqueda, resulta conveniente buscar una zona viable, y la posición de la cavidad de molde de arena se desplaza en paralelo desde el centro A_1 , que es igual a $(am/2, bn/2)$, de la plataforma de matriz de extrusión flexible a una posición inicial de búsqueda $A_{1,1}$, que es igual a

45

$$\left(\frac{am}{2} - \frac{a}{2}, \frac{bn}{2} - \frac{b}{2} \right)$$

(6) Se determina una dirección de búsqueda como una dirección de incremento de x y una dirección de incremento de y .

50 (7) Se determinan parámetros de longitud de etapa de búsqueda Δx y Δy en direcciones de x e y según requisitos de error de las direcciones de x e y respectivamente.

55 (8) Se realiza una búsqueda en el intervalo de optimización válido R , se comparan valores de volumen de envolvente de matriz de extrusión flexible $V(x, y)_{p,q}$ calculados en un procedimiento de búsqueda, se guarda el valor más grande como $V(x, y)_{\max}$, se guarda la posición correspondiente como $(x, y)_{\max}$ y se registra el valor correspondiente de $f_{i,j}(x, y)_{\min}$.

(9) Después de completarse la búsqueda, se desplaza en paralelo la posición de la cavidad de molde de arena a $(x,y)_{max}$ y se aumenta o reduce la altura de cada unidad de extrusión según el valor de $f_{i,j}(x,y)_{min}$ registrado en la etapa anterior.

5

Con el fin de proporcionar una comprensión más profunda de la presente invención, a continuación se describirá en detalle la presente invención haciendo referencia a las formas de realización para un prototipo de conformación de molde de arena extrusión flexible digital de una matriz de 10x8 que consiste en unidades de extrusión flexible que presentan un tamaño de 80 mm x 80 mm x 250 mm en la figura 1 a la figura 3.

10

Tal como se muestra en la figura 1, la figura 2 y la figura 3, la presente invención se refiere a un método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda.

15

Tal como se muestra en la figura 1, una matriz 1 de extrusión flexible digital de molde de arena es una matriz de 10x8 que consiste en unidades de extrusión, que presentan, cada una, una longitud de 80 mm, una anchura de 80 mm y una altura de 250 mm. Tal como se muestra en la figura 2, un espacio 2 de conformación de un molde de arena en la matriz 1 de extrusión flexible digital de molde de arena es de 80 mm x 80 mm x 250 mm. Con el fin de estudiar el problema de discretización, se divide un plano de una matriz de extrusión flexible digital de molde de arena en 10x8 subzonas que presentan un tamaño de 80 mm x 80 mm.

20

Se establece una función de superficie curva de una cavidad 3 de molde de arena de conformación semifinal:

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f_{1,1}(x, y)_{min} & \dots & f_{1,j}(x, y)_{min} & \dots & f_{1,8}(x, y)_{min} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{i,1}(x, y)_{min} & \dots & f_{i,j}(x, y)_{min} & \dots & f_{i,8}(x, y)_{min} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{10,1}(x, y)_{min} & \dots & f_{10,j}(x, y)_{min} & \dots & f_{10,8}(x, y)_{min} \end{bmatrix},$$

25

donde $i, j \in Z$, y $1 \leq i \leq 10, 1 \leq j \leq 8$.

Dado que el grado en el que la cavidad de molde de arena de conformación semifinal se aproxima a la cavidad 3 de molde de arena es directamente proporcional al tamaño de un volumen de envolvente de una superficie de envolvente de unidad de extrusión de la cavidad de molde de arena de conformación semifinal, la optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena es equivalente a la solución de un valor máximo de un volumen de envolvente de una matriz de extrusión flexible en la cavidad 3 de molde de arena de conformación semifinal, de modo que se establece una función objetivo $V(x,y) = 80 \times 80 \times$

