一种风冷降噪定子铁心结构及牵引电机

技术领域

本发明属于风冷电机降噪技术领域，具体涉及一种风冷降噪定子铁心结构及牵引电机。

背景技术

电机运行时会产生大量热量，会导致内部升温影响其使用寿命，因此需设置对应的冷却结构进行冷却。目前常用的冷却方式包括油冷、水冷和风冷，设计时会根据电机的冷却需求以及成本、场景限制选择相应的冷却方式。

针对采用风冷的电机，为了提高散热效果，会在定子铁心上设置风道，这些风道的横截面通常呈圆形、椭圆形或者圆角矩形等形状，并沿着定子铁心的圆周方向排布。气流在电机中流动顺序是依次经过电机进风口、定子铁心上的风道和以及电机出风口，从而有效带走电机内部热量。

但是风冷电机运行中会存在一定的气动噪声，气动噪声的能量主要来自风扇，其产生的气动噪声会沿着冷却气流传播。对于风扇设置在电机内部的方式，风扇就是最大的气动噪声源，声能会通过进风口及出风口从电机辐射出去，存在较大的噪声，尤其是对于轨道交通中的牵引电机，噪声大一方面会对车辆经过地区的声环境带来污染，另一方面也会影响车内乘客的乘坐舒适性。

发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种保障风冷散热效果的同时降低了气动噪声，且可靠性更高的风冷降噪定子铁心结构及牵引电机。

本发明的内容提供一种风冷降噪定子铁心结构，包括端部冲片模块和中部冲片模块，所述端部冲片模块具有两个，单个所述端部冲片模块包括一个以上的端部冲片，且所有端部冲片上均设置有风孔一，所述中部冲片模块包括一个以上的中部冲片一和一个以上的中部冲片二，所有中部冲片一上均设置有风孔二和风孔三，风孔二和风孔三之间连通，所有中部冲片二上均设置有风孔四和风孔五，风孔四和风孔五之间隔开；

所述中部冲片模块设置在两个端部冲片模块之间，且中部冲片一和中部冲片二在两个端部冲片模块之间交叠设置，所述风孔一、风孔二、风孔四连通形成主风道，所述风孔三和风孔五连通形成分支风道，且分支风道通过风孔二和风孔三的连通处与主风道导通。

更进一步地，中部冲片一和中部冲片二的交叠设置方式为：所述中部冲片一具有两个以上，所有中部冲片一分为两组，所有中部冲片二位于该两组中部冲片一之间，所述分支风道的两端均通过风孔二和风孔三的连通处与主风道导通。

更进一步地，单个风孔五包括 n 个子风孔，n 为奇数且大于等于 3，各中部冲片一上均设置有风孔六，风孔六位于风孔三侧面并与风孔二、风孔三之间隔开，且中部冲片一上与单个风孔五对应的风孔六的数量为 n-1 的一半；单组中部冲片一的风孔三与其中一个子风孔对齐连通，风孔六与两

个相邻子风孔对齐连通，且两组中部冲片一镜像设置，所有中部冲片二上单个风孔五的 n 个子风孔之间通过风孔六连通，并与风孔三连通形成蛇形的分支风道。

更进一步地，中部冲片一和中部冲片二的交叠设置方式为：所述中部冲片二具有两个以上，所有中部冲片二分为两组，所有中部冲片一位于该两组中部冲片二之间，所述分支风道为腔体状，并通过一处风孔二和风孔三的连通处与主风道导通。

更进一步地，中部冲片一和中部冲片二的交叠设置方式为：所有中部冲片一和所有中部冲片二都分为两组，两组中部冲片一和两组中部冲片二交错设置，所述分支风道为腔体状，并通过两处以上风孔二和风孔三的连通处与主风道导通。

更进一步地，所述风孔三位于风孔二背离中部冲片一轴线的一侧，所述风孔五位于风孔四背离中部冲片二轴线的一侧。

更进一步地，单个中部冲片模块和两个端部冲片模块组成一个定子铁心子单元，所述定子铁心子单元轴向设置有两个以上，且相邻的两个定子铁心子单元共同一个端部冲片模块。

更进一步地，所有定子铁心子单元其中部冲片一和中部冲片二的交叠设置方式相同，或，至少两个定子铁心子单元其中部冲片一和中部冲片二的交叠设置方式不同。

更进一步地，所述风孔一、风孔二、风孔三、风孔四和风孔五均具有数个，数个风孔一在端部冲片上周向设置，数个风孔二和数个风孔三在中部冲片一上周向设置，数个风孔四和数个风孔五在中部冲片二上周向设置。

