



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109300648 B

(45)授权公告日 2019.10.18

(21)申请号 201811253579.7

(22)申请日 2018.10.25

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109300648 A

(43)申请公布日 2019.02.01

(73)专利权人 同济大学  
地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 阎耀保 郭文康 陆亮

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 杨宏泰

(51) Int. Cl.  
H01F 7/08(2006.01)  
H01F 7/16(2006.01)

(56)对比文件

US 4928028 A, 1990.05.22,  
CN 202678020 U, 2013.01.16,  
CN 204289002 U, 2015.04.22,

审查员 高静静

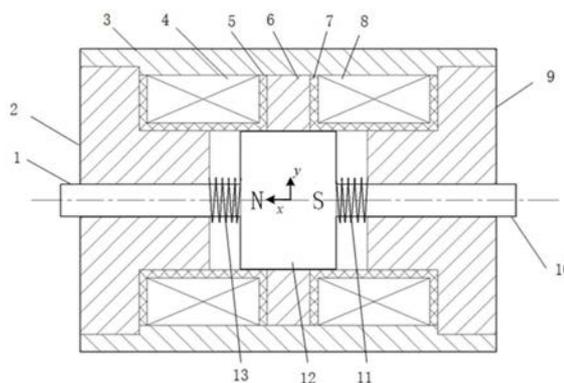
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

## (54)发明名称

一种耐高压动磁式双向比例电磁铁

## (57)摘要

本发明涉及一种耐高压动磁式双向比例电磁铁,包括设有截面呈工字型内部空腔的圆筒状壳体、设置在壳体工字型内部空腔两端且呈圆凸台状的轭铁以及设置在工字型内部空腔中部的永磁体,所述的永磁体在水平轴左右方向分别通过推杆穿出轭铁中部,其特征在于,该电磁铁还包括设置在工字型内部空腔中部的左线圈和右线圈,所述的左线圈和右线圈外部均设有一层骨架,两个骨架间设有分别与两个骨架和永磁体密封配合的环形导磁体。与现有技术相比,本发明具有取消隔磁环结构、密封性好、双侧驱动、优化输出力特性、结构简单降低成本等优点。



1. 一种耐高压动磁式双向比例电磁铁,包括设有截面呈工字型内部空腔的圆筒状壳体(3)、设置在壳体(3)工字型内部空腔两端且呈圆凸台状的轭铁以及设置在工字型内部空腔中部的永磁体(12),所述的永磁体(12)在水平轴左右方向分别通过推杆穿出轭铁中部,其特征在于,该电磁铁还包括设置在工字型内部空腔中部的左线圈(4)和右线圈(8),所述的左线圈(4)和右线圈(8)外部均设有一层骨架,两个骨架间设有分别与两个骨架和永磁体(12)密封配合的环形导磁体(6),所述的永磁体(12)在水平轴左向连接有穿过左轭铁(2)中部通孔的左推杆(1),并且在左推杆(1)上套设有左弹簧(13),所述的左弹簧(13)一端与永磁体(12)左侧面连接,另一端与左轭铁(2)内侧面连接;

所述的永磁体(12)在水平轴右向连接有穿过右轭铁(9)中部通孔的右推杆(10),并且在右推杆(10)上套设有右弹簧(11),所述的右弹簧(11)一端与永磁体(12)右侧面连接,另一端与右轭铁(9)内侧面连接,用以实现双向力补偿;

该电磁铁的输出力为引力、斥力和弹簧弹力的合力,其在设定工作行程内的大小与左线圈(4)和右线圈(8)通入电流的大小成正比,通过改变永磁体(12)的半径调节引力和斥力的合力,使之具有线性特征。