30

$$\sum_{j=1}^8 \sum_{i=1}^{10} [f_{i,j}(x, y)_{min}] \text{ mm}^3$$

35

En teoría, con el fin de hacer que la cavidad de molde de arena de conformación semifinal se aproxime a la cavidad 3 de molde de arena, puede realizarse un cálculo de búsqueda para $V(x,y)$ dentro de una zona viable plana de la matriz de extrusión flexible digital de molde de arena. Dado que la matriz 1 de extrusión flexible digital de molde de arena consiste en 10x8 matrices idénticas de 80 mm x 80 mm x 250 mm, un intervalo de optimización válido puede reducirse a una zona

40

$$R = \begin{cases} x \in [360\text{mm}, 440\text{mm}) \\ y \in [280\text{mm}, 360\text{mm}) \end{cases}$$

45

en el plano de matriz de extrusión flexible digital de molde de arena.

En un procedimiento de realizar un algoritmo de búsqueda, resulta conveniente buscar una zona viable, y la posición de la cavidad 3 de molde de arena se desplaza en paralelo desde el centro A1, que es igual a (400 mm, 320 mm), de la plataforma de matriz de extrusión flexible a una posición inicial de búsqueda $A_{1,1}$, que es igual a (360 mm, 280 mm).

50

Se determina una dirección de búsqueda como una dirección de incremento de x y una dirección de incremento de y.

55

Se determinan parámetros de longitud de etapa de búsqueda Δx y Δy en direcciones de x e y según requisitos de error de las direcciones de x e y respectivamente, que es igual a errores de búsqueda en las direcciones de x e y que son Δx y Δy .

5 Se realiza una búsqueda en el intervalo de optimización válido R, se comparan valores de volumen de envolvente $V(x,y)_{p,q}$ de la matriz 1 de extrusión flexible calculados en un procedimiento de búsqueda, se guarda el valor más grande como $V(x,y)_{max}$, se guarda la posición correspondiente como $(x,y)_{max}$ y se registra el valor correspondiente de $f_{i,j}(x,y)_{min}$.

10 Después de completarse la búsqueda, se desplaza en paralelo la posición de la cavidad 3 de molde de arena a $(x,y)_{max}$ y se aumenta o reduce la altura de cada unidad extrusión según el valor de $f_{i,j}(x,y)_{min}$ registrado en la etapa anterior.

15 Las descripciones anteriores son simplemente formas de realización preferidas de la presente invención y no se pretende que limiten la presente invención. Para los expertos en la materia, la presente invención puede presentar diversos cambios y modificaciones. Cualquier modificación, sustitución equivalente y mejora realizada dentro del principio de la presente invención se encontrará dentro del alcance de protección definido por las reivindicaciones adjuntas de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda, comprendiendo el método las etapas siguientes:

(1) dividir una zona de conformación semifinal de modelo en 3D de diseño asistido por ordenador (CAD) de molde de arena en subzonas de $m \times n$, que presentan cada una un tamaño de $a \times b$, según una disposición de matrices de $m \times n$ de extrusión flexible, que presentan cada una un tamaño de $a \times b$, sobre una plataforma de trabajo de extrusión flexible digital de molde de arena;

(2) adquirir directamente una función de superficie curva

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f_{1,1}(x, y)_{\min} & \dots & f_{1,j}(x, y)_{\min} & \dots & f_{1,n}(x, y)_{\min} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{i,1}(x, y)_{\min} & \dots & f_{i,j}(x, y)_{\min} & \dots & f_{i,n}(x, y)_{\min} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{m,1}(x, y)_{\min} & \dots & f_{m,j}(x, y)_{\min} & \dots & f_{m,n}(x, y)_{\min} \end{bmatrix}$$

de una cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal bajo el accionamiento de un modelo en 3D de CAD de molde de arena, en la que $i, j \in \mathbb{Z}$, y $1 \leq i \leq m$, $1 \leq j \leq n$;

(3) construir una función objetivo de optimización de volumen de envolvente de matriz de extrusión flexible

$$V(x, y) = a \times b \times \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m [f_{i,j}(x, y)_{\min}]$$

en la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal;

