



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102814746 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 14

(21) 申请号 201210236552. 3

(22) 申请日 2012. 07. 09

(73) 专利权人 南京航空航天大学  
地址 210016 江苏省南京市御道街 29 号

(72) 发明人 肖冰 段端志 王波 张子煜

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 曹翠珍

(51) Int. Cl.

B24D 3/02 (2006. 01)

B24D 18/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6193770 B1, 2001. 02. 27,

US 2008/0271384 A1, 2008. 11. 06,

US 2009/0094902 A1, 2009. 04. 16,

CN 1528565 A, 2004. 09. 15,

段端志等. 磨料有序排布金刚石锯片的加工

性能试验研究. 《金刚石与磨料磨具工程》. 2012, 第 32 卷 (第 2 期), 第 6-11 页.

张绍和等. 金刚石有序排列对锯片性能的影响. 《粉末冶金技术》. 2008, 第 26 卷 (第 6 期), 第 448-451 页.

郑汉书等. 锯切花岗岩用金刚石有序排列锯片的研制. 《石材》. 2006, (第 11 期), 第 11-14 页.

段端志等. 磨料有序排布金刚石锯片的加工性能试验研究. 《金刚石与磨料磨具工程》. 2012, 第 32 卷 (第 2 期), 第 6-11 页.

审查员 刘业芳

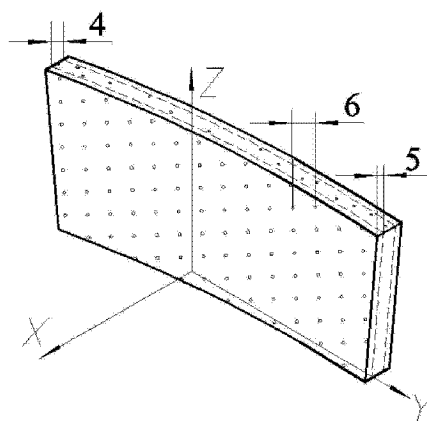
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种磨料优化排布烧结金刚石工具及其制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种磨料优化排布烧结金刚石工具及其制造方法,所述工具的刀头结构为三层,分别是中间胎体层和两外侧胎体层,所述工具包括钢基体、磨粒以及胎体结合剂,所述磨粒包裹在胎体结合剂内部,所述中间胎体层的金刚石磨粒是随机、无序排列的,所述两外侧胎体层的磨粒是有序排列的。所述磨料优化排布烧结金刚石工具的制造方法,包括优化设计磨料有序排布间距的方法和磨料优化排布烧结金刚石工具的制作工艺。本发明提供的磨料优化排布烧结金刚石工具能减小刀头与被加工材料的接触面积,切割效率比普通热压烧结金刚石工具提高 30% 以上,并降低了材料成本、节约 10% 以上金刚石用量,且工具刀头在加工过程中不会偏摆。



1. 一种磨料优化排布烧结金刚石工具,包括钢基体、金刚石磨粒以及胎体结合剂,其特征在于所述金刚石磨粒包裹在胎体结合剂内部,所述胎体结合剂为铁基胎体合金或者铜基胎体合金,所述工具的刀头结构为三层,分别是中间胎体层和两外侧胎体层,所述中间胎体层的金刚石磨粒是随机、无序排列的,所述两外侧胎体层的金刚石磨粒是有序排列的;

优化设计磨料有序排布间距的方法为物理数学建模方法,即以工具在加工工件材料过程中的锋利度  $S$  最高、使用寿命  $L$  最高作为磨料有序排布间距优化的目标函数:

$$S = S(a_p, v, w, D, P, C, K, H)$$

$$L = L(a_p, v, w, D, P, C, K, H)$$

并以  $\sigma_b \geq [\sigma_b]$ ,  $Q \geq [Q]$ ,  $q \leq [q]$ ,  $Ra \leq [Ra]$ ,  $N[H, H_w] = 1$ ,  $N[\sigma_s, H_w] = 1$  作为主要约束条件,求解上述数学模型,针对被加工材料的性质要求在给定的加工要求和加工条件下获得一组包括磨粒排布间距、磨粒浓度、磨粒出露高度、容屑空间、外侧胎体层厚度的最佳磨料有序排布间距;所述磨料优化排布烧结金刚石工具的制作工艺如下:

第一步,将中间层和两外侧层的胎体粉末分别配好并混合均匀,接着在成型模具中按外侧层胎体粉末 / 中间层胎体粉末 / 外侧层胎体粉末的顺序添加并分层冷压成型;

第二步,按照优化了的磨粒排布间距将金刚石分布与排列做成孔模板,在孔模板上撒上金刚石磨粒,保证孔模板上的每个孔里都含有金刚石磨粒,再刮去孔模板上多余的金刚石磨粒;

第三步,在冷压成型好的刀头一侧表面上喷涂一层压敏胶,然后将刀头放在已布好金刚石磨粒的孔模板上,使得涂有胶的刀头表面贴合孔模板,接着在刀头上放好盖板,使用小型压机对盖板施加压力将金刚石磨粒通过孔模板压入刀头胎体上,最后撤去孔模板、盖板,取出刀头;

第四步,重复第二步和第三步,对上述刀头的另一侧排布好金刚石磨粒,然后将刀头装入烧结模具中,最后送入热压烧结炉中进行加压烧结,烧结后的工具刀头的外侧层厚度为  $0.2 \sim 0.8\text{mm}$ ,工具刀头的外侧层金刚石磨粒的有序排布方式为等距分布或者等角度分布两种方式,外侧层金刚石磨粒有序排布距离为  $0.3 \sim 3\text{mm}$ ,所述烧结后的工具刀头的中间胎体层金刚石浓度为  $4\% \sim 25\%$ ,且其低于两外侧胎体层的金刚石浓度,所述烧结后的工具刀头的中间胎体层金刚石的品级要低于两外侧胎体层的金刚石,中间胎体层金刚石的粒度要大于外侧层的金刚石。

2. 如权利要求 1 所述的磨料优化排布烧结金刚石工具,其特征在于第二步中孔模板的孔径大小符合每个孔仅能容纳一颗金刚石磨粒。

## 一种磨料优化排布烧结金刚石工具及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种磨料优化排布烧结金刚石工具及其制造方法。

### 背景技术

[0002] 在传统烧结金刚石工具中,金刚石磨粒在刀头中是随机、无序分布的,容易形成金刚石的堆积区或稀少区。在金刚石磨粒的堆积区,由于金刚石磨粒所受切削力过小而不易出刃;在金刚石磨粒稀少的区域则因为所承受的切割力过大,导致金刚石磨粒破损或脱落而失效。因此传统的烧结金刚石工具会出现工作面上磨粒负荷与磨削过程失衡、磨粒利用率低、锋利度与寿命相互制约、切割性能不稳定等问题。

[0003] 此外,在工具刀头上对金刚石磨粒进行优化有序排布是比较困难的事情,用人工在工具刀头上实现金刚石的优化有序排布是可能的,但要大批量生产,实现产业化则更为困难。因此磨料优化有序排布烧结金刚石工具的制作工艺也是极其重要的。

### 发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明提供一种磨料优化排布烧结金刚石工具及其制造方法,其目的是能有效解决上述如工作面上磨粒负荷与磨削过程失衡、磨粒利用率低、锋利度与寿命相互制约、切割性能不稳定等问题,以提高工具的锋利度与寿命,并实现产业化生产的目标。

[0005] 本发明的技术方案如下:

[0006] 磨料优化排布烧结金刚石工具,包括 45 钢基体、金刚石磨料以及胎体结合剂,金刚石磨料包裹在胎体结合剂内部,胎体结合剂为常规铁基胎体合金或者铜基胎体合金(参阅《超硬材料与工具》,郭志猛等编著)。工具的刀头结构为三层,分别是中间胎体层和两外侧胎体层,中间胎体层的金刚石磨粒是随机、无序排列的,两外侧胎体层的金刚石磨粒是有序排列的。

[0007] 磨料优化排布烧结金刚石工具的制造方法,包括优化设计磨料有序排布间距的方法、磨料优化排布烧结金刚石工具的制作工艺。分别叙述如下:

[0008] (1) 优化设计磨料有序排布间距的方法

[0009] 对于烧结金刚石工具本身而言,要求胎体结合剂的耐磨性与被加工材料的研磨性相匹配,胎体结合剂的磨损与金刚石磨粒的磨损相匹配。在胎体结合剂材料、磨粒种类、粒度和结合强度已定的情况下,磨料有序排布间距是决定工具综合加工性能的最重要因素,这里的磨料有序排布间距包括金刚石磨粒排布间距、磨粒浓度、磨粒出露高度、容屑空间、外侧胎体层厚度等排布参数,其中金刚石磨粒排布间距和外侧胎体层厚度由于直接决定了单颗磨粒的切削负荷和胎体的磨损状况,因此它们是对工具综合加工性能影响最大的优化参数。

[0010] 结合磨削加工的理论及工艺实践,本发明为优化烧结金刚石工具的磨料有序排布间距提供了一种切实可行的方法,即物理数学建模方法,它是在若干简化的假设前提下,按

照基本的物理原则建立数学模型,并通过所建立的数学模型完成优化设计磨料有序排布间距的一种方法。以工具在加工工件材料过程中的锋利度 (S) 最高、使用寿命 (L) 最高作为磨料有序排布间距优化的目标函数:

$$[0011] \quad S=S(a_p, v, w, D, P, C, K, H)$$

$$[0012] \quad L=L(a_p, v, w, D, P, C, K, H) \quad \text{式(I)}$$

[0013] 并以简化的假设:  $\sigma_b \geq [\sigma_b]$ ,  $Q \geq [Q]$ ,  $q \leq [q]$ ,  $Ra \leq [Ra]$ ,  $N[H, H_w] = 1$ ,  $N[\sigma_s, H] = 1$  作为主要约束条件,其中,  $a_p$ 、 $v$ 、 $w$ 、 $D$  分别为工具的切深、进给速度、角速度和直径,  $K$  为与工具和磨粒的几何形状、被加工材料的性能相关的参数,  $P$  为需要优化的磨料有序排布间距,  $C$  为磨粒的浓度,  $H$  为胎体结合剂的硬度(即耐磨性),  $H_w$  为与被加工材料的研磨性相关的参数,  $\sigma_s$  为与金刚石磨粒的磨损性相关的参数。

[0014] 此外,  $\sigma_b$ 、 $Q$  分别表示了由胎体结合剂对金刚石磨粒的把持强度和工具表面容屑空间所确定的约束条件( $\sigma_b \geq [\sigma_b]$ ,  $Q \geq [Q]$  说明了胎体结合剂对金刚石磨粒的把持强度不能小于最小把持强度这个条件,否则金刚石会脱落,工具表面容屑空间不能小于最小容屑空间,否则工具的锋利度会很差),  $q$ 、 $Ra$  分别表示了由接触弧区平均热流密度和工件表面粗糙度所确定的约束条件( $q \leq [q]$ ,  $Ra \leq [Ra]$  条件与前面类似),而  $N[H, H_w]$ 、 $N[\sigma_s, H]$  则分别表示了由胎体结合剂的耐磨性与被加工材料的研磨性相匹配、金刚石磨粒的磨损与胎体结合剂的磨损相匹配所确定的约束条件。

[0015] 求解上述数学模型(I),针对被加工材料(如:各种不同硬度的花岗岩、大理石、陶瓷、玻璃、混凝土、沥青等)的性能要求在给定的加工要求和加工条件下可获得一组包括磨粒排布间距、磨粒浓度、磨粒出露高度、容屑空间、外侧胎体层厚度等主要参数的最佳磨料有序排布间距。按照最佳磨料有序排布间距制作的工具在加工工件时将具有最佳的综合加工性能。

[0016] 根据所述优化设计磨料有序排布间距的方法,得出以下结果:所述工具刀头的中间层金刚石的品级要低于外侧层的金刚石,所述工具刀头的中间层金刚石的粒度要大于外侧层的金刚石,所述工具刀头的外侧层厚度为 0.2mm ~ 0.8mm,所述工具刀头的外侧层金刚石磨粒排布间距为 0.3mm ~ 3mm,所述工具刀头的中间层金刚石浓度为 4% ~ 25%,且其低于外侧层的金刚石浓度。

[0017] (2) 磨料优化排布烧结金刚石工具的制作工艺如下:

[0018] 第一步,将中间层和两外侧层的胎体粉末分别配好并混合均匀(注意在对中间层胎体粉末进行混料时需要添加金刚石磨粒,对两外侧层胎体粉末进行混料时不需要添加金刚石磨粒),接着在成型模具中按外侧层胎体粉末/中间层胎体粉末/外侧层胎体粉末的顺序添加并进行分层冷压成型;第二步,按照优化了的磨粒排布间距将金刚石分布与排列做成孔模板(注意孔径大小要合适使得每个孔仅能容纳一颗金刚石磨粒),在孔模板上撒上金刚石磨粒,保证孔模板上的每个孔里都含有金刚石磨粒,再刮去孔模板上多余的金刚石磨粒;

[0019] 第三步,在冷压成型好的刀头一侧表面上喷涂一层压敏胶,然后将刀头放在已布好金刚石磨粒的孔模板上,使得涂有胶的刀头表面贴合孔模板,接着在刀头上放好盖板,使用小型压机对盖板施加一定的压力将金刚石磨粒通过孔模板上压入刀头胎体上,最后撤去孔模板、盖板,取出刀头;

[0020] 第四步,重复第二步和第三步对上述刀头的另一侧排布好金刚石磨粒,然后将刀头装入烧结模具中,最后送入热压烧结炉中进行加压烧结。

[0021] 作为本发明的改进,所述工具刀头的外侧层金刚石磨料的有序排布方式可以为等距分布或者等角度分布两种方式。

[0022] 作为本发明的进一步改进,所述工具刀头的中间层金刚石也可以是有序排布,且排布距离要大于刀头的外侧层金刚石。

[0023] 由上述对本发明的描述可知,和现有的烧结金刚石工具相比本发明的优点在于:

[0024] 1. 磨料优化排布烧结金刚石工具在切割石材过程中能形成三刃对称扇形结构,其能减小刀头与被加工材料的接触面积,切割效率比普通热压烧结金刚石工具提高了 30% 以上,并且工具刀头在加工过程中不会偏摆,克服了现有的烧结金刚石工具刀头切割时有较大偏摆、切割质量较差的缺点。

[0025] 2. 磨料优化排布烧结金刚石工具的中间层金刚石的浓度、品级低于外侧层的金刚石,所述工具可以降低材料成本、减少金刚石浓度、节约了 10% 以上金刚石用量。

#### 附图说明

[0026] 图 1 为本发明的磨料优化排布烧结金刚石工具的结构示意图。

[0027] 图 2 为图 1 中刀头的结构示意图。

[0028] 图 3 为金刚石磨料等角度分布示意图。

[0029] 图 4 为图 1 中刀头磨损后的三刃对称扇形结构示意图。

[0030] 基体 -1、胎体结合剂 -2、金刚石磨料 -3、中间层胎体 -4、外侧层胎体 -5

[0031] 下面参照附图说明本发明的具体实施方式

[0032] 同时参照图 1 与图 2, 锯切 635 号花岗岩的  $\Phi 125\text{mm}$  磨料优化排布烧结金刚石工具,包括基体 1、胎体结合剂 2 以及金刚石磨料 3,金刚石磨料 3 包裹在胎体结合剂 2 内部,工具的刀头结构分三层,分别是中间层胎体 4 和外侧层胎体 5,中间层胎体 4 的金刚石磨料 3 是随机、无序排列的,外侧层胎体 5 的金刚石磨料 3 是有序排列的。

[0033]  $\Phi 125\text{mm}$  磨料优化排布烧结金刚石工具的制作流程如下:

[0034] 第一步,针对 635 号花岗岩的硬度高、脆性大,研磨性较强等特点,工具胎体结合剂 2 选用 MBD 系列高强度金刚石,中间层胎体 4 选用的金刚石粒度为 35/40,外侧层胎体 5 选用的金刚石粒度为 40/45,接着采用所述优化设计磨粒有序排布间距的方法对磨粒排布间距进行优化,获得以下结果:刀头外侧胎体层中金刚石磨粒的最佳排布间距为 0.8mm,外层胎体层的最佳厚度为 0.5mm,中间胎体层的金刚石最佳浓度为 12%。

[0035] 第二步,将中间层和两外侧层的胎体粉末分别配好并混合均匀,注意在对中间层胎体粉末进行混料时需要添加金刚石磨粒,对两外侧层胎体粉末进行混料时不需要添加金刚石磨粒,接着在成型模具中按外侧层胎体粉末 / 中间层胎体粉末 / 外侧层胎体粉末的顺序添加并进行分层冷压成型;

