

48 V 被动油冷感应电机冷却性能研究

胡 勇¹, 康子俊², 刘和平³, 徐 强¹, 权 亮¹, 何志诚¹

(1. 绵阳新华内燃机股份有限公司, 四川 绵阳 621000;

2. 重庆大学 重庆自主品牌汽车协同创新中心, 重庆 400044;

3. 重庆大学 电气工程学院, 重庆 401331)

摘 要: 以 48 V 扁线绕组感应电机为研究对象, 采用 COMSOL 软件温度场仿真计算方法, 研究感应电机的转子旋转搅动冷却油的被动冷却方式对感应电机温度场分布的影响和热均衡效果。将三维电磁场分析的难度降维为电机轴向中部平面进行二维电磁场分析, 以简化计算并得到其磁通密度分布图, 由此计算出电机各部分的损耗值。建立该电机简化的三维全域仿真模型, 并对其进行了大电流工况下瞬态热分析, 仿真结果表明: 被动油冷电机中气隙、转子、绕组的温升得到了明显减少。在两台相同性能参数的电机上进行空气冷却和被动油冷方式冷却温升试验, 试验结果表明: 与风冷系统相比, 被动油冷系统能显著改善电机的转子、扁线绕组的温升, 电机输出功率得到明显提升, 是一种较为经济且可靠的散热系统。

关键词: 感应电机; 被动油冷; 瞬态热分析; 温度场

中图分类号: TM346 文献标志码: A 文章编号: 1673-6540(2023)05-0053-08

doi: 10.12177/emca.2023.043

Research on the Cooling Performance of 48 V Passive Oil-Cooling Induction Motor

HU Yong¹, KANG Zijun², LIU Heping³, XU Qiang¹, QUAN Liang¹, HE Zhicheng¹

(1. Mianyang Xinhua IC. Engine Co., Ltd., Mianyang 621000, China;

2. Chongqing Automotive Collaborative Innovation Center, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

3. School of Electrical Engineering, Chongqing University, Chongqing 401331, China)

Abstract: The 48 V flat wire winding induction motor is taken as the research object, the influence of oil-passive cooling of the rotor of induction motor on the distribution of temperature field and the thermal equalization effect is studied by using COMSOL software. Three-dimensional electromagnetic field analysis is transformed into two-dimensional analysis on the axial middle plane of the motor to simplify calculation and obtain flux density distribution, the loss value of each part of the motor is calculated. A simplified three-dimensional global simulation model of the motor is established, and the transient thermal analysis of the motor is carried out under the large current condition. The simulation results show that the temperature rising of the air gap, rotor, winding in the passive oil-cooling motor is obviously reduced. Through the temperature rising experiment of air cooling and the passive oil-cooling in the two motors with the same parameters. The experiment results show that, compared with air cooling system, passive oil-cooling system can significantly improve the effect of temperature rising of the rotor and winding in the motor, and raise the output power of the motor, which is an economic and reliable cooling system.

Key words: induction motor; passive oil-cooling; transient thermal analysis; temperature field

收稿日期: 2022-11-14; 收到修改稿日期: 2023-02-21

作者简介: 胡 勇(1975—),男,硕士,高级工程师,研究方向为汽车电子控制、电动汽车电机驱动系统。

刘和平(1958—),男,博士,教授,研究方向为电机拖动、电动汽车电机驱动、整车动力匹配。

0 引言

新能源汽车电机要求体积小、质量轻,同时功率密度要高,这就对电机的散热提出新要求。电机的温升直接影响着电机的各项性能指标,如转矩、效率等,同时对电机的可靠性和使用寿命有重大影响。电机的温度场与电机的电磁场和流体场分布息息相关,因此对电机进行磁热耦合分析并指导设计合理的冷却系统对电机进行有效散热具有十分重大的研究意义。

用于求解电机温度场的计算方法主要有三种^[1]:简化公式法、等效热网络法以及有限元法。

本文使用有限元分析法求解温度场,根据所研究的物理场可以分为流体场-温度场耦合仿真和电磁场-温度场耦合仿真,根据多物理场耦合方向又可以分为单向耦合仿真和双向耦合仿真^[2]。运用目前主流的研究方法,通过电磁场求出电机各部件的功率损耗,再将计算结果以热源的形式施加到电机各个部位。同时,研究电机所处环境中的流体状态来设置电机各部件表面的传热系数或者模拟出流体在电机中的实际情况,从而得出电机温度场的仿真结果并与试验测试结果比较。

