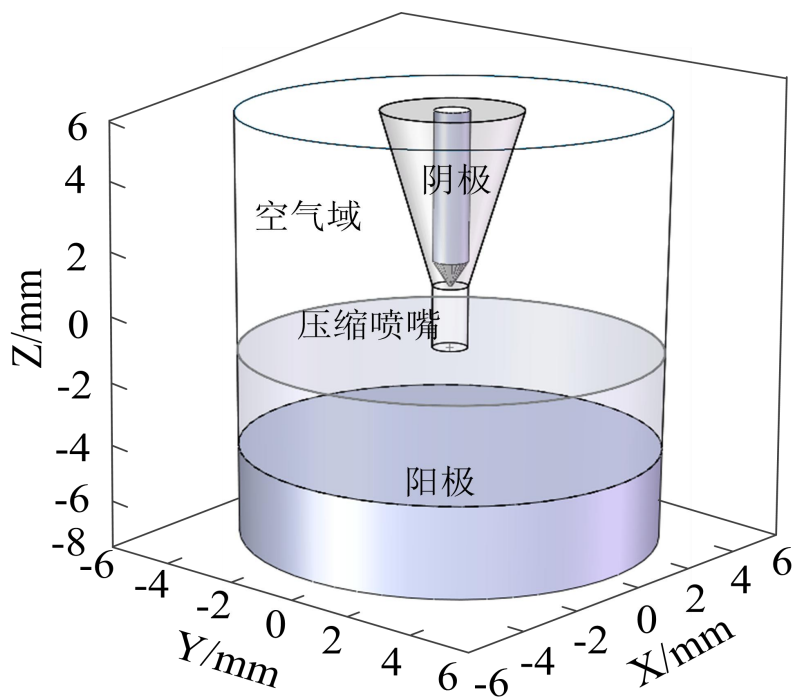


外加横向磁场作用下微束等离子电弧特性分析

为分析外加横向稳态磁场作用下电弧特性，建立微束等离子焊接电弧三维物理模型如图所示，计算外加0mT、10mT、20mT、30mT、40mT横向稳态磁场作用下电弧各项特性。



微束等离子焊接电弧物理模型

根据上述假设，建立微束等离子弧焊电弧控制方程组如下。
质量守恒方程：

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = 0$$

动量守恒方程：

$$\rho \left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \mathbf{v} \right) = \nabla \cdot [-p \mathbf{I} + \mu (\nabla \mathbf{v} + (\nabla \mathbf{v})^T)] - \frac{2}{3} \mu (\nabla \cdot \mathbf{v}) \mathbf{I} + \mathbf{F}$$

其中动量源项为：

$$\mathbf{F} = \mathbf{J} \times \mathbf{B} = \begin{cases} B_z \times J_y - (B_y + B_{-y}) \times J_z \\ B_x \times J_z - B_z \times J_x \\ (B_y + B_{-y}) \times J_x - B_x \times J_y \end{cases}$$

能量守恒方程：

$$\rho C_p \left(\frac{\partial T}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla T \right) = \nabla \cdot (k \nabla T) + S$$

其中能量源项为：

$$S = \mathbf{J} \cdot \mathbf{E} + \frac{5k_B}{2e} j \cdot \nabla T - Q_{\text{rad}}$$