2. 根据权利要求1所述的一种耐高压动磁式双向比例电磁铁,其特征在于,所述的骨架为弱导磁材料骨架,左弹簧(13)和右弹簧(11)均为非磁性材料制成。

3. 根据权利要求1所述的一种耐高压动磁式双向比例电磁铁,其特征在于,所述的左线圈(4)和右线圈(8)通入的电流极性相反。

4. 根据权利要求1所述的一种耐高压动磁式双向比例电磁铁,其特征在于,所述的左弹簧(13)和右弹簧(11)的刚度与永磁体(12)所受电磁力的刚度相同,用以抵消永磁体(12)运动过程中的电磁力增量,保持永磁体(12)在运动过程中所受的合力为一定值。

5. 根据权利要求1所述的一种耐高压动磁式双向比例电磁铁,其特征在于,所述的左轭铁(2)、右轭铁(9)、壳体(3)和环形导磁体(6)均为导磁体,并且与永磁体(12)共同构成闭环磁路。

## 一种耐高压动磁式双向比例电磁铁

### 技术领域

[0001] 本发明涉及流体控制领域,尤其是涉及一种耐高压动磁式双向比例电磁铁。

### 背景技术

[0002] 比例电磁铁作为一种电液比例控制元件的电-机械转换器件,其功能是将输入的电信号成比例的转换成力或位移输出。目前公开的专利中多采用增加隔磁环结构的方法,从而获得比例输出特性。专利DE3309904(参考专利文献:Reiner Bartholomaeus, Christoph Gibas. Elektromagnet und magnetventil:DE3309904[P],1983-03-18)公开了一种盆形极靴结构的比例电磁铁,其在导磁套中段用非导磁材料黄铜烧制一段隔磁环,其后段均由软磁材料制成,为了获得良好的比例输出特性,对隔磁环的制造工艺要求较高,结构更复杂,对加工和装配都提出了更高的要求。专利US6520600(参考专利文献:Wendell D. Tackett,Gary R. Knight.Control valve with single piece sleeve for a hydraulic control unit of vehicular brake systems: US6520600[P],2000-09-09)公开了一种采用特殊结构的一体成型的导磁套的高速开关电磁铁,其在导磁套中部开有一环状梯形凹槽,取代了传统的隔磁环结构,获得了近似水平的电磁驱动力,但由于薄壁结构的存在,承压能力不如传统的具有隔磁环结构的比例电磁铁。专利CN102063998A(参考专利文献:周星,丁凡,满军,等. 基于一体式导磁套的耐压型比例电磁铁:CN102063998A[P],2011-05-18)对一体式导磁套的耐压性比例电磁铁进行改进,提出用若干特殊结构的环状凹槽(包括深凹槽和浅凹槽)替代专利US6520600中的梯形凹槽,电磁铁同样具有比例特性,且耐压强度得到了提升。专利CN101984495A(参考专利文献:满军,丁凡,李其朋,等. 阶梯型盘式比例电磁铁:CN101984495A[P],2011-03-09)公开了一种阶梯型盘式比例电磁铁,专利CN101984496A(参考专利文献:满军,丁凡,李其朋,等. K型盘式比例电磁铁:CN101984496A[P],2011-03-09)公开了一种k型盘式比例电磁铁,通过对衔铁形状的改进,并辅以永磁体产生的固定磁通,同样获得了近似水平的电磁驱动力。

[0003] 以上若干比例电磁铁结构仅能提供单向驱动能力,如要获得双向驱动,可采用两个比例电磁铁组合进行驱动,但组合后的整体结构体积较大,限制了其应用范围。

[0004] 专利CN1588585(参考专利文献:丁凡,李其朋,翁振涛,等. 耐高压永磁极化式双向比例电磁铁:CN1588585[P],2005-03-02)公开了一种耐高压永磁极化式双向比例电磁铁结构,专利CN103606431A(参考专利文献:李其朋. 耐高压动磁式双向比例电磁铁:CN103606431A[P],2014-02-26)公开了一种耐高压动磁式双向比例电磁铁,其均采用了不导磁材料构成的隔磁环结构,改变了工作时磁路中的磁通分布,在可动件上得到了与输入信号成比例、连续的输出力,通过改变通入电流的极性,可完成对可动件的双向致动,但由于隔磁环结构的存在,增加了制造难度,使工艺更加复杂。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种耐高压动磁式