(4) determinar un intervalo de optimización válido

$$R = \begin{cases} x \in \left[\frac{am}{2} - \frac{a}{2}, \frac{am}{2} + \frac{a}{2} \right) \\ y \in \left[\frac{bn}{2} - \frac{b}{2}, \frac{bn}{2} + \frac{b}{2} \right) \end{cases}$$

de una posición de la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal;

(5) trasladar la posición de la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal a una posición inicial de búsqueda $A_{1,1}$, que es igual a

$$\left(\frac{am}{2} - \frac{a}{2}, \frac{bn}{2} - \frac{b}{2} \right);$$

(6) determinar una dirección de búsqueda como una dirección de incremento de x y una dirección de incremento de y ;

(7) determinar los parámetros de longitud de etapa de búsqueda Δx y Δy en las direcciones de x e y según los requisitos de error de las direcciones de x e y respectivamente;

(8) realizar una búsqueda en el intervalo de optimización válido R , comparar los valores de volumen de envolvente de matriz de extrusión flexible $V(x, y)_{p,q}$ calculados en un procedimiento de búsqueda, guardar un valor más grande como $V(x, y)_{\max}$, guardar la posición correspondiente como $(x, y)_{\max}$, y registrar el valor correspondiente de $f_{i,j}(x, y)_{\min}$; y

(9) completar la búsqueda, trasladar la posición de la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal a $(x, y)_{\max}$ y ejecutar un procedimiento de ajuste de forma de matriz de extrusión flexible.

2. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda según la reivindicación 1, en el que, en la etapa (1), una matriz de extrusión flexible digital de molde de arena es una matriz de $m \times n$ que consiste en unas unidades de extrusión, que presentan cada una una longitud de a , una anchura de b y una altura de h , y un espacio de conformación de un molde de arena de conformación semifinal en la matriz de extrusión flexible digital de molde de arena es $am \times bn \times h$; y la zona de conformación semifinal de modelo en 3D de CAD de molde de arena se divide en subzonas de $m \times n$, que presentan

cada una un tamaño de $a \times b$, según la disposición de matrices de extrusión flexible de molde de arena.

3. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda, comprendiendo el método las etapas siguientes:

- (1) dividir una zona de conformación semifinal de modelo en 3D de diseño asistido por ordenador (CAD) de molde de arena;
- (2) adquirir una función de superficie curva de una cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal;
- (3) construir una función objetivo de optimización de volumen de envoltente de matriz de extrusión flexible;
- (4) determinar un intervalo de optimización válido R; y
- (5) realizar una búsqueda global en el intervalo de optimización válido R y comparar los valores de volumen de envoltente de matriz de extrusión flexible.

4. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda según la reivindicación 3, en el que, después de determinarse el intervalo de optimización válido R, se desplaza en paralelo una posición de la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal a una posición inicial de búsqueda, y se realiza la búsqueda global en el intervalo de optimización válido R.

5. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda según la reivindicación 4, en el que, después de desplazarse en paralelo la posición de la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal a la posición inicial de búsqueda, se determinan una dirección de búsqueda y unas longitudes de etapa de búsqueda, y se realiza la búsqueda global en el intervalo de optimización válido R.

6. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda según la reivindicación 3, en el que, después de completarse la búsqueda global realizada en el intervalo de optimización válido R, se desplaza en paralelo la posición de la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal a una posición correspondiente a un valor más grande en los valores de volumen de envoltente de matriz de extrusión flexible.

7. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda según la reivindicación 5, en el que, en la etapa (1), la zona de conformación semifinal de modelo en 3D de CAD de molde de arena se divide en subzonas de $m \times n$, que presentan cada una un tamaño de $a \times b$, según una disposición de matrices de $m \times n$ de extrusión flexible, que presentan cada una un tamaño de $a \times b$, sobre una plataforma de trabajo de extrusión flexible digital de molde de arena.

8. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda según la reivindicación 7, en el que, en la etapa (1), una matriz de extrusión flexible digital de molde de arena es una matriz de $m \times n$ que consiste en unas unidades de extrusión, que presentan cada una una longitud de a, una anchura de b y una altura de h, y un espacio de conformación de un molde de arena de conformación semifinal sobre la matriz de extrusión flexible digital de molde de arena es $a m \times b n \times h$; y la zona de conformación semifinal de modelo en 3D de CAD de molde de arena se divide en subzonas de $m \times n$, que presentan cada una un tamaño de $a \times b$, según una disposición de matrices de extrusión flexible de molde de arena.

9. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda según la reivindicación 7, en el que, en la etapa

(2), una función de superficie curva

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f_{1,1}(x, y)_{\min} & \dots & f_{1,j}(x, y)_{\min} & \dots & f_{1,n}(x, y)_{\min} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{i,1}(x, y)_{\min} & \dots & f_{i,j}(x, y)_{\min} & \dots & f_{i,n}(x, y)_{\min} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{m,1}(x, y)_{\min} & \dots & f_{m,j}(x, y)_{\min} & \dots & f_{m,n}(x, y)_{\min} \end{bmatrix}$$

de una cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal se adquiere directamente bajo el accionamiento de un modelo en 3D de CAD de molde de arena, en la que $i, j \in Z$, y $1 \leq i \leq m$, $1 \leq j \leq n$.

10. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en

un algoritmo de búsqueda según la reivindicación 9, en el que, en la etapa (3), se construye una función objetivo de optimización de volumen de envoltante de matriz de extrusión flexible

$$V(x, y) = a \times b \times \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m [f_{i,j}(x, y)_{\min}]$$

5

en la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal.

11. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda según la reivindicación 10, en el que, en la etapa (4), se determina un intervalo de optimización válido

10

$$R = \begin{cases} x \in [\frac{am}{2} - \frac{a}{2}, \frac{am}{2} + \frac{a}{2}] \\ y \in [\frac{bn}{2} - \frac{b}{2}, \frac{bn}{2} + \frac{b}{2}] \end{cases}$$

de la posición de la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal.

15

12. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda según la reivindicación 11, en el que, después de determinarse el intervalo de optimización válido R, se desplaza en paralelo la posición de la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena de conformación semifinal a una posición inicial de búsqueda $A_{1,1}$, que es igual a

20

$$(\frac{am}{2} - \frac{a}{2}, \frac{bn}{2} - \frac{b}{2}),$$

y se realiza una búsqueda global en el intervalo de optimización válido R.

25

13. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda según la reivindicación 12, en el que, después de desplazarse en paralelo la posición de la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena a la posición inicial de búsqueda, se determina una dirección de búsqueda como una dirección de incremento de x y una dirección de incremento de y, y se realiza la búsqueda global en el intervalo de optimización válido R.

30

14. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda según la reivindicación 13, en el que, después de determinarse la dirección de búsqueda como la dirección de incremento de x y la dirección de incremento de y, se determinan los parámetros de longitud de etapa de búsqueda Δx y Δy en las direcciones de x e y según unos requisitos de error de las direcciones de x e y respectivamente, y se realiza la búsqueda global en el intervalo de optimización válido R.

35

15. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda según la reivindicación 14, en el que se realiza una búsqueda en el intervalo de optimización válido R, se comparan los valores de volumen de envoltante de matriz de extrusión flexible $V(x, y)_{p,q}$ calculados en un procedimiento de búsqueda, se guarda el valor más grande como $V(x, y)_{\max}$, se guarda la posición correspondiente como $(x, y)_{\max}$ y se registra el valor correspondiente de $f_{i,j}(x, y)_{\min}$.

40

16. Método de optimización de conformación semifinal de extrusión flexible digital de molde de arena basado en un algoritmo de búsqueda según la reivindicación 15, en el que, después de completarse la búsqueda, se desplaza en paralelo la posición de la cavidad de modelo en 3D de CAD de molde de arena a $(x, y)_{\max}$ y se ejecuta un procedimiento de ajuste de forma de matriz de extrusión flexible.