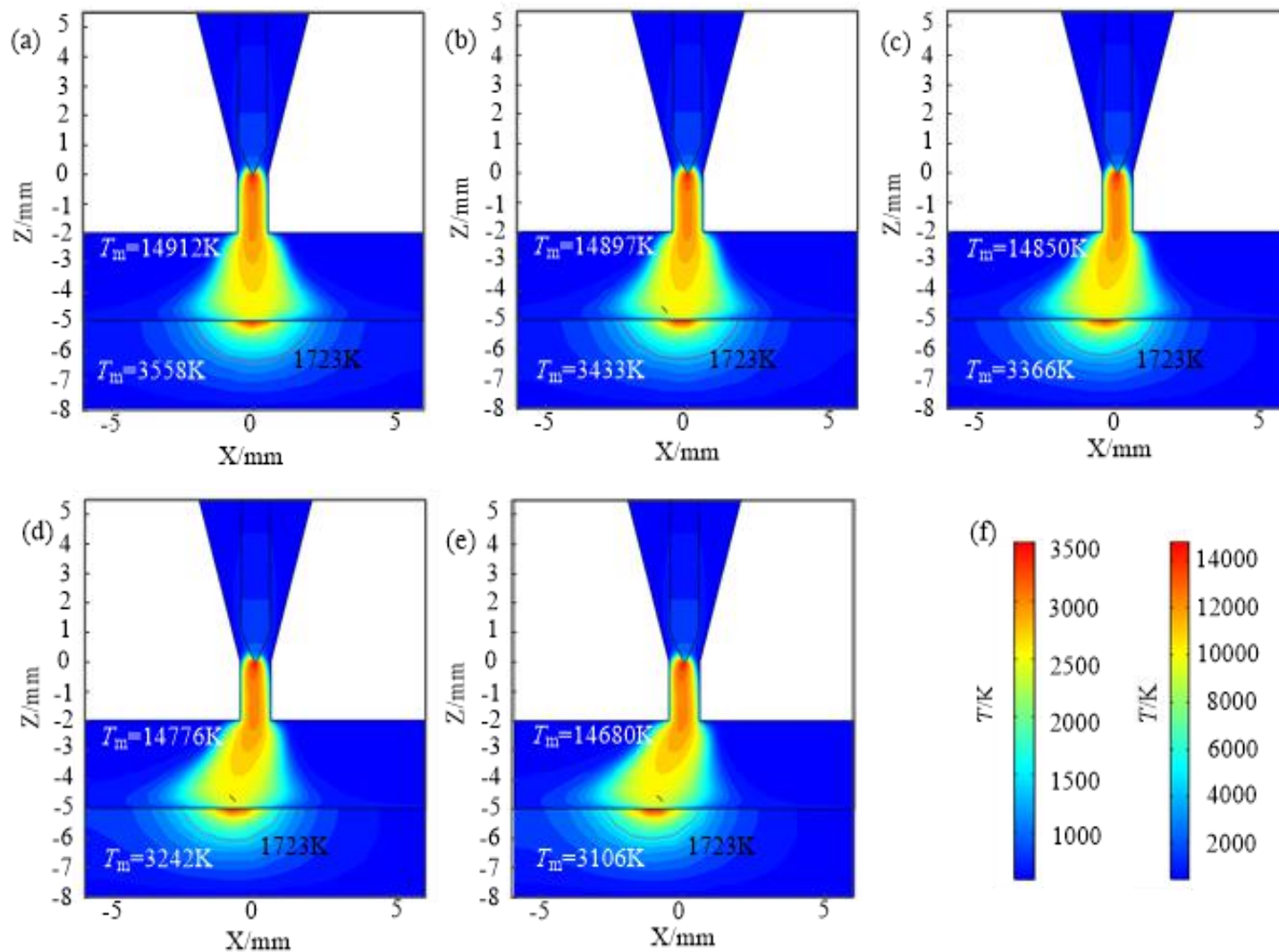
电流连续性方程：

$$\nabla \cdot \left(\sigma \nabla V - \sigma \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \right) = 0$$

