

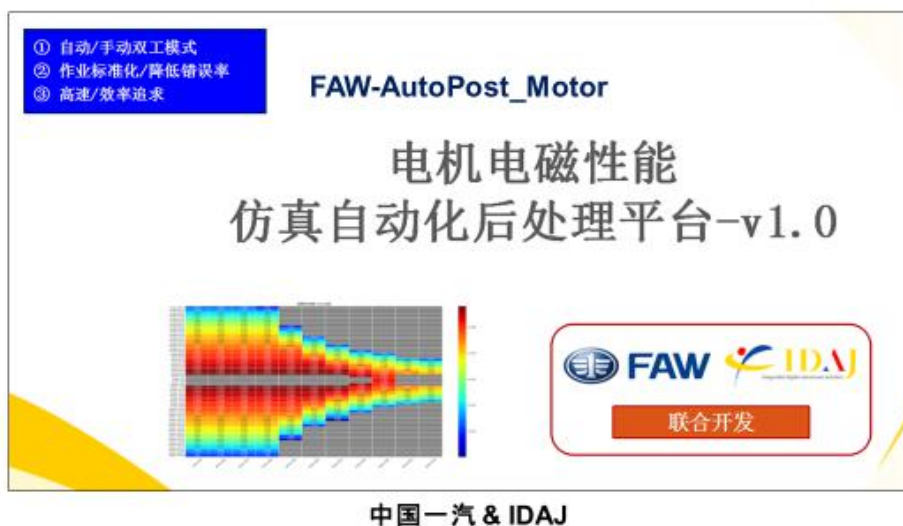
基于 JMAG 的电机电磁性能后处理方法

尹相睿, 郭守仑, 王金昊, 林展汐

中国一汽 新能源开发院

摘要: 如今, 新能源汽车行业发展迅猛, 已成为未来汽车行业的必然趋势, 而其动力核心——电驱系统的开发显得愈发重要。驱动电机的设计过程中需要分析大量的仿真数据, 过程繁琐而机械化, 基于此中国一汽和 IDAJ 公司联合开发了一款基于 JMAG 的电机电磁性能后处理仿真软件—FAW-AutoPost_Motor。该款软件主要有以下几个功能: 一、通过前处理界面可以批量启动 JMAG 计算作业; 二、利用内嵌在软件内部的算法可以将 JMAG 软件计算的基本电磁参数转化成电机的交直流电感、相电压、功率、电机的损耗、效率等高阶电磁参数。三、可以定制化软件的数据筛选规则, 根据对电机转速、相电压等指标筛选出整车实际工况下的电机性能参数, 如电机工作外特性、电机 MAP 云图等, 为新能源汽车驱动电机设计提供数据支持。该软件的应用极大地减少了仿真后处理的工作量, 大幅提高了工作效率, 彻底消除工程师手动处理数据带来的潜在误差和错误。

关键词: 后处理、电机、平台



项目意义

□ 项目背景

- 在电动汽车大力发展的背景下，对电机电磁性能的数值仿真，获取电机的各个性能参数对电机驱动控制至关重要；
- 目前市面上的电机有限元仿真软件都只能输出基本的电磁参数，工程师需花费大量时间进行数据的分析和处理工作；
- 在这样的背景下，IDAJ公司和一汽联合开发了“动力电机电磁性能自动化后处理仿真软件”——“FAW-AutoPost_Motor”。

□ 解决问题

- 将电机电磁性能仿真后处理工作量由原来的2到3个工作日减小到1个小时以内，大幅提高工作效率；
- 利用程序进行自动化后处理，可消除工程师手动处理数据带来的潜在误差和错误；
- 强化工程经验，建立驱动电机开发核心竞争力。



创新优势

□ 数据全面

- 解析的电机参数全面，做到电机与驱动相结合。目前电机设计工程师通过电磁仿真软件可以方便计算磁通密度、转矩、转速、反电动势、铜损、铁损等常规的电机性能参数，本项目经过数据分析，还能够输出交直流电感、同步电抗、交直流电压、转矩波动、转矩角、功率因素、电机效率、逆变器损耗、系统功率、系统效率等。除了输出常规电机性能参数，还能输出驱动相关的参数，极大方便了驱动工程师。

