



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102621181 B

(45) 授权公告日 2014.04.16

(21) 申请号 201210102026.8

CN 101661009 A, 2010.03.03, 全文.

(22) 申请日 2012.04.09

CN 101393150 A, 2009.03.25, 全文.

(73) 专利权人 北京科技大学

邢磊. 基于瞬态法的界面接触换热系数实验研究. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库(电子期刊)》. 2010, 25, 26.

地址 100083 北京市海淀区学院路 30 号

审查员 张沫

(72) 发明人 孙朝阳 王善伟 张清东 李瑞
张聪 刘斌

(74) 专利代理机构 北京金智普华知识产权代理
有限公司 11401

代理人 皋吉甫

(51) Int. Cl.

G01N 25/20 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6142662 A, 2000.11.07, 全文.

JP 特开 2006-145446 A, 2006.06.08, 全文.

CN 1877313 A, 2006.12.13, 全文.

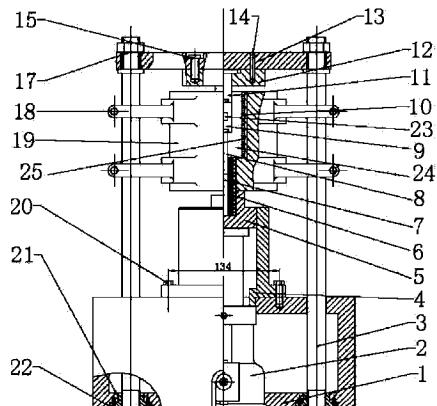
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种热加工过程固态界面换热系数测定装置

(57) 摘要

本发明公开了一种热加工过程固态界面换热系数测定装置,该测定装置包括:上模座、导柱、下模座、定位圈、对开式加热炉、保温套筒、温控仪、液压装置、滑动支座、定位套筒、传热杆、应变片、热电偶、测温仪、测力仪上试样和下试样。上试样和下试样在实验过程中都位于对开式加温炉内,确保数据精度可靠;本发明所述的装置结构紧凑,使用液压装置作为施压机构,操作简单;本装置适合大多数材料和存在润滑条件的固态界面换热系数测量,通用型好;对开式加热炉方便试样的更换,内部通孔倒角保证了保温套筒上升时的对中性;测量过程耗时短,试样装卸方便,连续实验效率高,并且试样结构简单,便于制作,成本低。



1. 一种热加工过程固态界面换热系数测定装置，其特征在于，测定装置包括支撑机构、加热机构、保温机构、施压机构、测量机构和标准试样；

所述支撑机构由上模座(13)、导柱(3)、下模座(1)和定位圈(12)构成；

所述加热机构包括对开式加热炉(19)和用于控制加热温度的温控仪(27)；

所述保温机构包括保温套筒(6)；

所述施压机构由液压装置(2)、定位套筒(4)、滑动支座(5)、传热杆A(9)和传热杆B(11)构成；

所述测量机构包括用于采集试样温度的热电偶(30)、用于加压过程中测量压力大小的应变片(23)、用于采集温度数据的测温仪(26)以及用于采集压力数据的测力仪(28)；

