



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107070167 B

(45)授权公告日 2019.10.01

(21)申请号 201710292657.3

(22)申请日 2017.04.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107070167 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(73)专利权人 鲁东大学
地址 264025 山东省烟台市芝罘区红旗中
路186号

(72)发明人 赵玫 王曼曼 王刚 杨洪勇
邓冠龙 韩辅君 徐明铭 邹海林
张淑宁 侯典立 张平 刘飞
周文举

(74)专利代理机构 烟台上禾知识产权代理事务
所(普通合伙) 37234
代理人 刘志毅

(51)Int.Cl.
H02K 41/03(2006.01)

(56)对比文件
CN 102570754 A,2012.07.11,
CN 102570754 A,2012.07.11,
CN 204597742 U,2015.08.26,
JP 特开平9-9606 A,1997.01.10,

审查员 周大瑞

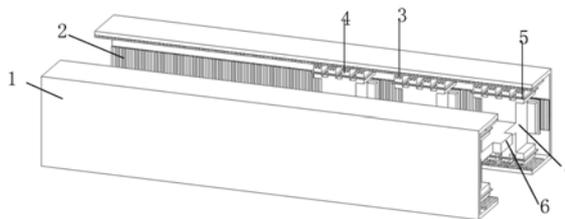
权利要求书1页 说明书3页 附图6页

(54)发明名称

一种横向磁通磁场调制式直线电机

(57)摘要

本发明公开了一种横向磁通磁场调制式直线电机,包括:初级和次级;其中,次级包括次级铁心和永磁体,两个次级铁心呈“C”型形状、镜像设置,永磁体均匀分布在次级铁心的内侧三面,初级与次级之间存在三面气隙;初级包括两个相同的初级铁心以及连接两个初级铁心的连接梁,初级铁心的上面、下面以及和连接梁反向的面均设有等距分布的、相同的多个凸极齿;凸极齿靠近气隙端开设有等距的虚齿,虚齿的齿宽与两个虚齿之间的虚槽宽相等;凸极齿上绕有电枢绕组,三相初级上分别绕有三相电枢绕组;虚齿的齿数等于永磁体的极对数加上电枢绕组的极对数。在本发明中,虚齿的加入对于调节磁通回路起到很大促进作用,使得有用的谐波得到很大程度的提高。



1. 一种横向磁通磁场调制式直线电机,其特征在于,包括:初级和次级;其中,

所述次级包括次级铁心和永磁体,两个所述次级铁心呈“C”型形状、镜像设置,所述永磁体均匀分布在所述次级铁心的内侧三面,所述初级与所述次级之间存在三面气隙;

所述初级包括两个相同的初级铁心以及连接两个初级铁心的连接梁,所述初级铁心的上面、下面以及和连接梁反向的面均设有等距分布的、相同的多个凸极齿;所述凸极齿靠近气隙端开设有等距的虚齿,所述虚齿的齿宽与两个虚齿之间的虚槽宽相等;所述凸极齿上绕有电枢绕组,三相初级上分别绕有三相电枢绕组;所述虚齿的齿数等于所述永磁体的极对数加上所述电枢绕组的极对数;

其中,相邻的电枢绕组首尾相连,且上面的凸极齿的电枢绕组绕制方向与下面的凸极齿的电枢绕组绕制方向相反,和连接梁反向的面上的凸极齿的电枢绕组绕制方向与下面的凸极齿的电枢绕组绕制方向相同,三个面上的凸极齿的电枢绕组相互串联形成一相绕组;

所述电机内的磁场磁力线分别从次级上下两部分的永磁体N极出发经过次级铁心,到达次级中间的永磁体S极,通过次级中间气隙进入初级中间凸极齿的虚齿经过初级中间凸极齿,穿过初级铁心分别进入初级上下凸极齿、虚齿、上下气隙回到起始的永磁体S极,形成两个主磁通回路A和B,其磁力线所在平面与电机运动方向相垂直,电机主磁场为横向磁场。