1 电机油冷系统

电机散热方法分为强制风冷、水冷、油冷以及水冷油冷相结合的方法^[3]。本文采用油冷方法对电机进行冷却散热。

电机的油冷系统分为主动油冷和被动油冷系统,主动油冷系统如图 1 所示,需要在电机外壳或者电机轴中布置合理的油道结构,并且需要在外部配置油泵、冷却管路以及散热器。因此会增加电机的设计制造难度,电机中油道的布置方式也会使电机强度和刚度受到一定影响。

被动油冷系统如图 2 所示,直接将冷却油加入电机内部,通过转子的旋转搅动将冷却油带入到电机内部的各个部位,从而使电机内部的热量更容易散发出来。

被动油冷系统不需要额外的油泵及冷却管路,减少了电机的功率损失,同时减少了整个系统的额外负载。众所周知,电机的热量聚集位置出现在转子铁心和定子绕组部分,主动油冷系统无

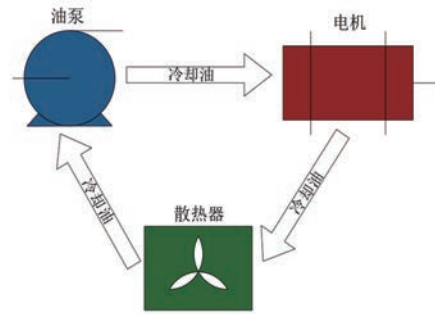


图 1 主动油冷系统

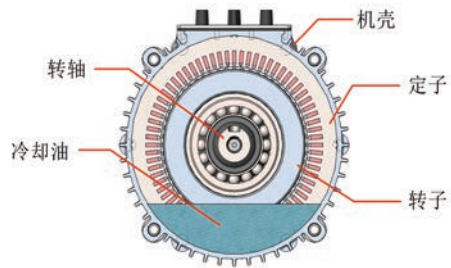


图 2 被动油冷系统

法直接带走这两部分的热量,而被动油冷系统中,冷却油直接与这两部分接触,能够较好地对转子铁心和定子绕组进行冷却降温。

使用被动油冷的方式对电机进行冷却,冷却油的选择是重中之重。对冷却油的选择有以下要求^[4]:

- (1) 冷却油的比热容和导热系数要大。
- (2) 转子搅油损耗与冷却油的黏度系数成正比,所以冷却油的黏度系数要较小。
- (3) 冷却油需要进入电机内部,与电机内部各部件直接接触,因此要求冷却油有较高的介电常数、燃点高、爆点高,且无毒性及腐蚀性。

考虑到被动油冷方式对电机冷却油的特殊要求,本电机样机所使用的冷却油经过特殊工艺调配而成,型号为 EC01008,其物理参数如表 1 所示。冷却油的黏性越大,传热效果越好,但是带来的损失也会越大。

2 电磁场有限元分析

本文使用 COMSOL 软件对电机的电磁场进行有限元分析,可以分析出电机中的磁路饱和情况、线圈的集肤效应以及电磁感应产生的涡流对磁场分布的影响。

表 1 冷却油物理参数

参数名称	指标	试验方法
运动黏度/($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	107.7	GB/T 265—1988
黏度指数	128	GB/T 1995—1998
闪点/ $^{\circ}\text{C}$	253	GB/T 3536—2008
倾点/ $^{\circ}\text{C}$	-40	GB/T 3535—2006
水分/%	0	GB/T 260—2016
密度/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	0.840	GB/T 1884—2000

2.1 二维电磁场数学模型

在二维电磁场的仿真分析中,需要对模型做如下假设^[5]:

- (1) 忽略电机外壳、端盖对电磁场的影响。
- (2) 不考虑定子、转子内外边界以及端部的漏磁。
- (3) 忽略变频电源的高次谐波对电机磁场的作用。

根据以上假设条件,基于麦克斯韦方程组,求解电机内部二维电磁场的问题可以转化为一个边值问题,使用 COMSOL 软件求解该边值问题即可得到电机内部磁场的分布情况。

2.2 电机的基本参数

以一台 4.5 kW 六级三相感应电机为例,建立了电机中部平面上的二维电磁场模型,样机参数如表 2 所示。

表 2 感应电机样机参数

电机参数	参数值
额定功率/kW	4.5
峰值功率/kW	9
额定转矩/($\text{N} \cdot \text{m}$)	16
额定转速/($\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$)	2 610
极数	6
定子外径/mm	145.0
定子内径/mm	103.0
气隙/mm	0.5
转子外径/mm	102.0

2.3 电机电磁场仿真分析

电机中部截面如图 3 所示。

虽然电机气隙较小,但对磁场分布有显著影响,因此划分网格时需要细化气隙部分的网格,网格划分情况如图 4 所示。

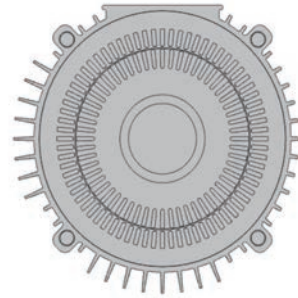


图 3 电机中部二维截面

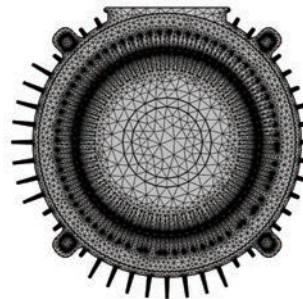


图 4 仿真模型网格划分图

输入模型各项参数,得到电机的磁通密度模图如图 5 所示。从图 5 可得知,定子和转子磁通密度整体分布均匀,主磁路磁密在 0.5~1.8 T 之间。由于电流的集肤效应和铁心中的涡流效应对磁场产生的反作用,定子齿顶端局部磁通密度大于 2 T,其他部分磁密分布比较合理。

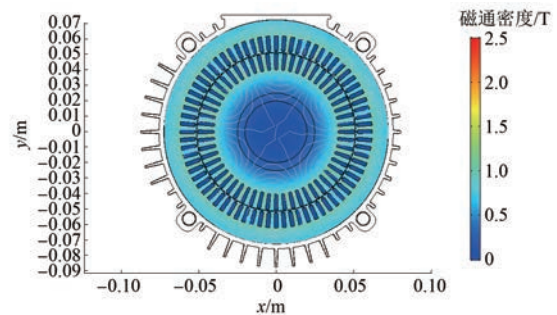


图 5 电机额定状态运行时磁通密度模图

3 损耗计算

电机运行过程中会产生各种形式的损耗,这些损耗是电机发热来源。因此,电机温度场分布仿真分析需要准确计算电机各部件的损耗值并将损耗值以热源的形式分别施加到温度场模型中相应部位。热量通过电机各个部件之间的传导和与周围环境的热交换作用,运行一段时间最终基本

达到热平衡状态。

电机损耗主要包括定子铜耗、转子铝耗、机械损耗和附加损耗等^[6],如下所示:

$$P_{\Sigma} = P_{Cu} + P_{Al} + P_{Fe} + P_{fw} + P_{\Delta} \quad (1)$$

式中: P_{Σ} 为电机总损耗; P_{Cu} 为电机定子铜耗; P_{Al} 为电机转子铝耗; P_{Fe} 为电机定子铁耗; P_{fw} 为机械损耗; P_{Δ} 为杂散损耗。

转子铁耗由于转子频率较低,损耗较小,忽略不计。

定子铜耗计算如下所示:

$$P_{Cu} = kmI^2R \quad (2)$$

式中: k 为由于集肤效应的影响,确定损耗的调整因子; m 为电机绕组相数; I 为绕组中通过的电流; R 为绕组的电阻。

导条每个单元的平均转子铝耗表达式如下所示^[7]:

$$P_{Al} = \int_V \frac{J_y^2}{\gamma} dV \quad (3)$$

式中: J_y 为铝导条单元的感应电流密度; γ 为转子导条电导率; V 为单元体积。

定子铁耗计算模型如下所示:

$$P_{Fe} = K_h f B_m^2 + K_c (f B_m)^2 + K_e (f B_m)^2 \quad (4)$$

式中: K_h 为磁滞损耗系数; f 为磁场频率; B_m 为磁通密度幅值; K_c 为涡流损耗系数; K_e 为附加损耗系数,损耗系数可通过硅钢片损耗曲线线性拟合得到。

