



(45) 授权公告日 2011.09.21

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

1. 一种直接驱动型磁悬浮直线进给单元的磁场解耦结构,其特征是:包括底座,底座上设置支承块,支承块上装支承导轨,支承导轨外套装工作台,工作台底部与底座之间设置辅助支撑,支承导轨的中央位置装直线电机的定子,直线电机的动子安装在与定子对应部位的工作台内侧,在工作台上下两边的内侧,装有上下相对设置的二对承载电磁铁组,在工作台左右两边内侧,装有相对设置的导向电磁铁组,支承导轨包括由隔磁材料制成的主体部分,主体部分与承载电磁铁及导向电磁铁相对位置设有磁性吸力板,在直线电机定子及动子的外围套装隔磁罩,所述隔磁罩为伸缩式隔磁罩;伸缩式隔磁罩包括套装在直线电机定子及动子的外围外固定罩,外固定罩与一个伸入外固定罩中的内固定罩连接,内固定罩上设置安装滑动式防护板装置的槽;滑动式防护板装置包括与和动子连接的连接块固连的第一防护板,第一防护板的两端分别位于连接块的两侧,连接块两侧分别设置位于第一防护板下方的多层防护板,相邻防护板之间设置相互结合推动的挡板。

2. 根据权利要求1所述的直接驱动型磁悬浮直线进给单元的磁场解耦结构,其特征是:纯铁吸力板与支承导轨主体部分镶嵌式连接,纯铁吸力板的宽度与对应的承载电磁铁或导向电磁铁长度相同,纯铁吸力板的长度大于直线电机的行程。

3. 根据权利要求1或2所述的直接驱动型磁悬浮直线进给单元的磁场解耦结构,其特征是:直线电机定子两端装有限位挡块,工作台两端分装有安全挡块。

4. 根据权利要求1或2所述的直接驱动型磁悬浮直线进给单元的磁场解耦结构,其特征是:底座上对称安装将线圈及传感器电线连接至电源及控制器的两条拖链,拖链的一端与底座固定,另一端与工作台固定。

直接驱动型磁悬浮直线进给单元的磁场解耦结构

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种直接驱动型磁悬浮直线进给单元的磁场解耦结构。

背景技术：

[0002] 现代制造技术正朝着高速化、精密化和模块化方向发展,制造业对加工设备的性能提出了越来越高的要求,这种需求促进了机床工业,尤其是数控机床的发展。但与数控机床配套的功能部件的产业化规模和产品水平,远远满足不了数控机床的发展要求。进给单元是数控机床的重要功能部件,被加工工件的最后坐标和轮廓精度都受到进给单元运动的传动精度、灵敏度和稳定性的影响,因此其必须具备摩擦阻力小、传动精度高、响应速度快、刚度大等特点。

[0003] 传统数控机床的伺服进给单元由伺服电路、伺服驱动元件、机械传动装置和执行元件组成,采用“旋转电机+滚珠丝杠”进给传动方式,使得从电动机到移动工作台之间存在联轴节、丝杠、螺母、轴承等诸多中间环节,加大了定位机构的惯性质量,降低了响应速度。而且移动部件与支承导轨之间的摩擦也是影响工作台性能的主要因素:一是摩擦增加了驱动部件的功率损耗,降低了效率、运动精度和使用寿命,增加了运动噪声和发热,甚至可能使精密部件变形,限制了机床控制精度的提高;二是由于摩擦与运动速度间存在非线性关系,特别是在低速微进给情况下,这种非线性关系难以控制,可能会产生所谓的尺蠖运动方式或混沌不清的极限环现象,严重破坏进给的精度。因此,有必要从简化进给传动方式和消除导轨之间的摩擦入手,研究开发一种满足高速化高精密化数控机床要求的功能部件——直线进给单元。

[0004] 直接驱动型磁悬浮直线进给单元以直线电动机驱动技术代替传统的“旋转伺服电机+滚珠丝杠”驱动方式,将电能直接转换成直线运动机械能,不需要任何中间转换机构;采用磁悬浮导轨,通过磁场力悬浮工作台,消除了传统机床床身导轨与工作台导轨因接触而产生的摩擦,可以更好地满足高速高精密的机械加工要求。

[0005] 直接驱动型磁悬浮直线进给单元的一个关键问题在于磁场解耦,即直线进给系统磁场与磁悬浮系统中的磁场,以及磁悬浮系统中各个电磁铁磁场之间的耦合作用,将会导致信号的交叉影响,影响工作台稳定性及加工精度。目前,磁场解耦大多通过控制方法来实现的,未从结构上考虑磁场解耦的问题。例如上海大学在专利文献 CN1244432C 中提出了一种工业应用型主动磁悬浮机床导轨直线电机进给平台,其直线电机是双边动子结构,直线电机双边动子、承载电磁铁、导向电磁铁均与移动平台连接,三者磁路紧靠一起且为敞开式,未从结构上采取任何隔磁措施,导致直线电机的电磁场将会与承载、导向电磁场产生电磁交叉耦合并产生磁漏,形成干扰,影响控制精度。

