

艾迪捷信息科技（上海）有限公司

IDA J-China Co., Ltd.(Shanghai Office)

ADD: 上海市浦东新区张杨路620号中融恒瑞国际大厦东楼2001室 200122

TEL: +86-21-5058-8290 5058-8291 5830-5080

FAX: +86-21-5058-8292

IDA J-China Co., Ltd.(BeiJing Office)

ADD: 北京市朝阳区光华路甲14号诺安基金大厦1601室(16楼) 100020

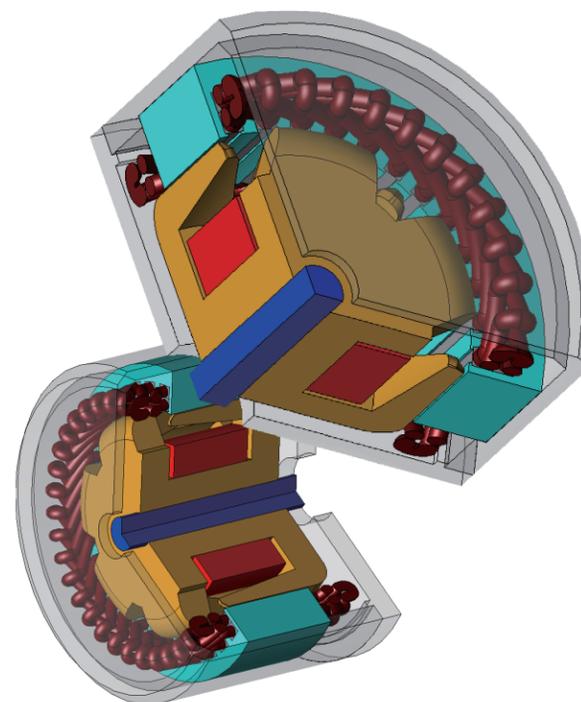
TEL: +86-10-6588-1497 6588-1498

FAX: +86-10-6588-1499

技术支持: support@idaj.cn

公司网址: <http://www.idaj.cn>

E-mail: info@idaj.cn



JMAG[®]

电磁场综合仿真软件



JMAG软件由日本JSOL公司开发



简介 About Us



艾迪捷有限公司 (IDAJ Co., Ltd简称IDAJ) , 于1994年成立于日本横滨, 是亚太地区最大的流体分析(CFD)、仿真技术咨询、综合CAE/CFD软件销售和技术服务商之一。主营业务为: 为日本、韩国、中国、英国等国提供CAE咨询服务以及代理销售英国、美国、德国等世界一流的CFD、CAE软件。经过多年发展, 公司目前已在横滨总公司之下开设了神户、名古屋、北京、上海分公司及英国办事处。

秉承IDAJ深厚的技术背景和先进的服务理念, 艾迪捷信息科技(上海)有限公司(简称IDAJ-CHINA)于1997年在北京成立。此后, IDAJ不断发展壮大, 相继成立了北京、上海分公司, 拥有国内顶尖的技术咨询团队, 为国内外客户提供包括流体分析、电磁场分析、发动机性能匹配、多目标优化等全方位的CAE服务。公司客户遍及航空、航天、汽车、家电、铁路、电子、船舶等行业以及众多知名高校和科研院所。

JSOL公司成立于2006年7月, 主要产品包括JMAG、LS-DYNA、JSTAMP与HYCRASH等CAE(计算机辅助工程)软件, 公司总部位于日本东京, 注册资金50亿日元, 股东包括NTT数据公司和日本技术研究院, 截止到2011年4月, 公司已有员工1300多人, 在世界各地设有代理和本地支持机构。



JSOL公司依靠先进的技术和丰富的经验, 为用户提供计算机解决方案以满足用户多方面的需求, JSOL的理念不仅在于深层地了解用户的需求, 解决他们的问题, 而且致力于与客户建立长期可靠的合作伙伴关系。

JMAG是JSOL公司开发的一款电磁场有限元仿真软件, 在日本电机行业的占有率达到90%以上, 台湾、韩国、欧美等地也有很多大学和公司用户正在使用JMAG, 国内越来越多的企业和高校已经或正在成为JMAG的用户。

目录 Content

02	JMAG 简介
03	JMAG 家族
04	JMAG 四大优势
06	JMAG 电机设计
08	变压器设计
09	感应加热器设计
10	大型风力发电机设计
11	断路器设计
12	JMAG-VTB(虚拟测试平台)
13	优化设计
14	JMAG仿真技术
16	Model-based Development With JMAG
17	模块功能
18	JMAG应用范围
19	JMAG应用案例展示



JMAG 软件是由 JSOL 公司研发的一款电磁场仿真软件，自 1983 年商业化以来在电动机、发电机、励磁器、电路元件以及其他的电磁领域发展了超过 600 家包括公司、高校以及各类研发机构的客户。随着仿真行业的快速发展，JMAG 的客户群不断扩展，得到更多的仿真专家和设计工程师的认可。

市场

JMAG 通过提供领先的仿真技术已经赢得了工业界的广泛信任，可以很好的满足产品研发的不同技术需求。

<h3>汽车行业</h3>  <p>在前期研发过程中得到更严谨的结果</p>	<h3>家电行业</h3>  <p>预估产品的最终性能</p>	<h3>电力设备</h3>  <p>在苛刻的条件下评估设备性能</p>
<p>在新能源汽车的发展过程中 JMAG 被越来越多的工程师采用作为初阶段研发设计工具。</p>	<p>JMAG 的强大多物理场仿真功能被越来越多的工程师采用，在现代家电产品功能越来越多样化的前提下用来更快速和准确的预测家电产品的各种性能。</p>	<p>JMAG 被工程师用来演示那些用来物理仿真和几何约束的严格测试，用来达到更好的效果和更高的效率，这不仅对电力设备，而且对我们的日常生活有着重要意义。</p>
<h3>数字设备</h3>  <p>分析设备，针对不能进行实测的分析</p>	<p>在无法进行常规测试的领域，JMAG 的独特解决方案在数字设备中得到广泛应用。</p>	<h3>工业自动化</h3>  <p>在真实的控制工况下探测设备的内部工作情况</p>
<p></p>	<p></p>	<p>JMAG 被用来探索大量的设计方法，即使产品已经连接上控制电路，也可以通过测试设备在实时环境下的表现来提高控制水平。</p>