通常情况下,6极电机定子轭部损耗占定子铁心总损耗的60%,而定子齿部损耗占铁心总损耗的40%^[8]。

机械损耗和杂散损耗一般用经验公式计算,取电机额定功率的0.5%作为电机的杂散损耗值。

基于电磁场仿真模型,设置各部分的轴向长度,在派生值中做积分运算,并且综合考虑到电场中导体的铜耗以及磁场中的磁滞效应和涡流损耗,通过在COMSOL软件仿真计算,得出电机样机各部分的损耗值如图6所示。

从图6中可以得出,电机的最大损耗项为定子铜耗,占总损耗比为54.1%,其次是转子铝耗和定子铁耗,占总损耗比分别为17.3%和17.2%,机械损耗在总损耗中占比最小,为11.4%。再将以上通过仿真软件计算出的损耗值与电机样机的设计损耗值进行比较,如表3所示。

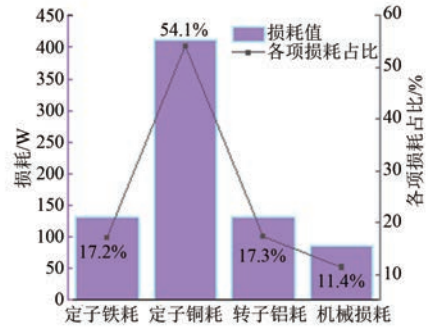


图6 电机各部分损耗值与占比图

表3 电机额定状态运行时损耗值 W

损耗项	仿真值	设计值
定子铜耗	492.150	498.651
转子铝耗	383.780	390.508
定子铁耗	108.050	112.184
定子齿部杂散损耗	10.000	10.000
转子齿部杂散损耗	10.000	10.000

4 热仿真分析

电机的定子线圈、定子铁心和转子导条是电机的主要发热体,同时这些部件与槽绝缘和气隙等共同构成了电机的导热结构,因此对电机内部温度场的分析较为复杂。

4.1 仿真模型的确定与基本假设

由于电机内部结构复杂,完全按照实际进行建模会导致模型过大,计算困难。因此,本文对电机定子绕组做出了相应简化。不考虑集肤效应的情况下,将定子绕组简化为单根导体,放置在定子槽中心部位,同时保证导体横截面积与简化之前相等。定子槽内除了线圈绕组之外,还包括导体之间的绝缘浸渍漆、导体绝缘层、槽绝缘和槽楔等,将其等效简化为一层紧贴槽壁的绝缘层^[9],具体等效模型如图7所示。

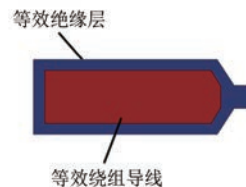


图7 电机定子绕组简化模型

对电机温度场进行建模时需做出如下假设:

- (1) 将电机转子上的斜槽等效为直槽建模。
- (2) 电机各部分接触紧密,表面光滑。
- (3) 绕组端部采用直线等效。

由于电机为轴向对称结构,进行电机的温度场分析时,取轴向一半,同时截取定子、转子各一槽的区域作为求解域。因为电机定子轭部和齿部的损耗需分别施加,所以对定子轭部和齿部分别进行建模。电机定子铁心与机壳之间存在一定的装配间隙,间隙中有空气填充,此部分对于电机内部热传导有较大影响,可以将该部分间隙等效为 0.1 mm 的空气隙。电机的简化物理模型如图 8 所示。

