

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B22D 11/115 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810011104.7

[43] 公开日 2008年9月10日

[11] 公开号 CN 101259523A

[22] 申请日 2008.4.18

[21] 申请号 200810011104.7

[71] 申请人 东北大学

地址 110004 辽宁省沈阳市和平区文化路3
号巷11号

[72] 发明人 王恩刚 赫冀成 康丽 陈芝会
邓安元

[74] 专利代理机构 沈阳东大专利代理有限公司
代理人 梁焱

权利要求书1页 说明书4页 附图4页

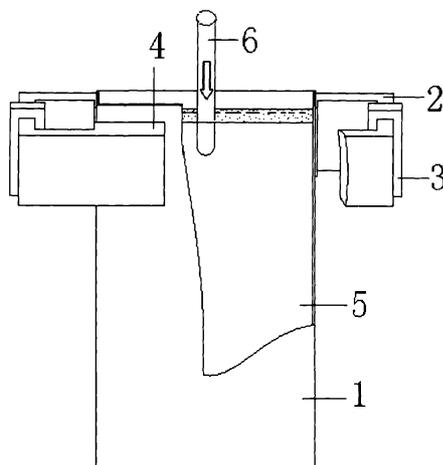
[54] 发明名称

控制连续铸造结晶器内金属液流动的电磁制动装置

[57] 摘要

一种控制连续铸造结晶器内金属液流动的电磁制动装置，该装置由半环绕于结晶器侧壁的磁芯、励磁线圈和磁极组成，将磁极布置于偏向结晶器的窄面区域，磁极在高度上同时覆盖结晶器窄面附近的金属液表面区域和水口出流的冲击点区域，通过对励磁线圈施加电流，在两对磁极之间产生静磁场，通过这一静磁场同时控制结晶器内金属液在结晶器窄面附近金属液的表面流动和水口出流冲击点区域的流动。本发明优点为：能够同时有效地抑制结晶器窄面附近的金属液表面卷渣和水口出流金属液的冲击深度，促进金属凝固壳前沿夹杂物、气泡等异相物质的上浮和去除，同时也减弱了水口浸入深度和水口出流角度改变时对电磁制动效果的影响程度，且形式简单、结构体积小，体积和重量比全

幅一段和全幅两段电磁制动装置大幅度减轻，可以节能降耗。



1、一种控制连续铸造结晶器内金属液流动的电磁制动装置，其特征在于该装置由半环绕于结晶器侧壁的磁芯、励磁线圈和磁极组成，将磁极布置于偏向结晶器的窄面区域，磁极在高度上同时覆盖结晶器窄面附近的金属液表面区域和水口出流的冲击点区域，通过对励磁线圈施加电流，在两对磁极之间产生静磁场，通过这一静磁场同时控制结晶器内金属液在结晶器窄面附近金属液的表面流动和水口出流冲击点区域的流动。