□ 参数化集成方法

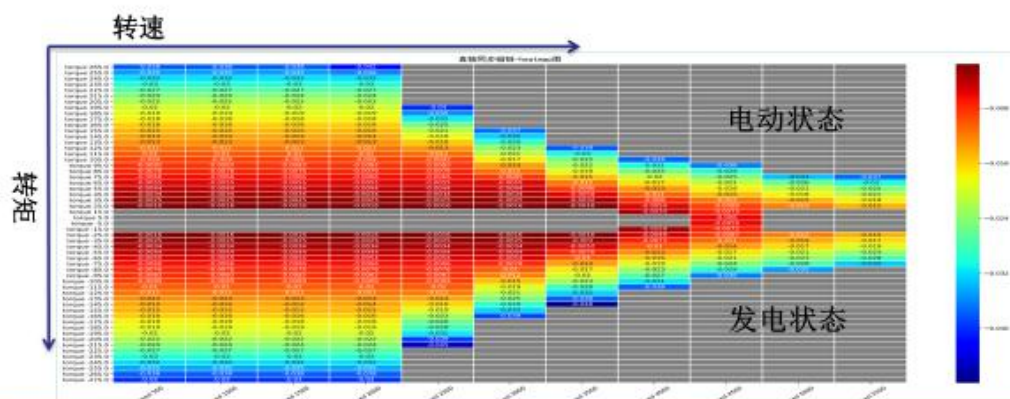
- 目前电磁仿真软件需要重复操作或通过繁琐参数化设计进行多工况计算，同时对每个工况需要重复设置电感、铁损、转速等计算条件，工作量极大，而且易出错。
- 本项目利用JMAG的自动化脚本，将JMAG强大的参数化设计、电感计算工具、铁损计算工具、转速条件等集成在一起。工程师无需再进行繁琐、重复的设置就能得到结果，实现“一键式”计算。



创新优势

□ 数据MAP方法

- 目前电磁场仿真软件各个工况点下计算的性能参数离散、很难得到它们之间的关联度或者趋势，本项目提出了将电机性能参数map输出，能够有效地挖掘出电机各参数的关联度和趋势，非常有利于电机和驱动开发工程师了解该款电机的性能和指标。



