

基于COMSOL的非公路矿车发电机双风机冷却匹配的分析与模拟

吴荻¹ 申焱华

北京科技大学机械工程学院, 北京, 100083

引言

电传动技术由于结构简单且传动效率高等优点, 在大型矿用自卸车上得到了越来越广泛的应用。随着发电机的功率不断增大, 散热问题成为车辆整体设计中的重要环节。本文采用有限元软件COMSOL Multiphysics进行数值模拟, 该软件中的共轭传热模块能较好的对流场和温度场进行耦合。通过模拟不同的入口风速条件, 得到了发电机内部的不同冷却效果。

发电机冷却的数值模拟

本文建立了非公路电传动矿用自卸车的发电机模型。无刷励磁同步发电机的结构示意图如图1。冷却风一部分从图中左侧的出口通向后桥冷却轮电机, 另一部分通过发电机内部, 从右侧的风机出风口排出。在利用有限元方法模拟发电机的温升时, 热源作为热分析模型的初始条件就是各部分功率损耗所产的热, 这里主要考虑3个热源: 定子绕组、定子铁心、转子。根据后桥轮边电机的技术要求, 其通风量不低于 $4\text{m}^3/\text{s}$ 。通风量和风机入口截面积的比值得到最低入口速度 $10\text{m}/\text{s}$ 。分别模拟发电机冷却风扇度入口速度为 $4\text{m}/\text{s}$ 、 $6\text{m}/\text{s}$ 、 $8\text{m}/\text{s}$ 、 $10\text{m}/\text{s}$ 时的冷果效果。

从图2中可以看出, 当发电机风机入口速度为 $8\text{m}/\text{s}$ 时, 最高温度为 374.3K , 低于报警温度, 发电机可以正常运行。在发电机风机入口速度为 $4\text{m}/\text{s}$ 和 $6\text{m}/\text{s}$ 时, 最高温度均高于发电机 418.15K 的报警温度。这是由于速度较低时, 通风量少, 不能达到发电机的冷却要求。当发电机风机入口速度继续增大到 $10\text{m}/\text{s}$ 时, 最高温度为 444.3K , 高于报警温度, 且在风机入口处温度集中在四种情况中最明显。这是由于风速增大之后在出口处形成了较大的负压, 转子处空气流动严重受阻, 反而降低了冷却效果。故发电机风机的入口速度在 $8\text{m}/\text{s}$ 时的冷却效果最好。

结论

本文建立了发电机在双风机作用下的冷却模型, 利用COMSOL模拟了双风机不同条件对发电机冷却效果的影响。通过模拟结果给出了冷却效果较好时的风机入口速度, 解决了非公路矿用自卸车上发电机冷却效果不佳的问题。

