(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206481197 U
(45)授权公告日 2017.09.08

(21)申请号 201720086302.4

(22)申请日 2017.01.23

(73)专利权人 徐州中矿大传动与自动化有限公司

地址 221116 江苏省徐州市高新区第二工业园珠江路7号

(72)发明人 谭国俊 方磊 李浩 关月琴 殷实

(74)专利代理机构 南京众联专利代理有限公司 32206

代理人 杜静静

(51)Int.Cl.

H02K 21/14(2006.01)
H02K 21/02(2006.01)
H02K 1/27(2006.01)
H02K 1/16(2006.01)
H02K 9/06(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

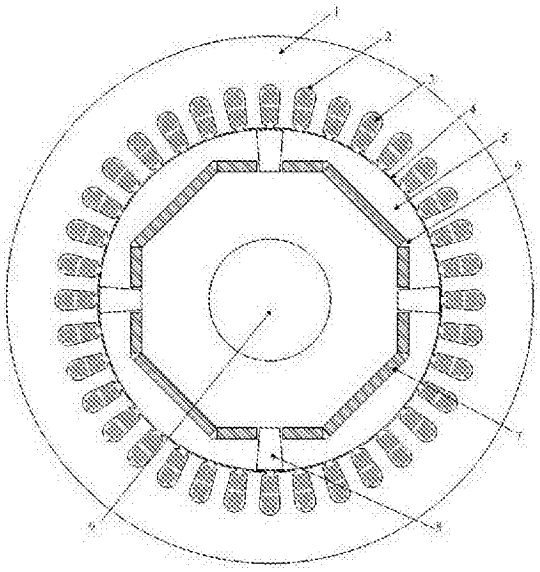
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)实用新型名称

反凸极永磁磁阻电机

(57)摘要

本实用新型涉及一种反凸极永磁磁阻电机，其特征在于，所述反凸极永磁磁阻电机包括由内向外依次包括转轴、转子铁芯、铁氧体永磁体、定子绕组、定子铁芯以及外壳底座，所述转子铁芯以冲片叠压的形式穿过转轴，转子铁芯中均匀分布着永磁体安装槽，所述铁氧体永磁体粘在永磁体安装槽中形成偶数个磁极，定子绕组为绝缘漆包线制成并均匀嵌入定子线槽中，所述定子铁芯固定于电机外壳上。反凸极永磁磁阻电机结合了永磁同步电机高效率和高功率密度特性，同时仅需铁氧体永磁材料产生的相对微弱的永磁磁场。交轴上设计的风洞形成了特有的反凸极特性，大幅提高了电机的抗退磁特性，同时保证了电机具有较高的效率，并且不减弱其机械强度。



CN 206481197 U

1.一种反凸极永磁磁阻电机，其特征在于，所述反凸极永磁磁阻电机包括由内向外依次包括转轴、转子铁芯、铁氧体永磁体、定子绕组、定子铁芯以及外壳底座，所述转子铁芯以冲片叠压的形式穿过转轴，转子铁芯中均匀分布着永磁体安装槽，所述铁氧体永磁体粘在永磁体安装槽中形成偶数个磁极，定子绕组为绝缘漆包线制成并均匀嵌入定子线槽中，所述定子铁芯固定于电机外壳上。

2.根据权利要求1所述的反凸极永磁磁阻电机，其特征在于，所述定子铁芯和转子铁芯之间设置有气隙。

3.根据权利要求2所述的反凸极永磁磁阻电机，其特征在于，其中永磁体安装槽中的偶数个磁极，每极永磁体成下不封口的等腰梯形排列，且每极之间有等腰梯形的风洞即空气磁障。

4.根据权利要求3所述的反凸极永磁磁阻电机，其特征在于，所述等腰梯形的风洞对称分布在转子旋转坐标系的交轴轴线上，等腰梯形靠近转轴的一侧是上底，靠近定子的一侧是下底，且下底与气隙不联通。

5.根据权利要求4所述的反凸极永磁磁阻电机，其特征在于，所述空气磁障的高度大于永磁体安装槽的宽度，且空气磁障8的上底不超出永磁体安装槽。

6.根据权利要求4或5所述的反凸极永磁磁阻电机，其特征在于，所述空气磁障的两斜边与永磁体安装槽设置有肋条。

7.根据权利要求1所述的反凸极永磁磁阻电机，其特征在于，所述转子铁芯为硅钢冲片叠压而成或者浇注成形。

8.根据权利要求1所述的反凸极永磁磁阻电机，其特征在于，所述定子铁芯上均匀分布多个定子线槽，每个定子槽中均设有定子绕组3，定子绕组为漆包线绕制而成。

反凸极永磁磁阻电机

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种电机，具体涉及一种反凸极永磁磁阻电机，属于电机与电器领域。