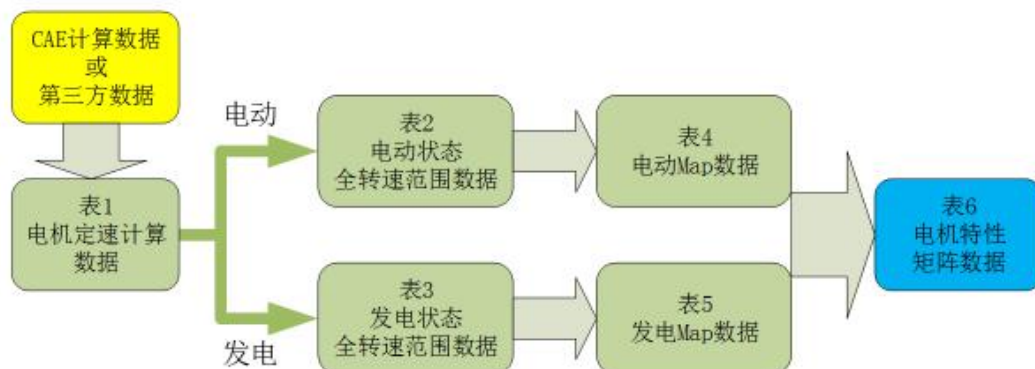


软件功能

□ 基于CAE直接计算数据的自动化后处理流程。

□ 支持用户导入第三方准备的数据，直接进行数据的后处理工作，包括：

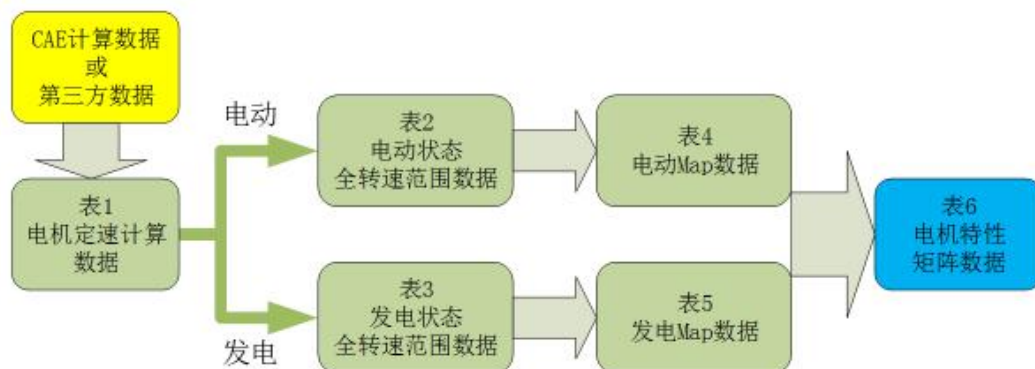
- 用户已有的CAE计算数据文件
- 基于实验所得的数据文件



软件功能

□ 各个数据表的创建过程完全独立，用户可直接创建任意的数据表，例如：

- 用户可直接导入CAE原始计算数据，或第三方实验数据，自动创建所有的6个数据表。
- 也可导入已有的数据表，创建下一张数据表，如直接导入表2，创建表4。





软件介绍

□ 用户界面



软件介绍

□ 解析参数设定

