



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112003399 A

(43)申请公布日 2020.11.27

(21)申请号 201910445037.8

(22)申请日 2019.05.27

(71)申请人 广东威灵汽车部件有限公司

地址 528311 广东省佛山市顺德区北滘镇
北滘居委会工业园港前路21号1号楼

(72)发明人 郑军洪 孙国伟 陈汉锡

(74)专利代理机构 北京友联知识产权代理事务
所(普通合伙) 11343

代理人 尚志峰 汪海屏

(51)Int.Cl.

H02K 1/27(2006.01)

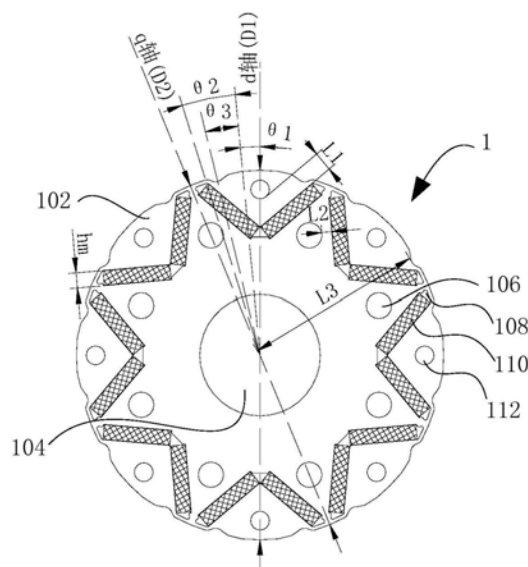
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54)发明名称

转子、电机、压缩机及空调器、车辆

(57)摘要

本发明提供了一种转子、电机、压缩机及空调器、车辆。其中，转子包括：转子铁芯，转子铁芯上设置有多个磁体槽；永磁体，永磁体设置于磁体槽内；第一通孔，设置于转子铁芯上，第一通孔靠近转子铁芯的外轮廓线一侧，且第一通孔位于转子铁芯的外轮廓线至磁体槽之间；其中，第一通孔至磁体槽的最小距离L1与永磁体的厚度hm的比值大于等于1，且小于等于3。本发明提供的转子能最大限度的提高永磁体的用量，达到提高磁负荷的目的，磁铁数量增多和磁铁内置深度增加，铜损和磁铁涡流损耗降低，从而提高了电机效率，并且减小了q轴电感，能够满足高转速运行及低噪音需求。



1. 一种转子,用于电机,其特征在于,所述转子包括:
转子铁芯,所述转子铁芯上设置有多个磁体槽;
永磁体,所述永磁体设置于所述磁体槽内;
第一通孔,设置于所述转子铁芯上,所述第一通孔靠近所述转子铁芯的外轮廓线一侧,且所述第一通孔位于所述转子铁芯的所述外轮廓线至所述磁体槽之间;
其中,所述第一通孔至所述磁体槽的最小距离 $L1$ 与所述永磁体的厚度 h_m 的比值大于等于1,且小于等于3。
2. 根据权利要求1所述的转子,其特征在于,
以所述磁体槽的对称轴线作为 d 轴,所述 d 轴对应的所述转子铁芯的外轮廓线的直径为 $D1$;
以相邻的两个磁极之间的距离的中心线作为 q 轴,所述 q 轴对应的所述转子铁芯的外轮廓线的直径为 $D2$,所述 $D1$ 和所述 $D2$ 的差值大于等于0.2mm,且小于等于1.6mm。
3. 根据权利要求2所述的转子,其特征在于,
所述转子铁芯的任一横截面的外轮廓线包括至少4段弧线和/或直线。
4. 根据权利要求3所述的转子,其特征在于,
相邻的所述 d 轴至所述 q 轴之间对应的所述外轮廓线至所述转子铁芯的几何中心的距离值由所述 $D1$ 逐渐减小至 $L3$ 后,再逐渐增大至所述 $D2$;
其中,所述 $L3$ 为所述转子铁芯的所述外轮廓线上所有点至所述几何中心的距离中的最小值。
5. 根据权利要求4所述的转子,其特征在于,
所述 $D1$ 的 $1/2$ 与所述 $L3$ 的差值大于等于0.3mm,且小于等于2mm。
6. 根据权利要求4所述的转子,其特征在于,
相邻的所述 d 轴至所述 q 轴之间,所述外轮廓线至所述转子铁芯的几何中心的距离值为所述 $D1$ 的所述外轮廓线对应的圆心角为 $\theta1$;
所述外轮廓线至所述转子铁芯的几何中心的距离值由所述 $D1$ 逐渐减小至 $L3$ 后,再逐渐增大至所述 $D2$ 的所述外轮廓线对应的圆心角为 $\theta2$;
所述外轮廓线至所述转子铁芯的几何中心的距离值由所述 $D1$ 逐渐减小至 $L3$ 的所述外轮廓线对应的圆心角为 $\theta3$ 。
7. 根据权利要求6所述的转子,其特征在于,
所述 $\theta2$ 对应的所述外轮廓线中,所述外轮廓线至所述转子铁芯的几何中心的距离值由所述 $D1$ 逐渐减小至所述 $L3$ 对应的所述外轮廓线与所述距离值由所述 $L3$ 逐渐增大至所述 $D2$ 对应的轮廓线为非对称结构。
8. 根据权利要求6所述的转子,其特征在于,
所述 $\theta2$ 与所述 $\theta1$ 的比值大于等于1,且小于等于4;
所述 $\theta2$ 与所述 $\theta3$ 的比值大于等于1.1,且小于等于2.5。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的转子,其特征在于,还包括:
中心孔,设置于所述转子铁芯上,所述中心孔用于穿设所述电机的轴;
铆钉孔,设置于所述转子铁芯上,所述铆钉孔位于相邻两个所述磁极之间,且靠近所述中心孔一端,所述铆钉孔至所述磁体槽之间的距离中的最小距离为 $L2$,所述 $L2$ 与所述永磁

体的厚度 h_m 的比值大于等于0.3,且小于等于2。

10.根据权利要求1至8中任一项所述的转子,其特征在于,还包括:

第一端板和第二端板,所述第一端板和所述第二端板分别设置于所述转子铁芯的两端;

第二通孔,所述第二通孔设置于所述第一端板和所述第二端板上,所述第二通孔和所述第一通孔相连通。

11.根据权利要求1至8中任一项所述的转子,其特征在于,还包括:

电磁钢板,所述电磁钢板叠设成所述转子铁芯;

所述磁体槽与所述转子铁芯的外轮廓线之间的距离中的最小距离大于所述电磁钢板的厚度。

12.根据权利要求11所述的转子,其特征在于,

单个所述电磁钢板的厚度小于等于0.5mm。

13.根据权利要求1至8中任一项所述的转子,其特征在于,

所述永磁体为稀土钕铁硼磁铁;

所述第一通孔的数量为多个,多个所述第一通孔围绕所述转子铁芯的几何中心呈中心对称式排布。

14.根据权利要求1至8中任一项所述的转子,其特征在于,

单个磁极对应的所有所述永磁体呈“V”字型或“W”字型排列。

15.一种电机,其特征在于,包括:

定子,所述定子包括转子孔;及

如权利要求1至14中任一项所述的转子,所述转子设置于所述转子孔内。

16.一种压缩机,其特征在于,包括如权利要求15所述的电机。

17.一种空调器,其特征在于,包括如权利要求16所述的压缩机。

18.一种车辆,其特征在于,包括如权利要求15所述的电机;或如权利要求16所述的压缩机。

转子、电机、压缩机及空调器、车辆

技术领域

[0001] 本发明涉及电机技术领域,具体而言,涉及一种转子、一种电机、一种压缩机、一种空调器和一种车辆。

背景技术

[0002] 相关技术中,普遍采用的变频永磁同步电机转子磁铁采用“V”字型,导致q轴电感 L_q 大,电机高速运行时,因电源电压为设定值,无法进一步提高,导致电机在高转速高扭力工况下提前进入弱磁,最高运行转速下高扭力负载工况运行受限,且电机进入弱磁运行后,电机噪音变差。

发明内容

[0003] 本发明旨在至少解决现有技术或相关技术中存在的技术问题之一。

[0004] 为此,本发明的第一个方面提出一种转子。

[0005] 本发明的第二个方面提出了一种电机。

[0006] 本发明的第三个方面提出了一种压缩机。

[0007] 本发明的第四个方面提出了一种空调器。

[0008] 本发明的第五个方面提出了一种车辆。

[0009] 有鉴于此,根据本发明的第一个方面,提供了一种转子,转子包括:转子铁芯,转子铁芯上设置有多个磁体槽;永磁体,永磁体设置于磁体槽内;第一通孔,设置于转子铁芯上,第一通孔靠近转子铁芯的外轮廓线一侧,且第一通孔位于转子铁芯的外轮廓线至磁体槽之间;其中,第一通孔至磁体槽的最小距离 L_1 与永磁体的厚度 h_m 的比值大于等于1,且小于等于3。

[0010] 本发明提供的转子包括转子铁芯和永磁体,转子铁芯上设置有多个磁体槽,永磁体安装在磁体槽上,转子铁芯上有第一通孔,通孔在转子铁芯边缘和磁体槽之间,其中,第一通孔到磁体槽的最小距离为 L_1 ,永磁体沿磁化方向的厚度为 h_m ,满足: $1 \leq L_1/h_m \leq 3$ 。本发明提供的转子,磁体槽与转子铁芯边缘所包含的区域设置的第一通孔,使q轴磁路饱和,进一步降低q轴电感。现有技术中转子磁铁采用“V”字型可以增加磁铁用量,但是“V”型设计,导致q轴电感 L_q 大,虽然 L_q 大时,凸极率 L_q/L_d 的比值大,电机可以利用磁阻转矩,提高电机最大转矩,但电机高速运行时,因电源电压为受电池限定,为设定值,无法进一步提高,导致电机在高转速高扭力工况下提前进入弱磁,最高运行转速下高扭力负载工况运行受限,且电机进入弱磁运行后,电机噪音变差,因此,本发明中提供的转子铁芯设置了第一通孔,且合理设置第一通孔的位置,以及与永磁体的厚度之间的尺寸关系,进而减小q轴电感,能够满足高转速运行及低噪音需求。进一步地,在转子铁芯上设置第一通孔使转子的重量降低,通流孔面积增大,满足大排量压缩机下电机小型化后满足大的冷媒通流。

[0011] 另外,根据本发明提供的上述技术方案中的转子,还可以具有如下附加技术特征:

[0012] 在上述技术方案中,优选地,以磁体槽的对称轴线作为d轴,d轴对应的转子铁芯的

外轮廓线的直径为D1;以相邻的两个磁极之间的距离的中心线作为q轴,q轴对应的转子铁芯的外轮廓线的直径为D2,D1和D2的差值大于等于0.2mm,且小于等于1.6mm。

[0013] 在该技术方案中,以磁体槽的对称轴线作为d轴,转子d轴对应的转子铁芯的外轮廓线的直径为D1,相邻磁极的中心轴线为q轴,q轴对应的转子铁芯的外轮廓线的直径为D2,D1和D2之间满足: $0.2\text{mm} \leq D1 - D2 \leq 1.6\text{mm}$,使q轴处气隙大于d轴处气隙,使得q轴处的漏磁减小,减小磁极间漏磁,减小了铁损,从而提高电机效率,同时满足磁铁最大限度的用量要求,并且气隙为非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,改善噪音。

[0014] 在上述任一技术方案中,优选地,转子铁芯的任一横截面的外轮廓线包括至少4段弧线和/或直线。

[0015] 在该技术方案中,转子铁芯的外缘由4段以上弧线和/或直线组成,具体的,转子铁芯的外轮廓线可以包括多段弧线首尾相连接,或者包括多段直线首尾相连组成,或者包括弧线和直线,弧线和直线相连接构成外轮廓线,通过设置多段弧线和/或直线,以使得转子铁芯的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。