[0006] 大连交通大学在专利文献 CN201224044Y 提出一种数控机床用斥力型磁悬浮直线进给系统,其在复合悬浮磁体、直线电机定子、直线电机动子及永磁导轨之间未设置任何隔磁装置,仅仅通过软件实现四个复合悬浮磁体的解耦控制,未从结构上考虑磁体的解耦控制。

[0007] 大连交通大学在专利文献 CN101024270A 提出一种新型数控机床磁悬浮直线进给系统,所提及不锈钢导轨防护罩可起到防屑和隔磁的作用,提及支架用铝基复合材料制成,但从叙述可以看出,其是指直线进给系统与外部加工系统之间的隔磁,未在直线电机与工作台之间设置隔磁装置;支架采用铝基复合材料,而导轨未采用复合材料,且四组悬浮电磁铁的解耦控制通过软件实现,未提及铝基复合材料用于结构上解决磁悬浮系统中各个电磁铁磁场之间的耦合。

[0008] 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所(CN1415456A)提出一种超精密微位移导轨磁悬浮方法及装置,其直线电机初级、直线电机次级、磁悬浮线圈之间的磁路敞开,采用V型导轨,将磁悬浮力与导向力合二为一,须对其进行解耦,增加了控制系统的复杂程度;且其主要应用于微位移进给领域,本发明应用于机床进给单元,两者在进给量上也存在不同。

[0009] 南通大学(CN101136601A)提出一种智能型磁悬浮直线进给单元,在直线电机的动子与定子外侧分别设置了隔磁罩,确保了直线电机的漏磁不影响系统的正常的工作,在结构上实现了直线进给系统与磁悬浮系统的磁场解耦,但未提及从结构上实现磁悬浮系统中支承电磁铁组、导向电磁铁组以及两者磁场之间的解耦。

[0010] 宋文荣等人在《光学精密工程》上发表的《磁悬浮进给机构的磁力解耦》以及李黎川等人在《机械工程学报》上发表的《超精密磁悬浮工作台及其解耦控制》等都是从控制方法上解决磁场解耦问题,均未涉及到磁场的结构解耦。

发明内容:

[0011] 本发明的目的在于提供一种结构合理,能有效实现磁悬浮直线进给单元的磁场解耦的直接驱动型磁悬浮直线进给单元的磁场解耦结构。

[0012] 本发明的技术解决方案是:

[0013] 一种直接驱动型磁悬浮直线进给单元的磁场解耦结构,其特征是:包括底座,底座上设置支承块,支承块上装支承导轨,支承导轨外套装工作台,工作台底部与底座之间设置辅助支撑,支承导轨的中央位置装直线电机的定子,直线电机的动子安装在与定子对应部位的工作台内侧,在工作台上下两边的内侧,装有上下相对设置的二对承载电磁铁组,在工作台左右两边内侧,装有相对设置的导向电磁铁组,支承导轨包括由隔磁材料制成的主体部分,主体部分的与承载电磁铁及导向电磁铁相对位置设有磁性吸力板,在直线电机定子及动子的外围套装隔磁罩。

[0014] 纯铁吸力板与支承导轨主体部分镶嵌式连接,纯铁吸力板的宽度与对应的承载电磁铁或导向电磁铁长度相同,纯铁吸力板的长度大于直线电机的行程。

[0015] 直线电机定子两端装有限位挡块,工作台两端分装有安全挡块。底座上对称安装将线圈及传感器电线连接至电源及控制器的两条拖链,拖链的一端与底座固定,另一端与工作台固定。

[0016] 所述隔磁罩为伸缩式隔磁罩。伸缩式隔磁罩包括套装在直线电机定子及动子的外围外固定罩,外固定罩与一个伸入外固定罩中的内固定罩连接,内固定罩上设置安装滑动式防护板装置的槽。滑动式防护板装置包括与和动子连接的连接块固连的第一防护板,第一防护板的两端分别位于连接块的两侧,连接块两侧分别设置位于第一防护板下方的多层