背景技术

[0002] 永磁同步电机具有结构简单、效率和功率密度高等优点，是因为永磁同步电机磁链来源为永磁体，电机尺寸可以进一步缩小，提高了功率密度。同时电机运行于同步状态，功率因数和效率会进一步提升，因此在电力驱动和风力发电及电动汽车领域得到广泛应用。但是，由于常规的永磁同步电机需要依赖稀土永磁材料，其价格成本太高，而且原材料不具有可再生性。如果直接采用铁氧体永磁材料的会大幅降低现有常规永磁同步电机的性能。而现有永磁磁阻电机虽然摆脱了对稀土材料的依赖，但是其在结构上容易出现失磁，尤其是在电机重载时，失磁情况更加严重。此外，现有的永磁磁阻电机效率较低。本领域的技术人员一直尝试新的方案，但是该问题一直没有得到妥善解决。

实用新型内容

[0003] 本实用新型正是针对现有技术中存在的技术问题，提供一种反凸极永磁磁阻电机，该技术方案结构简单、效率高、避免高温高压退磁、具有反凸极效应，反凸极永磁磁阻电机结合了永磁同步电机高效率和高功率密度特性，同时仅需铁氧体永磁材料产生的相对微弱的永磁磁场。交轴上设计的风洞形成了特有的反凸极特性，大幅提高了电机的抗退磁特性，同时保证了电机具有较高的效率，并且不减弱其机械强度。

[0004] 为了实现上述目的，本实用新型的技术方案如下，一种反凸极永磁磁阻电机，其特征在于，所述反凸极永磁磁阻电机包括由内向外依次包括转轴、转子铁芯、铁氧体永磁体、定子绕组3、定子铁芯1以及外壳底座，所述转子铁芯以冲片叠压的形式穿过转轴，转子铁芯中均匀分布着永磁体安装槽，所述铁氧体永磁体用树脂等粘在永磁体安装槽中形成偶数个磁极，定子绕组为绝缘漆包线制成并均匀嵌入定子线槽中，所述定子叠片固定于电机外壳上，电机外壳含有底座、接线端等，以便电机进行安装固定。

[0005] 作为本实用新型的一种改进，所述定子叠片和转子铁芯之间设置有气隙。

[0006] 作为本实用新型的一种改进，其中永磁体安装槽中的偶数个磁极，每极永磁体成下不封口的等腰梯形排列，且每极之间有等腰梯形的风洞即空气磁障，空气磁障的存在不但可以提高电机凸极率，同时可以有效进行内部通风，降低永磁体温度。

[0007] 作为本实用新型的一种改进，所述等腰梯形的风洞对称分布在转子旋转坐标系的交轴轴线上，等腰梯形靠近转轴的一侧是上底，靠近定子的一侧是下底，且下底与气隙不联通。此种设计在保证了通风的基础上也保证了转子的结构刚度。

[0008] 作为本实用新型的一种改进，所述空气磁障的高度大于永磁体安装槽的宽度，且空气磁障的上底不超出永磁体安装槽，以避免造成磁场畸变，影响电机效率。

[0009] 作为本实用新型的一种改进，所述空气磁障的两斜边与永磁体安装槽设置有肋

条，肋条的存在可有效提高转子结构刚度同时避免了永磁体的滑动。

[0010] 作为本实用新型的一种改进，所述转子铁芯为硅钢冲片叠压而成或者浇注成形。

[0011] 作为本实用新型的一种改进，所述定子铁芯上均匀分布多个定子线槽，定子槽的数量一般为3的倍数；每个定子槽中均设有定子绕组，定子绕组为漆包线绕制而成。

[0012] 相对于现有技术，本实用新型具有如下优点，1)该技术方案整体设计巧妙、结构紧凑；2)该技术方案对稀土材料没有依赖性，但是依然保留了永磁同步电机的优越性能；与现有的永磁磁阻电机相比，q轴深槽型空气磁障增大了电机的凸极率，提高了电机带载性能，同时减弱了定子励磁电流的退磁效应，尤其在电机重载运行时效果更明显，此外，深槽的存在配合电机端部的散热风扇可以进一步降低转子内部温度，降低了高温退磁的可能性。所提出的永磁体位置分布以及和风洞的结构配合可以提高电机全速域的效率；3)该技术方案成本较低，便于大规模的推广应用。