双向比例电磁铁。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现：

[0007] 一种耐高压动磁式双向比例电磁铁，包括设有截面呈工字型内部空腔的圆筒状壳体、设置在壳体工字型内部空腔两端且呈圆凸台状的轭铁以及设置在工字型内部空腔中部的永磁体，所述的永磁体在水平轴左右方向分别通过推杆穿出轭铁中部，该电磁铁还包括设置在工字型内部空腔中部的左线圈和右线圈，所述的左线圈和右线圈外部均设有一层骨架，两个骨架间设有分别与两个骨架和永磁体密封配合的环形导磁体。

[0008] 所述的永磁体在水平轴左向连接有穿过左轭铁中部通孔的左推杆，并且在左推杆上套设有左弹簧，所述的左弹簧一端与永磁体左侧面连接，另一端与左轭铁内侧面连接；

[0009] 所述的永磁体在水平轴右向连接有穿过右轭铁中部通孔的右推杆，并且在右推杆上套设有右弹簧，所述的右弹簧一端与永磁体右侧面连接，另一端与右轭铁内侧面连接，用以实现双向力补偿。

[0010] 所述的骨架为弱导磁材料骨架，其相对磁导率 $\mu_r > 1$ ，且与1接近，左弹簧和右弹簧均为非磁性材料制成，如铝合金、Fe-Mn-Cr系高猛无磁结构钢。

[0011] 所述的左线圈和右线圈通入的电流极性相反。

[0012] 所述的左弹簧和右弹簧的刚度与永磁体所受电磁力的刚度相同，用以抵消永磁体运动过程中的电磁力增量，保持永磁体在运动过程中所受的合力为一定值。

[0013] 该电磁铁的输出力为引力、斥力和弹簧弹力的合力，其在设定工作行程内的大小与左线圈和右线圈通入电流的大小成正比。

[0014] 通过改变永磁体的半径调节引力和斥力的合力，使之具有线性特征。

[0015] 所述的左轭铁、右轭铁、壳体和环形导磁体均为导磁体，并且与永磁体共同构成闭环磁路。

[0016] 与现有技术相比，本发明具有以下优点：

[0017] 一、取消隔磁环结构：取消了焊接或其它形式的隔磁环结构，简化了加工工艺，降低了制造难度，且由于不存在其他形式的隔磁环结构，避免了由此带来的刚度薄弱部分，提高了对高压的耐受性。

[0018] 二、密封性好：左右两线圈的外部均设有骨架，两骨架内侧面分别与环状导磁体的环面配合，使本发明具有良好的密封特性。

[0019] 三、双侧驱动：采用永磁体作为可动件，将由电流产生的感应磁极与永磁体磁极之间的相互作用力作为驱动力，且工作时两线圈通入相反极性的电流，使永磁体两侧产生同向的电磁力，共同驱动永磁体，提高了系统的输出力。

[0020] 四、优化输出力特性：通过合理设置永磁体半径，使永磁体受到电磁力呈近似线性，并在永磁体两侧增加了机械弹簧，其刚度与电磁力刚度一致，通过机械弹簧的补偿作用，获得了特性更优的输出力，该力在工作行程内基本为一定值，且该值与电流大小成正比。

[0021] 五、结构更加简单，对制造工艺要求不高，降低了制造成本。

## 附图说明

[0022] 图1为本发明的耐高压动磁式双向比例电磁铁结构示意图。

[0023] 图2为本发明磁路示意图。

[0024] 图3为本发明的输出力示意图。

[0025] 图4为本发明的可动件所受电磁力的仿真结果。

[0026] 图5为本发明机械弹簧的弹簧力-压缩量曲线图。

[0027] 图6为本发明的输出力特性图。

[0028] 图中标记说明：

[0029] 其中：1、左推杆，2、左轭铁，3、壳体，4、左线圈，5、左骨架，6、环形导磁体，7、右骨架，8、右线圈，9、右轭铁，10、右推杆，11、右弹簧，12、永磁体，13、左弹簧。