所述标准试样由上试样(8)和下试样(7)构成；

其中，所述上模座(13)设置在所述导柱(3)上端的轴肩上，通过螺母(16)和垫圈(17)固定，所述定位圈(12)通过螺钉A(15)和销钉(14)与所述上模座(13)固定，所述下模座(1)设置所述导柱(3)下端，所述导柱(3)与所述下模座(1)底部的T形螺母(21)连接固定，所述T形螺母(21)通过螺钉C(22)与所述下模座(1)固定；所述对开式加热炉(19)通过螺栓(18)固定在所述上模座(13)和所述下模座(1)之间的所述导柱(3)上，所述对开式加热炉(19)的炉体上设有阶梯形通孔(24)，所述阶梯形通孔(24)内设置保温层(25)，且上通孔壁周围有加热炉丝(10)，下通孔末端开有倒角；所述液压装置(2)固定在所述下模座(1)内的底部，所述定位套筒(4)通过螺钉B(20)固定在所述下模座(1)上端面上，所述滑动支座(5)置于所述定位套筒(4)内，所述滑动支座(5)一端所述液压装置(2)连接，另一端与所述保温套筒(6)连接，所述下试样(7)设置所述保温套筒(6)内，所述滑动支座(5)载着所述下试样(7)和保温套筒(6)在定位套筒(4)的内壁中上下滑动；所述上试样(8)、传热杆A(9)和传热杆B(11)设置所述对开式加热炉(19)的炉体上设有阶梯形通孔内，所述上试样(8)的一端设有T形接头，通过所述T形接头与所述传热杆A(9)的一端的T形槽连接，所述传热杆A(9)的另一端设有T形接头，通过所述T形接头与所述传热杆B(11)一端的T形槽连接，所述传热杆B(11)的另一端设有T形接头，通过所述T形接头与所述定位圈(12)上的的T形槽连接；所述下试样(7)和上试样(8)上分别设有4个测温孔(29)，所述热电偶(30)设置所述测温孔(29)内，且与所述测温仪(26)连接，所述应变片(23)设置所述传热杆A(9)上，且与所述测力仪(28)连接。

2. 根据权利要求1所述一种热加工过程固态界面换热系数测定装置，其特征是所述传热杆A(9)的热传导率小于所述传热杆B(11)的热传导率，以便高温不会对定位圈(12)造成影响。

3. 根据权利要求1所述一种热加工过程固态界面换热系数测定装置，其特征是所述上试样(8)和下试样(7)的直径为Φ10mm，长为50mm。

4. 根据权利要求1所述一种热加工过程固态界面换热系数测定装置，其特征是所述测温孔(29)直径为Φ1.2-1.3mm；所述热电偶(30)的直径为Φ1mm。

5. 根据权利要求1所述一种热加工过程固态界面换热系数测定装置，其特征是所述上试样(8)上的第一个测温孔距离所述上试样接触面距离为3mm，任意相邻两热测温孔之间的间距为10mm，且测温孔的深度为该试样直径的一半；所述下试样(7)上的第一个测温孔距离所述下试样接触面距离为3mm，任意相邻两测温孔的间距为10mm，且测温孔的深度为

该试样直径的一半。

一种热加工过程固态界面换热系数测定装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种热加工过程固态界面换热系数测定装置，主要属于塑性加工研究及工程应用领域。

背景技术

[0002] 固态界面热接触现象在很多热加工领域都存在，对热成形产品的性能有着直接影响；如在热挤压、热模锻过程中，模具和加热坯料之间固态界面热传递将直接影响挤压模具的寿命和零件的成形精度；在热冲压过程中，模具与坯料固态界面热传递进行模内淬火使得成形后材料具有高强力学性能。因此，固态界面换热系数的确定对合理制定热加工过程的工艺参数以获得高性能零件具有重要的理论和实用价值，其重要性不言而喻。金属热加工过程接触时固态界面换热系数的测量受到了越来越多的学者和相关企业的关注。目前，国内外对固态界面换热系数的研究很少，可以借鉴的数据并不多，因而设计开发直接测量该系数的装置有利于推动热加工工艺向着定量化、科学化方向发展。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提出一种用于热加工过程固态界面换热系数测定装置，为企业生产或相关科学实验研究提供重要的基础数据。本发明具有成本低，装置简单，使用灵活、方便等优点。本发明可以测量如高温合金、碳钢、H13 模具钢、不锈钢、钛合金、镁合金、铝合金等各种金属之间热接触及金属与非金属之间热接触的固态界面换热。该测量装置还可应用于分析界面粗糙度、界面接触压力对界面换热系数的影响；接触界面间存在润滑剂（如玻璃润滑剂、石墨粉等）的界面换热系数测定。

