



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203611770 U

(45) 授权公告日 2014. 05. 28

(21) 申请号 201320705741. 0

(22) 申请日 2013. 11. 08

(73) 专利权人 西南交通大学

地址 610031 四川省成都市二环路北一段
111 号西南交通大学科技处

(72) 发明人 李婧

(74) 专利代理机构 成都信博专利代理有限责任
公司 51200

代理人 张澎

(51) Int. Cl.

B60L 7/28 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

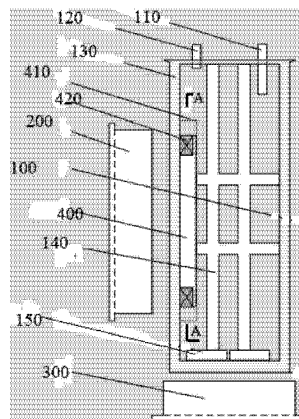
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 实用新型名称

含超导开关的直线 Halbach 永磁体排列的超导涡流制动装置

(57) 摘要

本实用新型公开了一种含超导开关的直线 Halbach 永磁体排列的超导涡流制动装置,用于悬浮车体完成非接触电磁制动,由直线 Halbach 组合磁体和置于悬浮车体制动用的超导涡流制动装置构成;所述直线 Halbach 组合磁轨侧围采用两根直线 Halbach 组合磁体沿路线纵向延伸方向垂直安装在悬浮用永磁导轨的侧上方;所述超导涡流制动装置的涡流线圈采用超导材料构成超导线圈。本实用新型可在有效空间内获得比常规排列方式更高的气隙磁通,同时良好的磁屏蔽作用有效降低磁场对磁悬浮系统的影响。并具有涡流制动电磁力大且可控的优点。



1. 含超导开关的直线 Halbach 永磁体排列的超导涡流制动装置,用于悬浮车体完成非接触电磁制动,其特征在于,由直线 Halbach 组合磁体(200)和置于悬浮车体上制动用的超导涡流制动装置(400)构成:所述直线 Halbach 组合磁体采用两根直线 Halbach 组合磁体(200)沿路线纵向延伸方向垂直安装在悬浮用永磁导轨(300)的侧上方;所述超导涡流制动装置(400)的涡流线圈(420)采用超导材料构成超导线圈,超导线圈与现有高温超导磁悬浮系统共用一套低温系统。

2. 根据权利要求 1 所述之含超导开关的直线 Halbach 永磁体排列的超导涡流制动装置,其特征在于,所述超导线圈(420)串联有超导开关(430)。

3. 根据权利要求 1 所述之含超导开关的直线 Halbach 永磁体排列的超导涡流制动装置,其特征在于,所述涡流线圈(420)外包覆有磁屏蔽网(410)。

含超导开关的直线 Halbach 永磁体排列的超导涡流制动装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及高温超导磁悬浮车辆,特别是车辆超导涡流制动装置技术领域。

背景技术

[0002] 高温超导磁悬浮系统利用长定子直线感应电机来提供无接触驱动力。尽管可通过改变三相长定子绕组中的电流方向达到制动的效果,但在高速运行或者紧急制动情况下,仅凭一种制动方式并不能有效保证悬浮车体制动的可靠性。依靠接触摩擦力的传统制动方式不适用于处于自由悬浮状态下的高温超导磁悬浮车体,更不适用于高速运行状态的悬浮车体,为保证悬浮车体的稳定、安全运行,必须配置制动效率高、反应速度快的有效制动装置。

[0003] 目前高温超导磁悬浮列车运行的制动段,将非接触式的永磁式涡流制动作为其主要制动方式之一。如图 1 所示,采用在轨道两侧(或轨道上)布置一系列 N、S 极交替的永磁体,同时在车厢上与永磁体正对的地方安装导体板。当列车通过此段时,永磁体产生的磁通,在气隙中建立行波磁场,使得布置在列车上的导体板内产生感应出电动势和涡流,通过涡流磁场与永磁体磁场的相互作用,产生切向电磁力(制动力)。