## 具体实施方式

[0030] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0031] 实施例

[0032] 如图1所示，本发明提供一种耐高压动磁式双向比例电磁铁，包括左推杆1、右推杆10，左轭铁2、右轭铁9，壳体3，环形导磁体6，左线圈4、右线圈8，左骨架5、右骨架7，永磁体12，左弹簧11、右弹簧13。左轭铁2和右轭铁9的凸缘与两控制线圈的骨架5、7相配合，骨架为弱导磁材料，两骨架之间有一环形导磁体6，在轴向方向与之配合，形成密封作用。轭铁2、9、壳体3、环形导磁体6均为导磁体，与永磁体12共同构成磁路。推杆1、10外套设有机械弹簧11、13，永磁体12为可动件，可在环形导磁体6和两骨架5、7组成内孔内自由运动。

[0033] 如图2所示，根据永磁体12的极性，控制两线圈4、8通入不同极性的电流，使永磁体12获得水平左向或右向的驱动力，本实施例中，左线圈4、右线圈8均为1500匝，左线圈4电流垂直纸面向里，右线圈8通入电流垂直纸面向外，此时左轭铁2右侧导磁体感应出S极，与永磁体12之间产生吸引力，右轭铁9左侧导磁体感应出S极，与永磁体12之间产生斥力，两力共同作用使永磁体12向左运动，因此电磁铁的输出力也得到显著提升。若变换两控制线圈4、8通入电流的极性或改变永磁体12的极性，便可驱动永磁体12向右运动。

[0034] 如图3所示，引力 $F_1$ 随位移增大而增大，斥力 $F_2$ 随位移增大而减小，合理设置比例电磁铁结构（永磁体12的半径）可使引力、斥力的合力 $F$ 具有近似线性特征。

[0035] 图4为本实施例中根据设计的结构，仿真得到的永磁体12所受电磁力的力学特性曲线，定义坐标原点为永磁体12的中位位置，并规定向左移动为正方向。可以看出，该结构下永磁体12所受到的电磁力具有良好的线性特征。

[0036] 图5为某刚度下的机械弹簧的弹簧力-压缩量曲线图，其刚度大小取决于图4中永磁体12所受电磁力的刚度，两者刚度尽可能取值一致，使机械弹簧11、13能完全抵消永磁体运动过程中的电磁力增量，保持永磁体12运动过程中所受的合力为一定值。

[0037] 如图6所示，本发明的的一种实施例的输出力具有优良的比例特性，即该输出力在一定行程内为一定值，且输出力大小与控制线圈4、8通入电流的大小成正比。由于可动件为永磁体，克服了磁饱和问题，且由于两控制线圈4、8通入电流的极性不同，使得永磁体12由引力和斥力同时驱动，大大提高了可动件在中位时所受到驱动力，也即耐高压动磁式双向比例电磁铁输出的电磁力。

[0038] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改，并把在此说明的

一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于这里的实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,对于本发明做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

