



Powering Innovation That Drives Human Advancement

---

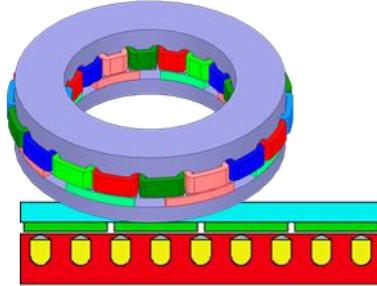
## **What's New in Ansys Motor-CAD® & Ansys Maxwell® for Electric Machines**

2025 R1

北京天源博通科技有限公司

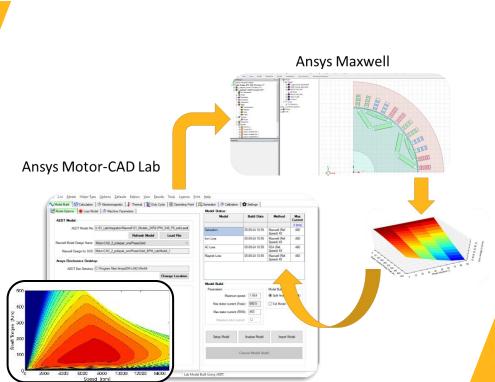
[support@tianyuantech.com](mailto:support@tianyuantech.com)

# Ansys Motor-CAD 2025 R1 Key Features



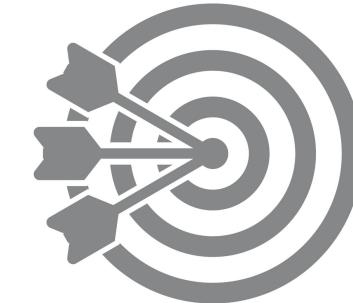
## CAPABILITY

- ✓ 功能: 轴向磁通电机模板
- ✓ 问题解决: 新的电机类型
- ✓ 用处: 轴向磁通电机的快速概念设计迭代
- ✓ **Ansys Product Workflow:** 用于设计盘式电机, 基于等效 2D FEA 模型



## WORKFLOW

- ✓ 功能: 高保真度的效率map图
- ✓ 问题解决: 用户自定义的扫参点建模
- ✓ 用处: 提高模型精度, 优化计算
- ✓ **Ansys Product Workflow:** 电压源激励模型的导出。不同电机新的建模方法。



## ENHANCED ACCURACY

- ✓ 功能: 改进求解器
- ✓ 问题解决: 改进磁钢涡流损耗和交流损耗计算
- ✓ 用处: 提高计算精度, 提高计算速度, 改进油冷模型计算
- ✓ **Ansys Product Workflow:** 改进热模型, 改进电磁模型用于 NVH 仿真分析, 网格设置, 自定义 adaptive templates 几何结构

**Industry 行业:** Automotive & Ground Transportation, Aerospace & Defense, Energy & Industrial Equipment, and more.

**Target Audience 目标用户:** Motor Design Engineers, EM Engineers, Electric Machine Designers, CAE Managers, Simulation Engineers, Applications Engineers, Mechanical Engineers, Thermal Engineers, and more.

## Ansys Motor-CAD 2025 R1

### Axial Flux Machine Template 盘式电机

- 新的轴向磁通电机拓扑结构
- 用于设计盘式电机，基于等效 2D FEA 模型

### High Fidelity Efficiency Maps 高保真度的效率map图

- 利用 Maxwell 求解器于同步电机转矩脉动图建模
- 利用 Maxwell 求解器于异步感应电机建模  
Motor-CAD 和 Maxwell 链接：电压源激励模型的导出

### Accuracy Enhancements on Solvers 提高求解器的精度

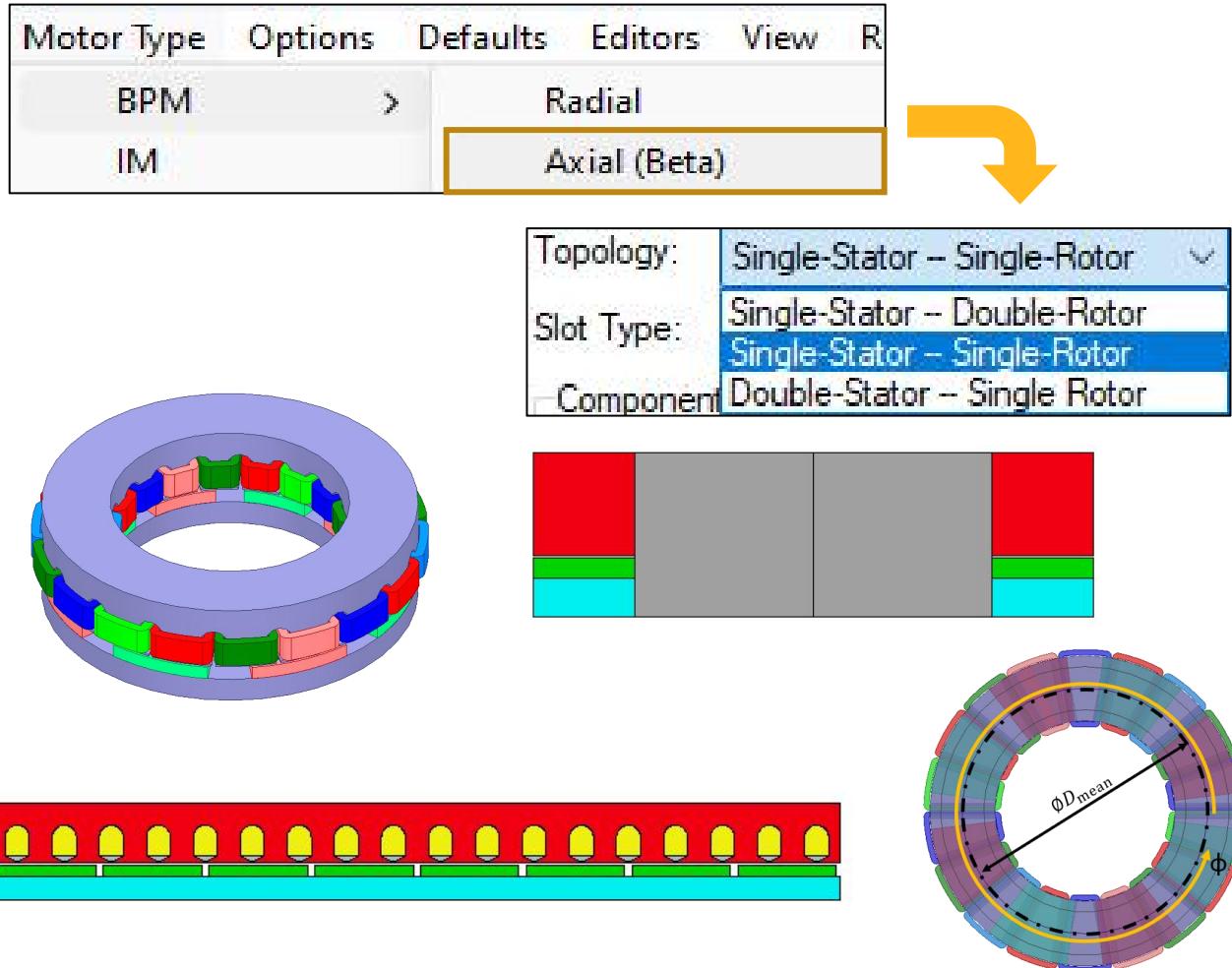
- 电磁求解器
  - NVH 分析考虑切向力
  - 改进自定义 adaptive templates 的网格设置
  - 改进磁钢涡流损耗和交流损耗计算
- 热求解器：改进流场计算