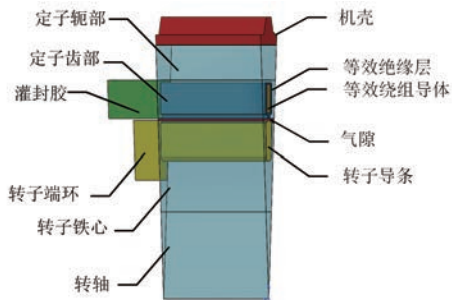


图 8 电机温度场仿真物理模型

4.2 材料参数

电机的各主要部件材料性质参数如表 4 所示,电机定转子铁心是由硅钢片叠压而成,硅钢片间填充的绝热材料会阻碍铁心轴向长度上的热传导,因此其轴向导热系数与径向导热系数不同,必须将硅钢片设置为各相异性材料。

表 4 电机主要部件的材料性质参数

部件	密度/ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	比热容/ ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	导热系数/ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)
硅钢片	7 700	460	43(x 方向)
			43(y 方向)
			1.6(z 方向)
定子绕组	8 960	385	400
转子导条、端环	2 700	900	238
转轴	7 850	475	44.5
绕组端部灌密封胶	1 400	1 700	0.5

4.3 自然风冷电机热仿真

将电机物理模型从 SolidWorks 中导入到 COMSOL 中进行热仿真分析,将从上文中计算得到的各项损耗和各表面导热系数,施加到相应区

域和表面上,得到自然风冷时电机的温度场分布图如图 9 所示。

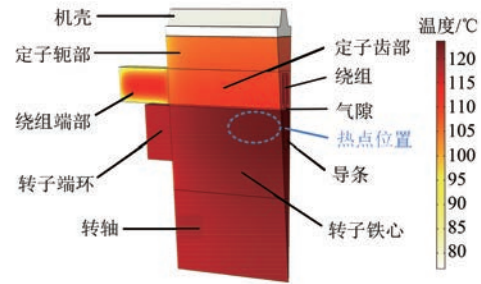


图 9 自然风冷电机温度场分布图

从图 9 仿真结果中可以看出,转子部位温度最高,最高温度出现在转子径向外表面靠近气隙处。转子铁心温度比定子铁心温度要高,这是因为转子上产生的热量只能通过转子端面和端环散热,在其径向方向上有气隙,热传导效果差,而定子在径向方向上可以通过外壳进行散热,散热效果较好,因此定子铁心温度比转子低。因为灌密封胶比热容比较大,传热效果一般,且所处位置散热效果较好,所以灌密封胶表面温度要比绝缘层温度低。电机温度最低处出现在机壳表面。

4.4 被动油冷电机热仿真

校核电机内部气流雷诺数以及导热系数,设定电机三维模型中构件表面的传热系数,在相应边界设置对称边界条件,将电磁场模型中得出的电机各部分损耗以热源的形式施加到模型的相应位置,同时加入被动油冷电机中的转子搅油损耗。然后,进行网格划分,定义求解器求解步长为 1 min,仿真时间为 15 min。最后,得到被动油冷电机的三维全域瞬态温度场如图 10 所示。

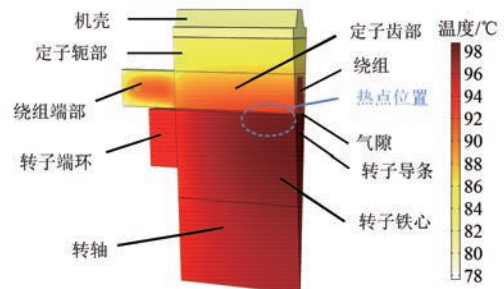


图 10 被动油冷电机温度场分布图

从图 10 中可以看出,被动油冷电机内部的部分温度均低于自然风冷电机,最高温度仍然出

现在转子径向外表面靠近气隙处,最低平均温度出现在外壳处。

4.5 自然风冷与被动油冷电机热仿真对比分析

4.5.1 电机气隙沿厚度方向温差

由图 11 可知,自然风冷电机气隙处温差较大,接近转子处的气隙温度最高为 123 °C,接近定子处的温度较低,为 111 °C,温差为 12 °C。而使用了被动油冷冷却方式的电机气隙整体温度较低,且其温差也相对较小,接近转子处的温度为 98 °C,靠近定子部分的气隙温度为 92 °C,温差为 6 °C。这是由于部分冷却油进入了定转子之间的气隙,气隙部分传热能力提高,从而使得被动油冷电机气隙部分温差较小。