本发明还提供一种牵引电机，设置有上述的风冷降噪定子铁心结构。

本发明的有益效果是，可在定子铁心上形成两层风道，主风道形成冷却气流的主要流动路径，冷却气流在主风道内不受额外的输运阻力，分支风道内部不一定流经显著的冷却气流，主要为声传播的通道，以形成消声结构，在不会减弱通风量和风冷散热效果的基础上，有效降低气动噪声,同时双层的风道结构也会增加冷却气流的扰动，增加换热面积，从而进一步改善电机的散热。而通过定子铁心结构形成风冷通道的同时形成降噪消声结构，而不使用多孔吸声材料，因此耐高温、抗潮湿、抗老化等性能更好，可靠性更高。应用至轨道交通中的牵引电机时，有效减少对车辆经过地区的声环境污染，提高车内乘客的乘坐舒适性。

附图说明

图 1 为本发明端部冲片的结构示意图。

图 2 为本发明中部冲片一第一实施方式的结构示意图。

图 3 为本发明图 2 中部冲片一镜像后的结构示意图。

图 4 为本发明中部冲片二第一实施方式的结构示意图。

图 5 为本发明风冷降噪定子铁心结构实施方式一的分解结构示意图。

图 6 为本发明图 5 堆叠方式堆叠后主风道和分支风道的实体示意图。

图 7 为本发明中部冲片一第二实施方式的结构示意图。

图 8 为本发明中部冲片二第二实施方式的结构示意图。

图 9 为本发明风冷降噪定子铁心结构实施方式二的剖面结构示意图。

图 10 为本发明风冷降噪定子铁心结构实施方式三的剖面结构示意图。

图 11 为本发明风冷降噪定子铁心结构实施方式四的剖面结构示意图。

在图中：1、端部冲片；11、风孔一；2、中部冲片一；21、风孔二；22、风孔三；23、风孔六；24、狭缝；3、中部冲片二；31、风孔四；32、风孔五；321、子风孔；10、端部冲片叠块；20、中部冲片一叠块；30、中部冲片二叠块；100、主风道；200、分支风道。

具体实施方式

如图 1-图 11 所示，本发明提供一种风冷降噪定子铁心结构，包括端部冲片模块和中部冲片模块，所述端部冲片模块具有两个，单个所述端部冲片模块包括一个以上的端部冲片 1，即单个端部冲片模块为一个端部冲片 1，或由两个以上的端部冲片 1 堆叠而成，所有端部冲片 1 上均设置有风孔一 11。所述中部冲片模块包括一个以上的中部冲片一 2 和一个以上的中部冲片二 3，即中部冲片模块由一个以上中部冲片一 2 和一个以上中部冲片二 3 堆叠而成。所有中部冲片一 2 上均设置有风孔二 21 和风孔三 22，风孔二 21 和风孔三 22 之间连通，所有中部冲片二 3 上均设置有风孔四 31 和风孔五 32，风孔四 31 和风孔五 32 之间隔开。

所述中部冲片模块设置在两个端部冲片模块之间，中部冲片模块和两个端部冲片模块在同一轴线，且中部冲片一 2 和中部冲片二 3 在两个端部冲片模块之间交叠设置。所述风孔一 11、风孔二 21、风孔四 31 连通形成主风道 100，所述风孔三 22 和风孔五 32 连通形成分支风道 200，且分支风道 200 通过风孔二 21 和风孔三 22 的连通处与主风道 100 导通。

基于上述结构设置，可在定子铁心上形成两层风道，主风道 100 形成冷却气流的主要流动路径，冷却气流在主风道 100 内不受额外的输运阻力，分支风道 200 内部不一定流经显著的冷却气流，主要为声传播的通道，以形成消声结构，在不会减弱通风量和风冷散热效果的基础上，有效降低气动噪声，同时双层的风道结构也会增加冷却气流的扰动，增加换热面积，从而进一步改善电机的散热。而通过定子铁心结构形成风冷通道的同时形成降噪消声结构，而不使用多孔吸声材料，因此耐高温、抗潮湿、抗老化等性能更好，可靠性更高。应用至轨道交通中的牵引电机时，有效减少对车辆经过地区的声环境污染，提高车内乘客的乘坐舒适性。

其中，风孔一 11 的尺寸不大于风孔二 21、风孔四 31 的尺寸，风孔一 11 与风孔二 21、风孔四 31 对齐连通时，端部冲片 1 上位于风孔一 11 之外的区域能够有效遮挡封闭风孔三 22 侧面，优选风孔一 11 的尺寸与风孔二 21、风孔四 31 相同。