[0004] 本发明的技术方案是：一种热加工过程固态界面换热系数测定装置，该测定装置包括支撑机构、加热机构、保温机构、施压机构、测量机构和标准试样；

[0005] 所述支所述支撑机构由上模座、导柱、下模座和定位圈构成；

[0006] 所述加热机构包括对开式加热炉和用于控制加热温度的温控仪；

[0007] 所述保温机构包括保温套筒；

[0008] 所述施压机构由液压装置、定位套筒、滑动支座、传热杆 A 和传热杆 B 构成；

[0009] 所述测量机构包括用于采集试样温度的热电偶、用于加压过程中测量压力大小的应变片、用于采集温度数据测温仪以及用于采集压力数据的测力仪；

[0010] 所述标准试样由上试样和下试样构成；

[0011] 其中，所述上模座设置在所述导柱上端的轴肩上，通过螺母和垫圈固定，所述定位圈通过螺钉和销钉 A 固定所述上模座的中心位置，所述下模座设置所述导柱下端，所述导柱与所述下模座底部的 T 形螺母连接固定，所述 T 形螺母通过螺钉 B 与所述下模座固定；所述对开式加热炉通过螺栓固定在所述上模座和所述下模座之间的所述导柱上，所述对开式加热炉炉体的中心位置设置有阶梯形通孔，所述阶梯形通孔内设置保温层，且上通孔壁周围有加热炉丝，下通孔末端开有倒角；所述液压装置固定在所述下模座的箱座内底部的中

心位置，所述定位套筒通过螺钉 B 固定在所述下模座上端面的中心位置，所述滑动支座置于所述定位套筒内，所述滑动支座一端所述液压装置连接，另一端与所述保温套筒连接，所述下试样设置所述保温套筒内，所述滑动支座载着所述下试样和保温套筒在定位套筒的内壁中上下滑动；所述上试样、传热杆 A 和传热杆 B 设置所述对开式加热炉的炉体上设有阶梯形通孔内，所述上试样的一端设有 T 形接头，通过所述 T 形接头与所述传热杆 A 的一端的 T 形槽连接，所述传热杆 A 的另一端设有 T 形接头，通过所述 T 形接头与所述传热杆 B 一端的 T 形槽连接，所述传热杆 B 的另一端设有 T 形接头，通过所述 T 形接头与所述定位圈上的 T 形槽连接；所述下试样和上试样上分别设有 4 个测温孔，所述热电偶设置所述测温孔内，且通过导线与所述测温仪连接，所述应变片设置在所述传热杆 A 上，且通过导线与所述测力仪连接。

[0012] 进一步，所述传热杆 A 的热传导率小于所述传热杆 B 的热传导率，以便高温不会对定位圈造成影响。

[0013] 进一步，所述上试样和下试样的直径为 $\Phi 10\text{mm}$ ，长为 50mm 。

[0014] 进一步，所述测温孔直径为 $\Phi 1.2\text{--}1.3\text{mm}$ ，热电偶的直径为 $\phi 1\text{mm}$ 。

[0015] 进一步，所述上试样第一个测温孔距离所述上试样接触面距离为 3mm ，任意两热测温孔的间距为 10mm ，所述测温孔的深度为该试样直径的一半；所述下试样第一个测温孔距离所述下试样接触面距离为 3mm ，任意两测温孔的间距为 10mm ，所述测温孔的深度为该试样直径的一半。