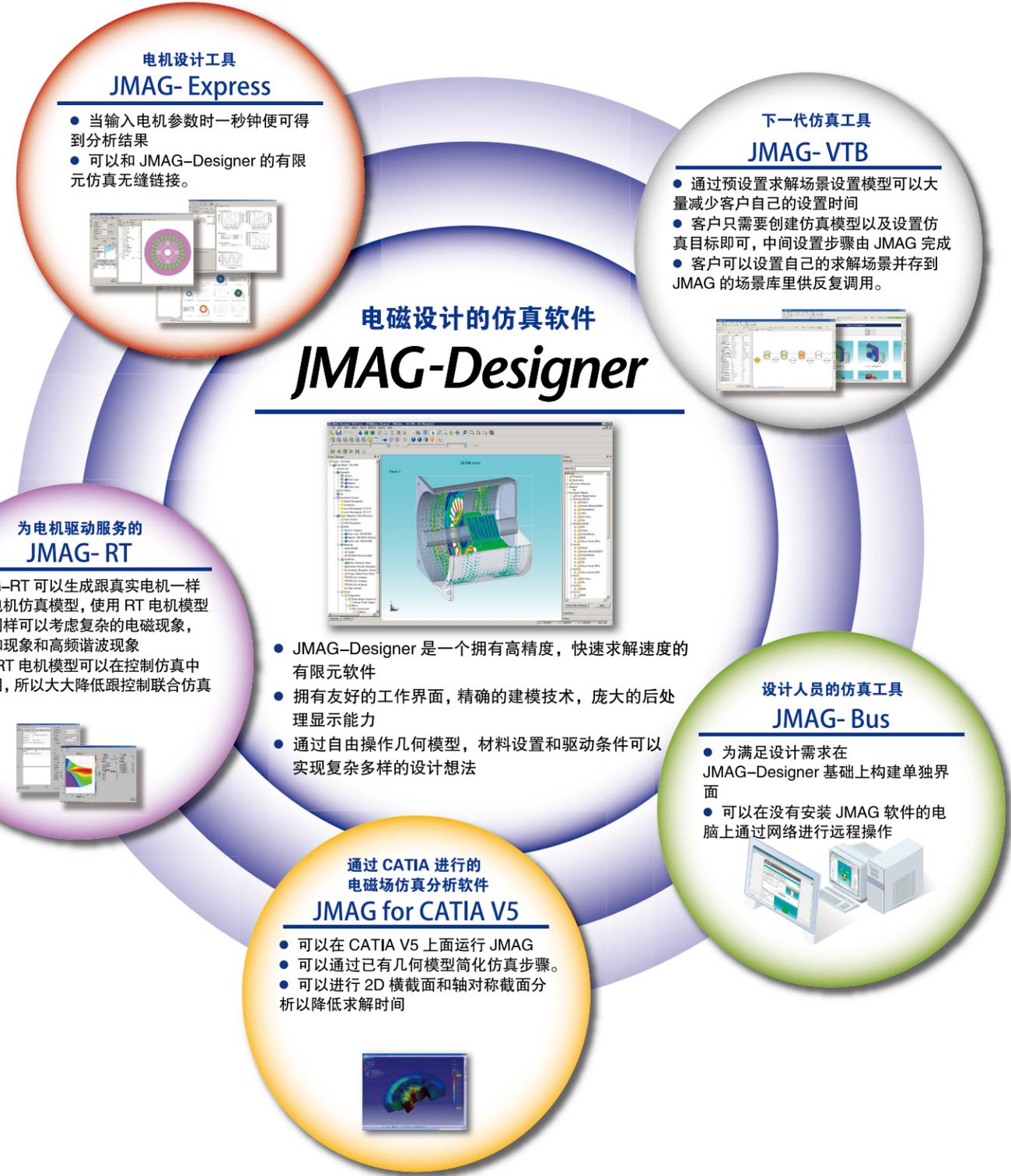
典型的应用、分析功能

JMAG 提供电磁场分析，热场分析，结构场分析，跟控制软件的联合仿真分析等以满足当前的电磁设备所需要的复杂的多物理场的联合仿真需求。

典型应用	分析功能	接口
<ul style="list-style-type: none"> 电动机 发电机 变压器 电抗器 电磁阀 制动器 ... 	<ul style="list-style-type: none"> 磁场分析 电场分析 结构分析 热场分析 多物理场耦合分析 	<ul style="list-style-type: none"> 主要的 CAD 软件接口 驱动、控制电路接口 优化软件接口 和其他 CAE 软件接口

JMAG 集团

JMAG 集团的使命就是为全世界范围内的客户提供更有价值的电磁设备的仿真解决方案。我们的职员都是仿真工程领域和实际应用领域的很有经验的专家，可以帮助客户解决各个应用范围内的问题。JMAG 集团由销售、技术支持、市场、研发团队以及各个领域的合作伙伴组成，分布在全球各地，一起为大家提供更好的解决方案。



JMAG的四大优势

准确分析

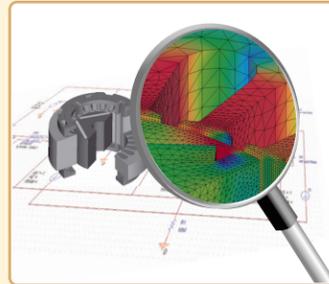
计算机仿真可以使工程师们观察到无法用肉眼看到的电磁世界，这就像显微镜能够让人们观察微观现象，或者像天文望远镜可以使天文学家观察到宇宙中的星辰。随着电磁设计中复杂性的呈现，创新性的分析方法显得越来越重要。准确的模型对于精确地捕捉和重现电磁现象至关重要。模型越准确，分析几何模型和材料特性的微小偏差对求解精度的影响就越小。JMAG 提供了最新的独创性技术以达到精确建立复杂几何模型和材料属性，并且与电磁场耦合分析热和结构现象。通过 JMAG 提供的最精确的分析，设计和制造过程可以被彻底改进。

几何建模

- 具有与当前几乎所有的主流CAD软件的接口
- JMAG自带几何模型编辑器
- 对气隙和绝缘层的巧妙处理
- 方便地进行偏心设置
- 有效地反映边缘效应
- 可对绕组铜线进行智能的细化建模
- 剖面分析（3D转化为2D）

材料建模

- 材料库非常丰富，包含超过700种的材料
- 叠压性/各向异性的设置
- 永磁体包含充磁/退磁属性
- 软磁材料属性包含压力和温度的影响
- 可以分辨铁耗中的磁滞铁耗与涡流铁耗
- 包含磁致伸缩材料



网格剖分

- 自动剖分
- 自适应剖分
- 滑移剖分
- 层剖分
- 薄片剖分
- 集肤效应剖分
- 打包剖分
- 空气域自动剖分
- 旋转对称剖分
- 手动剖分设置
- 局部剖分尺寸指定

求解分析

- 与控制回路联合仿真
- 温度分析
- 结构分析
- 电感计算
- 铁耗计算
- 声压计算

高速求解

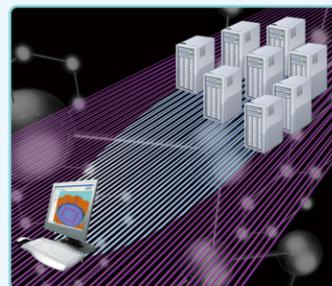
在当今产品竞争日益激烈的环境中，制造者需要生产高效的综合产品。这种高效性，只有通过每一个可能影响产品性能的微小细节的精确分析，才能够实现。在有限的设计时间内，高速的求解器可以使更多的细节在仿真计算中得以检验。因此，高速求解器直接关系到精确分析结果的获得。高速的求解器不仅能够提高计算的速度和准确性，而且可以使工程师开发和验证更多的设计方案可行性，从而确保了设计结果的有效性。JMAG 的高速求解器满足精确分析和设计有效性的要求。

高速求解

- 高效的迭代算法
- 并行运算
- 子循环耦合计算
- 运用特征模型联合仿真：JMAG-RT
- 时间周期误差修正算法

分布分析

- 分布处理功能
- 抽点分析功能
- 远程执行功能



简单高效

先进的仿真工具往往煞费苦心设计了复杂的界面，但是这些复杂的操作常常会使初学者望而却步。JMAG 的设计理念集中于提供给用户一个既具有先进仿真分析能力又易于被初学者接受的用户界面。另外，JMAG 提供了一个可以指导用户完成他们的分析操作的自学习系统和反馈功能。JMAG 的用户界面一直努力提供一个同时方便初级和高级用户的有序且高效的环境。

直观形象的用户界面

- 拖拉式的条件设置
- 项目树式的设置清单结构
- 电路编辑器/热路编辑器

相关帮助资料

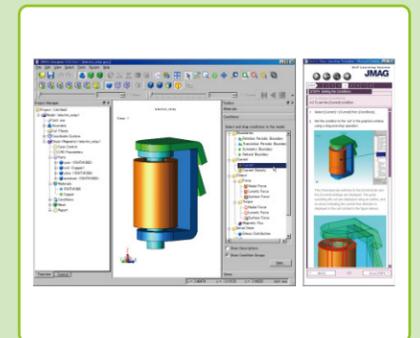
- 在线帮助
- 自学习系统：JMAG-SLS
- 丰富的应用案例
- JMAG官网及时提供最新的软件信息

反馈

- CAD图形诊断系统
- 条件设置诊断功能
- 分析监控

自动化

- 参数化计算
- 自动优化
- 快速分析模版
- 自动生成分析报告
- 支持脚本语言操作
- 通用批处理系统



开放界面

JMAG 是一个综合性的软件，它为用户提供了集成仿真所需要的全部工具的最佳环境。为了使应用更广泛，JMAG 提供了一个可以和其他软件协同工作的开放式界面。任何用户都可以配置一个集成大量软件的、符合用户个人需求和工作特点的系统。JMAG 与其他软件的高兼容性丰富了设计的可能性，同时也使用户充分利用了对现有软件的投资成本。