2. 根据权利要求1所述的直线电机,其特征在于,所述永磁体充磁方式为纵向—法向—纵向充磁。

3. 根据权利要求1所述的直线电机,其特征在于,所述永磁体充磁方式为halbach充磁。

4. 根据权利要求1所述的直线电机,其特征在于,所述凸极齿的宽度大于等于所述凸极齿间的槽距。

5. 根据权利要求1所述的直线电机,其特征在于,所述凸极齿的高度小于所述初级铁心的高度。

6. 根据权利要求1所述的直线电机,其特征在于,所述初级铁心三面与“C”型形状的次级铁心三面有等距离气隙。

7. 根据权利要求1所述的直线电机,其特征在于,所述连接梁为不导磁材料。

8. 根据权利要求1所述的直线电机,其特征在于,所述次级铁心用硅钢片叠制而成。

9. 根据权利要求1所述的直线电机,其特征在于,所述永磁体采用钕铁硼材质的材料。

一种横向磁通磁场调制式直线电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种磁场调制式直线电机,尤其涉及一种横向磁通磁场调制式直线电机。

背景技术

[0002] 直线直驱运动系统省去了复杂的机械转换装置,系统结构简单、运行可靠,响应速度快和控制精度高,在航空、航天等军事工业及民用工业领域有着广泛的需求和应用。而作为直线直驱运动系统中的核心部件,直线电机一直以来都是直线直驱运动系统的首选电驱动方案,也是解决上述问题的有效手段。基于磁场调制式的直线电机以其结构紧凑、高功率密度和高效率等优点得到了迅速发展,但是其相与相之间磁场存在耦合,容错性能降低,为此提出一种横向磁通磁场调制式直线电机,一方面其电枢绕组与定子齿槽在空间上互相垂直,实现了电负荷与磁负荷的解耦,可以在一定范围内通过提高磁能变化率来提高出力;另一方面各相之间相互解耦,便于独立控制,且易于设计成多相结构,在多相运行时即使缺少一相也能正常工作,容错性能好,提高了电机的可靠性。

发明内容

[0003] 为了克服现有技术的缺陷,本发明针对磁场调制式电机研究现状结合横向磁通电机提出一种横向磁通磁场调制式直线电机,包括:初级和次级;其中,所述次级包括次级铁心和永磁体,两个所述次级铁心呈“C”型形状、镜像设置,所述永磁体均匀分布在所述次级铁心的内侧三面,所述初级与所述次级之间存在三面气隙;所述初级包括两个相同的初级铁心以及连接两个初级铁心的连接梁,所述初级铁心的上面、下面以及和连接梁反向的面均设有等距分布的、相同的多个凸极齿;所述凸极齿靠近气隙端开设有等距的虚齿,所述虚齿的齿宽与两个虚齿之间的虚槽宽相等;所述凸极齿上绕有电枢绕组,三相初级上分别绕有三相电枢绕组;所述虚齿的齿数等于所述永磁体的极对数加上所述电枢绕组的极对数;其中,相邻的电枢绕组首尾相连,且上面的凸极齿的电枢绕组绕制方向与下面的凸极齿的电枢绕组绕制方向相反,和连接梁反向的面上的凸极齿的电枢绕组绕制方向与下面的凸极齿的电枢绕组绕制方向相同,三个面上的凸极齿的电枢绕组相互串联形成一相绕组。

[0004] 在上述技术方案的基础上,本发明还可以做如下改进。

[0005] 进一步地,所述电机内的磁场磁力线分别从次级上下两部分的永磁体N极出发经过次级铁心,到达次级中间的永磁体S极,通过次级中间气隙进入初级中间凸极齿的虚齿经过初级中间凸极齿,穿过初级铁心分别进入初级上下凸极齿、虚齿、上下气隙回到起始的永磁体S极,形成两个主磁通回路A和B,其磁力线所在平面与电机运动方向相垂直,电机主磁场为横向磁场。

[0006] 可选地,所述永磁体充磁方式为纵向—法向—纵向充磁。

[0007] 可选地,所述永磁体充磁方式为halbach充磁。

[0008] 优选地,所述凸极齿的宽度大于等于所述凸极齿间的槽距。

- [0009] 优选地,所述凸极齿的高度小于所述初级铁心的高度。
- [0010] 优选地,所述初级铁心三面与“C”型形状的次级铁心三面有等距离气隙。
- [0011] 优选地,所述连接梁为不导磁材料。
- [0012] 优选地,所述次级铁心和初级铁心皆用硅钢片叠制而成。
- [0013] 优选地,所述永磁体采用钕铁硼材质的材料。
- [0014] 本发明的有益效果是:结构简单,次级上不需要绕有电枢绕组,制作工艺简单;初级上均匀独立分布的凸极齿、虚齿与外次级相互结合作用,对称性的结构,可以减小定位力,初级铁心采用模块化设计,三相电枢绕组之间实现了电磁解耦,容错性能提升;模块化的设计使得该电机便于采用多相结构。而且,次级三面都可以得到利用;电机空间利用率提高,三相独立,每相皆可以单独控制,因此运动方向的调节既简单又高效;虚齿的加入对于调节磁场回路起到很大促进作用,使得有用的谐波得到很大程度的提高。同时兼具有高可靠性、高力密度、高效率的优点,且结构简单易于加工。本发明可用于对系统的可靠运行有较高要求的领域,特别是对系统体积及连续运行有严格要求的航空航天、军事装备等应用场合。