[0016] 在上述任一技术方案中,优选地,相邻的d轴至q轴之间对应的外轮廓线至转子铁芯的几何中心的距离值由所述D1逐渐减小至L3后,再逐渐增大至所述D2;其中,所述L3为转子铁芯的外轮廓线上所有点至几何中心的距离中的最小值。

[0017] 在该技术方案中,相邻的d轴至q轴之间对应的外轮廓线由d轴和q轴逐渐向转子铁芯的几何中心一侧凹陷,以在d轴至q轴之间的外轮廓线上设置了最大凹陷处,凹陷处至转子铁芯的距离为整个轮廓线上所有点至几何中心的距离中的最小值,进而使得转子铁芯的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。

[0018] 在上述任一技术方案中,优选地,D1的1/2与L3的差值大于等于0.3mm,且小于等于2mm。

[0019] 在该技术方案中,通过合理设计L3与D1的尺寸及相互关系,使得转子铁芯的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。

[0020] 在上述任一技术方案中,优选地,相邻的d轴至q轴之间,外轮廓线至转子铁芯的几何中心的距离值为D1的外轮廓线对应的圆心角为 θ_1 ;外轮廓线至转子铁芯的几何中心的距离值由D1逐渐减小至L3后,再逐渐增大至D2的外轮廓线对应的圆心角为 θ_2 ;外轮廓线至转子铁芯的几何中心的距离值由D1逐渐减小至L3的外轮廓线对应的圆心角为 θ_3 。

[0021] 在该技术方案中,转子铁芯的外缘由4段以上弧线或直线组成,由d轴往q轴转动角度 θ_1 ,角度 θ_1 对应的外轮廓线为直径D1的弧线,由d轴向q轴转动角度 θ_1 后,再转动角度 θ_2 ,角度 θ_2 对应的外轮廓线为向转子内径下凹的弧线或直线组成,由d轴向q轴转动所述角度 θ_1 后,再转动角度 θ_3 ,在角度 θ_3 处达到转子铁芯的几何中心的最大凹陷处,使得转子铁芯的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。其中,角度 θ_2 大于角度 θ_3 。

[0022] 进一步地,相邻的d轴至q轴之间对应的转子铁芯的外轮廓线包括4段弧线,具体为角度 θ_1 对应的第一段弧线,角度 θ_3 对应的第二段弧线,角度 θ_2 对应的外轮廓线至转子铁芯

的几何中心的距离值由L3逐渐增大至D2的对应外轮廓线为第三段弧线,外轮廓线至转子铁芯的几何中心的距离值为D2的外轮廓线为第四段弧线。

[0023] 在上述任一技术方案中,优选地, θ_2 对应的外轮廓线中,外轮廓线至转子铁芯的几何中心的距离值由D1逐渐减小至L3对应的外轮廓线与距离值由所述L3逐渐增大至所述D2对应的轮廓线为非对称结构。

[0024] 在该技术方案中, θ_2 对应的外轮廓线中被距离为L3的过转子铁芯的几何中心的直线分割为2段,一段为外轮廓线至转子铁芯的几何中心的距离值由D1逐渐减小至L3对应的外轮廓线,另一段为外轮廓线至转子铁芯的几何中心距离值由所述L3逐渐增大至所述D2对应的轮廓线,两端轮廓线以L3对应的轮廓线上的点与几何中心的连线呈非对称结构,进而使得转子铁芯的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。进一步地, θ_2 对应的外轮廓线并不局限于非对称结构,也可以为对称结构。

[0025] 在上述任一技术方案中,优选地,角度 θ_2 与角度 θ_1 的比值大于等于1,且小于等于4;角度 θ_2 与角度 θ_3 的比值大于等于1.1,且小于等于2.5。

[0026] 在该技术方案中,角度 θ_1 、角度 θ_2 和角度 θ_3 满足 $1 \leq \theta_2/\theta_1 \leq 4$, $1.1 \leq \theta_2/\theta_3 \leq 2.5$,使得转子铁芯的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。

[0027] 在上述任一技术方案中,优选地,转子还包括:中心孔,设置于转子铁芯上,中心孔用于穿设电机的轴;铆钉孔,设置于转子铁芯上,铆钉孔位于相邻两个磁极之间,且靠近中心孔一端,铆钉孔至磁体槽之间的距离中的最小距离为L2,L2与永磁体的厚度 h_m 之间满足: $0.3 \leq L2/h_m \leq 2$ 。

[0028] 在该技术方案中,转子铁芯上设置有中心孔和铆钉孔,中心孔用于穿设电机的轴;铆钉孔位于两个磁极之间靠中心孔一侧,铆钉孔至磁体槽之间的最小距离为L2,L2与永磁体沿磁化方向的厚度 h_m 之间满足: $0.3 \leq L2/h_m \leq 2$,使得相邻磁极间的q轴磁路宽度小,在最大限度保证转子强度的情况下,减小q轴电感,使得电机满足高转速运行,且降低噪音。

[0029] 在上述任一技术方案中,优选地,转子还包括:第一端板和第二端板,第一端板和第二端板分别设置于转子铁芯的两端;第二通孔,第二通孔设置于第一端板和第二端板上,第二通孔和第一通孔相连通。

[0030] 在该技术方案中,在转子铁芯的两端还分别设有第一端板和第二端板,第一端板和第二端板上设置有第二通孔,第二通孔与转子铁芯上的第一通孔相连通,用于气体通流,满足电机小型化后气体通流要求。

[0031] 在上述任一技术方案中,优选地,转子还包括:电磁钢板,电磁钢板叠设成转子铁芯;磁体槽与转子铁芯的外轮廓线之间的距离中的最小距离大于电磁钢板的厚度。

[0032] 在该技术方案中,转子的转子铁芯由电磁钢板叠置而成,用于增加轴向电绝缘,减少涡流损耗,把电磁钢板做成片状进行叠加得到的转子铁芯,减小了涡流流通的路径进而有效地减小涡流损耗。磁体槽与转子铁芯的外轮廓线之间的最小距离大于电磁钢板的厚度,进而保证了转子铁芯的机械强度,以满足电机高速运转的要求。

