

# 金属隔板对谐振腔加热效率及加热均匀性影响研究

王玉玺, 杜鸣心, 熊秀

(仿真技术中心, 西安爱邦电磁技术有限公司, 西安, 陕西, 中国)

**简介:** 在微波加热中, 其加热效率及加热均匀性一直是研究的热点问题。本文利用COMSOL Multiphysics 多物理场仿真软件的RF模块对一个长方体谐振腔的电磁功率分布进行仿真研究。

**计算方法:** 模型以介电损耗为纽带, 耦合电磁场方程、流体和固体的热传导方程, 其中, 电磁场部分由

Maxwell方程描述:

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{J} + \varepsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho_e$$

式中,  $\vec{H}$  为磁场矢量,  $\vec{J}$  为电流密度,  $\varepsilon$  为介电常数,

$\vec{E}$  为电场矢量,  $t$  为时间,  $\vec{B}$  为磁感应矢量,  $\vec{D}$  为电位移矢量,  $\rho_e$  为电荷密度。由下面方程可算出模型中的

电场分布, 从而计算出加热材料所造成的电磁功率损耗:

$$Q_e = \frac{1}{2} \omega \varepsilon_0 \varepsilon'' |\vec{E}|^2$$

式中,  $\varepsilon''$  是对应材料的复相对介电常数的虚部。

涉及到温度耦合时需要加载固体传热方程, 其方程如下:

$$\rho C_p \vec{u} \cdot \nabla T + \nabla \cdot \vec{q} = Q + Q_{ted}$$

式中,  $\rho$  为材料密度,  $C_p$  为热容,  $\vec{u}$  为速度场,  $\vec{q}$  为热通量矢量,  $T$  为温度,  $Q$  为热源,  $Q_{ted}$  为热电阻尼。

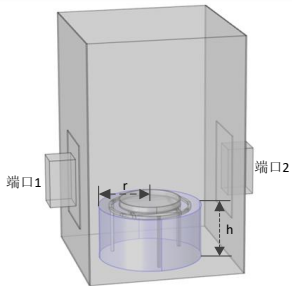


图1. 圆形隔板仿真模型

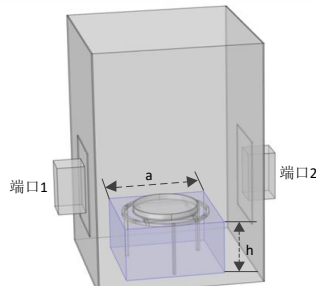


图2. 正方形隔板仿真模型

为分析金属隔板对谐振腔加热的影响, 先对有无金属隔板进行对比分析(支架和隔板高度均为100mm), 再进一步分别对正方形和圆形隔板情况下, 对不同高度支架及隔板参数变化对加热效率及稳定性对比分析。

**结果:**

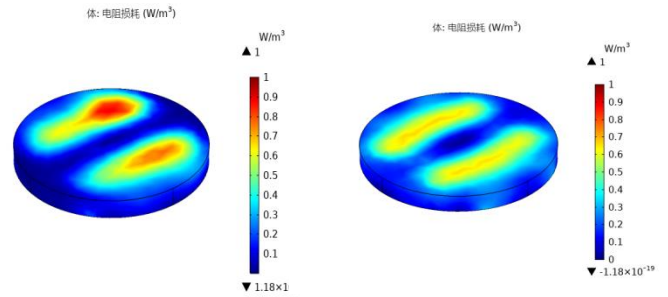


图3. 负载功率-无金属隔板

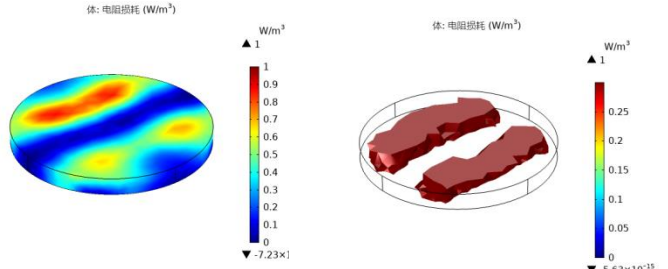


图4. 负载功率-正方形隔板

图5a. 负载功率-圆形隔板

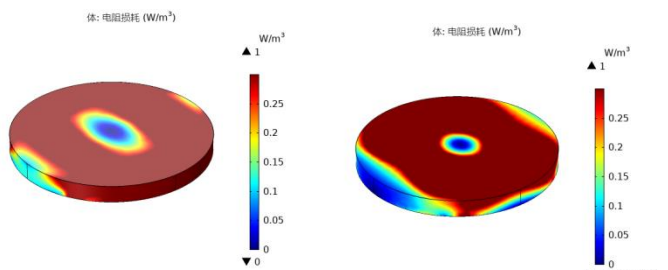


图5b. 圆形隔板-归一化过滤

图6. r=100mm, h=300mm电阻损耗

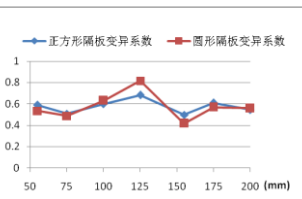


图8. 变异系数

图7. a=240mm, h=120mm电阻损耗

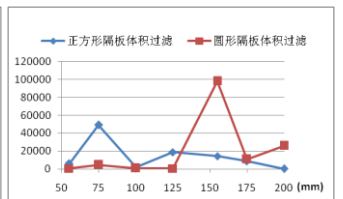


图9. 体积过滤

**结论:**

- 1) 在谐振腔内部增加正方形金属隔板或圆形金属隔板能够提高加热效率, 并提升加热稳定性。
- 2) 在该谐振腔内增加加入金属隔板后, 综合考虑负载的加热效率和加热均匀度, 针对圆形金属隔板, 选择155mm支架, 且r=100mm, h=300mm的金属板; 针对正方形金属隔板, 选择75mm支架, 且a=240mm, h=120mm的金属板。