附图说明

- [0015] 图1为本发明的横向磁通磁场调制式直线电机的结构示意图;
- [0016] 图2为本发明的次级示意图;
- [0017] 图3为本发明的初级示意图;
- [0018] 图4为本发明的磁力线走向示意图;
- [0019] 图5a~5c为本发明的永磁体充磁方式示意图一;
- [0020] 图6a~6c为本发明的永磁体充磁方式示意图二;
- [0021] 在附图中,各标号所表示的部件名称列表如下:
- [0022] 1——次级铁心;2——永磁体;3——虚齿;4——凸极齿;5——电枢绕组;6——连接梁;7——初级铁心。

具体实施方式

[0023] 以下结合附图对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

[0024] 请先参照图1所示,其为本发明的横向磁通磁场调制式直线电机的结构示意图,所述直线电机包括:初级和次级;本发明是在横向磁通的基础上结合磁场调制所提出的一种磁场调制式电机,请再结合参照图2和图3所示,图2为本发明的次级示意图,图3为本发明的初级示意图;所述次级包括次级铁心1和永磁体2,两个所述次级铁心1呈“C”型形状、镜像设置,所述永磁体2均匀分布在所述次级铁心1的内侧三面,所述初级与所述次级之间存在三面气隙;所述初级包括两个相同的初级铁心7以及连接两个初级铁心7的连接梁6,所述初级铁心7的上面、下面以及和连接梁反向的面均设有等距分布的、相同的凸极齿4,且三个面上的所述凸极齿4的排列方式相同,凸极齿4的高度小于初级铁心7的高度,由此可保证横向主磁通最大漏磁通最小;凸极齿4的宽度大于等于凸极齿间的槽距,凸极齿4靠近气隙端开有等距的虚齿3,所述虚齿3的齿宽与两个虚齿之间的槽宽相等;凸极齿上绕有电枢绕组5;三

相初级上分别绕有三相电枢绕组；其中，相邻的电枢绕组首尾相连，且上面的凸极齿的电枢绕组绕制方向与下面的凸极齿的电枢绕组绕制方向相反，和连接梁反向的面上的凸极齿的电枢绕组绕制方向与下面的凸极齿的电枢绕组绕制方向相同，三个面上的凸极齿的电枢绕组相互串联形成一相绕组。

[0025] 具体地，初级铁心三面与“C”型形状的次级铁心三面有等距离气隙；所述连接梁为不导磁材料；虚齿3的齿数 n_s 等于永磁体2极对数 n_r 加上电枢绕组5极对数 n_p 。

[0026] 优选地，次级铁心用硅钢片叠制而成，永磁体则采用钕铁硼材质的材料。

[0027] 请参照图4所示，其为本发明的磁力线走向示意图；电机内的磁场磁力线分别从次级上下两部分的永磁体N极出发经过次级铁心，到达次级中间的永磁体S极，通过次级中间气隙进入初级中间凸极齿的虚齿经过初级中间凸极齿，穿过初级铁心分别进入初级上下凸极齿、虚齿、上下气隙回到起始的永磁体S极，形成两个主磁通回路A和B，其磁力线所在平面与电机运动方向相垂直，即电机主磁场为横向磁场。

[0028] 具体地，图5a~5c为本发明的永磁体充磁方式示意图一，图6a~6c为本发明的永磁体充磁方式示意图二；其中，图5a为电机上部分永磁体纵向一法向一纵向充磁方式示意图，图5b为电机中间部分逆时针向上旋转永磁体纵向一法向一纵向充磁方式示意图，图5c为电机下部分永磁体纵向一法向一纵向充磁方式示意图，图6a为电机上部分永磁体halbach充磁方式示意图，图6b为电机中间部分逆时针向上旋转永磁体halbach充磁方式示意图，图6c为电机下部分永磁体halbach充磁方式示意图。