附图说明

[0013] 图1是本实用新型的反凸极永磁磁阻电机结构图；

[0014] 图2是本实用新型的反凸极永磁磁阻电机的转子结构图；

[0015] 图3是本实用新型的反凸极永磁磁阻电机的功角特性曲线；

[0016] 图4是本实用新型的反凸极永磁磁阻电机的永磁体温度时间曲线；

[0017] 图5是本实用新型的反凸极永磁磁阻电机的功率分布图谱；

[0018] 图中：1-定子铁芯；2-定子线槽；3-定子绕组；4-定转子间空气隙；5-转子铁芯；6-永磁体安装槽；7-铁氧体永磁体；8-空气磁障；9-转轴；10-肋条。

[0019] 具体实施方式：

[0020] 为了加深对本实用新型的理解，下面结合附图对本实施例做详细的说明。

[0021] 实施例1：参见图1，一种反凸极永磁磁阻电机，所述反凸极永磁磁阻电机包括由内向外依次包括转轴9、转子铁芯5、铁氧体永磁体7、定子绕组3、定子铁芯1以及外壳底座，所述转子铁芯以冲片叠压的形式穿过转轴，转子铁芯中均匀分布着永磁体安装槽6，永磁体安装槽6的数量为偶数组，并且安装槽设置为梯形，下部不封底的，根据不同的需要，此安装槽可为2、4、6或8个；永磁体槽关于图中所示的直轴线d对称，以铁氧体为材料的永磁体7安装在永磁体槽中，二者之间以树脂等非导磁材料粘接，所述铁氧体永磁体用树脂等粘在永磁体安装槽中形成偶数个磁极，定子绕组为绝缘漆包线制成并均匀嵌入定子线槽中，所述定子铁芯固定于电机外壳上，所述定子铁芯和转子铁芯之间设置有气隙4；其中永磁体安装槽6中的偶数个磁极，每极永磁体成下不封口的等腰梯形排列，且每极之间有等腰梯形的风洞即空气磁障8。

[0022] 实施例2：参见图1，作为本实用新型的一种改进，所述等腰梯形的风洞8对称分布在转子旋转坐标系的交轴轴线q上，等腰梯形靠近转轴的一侧是上底，靠近定子的一侧是下底，且下底与气隙不联通。此种设计在保证了通风的基础上也保证了转子的结构刚度。其余结构和优点与实施例1完全相同。

[0023] 实施例3：参见图1，作为本实用新型的一种改进，所述空气磁障8的高度大于永磁体安装槽6的宽度，且空气磁障8的上底不超出永磁体安装槽；所述空气磁障8的两斜边与永磁体安装槽设置有肋条10。其余结构和优点与实施例1完全相同。

[0024] 实施例4：参见图1，作为本实用新型的一种改进，所述转子铁芯为硅钢冲片叠压而成或者浇注成形，所述定子铁芯上均匀分布多个定子线槽2，定子槽的数量一般为3的倍数；每个定子槽中均设有定子绕组3，定子绕组为漆包线绕制而成。其余结构和优点与实施例1完全相同。

[0025] 工作原理：参见图1-图5，所述反凸极永磁磁阻电机如图1所示，由于存在空气磁障8，所以交轴磁阻大于直轴磁阻，即$R_q>R_d$，则交轴电感小于直轴电感，即$L_q<L_d$，所以电机凸极率$\rho=L_q/L_d<1$表现为反凸极电机；同时电机采用铁氧体材料，相比于稀土材料，其磁场强度减弱60%；综合而言，所述电机为永磁磁阻电机。

[0026] 所述电机的电磁转矩T可以拆分为永磁转矩分量Tm以及磁阻转矩分量Ta，其关系方程为：

[0027] $$\begin{cases} T = T_m + T_a \\ T_m = T_A \sin\theta \\ T_a = C_T\left(\frac{1}{x_q}-\frac{1}{x_d}\right)\sin(2\theta) \end{cases}$$

[0028] 上式中，θ表示电机功角；T_A为电机转矩分量的幅值；C_T是与电机结构特性相关的转矩系数；x_q和x_d分别为交轴和直轴电抗，与电机结构相关；所述反凸极永磁磁阻电机固有属性为$x_q<x_d$。