# Ansys Motor-CAD 功能

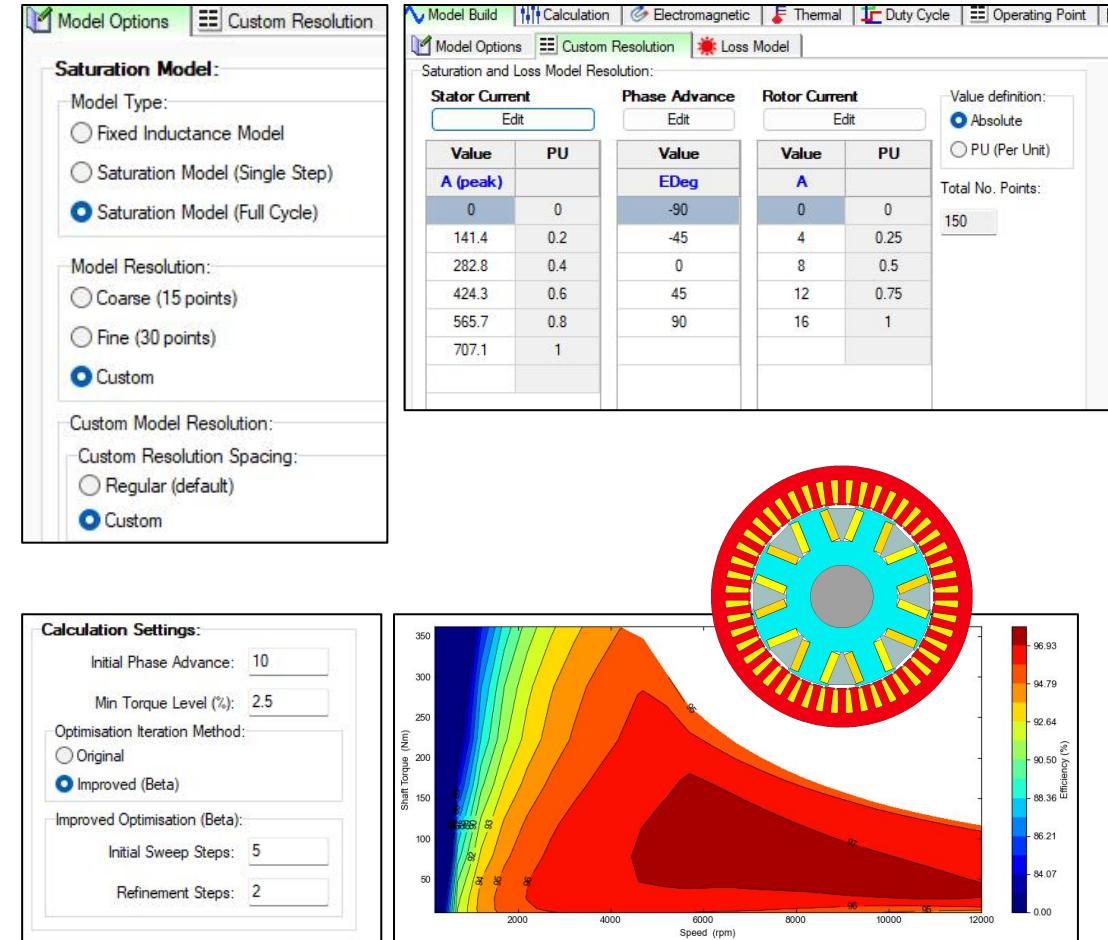
# 功能 1: 轴向磁通电机模板 (电磁模块)

- 新的电机种类:
  - 三种拓扑类型
    - 定子 - 转子
    - 转子 - 定子 - 转子
    - 定子 - 转子 - 定子
  - 基于有限元 FEA 计算，把盘式电机等效成直线电机。



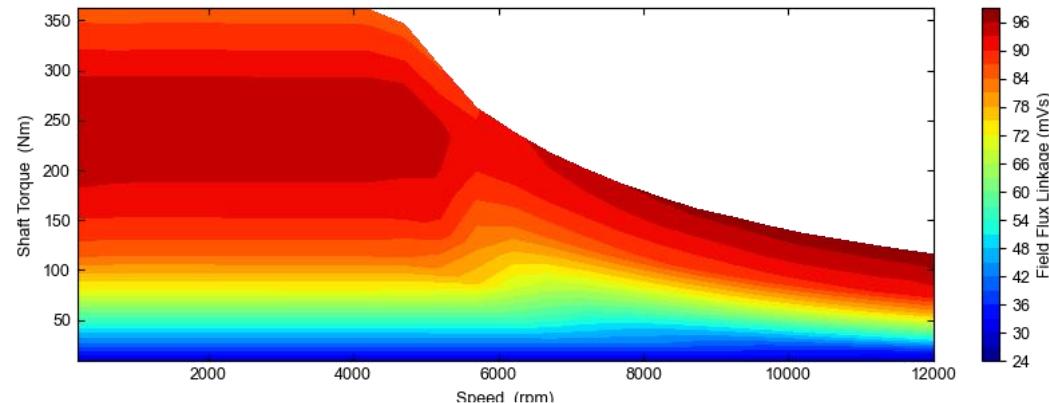
# 功能 2: 高保真度的效率map图 (Lab 模块)

- 用户自定义饱和模型和损耗模型的扫参点。
  - 非等距的采样/扫参
    - 同步永磁电机 – 自定义电流、相角
    - 同步励磁电机 – 自定义定子电流、相角、转子电流
  - 适用于 Lab-Maxwell 链接
- 励磁绕线电机效率 map 图的改进
  - 优化电机激励计算 ( $i_d$ ,  $i_q$ ,  $i_f$ )
  - 优化转子电流的计算, 以及高级设置