CAD Link

- CATIA
- Pro/ENGINEER
- SolidWorks
- NX

脚本语言

- Python
- VB Script
- JScript

实时联合仿真

- OPAL-RT
- DSP Technology
- dSPACE
- National Instruments

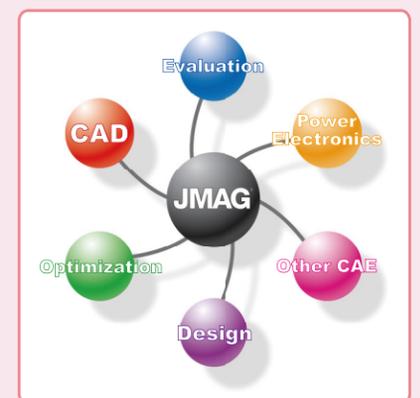
系统级联合仿真

- MATLAB/Simulink
- PSIM
- Labview
- GT-SUITE
- MapleSim (preliminary)
- SABER (preliminary)

与其他CAE系统联合

- Nastran
- Abaqus
- LMS Virtual.Lab
- AcuSolve
- MpCCI
- mode FRONTIER
- Optimus
- SPEED

* 通过多场分析的文件导出工具现在已经基本上可以跟任一 CAE 软件联合仿真了



即使电机是一个被认为拥有 100 年历史的成熟的产品，但为了增强市场竞争力，对其性能进行优化的要求一直在增长。有限元分析 (FEA) 对电机开发并保持其竞争力来说，是必不可少的。自从 JMAG 问世以来，世界各地的工程师们已经用它来完成了大量的电机开发项目，无数的实践证明了 JMAG 在电机设计研发领域中的显著优势。我们所积累的电机设计知识和经验使得我们能够提供强力且方便的仿真技术。

能力

评估复杂现象，例如热退磁现象，振动噪声现象，另外，包含一些基本的特性评估，例如感应电势，转矩和电感等。

典型分析

获得感应电势、转矩、齿槽转矩、电感、磁链、铁耗、铜耗、磁钢损耗、磁导率、敏感性分析、提取等效电路模型、热源、温度分布、偏心、应力、振动、噪声、充磁、去磁、斜槽效应等。

支持电机设计的功能

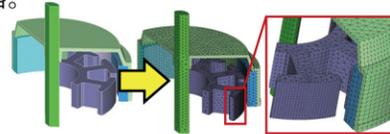
轻松完成全范围的复杂分析

JMAG-Express/Motor Template Tool

- 用户可通过电机快速设计模板定义几何参数，材料，绕组类型以及励磁电路等设置。
- 分分钟创建出电机模型，分分钟也可以计算出电机的特性曲线，如转矩转速曲线，效率转速曲线等。
- 除了已有的电机模板，用户可以任意编辑、创建自己的电机模板。
- 批处理参数计算
- 电机快速建模模板包含永磁电机，感应电机，开关磁阻电机，有刷电机，Universal电机

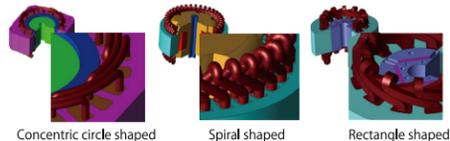
Meshing

- 网格质量直接决定了软件求解的精度，而JMAG的网格就是专门为电机仿真分析而生。
- 不管你的几何模型是哪一种类型，都可以通过几步简单的设置自动的生成高质量的网格。



Coil Modeling

- 绕组设置可以通过绕组自动设置器进行设置，或者手动设置绕组的输入和输出槽
- 可以更精确的计算漏磁对绕组端部和电机外壳的影响

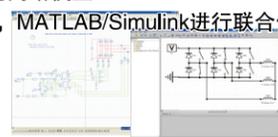


损耗计算

- 通过更加先进的材料库的建立，客户可以自动的计算铁耗中的涡流损耗和磁滞损耗

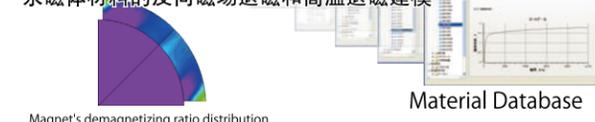
Coupled Control/Circuit Simulations

- 可以在JMAG中搭建电路，分析实际驱动状态下的性能，例如：逆变器等
- 建立任意使用LRC和二极管的电网络模型
- 与电力电子仿真软件例如PSIM，MATLAB/Simulink进行联合仿真分析



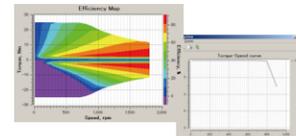
Material modeling

- 由领先的材料生产商直接提供超过700种材料的属性，包括了永磁体、钢片和其他软磁合成材料的BH曲线、损耗曲线等。
- 客户可以自定义材料并注册到JMAG材料库中。
- 用户在硅钢片设置中可以考虑各相异性、不同压力下的材料特性
- 永磁体材料的反向磁场退磁和高温退磁建模



Efficiency Maps and Speed vs Torque Curves for PMSM

- 通过JMAG-RT工具创建电机模型，在JMAG-RT Viewer里简单地定义控制方式，便可以生成转矩-转速特性曲线和效率MAP图。



电感计算

- 可以自动计算电机电感
- 可以通过工具计算永磁电机的dq轴电感

JMAG电机设计步骤



JMAG-Express Quick Mode/JMAG-Express Power Mode /JMAG-Designer之间共享几何模型和条件设置

工具	目标电机	输出
JMAG-Express Quick mode	永磁电机 开关磁阻电机	<ul style="list-style-type: none"> • 简单计算 • 转矩-转速曲线 • 转矩-效率曲线 • 铜耗/铁耗 • 电感，电压，电磁力分布
JMAG-Express Power mode	永磁电机	<ul style="list-style-type: none"> • 基本特性： <ul style="list-style-type: none"> • 空载（JAC173）齿槽转矩波形/感应电压波形/磁力线和磁密分布/定子损耗/定子铁耗密度分布。 • 负载（JAC173）转矩波形/电压波形/磁力线和磁密分布/定子损耗/定子铁耗密度分布。 • 电感Ld/Lq随电流角β变化特性曲线，永磁/磁阻转矩和总转矩随电流角β变化的矩角特性。 • 效率图(JAC163)，转矩-转速曲线/效率图。 • 考虑了PWM谐波的铁耗分析（JAC090），转子和定子的铁耗（包括磁滞、涡流损耗）分别与频率相关的特性分析，铁耗包括磁滞、涡流损耗的损耗密度分布。 • 考虑了PWM谐波的永磁体涡流损耗分析（JAC175）。涡流损耗随着磁钢分块数的变化，涡流损耗密度分布云图和矢量图 • 电磁转矩成分分析（JAC156），磁力线分布和磁密分布，不同电磁转矩成分作用下的磁力线和磁密分析，永磁/磁阻转矩和总转矩随β角变化的矩角特性曲线。
	感应电机	<ul style="list-style-type: none"> • 等效电路参数 • 驱动特性
	开关磁阻电机	<ul style="list-style-type: none"> • 转矩特性 • 线启动分析 • I-Psi特性 • 驱动特性 • 静特性 • 动态特性

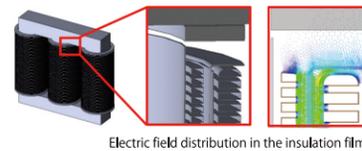
近些年来,变压器产品面临的要求越来越严格,这个趋势将导致其在 CAE 方面应用的增长。变压器技术研发朝着体积小化,能力最大化的方向发展。尤为重要的是,变压器的输出功率一般很大,所以,高效率和低损耗成为最重要的挑战。同时为了保证变压器设备能够长期安全地运行,也追求耐久性高的绝缘和绕组。变压器出现的主要问题是由其自身的物理特性引起的,例如,变压器的漏磁链随着其容量增加而增加,这就会增加油箱壁中产生的涡流损耗。绕组端部的磁链也需要被观测以检验绝缘的耐久性。JMAG 不仅可以观察到复杂的物理现象,而且它能够帮助降低变压器的开发成本。

分析功能

JMAG 软件利用其多物理场耦合仿真可以准确的模拟由变压器绝缘产生的热和振动等多种物理现象。JMAG 软件可以准确地分析基本的电场分布和磁场分布,也可以分析出铜耗和铁耗、电磁振动和噪声。