- 设定项目路径
- 设定解析参数
- 设定数据后处理参数
- 提交作业
- 终止作业



软件介绍

□ 数据处理

➤ 自动模式

- ✓ 导入数据
- ✓ 生成表1
- ✓ 生成表2
- ✓ 生成表3
- ✓ 生成表4
- ✓ 生成表5
- ✓ 生成表6
- ✓ 生成map图



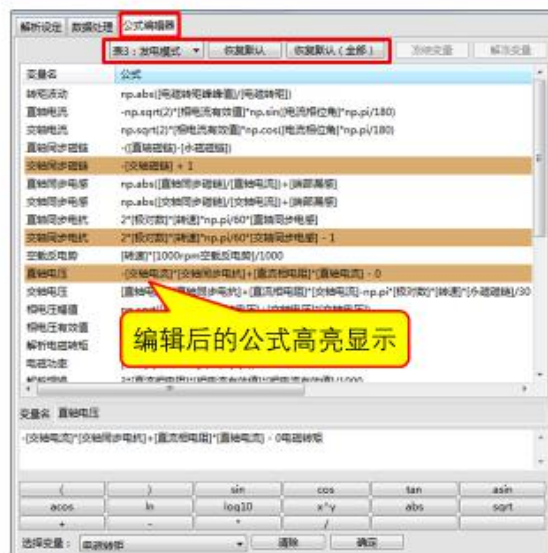
➤ 手动模式



软件介绍

□ 公式编辑器

- 选择电机工作模式
- 修改公式
- 恢复单个公式
- 恢复所有公式



应用案例

软件版本:JMAG 17.0

输入电流 : 50-700 step : 50

输入电流相位角 : 1-179 step : 1

极对数 : 4