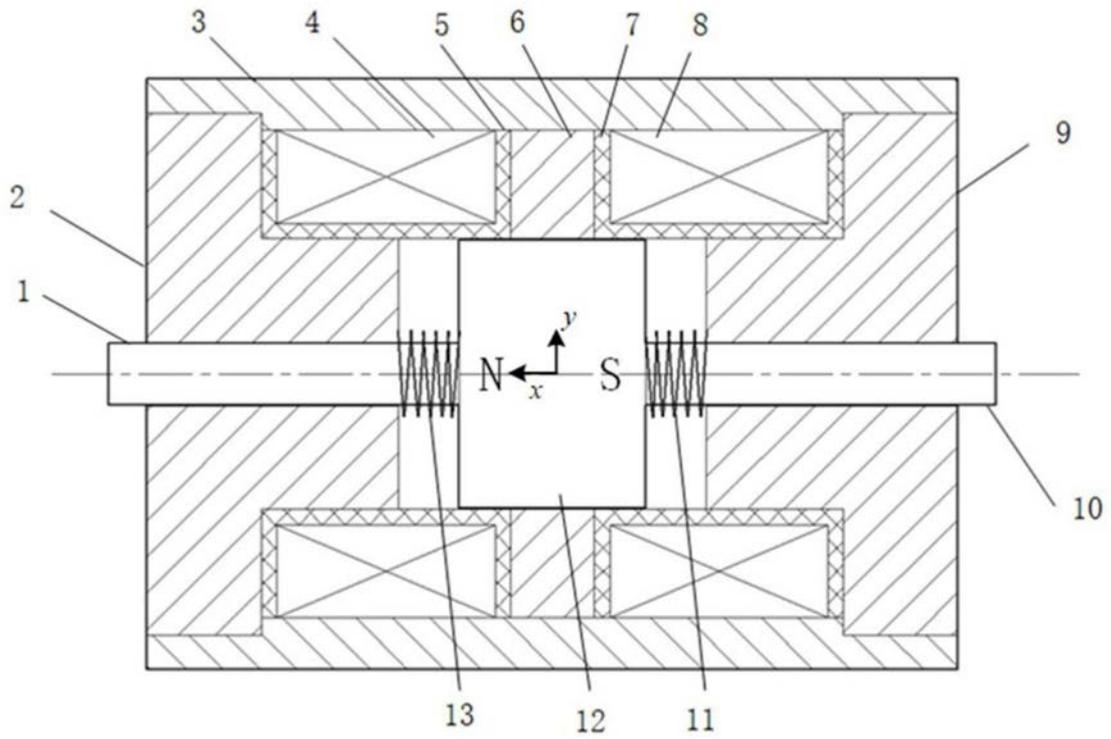


图1

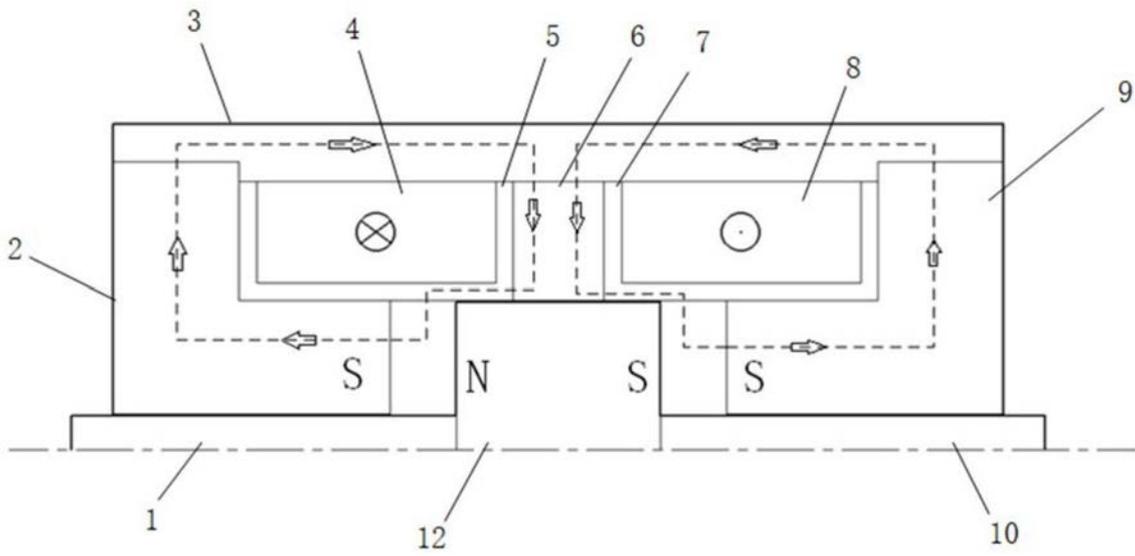


图2