2、如权利要求1所述的控制连续铸造结晶器内金属液流动的电磁制动装置，其特征在于所述励磁线圈的布置有两种方式：

- (1) 为两组励磁线圈分别布置于磁芯的中心部位、位于结晶器的窄面一侧；
- (2) 为四组励磁线圈分别布置于磁芯的磁极区域，分别位于结晶器的宽面一侧。

3、如权利要求1所述的控制连续铸造结晶器内金属液流动的电磁制动装置，其特征在于所述磁芯与磁极的连接有两种方式：

- (1) 为间隙式活动连接，即磁极可以在磁芯内移动，调节磁极位置；
- (2) 为整体连接，即磁芯与磁极为一个整体。

4、如权利要求1所述的控制连续铸造结晶器内金属液流动的电磁制动装置，其特征在于所述励磁线圈可采用两种线圈：

- (1) 为水冷铜线圈，可产生磁感应强度为 0.1T~1.2T 的静磁场；
- (2) 为超导材料线圈，可产生磁感应强度为 0.1T~5.0T 的静磁场。

控制连续铸造结晶器内金属液流动的电磁制动装置

技术领域

本发明属于连铸技术领域，特别涉及一种控制连续铸造结晶器内金属液流动的电磁制动装置。

背景技术

在通常的金属液连续铸造过程中，金属液通过水口进入到结晶器内，由水口流出的金属液具有一定的冲击速度，一方面造成结晶器内金属液表面的扰动，易于将金属液表面的渣液带入金属液内部污染钢液，特别是在结晶器的窄面附近区域。另一方面造成对结晶器窄面的冲击，使得该处的金属凝固壳减薄，同时也使得金属液中的夹杂物、气泡等异相物质浸入到结晶器较深的位置，不易上浮，并被金属凝固壳前沿所捕获，影响金属铸坯的洁净度，造成缺陷。为了解决此类问题，通常是在结晶器施加由铁芯、磁极和励磁线圈组成的电磁制动器，以在结晶器内形成静磁场，使得流动的金属液在通过该静磁场时受到与金属液流动方向相反的电磁力，以此电磁力来抑制结晶器内金属液的流动。

在现有技术中，静磁场形式的电磁制动器主要有区域型电磁制动装置、全幅一段电磁制动装置和全幅两段电磁制动器（也称为FC-Mold）。区域型电磁制动装置的结构特点是，两对独立的块状磁极，按着磁极相反的方向，布置在结晶器浸入式水口两侧的水口出流区域。在结晶器宽面一侧的两个磁极上分别绕有励磁线圈，并通过磁芯将两个磁极连接在一起。这种电磁制动装置，通过产生的区域型稳恒磁场，抑制浸入式水口出流的金属液流动。但是，由于作用区域有限，不能对整个结晶器的流动状态进行有效的控制，制动效果低，易带来沟道等其他缺陷。全幅一段电磁制动装置由一个闭合的环绕结晶器四周的磁芯和一对绕有励磁线圈的、覆盖于结晶器整个宽度方向的条型磁极所组成，磁极布置于浸入式水口的下部，其特点是磁芯和磁极的大小和重量都比较大。这种电磁制动装置能够对结晶器内整个宽度方向的金属液流动进行制动，有效地抑制水口出流金属液的冲击深度。但是其易造成金属液向上的回流，特别是在磁极位置与水口的距离、以及水口出流角度不匹配时，易引起结晶器内金属液表面的波动，加剧结晶器窄面区域的卷渣。目前全幅一段电磁制动装置主要用于薄板坯连续铸钢浇铸，由于薄板坯连铸拉速较高，结晶器窄面区域的金属液表面波动加剧，影响制动效果，易造成表面卷渣现象。而且，对于大板坯连续铸钢浇铸，由于铸坯宽度较大，电磁制动器的磁芯、线圈和磁极相应增大，装置的体积较大。全幅两段电磁制动装置由两对覆盖于结晶器整个宽度方向的条型磁极所组成，一条磁极位于浸入式水口的下部，另一条位于结晶器金属液表面区域，产生磁通量相反的稳恒磁场。在结晶器的宽面一侧，上下两条全幅磁极相连，构成半封闭的磁芯回路。这种电磁制动装置，可同时减小结晶器内水口出流金属液的冲击深度和金属液表面的流动，具有较好的制动效果。该装置主要用于大板坯连铸，抑制

金属液表面的钢液流速和结晶器内下降流股的向下流速。由于施加了两个磁场，由下部流动被控制而引起的反向流动被抑制，比全幅一段单条形电磁制动具有更有效合理的钢液流动状态。但是，这种电磁制动装置由于增加了一段磁极和线圈，装置的体积和重量较大。

发明内容

针对以上现有的电磁制动装置特点，特别是薄板坯连铸用全幅一段电磁制动装置，不能够有效抑制结晶器窄面附近区域的金属液表面波动，易造成表面卷渣现象，以及大板坯连铸全幅两段电磁制动装置体积和重量较大的特点，本发明提供一种控制连续铸造结晶器内金属液流动的电磁制动装置。

基于水口出流金属液流动的主要影响区域位于结晶器窄面附近的金属液表面区域和水口出流的结晶器窄面冲击区域这一特点，本发明通过将磁极偏向于结晶器窄面区域布置，以一对磁极同时覆盖结晶器窄面附近的金属液表面区域和水口出流的冲击区域，且结晶器宽面两侧相对的两对磁极通过半环绕于结晶器窄面的磁芯连接在一起。采用的技术方案如下：