45

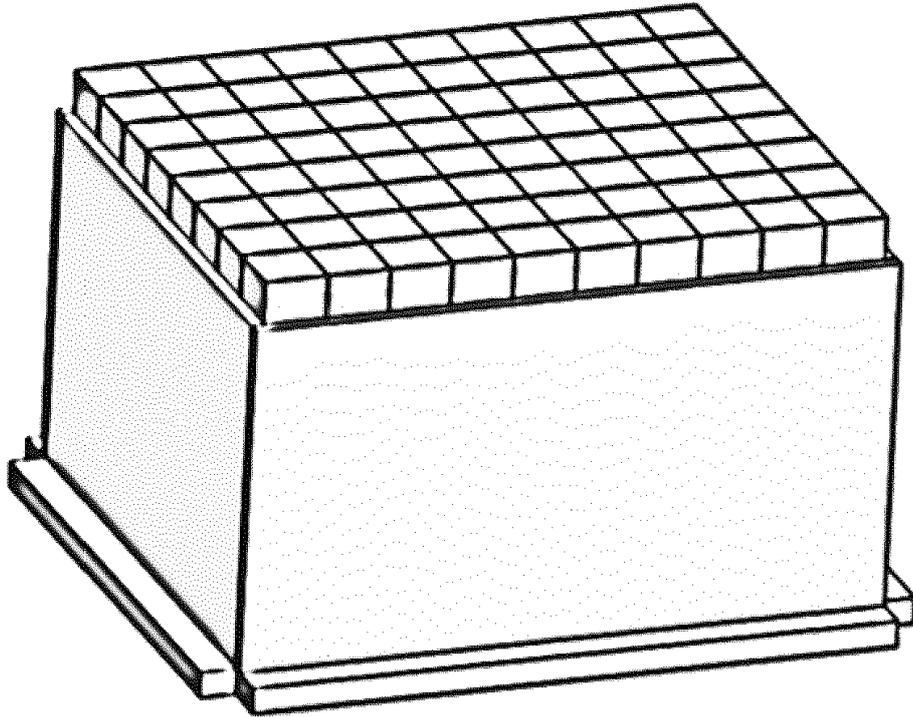


Fig. 1

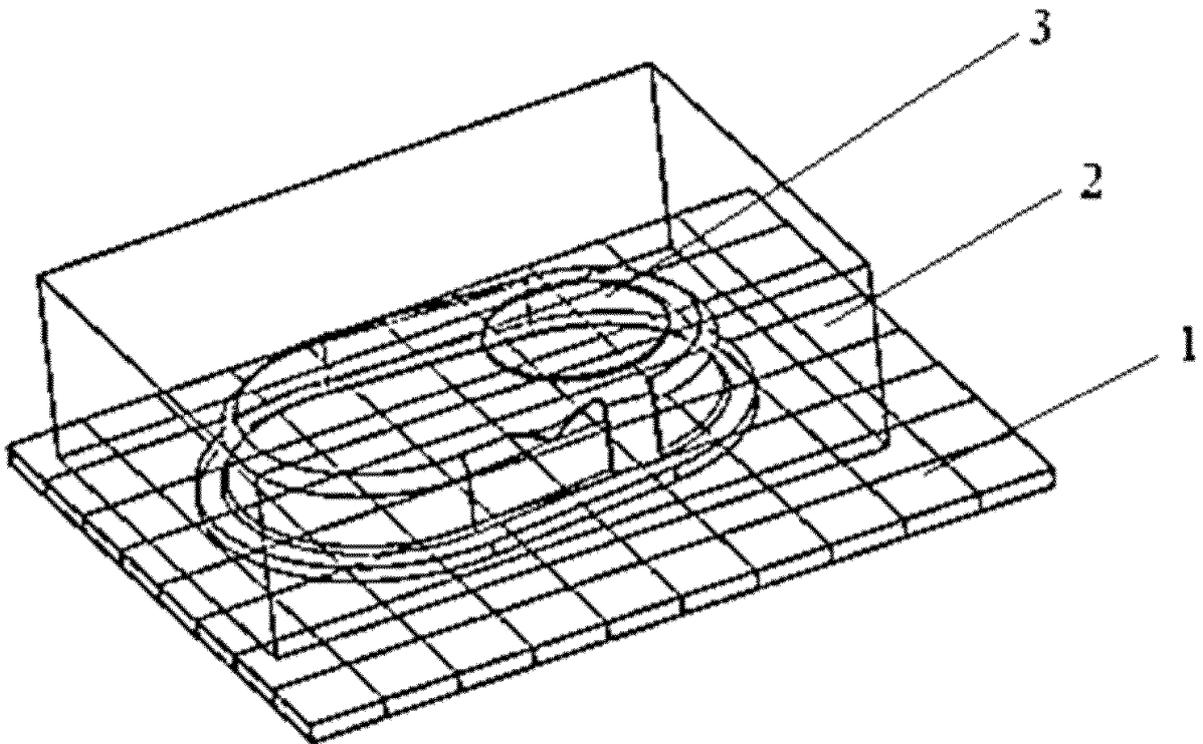