分析绝缘阻抗

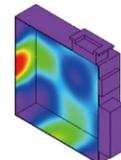
• JMAG可以分析变压器的绝缘阻抗,包括绕组及其电场分布



Electric field distribution in the insulation film

分析漏磁和杂散损耗

• JMAG可以准确地处理磁路法难以计算的漏磁,使计算油箱壁上的杂散损耗成为可能。这样使设计者可以考虑油箱的几何尺寸以及优化油箱与变压器之间的位置关系。



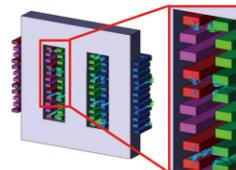
Magnetic flux density distribution on the tank wall

铁心中的铁耗分布

• 对应于不同的铁心模型, JMAG软件可以将铁心铁耗分为磁滞和涡流损耗,并且计算每个分量占总损耗的比例。

分析绕组产生的电磁力

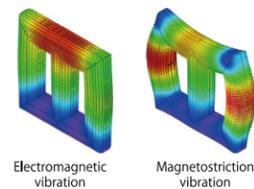
• 在能量传递中产生的瞬时电流会在绕组产生很大的洛伦兹力, JMAG可以通过分析电磁力,预测绝缘膜的磨损情况。



Lorentz force distribution produced in the winding

振动/噪声

• 可以计算电磁振动以及磁致伸缩振动,并且可以比较各个振动对总的振动的贡献值。



Electromagnetic vibration Magnetostriction vibration

生热现象

• 通过定义计算好的铜耗、铁耗以及杂散损耗为热源进行温度场分析, JMAG可以得到铁心及油箱中的温度分布。

支持变压器设计的功能

材料建模

• 客户可以创建考虑面内面外方向叠片系数的铁磁材料,同时可以考虑易轴和难轴的属性。
• JMAG的材料库中也包含了结构铁磁材料属性

网格功能

• 集肤效应剖分器可以更好的计算涡流效应对杂散损耗的影响, JMAG的自动剖分器的功能不仅可以指定每个部件的剖分尺寸,也可以指定部件的集肤效应剖分尺寸,这样可以既获得高质量网格,又降低了网格数量。

近年来,工程师们利用电磁感应对金属加热并应用于多种场合。利用高频电源供电在金属表面产生高涡流从而对金属加热。然而,随着温度的升高,生热的区域会发会转移。工程师们通常只有两种选择去捕捉这种复杂的现象:一是基于对表面温度的测量来估计工件内部的情况;二是测量加热后工件横截面的温升。JMAG 提供了新的途径以观察这些复杂的物理现象。

功能

分析生热区域和基于 JMAG 温度分布的温度转移现象,以优化绕组的排布和工件的结构。通过分析涡流、非期望区域产生的磁链以及生热线圈附近的漏磁链,来改进绕组的排布。

加热工件的温度分布

• 可以获得加热工件的温度分布,可以很好的确定到加热器件目标温度的范围和深度。

电流密度分布

• 在高频感应加热中,加热工件和绕组会产生不均匀的电流分布, JMAG可以仿真复杂模型的涡流分布。

热效率

• 通过电磁感应可以把电能转化为热能,用户可以计算出输入电功率和输出热能,这样可以很容易精确的计算需要输入的电功率。

漏磁场

• 加热线圈周围的磁场可以通过JMAG计算出来。

探测点的温升计算

• 用户可以通过加热线圈随着时间的温度变化情况预估达到加热目标所需要的时间,同时可以测得加热线圈温度探测点的温度上升频率。

热流分布

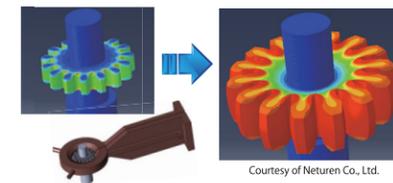
• 当温度上升时,材料特性变化会影响热场的分布。如果加热绕组设计合理的话这些变化都是参考指标。

绕组电阻和电感

• 高频电流会导致电流的不均匀分布,从而导致器件的不均匀受热和材料的电阻变化,升高的温度也会导致材料的电特性的变化从而影响电感的值。

感应加热器的应用案例

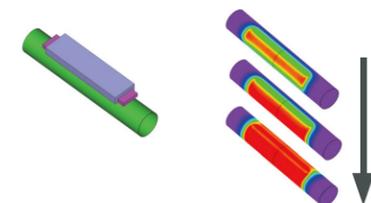
● 齿轮的高频加热



Courtesy of Neturen Co., Ltd.

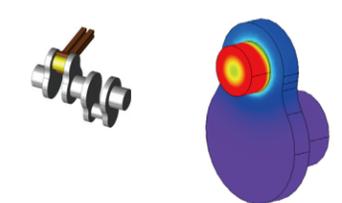
分析齿轮的外表面高频感应加热可以很好的计算由于温升导致的热膨胀而带来的机械变形。

● 打印机的固定点加热



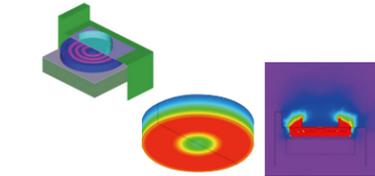
通过固定位置的绕组对打印机滚轴进行加热,滚轴不同位置的温升变化是不同的。

● 曲轴的高频感应加热



当曲轴旋转的时候,高频加热器快速的加热接触部分,所以也会生产不均匀的温升分布。

● 电磁炉



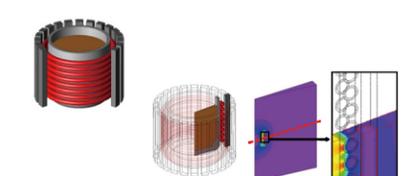
通过对加热绕组的位置优化后可以更有经验的对电磁炉的锅底进行加热,也可以计算漏磁通对其他部件的加热情况。

● 恒速连接点的高频感应加热



通过内置感应加热绕组的方式对凹面物体进行感应加热。

● 感应炉



可以研究不同的铁磁材料位置和漏磁的关系。

由于新能源产业的崛起，很多传统能源如热电和水电也开始重新研究了，这些应用都需要研发更有效率的发电机。而提高这些大型发电机的效率需要完全的新技术，而不仅仅是在原来技术上的慢慢改进。两个在大型发电机上最重要的现象，一是降低杂散损耗，二是降低涡流损耗，而这些都是需要精确的仿真分析和研究的。从材料设置到网格剖分等等都是可以影响到仿真分析的精度和求解时间。JMAG 的强大的求解器和高度自适应的网格剖分能力都是很适合大电机的分析研究的。

分析特性

通过降低杂散损耗来提高发电机效率的话，首先需要确定杂散损耗由哪里产生，同时要明确涡流电流的分布。JMAG 可以精确的仿真磁场和涡流电流的分布，可以很好的测试一个新的设计能否很好的降低漏磁并且最小化他们不需要的涡流电流。

发电机工作特性

- 可以计算功率曲线，电压和电流曲线，可以看磁密分布，铁耗分布和涡流电流分布。

支架的涡流损耗

- 涡轮发电机的支架经常通过制造很多小的缝隙来降低绕组端部的涡流。但是这些都需要在3D分析里才可以做，JMAG可以很好的满足这个需求。

Change in the eddy current distribution from the difference in geometry ends

绕组端部导致的杂散损耗

- 大型发电机经常拥有庞大的端部绕组，这些会导致杂散负载损耗。3D模型可以精确的分析绕组端部的影响，很多软件没法快速的求解庞大的3D模型，但是JMAG可以快速求解大的3D模型。

阻尼环的损耗

- 水轮发电机的转速很低，但是极数多。在发电机的转子表面使用阻尼环变得非常必要，它可以使转速稳定，从而保证输出电压稳定，这些阻尼环的效率以及损耗都可以通过JMAG进行精确评估。

建模方便性给予客户更多的自由发挥空间

强大的网格生成能力

- 大的发电机需要大的分析模型才能分析
- JMAG可以通过拉伸网格减少3D模型的网格数量，同时大的复杂模型一般都有有一些几何模型方面的小的不一致性的问题，JMAG的网格剖分器可以很好的包容这些小的不一致性的问题。