[0033] 在上述任一技术方案中,优选地,单个电磁钢板的厚度小于等于0.5mm。

[0034] 在该技术方案中,单个电磁钢板的厚度小于等于0.5mm,以使得转子铁芯的涡流损

耗较小,提升电机的运行效率。磁体槽与转子铁芯的外轮廓线之间的最小距离大于0.5mm,保证了转子铁芯的机械强度,以满足电机高速运转的要求。

[0035] 在上述任一技术方案中,优选地,永磁体为稀土钕铁硼磁铁;第一通孔的数量为多个,多个第一通孔围绕转子铁芯的几何中心呈中心对称式排布。

[0036] 在该技术方案中,稀土钕铁硼磁铁的磁性较高,保证电机的运行稳定性和运行效率,有多个第一通孔围绕转子铁芯的几何中心呈中心对称式排布,能够减轻转子重量,同时起到气体流通作用,满足电机小型化后气体通流要求,并且第一通孔围绕转子铁芯的几何中心呈中心对称式排布可使转子的质量分布均匀,在电机高速运转下可以降低噪音。

[0037] 在上述任一技术方案中,优选地,单个磁极对应的所有永磁体呈“V”字型或“W”字型排列。

[0038] 在该技术方案中,通过将永磁体设置成“V”字型或“W”字型,与目前转子采用的“一”字型排列永磁体相比,能最大限度的提高永磁体的用量,达到提高磁负荷的目的,磁铁数量增多和磁铁内置深度增加,铜损和磁铁涡流损耗降低,从而提高了电机效率。

[0039] 根据本发明的第二个方面,提供了一种电机,电机包括:定子,定子包括转子孔;及如上述任一技术方案中所述的转子,转子设置于转子孔内。

[0040] 根据本发明提供的电机,最大限度地提高了永磁体的用量,达到提高磁负荷的目的,实现了电机的高功率密度,磁负荷提升可降低电机铜损,从而提高了电机效率。通过在转子铁芯上设置第一通孔,使转子的重量降低,通流孔面积增大,满足大排量压缩机下电机小型化后满足大的冷媒通流,且合理设置第一通孔的位置,以及与永磁体的厚度之间的尺寸关系,进而减小q轴电感,能够满足高转速运行及低噪音需求。进一步地,通过设计转子铁芯外缘形状和尺寸,使得转子铁芯的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。

[0041] 根据本发明的第三个方面,提供了一种压缩机,包括上述技术方案所述的电机。因此具有该电机的全部有益效果,在此不再赘述。

[0042] 根据本发明的第四个方面,提供了一种空调器,包括上述任一技术方案所述的压缩机。因此具有压缩机的全部有益效果,在此不再赘述。

[0043] 根据本发明的第五个方面,提供了一种车辆,包括上述任一技术方案所述的电机或上述任一技术方案所述的压缩机。因此具有该电机或压缩机的全部有益效果,在此不再赘述。

[0044] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述部分中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0045] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0046] 图1是现有技术中的一字型永磁体的12槽8极转子结构示意图;

[0047] 图2是现有技术中的V字型永磁体的12槽8极转子结构示意图;

[0048] 图3是本发明的一个实施例的槽极配合为12槽8极电机转子结构示意图;

[0049] 图4是本发明的一个实施例的槽极配合为12槽8极电机定子结构示意图;

[0050] 图5是本发明的一个实施例的第一端板的结构示意图；

[0051] 图6是本发明的一个实施例的图3所示转子搭配图4定子的电机与现有例图1、图2所示转子搭配图4定子的电机空载反电势波形对比。

[0052] 其中，图3至图5中附图标记与部件名称之间的对应关系为：

[0053] 1转子，102转子铁芯，104中心孔，106铆钉孔，108磁体槽，110永磁体，112第一通孔，2定子，202定子铁芯，204定子齿，206绕组槽，208定子绕组，210转子孔，3第一端板，302第二通孔，304连接孔。

具体实施方式

[0054] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点，下面结合附图和具体实施方式对本发明进行进一步的详细描述。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0055] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明，但是，本发明还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施，因此，本发明的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

[0056] 下面参照图3至图6描述根据本发明一些实施例所述的转子1、电机及压缩机。

[0057] 如图3所示，根据本发明的一个实施例提供了一种转子1，转子1包括：转子铁芯102，转子铁芯102上设置有多磁体槽108；永磁体110，永磁体110设置于磁体槽108内；第一通孔112，设置于转子铁芯102上，第一通孔112靠近转子铁芯102的外轮廓线一侧，且第一通孔112位于转子铁芯102的外轮廓线至磁体槽108之间；其中，第一通孔112至磁体槽108的最小距离L1与永磁体110的厚度hm之间满足： $1 \leq L1/hm \leq 3$ 。

[0058] 如图3所示，本发明提供的转子1由转子铁芯102和永磁体110组成，转子铁芯102上设置有多磁体槽108，永磁体110安装在磁体槽108上，转子铁芯102上有第一通孔112，通孔在转子铁芯102边缘和磁体槽108之间，其中，第一通孔112到磁体槽108的最小距离为L1，永磁体110沿磁化方向的厚度为hm，满足： $1 \leq L1/hm \leq 3$ 。本发明提供的转子1，磁体槽108与转子铁芯102边缘所包含的区域设置的第一通孔112，使q轴磁路饱和，进一步降低q轴电感。现有技术中转子磁铁采用“V”字型可以增加磁铁用量，但是“V”型设计，导致q轴电感Lq大，虽然Lq大时，凸极率Lq/Ld的比值大，电机可以利用磁阻转矩，提高电机最大转矩，但电机高速运行时，因电源电压为受电池限定，为设定值，无法进一步提高，导致电机在高转速高扭力工况下提前进入弱磁，最高运行转速下高扭力负载工况运行受限，且电机进入弱磁运行后，电机噪音变差，因此，本发明中提供的转子铁芯102设置了第一通孔112，且合理设置第一通孔112的位置，以及与永磁体110的厚度之间的尺寸关系，进而减小q轴电感，能够满足高转速运行及低噪音需求。进一步地，在转子铁芯102上设置第一通孔112使转子1的重量降低，通流孔面积增大，满足大排量压缩机下电机小型化后满足大的冷媒通流。