[0029] 在本发明的横向磁通磁场调制式直线电机中，初级铁心7凸极齿4上的电枢绕组5以及次级上的永磁体2产生的磁力线经过虚齿3的虚槽进入次级与初级之间的气隙形成完整磁力线回路，对于同一个初级上的两个初级铁心7的凸极齿4上绕有相同的电枢绕组5形成三相电机中的一相；电枢绕组5通电之后产生的磁场与次级永磁体2上产生的磁场通过虚齿的调制之后相互作用使电机在预期的方向运动，通过改变电枢绕组电流可以轻易改变电机运动方向控制简单。

[0030] 以上所述仅为本发明的较佳实施例，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

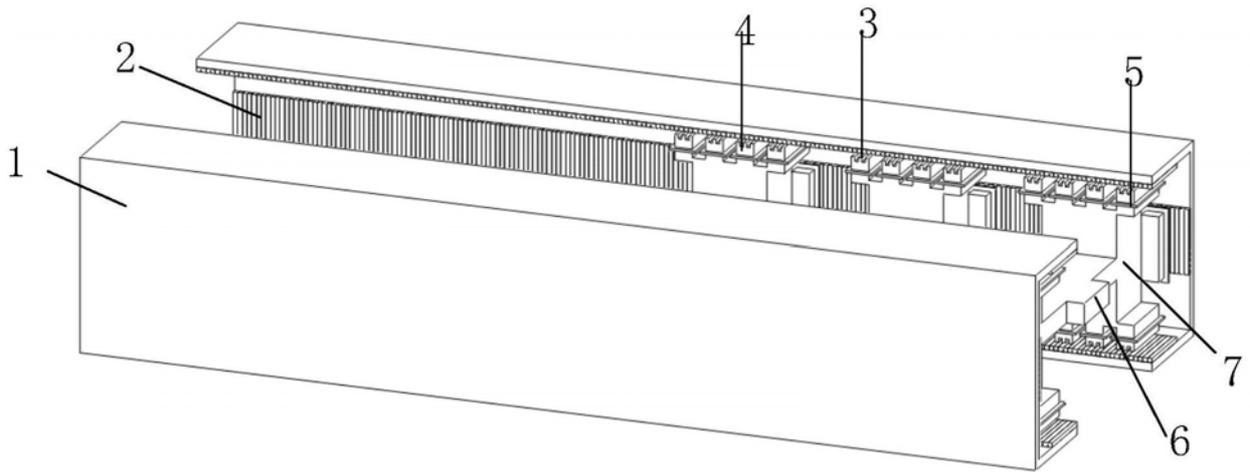


图1

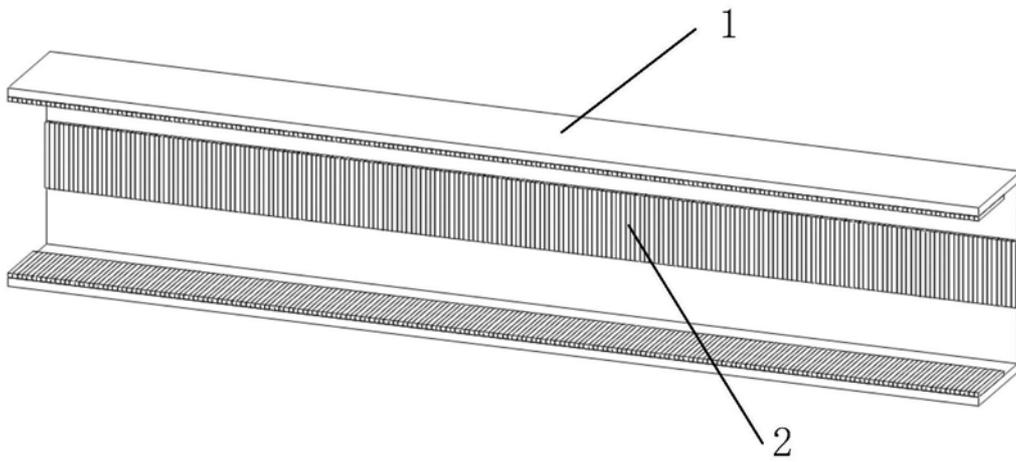


图2

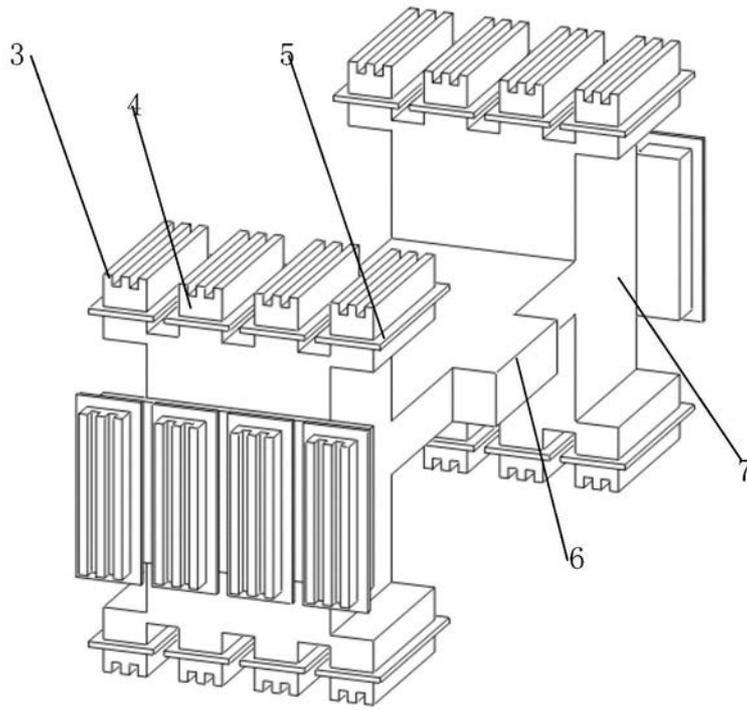


图3

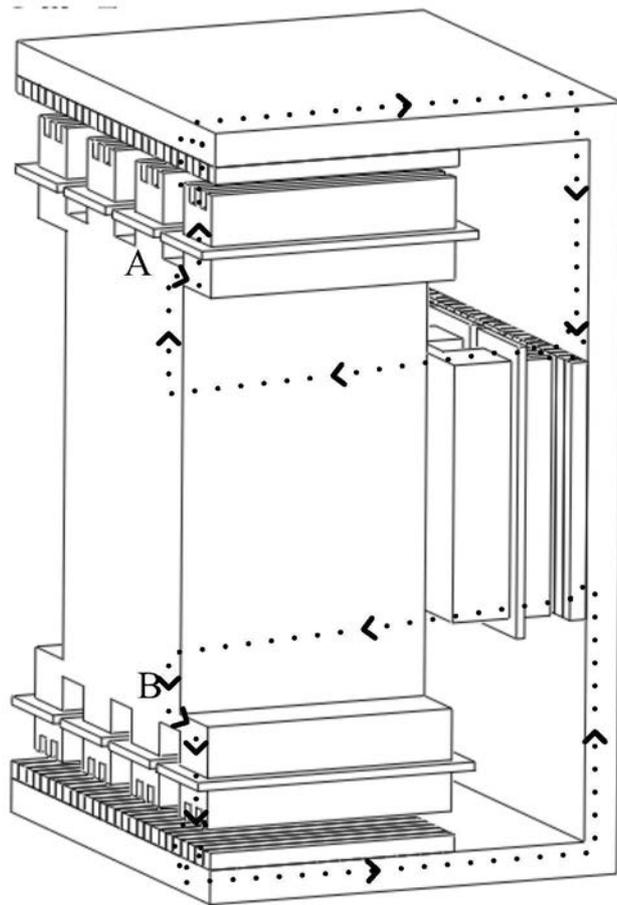


图4

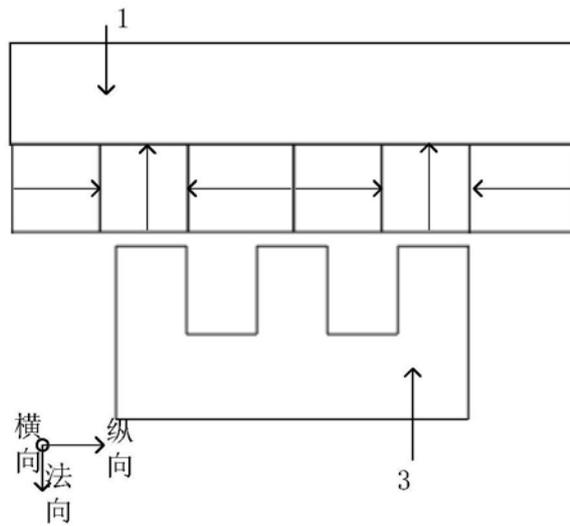


