

# 单相变压器损耗与温升仿真分析

沙瑞<sup>1</sup>, 张会燕<sup>2</sup>

1. 电气工程与自动化学院, 天津工业大学, 天津, 中国

2. 电气工程与自动化学院, 天津工业大学, 天津, 中国

## 简介

单相变压器作为城区供电的重要电力设备, 其高温发热会加速绝缘老化和缩短设备使用寿命, 甚至导致一系列故障问题, 降低设备的可靠性。由于该问题涉及电-磁-热多物理场耦合, 铁心损耗温升的准确计算是研究此问题的关键, 为此本文基于硅钢片磁特性的测量数据, 考虑铁心磁特性受应力影响, 采用COMSOL Multiphysics多物理场仿真软件, 通过AC/DC模块、固体力学模块和传热模块对变压器铁心的磁场、应力、损耗和温升分布进行研究。首先进行场路耦合计算, 得到铁心磁场分布及损耗密度分布, 最后将损耗值作为温度场的热源, 进而计算铁心的温升分布。本研究可为单相变压器设计阶段的优化设计提供便利。

## 理论方法

$$\begin{cases} (\nabla \cdot \frac{1}{\mu} \nabla) \mathbf{A} = -\mathbf{J}_s + j\omega\sigma\mathbf{A} \\ \mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \nabla \times \mathbf{v} \nabla \times \mathbf{A} = 0 & \text{in } S_\Omega \\ A_y = A_z = 0 & \text{on } S_\Omega \\ \frac{\partial A_z}{\partial z} = 0 & \text{on } S_1 - S_1 - S_\Omega \\ A_z = \begin{cases} B_{av}h & \text{on } S_1 \\ 0 & \text{on } S_2 \end{cases} \end{cases}$$