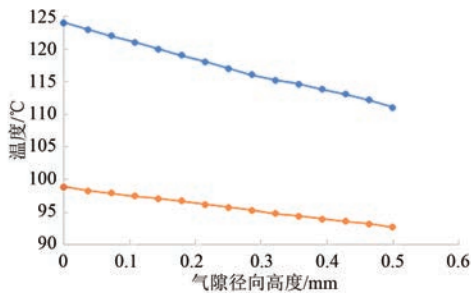


图 11 自然风冷电机和被动油冷电机气隙温度变化图

4.5.2 转子径向温度变化

由图 12 和图 13 中可以得出,自然风冷电机转子轴中心截面径向上整体温度比被动油冷电机要高。由于转子与电机轴固定在一起,热传导较好,两台电机的转子径向最低温度均出现在电机轴一侧,自然风冷电机的转子最低温度为 121.4 °C,而被动油冷电机转子最低温度则为 97.8 °C。在自然风冷电机的转子上,因为定转子间气隙的传热效果差,所以温度沿径向一直增加,最高温度出现在转子外径处,为 123.6 °C。而在被动油冷电机的转子上,最高温度出现在转子导条下端部附近,为 98.8 °C。此处转子导条损耗产生的热密最大,又因为被动油冷电机气隙散热效果较好,转子导条产生的损耗可以通过气隙传递到定子中,使得转子铁心的温度有所下降,因此转子温度变化沿径向呈先升后降的趋势。

4.5.3 转子轴向温度变化

从图 14、图 15 中可以看出,两条曲线的变化趋势大体相同,原因是电机转子材料的导热特性是一样的。而之所以在轴向 42.5 mm 处曲线曲率

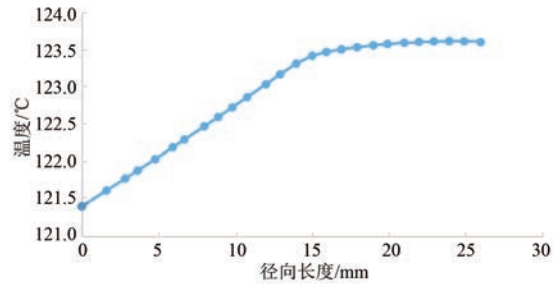


图 12 自然风冷电机转子径向温度图

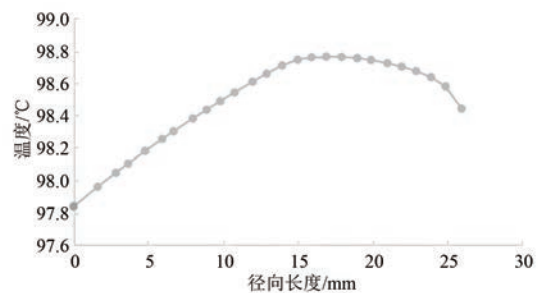


图 13 被动油冷电机转子径向温度图

会有所变化,是由于转子铁心的材料和转子端环的材料不同,两者的导热特性也不一样。被动油冷电机的转子不仅可以通过气隙散热,还可以通过转子端部的油将热量传递出去,增加了转子端部的传热系数。因此,在相同位置,被动油冷电机转子轴向温度比自然风冷电机的温度低。