图5a

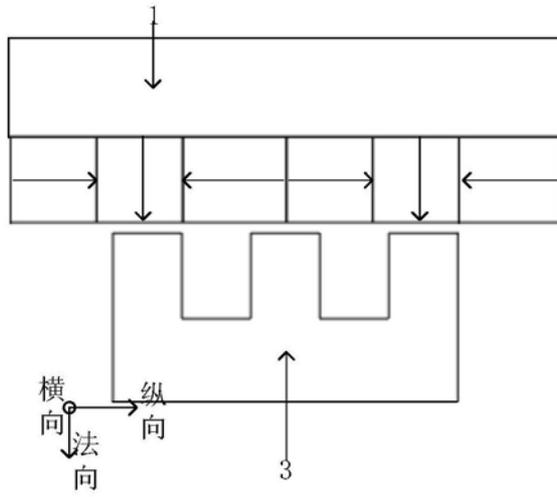


图5b

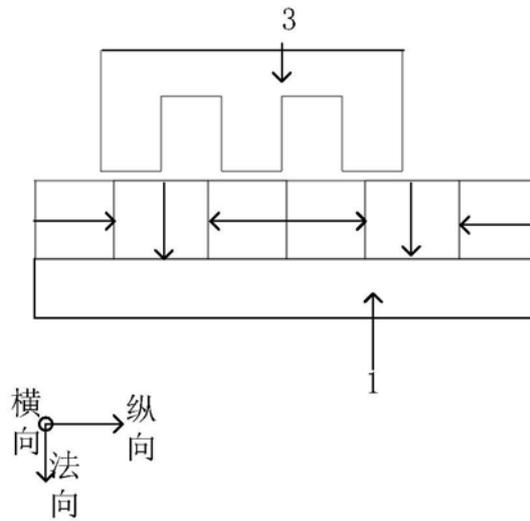


图5c

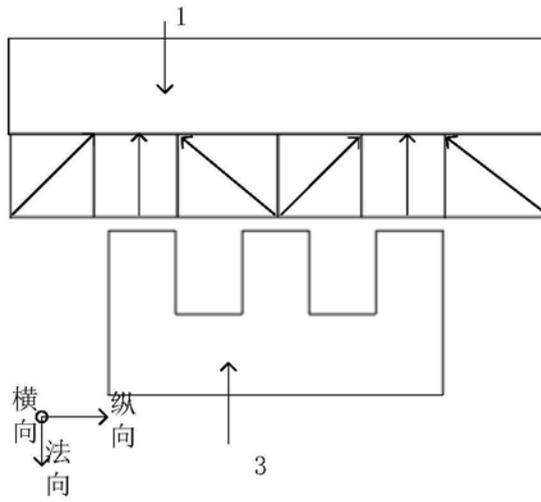


图6a

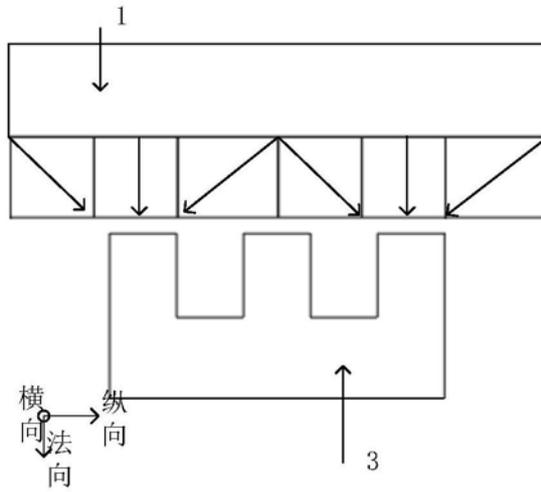


图6b

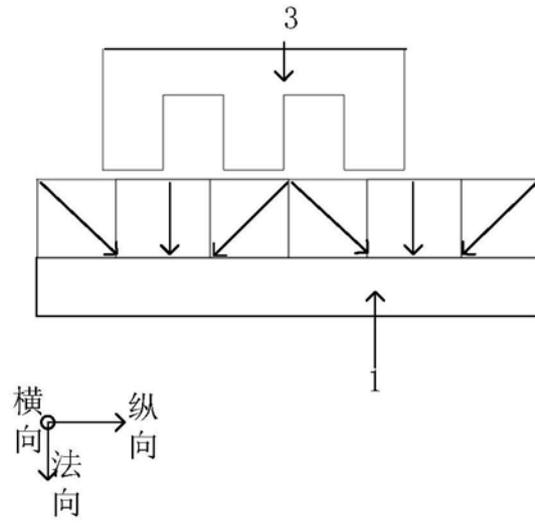


图6c