## 功能 2: 高保真度的效率map图 (Lab 模块)

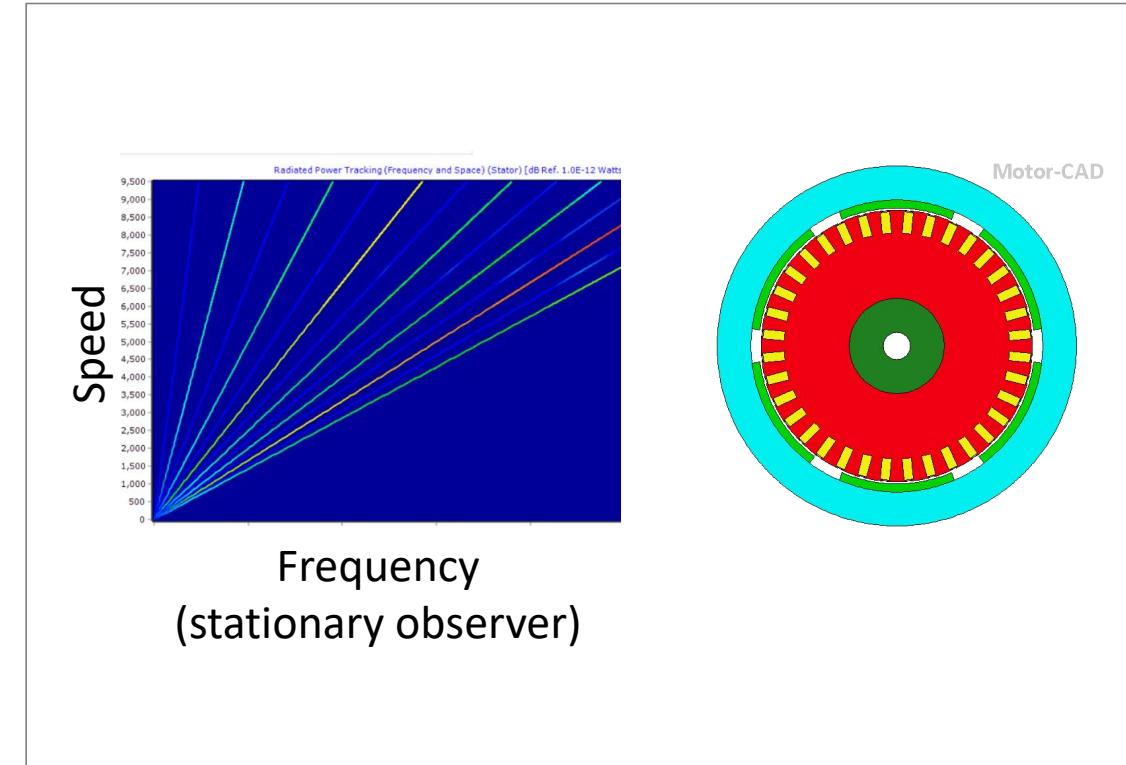
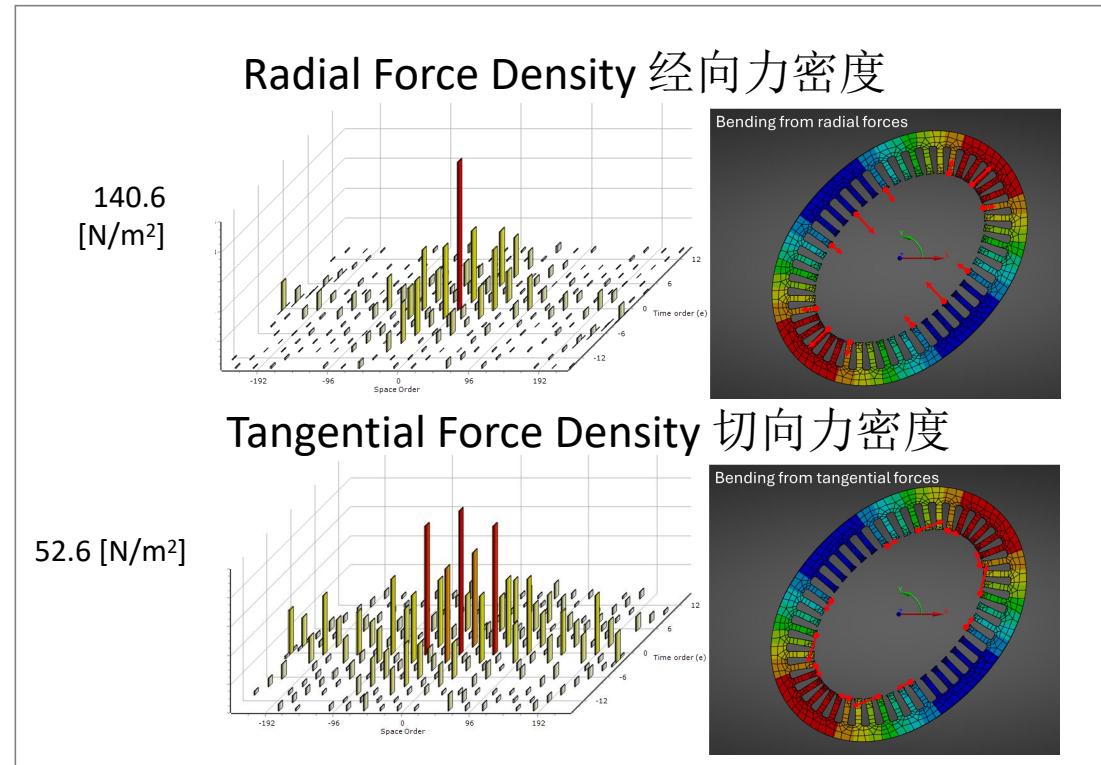
- 转子绕组磁链图的后处理
  - 励磁绕线电机 (SYNC)
  - 等效于同步永磁电机的磁钢磁链
- 导出 Lab 模型的脚本命令 (PyMotorCAD)
  - **export\_lab\_model(file\_path)**
    - 自动化流程 (e.g., ConceptEV)



Model Status:			
Model	Build Date	Method	Max Current
Saturation	24-10-23 13:00	48 points full cycle	460 A (ms)
Iron Loss	24-10-23 13:00	FEA Map 48 points	460
AC Loss	24-10-23 13:00	FEA Map 48 points (Hybrid)	460
Magnet Loss	24-10-23 13:00	FEA Map 48 points	460

# 功能 3: 求解器的升级 (电磁模块)

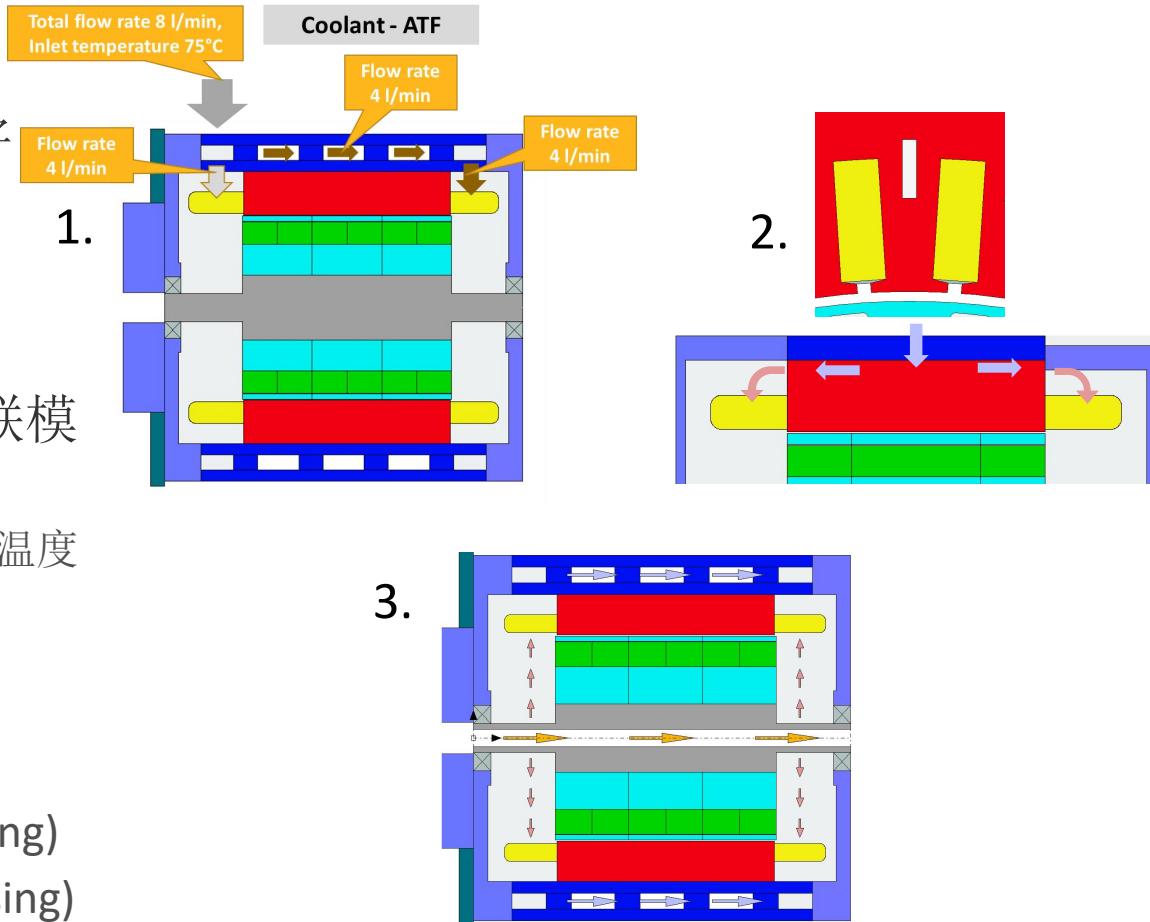
- NVH 分析除了径向力, 25R1考虑了切向力的弯曲效应
  - 径向力和切向力的影响可以相互叠加, 从而导致较高的振动速度, 或者相互抵消。
  - 提升计算精度
- NVH 模块支持外转子永磁同步电机 (BPMOR)
  - 考虑转子运动的频谱图 spectrograms