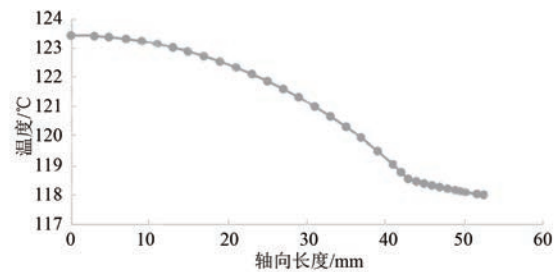


图 14 自然风冷电机转子轴向温度图

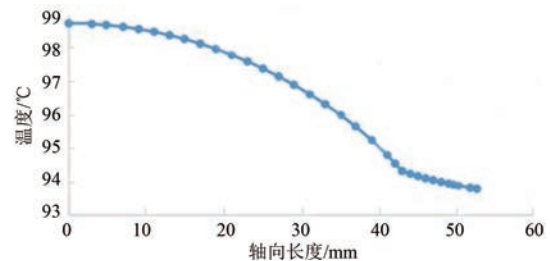


图 15 被动油冷电机转子轴向温度图

5 试验验证

5.1 试验台架搭建

本文用两台电机进行了温升对比试验,一台为自然风冷电机,另一台为使用了被动油冷冷却方式的电机。试验所用温度传感器为霍尔式温度传感器,同时使用了 Flike TiS45 测温仪对外壳温度进行了测量,温度测量点如图 16 所示。环境初始温度为 26 °C,搭建的试验台架如图 17 所示,包括电机控制器、反拖电机、电机控制台、JN-338 转矩转速测量仪等试验设备。

5.2 计算与试验数据分析

在试验台架上进行电机温升试验,控制电机在额定状态下运行 15 min,从电机控制台读取霍尔式温度传感器测得的温度,同时使用 Flike TiS45 测温仪对电机机壳表面进行测温,用霍尔式温度传感器对电机绕组端部进行温度测量。待电机冷却至室温后,再次进行相同的温升试验。针对 2 种冷却方式的电机,每台均进行了 3 次试验,将 3 次试验所得的结果进行均值化作为最终试验结果数据如图 18 所示。

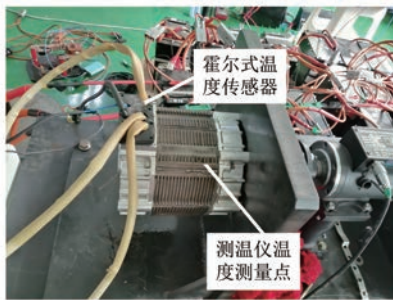


图 16 温度测量点

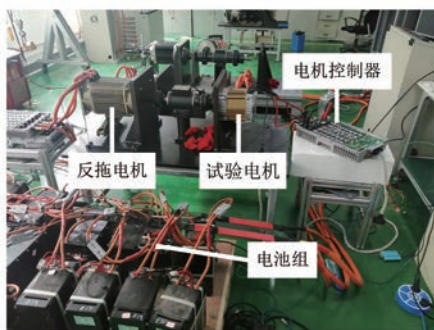


图 17 试验台架

从图 18 中可以看出,电机的温升在 12 min

以后逐渐趋于热平衡状态,此时电机的温度上升缓慢。自然风冷电机绕组处的温度要高于被动油冷电机,而外壳处的温度要低于被动油冷电机。这是因为被动油冷电机内部的传热效果较好,包括气隙和外壳与定子铁心之间的装配间隙中均会有冷却油,增加了电机的径向传热,所以电机内部的温升得到了降低,而外壳的温度则有了一定的升高。

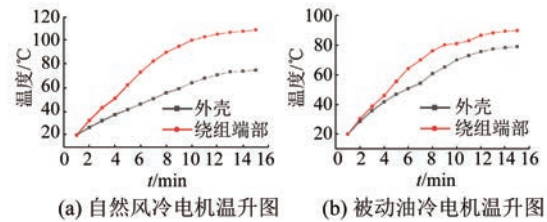


图 18 试验数据温升曲线图

将试验得到的额定工况下运行 15 min 时电机相关部位的温度与使用 COMSOL 仿真软件计算得到的瞬态温度场模型中的温升数据进行对比,数据和误差如表 5 所示。

表 5 试验数据与计算数据

电机部件	试验数据/°C	计算数据/°C	误差/%
自然风冷电机外壳	75.10	77.52	3.22
自然风冷电机绕组端部	109.30	112.08	2.54
被动油冷电机外壳	79.20	81.12	2.42
被动油冷电机绕组端部	90.10	91.57	1.63

由表 5 可知,三维瞬态温度场对应位置的仿真值和试验测量值之间的误差在合理的误差范围内,满足了工程实际需求,验证了温度场仿真模型的准确性和合理性。

6 结语

本文以 48 V 扁线绕组感应电机为研究对象,该型电机具有结构紧凑、功率密度高、温升快、散热问题突出等特点。使用有限元分析法对电机样机的电磁场分布、温度场分布情况和不同介质冷却方式的冷却性能进行了磁热耦合方面的研究。通过温升试验验证了仿真模型的正确性。对电机设计和热分析研究具有一定的指导意义。同时也验证了被动油冷系统是一个用较低成本能较好解决电机温升的有效方法。但由于感应电机的磁热

