

# Maxwell 电磁建模与仿真

电磁仿真中几何模型的处理：

物理过程可能需要不同的分析类型实现，复杂问题推荐先使用静态场（帮助文档）；

简化：简化为 2D 条件：

1. 轴向长度无限长；
2. 轴向长度对结果有一定影响，但场的分布趋势相近，取一个界面作为关注区域；
3. 几何轴对称，同时激励和边界轴对称；（将变压器进行切割，Master/slave 和 Symmetry）

Maxwell 中对象：

独立：Point，点实体、Line Obj，线实体、Sheet Obj，面实体、Solid Obj，具有独立体积的体；

非独立：Vertex，顶点，边界/线体上的点、Edge，面体/表面的线、Face，面体/实体上的面；

Object 分类：

1. 实体、面体、线体（3D 中可同时存在，2D 仅有后两种）
2. Model/Non-model: model 参与实际运算，影响网格划分
3. Primitive Shape/non-primitive shape: 图形是否闭合（首尾不相接的 line 非闭合，sheets，solids 闭合）

几何创建：

可直接生成不同维数对象，也可通过低维对象生成高维对象；

线条截面属性（Cross section）：

line: 输入宽度（2D）

circle: 输入直径

rectangle: 宽度、高度

isosceles trapezoid: 宽度、顶部宽度（top width）、高度

线圈建模：

1. 通过外轮廓，赋值匝数，等效线圈：线圈间空隙较小（填充系数高），电机、变压器；
2. 实际线圈绕制方式建模：线圈间空隙与线圈截面较大或布线不规则，无线传能；

自定义原语创建结构：

螺旋结构、电机结构等预定义结构模型；

常用操作：

1. 扫掠（需选中）：
  - around axis: 旋转轴、旋转角度、拖拽类型、分段数；
  - along vector: 拖拽角度、拖拽类型；
  - along path: 扭曲角度、拖拽角度、拖拽类型；
2. 几何修改：
  - 移动、旋转、镜像、偏置（以质心为基准点缩放，对 3D 有效）
3. 阵列（复制）：
  - 沿路径、绕轴、镜像、缩放；
4. 布尔操作：
  - Split, Unite, Subtract, Imprint, Intersect

外部几何文件导入：

中性格式、CAD 文件格式等，导入后无特征，无法进行参数化；

2D 可用 Generate History 进行特征识别；

外部模块关联：DesignModeler，SpaceClaim，Solidworks 等；

几何模型参数化方法：

1. 直接参数化建模：histo-tree 中直接设置；
  - Project 变量（全局变量）用\$开头；
2. 导入 CAD 图纸进行参数化；
3. RMxport 导入；
4. 内置或自定义 UDP 模型；

Maxwell 静磁场求解：

场源：恒定电流、永磁体；（稳定状态下的计算）

2D: Magnetostatic, Eddy Current, Transient, Electrostatic, AC Conduction, DC Conduction

安培环路定律：

恒定磁场中，磁场强度矢量沿任意闭合路径的环量等于其与回路交链的电流之和；

$$\oint_l \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \sum_k I$$

控制方程：求解磁场矢量势的方程；

ANSYS 静磁场适用情况：

通电导体、绞线圈、导体上的电流密度、导体上的电势差、外部磁场、永磁体；