本发明的电磁制动装置由两个半环绕于结晶器侧壁的磁芯、励磁线圈和磁极组成。将磁极布置于偏向结晶器的窄面附近区域。在高度方向上，磁极顶端位于自结晶器钢液表面向上50mm起，至向下800mm的范围内；在宽度方向上磁极位于自结晶器侧壁向内60mm至400mm的范围内，使磁极在高度上同时覆盖结晶器窄面附近的金属液表面区域和水口出流的冲击点区域。通过对励磁线圈施加电流，在两对磁极之间产生静磁场。通过这一对磁极间产生的静磁场，同时控制结晶器内金属液在结晶器窄面附近金属液的表面流动和水口出流冲击点区域的流动。

电磁制动装置的励磁线圈可以采用两种布置方式：一种方式为两组励磁线圈分别布置于磁芯的中心部位、位于结晶器的窄面一侧。另一种方式为四组励磁线圈分别布置于磁芯的磁极区域，分别位于结晶器的宽面一侧。

电磁制动装置的磁芯与磁极之间可以采用两种连接方式。一种方式为间隙式活动连接。该方式使得磁极能够在结晶器的宽面方向进行水平移动，自由调整其与水口之间的距离，使得结晶器在进行宽度调整时磁极依然能够布置于结晶器的窄面附近。另一种方式为整体连接方式，即磁芯与磁极为一个整体，该方式通过在结晶器宽面方向的整体水平移动，来调整其与水口之间的距离，使得结晶器在进行宽度调整时磁极依然能够布置于结晶器的窄面附近。

电磁制动装置的励磁线圈可采用水冷铜线圈或超导材料线圈，采用水冷铜线圈时，可产生磁感应强度为0.1T~1.2T的静磁场；采用超导材料线圈时，可产生磁感应强度为0.1T~5.0T的静磁场。

本发明的电磁制动装置，通过一对磁极同时覆盖结晶器窄面附近的金属液表面区域和水口出流的冲击区域，克服了全幅一段电磁制动装置不能够有效抑制结晶器窄面区域的金属液表面波动、易造成表面卷渣的弊端，同时也减弱了水口浸入深度和水口出流角度改变时对电

磁制动效果的影响程度，能够同时有效地抑制结晶器窄面的金属液表面卷渣和水口出流金属液的冲击深度，促进金属凝固壳前沿夹杂物、气泡等异相物质的上浮和去除。同时由于采用两个半环形的磁体结构，形式简单、结构体积小，体积和重量比全幅一段和全幅两段电磁制动装置大幅度减轻，可以节能降耗。

附图说明：

图 1 为本发明电磁制动装置的结构示意图，其中励磁线圈分别布置于磁芯的中心部位，位于结晶器的窄面一侧；

图 2 为本发明电磁制动装置的励磁线圈另一种方式布置的结构示意图，即四组励磁线圈分别布置于磁芯的磁极区域，分别位于结晶器的宽面一侧。其中磁极与磁芯连接方式为整体式连接；

图 3 为本发明电磁制动装置的磁极与磁芯连接另一种方式示意图，即磁极与磁芯连接方式为间隙式活动连接；

图 4 本发明电磁制动装置的实施效果示意图；

图中：1 结晶器，2 磁芯，3 励磁线圈，4 磁极，5 结晶器窄面附近金属液，6 水口。

具体实施方式

例 1：

如图 1 所示，本发明的电磁制动装置由半环绕于结晶器 1 侧壁的磁芯 2、励磁线圈 3 和磁极 4 组成，磁极 4 布置于偏向结晶器 1 的窄面区域，磁极 4 在高度上同时覆盖结晶器 1 窄面附近的金属液 5 表面区域和水口 6 出流的冲击点区域，通过对励磁线圈 3 施加电流，在两对磁极 4 之间产生静磁场，此实施例的两组励磁线圈 3 分别布置于磁芯 2 的中心部位，位于结晶器的窄面一侧。

对于截面尺寸 1400×230mm，水口浸入深度 150mm，水口侧孔倾角-15 度的结晶器，将该电磁制动器磁极安置于连铸结晶器窄面附近。在高度方向上，磁极顶端位于自结晶器钢液表面向上 50mm 起，至向下 300mm 的范围内；在宽度方向上磁极位于自结晶器侧壁向内 150mm 的范围内。即磁极截面尺寸为 150×300mm，使磁极同时覆盖结晶器窄面附近的金属液表面区域和水口出流的冲击点区域。磁芯与磁极间为整体连接。当励磁线圈采用水冷铜线圈时，施加电流产生 0.3T 静磁场后，对于拉坯速度为 2.0m/min 的连铸条件，可显著降低钢液表面区域的流速和水口出流冲击区域的流速，如图 4 所示。