# 功能 3: 求解器的升级 (热模块)

- 提高热网络求解器流场计算的精度

- 提高计算速度, 计算精度, 模型的鲁棒性更好



- 油冷热网络模型

- 油冷模型可以与其它冷却模型进行关联, 关联模型局部的冷却液流量以及冷却液温度。

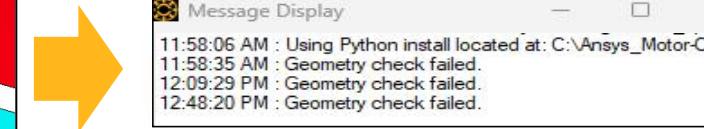
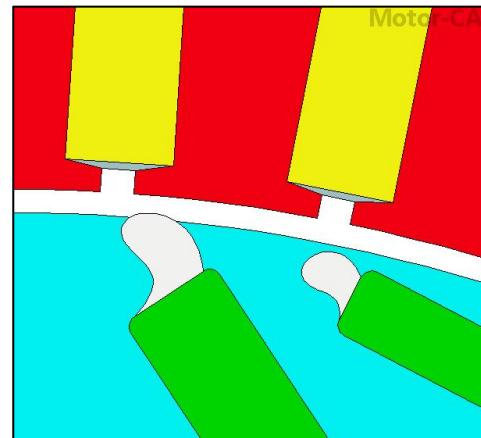
- 定子铁芯油道的出口油温 → 定子绕组淋油的初始入口温度
    - 转轴的出口油温 → 定子绕组甩油的初始入口温度

- 提高仿真精度

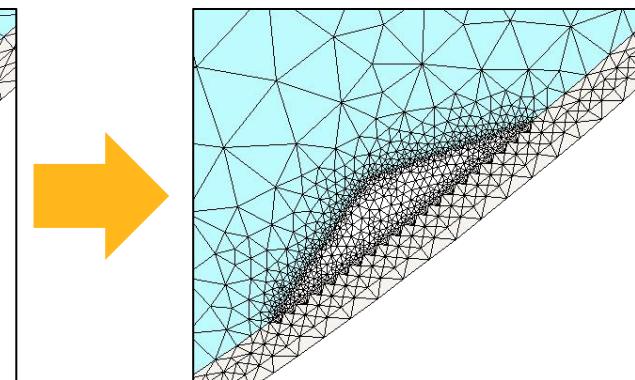
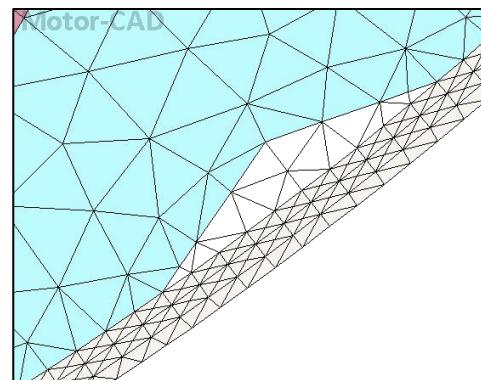
1. Housing water jacket + spray cooling (from housing)
2. Stator micro channels + spray cooling (from housing)
3. Shaft centre hole cooling + spray cooling (from rotor)

## 功能 3: 求解器的升级 (电磁模块)

- 提高自定义 Adaptive Templates 几何结构优化分析的鲁棒性:
  - 检测 adaptive regions 是否有几何干涉
  - 自动略过有几何干涉的方案
    - 改善优化设计的自动化流程



- Mesh Control 网格设置
  - 可以针对自定义几何结构 adaptive regions 做网格加密
  - 对于磁场梯度高的自定义几何结构 adaptive regions， 提高计算精度

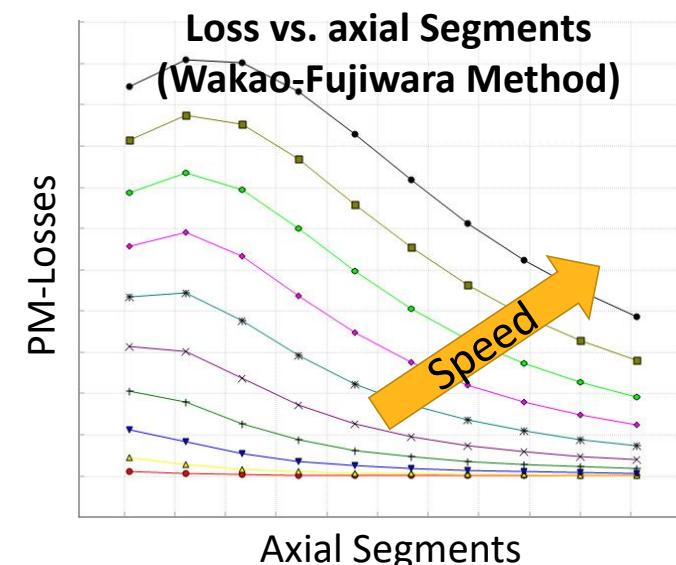
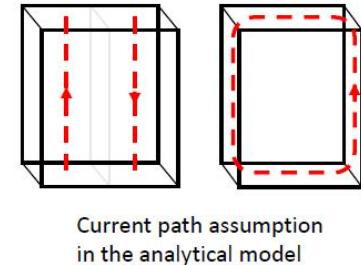
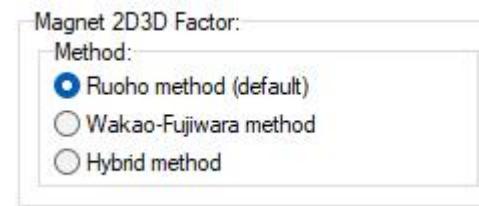


## 功能 3: 求解器的升级 (电磁模块)

- 提高磁钢涡流损耗计算的精度
- 基于2D FEA仿真，考虑磁钢轴向分段（解析法）
  - 磁导率和磁钢涡流损耗换算系数
$$\sigma_{\text{scaled}} = \frac{3}{4} \frac{L^2}{w^2 + L^2} \sigma \quad \text{or} \quad \frac{P_{3D}}{P_{2D}} = \frac{3}{4} \frac{L^2}{w^2 + L^2}$$