防护板,相邻防护板之间设置相互结合推动的挡板。

[0017] 本发明结构合理,支承导轨由复合材料制成,其中主体部分由隔磁材料铝材制成,支承吸力板与导向吸力板由磁性材料制成,通过两种材料的组合,使得支承电磁铁与导向电磁铁之间磁场、支承电磁铁之间磁场以及导向电磁铁之间磁场不相互耦合,实现了磁悬浮系统磁场的解耦。直线电机定子与动子外侧套装的伸缩式隔磁罩使得直线电机在工作时始终处于封闭状态,实现了直线进给系统与磁悬浮系统磁场之间的解耦。辅助支承导轨在工作台发生故障、突然断电和不工作时起到在水平与竖直方向的导向与支承作用。直线电机定子两端的限位挡块用于固定直线电机定子,工作台两端的安全挡块用于防止工作台冲出支承导轨行程之外。将辅助支承导轨安放在工作台外侧,与专利 (CN101136601A) 中将辅助支承导轨安放在工作台内侧相比,使得工作台更容易安装、检测、调整。

附图说明：

[0018] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0019] 图 1 为本发明一个实施例的结构示图。

[0020] 图 2 为图 1 的侧视图。

具体实施方式：

[0021] 参见附图 1、2,一种直接驱动型磁悬浮直线进给单元磁场解耦结构,包括底座 1、固定于底座 1 上的支承块 2、3、30、36 以及两个辅助支承静导轨 4、29;安装在支承块 2、3 上的支承导轨 9;支承导轨外套装工作台 14,安装在支承导轨 9 中央位置的直线电机定子 20,直线电机的动子 18 安装在与定子对应部位的工作台内侧;在工作台上下两边的内侧,装有上下相对设置的二对承载电磁铁组(包括支承电磁铁 7、15、21、26),在工作台左右两边内侧,装有相对设置的导向电磁铁组(包括导向电磁铁 10、24),支承导轨包括纯铝材的主体部分,主体部分的与承载电磁铁及导向电磁铁相对位置设有纯铁吸力板(包括支承吸力板 8、16、22、25 及导向吸力板 12、23),还有安装在支承电磁铁 15 与导向电磁铁 10 旁边的位移传感器 13、11;还有安装在工作台 14 与直线电机动子 18 之间的连接块 33;所述隔磁罩为伸缩式隔磁罩。伸缩式隔磁罩包括套装在直线电机定子 20 及动子 18 的外围外固定罩 17,外固定罩与一个伸入外固定罩中的内固定罩 19 连接,内固定罩上设置安装滑动式防护板装置的槽,槽中安装滚珠,利于防护板的滑动。滑动式防护板装置包括与和动子连接的连接块 33 固连的第一防护板,第一防护板的两端分别位于连接块的两侧,连接块 33 两侧分别设置位于第一防护板 a 下方的多层防护板 b、c、d、e,相邻防护板之间设置相互结合推动的挡板。工作台底部与底座之间设置辅助支撑(包括辅助支承动导轨 5、28 及辅助支承静导轨 4、29);底座上对称安装将线圈及传感器电线连接至电源及控制器的两条拖链 6、27,拖链的一端与底座固定,另一端与工作台固定。还有安装在直线电机定子 20 两端的限位挡块 32、34 及安装在支承导轨 9 两端的安全挡块 31、35。纯铁吸力板与支承导轨主体部分镶嵌式连接,纯铁吸力板的宽度与对应的承载电磁铁或导向电磁铁长度相同,纯铁吸力板的长度大于直线电机的行程。

[0022] 下面结合附图以本发明的一个工作周期为例作详细说明。

[0023] 工作之前,工作台 14 处于支承导轨 9 右端,电磁铁 7、15、21、26、10、24 中线圈不通

电,电磁铁不产生电磁吸力,直线电机定子 18 也不运动。此时,工作台 14 依靠辅助支承导轨 4、5、28、29 支承,直线电机定子 20 依靠限位挡块 32、34 固定于支承导轨 9 上。

[0024] 工作时,各电磁铁线圈通电,工作台 14 离开辅助支承静导轨 4、29,当位移传感器 11、13 检测到工作台 14 处于稳定悬浮状态后,直线电机通电,其定子 18 带动连接块 33、第一防护板 a 以及工作台向左运动,当第一防护板 a 的挡板与防护板 c 的挡板相遇时,第一防护板 a 带动防护板 c 向左运动,当防护板 c 的挡板与防护板 e 的挡板相遇时,防护板 c 带动防护板 e 向左运动。当连接块 33 与防护板 b 相遇时,推动防护板 b 向左运动,连接块 33 与防护板 d 相遇时,推动防护板 d 向左运动;各个电磁铁沿着各自对应的吸力板向左运动。