例 2：

按图 3 所示电磁制动器的磁极、磁芯和励磁线圈布置方案，磁极与磁芯连接的方式。对于截面尺寸 1400×230mm，水口浸入深度 150mm，水口侧孔倾角-15 度的结晶器，将电磁制动器磁极安置于连铸结晶器窄面附近。在高度方向上，磁极顶端位于自结晶器钢液表面向上 50mm 起，至向下 500mm 的范围内；在宽度方向上磁极位于自结晶器侧壁向内 180mm 的

范围内。即磁极截面尺寸为 $180 \times 500\text{mm}$ ，使磁极同时覆盖结晶器窄面附近的金属液表面区域和水口出流的冲击点区域。当连铸过程中结晶器窄面调整宽度，铸坯的宽度由 1400mm 减小到 1100mm 时，电磁制动器的磁极可向结晶器中心移动 150mm ，使得磁极依然控制结晶器窄面附近的钢液表面和水口出流冲击点附近的钢液流动。当励磁线圈采用超导材料线圈时，施加电流产生 1.5T 静磁场后，对于拉坯速度为 5.0m/min 的连铸条件，也能够显著降低钢液表面区域的流速和水口出流冲击区域的流速。

例 3:

装置的结构同例 1，不同之处在于对于截面尺寸 $1400 \times 230\text{mm}$ ，水口浸入深度 150mm ，水口侧孔倾角 -15° 的结晶器，将该电磁制动器磁极安置于连铸结晶器窄面附近。在高度方向上，磁极顶端位于自结晶器钢液表面上 50mm 起，至向下 800mm 的范围内；在宽度方向上磁极位于自结晶器侧壁向内 400mm 的范围内。即磁极截面尺寸为 $400 \times 800\text{mm}$ ，使磁极同时覆盖结晶器窄面附近的金属液表面区域和水口出流的冲击点区域。磁芯与磁极间为整体连接。