[0004] 这种涡流制动的原理是:将永磁体作为磁场源,在车体的制动段,永磁体按照某种拓扑结构进行排列,在车体运行方向建立随空间变化的永磁体磁场,当车体通过此路段时,使布置在运动车体上的导体内切割磁力线产生涡流,通过涡流磁场与永磁体磁场的相互作用,产生与运动方向相反的制动电磁力。通过制动电磁力作用于行进的车体上,使车体制动减速。由此得出:增强永磁体 磁场强度和增加导体数量可有效提高制动电磁力。然而在永磁体制备过程中,继续提高永磁体磁场强度已达到难以突破的瓶颈,而增加导体数量也势必降低悬浮车体的悬浮承载能力,对系统的悬浮稳定性带来不利因素。

实用新型内容

[0005] 鉴于现有技术的以上不足,本实用新型的目的是提供一种质量轻、磁场能量利用率高、适用于高温超导磁悬浮系统的非接触式制动装置,使之克服现有技术的以上缺点。

[0006] 本实用新型的目的是通过如下的手段实现的。

[0007] 含超导开关的直线 Halbach 永磁体排列的超导涡流制动装置,用于悬浮车体完成非接触电磁制动,由直线 Halbach 组合磁体 200 和置于悬浮车体上制动用的超导涡流制动装置 400 构成:所述直线 Halbach 组合磁体采用两根直线 Halbach 组合磁体 200 沿路线纵向延伸方向垂直安装在悬浮用永磁导轨 300 的侧上方;所述超导涡流制动装置 400 的涡流线圈 420 采用超导材料构成超导线圈,超导线圈与现有高温超导磁悬浮系统共用一套低温系统。

[0008] 采用本实用新型的结构,沿车体前进方向按照 halbach 排列方式铺设的若干磁极,以及安装于车体上的短路连接的高温超导线圈,可明显加强磁体某一侧的磁感应强度,

并将另一侧磁感应强度削弱近乎为零。采用这种排列可将有效区域的磁场增强 1.4 倍,提高磁场能量的利用率,另外 Halbach 排列方式不仅可在有效空间内获得比常规排列方式更高的气隙磁通,还可以起到磁屏蔽作用,有效降低磁场对磁悬浮系统的影响。由于超导材料电阻趋近于零,在外磁场相同情况下,也可产生比常规导体更高的感应电流,因此产生的涡流制动电磁力更大。借助于超导开关,可不影响制动效率的前提下有效控制涡流制动力启动与关闭。另外涡流制动方式属非接触式电磁制动,避免了接触摩擦造成的发热、磨损等一系列问题。本装置可与现有磁悬浮系统共用同一套低温系统。

附图说明

- [0009] 图 1 为现有技术示意图。
- [0010] 图 2 为本实用新型直线 Halbach 永磁体排列的超导涡流制动装置沿轨道横断面示意图。
- [0011] 图 3 为图 2 的 A-A 剖视图。
- [0012] 图 4 为本实用新型 Halbach 组合磁体立面(即图 2 的右视方向)图。
- [0013] 图 5 为图 4 的 B-B 剖视图。
- [0014] 图 6 为本实用新型 Halbach 组合磁轨侧围的磁体排布图(箭头为 N 极方向)。