[0059] 在本发明的一个实施例中，优选地，如图3所示，以磁体槽108的对称轴线作为d轴，d轴对应的转子铁芯102的外轮廓线的直径为D1；以相邻的两个磁极之间的距离的中心线作为q轴，q轴对应的转子铁芯102的外轮廓线的直径为D2，D1和D2之间满足： $0.2\text{mm} \leq D1-D2 \leq 1.6\text{mm}$ 。

[0060] 在该实施例中，以磁体槽108的对称轴线作为d轴，转子1d轴对应的转子铁芯102的

外轮廓线的直径为D1,相邻磁极的中心轴线为q轴,q轴对应的转子铁芯102的外轮廓线的直径为D2,D1和D2之间满足: $0.2\text{mm} \leq D1-D2 \leq 1.6\text{mm}$,使q轴处气隙大于d轴处气隙,使得q轴处的漏磁减小,减小磁极间漏磁,减小了铁损,从而提高电机效率,同时满足磁铁最大限度的用量要求,并且气隙为非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,改善噪音。

[0061] 在本发明的一个实施例中,优选地,如图3所示,转子铁芯102的任一横截面的外轮廓线包括至少4段弧线和/或直线。

[0062] 在该实施例中,转子铁芯102的外缘由4段以上弧线和/或直线组成,具体的,转子铁芯102的外轮廓线可以包括多段弧线首尾相连接,或者包括多段直线首尾相连组成,或者包括弧线和直线,弧线和直线相连接构成外轮廓线,通过设置多段弧线和/或直线,以使得转子铁芯102的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。

[0063] 在本发明的一个实施例中,优选地,相邻的d轴至q轴之间对应的外轮廓线至转子铁芯102的几何中心的距离值由所述D1逐渐减小至L3后,再逐渐增大至所述D2;其中,所述L3为转子铁芯102的外轮廓线上所有点至几何中心的距离中的最小值。

[0064] 在该实施例中,相邻的d轴至q轴之间对应的外轮廓线由d轴和q轴逐渐向转子铁芯102的几何中心一侧凹陷,以在d轴至q轴之间的外轮廓线上设置了最大凹陷处,凹陷处至转子铁芯102的距离为整个轮廓线上所有点至几何中心的距离中的最小值,进而使得转子铁芯102的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。

[0065] 在本发明的一个实施例中,优选地,D1的1/2与L3的差值大于等于0.3mm,且小于等于2mm。

[0066] 在该实施例中,通过合理设计L3与D1的尺寸及相互关系,使得转子铁芯102的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。

[0067] 在本发明的一个实施例中,优选地,相邻的d轴至q轴之间,外轮廓线至转子铁芯102的几何中心的距离值为D1的外轮廓线对应的圆心角为 θ_1 ;外轮廓线至转子铁芯102的几何中心的距离值由D1逐渐减小至L3后,再逐渐增大至D2的外轮廓线对应的圆心角为 θ_2 ;外轮廓线至转子铁芯102的几何中心的距离值由D1逐渐减小至L3的外轮廓线对应的圆心角为 θ_3 。

[0068] 在该实施例中,转子铁芯102的外缘由4段以上弧线或直线组成,由d轴往q轴转动角度 θ_1 ,角度 θ_1 对应的外轮廓线为直径D1的弧线,由d轴向q轴转动角度 θ_1 后,再转动角度 θ_2 ,角度 θ_2 对应的外轮廓线为向转子1内径下凹的弧线或直线组成,由d轴向q轴转动所述角度 θ_1 后,再转动角度 θ_3 ,在角度 θ_3 处达到转子铁芯102的几何中心的最大凹陷处,使得转子铁芯102的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。其中,角度 θ_2 大于角度 θ_3 。

[0069] 进一步地,相邻的d轴至q轴之间对应的转子铁芯102的外轮廓线包括4段弧线,具体为角度 θ_1 对应的第一段弧线,角度 θ_3 对应的第二段弧线,角度 θ_2 对应的外轮廓线至转子铁芯102的几何中心的距离值由L3逐渐增大至D2的对应外轮廓线为第三段弧线,外轮廓线至转子铁芯102的几何中心的距离值为D2的外轮廓线为第四段弧线。

[0070] 在本发明的一个实施例中,优选地, θ_2 对应的外轮廓线中,外轮廓线至转子铁芯102的几何中心的距离值由D1逐渐减小至L3对应的外轮廓线与距离值由所述L3逐渐增大至所述D2对应的轮廓线为非对称结构。

[0071] 在该实施例中, θ_2 对应的外轮廓线中被距离为L3的过转子铁芯102的几何中心的直线分割为2段,一段为外轮廓线至转子铁芯102的几何中心的距离值由D1逐渐减小至L3对应的外轮廓线,另一段为外轮廓线至转子铁芯102的几何中心距离值由所述L3逐渐增大至所述D2对应的轮廓线,两端轮廓线以L3对应的轮廓线上的点与几何中心的连线呈非对称结构,进而使得转子铁芯102的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。优选地, θ_2 对应的外轮廓线为非对称结构。进一步地, θ_2 对应的外轮廓线也可以为以L3对应的轮廓线上的点与几何中心的连线为对称轴的对称结构。

[0072] 在本发明的一个实施例中,优选地,角度 θ_2 与角度 θ_1 的比值大于等于1,且小于等于4;角度 θ_2 与角度 θ_3 的比值大于等于1.1,且小于等于2.5。

[0073] 在该实施例中,角度 θ_1 、角度 θ_2 和角度 θ_3 满足 $1 \leq \theta_2/\theta_1 \leq 4$, $1.1 \leq \theta_2/\theta_3 \leq 2.5$,使得转子铁芯102的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。