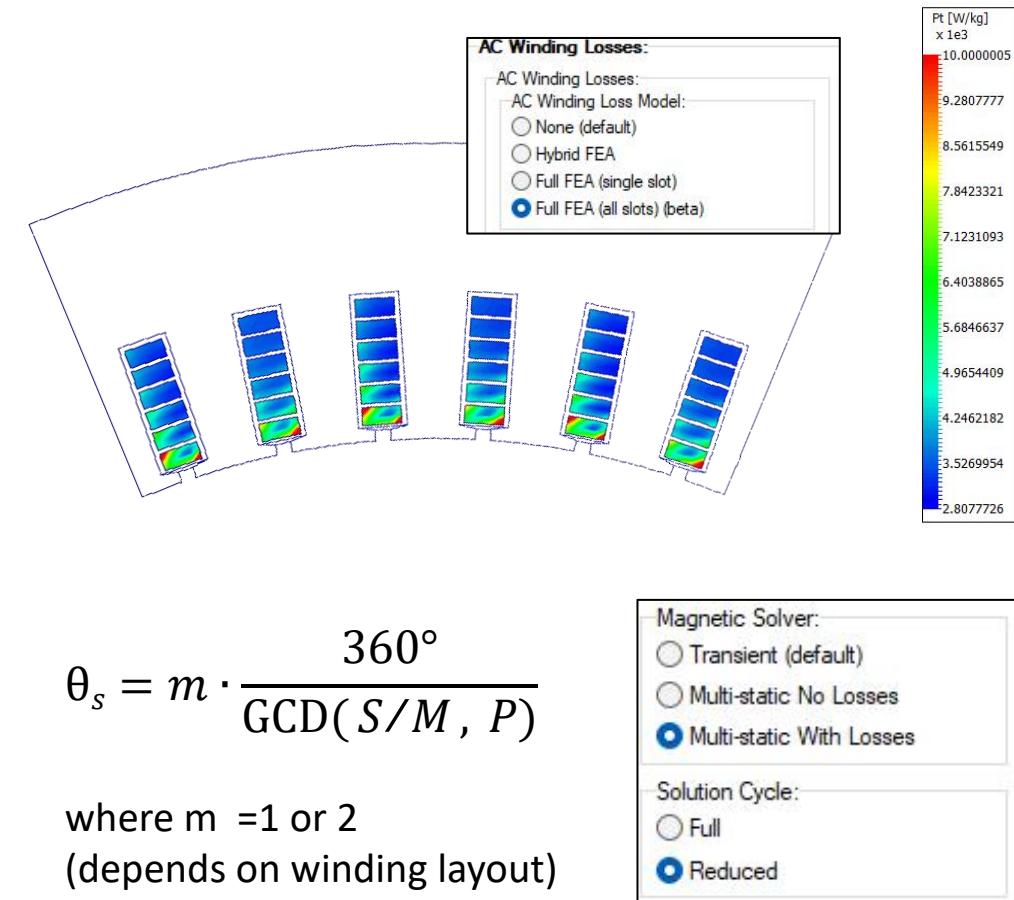
*L: magnet block length, w: width, σ: conductivity*

- 新的频率相关的 Scaling factor 换算系数 (Wakao-Fujiwara)
  - 考虑场景，即频率/趋肤深度 ( $w / \text{skin depth}$ )  $> 1$ ，涡流损耗的增加。
- 根据频率/趋肤深度比 ( $w / \text{skin depth}$ )  $> 1$  或  $< 1$ ，软件会自动用不同的计算法。
  - Wakao-Fujiwara 计算法仅适用于  $w / \text{skin depth} > 1$ 。



# 功能 3: 求解器的升级 (电磁模块)

- Full FEA AC loss 交流损耗 (所有插槽中的所有导线) – 2024R2 Beta
  - 提高计算精度
    - 扁线绕组电机尤其显著
  - 可用于 Lab 模块交流损耗响应面的计算。
- 快速 FEA 求解器, 且同时计算损耗 (24 R2)
  - 提高计算速度, 主要用于电机优化
  - 利用模型的周期性减少计算量, 提高计算速度。
    - 根据相数  $M$ 、极数  $P$ 、槽数  $S$ , 软件自动计算模型的周期性
  - 支持的电机类型
    - BPM, BPMOR, SYNC, SYNCREL, SRM



$$\theta_s = m \cdot \frac{360^\circ}{\text{GCD}(S/M, P)}$$

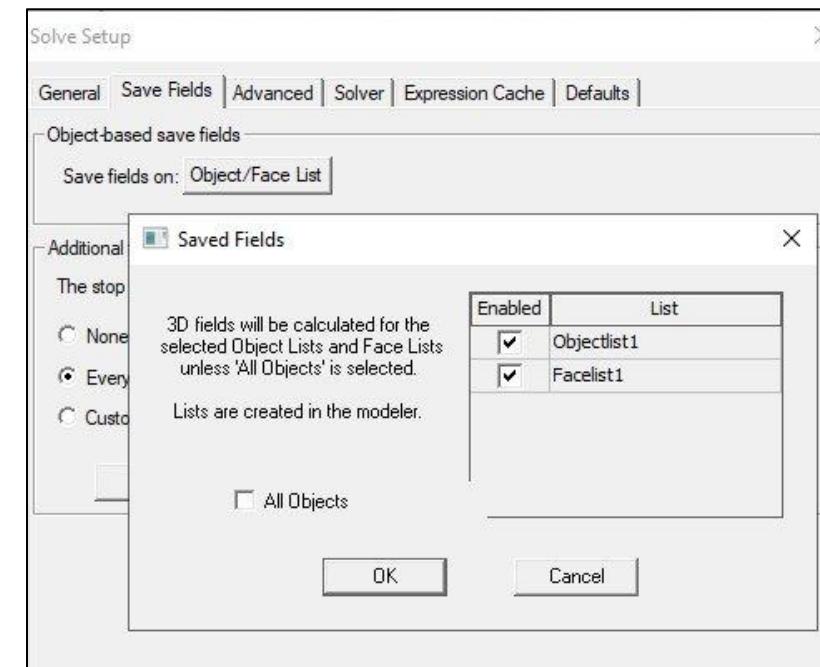
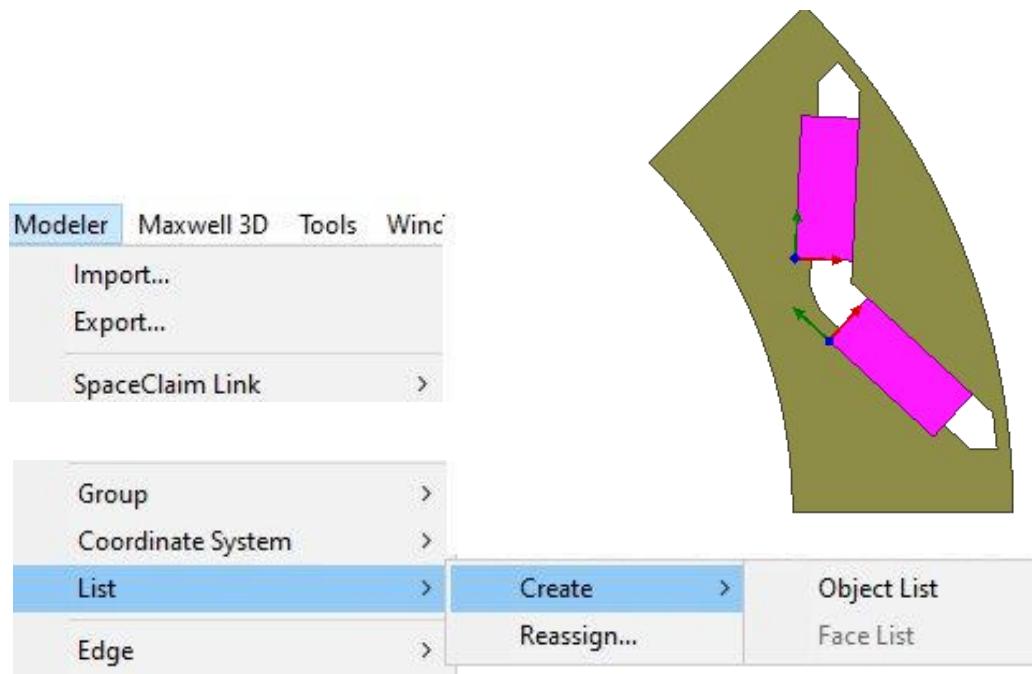
where  $m = 1$  or  $2$   
(depends on winding layout)



# Ansys Maxwell Features

# 更快的瞬态分析

- 仅保存感兴趣的场文件
- 减少数据占用 (降低对磁盘空间的占用)
- 加快模拟速度并实现高效的后处理



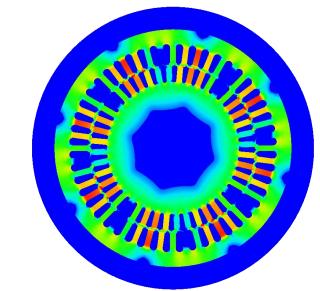
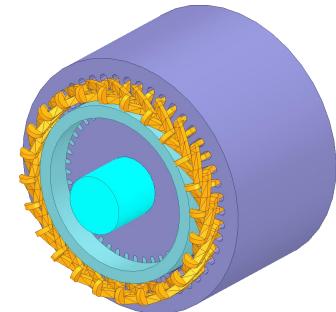
# 更快的瞬态分析