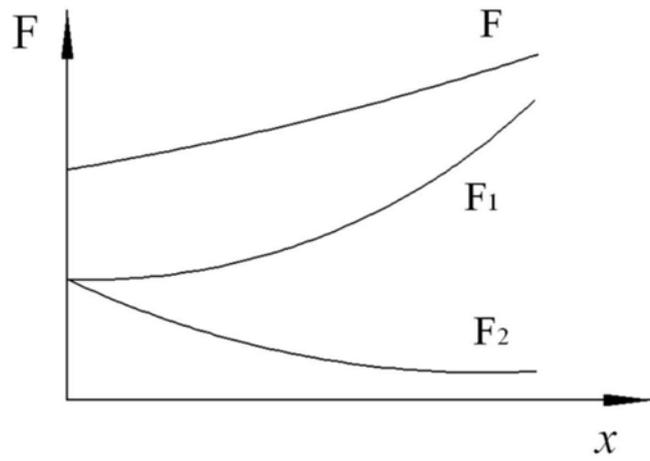


图3

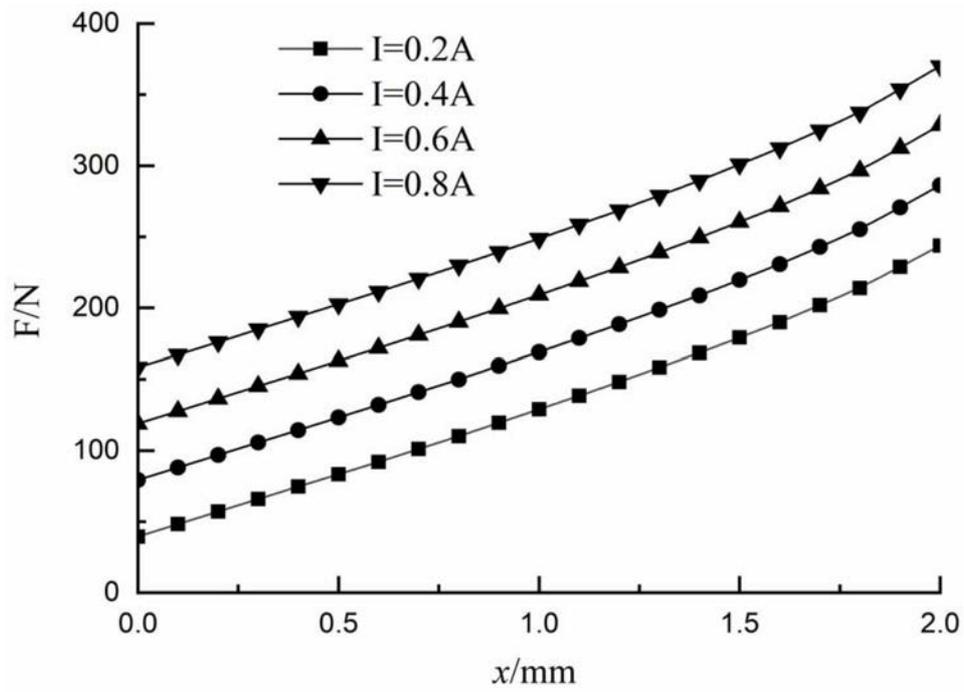


图4