[0016] 本发明的优点在于：

[0017] (1) 装置结构简单，拆装方便，采用液压装置作为施压机构，省去了复杂的动力及传动装置，操作方便，可靠性高；

[0018] (2) 对中性好，本装置定位圈中采用销钉作为定位装置，有利于对中性，有利于试样界面的充分接触；

[0019] (3) 加热炉采用了对开式结构，上试样和传热杆通过 T 形槽进行连接，便于试样的拆卸和更换；

[0020] (4) 本装置通过轴向保温层和近似径向绝热环境设计，减少径向热量散失，试样沿径向形成近似绝热，保证热量只往轴向传递，即建立了近似一维换热环境；

[0021] (5) 对开式加热炉加热均匀，热量充足，能够达到实验所需要的温度，试样易于装卸，操作方便；

[0022] (6) 本装置两根传热杆采用不同材质，以免高温对装置产生影响；

[0023] (7) 本装置采用间接加热方式，通过热传递的方式将热量传递给高温试样这样能够较好的保证实验精度；

[0024] (8) 本装置设有压力测量装置，可以测量不同压力下的固态界面换热系数，液压装置可以保证充足的压力；

[0025] (9) 通用性好，本装置适用于大多数金属间及存在润滑剂的固态界面换热系数的测量，因此使用范围广；

[0026] (10) 连续实验效率高，本装置简单的装卸结构更有利于试样的连续装卸，因而实验效率高。

附图说明

- [0027] 图 1 是本发明一种热加工过程固态界面换热系数测定装置的结构示意图；
 [0028] 图 2 是本发明中对开式加热炉结构示意图；
 [0029] 图 3 是本发明中的试样结构示意图；
 [0030] 图 4 为外延法求温度示意图。
 [0031] 图中：
 [0032]

1- 下模座	2- 液压装置	3- 导柱	4- 定位套筒
5- 滑动支座	6- 保温套筒	7- 下试样	8- 上试样
9- 传热杆 A	10- 加热炉丝	11- 传热杆 B	12- 定位圈
13- 上模座	14- 销钉	15- 螺钉 A	16- 螺母
17- 垫圈	18- 螺栓	19- 对开式加热炉	20- 螺钉 B
21-T 形螺母	22- 螺钉 C	23- 应变片	24- 阶梯形通孔
25- 保温层	26- 测温仪	27- 控温仪	28- 测力仪
29- 测温孔	30- 热电偶		

- [0033] 具体实施方式
 [0034] 下面将结合附图和实例对本发明作进一步的详细说明。
 [0035] 本发明是一种热加工过程固态界面换热系数测定装置，如图 1 所示，该测定装置主要的支撑机构包括上模座 13、导柱 3、下模座 1 和定位圈 12 构成；加热和保温机构由对开式加热炉 19、保温套筒 6 和温控仪 27 构成；施压机构主要由底部的液压装置 2、滑动支座 5、定位套筒 4 和上部的传热杆 A9、传热杆 B11 构成；测量机构由热电偶 30、应变片 23、测温仪 26 以及测力仪 28 构成。
 [0036] 上模座 13 设置在导柱 3 上端的轴肩上，通过螺母 16 和垫圈 17 固定，定位圈 12 通过螺钉 A15 和销钉 14 固定上模座 13 的中心位置，下模座 1 设置导柱 3 的下端，导柱 3 与下模座 1 底部的 T 形螺母 21 连接固定，T 形螺母 21 通过螺钉 C22 与下模座 1 固定，这就构成了整个支撑机构，且能够满足实验要求。
 [0037] 为了满足一维换热的实验条件，整个测量过程中上下试样必须在保温机构中进行换热，本装置的对开式加热炉 19 内设置了保温层 25，这样既保证了上试样 8 的保温又能使温度足以升到设定值；内部留有阶梯型通孔 24，分别供上试样 8 和下试样 7 加热和保温用，实验时封闭加热炉后，上试样 8 完全位于对开式加热炉 19 的阶梯型通孔 24 的上部通孔中，上通孔壁上装有加热炉丝 10，加热炉丝 10 与控温仪连接，加热炉丝 10 采用功率为 1.5KW 的 Cr20Ni80 铁烙铝合金为加热热源，直径为 1mm，待其加热到预定温度后，操纵液压装置 2 使下试样 7 缓慢上升并最终与上试样 8 接触进行换热；对开式加热炉 19 内下部通孔底部有倒角，以便保温套筒 6 能够顺利进入；下试样 7 始终放置在保温套筒 6 中，保温套筒 6 较下试样 7 较长且直径稍大，这样可以保证两试样接触换热时均位于保温套筒 6 中以保证一维换热，稍大的直径以方便热电偶引线的引出。
 [0038] 上试样 8 通过 T 形槽与传热杆 A9 进行连接，传热杆 B11 和上模座 13 之间通过定位圈 12 进行固定，传热杆 B11 和定位圈 12 的连接方式也为 T 形槽，这种连接方式便于更换试样，在进行连续实验中效率更高，保证良好的对中性。
 [0039] 下试样 7 置于保温套筒 6 中，保温套筒 6 通过凹槽的固定在滑动支座 5 上面，滑动支座 5 位于液压装置 2 顶部，当操纵液压装置 2 使滑动支座 5 上升时，其顺着定位套筒 4 中