在本发明的实施方式一中，中部冲片一 2 和中部冲片二 3 的交叠设置方式为：所述中部冲片一 2 具有两个以上，所有中部冲片一 2 分为两组，所有中部冲片二 3 位于该两组中部冲片一 2 之间，

所述分支风道200的两端均通过风孔二21和风孔三22的连通处与主风道100导通。该实施方式中，分支风道200在主风道100形成一定长度的并联通道结构。

该实施方式一中，优选中部冲片一2采用图2和图3所示结构，中部冲片二3采用图4所示结构，单个风孔五32包括n个子风孔321，n为奇数且大于等于3，各中部冲片一2上均设置有风孔六23，风孔六23位于风孔三22侧面并与风孔二21、风孔三22之间隔开，且中部冲片一2上与单个风孔五32对应的风孔六23的数量为n-1的一半。单组中部冲片一2的风孔三22与其中一个子风孔321对齐连通，风孔六23与两个相邻子风孔321对齐连通，且两组中部冲片一2镜像设置，所有中部冲片二3上单个风孔五32的n个子风孔321之间通过风孔六23连通，并与风孔三22连通形成蛇形的分支风道200。

以单个风孔五32中子风孔321的数量为3个、对应单个风孔五32的风孔六23数量为1个为例进行具体说明，参照图1-图6所示，两个端部冲片叠块10即为两个端部冲片模块，两个中部冲片一叠块20即为前述的两组中部冲片一2，中部冲片二叠块30即为堆叠的所有中部冲片二3。两个端部冲片叠块10上风孔一11、两个中部冲片一叠块20上的风孔二21以及中部冲片二叠块30上的风孔三22之间对齐连通，形成主风道100。左侧的中部冲片一叠块20上风孔三22与其中一路子风孔321对齐，风孔六23同时与另外两路子风孔321对齐，两个中部冲片一叠块20镜像设置，故右侧的中部冲片一叠块20上风孔三22与风孔六23的对齐状态和左侧的中部冲片一叠块20相反。两个端部冲片叠块10上风孔一11、两个中部冲片一叠块20上的风孔二21以及中部冲片二叠块30之间堆叠贴后，可在定子铁心内部形成如图6所示形状的双层风道结构。

基于上述设置，分支风道200呈蛇形迂回的通道结构并联在主风道100侧面，声波在分支风道200中的传播距离不同于主风道100，形成与主风道100不同的相干声源，再次汇合时将出现相干消声的效果，能够消弱特定频带的噪声，通过调节前述各种冲片的数量得到不同的组合尺寸，可以改变分支风道200和主风道100的长度差值，改变相消频率的数值，从而有针对性的削弱噪声谱中的尖峰。另外，呈蛇形迂回的通道结构设置，可在不影响声波传递的前提下，增加冷却气流在分支风道200内的流动阻力，减少进入分支风道200内的气流量，从而可以减少来自冷却气流中的杂物进入分支通路，避免形成堵塞，因此在对于存在灰尘污染的应用场景也有良好适应性。

在本发明的实施方式二中，优选中部冲片一2采用图7所示结构，中部冲片二3采用图8所示结构，中部冲片一2和中部冲片二3的交叠设置方式为：所述中部冲片二3具有两个以上，所有中部冲片二3分为两组，所有中部冲片一2位于该两组中部冲片二3之间，所述分支风道200为腔体状，并通过一处风孔二21和风孔三22的连通处与主风道100导通。其中，所有中部冲片一2的数量优选少于单组中部冲片二3的数量。

该实施方式二中，风孔二21和风孔三22的连通处在分支风道200与主风道100的分隔处形成狭缝24，分支风道200形成前后封闭的谐振腔体，单个谐振腔体通过一个狭缝24与主风道100相

通，声波通过狭缝24和谐振腔体形成共振，声波通过狭缝24边界上将发生额外的耗散转化成热能，从而实现降噪消声。

在本发明的实施方式三中，优选中部冲片一 2 采用图 7 所示结构，中部冲片二 3 采用图 8 所示结构，中部冲片一 2 和中部冲片二 3 的交叠设置方式为：所有中部冲片一 2 和所有中部冲片二 3 都分为两组，两组中部冲片一 2 和两组中部冲片二 3 交错设置，所述分支风道 200 为腔体状，并通过两处以上风孔二 21 和风孔三 22 的连通处与主风道 100 导通。

该实施方式三中，如图 10 所示，风孔二 21 和风孔三 22 的连通处在分支风道 200 与主风道 100 的分隔处形成两个以上的狭缝 24，分支风道 200 形成前后封闭的谐振腔体，单个谐振腔体通过两个以上狭缝 24 与主风道 100 相通，声波通过狭缝 24 和谐振腔体形成共振，声波通过狭缝 24 边界上将发生额外的耗散转化成热能，从而实现降噪消声。其中，狭缝 24 的数量可根据实际降噪需求而定。