[0029] 如图2所示，常规的凸极永磁磁阻电机为直轴磁阻大于交轴磁阻，电机表现为正凸极特性；因此当电机功角小于90°时磁阻转矩为负，当功角大于90°时直轴较大的电流会产生退磁电枢反应磁场，而此时电机存在最大输出转矩，所以过载时电机电磁稳定性较低。

[0030] 所述反凸极永磁磁阻电机因在交轴q的位置设置了梯形空气磁障8，所以交轴磁阻大于直轴磁阻，所以交轴电抗小于直轴电抗。相应的，所述反凸极永磁磁阻电机最大电磁转矩对应的电机功角位置小于90°，如图3所示。而功角小于90°时电机的磁阻转矩为正值，且同时直轴的电枢反应磁场方向与永磁体磁场同向，不会导致电机过载出现去磁问题，稳定性更高。

[0031] 所述风洞在电机运转过程中更加利于内部散热，尤其是自带转子散热风扇的大功率电机；此外此风洞的存在提高了转子交轴q上的磁阻，电机运行时出现磁路饱和的可能性更小，降低了转子的涡流损耗。此两方面因素大幅降低了永磁体7的核心温度，其温度特性如图4所示。

[0032] 本实用新型中的永磁体槽形状使得槽中永磁体7在运行过程中产生的气隙磁密波形正弦度更高且基波占比更大，此特性可提高电机全速域的效率，其效率图谱如图5所示。