## 仿真结果

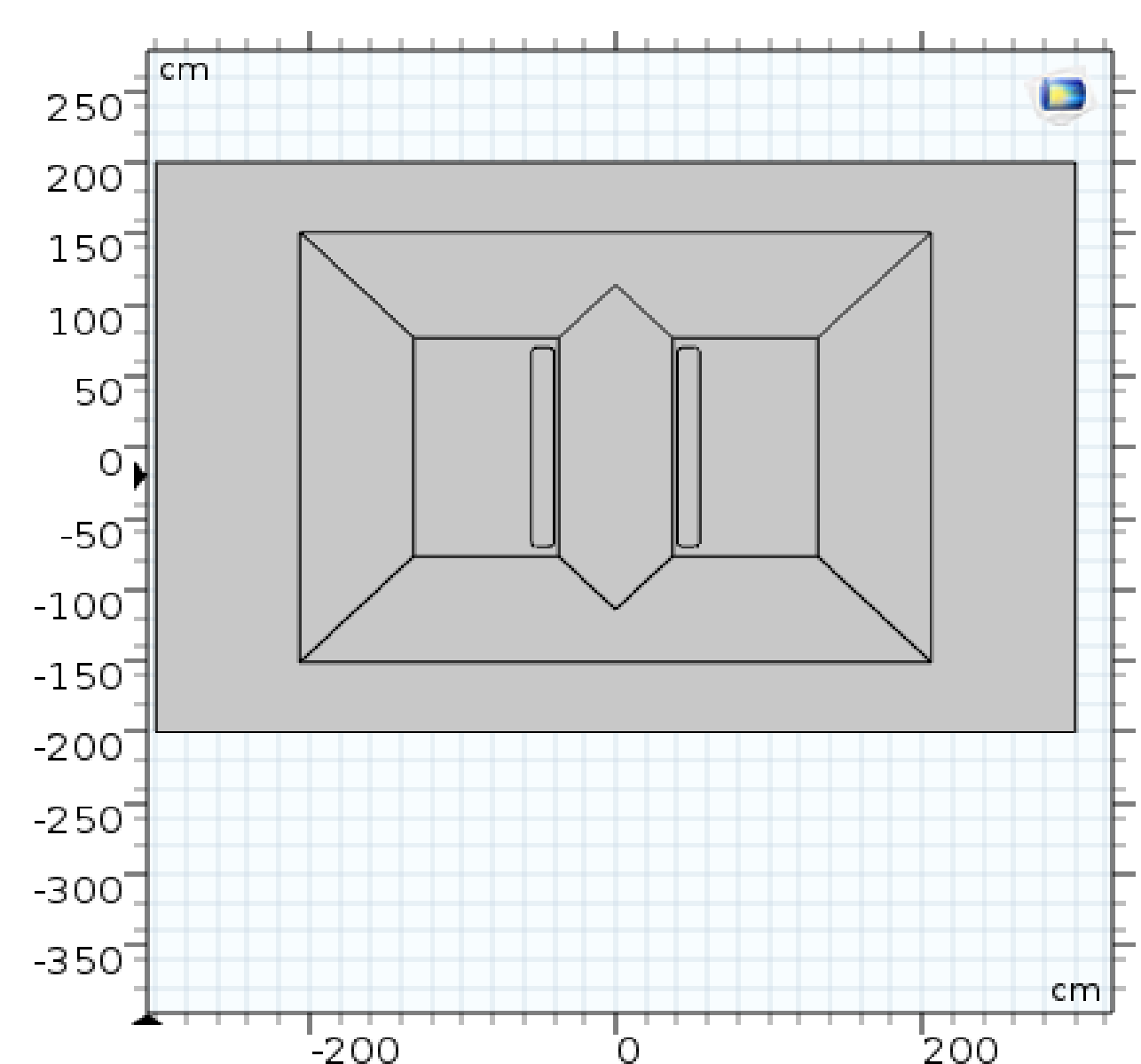


图 1. 变压器二维模型

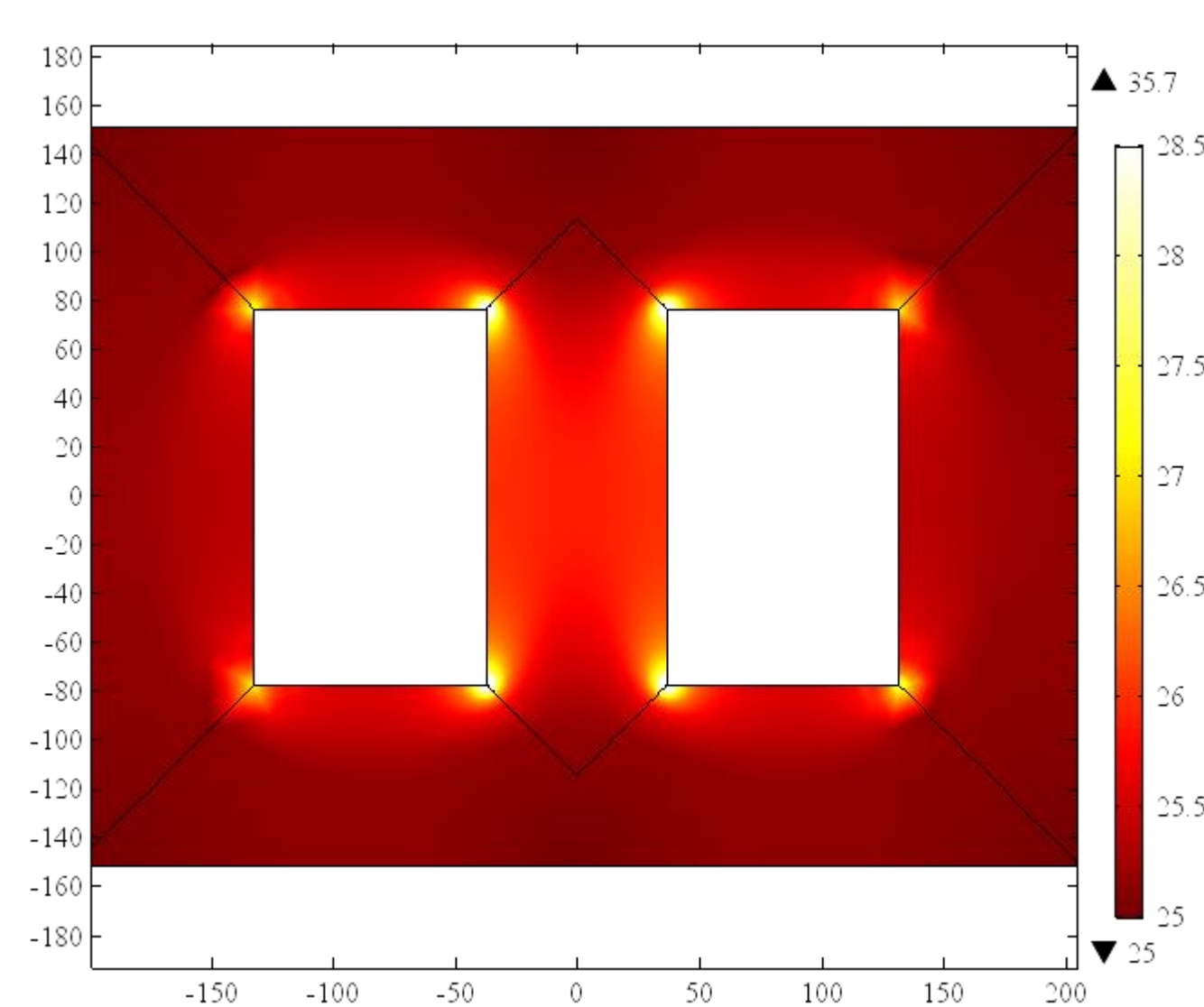


图 2. 铁心温升分布

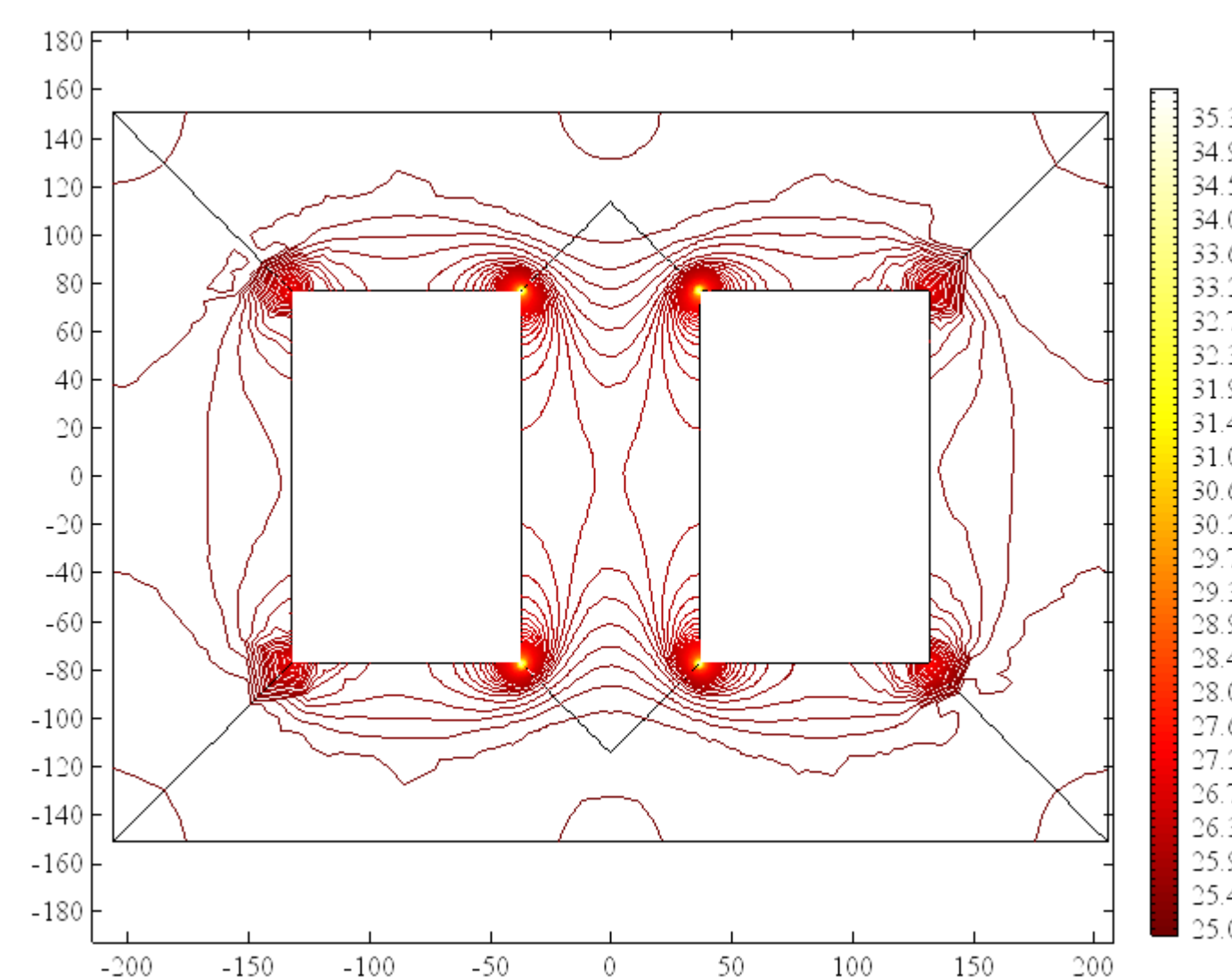


图 3. 等温线分布