的通孔内壁向上滑动，最终使上下试样接触进行换热，当两试样接触式滑动支座 5 恰好和对开式加热炉 19 底部接触将下部通孔堵住以隔绝空气，这样可以起到保温的作用。定位套筒 4 通过螺钉 C20 固定在下模座 1 上，定位套筒 4 底部的凸环和液压装置 2 接触以使其固定；下模座 1 底部的阶梯孔和上部的通孔也对液压装置 2 进行固定，这样就使液压装置 2 在操作过程中不会产生大的晃动。

[0040] 传热杆 A9 的表面贴有应变片 23，应变片 23 与测力仪 28 连接，以便测量实验时液压装置 2 施加的压力，这样做一是为了保证在换热过程中的压力恒定，二者可以在保证温度不变的情况下测定不同压力对固态界面换热系数的影响。

[0041] 本发明用两根金属试样来测定热加工过程固态界面换热系数，本装置结构简单，操作方便，更换试样方便且试样小巧便于加工，本实验为工业中涉及到固态界面换热系数提供基础数据，便于推广和应用。

[0042] 本装置的工作过程是：

[0043] (1)制备试样：所有的试样均被加工成直径为 $\Phi 10\text{mm}$ ，长为 50mm ；用电火花在试样上打出直径为 $\Phi 1.2\text{--}1.3\text{mm}$ 的测温孔孔，相继打 4 个孔，第一个细孔距离试样接触面距离为 3mm ，任意两孔的间距为 10mm ，孔的深度为试样直径的一半即 5mm ；用相同型号水砂纸对试样接触面进行打磨，以获得相同的接触表面形貌；

[0044] (2)装夹试样：首先将八根热电偶 30 分别插入上下试样的八个测温孔 29 中，并从上面数第一个孔开始将八根线依次标上序号；将上试样 8 通过 T 形槽连接固定在传热杆 A9 上，将对开式结构加热炉 19 用螺栓 18 进行封闭，将下试样 7 进保温套筒 6 中，并随之一起放入滑动支座 5 的凹槽中；

[0045] (3)连接引线：将八根热电偶线按标号分别接到测温仪 26 上；将应变片 23 上的引线接到测力仪 28 装置上；

[0046] (4)加热上试样：确认对对开式加热炉 19 封闭后，将加热炉丝 10 接到温控仪 27 上通电加热，将上试样 8 加热到预定温度(如 1000°C)，保温直至达到稳定换热条件；

[0047] (5)接触换热：上试样 8 加热到预定温度后，操纵液压装置 2 使滑动支座 5 向上滑动，最终使上试样 8 和下试样 7 接触进行换热，此时观察应变片 23 测出的压力数据使之保持恒定，直至稳定换热条件；