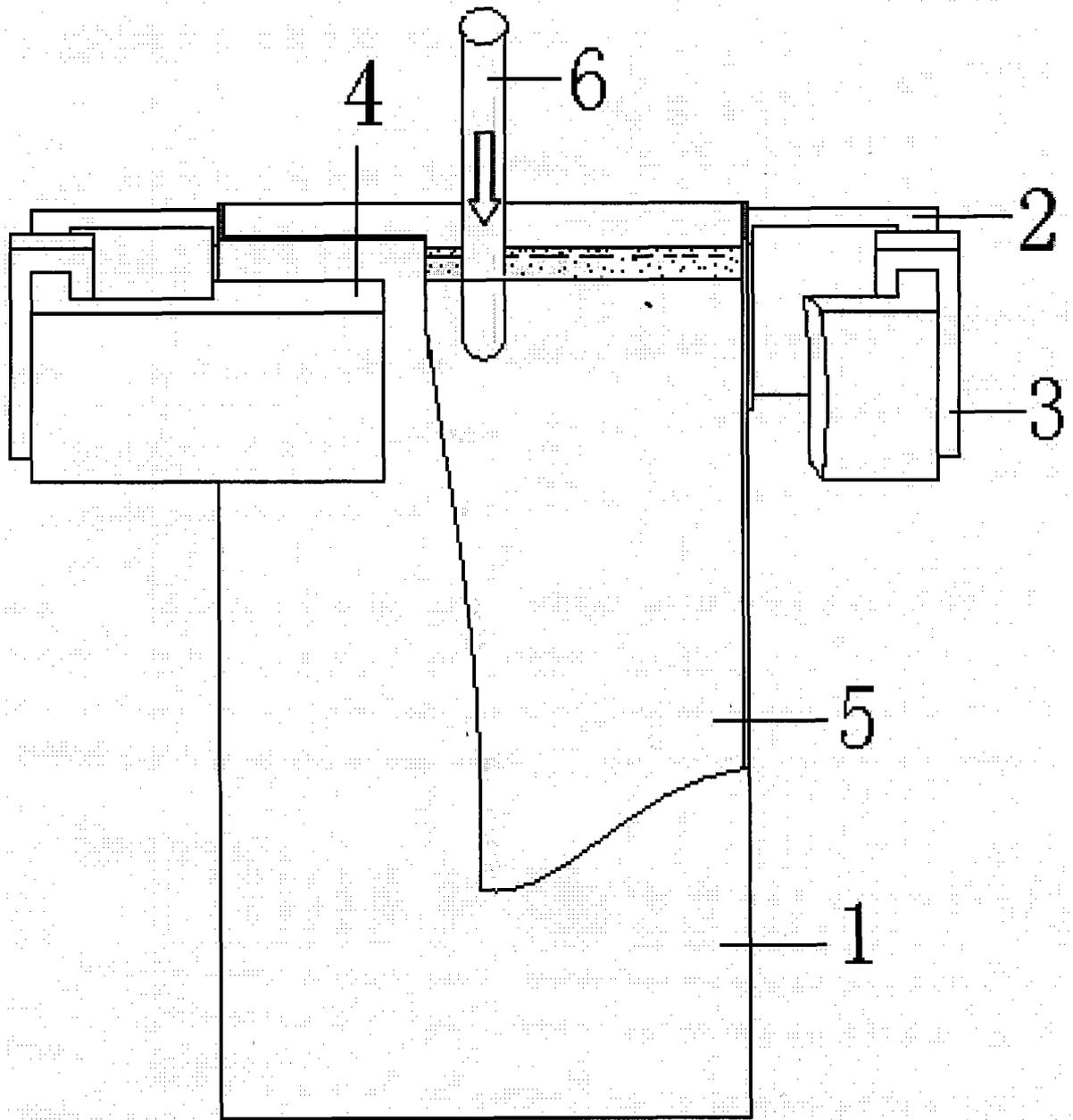


图 1