Fig. 2

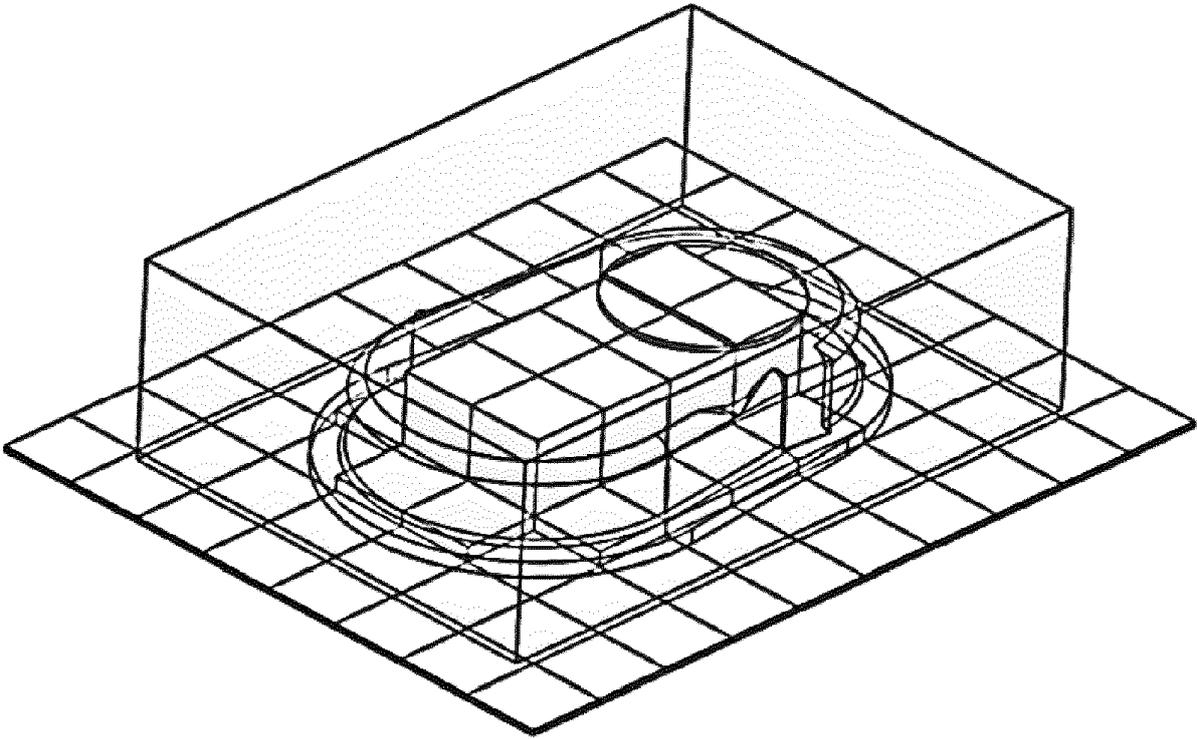


Fig. 3