[0025] 工作结束后,直线电机先断电,定子停止运动,工作台也不再运动,但仍处于悬浮状态;随后,逐渐减小各电磁铁线圈电流,使工作台缓慢落到辅助支承静导轨上。

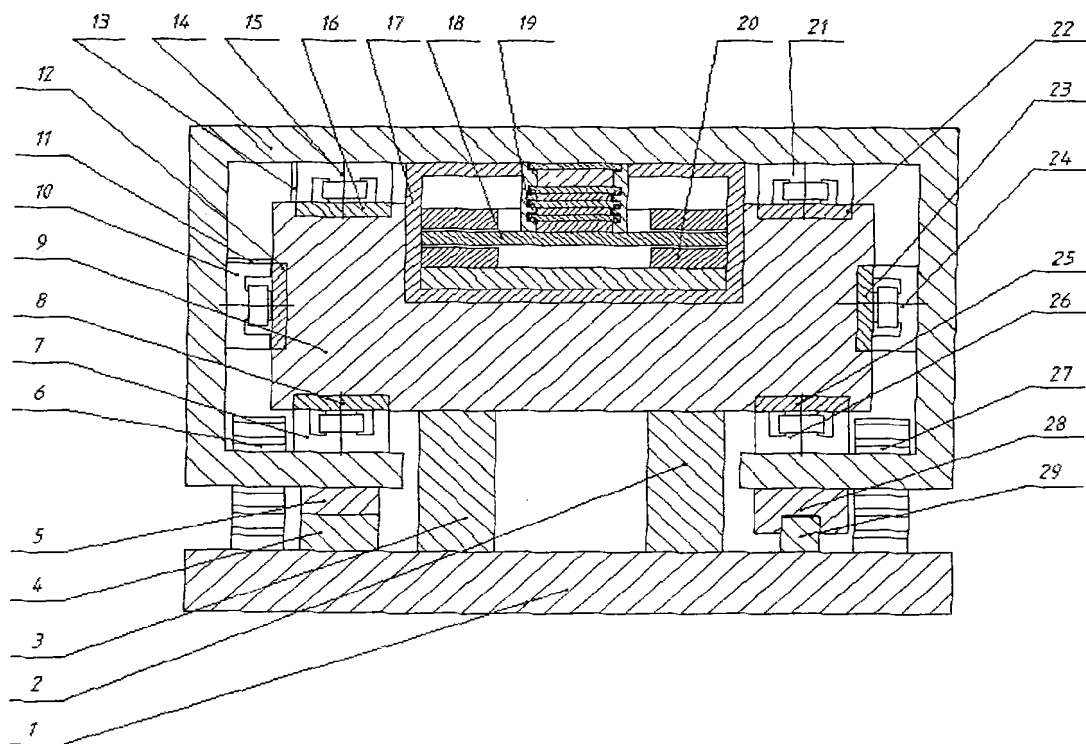


图 1

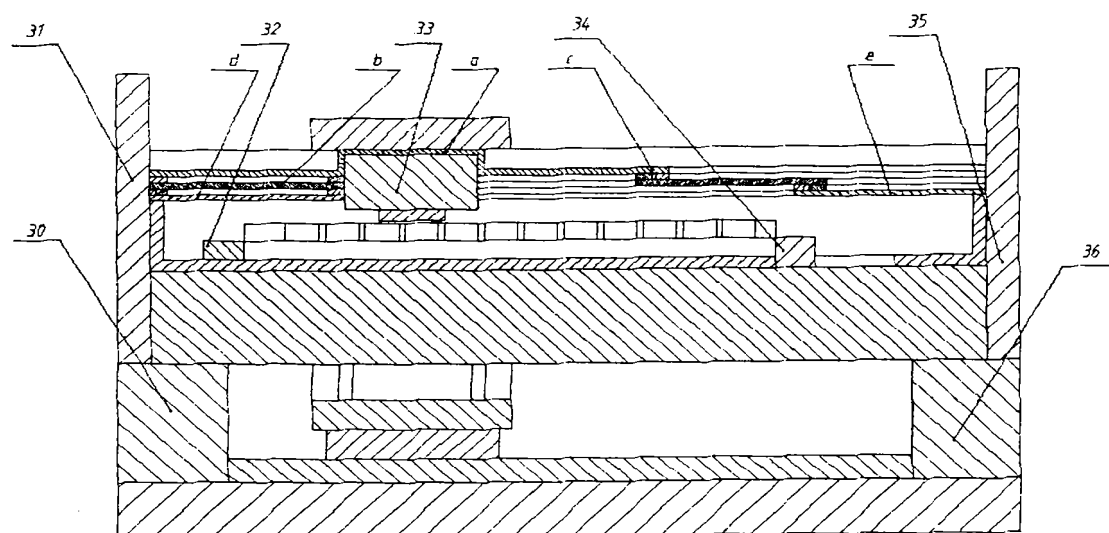


图 2