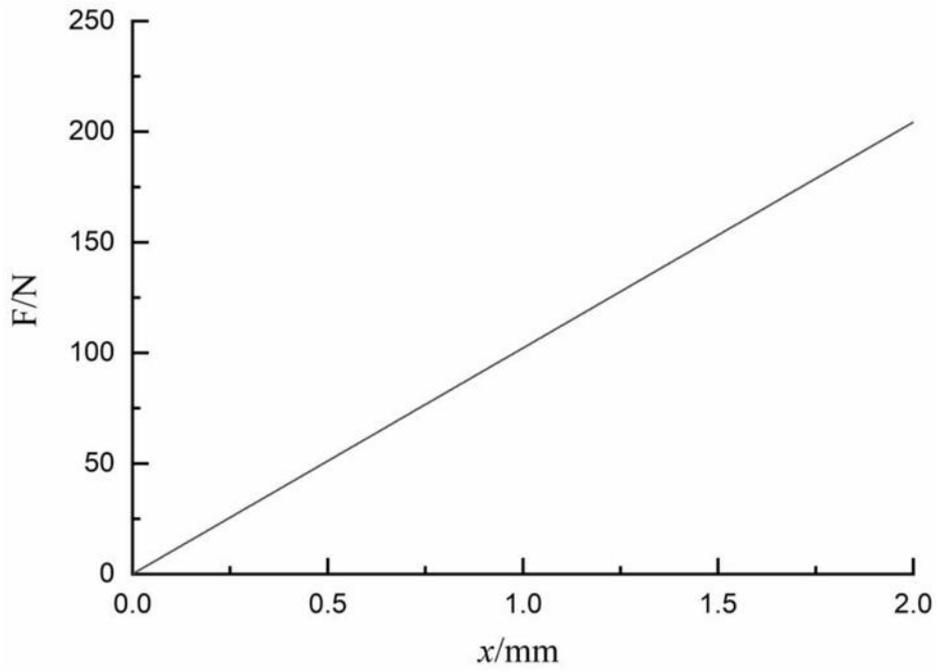


图5

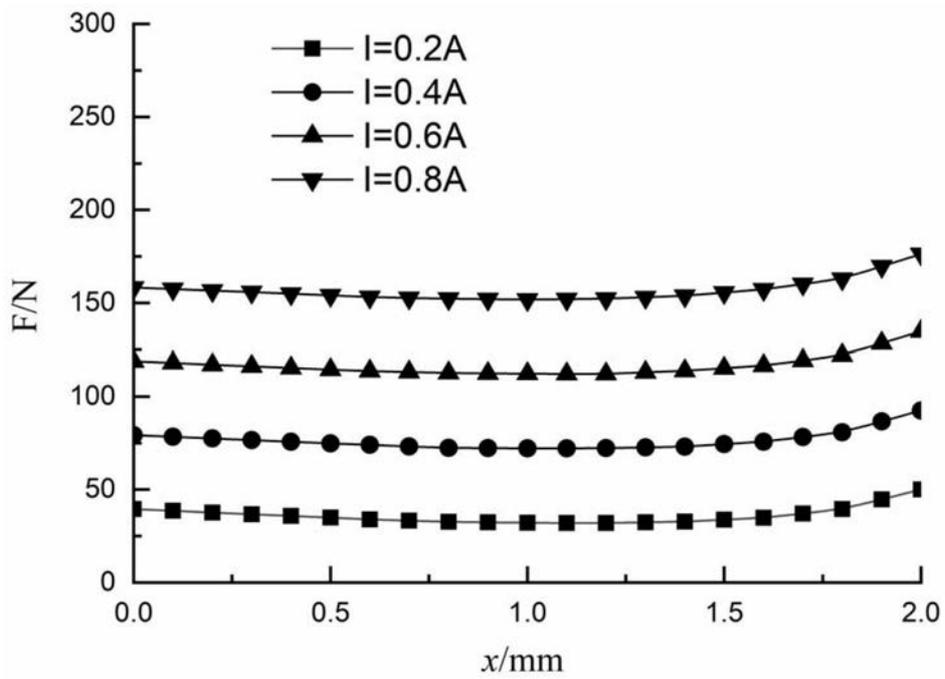


图6