安培定律：

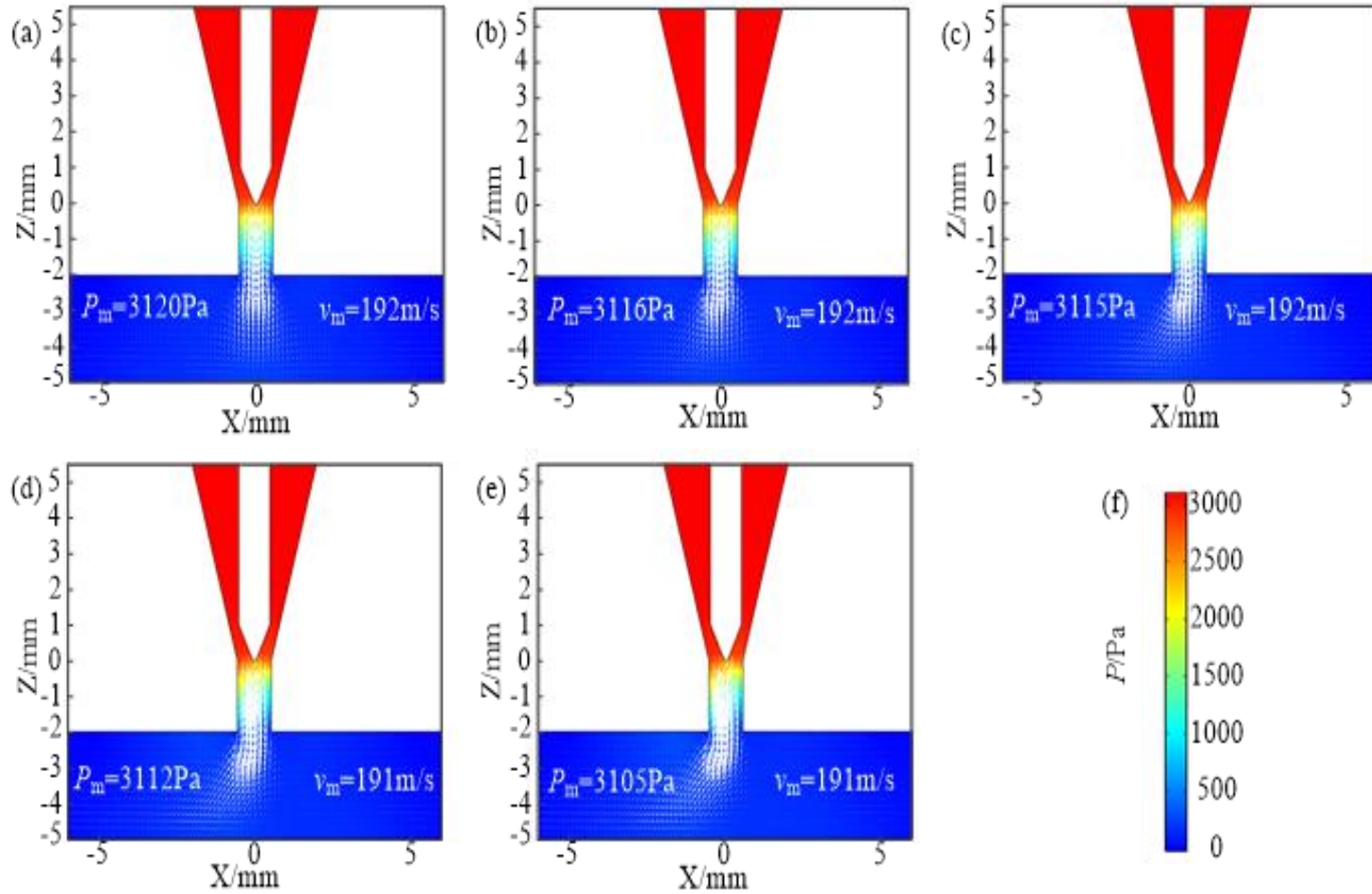
$$\sigma \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} + \nabla \times \left(\frac{1}{\mu_0} \nabla \times \mathbf{A} \right) + \sigma \nabla V = 0$$