[0036] 第三步,按照优化了的磨粒排布间距将金刚石分布与排列做成孔模板(注意孔径大小要合适使得每个孔仅能容纳一颗金刚石磨粒),在孔模板上撒上金刚石磨粒,保证孔模板上的每个孔里都含有金刚石磨粒,再刮去孔模板上多余的金刚石磨粒;

[0037] 第四步,在冷压成型好的刀头一侧表面上喷涂一层压敏胶,然后将刀头放在已布

好金刚石磨粒的孔模板上,使得涂有胶的刀头表面贴合孔模板,接着在刀头上放好盖板,使用小型压机对盖板施加压力将金刚石磨粒通过孔模板上压入刀头胎体上,最后撤去孔模板、盖板,取出刀头;

[0038] 第五步,重复第二步和第三步对上述刀头的另一侧排布好金刚石磨粒,然后将刀头装入烧结模具中,最后送入热压烧结炉中进行加压烧结。

[0039] 根据本发明的制作工艺和要求制成的  $\Phi 125\text{mm}$  磨料优化排布烧结金刚石工具在加工过程中能形成三刃对称扇形结构(参阅图4),其能减小刀头与被加工材料的接触面积,切割效率比普通热压烧结金刚石工具提高了50%,并降低了材料成本、节约了10%的金刚石用量,且工具刀头在加工过程中不会偏摆。