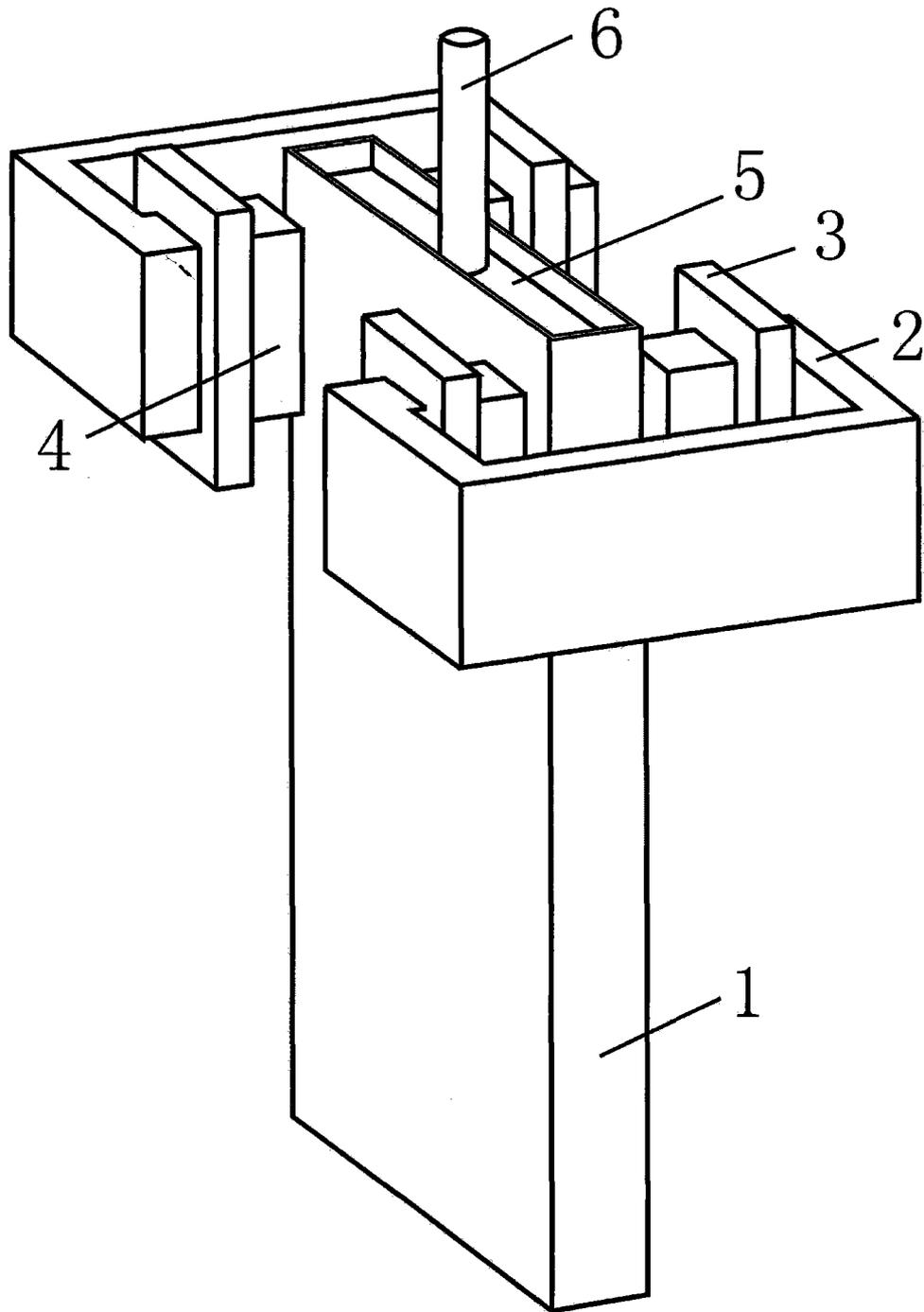


图 2

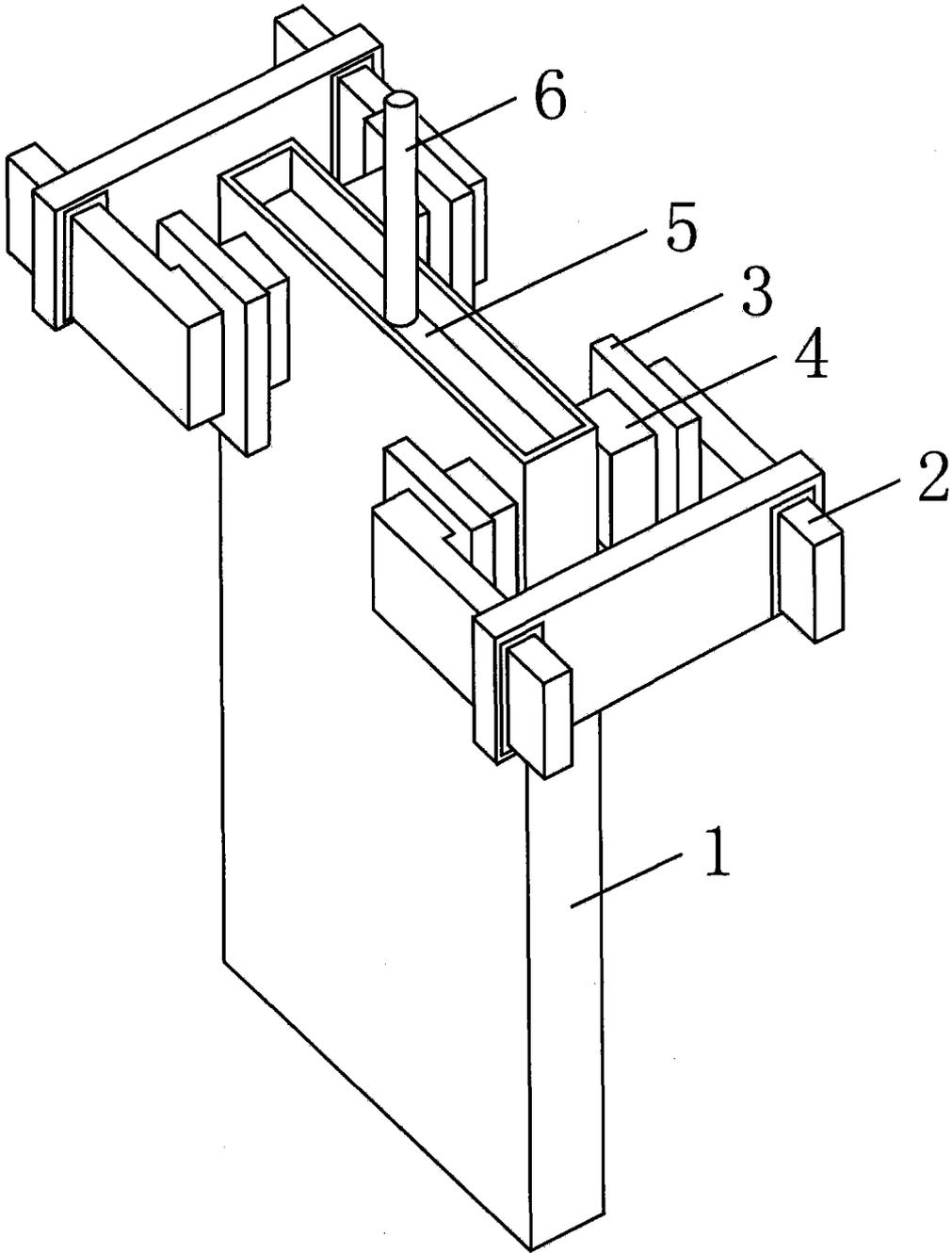