- 基于 AMD 库的求解器支持
- 为 Maxwell 添加了 AMD 特定的库用于 3D 计算，在使用 32 核 16 任务的 3D 瞬态时域磁（TDM）研究中，AMD 机器上求解时间改进为 2.0，AMD Linux 机器上为 2.4（对比 2024 R2 版本）
- Maxwell 2D 瞬态加速
- 通过减少求解过程中不必要的文件输入 / 输出（I/O），以及采用轻量级后处理（LWPP）来缓存表达式。使用 LWPP 时，模拟加速提升 2.8 倍到 4.5 倍；同时改进文件 I/O 和 LWPP 时，加速提升 4 倍到 10 倍。
- Maxwell 3D 瞬态性能改进
- 减少磁盘空间需求和输入 / 输出。改进文件 I/O 后，3D 模拟加速提升 5% 到 10%，文件大小节省 20% 到 40%，若使用“基于对象保存字段”，空间节省可达 90%（对比 2024 R2 版本）。

Machine	Solve time Improvement
AMD	2.0
AMD Linux	2.4

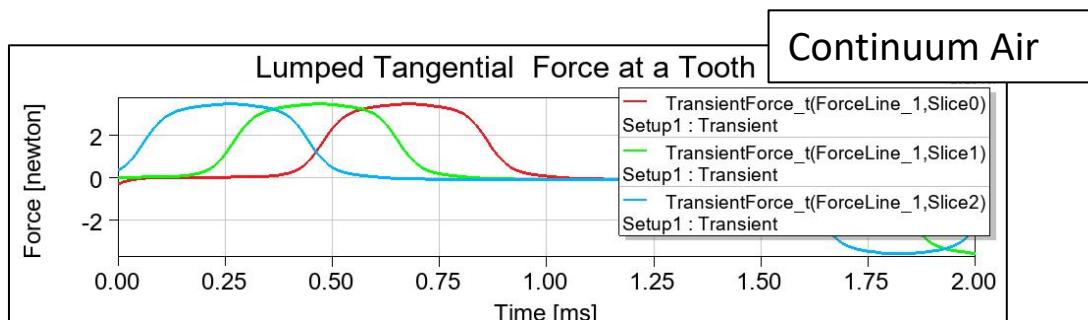
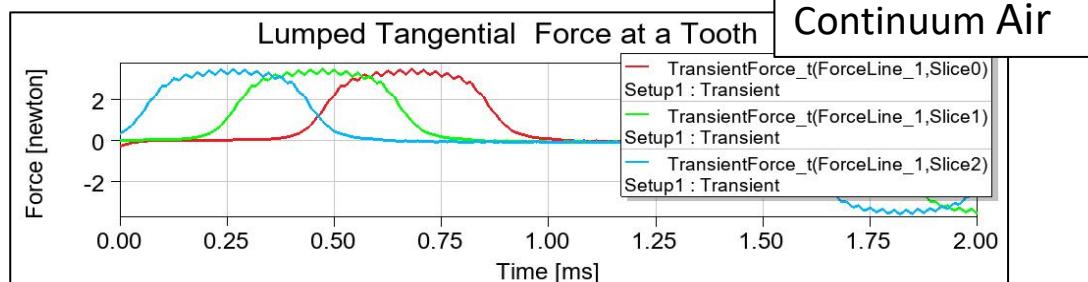
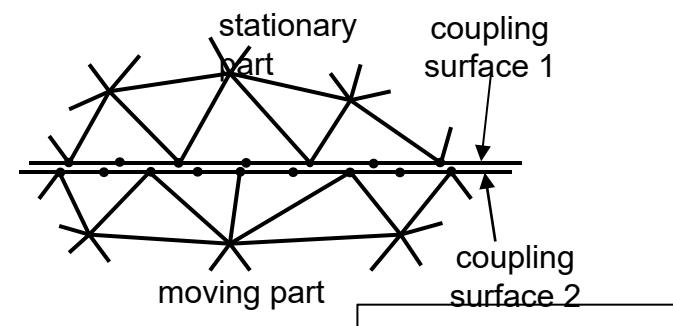
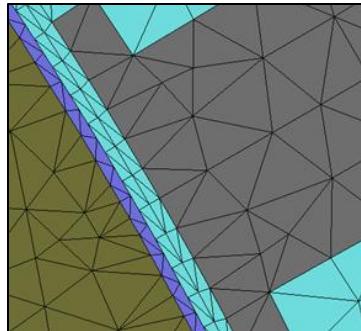
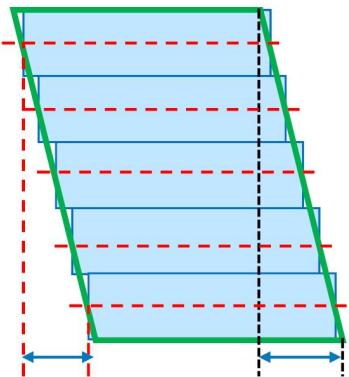
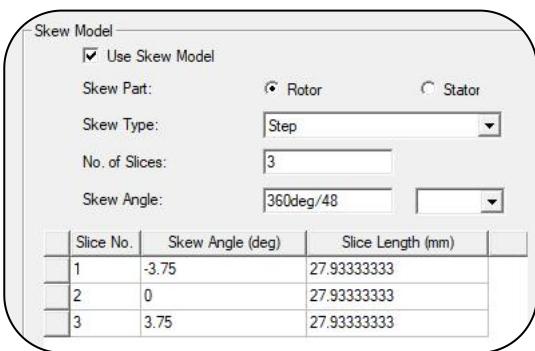
Study uses 3D Transient with TDM using 32 cores 16 tasks  
Compared to 2024 R2

Simulation Case	Improvement
2D Speed-Up (with LWPP)	2.8x - 4.5x
2D Speed-Up (with improved file I/O and LWPP)	4x – 10x
3D Speed-Up (with improved file I/O)	5% - 10%
3D File size Saving	20% - 40%*



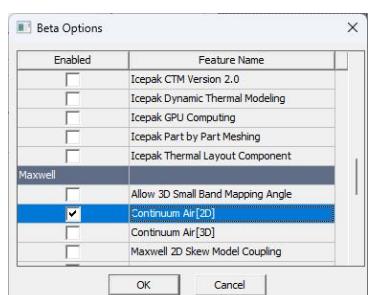
# 高精度斜极斜槽计算（二维连续空气模型）

- 改进的滑动界面和斜槽模型



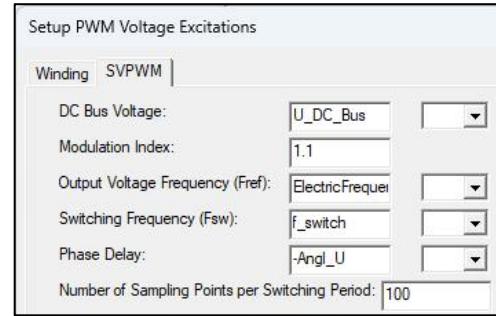
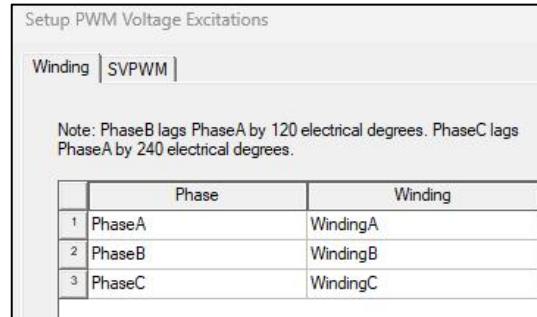
- 无需特定条件也能保证高精度

