

MAPS 程序

作者：孙有文等，联系方式：ywsun@ipp.ac.cn

该程序可基于多种磁面坐标系对托卡马克中外加非轴对称的磁扰动进行谱型分析，从而帮助理解三维磁扰动对等离子体的影响。

基本计算流程如下

1. 线圈设置：给出线圈几何坐标、各个线圈电流方向和大小等
2. 根据平衡文件，计算磁面坐标(可选 PEST、Hamada、Equal-arc 和 Boozer 等坐标系) 与平衡参数，并设置计算网格
3. 计算各格点磁场：根据 Biot-Savart 定律，磁场和磁矢势分别可以表示为

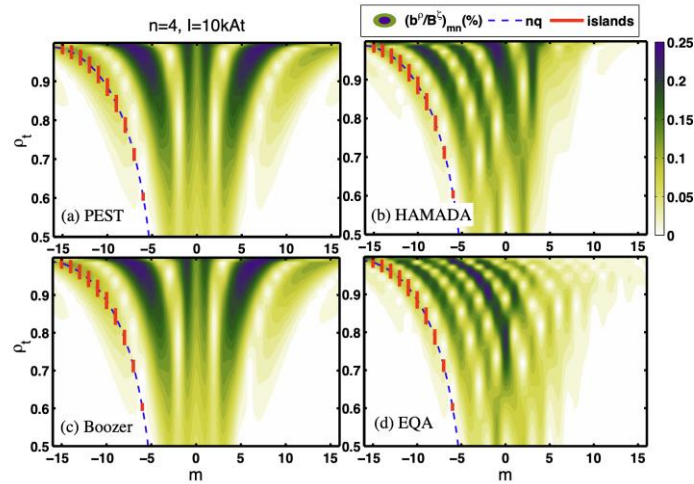
$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_C \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r}$$
$$\vec{A} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_C \frac{d\vec{l}}{r}$$

扰动磁通可以表示为

$$\tilde{\psi}_p = -\tilde{A}_\phi = -R\tilde{A}_t$$

4. 磁场分布的空间傅立叶分析，给出扰动谱型，如下图所示 (EAST 上某平衡位型下外加 $n=4$ ，电流 10kAt 的磁扰动在不同磁面坐标下的谱型)：

$$\tilde{\psi}_p = \sum_{mn} \psi_{mn}(\rho) e^{i\chi_{mn}}$$



5. 根据傅立叶分量计算磁岛宽度 w_{mn} ，分析随机磁场 Chirikov 参数值等

$$w_{mn} = r \sqrt{\left| \frac{\rho \psi_{mn}}{S \psi'_p} \right|_{q=q_s}}$$

6. 在磁面坐标下进行磁力线跟踪，分析磁场拓扑结构

$$\frac{\partial \psi_t}{\partial \zeta} = -\frac{\partial \psi_p}{\partial \theta}$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial \zeta} = \frac{\partial \psi_p}{\partial \psi_t}$$

参考文献:

Y. Sun, Y. Liang, J. Qian, B. Shen and B. Wan, Modelling of non-axisymmetric magnetic perturbations in tokamaks. Plasma Phys. Control. Fusion, 2015, 57(4): 045003.