[0074] 在本发明的一个实施例中,优选地,如图3所示,转子1还包括:中心孔104,设置于转子铁芯102上,中心孔104用于穿设电机的轴;铆钉孔106,设置于转子铁芯102上,铆钉孔106位于相邻两个磁极之间,且靠近中心孔104一端,铆钉孔106至磁体槽108之间的距离中的最小距离为L2,L2与永磁体110的厚度 h_m 之间满足: $0.3 \leq L2/h_m \leq 2$ 。

[0075] 在该实施例中,转子铁芯102上设置有中心孔104和铆钉孔106,中心孔104用于穿设电机的轴;铆钉孔106位于两个磁极之间靠中心孔104一侧,铆钉孔106至磁体槽108之间的最小距离为L2,L2与永磁体110沿磁化方向的厚度 h_m 之间满足: $0.3 \leq L2/h_m \leq 2$,使得相邻磁极间的q轴磁路宽度小,在最大限度保证转子强度的情况下,减小q轴电感,使得电机满足高转速运行,且降低噪音。

[0076] 在本发明的一个实施例中,优选地,如图5所示,转子1还包括:第一端板3和第二端板,第一端板3和第二端板分别设置于转子铁芯的两端;第二通孔302,第二通孔302设置于第一端板3和第二端板上,第二通孔302和第一通孔112相连通。

[0077] 在该实施例中,在转子铁芯102的两端还分别设有第一端板3和第二端板,第一端板3和第二端板上设置有第二通孔302,第二通孔302与转子铁芯102上的第一通孔112相连通,用于气体通流,满足电机小型化后气体通流要求。其中,第二端板的结构与第一端板3的结构相同。

[0078] 在本发明的一个实施例中,优选地,转子1还包括:电磁钢板,电磁钢板叠设成转子铁芯102;磁体槽108与转子铁芯102的外轮廓线之间的距离中的最小距离大于电磁钢板的厚度。

[0079] 在该实施例中,转子1的转子铁芯102由电磁钢板叠置而成,用于增加轴向绝缘,减少涡流损耗,把电磁钢板做成片状进行叠加得到的转子铁芯102,减小了涡流流通的路径进而有效地减小涡流损耗。磁体槽108与转子铁芯102的外轮廓线之间的最小距离大于电磁钢板的厚度,进而保证了转子铁芯102的机械强度,以满足电机高速运转的要求。

[0080] 在本发明的一个实施例中,优选地,单个电磁钢板的厚度小于等于0.5mm。

[0081] 在该实施例中,单个电磁钢板的厚度小于等于0.5mm,以使得转子铁芯102的涡流损耗较小,提升电机的运行效率。磁体槽108与转子铁芯102的外轮廓线之间的最小距离大于0.5mm,保证了转子铁芯102的机械强度,以满足电机高速运转的要求。

[0082] 在本发明的一个实施例中,优选地,永磁体110为稀土钕铁硼磁铁;如图3所示,第一通孔112的数量为多个,多个第一通孔112围绕转子铁芯102的几何中心呈中心对称式排布。

[0083] 在该实施例中,稀土钕铁硼磁铁的磁性较高,保证电机的运行稳定性和运行效率,有多个第一通孔112围绕转子铁芯102的几何中心呈中心对称式排布,能够减轻转子重量,同时起到气体流通作用,满足电机小型化后气体通流要求,并且第一通孔112围绕转子铁芯102的几何中心呈中心对称式排布可使转子的质量分布均匀,在电机高速运转下可以降低噪音。

[0084] 在本发明的一个实施例中,优选地,如图3所示,单个磁极对应的所有永磁体110呈“V”字型或“W”字型排列。

[0085] 在该实施例中,通过将永磁体110设置成“V”字型或“W”字型,与目前转子采用的“一”字型排列永磁体相比,能最大限度的提高永磁体的用量,达到提高磁负荷的目的,磁铁数量增多和磁铁内置深度增加,铜损和磁铁涡流损耗降低,从而提高了电机效率。

[0086] 根据本发明的第二个方面提供了一种电机,电机包括定子2,定子2包括转子孔210;及如上述任一实施例中的转子1,转子1设置于转子孔210内。

[0087] 根据本发明提供的电机,最大限度地提高了永磁体110的用量,达到提高磁负荷的目的,实现了电机的高功率密度,磁负荷提升可降低电机铜损,从而提高了电机效率。通过在转子铁芯102上设置第一通孔112,使转子1的重量降低,通流孔面积增大,满足大排量压缩机下电机小型化后满足大的冷媒通流,且合理设置第一通孔112的位置,以及与永磁体110的厚度之间的尺寸关系,进而减小q轴电感,能够满足高转速运行及低噪音需求。进一步地,通过设计转子铁芯102外缘形状和尺寸,使得转子铁芯102的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。

[0088] 在具体的实施例中,如图3至图6所示,电机包括定子2和转子1,定子2的定子铁芯202通过电磁钢板叠压形成,转子1的转子铁芯102也是通过电磁钢板叠压形成,且叠压定子铁芯202和转子铁芯102的电磁钢板的厚度均小于等于0.5mm,优选地,该实施例中电磁钢板的厚度为0.3mm,具体地如图3所示该实施例提供的转子1的槽极配合为12槽8极,与其配合连接的定子2如图4所示。

[0089] 如图4所示,定子2包含定子铁芯202、用于转子1穿过的转子孔210、围绕所述转子孔210设置的多个绕组槽206和安装在绕组槽206中的定子绕组208;多个所述绕组槽206围绕所述转子孔210呈中心对称式排布。电机定子绕组208绕置在定子齿204上,形成电机A、B、C三相绕组线圈。

[0090] 如图3所示,转子1包含转子铁芯102、用于轴穿过的中心孔104、用于连接铆钉的铆钉孔106、围绕所述中心孔104设置的多个磁体槽108和安装在磁体槽108中的永磁体110。磁体槽108及永磁体110围绕所述中心孔104呈中心对称式排布,单个磁极下永磁体110为“V”字型设置。V字型磁体槽108与转子铁芯102的外轮廓线的直径边缘所包含的区域设置有第