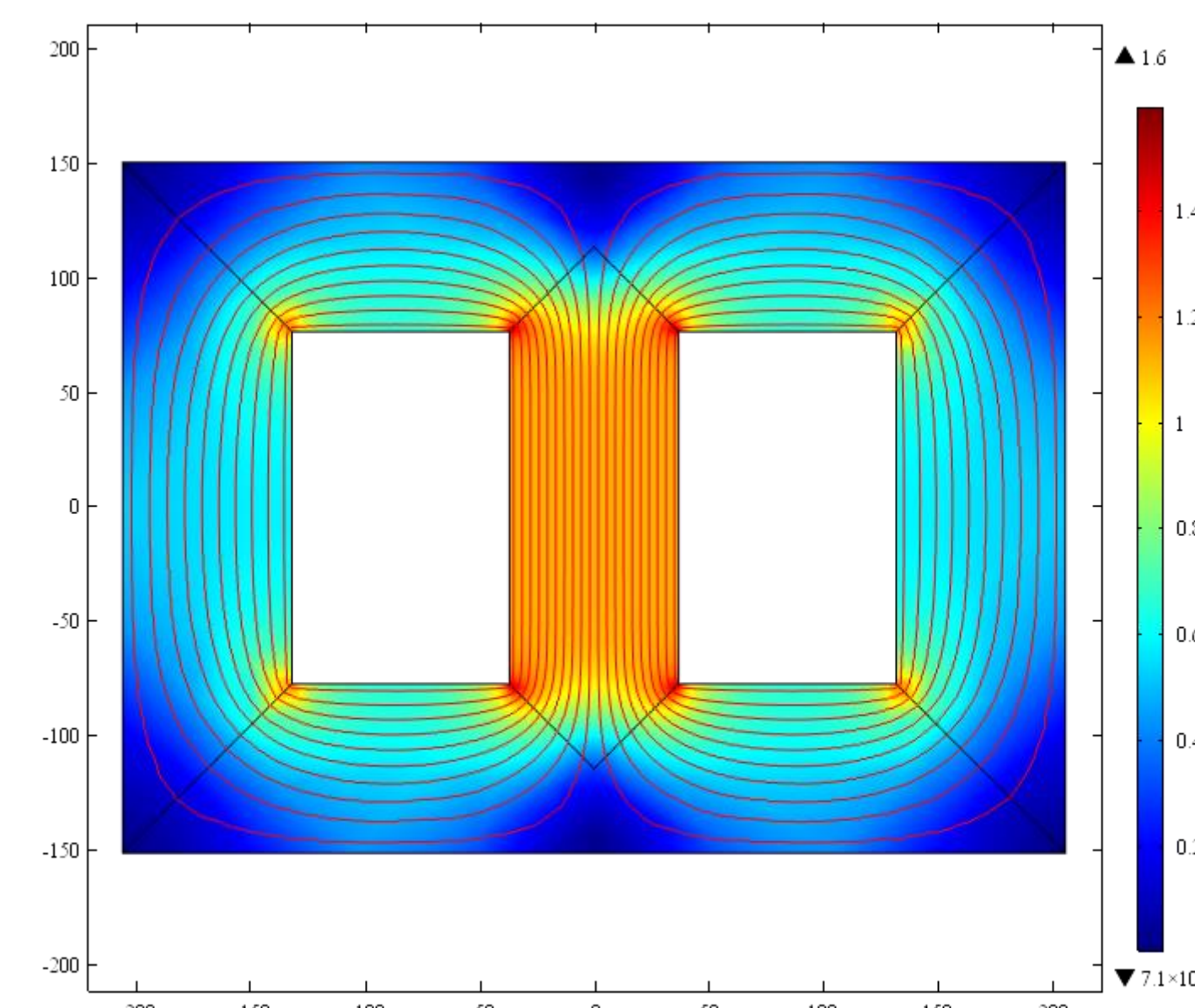


图 4. 铁心磁场分布

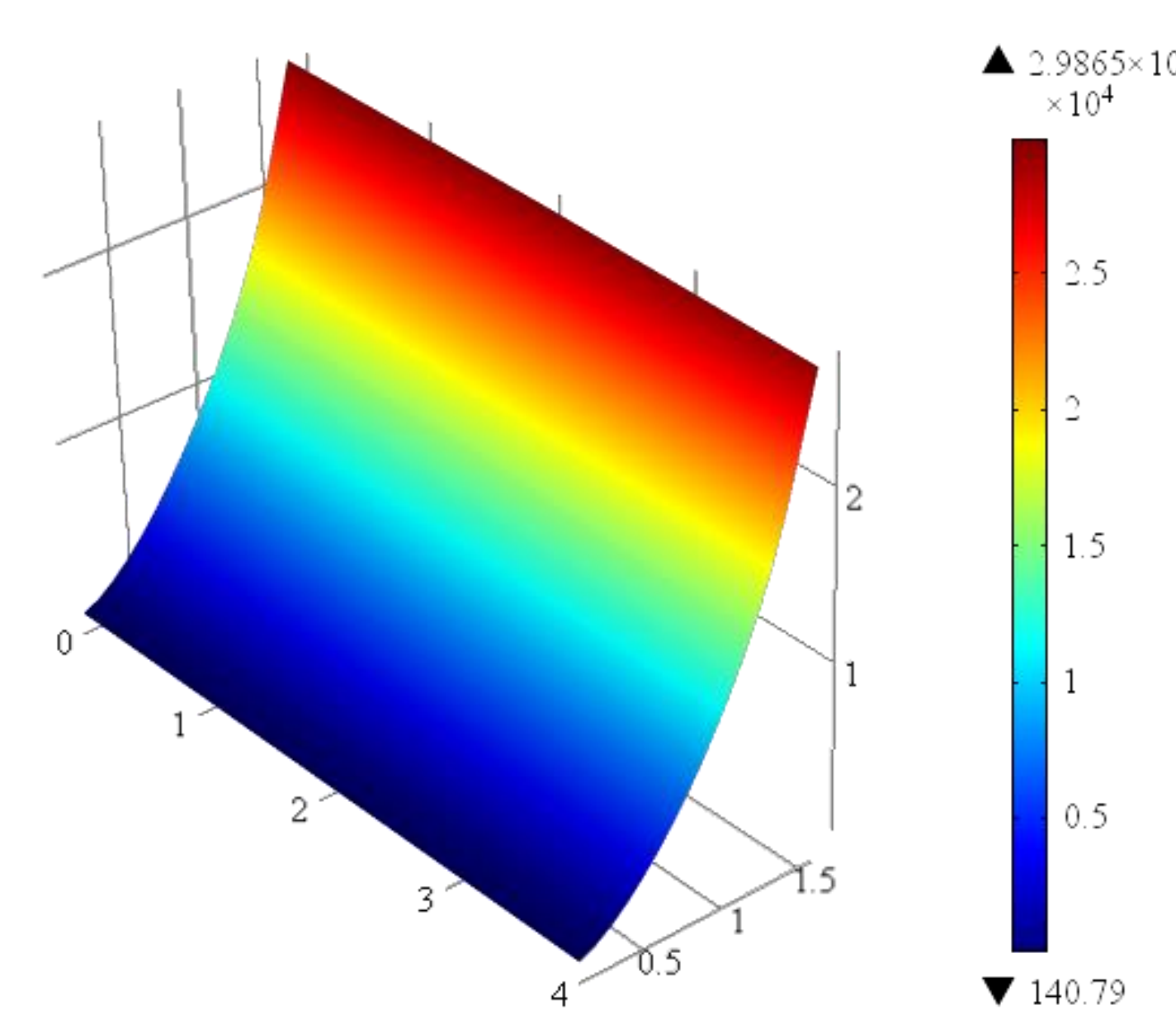


图 5. 相对磁导率

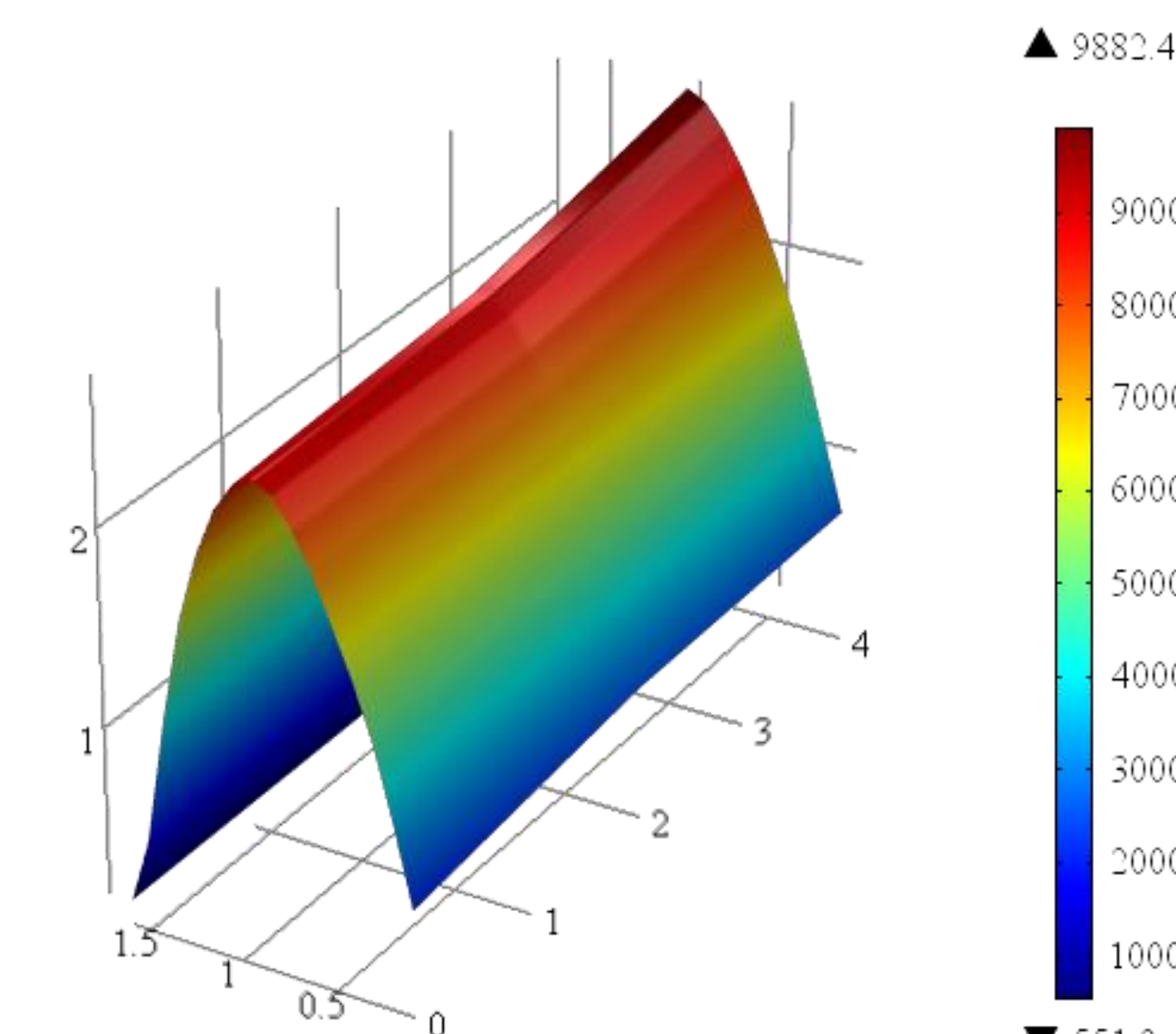


图 6. 损耗密度

## 结论

该仿真分析对变压器的设计和温度监测具有重要意义。

## 参考文献

1. 刘万太, 彭晓, 谢卫才, 等. 变频电机铁心损耗计算方法的研究[J]. 电机与控制应用, 2010,(11):11-14
2. Caibo Liao, Jiangjun Ruan, Chao Liu, et al. 3-D Coupled Electromagnetic-Fluid-Thermal Analysis of Oil-Immersed Triangular Wound Core Transformer[J]. IEEE Transactions on Magnetics, 2014, 50(11): 1-4.
3. 许晖, 尹忠东. 基于有限元法的干式变压器损耗与温升分析[J]. 科技创新与应用, 2014,(18):53.
4. Yahua Kang, Baodong Bai, Zhaohui Xin, et al. Analysis of magnetic field and Loss of the large compress yoke transformer[C]// 2013 International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS), 2013:847-850.