高速求解器可以处理庞大的模型

- JMAG的求解器采用独家算法来降低求解时间。这些算法同时可以降低计算时所需要的电脑存储空间，这些也都可以提高求解速度。
- JMAG可以采用并行计算和电脑的GPU加速器来提高求解速度。

模型处理功能也可以帮助处理大型模型

- JMAG 可以通过3D的CAD模型来惊醒2D截面分析。
- JMAG可以通过工具自动生成复杂的3D绕组端部模型，而这些端部是精确计算杂散损耗所必须的。

断路器必须有很好的性能是因为变压器的大容量和高电压。断路器的基本功能是关断不好的电流，为了成功切断电流，灭掉电弧的速度是非常关键的。断路器的接触设计是允许电弧通过电磁方式移走的，因为电弧在移走过程中是会产生洛伦兹力的，JMAG 在磁场方面的高精度仿真能力可以很好的扑捉电极间的磁场，并计算出洛伦兹力。复杂接触结构的物理现象可以很好的进行观察研究，有助于改进断路器的设计。

分析功能

JMAG 通过仿真断路器里的电流分布可以精确计算电弧的洛伦兹力。同时通过 JMAG 和其他流体软件的耦合，可以动态的计算电弧移动过程中的电磁力。

电流密度分布

- 复杂接触的端部结构的电流密度可以很好的显示

Current density distribution near contact

磁通密度分布

- 为了通过电磁灭弧，必须设计一个触点产生磁场来把电弧分开。

Magnetic flux density distribution near arc

Direction of force

洛伦兹力

- 通过计算洛伦兹力，可以评估移动电弧所需要的力以及触点的电磁斥力。

Electromagnetic repulsion in contact

和热流场的耦合

- 通过MPCCI的联合，JMAG可以和流体软件联合仿真来计算动态电弧。

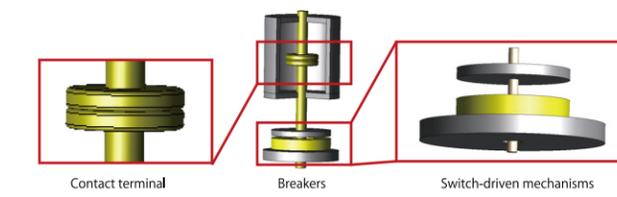
Lorentz force density distribution (JMAG)

Temperature distribution between electrodes (thermal fluid software)

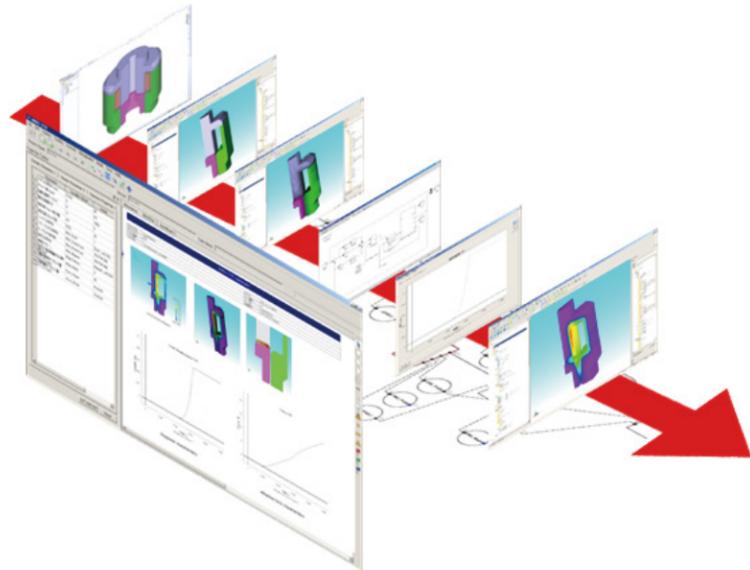
MpCCI (<http://www.mpcci.de/multiphysics-engineering.html>)

制动器

- 为了考虑机械结构，模型必须包含接触端的运动方程。
- 当考虑了电路耦合以及运动方程后就可以精确的评估开关驱动设备的性能。



JMAG-VTB 是下一代仿真工具，可以很容易的进行复杂的仿真，包括多物理场仿真。JMAG-VTB 包含大范围的仿真场景。选择跟你的仿真目标比较接近的场景的话，JMAG 会自动帮助进行所有的设置来达成你的仿真目标。



功能

在每一个仿真场景里都有仿真技巧和仿真流程图以便客户想要的仿真计划可以很快的进行设置。同时 VTB 可以控制 JMAG-Designer 的仿真，也可以在分析中集成第三方仿真软件。当仿真一旦完成，可以在数据采集板里快速打开结果并评估自己的设计。

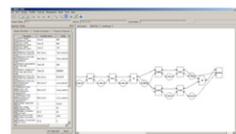
数据板

- 来自于JMAG-VTB的仿真结果可以自动的显示在数据板里。
- 所有仿真结果都以列表显示，可以显示结果计算情况。
- 多样化的数据板可以同时显示，更加容易进行比较操作。
- 可以从数据版里直接启动JMAG - Designer，并且可以对基于VTB创建的模型进行更深入的分析。



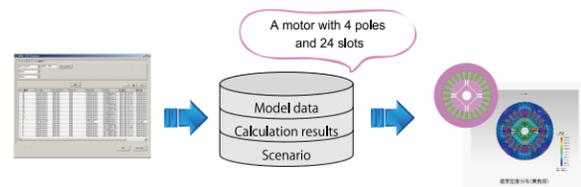
流程表

- 分析中所有的处理过程都可以在流程表中显示
- 过程的状态都是用不同颜色显示所以客户可以轻易判断进行到什么状态。
- 在流程表中可以启动很多软件，如JMAG-Designer，结果也很容易查到。



分析数据库

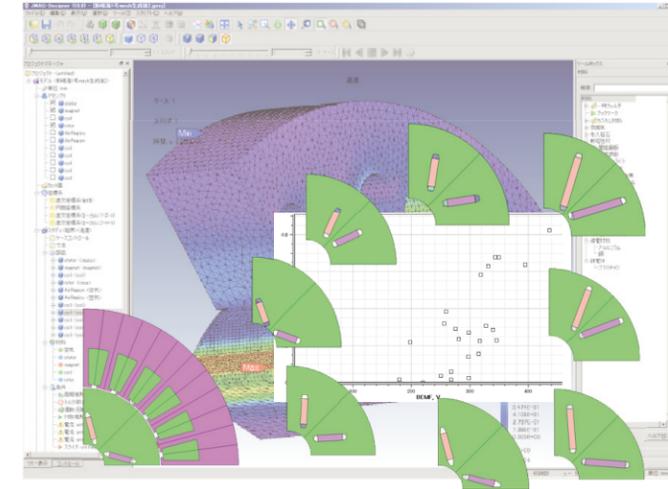
- 所有的仿真数据，如几何模型，计算结果数据以及场景等都包含在仿真数据库中。
- 这可以减少你通过外部电子表格来进行前后处理的的数据量。
- 可以很容易的在数据库中搜索计算结果。



场景外延

- 分析技巧和步骤都包含在分析场景中，一体化的。
- 普通的分析场景如电机，变压器，感应加热，接触器等JMAG中都有包含。
- JSOL公司也会持续增加各种不同的分析场景。
- 客户可以在已有的场景基础上进行个性化修改而变为客户自己的场景。

电气设备的优化设计需要这些年一直在增加，功能最优化需要不仅仅掌握 CAE 软件，还需要掌握优化设计。JMAG 可以提供丰富的功能来进行快速优化设计。



功能

JMAG 的参数化分析功能和优化计算功能可以评估大量的设计，结果分析功能和敏感度分析功能可以提供足够的信息引导客户改进自己的设计。

参数化分析

- JMAG可以自动的创建分析数据，从几何参数到设置参数的参数化分析都是可以的，并且可以评估参数改变对结果的影响。

优化计算

- 最佳方案是根据响应面算法从定义的变量，分析目标，固定条件中得到的。
- 支持多目标优化
- 所有输入参数都可以作为变量进行优化，如几何参数，材料属性参数，以及网格参数等。
- 通过敏感性分析获得的设计变量可以很轻易的在优化计算里使用。
- 可以非常容易的在排列图里显示每个方案的贡献值，也可以在云图里显示不同方案的差值。