一通孔112。磁体槽108邻近转子铁芯102的外轮廓线的直径边缘设置,且磁体槽108与转子铁芯102的外轮廓线的直径边缘之间的最小间距大于所述电磁钢板的厚度,为0.5mm。转子1的铆钉孔106分布在相邻磁极的两磁体槽108之间,围绕所述中心孔104呈中心对称式排布。

[0091] 其中,第一通孔112到V字型磁体槽108的最小距离为 $L1$,永磁体110磁化方向厚度为 hm ,满足: $1 \leq L1/hm \leq 3$ 。具体地, $L1=3mm$; $hm=2.3mm$,则 $L1/hm=1.3$,使得V字型磁体槽108与转子铁芯102的外轮廓线的直径边缘所包含的区域磁密饱和,磁密达到1.4T,即q轴磁路饱和,使得q轴电感减小,同时满足转子磁铁能够饱和充磁的要求,使得电机能够高转速运行,且降低噪音。

[0092] 如图3所示,V字型磁体槽108的中心轴线为d轴,转子1的d轴的外直径为 $D1$,相邻磁极的中心轴线为q轴,转子1的q轴的外直径为 $D2$,满足: $0.2mm \leq D1-D2 \leq 1.6mm$ 。具体地, $D1=60mm$, $D2=59.4mm$,则 $D1-D2=0.6mm$,即q轴处气隙大于d轴处气隙,使得q轴处的漏磁减小,减小磁极间漏磁,减小了铁损,从而提高电机效率,同时满足磁铁最大限度的用量要求。

[0093] 如图3所示,转子铁芯102的外缘由3段以上弧线段组成,由d轴往q轴方向,角度 $\theta1$ 为直径 $D1$ 的弧线,角度 $\theta2$ 内的弧线段为向转子1的内径下凹的弧线段组成,在角度 $\theta3$ 处达到最大下凹,满足: $1 \leq \theta2/\theta1 \leq 4$, $1.1 \leq \theta2/\theta3 \leq 2.5$;在角度 $\theta3$ 处的凹陷面到转子1的几何中心的距离为 $L3$,满足: $0.3mm \leq D1/2-L3 \leq 2mm$ 。具体实施例中, $\theta1=4.5^\circ$, $\theta2=12^\circ$, $\theta3=8^\circ$, $L3=28.8$,则 $\theta2/\theta1=2.7$, $\theta2/\theta3=1.5$, $D1/2-L3=1.2mm$,使得转子铁芯102的外缘气隙非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,减小了铁损和杂散损耗,从而提高电机效率。

[0094] 如图3所示,转子1的铆钉孔106设置在相邻磁极的之间,铆钉孔106到V字型磁体槽108最小距离为 $L2$,满足: $0.3 \leq L2/hm \leq 2$ 。具体实施例中, $L2=1.5mm$, $hm=2.3mm$,则 $L2/hm=0.65$,使得相邻磁极间的q轴磁路宽度小,在最大限度保证转子1强度的情况下,减小q轴电感,使得电机能够高转速运行,且降低噪音。

[0095] 对比图3所示实施例提供的转子1构成的电机性能参数与相关技术中的电机的性能参数;现有例为如图1所示,采用的“一”字型转子结构,单个磁极下永磁体的数量为1块,单个磁极永磁体的最大用量由转子外圆及单个磁极极距角限定的范围决定,单个磁极极距角由电机的极数决定,转子外圆尺寸和电机极数确定后,转子外轮廓线的直径 $D1=60mm$,电机极数 $p=4$,永磁体磁化方向的厚度 hm 需要满足抗退磁要求,设置 $hm=2.3mm$,则单个磁极下永磁体的最大用量也确定,永磁体宽度为19.1mm,在高转速11000转/分时磁铁涡流损耗为47.3W,铜损耗192.2W。相比本发明转子1结构,本发明的单个磁极下永磁体110的宽度为22mm,在高转速11000转/分时磁铁涡流损耗为9.5W,铜损耗158.1W,磁铁用量提升15.2%,铜损耗减小34.1W,磁铁涡流损耗降低37.8W,电机效率相对值(即两者效率相减)提升1.5%,最大限度的提升了永磁体110的用量,提升了磁负荷,电机功率密度得到提升。

[0096] 对比图3所示实施例提供的转子1构成的电机性能参数与相关技术中的电机的性能参数;现有例为如图2所示的转子结构,单个磁极下的永磁体为“V”字型设置,转子铁芯外轮廓线的直径为整圆设置,气隙为均匀设计,d轴与q轴对应的气隙一样,导致q轴处极间漏磁大,反电势谐波含量高,空载铁损高,q轴磁路磁阻小,q轴电感性大。气隙均匀设计,气隙磁密谐波含量高,电机的铁损和杂散损耗大;铆钉孔到磁体槽的距离大。相比本发明转子1结构,本发明的q轴处的气隙大于d轴处气隙,q轴处极间漏磁小,反电势谐波含量低,q轴磁路磁阻大,q轴电感性小;气隙为非均匀设计,最大限度的降低气隙磁密谐波含量,改善噪音。本

发明仿真空载反电势谐波含量相对值(即两者谐波含量相减值)降低7.55%,空载铁损降低6.1%,仿真空载气隙磁密谐波含量相对值(即两者谐波含量相减值)降低7%,气隙磁密谐波含量越小,电机噪音越好;V字型磁体槽108与转子铁芯102的外轮廓线的直径边缘所包含的区域设置有第一通孔112,q轴磁路饱和,进一步降低q轴电感,q轴电感 L_q 降低12%;在高速11000转/分时,铁损降低27W,电机效率相对值(即两者效率相减值)提升0.6%;本发明的转子1重量降低6%。

[0097] 图6是本发明的一个实施例的图3所示转子搭配图4定子2的电机与现有例图1、图2所示转子搭配图4定子2的电机空载反电势波形对比;本发明的反电势系数相比现有例一字型提升8.5%,反电势提升幅度大,相同电流下,电机扭力提升,电机功率密度提升,实现电机小型化。本发明的反电势谐波含量相比现有例V字型降低7.55%,反电势谐波含量越低,谐波产生的铁损越小,电机效率越高。