温度场计算结果



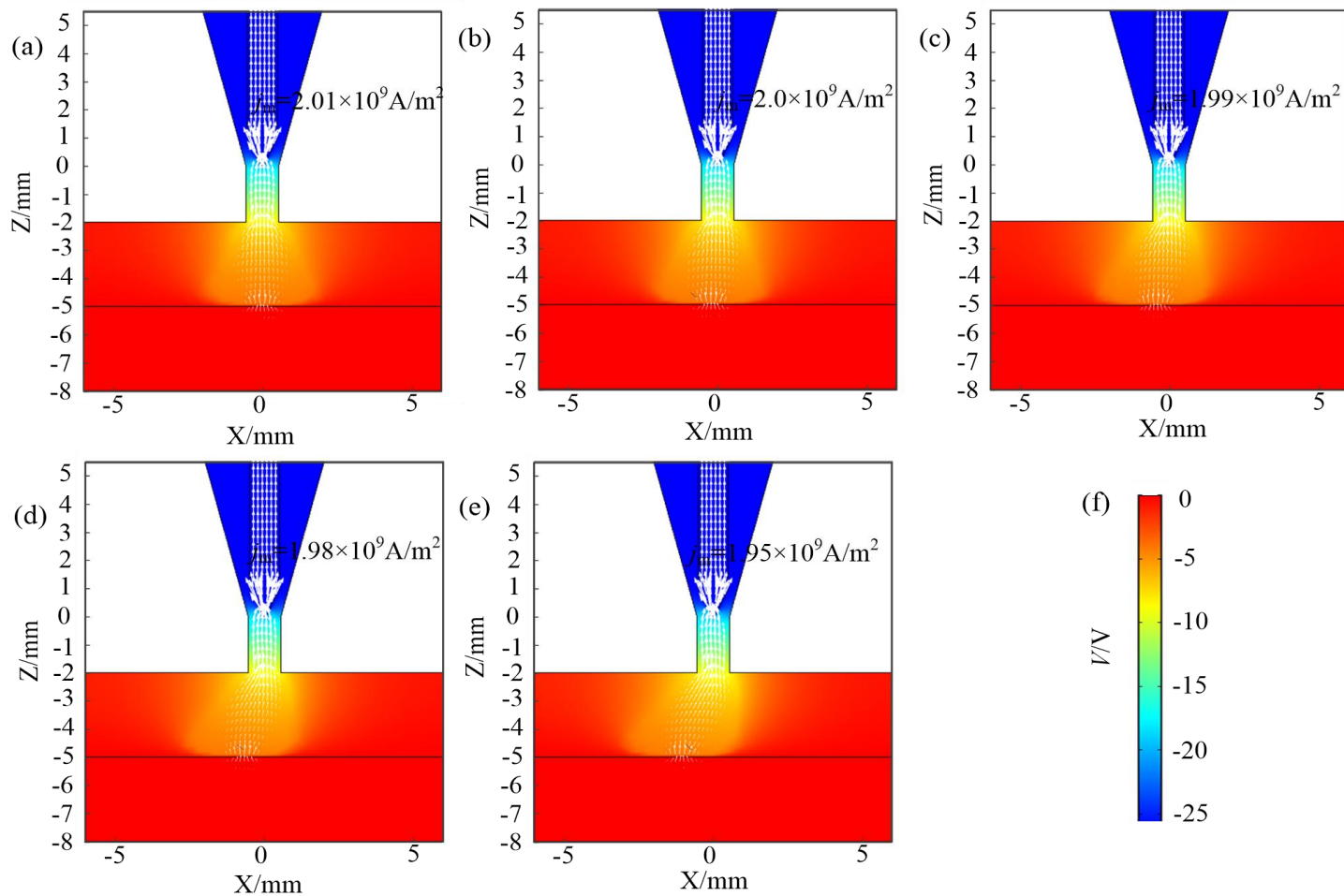
不同外加横向磁场强度作用下电弧温度场计算结果

流场计算结果



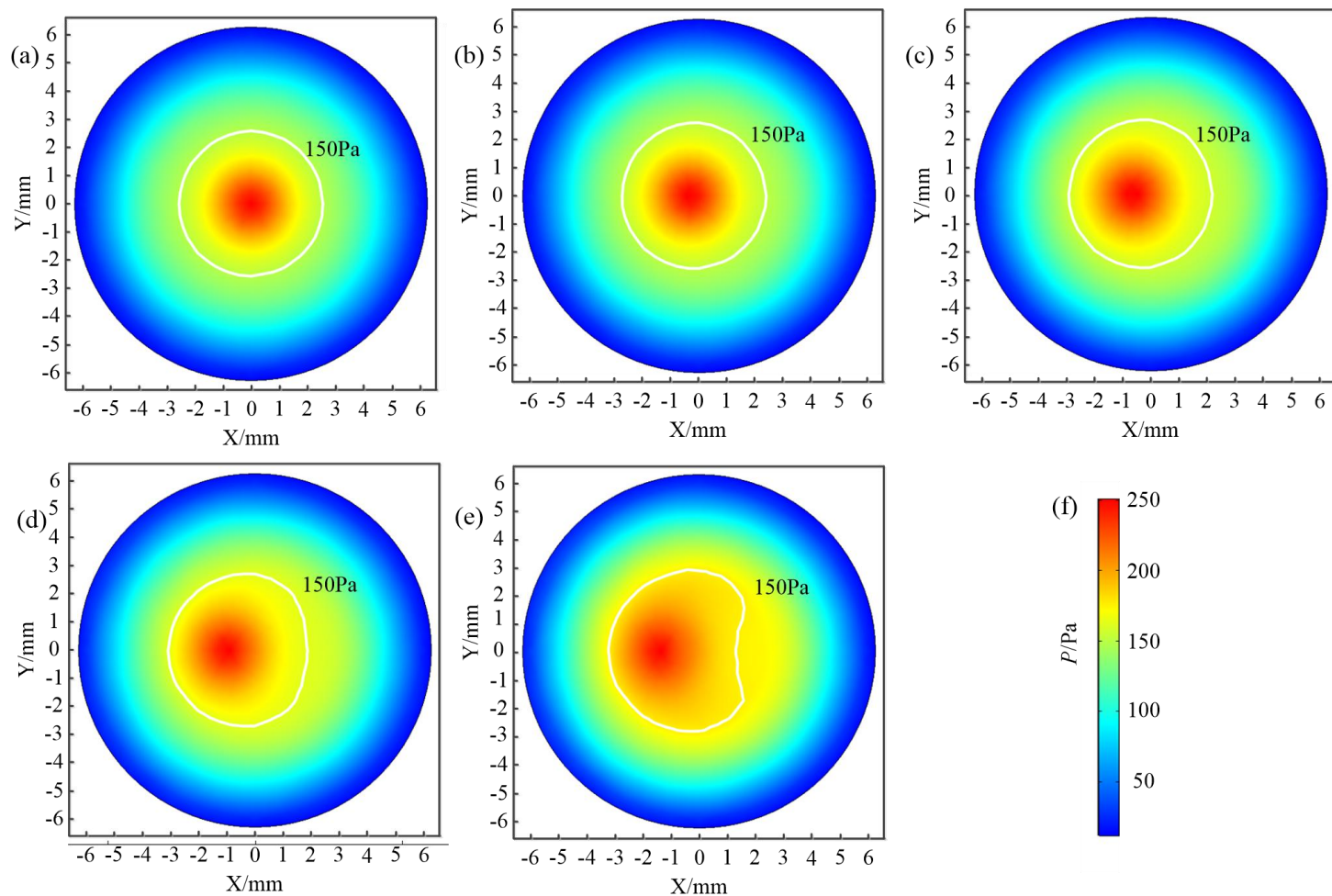
不同外加横向磁场强度作用下电弧流场计算结果

电场计算结果



不同外加横向磁场强度作用下电弧电场计算结果

电弧压力计算结果



不同外加横向磁场强度作用下电弧压力计算结果