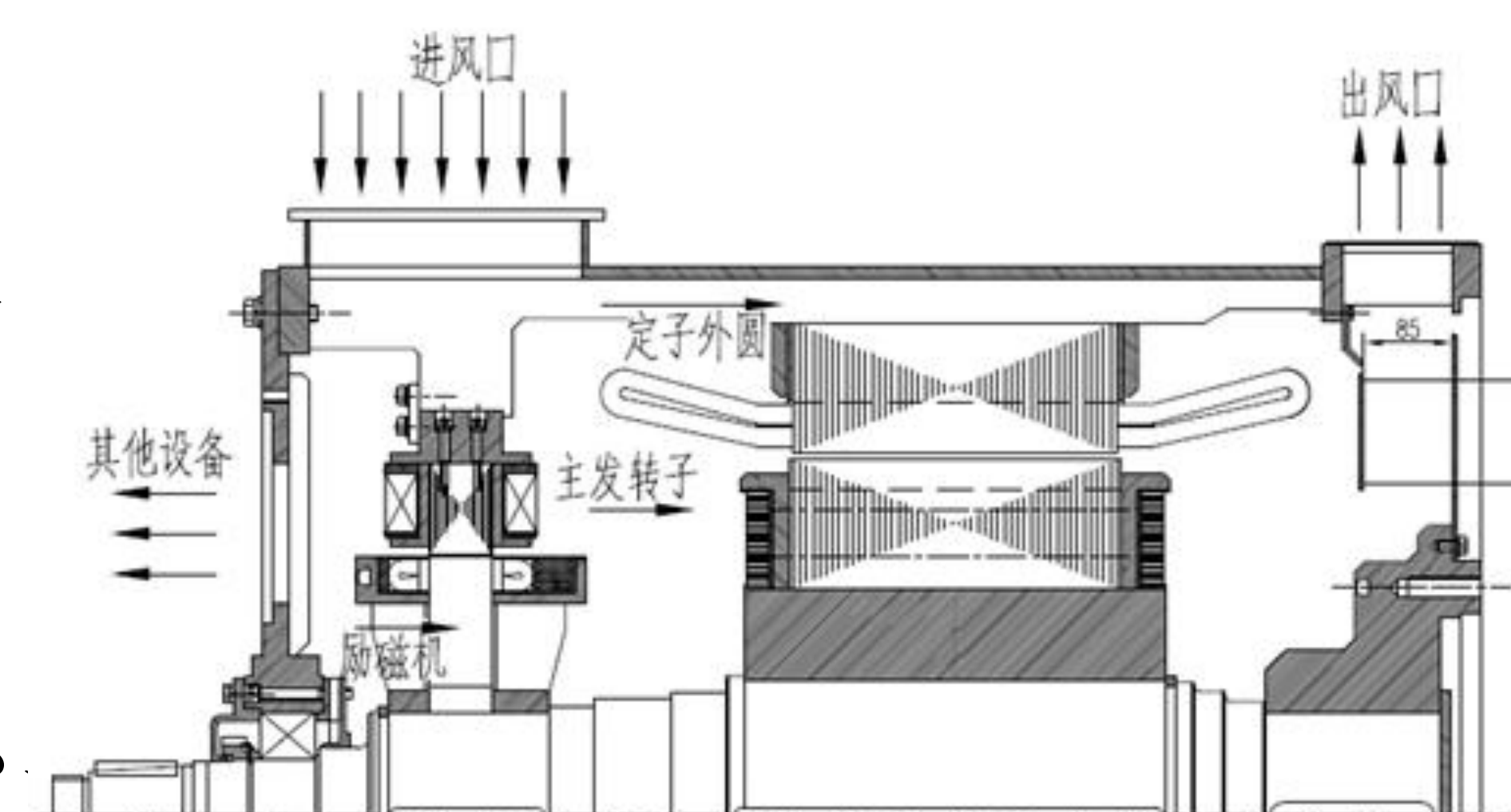


图1 电机结构及通风示意图

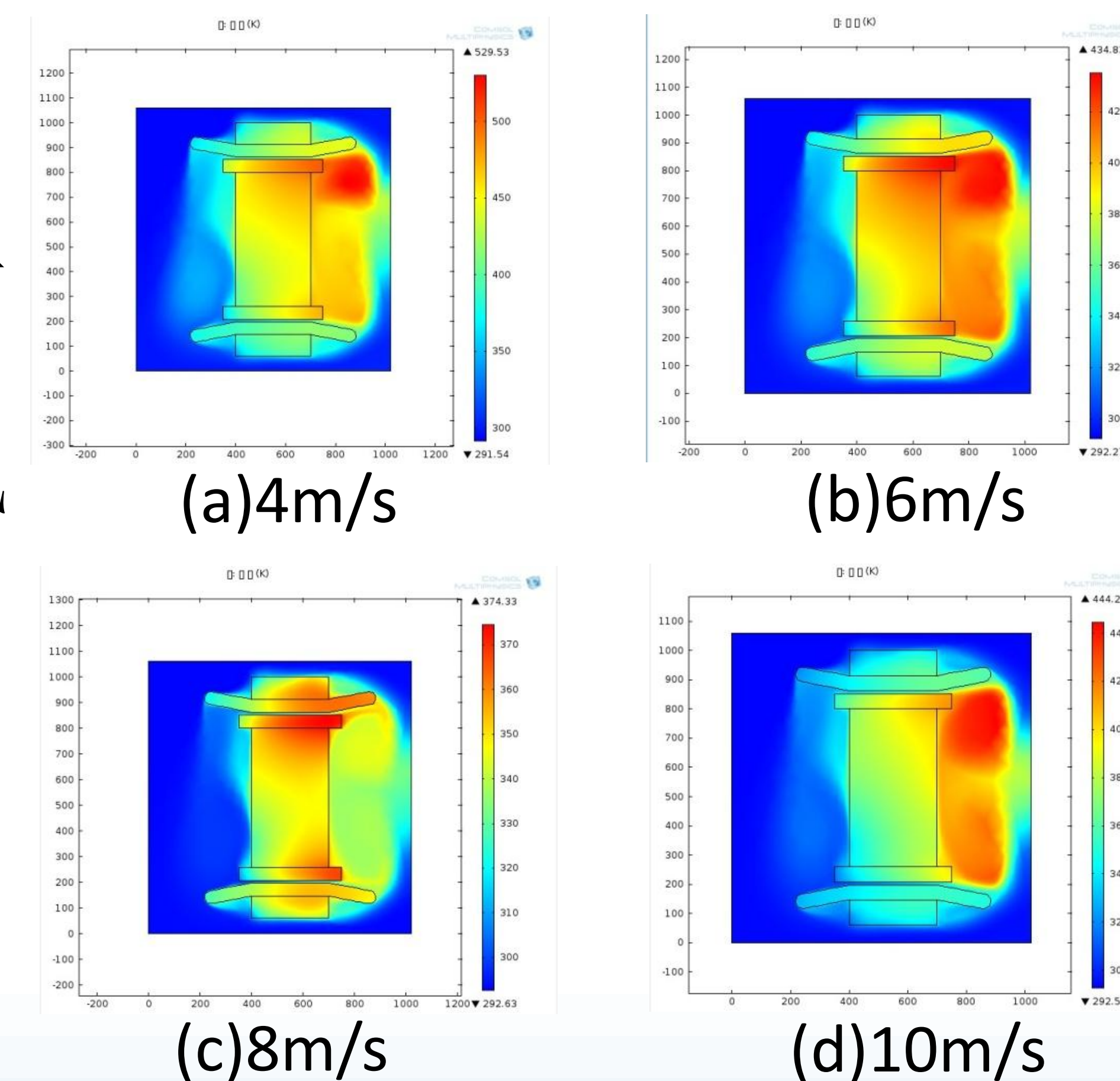


图2 发电机内部温度场

参考文献

- [1]覃新川, 文宏刚, 陆凌啸。“电机散热计算方法探讨”。2011中国电工技术学会学术年会论文集。
- [2] Krzysztof Komeza, Xose M. Lopez-Fernandez, Marcin Lefik。“Computer Modeling of 3D Transient Thermal Field Coupled with Electromagnetic Field in Three-phase Induction Motor on Load”。The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering, 2010, 29(4), 974-983.
- [3] Ying Huai, Roderick V.N. Melnik, Paul B. Thogersen。“Computational Analysis of Temperature Rise Phenomena in Electric Induction Motors”。Applied Thermal Engineering, 2003, 23, 779-795.
- [4] Chih-Chung Chang, Sy-Chi Kuo, Chen-Kang Huang, and Sih-Li Chen。“The Investigation of Motor Cooling Performance”。International Journal of Mechanical, Industrial and Aerospace Engineering, 2009,43-49.
- [5]李伟力, 靳慧勇, 丁树业, 熊斌。“大型同步发电机定子多元流场与表面散热系数数值计算与分析”。中国电机工程学报, 2005,25(23), 138-143.
- [6] J.L. Romo, M.B. Adrian, Prediction of internal temperature in three-phase induction motors with electronic speed control, Electr. Power Syst. Res, 1998, 45, 91-99.
- [7]张苓。“正交谐波无刷励磁同步发电机原理及应用”。重型机械科技, 2, 2004.
- [8]江钟衍。《异步电机质量控制北京》。机械工业出版社, 2008.