直流相电阻 : 0.0097

交流相电阻 : 0

1000rpm空载反电势 : 37.0

永磁磁链 : -0.050673

端部漏感 : 0

最低转速 : 500

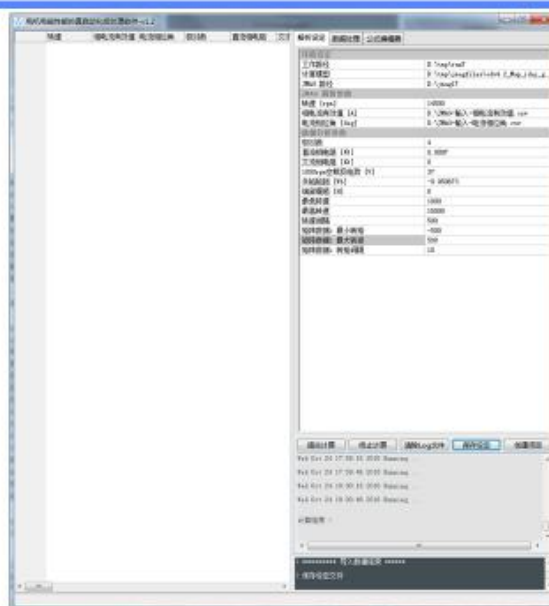
最高转速 : 15000

转速间隔 : 500

最小转矩 : -500

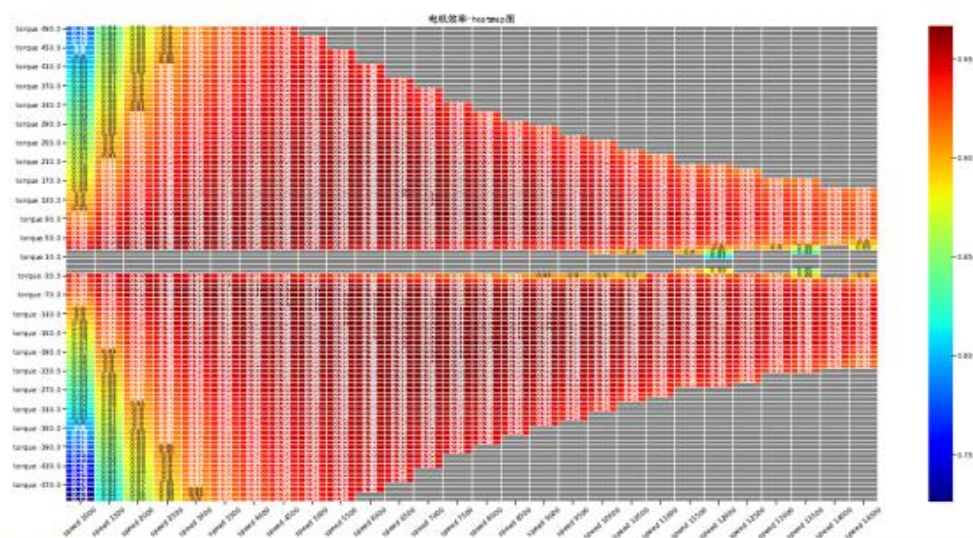
最大转矩 : 500

转矩间隔 : 10



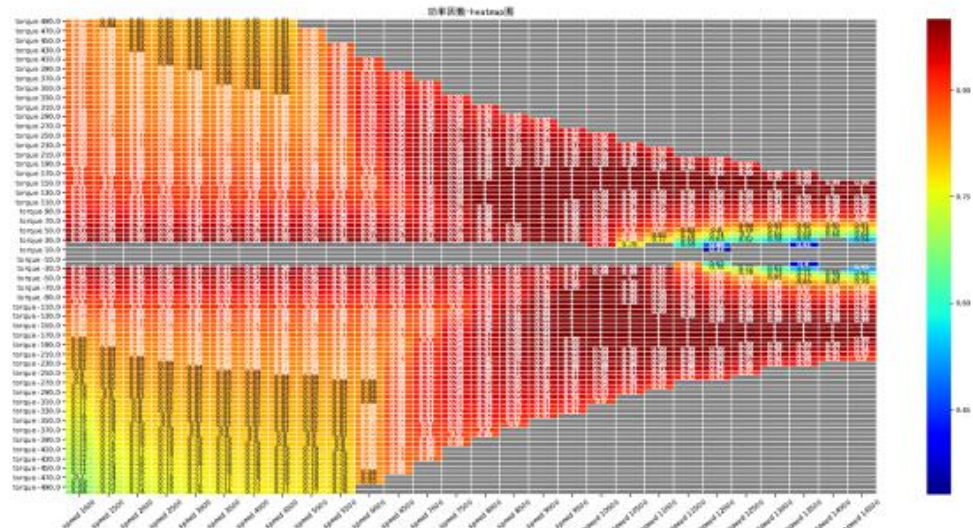
应用案例

➤ 电机效率Map图



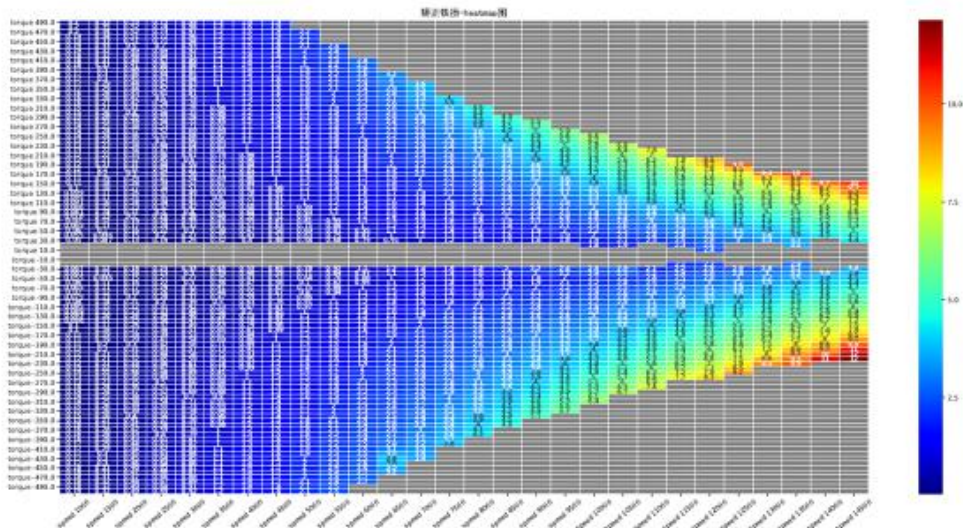
应用案例