具体实施方式

- [0015] 下面结合附图和实施例对本实用新型作进一步说明。
- [0016] 参照图 2-6,以高温超导磁悬浮车体为例,含超导开关的直线 Halbach 永磁体排列的超导涡流制动装置,用于悬浮车体完成非接触电磁制动,由直线 Halbach 组合磁体 200 和置于悬浮车体制动用涡流载体 400 构成:直线 Halbach 组合磁轨侧围采用两根直线 Halbach 组合磁体 200 沿路线纵向延伸方向垂直安装在悬浮用永磁导轨 300 的侧上方;所述涡流载体 400 的涡流线圈 410 采用超导材料构成超导线圈,超导线圈与现有高温超导磁悬浮系统共用一套低温系统。
- [0017] 本实用新型直线 Halbach 永磁体排列的超导涡流制动装置包括直线 Halbach 组合磁轨侧围和超导涡流制动装置两部分。图 1 是本实用新型装置的示意图。该装置与现有高温超导磁悬浮系统共用同一套低温系统。利用现有“井”字形固定支撑 140 同时将超导涡流制动装置 400 和悬浮用超导块材分别固定至真空低温保持器 3 的侧部和底部。真空低温保持器 130 固定于磁悬浮车体 100 底部的两侧。两根直线 Halbach 组合磁体 200 沿路线纵向延伸方向垂直安装在悬浮用永磁导轨 300 的侧上方。图中,110 为制冷剂输入口、120 为制冷剂输出口、130 为真空低温保持器、410 为磁屏蔽网、420 为制动用超导线圈、200 为制动用直线 Halbach 组合磁体。为避免超导线圈 420 的无谓启动,超导线圈 420 串联有超导开关 430。当高温超导磁悬浮车在启动与正常运行过程中,超导开关处于断开状态,单个超导线圈处于开路状态,超导线圈 420 与直线 Halbach 组合磁体 200 之间不产生制动力。当高温超导磁悬浮车需要制动减速地区时,接通超导开关,使单个超导线圈形成独立的无阻回路,会在超导线圈内产生涡流,这样作用在磁体 200 与超导线圈 420 之间的涡流制动力使悬浮车体减速。
- [0018] 图 4 和图 5 表达了本实用新型直线 Halbach 组合磁体 200 的结构和安装方式,220

为“L”型夹具、240 为固定不锈钢底板、210 为永磁体。用螺栓将内部打孔的永磁体 210 依次固定至“L”型夹具 220 上,再将固定好的永磁体整体安置到不锈钢底板 240 上。完成后的 Halbach 组合磁轨侧围表面垂直于悬浮用永磁导轨 300,并与超导线圈平面平行。制动用 Halbach 组合磁轨侧围表面与超导线圈间气隙宽度应尽可能小,但是又要防止实际运行中低温保持器 130 侧壁与磁体 200 表面的意外接触,通常以 3cm 左右。

[0019] 超导线圈沿车体前进方向逐个布置。图 3 是以四个超导线圈为例制动用超导线圈结构示意图。超导线圈 420 的采用 YBCO 涂层带材绕制而成跑道型双饼结构,采用“bridge joint”焊接方式将超导线圈的两端连接,单个超导线圈分别设置超导开关,用以控制超导线圈的接通与断开。超导线圈 420 背部设有磁屏蔽网 410,用于杜绝感应电磁场对悬浮系统的影响。在本实用新型的其他实例中,超导线圈 420 的导线也可采用其他超导材料,可根据具体应用需求采用其他形状、采用多个线圈串并联的组合线圈结构。超导线圈个数可根据线圈宽度与低温保持器长度改变。在本实用新型的其他实例中,不排除采用其他导磁材料或低温导磁材料作为超导线圈内部支撑的选择。

[0020] 以上所述是本实用新型的具体实施方式,凡属本实用新型思路下的技术方案均属于本专利保护范围。在不脱离本实用新型原理前提显得若干改进和变形也应视为本专利的保护范围。

[0021] 本实用新型的使用超导开关的直线 Halbach 永磁体排列的超导涡流制动装置的工作过程说明如下:

[0022] 本实用新型的超导涡流制动装置质量轻、磁场能量利用率高、控制便捷,在高温超导磁悬浮制动减速控制中显示出优良的性能。

[0023] 用于涡流制动的现有传统器件,被的本实用新型所述的超导线圈所替代。借助于超导开关,可不影响制动效率的前提下有效控制涡流制动力启动与关闭。采用 Halbach 排列方式可在有效空间内获得比常规排列方式更高的气隙磁通,提高磁场能量的利用率。本实用新型也使涡流制动力均匀分布于悬浮车体两侧,不仅制动效果更好,还可为悬浮系统提供额外导向力,提高悬浮稳定性。