[0048] (6)记录数据：观察温度和压力数据，待稳定后，记录下来；

[0049] (7)换热系数计算：将测得的温度数据带入换热公式进行计算，最终得到换热系数。

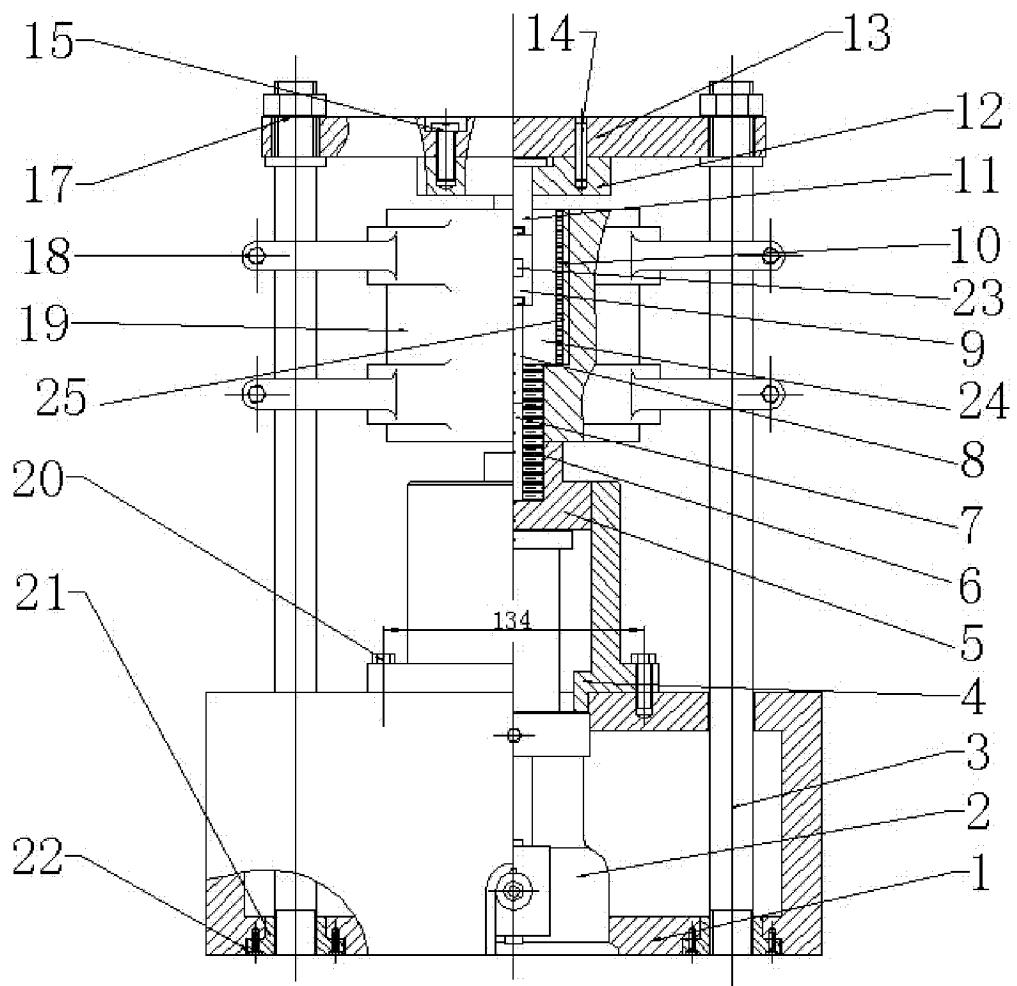


图 1