优选所述风孔三 22 位于风孔二 21 背离中部冲片一 2 轴线的一侧，所述风孔五 32 位于风孔四 31 背离中部冲片二 3 轴线的一侧。即分支风道 200 在定子铁心结构上为位于主风道 100 的外侧，不会增加电机内部传热热阻，且不会结构整体的冷却性能。

在本发明的一个设置方式中，单个中部冲片模块和两个端部冲片模块即组成一个独立的定子铁心结构并单独使用。例如在电机中单独使用上述实施方式一-三中任一个定子铁心结构。

在本发明的另一个设置方式中，单个中部冲片模块和两个端部冲片模块组成一个定子铁心子单元，所述定子铁心子单元轴向设置有两个以上，且相邻的两个定子铁心子单元共同一个端部冲片模块。即两个以上的定子铁心单元串联后在同一电机使用。在该设置方式中，所有定子铁心子单元其中部冲片一 2 和中部冲片二 3 的交叠设置方式相同，或，至少两个定子铁心子单元其中部冲片一 2 和中部冲片二 3 的交叠设置方式不同。即在电机中使用两个相同实施方式的定子铁心子单元的组合或使用两个不同实施方式的定子铁心子单元的组合。利用多种堆叠方案的排列组合能够显著的提升降噪有效的频率范围，对于削弱人耳敏感的中低频率噪声具有显著的效果。

如图 9 所示，为采用多个本发明实施方式二的定子铁心子单元的组合。相邻的两个定子铁心子单元之间共同一个端部冲片模块，且相邻的两个定子铁心子单元上的谐振腔体之间通过端部冲片模块隔开，主风道 100 之间对齐连通，每个狭缝 24 对应一个谐振腔体。

如图 10 所示，为采用本发明实施方式二和实施方式三的定子铁心单元的组合。相邻的两个定子铁心子单元之间共同一个端部冲片模块，且相邻的两个定子铁心子单元上的谐振腔体之间通过端部冲片模块隔开，主风道 100 之间对齐连通。

通过不同堆叠数量的实施方式二、实施方式三以及实施方二和实施方式三的组合，能够形成不同谐振频率的结构，利用通过狭缝 24 的谐振声波与边界的相互作用耗散声功率将其转换为热能，满足不同频率的降噪要求。

所述风孔一 11、风孔二 21、风孔三 22、风孔四 31 和风孔五 32 均具有数个，数个风孔一 11 在端部冲片 1 上周向设置，数个风孔二 21 和数个风孔三 22 在中部冲片一 2 上周向设置，数个风孔四 31 和数个风孔五 32 在中部冲片二 3 上周向设置，提高双层风道结构的分布均匀性，从而提高定子铁心的散热均匀性。当中部冲片一 2 上设置有风孔六 23 时，对应单个风孔五 32 的风孔六 23 为一组，所述风孔六 23 对应设置有数组并在中部冲片一 2 上周向设置。

本发明还提供一种牵引电机，该牵引电机设置有上述的风冷降噪定子铁心结构。由于设置了上述的定子铁心结构，可在定子铁心上形成两层风道，主风道 100 形成冷却气流的主要流动路径，冷却气流在主风道 100 内不受额外的输运阻力，分支风道 200 内部不一定流经显著的冷却气流，主要为声传播的通道，以形成消声结构，在不会减弱通风量和风冷散热效果的基础上，有效降低气动噪声,同时双层的风道结构也会增加冷却气流的扰动，增加换热面积，从而进一步改善电机的散热。而通过定子铁心结构形成风冷通道的同时形成降噪消声结构，而不使用多孔吸声材料，因此耐高温、抗潮湿、抗老化等性能更好，可靠性更高。可有效减少对车辆经过地区的声环境污染，提高车内乘客的乘坐舒适性。

所属领域的普通技术人员应当理解：以上任何实施例的讨论仅为示例性的，并非旨在暗示本申请的保护范围限于这些例子；在本申请的思路下，以上实施例或者不同实施例中的技术特征之间也可以进行组合，步骤可以以任意顺序实现，并存在如上所述的本申请中一个或多个实施例的不同方面的许多其它变化，为了简明它们没有在细节中提供。