图 1

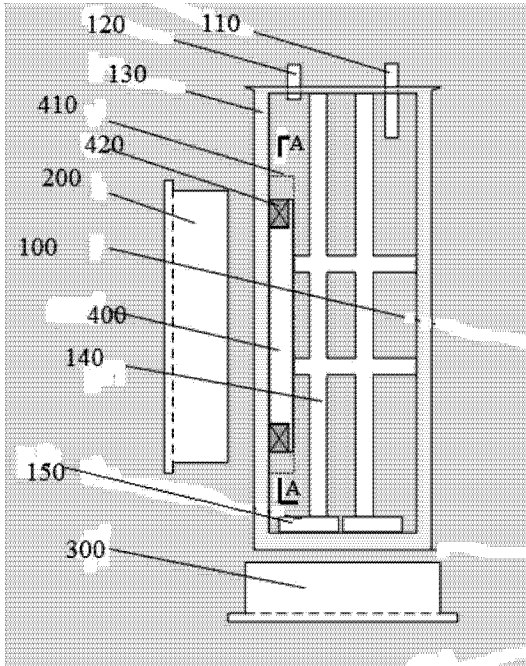


图 2

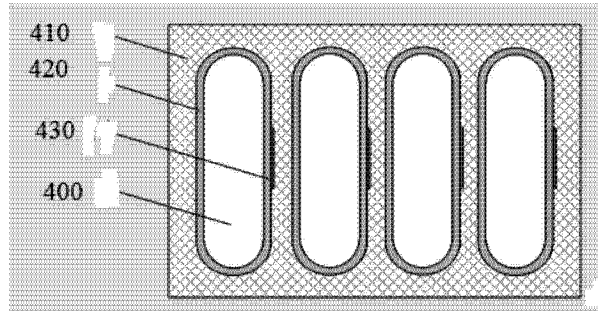


图 3

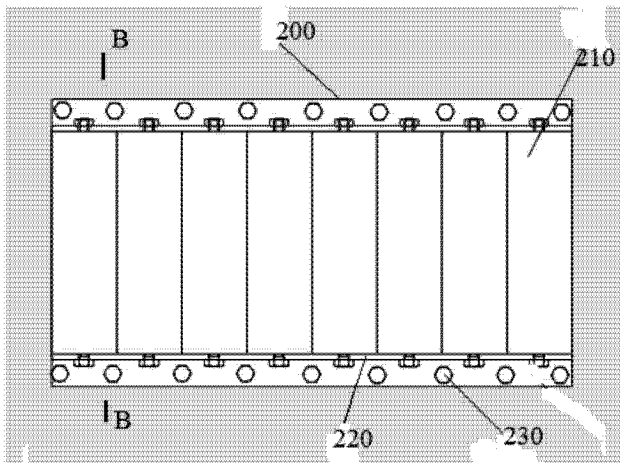


图 4

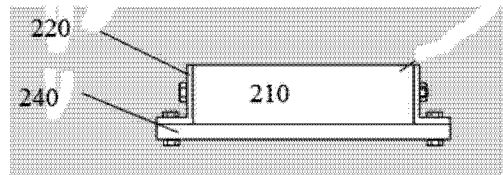


图 5

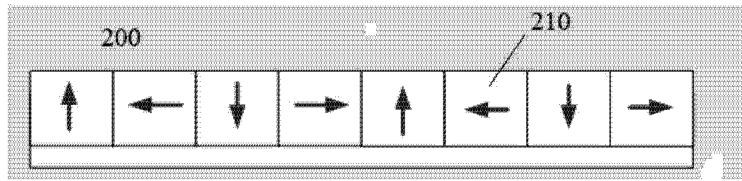


图 6