[0040] 上述仅为本发明的具体实施方式,但本发明的设计构思并不局限于此,凡利用此构思对本发明进行非实质性的改动,均应属于侵犯本发明保护范围的行为。

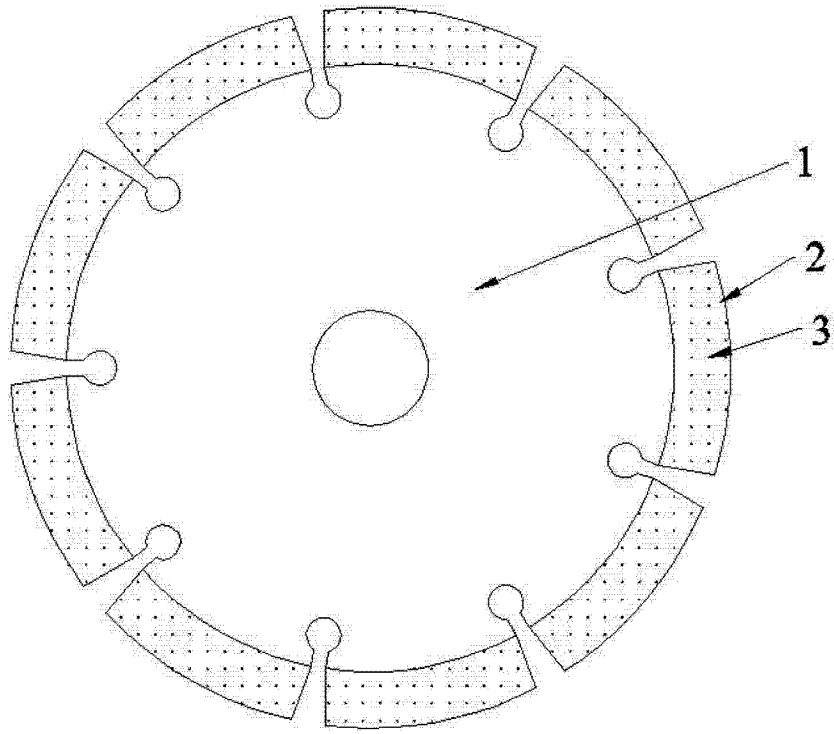


图 1

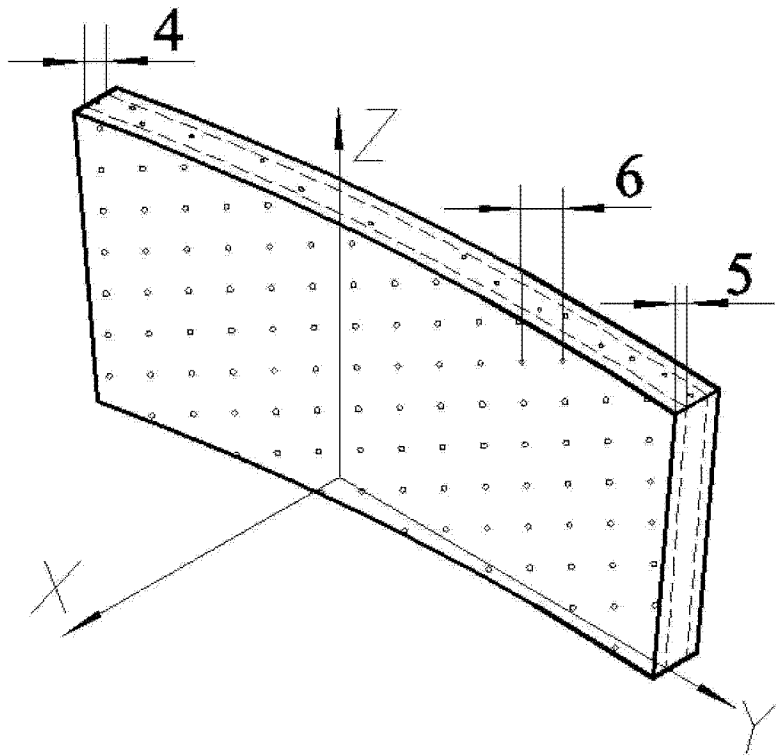


图 2

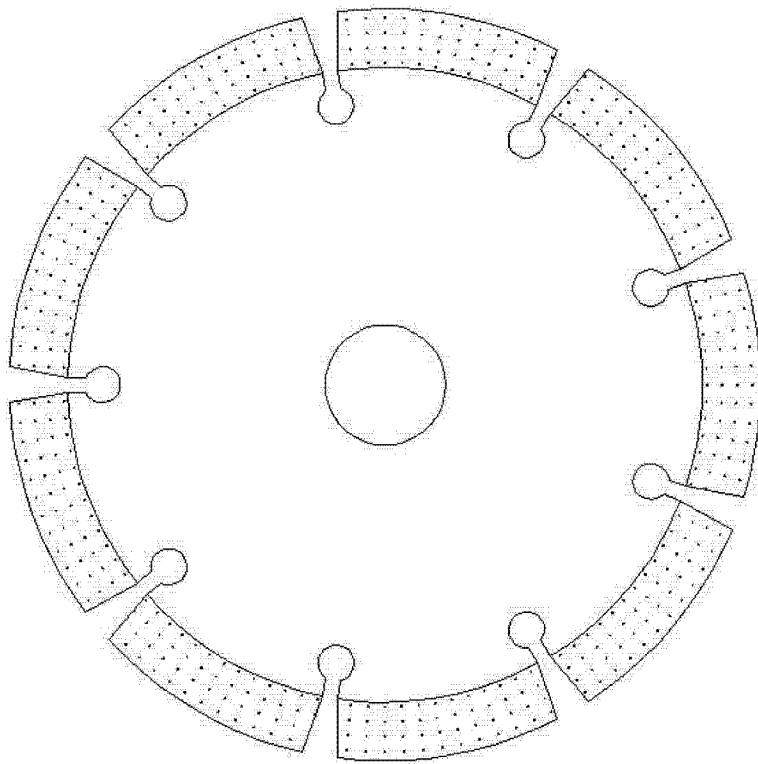


图 3

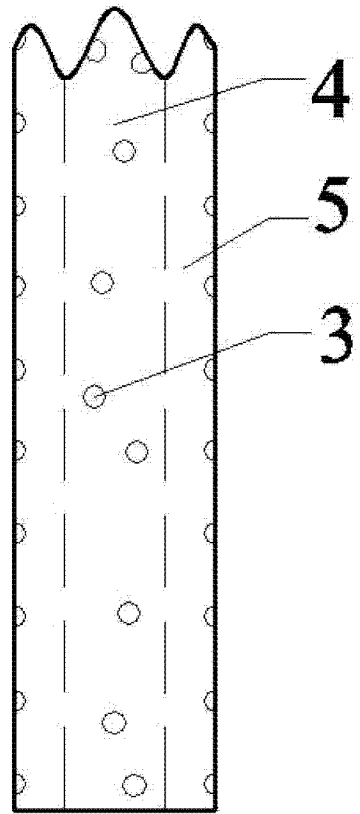


图 4