➤ 电机功率因数Map图



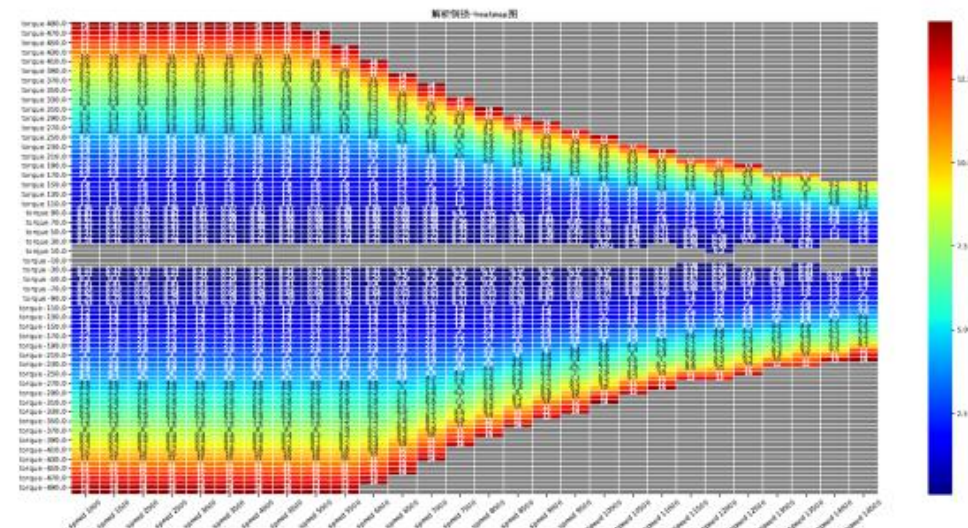
应用案例

➤ 电机铁损Map图



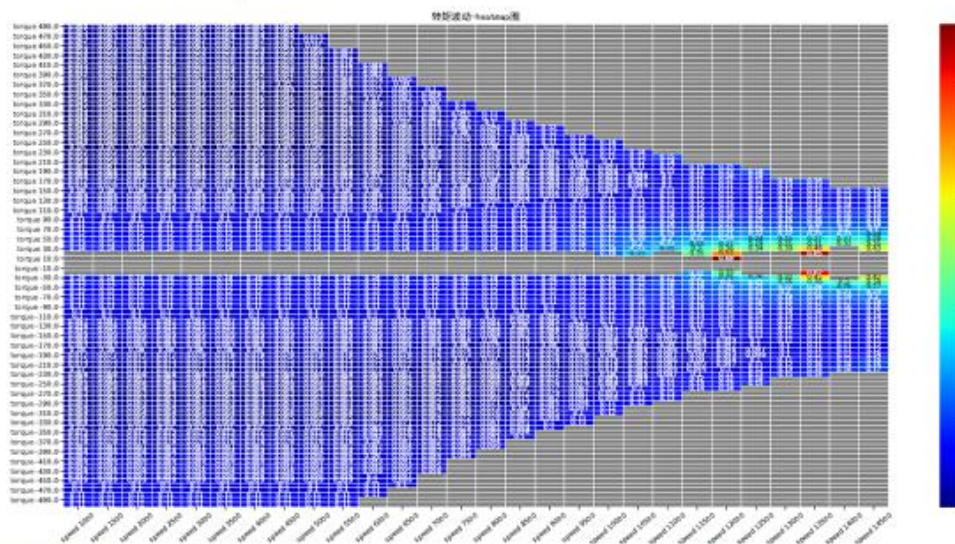
应用案例

➤ 电机铜损Map图



应用案例

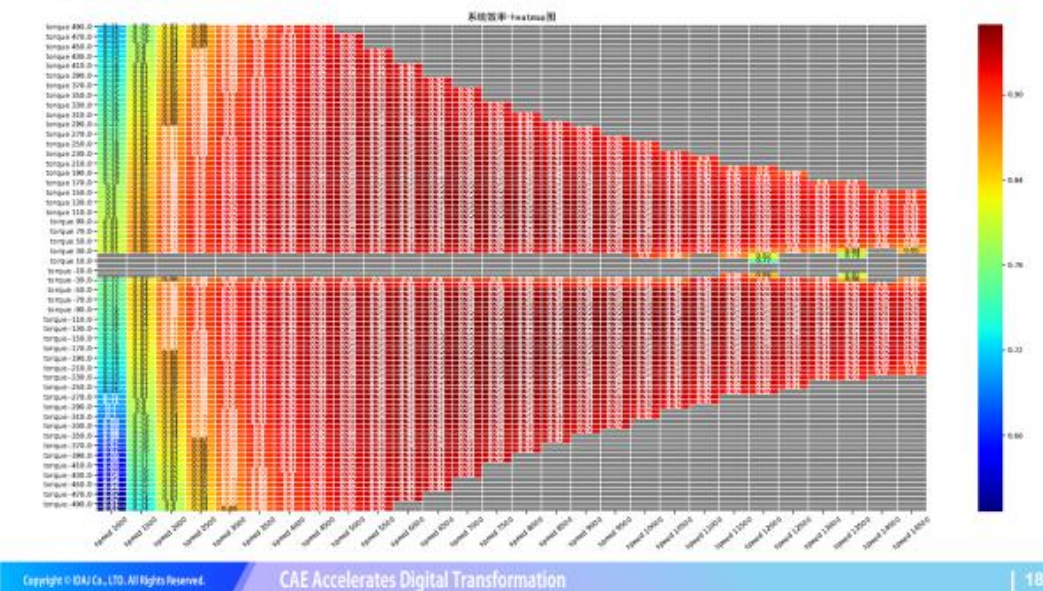
➤ 电机转矩波动Map图





应用案例

➤ 电机系统效率Map图



总结

- 应用案例共1243cases，用时49h23min，计算机占用6.7G内存，采用高效并行可以缩短时间
- 本后处理程序完全实现自动化处理，可大大缩减数据处理时间
- 在解析设定中加入插值功能，可以进一步降低运算量，缩短计算时间