敏感度分析

- 针对每一个变量计算结果的敏感度，每一个优化功能都有多目标优化功能的选项设置。

结果分析

- 傅立叶变换可以显示结果的各个谐波分量。
- 显示每一个谐波分量的云图分布和矢量图分布。
- 显示不同的结果之间的差值。
- 可以显示不同的案例之间的差值的云图分布，可以很容易的确定结果的变化是由于哪个变量变化引起的。

分布式计算

- 参数化计算往往需要计算成千上百的案例，而这些计算可以分配给网络里的其他电脑，可以大量的减少计算时间。

JMAG仿真技术

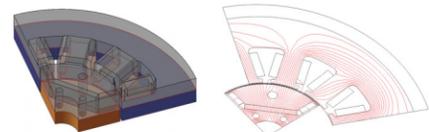
JMAG 一直致力于改进模型处理能力,提高软件求解精度。

Mesh

JMAG 可以对所有几何模型进行剖分, 这些剖分都可以非常精确的仿真出客户需要的物理现象。JMAG 有大量的剖分工具, 应用这些工具可以在自动剖分的基础上, 并且在不影响求解速度的情况下不断的提高剖分精度。

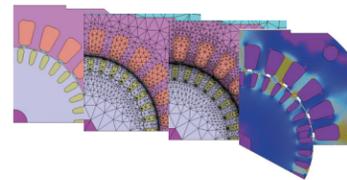
截面分析

• 可以根据3D模型的设置条件直接做2D截面分析, 不用重新设置各类条件。



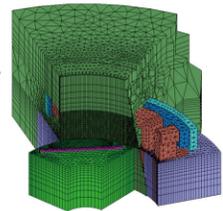
自适应剖分

• JSOL旋转电机高速自适应分析技术使得JMAG的计算结果具有很高的精度, 同时, 它比传统的方法提高了超过10倍的速度。



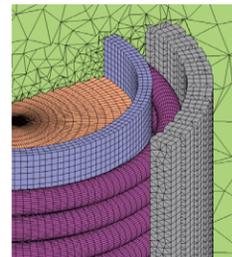
滑移剖分/旋转电机剖分

• 可以不用复杂的设置就自动的生成能够计算齿槽转矩的剖分。旋转电机的气隙网格也是自动生成的。求解精度和求解速度可以很好的平衡。定子斜槽和转子斜槽的自动剖分都支持。



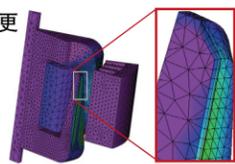
自动空气剖分

• 在不影响已有剖分的前提下对空气域进行网格剖分
• 可以对其他软件或者项目里的剖分进行空气域再剖分, 然后再进行电磁性能的计算。



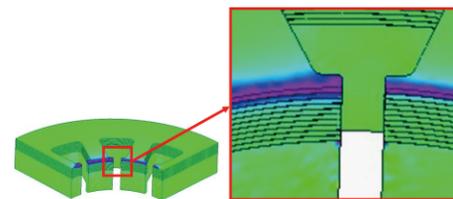
考虑集肤效应剖分

• 考虑集肤效应剖分的功能可以让用户更精确的处理模型表面的涡流损耗计算。



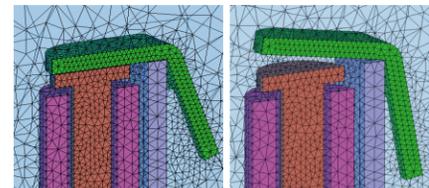
壳体剖分/层剖分

• 这个功能可以应用于特别薄的壳体分析, 例如屏蔽罩或机箱面板。壳体剖分特征可以基于厚度方向上的层剖分在壳体面的方向产生足够大的网格。
• 在指定的实体表面生成平行的剖分网格。这对于分析叠压的硅钢片十分方便



修补剖分

• 修补剖分可以用于复杂运动的模型, 修补剖分是一个对应于每一步的运动产生网格的剖分方法。
• 它被应用在例如主轴电机、电磁继电器这些不能使用滑移剖分的场合



高速求解器

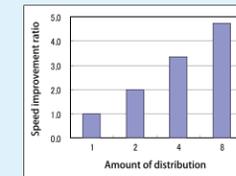
JMAG 的最新版本计算速度更快。我们已经利用独创的算法提高瞬态响应分析的求解速度, 例如时间周期直接误差修正法

大型模型的计算

• 并行运算

当运行大型计算时, 计算时间就非常重要。JMAG的并行运算功能可以大大减少计算时间。

- 共享内存 (SMP) (支持多CPU,多内核)
- 分布内存并行 (DMP) (支持Cluster)
- 支持GPU加速



参数化计算模型

• 分布式计算

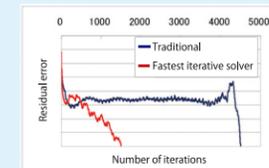
对几何模型, 物理属性等进行参数化计算时, 需要进行多CASE的计算。JMAG具有分布式计算的功能, 可自动将多CASE分布到局域网的多台电脑上上进行计算。



稳定分析

• 迭代求解

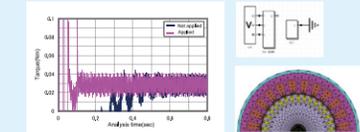
最新版本提高了ICCG和非线性计算的收敛。子循环算法也可以快速精确地解决耦合分析中时间步不同的问题。



快速分析复杂物理现象

• 时间周期直接误差修正法 (EEC)

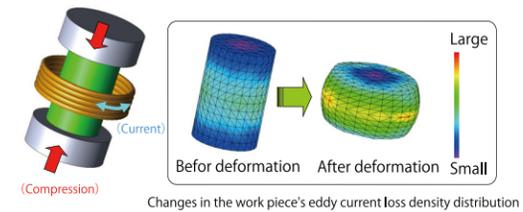
在瞬态分析初期, 这个功能在磁场分析中通过交变磁场的暂态周期来抑制计算初期瞬态的产生, 使计算在很小的步数内达到稳态。JSOL' S的EEC方法在多种工具中都有效。



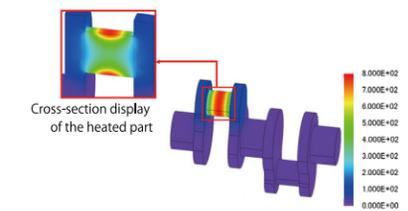
建模系统

仿真的精度和可靠性由建模系统采用的方法来决定。JMAG 可以精确的仿真多物理场耦合问题, 如电磁场, 热场, 结构场和流体场之前的相互耦合。同时可以创建高精度的材料模型, 如材料的充磁, 退磁, 随温度变化, 磁滞曲线等, 这些都可以考虑到具体的仿真中。

多场耦合分析

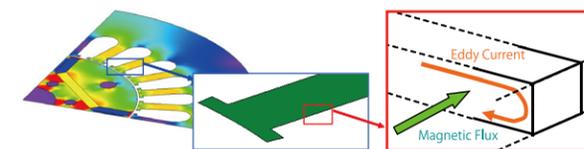


感应加热加工压力分析
(磁场 - 结构场 双向耦合分析)



曲轴高频加热分析
(磁场 - 温度场双向耦合分析)

材料建模



JMAG 的叠片材料功能可以实现 2D 和 3D 瞬态电磁计算中的涡流损耗的高精度计算。

电机驱动系统的电机模型开发JMAG-RT

先进电机设计需要先进的电机驱动系统的支持。基于有限元模型的虚拟电机与控制算法协同仿真可以满足先进电机设计的要求。“JMAG-RT”具有提供电机非线性特征的在环控制模型,能够直接被应用在控制仿真中。

- 优化和评估基于实际电机特性的电机驱动系统
- 减少重复工作,最大程度提高系统开发过程的效率
- 通过硬件在环 (HILS) 和软件在环 (SILS) 对控制单元 (ECU) 进行检测和调试