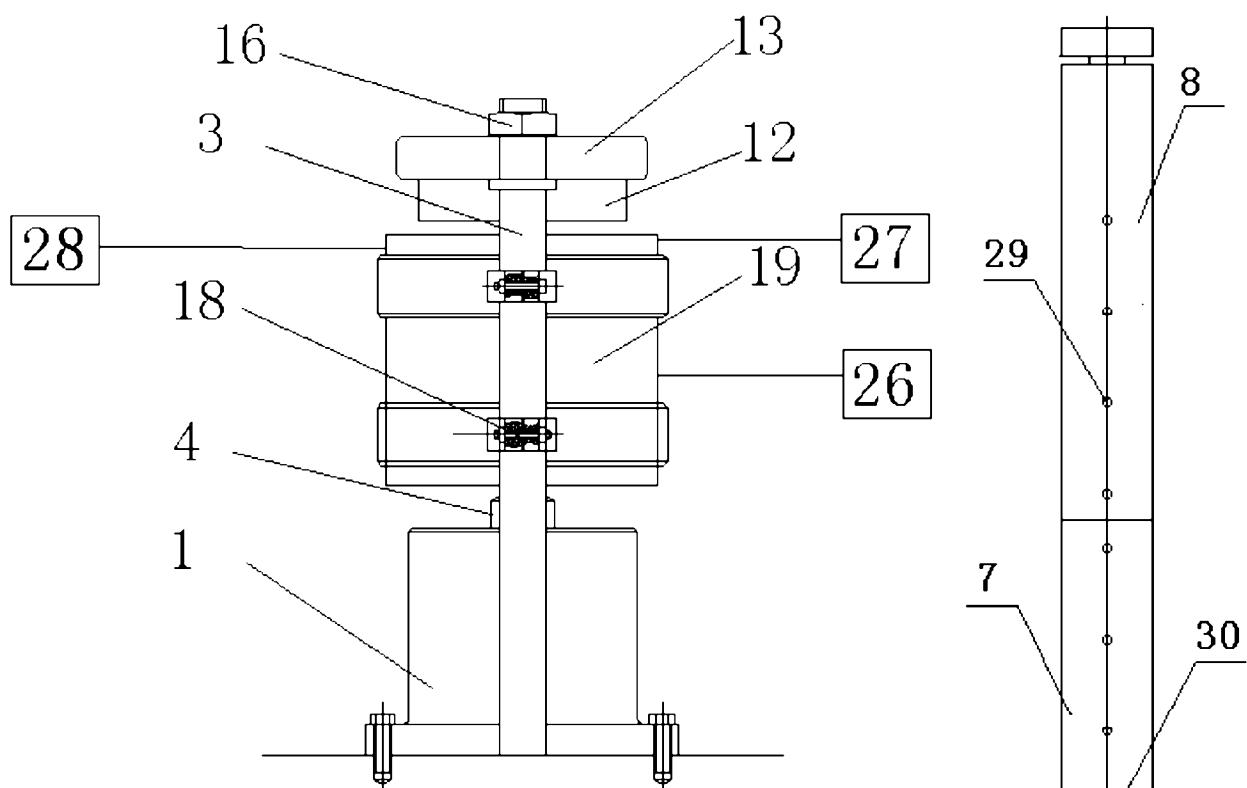


图 2

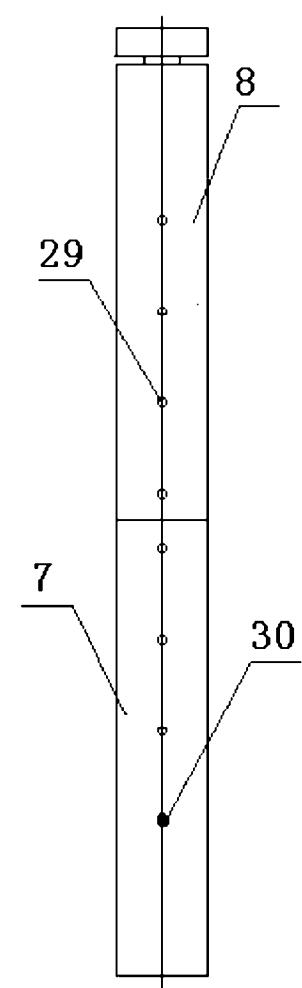


图 3

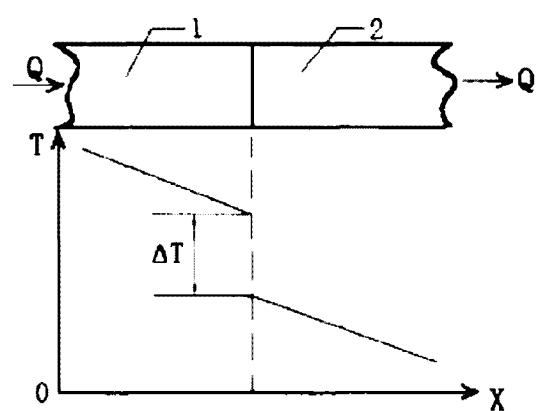


图 4