[0098] 图5是本发明的一个实施例的第一端板3的结构示意图,第一端板3和第二端板的结构相同,均设有与转子铁芯102设置的第一通孔112相配合的第二通孔302,用于气体通流,以及与铆钉孔106相对应的连接孔304,以满足电机小型化后气体通流要求。

[0099] 根据本发明的第三个方面,提供了一种压缩机,包括上述实施例所述的电机。因此具有该电机的全部有益效果,在此不再赘述。

[0100] 根据本发明的第四个方面的实施例,提供了一种空调器,包括上述任一实施例所述的压缩机。因此具有压缩机的全部有益效果,在此不再赘述。

[0101] 根据本发明的第五个方面的实施例,提供了一种车辆,包括上述任一实施例所述的电机或上述任一实施例所述的压缩机。因此具有该电机或压缩机的全部有益效果,在此不再赘述。

[0102] 在本发明中,术语“多个”则指两个或两个以上,除非另有明确的限定。术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语均应做广义理解,例如,“连接”可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;“相连”可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0103] 在本说明书的描述中,术语“一个实施例”、“一些实施例”、“具体实施例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0104] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。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。

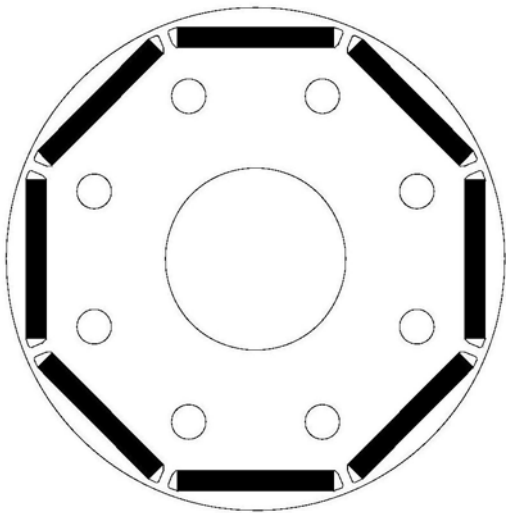


图1

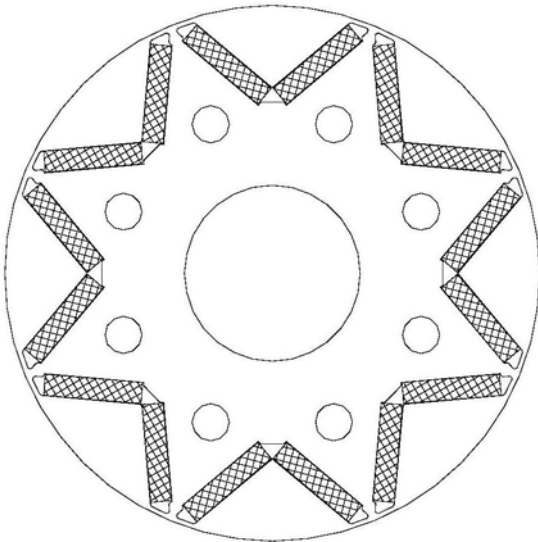


图2

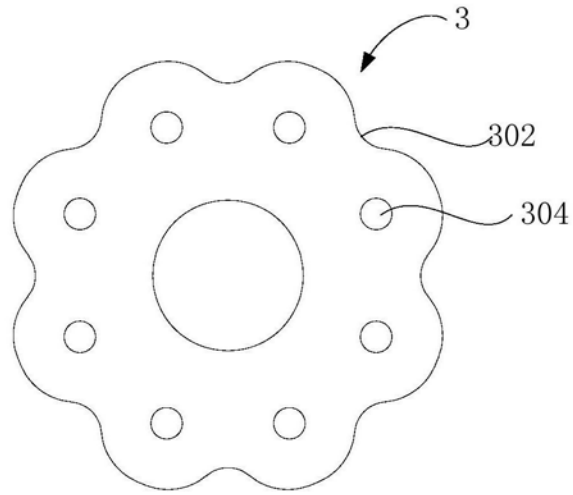


图5

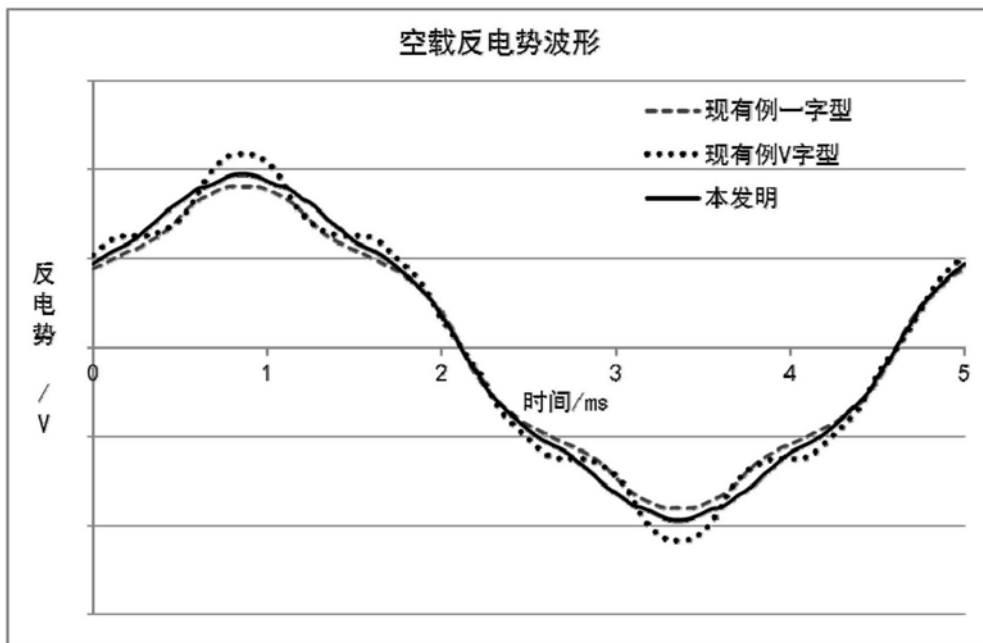


图6