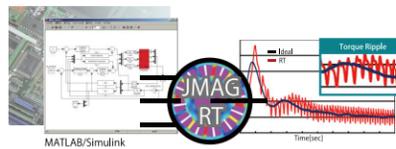
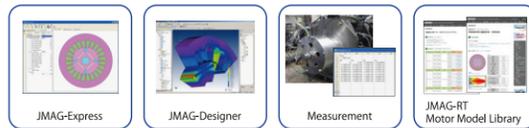
JMAG-RT的优势

提供反映真实电机特性的模型

- 建立满足系统要求的模型
- 模型中无需显示类似几何模型等信息, 修改模型方便
- 无需样机原型

建立JMAG-RT模型

- 可以通过JMAG-Designer或JMAG-Express建立JMAG-RT模型
- 模型的详细信息可以在JMAG-RT中进行选择



驱动系统与本体设计共享电机模型

- 例如, 有限元设置中的修改能直接在系统设计/测试中反映出来
- 用于有限元中的2D/3D模型能够直接与系统设计中的1D模型相连接

支持的模型

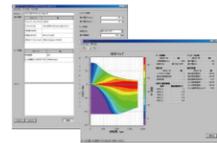
- 三相永磁同步电机, 两相步进电机,
- 电磁阀, 三相永磁直线电机,
- 三相感应电机, 开关磁阻电机 (3-5相)

支持的系统

- SILS/MILS: MATLAB/Simulink、PSIM、LabVIEW、GT-SUITE、MapleSim (Preliminary)、SABER (Preliminary)
- HILS: OPAL-RT、DSP Technology、dSPACE、National Instruments
- 通过C++建立更加广泛应用的模型: 如果要了解关于JMAG-RT的更多信息, 可以上JMAG的官网 (<http://www.jmag-international.com>)

JMAG-RT Viewer

JMAG-RT Viewer允许电机设计者观察到电机参数, 如电感以及转矩转速曲线。



多场仿真

许多综合设备的设计不仅仅需要电磁分析, 一个完整的设计必须测试振动, 热响应等。为了达成分析目标进行有效率的多场仿真是非常必要的。我们不仅仅致力于创建一个集成的多场仿真的环境, 同时也致力于跟其他的任意的第三方软件创建直接的链接, 这样的话客户可以更容易的把 JMAG 集成到自己的系统仿真中。

与LMS Virtual.Lab的联合仿真

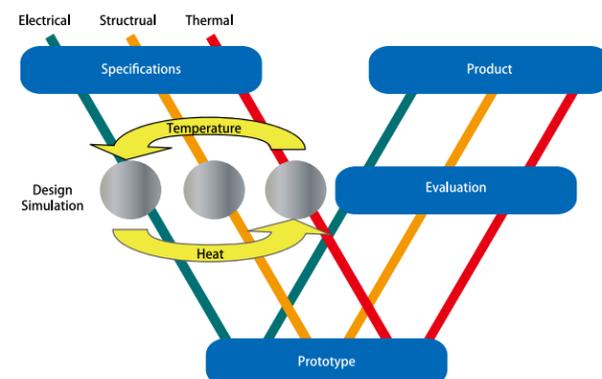
与LMS Virtual.Lab的联合仿真使电磁场模型和结构场模型更加容易的对应起来, JMAG可以直接在给定的结构模型上输出电磁力分布, 这样可以实现更高精度的仿真。

连接到Abaqus

通过与Abaqus的耦合分析, 可以分析由应力和过热引起的结构变形。

多场耦合文件导出工具

多场耦合文件导出接口允许从JMAG的分析数据中直接提取结构场和热场分析所需要的信息和数据。



模块	分析	输出		
求解器模块	ST 静态磁场 (2D/3D)	2D和3D静态磁场求解, 分析考虑了磁场饱和效应和永磁体性能	磁通、磁场、充磁、漏磁链、电流、损耗、电磁力、洛伦兹储能、磁导率	
	TR 瞬态磁场 (3D)	提供瞬态磁场分析并覆盖了大部分的磁场现象, 例如: 涡流和磁饱和。允许运动和外电路条件。只能进行3D计算。	磁力线、磁场分布、磁场充磁、漏磁链、电流、损耗、电磁力、磁能、磁导率、电压、涡流、形变位移、速度	
	FQ 频域磁场(2D/3D)	在2D和3D分析中仿真交流电流产生的磁场。磁饱和、磁滞回环和位移电流都能被考虑在内。外电路可以连接到FEA模型	磁力线、磁力线、磁场分布、磁场充磁、漏磁链、电流、损耗、电磁力、磁能、磁导率、电压、涡流、电场	
	DP 瞬态磁场 (2D/AX)	这是一个2D和轴对称的瞬态磁场分析, 它结合了BEM和FEM, 并对模型中的空气域进行自动剖分。	磁力线、磁场分布、磁场充磁、漏磁链、电流、损耗、电磁力、磁能、磁导率、电压、涡流、形变位移、速度	
	HT 稳态/瞬态热分析 (3D)	添加了热仿真的基本功能, 这个模块是为了和其他模块耦合协同仿真而特别设计的, 特别容易与磁场求解器耦合分析感应加热系统。	温度, 热流	
	EL 静态电场和频域电场 (3D)	分析设备的电流容量、绝缘效应和导体中的电流分布, 也可以计算非线性的电容和电导材料, 同时可以考虑有耗介质的材料。	电场、电荷分布、电流分布、电磁力、损耗	
	DS 静态/动态结构场 (2D/3D)	分析机械性能, 例如: 机械设备应力和形变, 也可以计算声压级, 同时可以将磁场和电场求解的电磁力与热分析得到的热负荷应用到结构计算的模型中。	应力、位移、加速度、声压级	
	工具	LS 铁耗分析	在软磁材料复合材料经过磁场分析后, 计算叠压铁心的磁滞和涡流损耗。用户可以自定义铁耗属性或者使用材料库中材料的铁耗属性。	磁滞损耗、涡流损耗
		CB 磁场分析	精确地获得空气域中的磁场和电场分布, 采用积分算法保证了计算精度不受空气域中剖分网格质量的影响, 应用于一些需要精确磁场分布的应用, 如传感器。	磁场分布、电场分布
		RT 用于控制电路仿真的虚拟电机模型	建立虚拟电机的模型, 减少了有限元模型的阶数, 应用于永磁电机和线性螺线管等。模型可以用于功率电力电子仿真 (PSIM和Matlab/Simulink)	虚拟电机、电感器
Pi 母线电感计算		计算任意形状的整体和部分母线模型的电感	电感 (整体/部分)	
PA2 并行加速计算2 (DuaCore,2CPU-SMP) (每个并行任务一个License)		利用多核芯片或者SMP系统, 通过并行运算求解器和多License进行分布计算。利用多台计算机网络在较短的时间周期内获得计算结果。		
TS 变压器模板分析绕组损耗		通过选择铁心、变压器骨架和绕组线圈建立3D分析模型可以快速分析包括编织线在内的绕组损耗, 可以用来分析集肤和邻近效应。	绕组电感 直流电阻	
效率MAP图		Jmag-RT View 可以应用用户定义的电流矢量控制, 并且可以考虑电压和电流极限画出效率MAP图和转矩-转速曲线	效率/铁耗/铜耗 MAP图 转矩-转速曲线 (N-T曲线) d-q电流-转速曲线 (N-Id/Iq) 电流幅值-转速曲线 (N-Iam) Ld/Lq MAP图	
JMAG-Express	电机基本特性计算功能	这是一个电机基本特性计算工具。当用户选择了几何模型, 材料和绕组的时候几乎所有的内容都可以计算出来, 如分析模型创建, 结果输出, 齿槽转矩计算, 效率图计算, 永磁体涡流计算等。	请参考第7页	

JMAG 作为电磁领域的知名软件除了做电机分析外还可以做大量的其他应用分析。
JMAG 的 Catalog 上的这些应用以及相关的模型文件可以给初学者提供重要的指南作用,同时也可以帮助 JMAG 的老用户探索新领域的应用。