[0033] 本实用新型还可以将实施例2、3、4所述技术特征中的至少一个与实施例1组合形成新的实施方式。

[0034] 需要说明的是上述实施例，并非用来限定本实用新型的保护范围，在上述技术方案的基础上所作出的等同变换或替代均落入本实用新型权利要求所保护的范围。

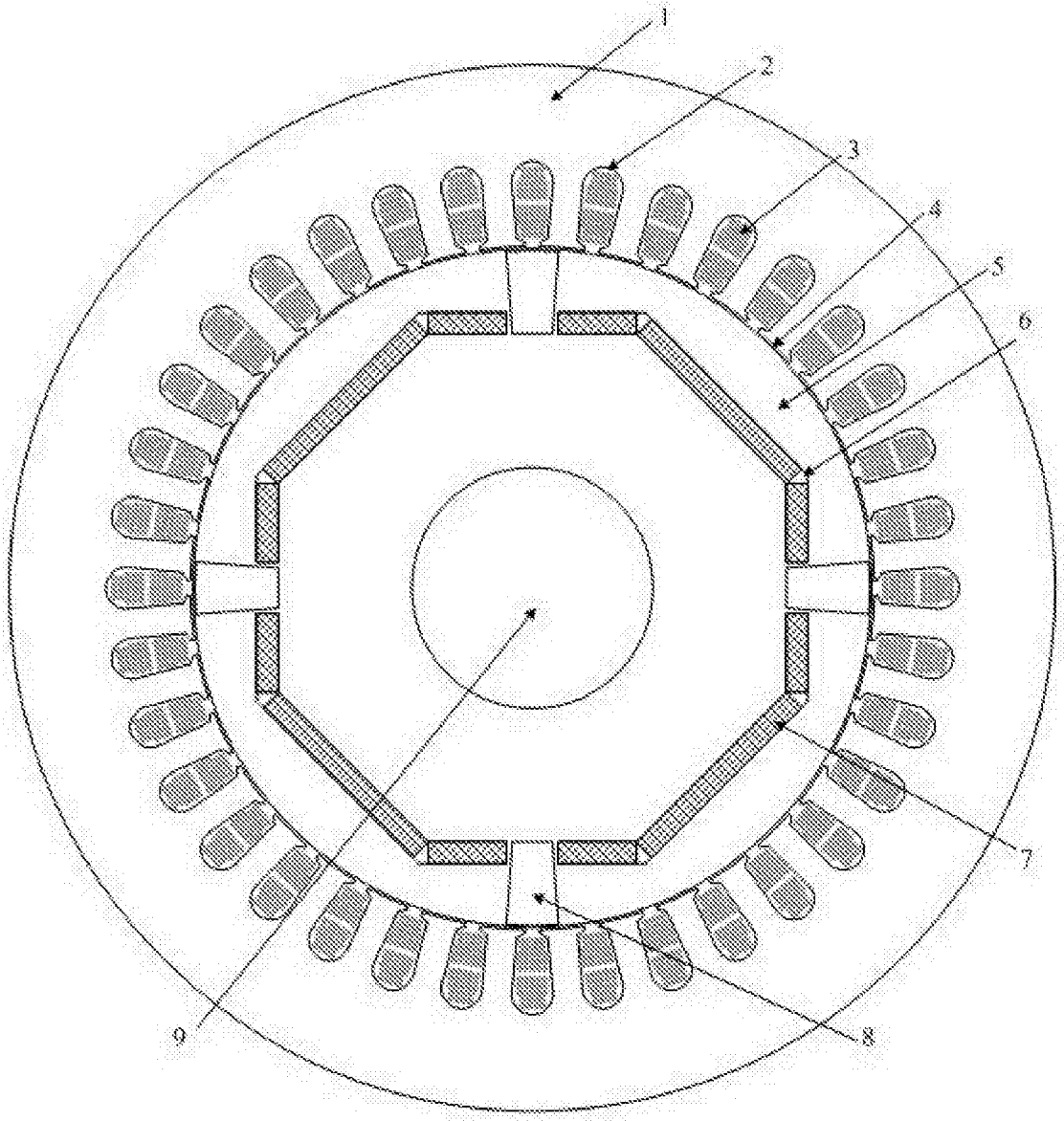


图1

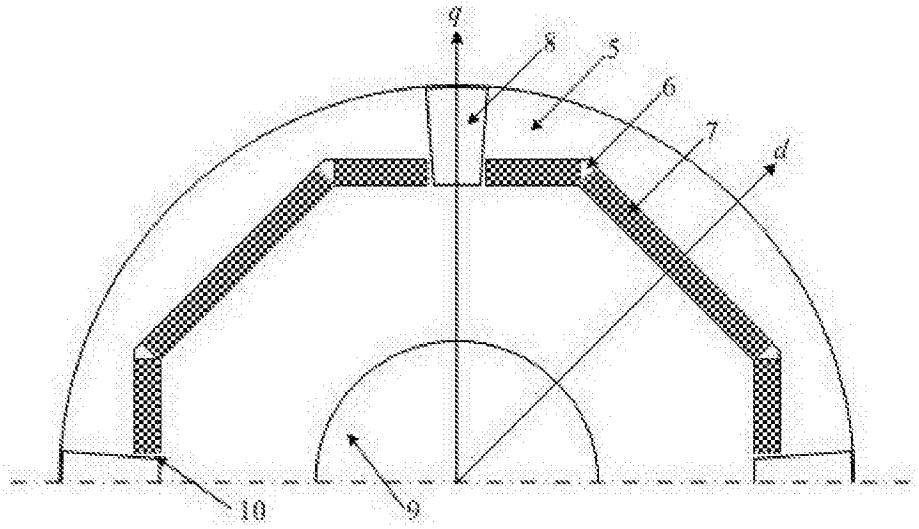

q
8
5
6
7
d
10
9

图2

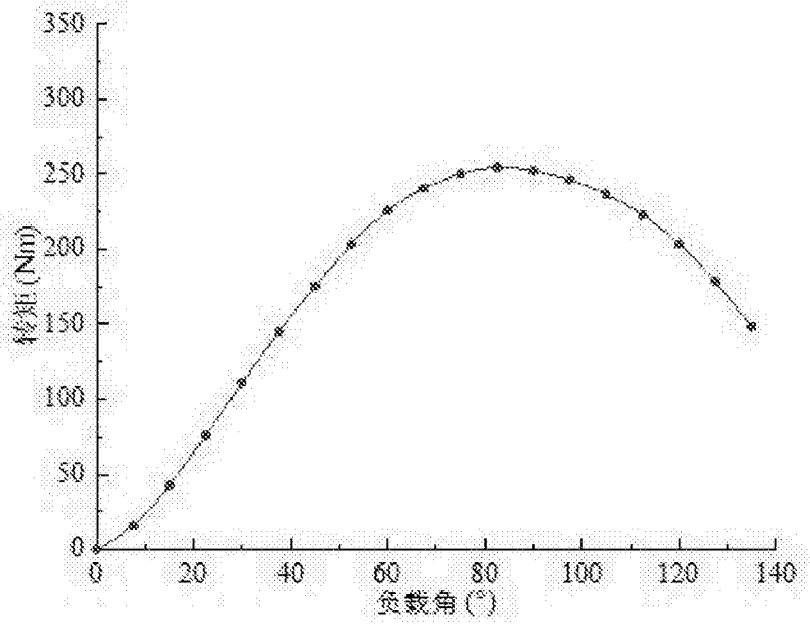

350
300
250
200
150
100
50
0
转矩(Nm)
0
20
40
60
80
100
120
140
负载角(°)