- 网格 - 时间步长对齐
- 恒定的时间步长 / 速度

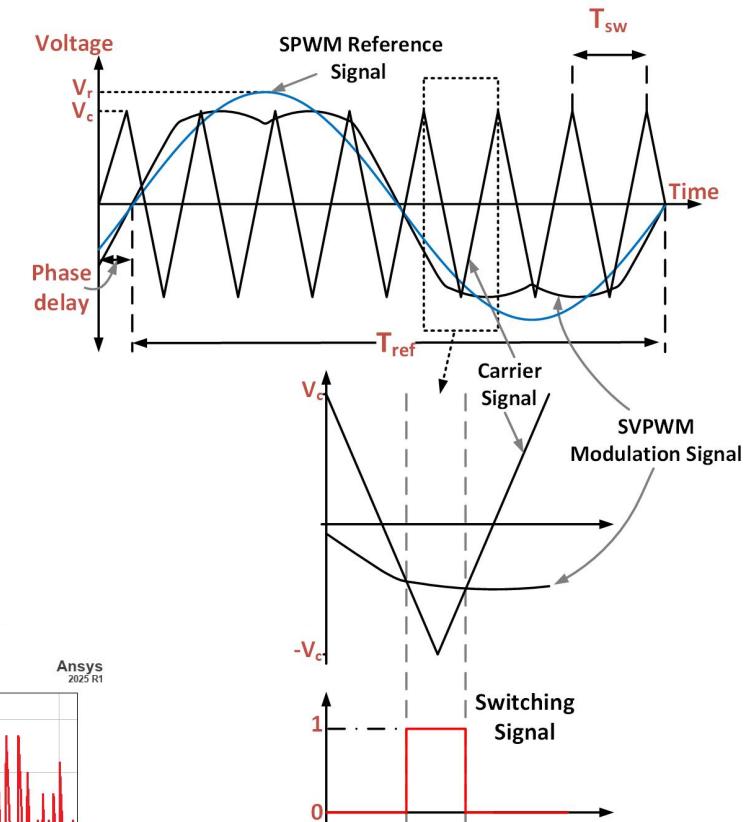
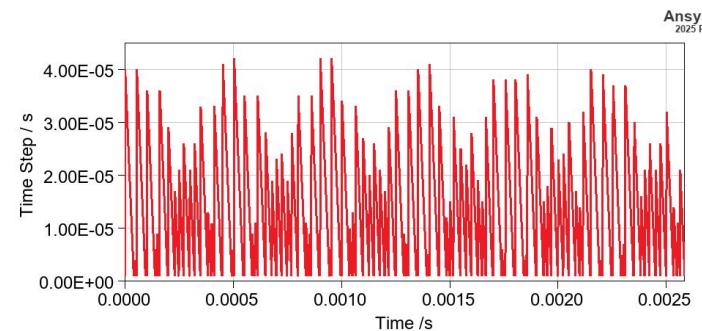
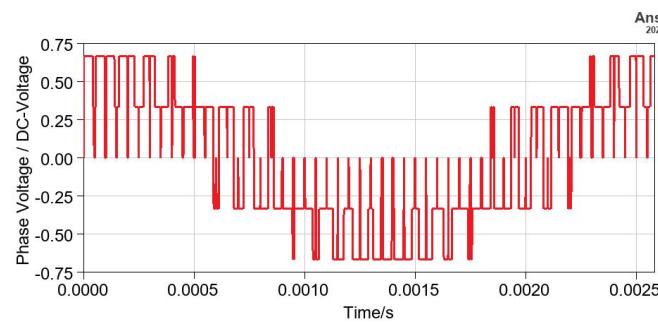


# 绕组 PWM（脉冲宽度调制）激励的更快设置

- 新的空间矢量 PWM 激励设置
- For 3-phase Y-connected windings

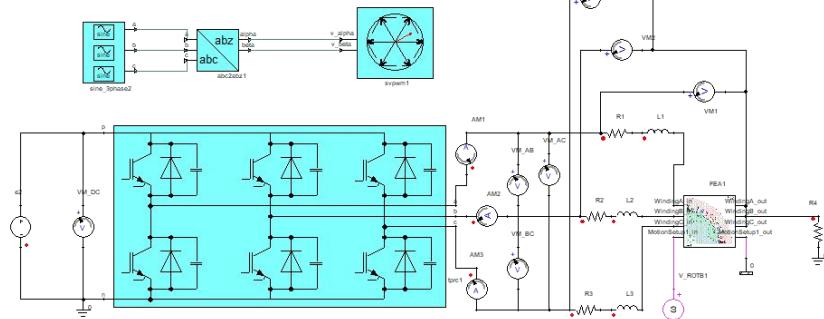


- 自动生成数据集和模型设置 (voltage and time step)

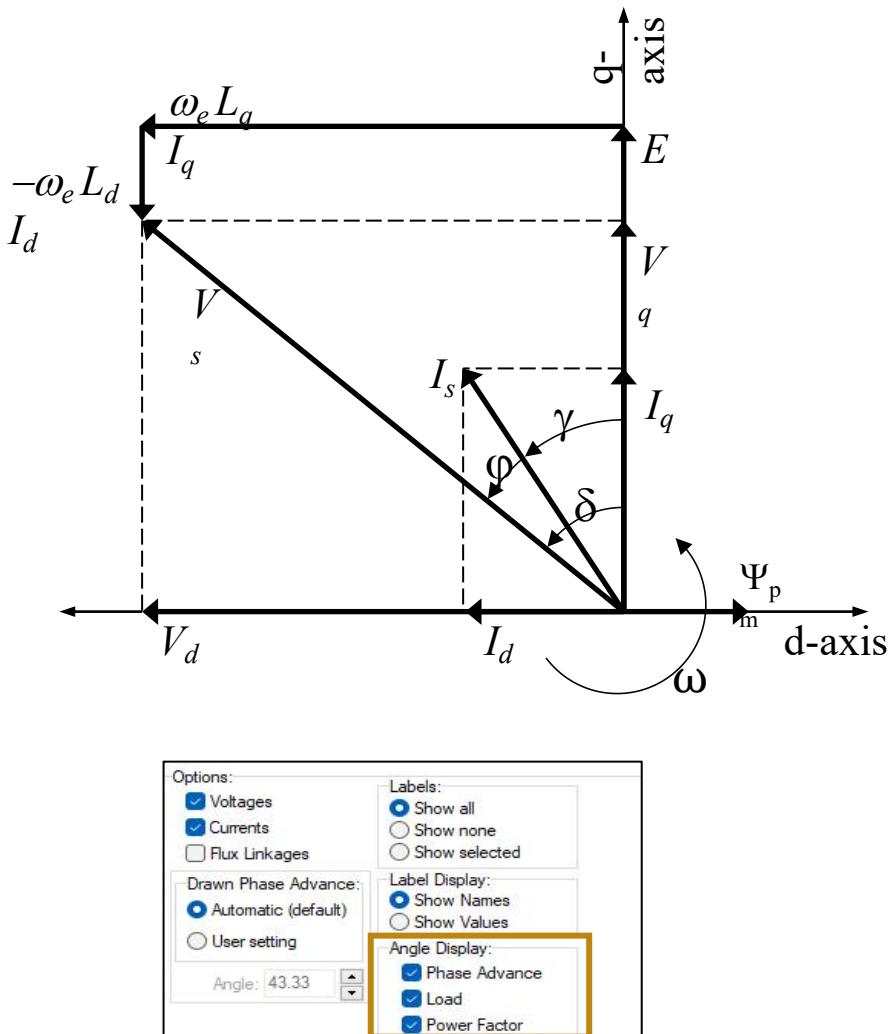


# DQ变换统一化

- 统一的定义和术语  
across Ansys product portfolio
  - Motor-CAD, Maxwell, RMxprt, Twin Builder
  - 更直观的系统建模 (ROM or co-simulation)