- IPM 电机 / SPM 电机**
 - 利用气隙磁场作为边界进行 2D 等效涡流分析
 - 考虑硅钢片受到压力时的铁耗分析
 - 进行表面磁场分析
 - 离心力分析
 - 齿槽转矩分析
 - 定子斜槽的齿槽转矩分析
 - 退磁分析
 - 偏心分析
 - 效率分析
 - 效率 MAP 图分析
 - 电感分析
 - 铁耗分析
 - 考虑热压配合的铁耗分析
 - 考虑 PWM 谐波的铁耗分析
 - 考虑永磁体伸出铁芯的铁耗分析
 - 充磁分析
 - 考虑斜磁极的充磁分析
 - 应力分析
 - 转矩分解耦分析
 - 噪音分析
 - 杂散电容分析
 - 热场分析
 - 热退磁分析
 - 矢量控制分析
- 感应电机**
 - 铁耗分析
 - 在线启动分析
 - 负载分析
 - 转速转矩分析
 - 启动性能分析
 - 转矩分析
 - 转矩特性分析
- 直线电机**
 - 永磁直线电机的齿槽转矩分析
 - 移动线圈直线电机的齿槽转矩分析
 - 直线感应电机的推力分析
 - 无铁芯直线电机推力分析
 - 启动过程推力分析
 - 转速控制分析
- 磁阻电机**
 - 使用控制器或者 JMAG-RT 系统的磁阻电机的驱动分析
 - 转矩脉动分析
 - 振动分析
- 盘式电机**
 - 负载分析
- 同步磁阻电机**
 - 负载分析
- 步进电机**
 - 混合步进电机分析
 - 考虑充磁的特性分析
 - 启动过程转矩分析
 - 迁入迁出转矩分析
 - 力矩刚度分析
- 扬声器 / 音圈电机**
 - 音圈电机静态推力分析
 - 扩音器噪音分析
- 有刷电机/串级电机**
 - 有刷永磁电机分析
 - 19 槽 6 极 2 刷槽电机分析
 - 串级电机的特性分析
 - 有刷电机铁耗分析
 - 串级电机的启动分析
- 主轴电机**
 - 负载分析
- 无铁芯电机**
 - 转矩分析
- 轴承**
 - 电机杂散电容分析
- Shaft 电机**
 - 推力分析
- 基础几何模型**
 - 基础模型的热导分析
 - 悬梁的结构分析
- 母线**
 - 电感分析
 - 热场分析
- 电缆**
 - 阻抗随频率的特性分析
- 电容器**
 - 电容分析
- 电磁制动**
 - 制动转矩分析
- 电磁锻造**
 - 电磁锻造分析
- 电磁继电器**
 - 开断分析
 - 考虑涡流时的开断分析
- 发电机**
 - 凸极同步电机输出分析
 - 爪极电机分析
- 加热器**
 - 热场分析
- 感应输电系统**
 - 传输特性分析
 - 反向铁芯的传输特性分析

- 感应加热**
 - 恒速连接器高频感应加热分析
 - 驱动轴高频感应加热分析
 - 打印机滚筒高频感应加热分析
 - 叠片铁芯高频感应加热分析
 - 铁丝高频感应加热分析
 - 圆铁棒高频感应加热分析
 - 齿轮高频感应加热分析
 - 电磁炉磁屏蔽分析
 - 铁芯表面受热分析
- 线性电磁阀/线性励磁器**
 - 电磁吸力分析
 - 开断时间分析
 - 反应时间分析
- 永磁体**
 - 充磁时磁场方向作用分析
 - 永磁体和铁芯之间吸力分析
- 磁头**
 - 铁芯表面热场分析
- 磁屏蔽**
 - 磁屏蔽分析
- 压电传动装置**
 - 行程分析
- 电阻加热**
 - 电阻加热分析
- 射频识别**
 - 电感分析
- 传感器**
 - 电磁传感器磁场分析
 - 速度传感器磁场分析
- 超导**
 - 交流损耗分析
- 开关 / 断路器**
 - 开关的移动电弧力的磁场分析
 - 开关的电动排斥力分析
- 变压器/电抗器**
 - 变压器的电感系数分析
 - 电流分布分析, 评估分析
 - 电感分析, 铁耗分析
 - 漏感分析, 损耗分析
 - 噪音分析
 - 叠加直流电流特性分析
 - 热场分析

<p>IPM电机永磁体的涡流分析</p> <p>Eddy current loss distribution in the magnet</p>	<p>SPM电机的充磁分析</p> <p>Surface Magnetic Flux Density Waveform of the Magnet</p>	<p>考虑斜槽的三相感应电机的转矩分析</p> <p>Current density distribution (Z component)</p>
<p>带有控制器和JMAG-RT系统的感应电机在线启动分析</p> <p>Torque waveform</p>	<p>检测片的高频感应加热分析</p> <p>Temperature distribution</p>	<p>扼流圈的电流分布</p> <p>Current density distribution</p>
<p>速度传感器的磁场分析</p> <p>Flux Density Distribution</p>	<p>混磁步进电机分析</p> <p>Stiffness Torque with One-phase Excited</p>	<p>扩音器的噪音分析</p> <p>Sound Pressure Level Distribution</p>
<p>通过评估涡流电流的降低来分析注射器的动作时间</p> <p>Current Density Distribution (with slots)</p>	<p>爪极发电机分析</p> <p>Eddy Current Density Distribution</p>	<p>外转子电机振动分析</p> <p>Eigenmode deformation in the radial direction</p>

<p>IPM电机的磁阻转矩和永磁体转矩分离</p> <p>Fig. 1 Torque versus current phase angle</p>	<p>永磁体完全粘合与部分粘合的离心力分析</p> <p>Fig. 1 Displacement</p>	<p>盘式电机磁场分析</p> <p>Fig. 1 Magnetic flux density distribution</p>
<p>开关磁阻电机不同励磁初始角度下转矩对比</p> <p>Fig. 3-2 Torque that varies with excitation-start-angle (load analysis)</p>	<p>主轴电动机磁场分析</p> <p>Figure 3.3 Magnetic Flux Density Distribution at 7200 rpm (0.00139 seconds)</p>	<p>无铁芯电机电流密度分布和洛伦兹力密度分布</p> <p>Fig. 3 Current density distribution (rotation angle: 360 deg) Fig. 4 Lorentz force density distribution (rotation angle: 360 deg)</p>
<p>轴电机推力分析</p> <p>Fig. 3.1 Thrust force</p>	<p>磁刹的不同转速时转子上的涡流电流分布</p> <p>Fig. 1 Eddy current density distribution on the rotor at different rotation speeds</p>	<p>开关齿轮电流密度分布</p> <p>Fig. 1 Current density distribution (upper part)</p>
<p>电磁继电器动作时间分析</p> <p>Fig. 1 Displacement versus time</p>	<p>感应功率源位置传输特性分析</p> <p>Fig. 1 Magnetic flux density distribution</p>	<p>磁头分析</p> <p>Fig. 1 Eddy current density distribution</p>

etc.



任何人都可以说他们的软件拥有卓越的质量和功能，但是JSOL公司及其合作伙伴知道如果想让大家相信JMAG拥有强大的功能，是要靠事实来证明，而不是说空话。因此，我们把有价值的信息在网页上公开，任何人都可以去观看。

应用目录

应用目录介绍了成百上千种应用仿真案例，给用户一个关于JMAG功能的预览。每个应用包含有详细的说明和模型数据，在60天的免费试用期间，用户可以任意下载。

视频辅导

用户可以通过这些视频资料快速简单地了解JMAG的分析过程。视频根据应用类型归类，提供了从打开JMAG到分析结果的每个步骤的引导。

JMAG时事通讯

这些时事通讯包括了与用户的沟通细节，描述了JMAG从实现到应用的各个方面。

论文介绍

根据JMAG技术部门的推荐来介绍相关的论文。

JMAG研讨会和用户大会资料 (只有正式用户才享有)

我们的论文集会介绍在JMAG研讨会和用户大会上客户发表的最新应用案例

技术问与答

关于基本操作和解决方案的一些常见的问题，会制作相关的技术问与答，并且会一直更新，以帮助新老客户更快更好的使用JMAG。

自学习系统 (JMAG-SLS)

自学习系统提供了一个自学习的环境，包括操作流程、视频辅导、创建和运行不同的分析模型必要的参数设置等。

登录 <http://www.idaj.cn> 在线申请
或发邮件至: marketing@idaj.cn

免费获得试用License