耦合分析研究,涉及领域相当广泛,包括电磁学、电机损耗分析、传热学、流体力学以及电机设计学等科学理论。今后尚有许多相关问题需要进行深入研究,主要有以下两个方面:

(1) 随着电机温度的改变,材料性质也有相关变化,因此会引起定子铁心以及转子铁心的磁化曲线变化,需要研究温度场对电机电磁场分布的影响。同时,温度场也会对流体场产生影响,需要对电机的流体场进行仿真分析,并研究温度场和流体场的双向耦合关系。

(2) 需要对被动油冷电机中的冷却油回路深入研究,对被动油冷电机内部的冷却油和空气的流体场进行仿真分析,探究冷却油和空气在电机中的循环路线,对被动油冷电机的冷却机理做进一步的研究。

【参考文献】

[1] 王宁.大型水轮发电机三维涡流-温度耦合场数值计算[D].杭州:浙江大学,2014.

[2] 邵永.三相鼠笼异步电机热磁耦合分析及效率优化设计[D].北京:北京工业大学,2010.

[3] 李翠萍.微型电动汽车用感应电机的冷却系统研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2014.

[4] 魏永田,孟大伟,温嘉斌.电机内热交换[M].北京:机械工业出版社,1998.

[5] 刘玉宝.多相大容量异步电动机磁场及性能分析[J].电气防爆,2020,222(2):1.

[6] OKORO O I, WEIDEMANN B, OJO O. Anefficient thermalmodel for induction machines[C]//Conference Record of the IEEE Industry Applications Society Annual Meeting,2004.

[7] 谢颖,黎志伟,郭金鹏.电动汽车用高功率密度感应电机的设计与研究[J].电机与控制学报,2020,24(2):46.

[8] 邵永,刘赵森.感应电机全域三维瞬态温度场分析[J].中国电机工程学报,2010,30(30):114.

[9] 谢颖,王泽,单雪婷,等.基于多场量的笼型感应电机三维瞬态磁热固耦合计算分析[J].中国电机工程学报,2016,36(11):3076.

(上接第52页)

[10] 明庆永,陈志辉,封成双.基于查表法的电励磁双凸极电机建模研究[J].电机与控制应用,2021,48(6):49.

[11] 孙强,程明.基于模糊神经网络的双凸极永磁电机非线性建模[J].控制理论与应用,2007(4):601.

【期刊简介】

《电机与控制应用》(原《中小型电机》)创刊于1959年,是经国家新闻出版总署批准注册,由上海电器科学研究所(集团)有限公司主办的具有专业权威的电工技术类科技期刊。

期刊定位于电机、控制和应用三大板块,以中小型电机为基础,拓展新型的高效节能和微特电机技术,以新能源技术和智能控制技术引领和提升传统的电机制造技术为方向,以电机系统节能为目标开拓电机相关应用,全面报道国内外的最新技术、产品研发、检测、标准及相关的行业信息。

本刊每月10日出版,国内外公开发行人,邮发代号4-199。在半个多世纪的岁月中,本刊为我国中小型电机行业的技术进步与发展做出了巨大的

贡献,在中国电机及其应用领域享有很高的声誉。

依托集团公司雄厚的技术实力和广泛的行业资源,《电机与控制应用》正朝着专业化品牌媒体的方向不断开拓创新,得到了业内人士的普遍认可,备受广大读者的推崇和信赖,多次被评为中文核心期刊、中国科技核心期刊、全国优秀科技期刊。近年还被JST日本科学技术振兴机构数据库(日)和Pж(AJ)文摘杂志(俄)等国外数据库收录。为及时刊载上述技术领域的最新研究动态,推广研发成果,推动研究与应用的紧密结合,欢迎各高校相关课题组及团队和科研技术人员等向本刊投稿,本刊不收取任何版面费或审稿费等费用!

《电机与控制应用》官网:<http://www.motor-abc.cn/djykyzy/home>.