图 3

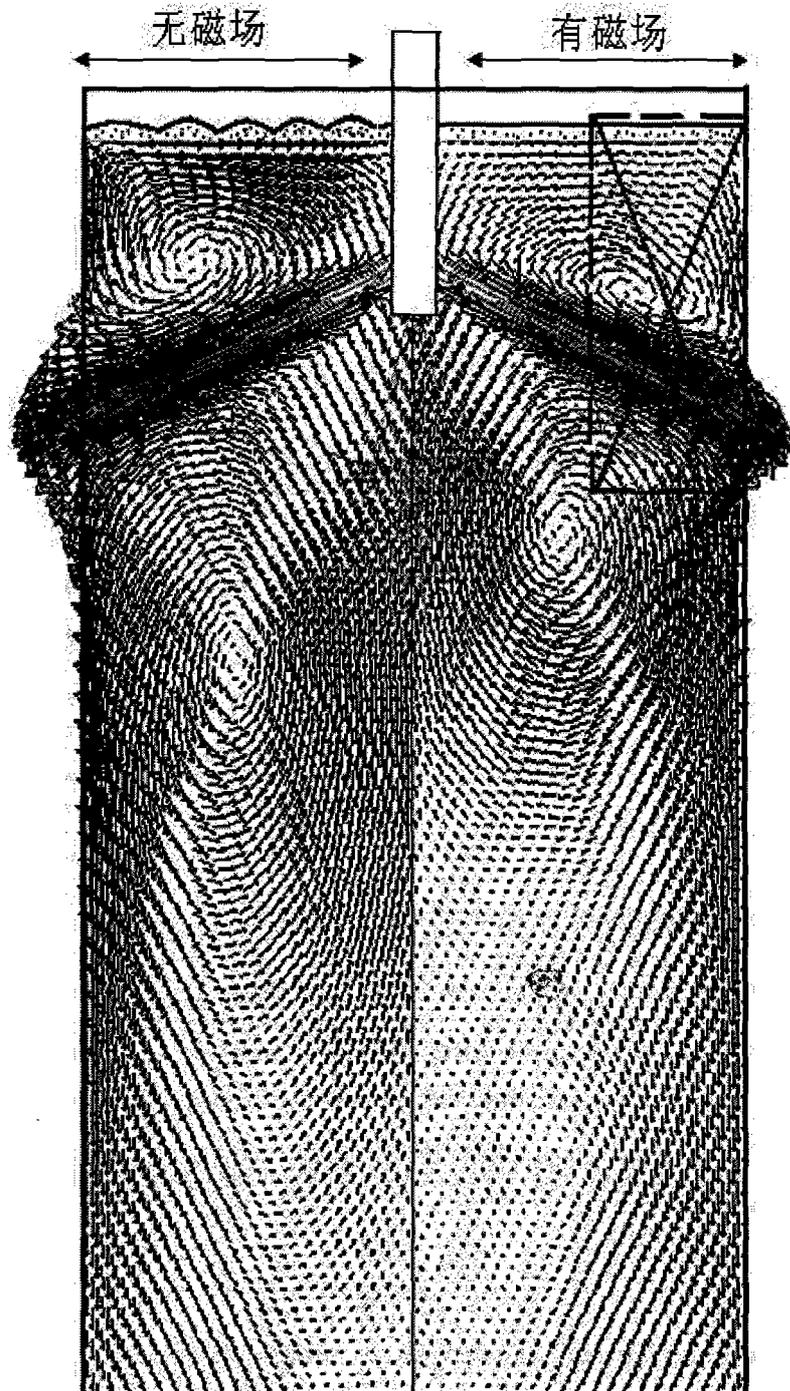


图 4