- Motor - CAD 相量图中的角度显示选项



# 电机统一性能图谱工作流程

- 工具整合  
with Ansys Maxwell's FEA (2024 R1/R2)
  - maxwell有限元模型替换motor-CAD电磁模型
  - 2025R1转矩脉动MAP
  - 试用于BPM, BPMOR, SyncRel, Sync
- 2025R1支持异步电机

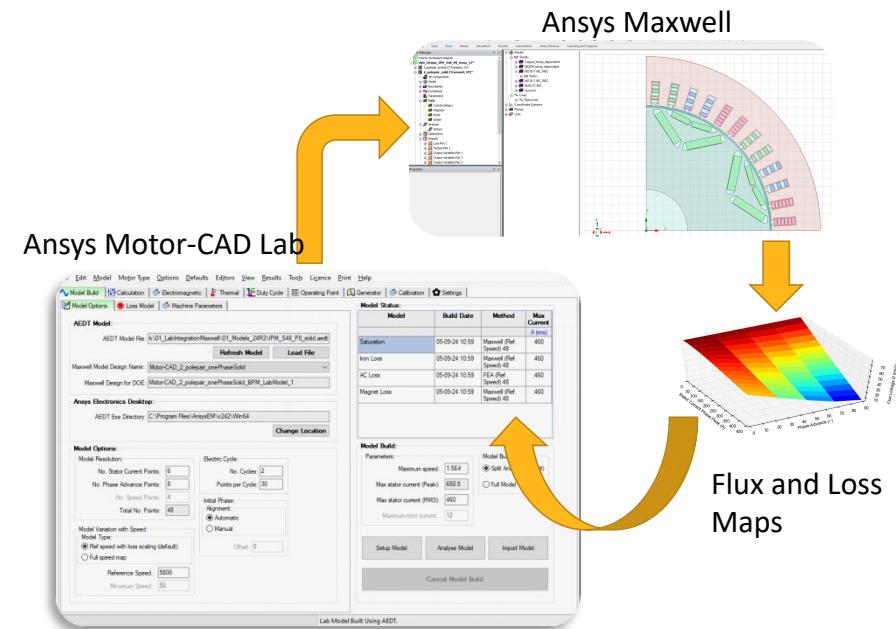
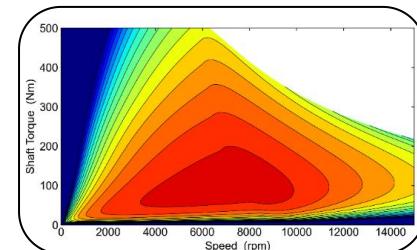
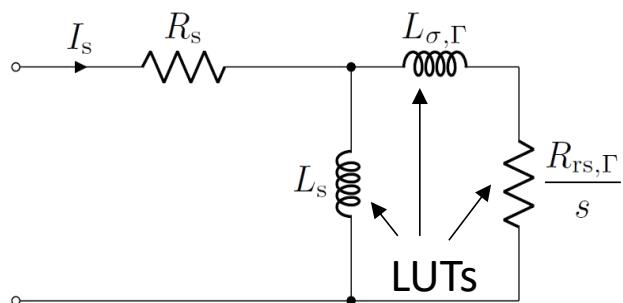
**Saturation Model:**

Model Type:  
 Analytical  
 FEA Map (recommended)  
 FEA Map Advanced

Rotor Leakage Model Resolution:  
 No. Stator Current Points:

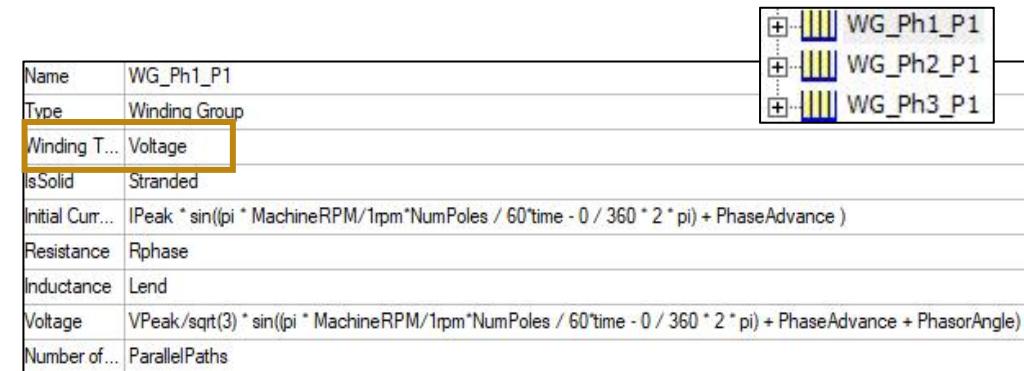
Rotor Resistance Model Resolution:  
 Rotor Resistance Model Type:  
 Analytical (recommended)  
 FEA Map

No. Rotor Frequency Points:

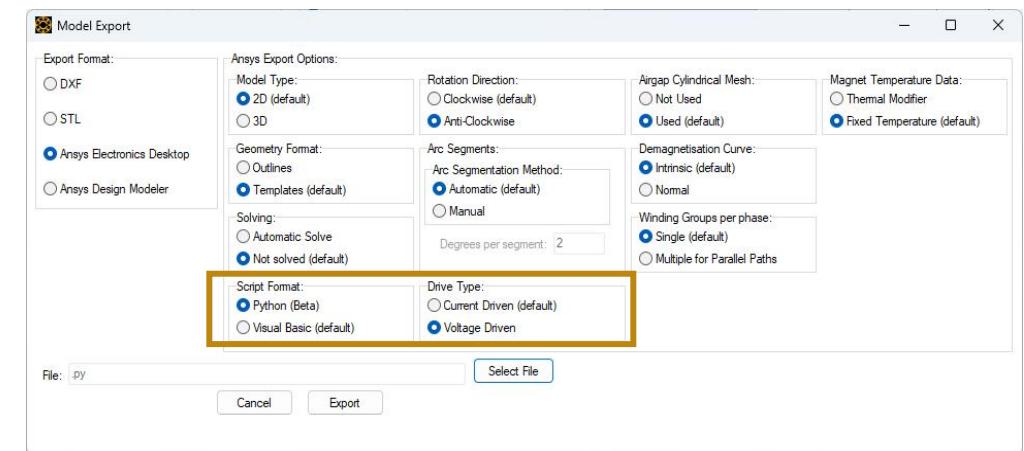


# 增强motor-CAD导出到maxwell

- 电压馈电模型导出
- Motor-CAD calculates
  - 电阻和端部电感
  - 线/相电压
  - 负载和功率因数角
- 导出到 Ansys Maxwell 的模型能自动设置
  - 要求在 motor-CAD 电磁模块求解
  - 无需手动 copy 数据
- 提供 Python 脚本作为 VBS 脚本的替代方案



Name	WG_Ph1_P1
Type	Winding Group
Winding T...	Voltage
IsSolid	Stranded
Initial Curr...	$IPeak * \sin((\pi * MachineRPM/1rpm*NumPoles / 60*time - 0 / 360 * 2 * \pi) + PhaseAdvance)$
Resistance	Rphase
Inductance	Lend
Voltage	$VPeak/sqrt(3) * \sin((\pi * MachineRPM/1rpm*NumPoles / 60*time - 0 / 360 * 2 * \pi) + PhaseAdvance + PhasorAngle)$
Number of...	ParallelPaths





Ansys