图3

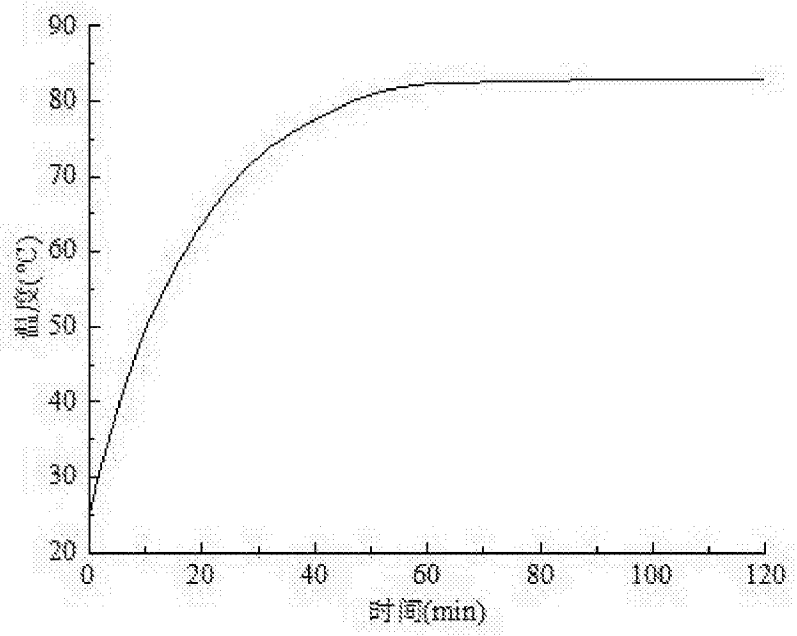

90
80
70
60
50
40
30
20
温度(°C)
0
20
40
60
80
100
120
时间(min)

图4

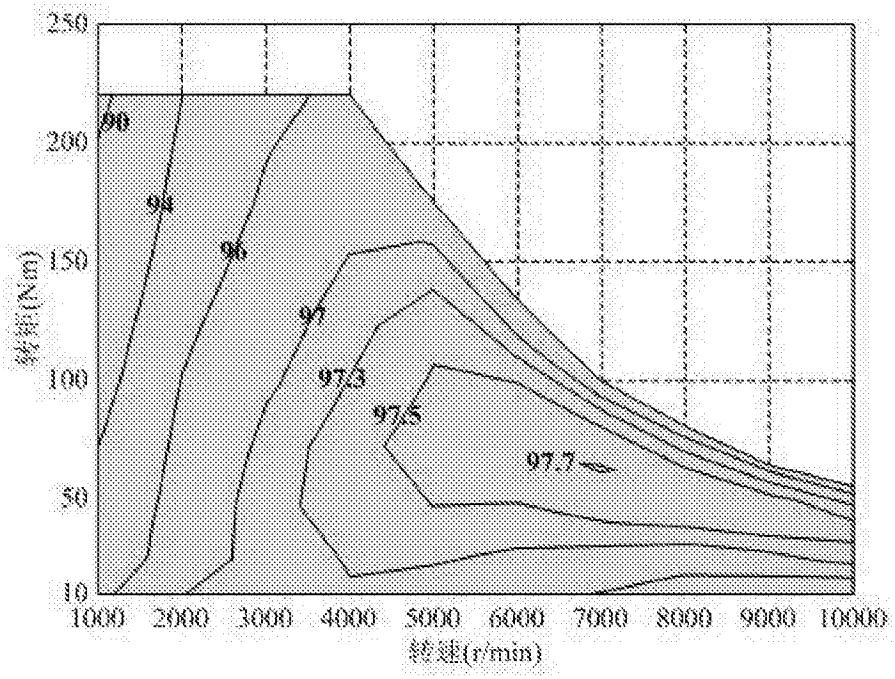

250
200
150
100
50
10
转矩(N.m)
90
94
96
97
97.3
97.5
97.7
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
转速(r/min)

图5