本申请中一个或多个实施例旨在涵盖落入本申请的宽泛范围之内的所有这样的替换、修改和变型。因此，凡在本申请中一个或多个实施例的精神和原则之内，所做的任何省略、修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种风冷降噪定子铁心结构，其特征是，包括端部冲片模块和中部冲片模块，所述端部冲片模块具有两个，单个所述端部冲片模块包括一个以上的端部冲片（1），且所有端部冲片（1）上均设置有风孔一（11），所述中部冲片模块包括一个以上的中部冲片一（2）和一个以上的中部冲片二（3），所有中部冲片一（2）上均设置有风孔二（21）和风孔三（22），风孔二（21）和风孔三（22）之间连通，所有中部冲片二（3）上均设置有风孔四（31）和风孔五（32），风孔四（31）和风孔五（32）之间隔开；

所述中部冲片模块设置在两个端部冲片模块之间，且中部冲片一（2）和中部冲片二（3）在两个端部冲片模块之间交叠设置，所述风孔一（11）、风孔二（21）、风孔四（31）连通形成主风道（100），所述风孔三（22）和风孔五（32）连通形成分支风道（200），且分支风道（200）通过风孔二（21）和风孔三（22）的连通处与主风道（100）导通。

2. 如权利要求 1 所述的风冷降噪定子铁心结构，其特征是，中部冲片一（2）和中部冲片二（3）的交叠设置方式为：所述中部冲片一（2）具有两个以上，所有中部冲片一（2）分为两组，所有中部冲片二（3）位于该两组中部冲片一（2）之间，所述分支风道（200）的两端均通过风孔二（21）和风孔三（22）的连通处与主风道（100）导通。

3. 如权利要求 2 所述的风冷降噪定子铁心结构，其特征是，单个风孔五（32）包括 n 个子风孔（321），n 为奇数且大于等于 3，各中部冲片一（2）上均设置有风孔六（23），风孔六（23）位于风孔三（22）侧面并与风孔二（21）、风孔三（22）之间隔开，且中部冲片一（2）上与单个风孔五（32）对应的风孔六（23）的数量为 n-1 的一半；

单组中部冲片一（2）的风孔三（22）与其中一个子风孔（321）对齐连通，风孔六（23）与两个相邻子风孔（321）对齐连通，且两组中部冲片一（2）镜像设置，所有中部冲片二（3）上单个风孔五（32）的 n 个子风孔（321）之间通过风孔六（23）连通，并与风孔三（22）连通形成蛇形的分支风道（200）。

4. 如权利要求 1 所述的风冷降噪定子铁心结构，其特征是，中部冲片一（2）和中部冲片二（3）的交叠设置方式为：所述中部冲片二（3）具有两个以上，所有中部冲片二（3）分为两组，所有中部冲片一（2）位于该两组中部冲片二（3）之间，所述分支风道（200）为腔体状，并通过一处风孔二（21）和风孔三（22）的连通处与主风道（100）导通。

5. 如权利要求 1 所述的风冷降噪定子铁心结构，其特征是，中部冲片一（2）和中部冲片二（3）的交叠设置方式为：所有中部冲片一（2）和所有中部冲片二（3）都分为两组，两组中部冲片一（2）和两组中部冲片二（3）交错设置，所述分支风道（200）为腔体状，并通过两处以上风孔二（21）和风孔三（22）的连通处与主风道（100）导通。

6. 如权利要求 1-5 任一项所述的风冷降噪定子铁心结构，其特征是，所述风孔三（22）位于风孔二（21）背离中部冲片一（2）轴线的一侧，所述风孔五（32）位于风孔四（31）背离中部冲片二（3）轴线的一侧。

7. 如权利要求 1-5 任一项所述的风冷降噪定子铁心结构，其特征是，单个中部冲片模块和两个端部冲片模块组成一个定子铁心子单元，所述定子铁心子单元轴向设置有两个以上，且相邻的两个定子铁心子单元共同一个端部冲片模块。

8. 如权利要求 7 所述的风冷降噪定子铁心结构，其特征是，所有定子铁心子单元其中部冲片一（2）和中部冲片二（3）的交叠设置方式相同，或，至少两个定子铁心子单元其中部冲片一（2）和中部冲片二（3）的交叠设置方式不同。

9. 如权利要求 1-5、8 任一项所述的风冷降噪定子铁心结构，其特征是，所述风孔一（11）、风孔二（21）、风孔三（22）、风孔四（31）和风孔五（32）均具有数个，数个风孔一（11）在端部冲片（1）上周向设置，数个风孔二（21）和数个风孔三（22）在中部冲片一（2）上周向设置，数个风孔四（31）和数个风孔五（32）在中部冲片二（3）上周向设置。

10. 一种牵引电机，其特征是，设置有如权利要求 1-9 任一项所述的风冷降噪定子铁心结构。