

ICSC 2019

Core Competence Enhanced by MBD



IDAJ CAE Solution Conference

空调压缩机用永磁电机退磁分析

HIGHLY 海立

周启风

目录

- 01 | 背景
- 02 | 传统退磁设计、评价流程
- 03 | JMAG退磁仿真
- 04 | JMAG仿真与实测结果对比
- 05 | 总结

背景 – 中国家用空调能效升级

能力等级kW		1级	2级	3级	4级	5级	备注
CC≤4.5	旧APF	4.5	4.0	3.5	-	-	变频
	旧COP	3.6	3.4	3.2	-	-	定速
	新APF	5.0	4.5	4.0	3.5	3.3	变、定统一
4.5<CC≤7.1	旧APF	4.0	3.5	3.3	-	-	变频
	旧COP	3.5	3.3	3.1	-	-	定速
	新APF	4.5	4.0	3.5	3.3	3.2	变、定统一
7.1<CC≤14	旧APF	3.7	3.3	3.1	-	-	变频
	旧COP	3.4	3.2	3.0	-	-	定速
	新APF	4.2	3.7	3.3	3.2	3.1	变、定统一

- ◆ 变频、定速空调能效等级标准统一，2022年3级为入门级
- ◆ 新3级变频空调成本优于新5级定速
- 变频空调市场占比将增大

背景 – 中国家用空调能效升级

中国变频空调总销量

单位：万台	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
中国变频空调总销量	5402	5531	5600	7000	8400	9700
变频出口	1017	1062	1000	1300	1400	1500
变频内销	4385	4469	4600	5700	7000	8200
变频占行业销量份额	38%	39%	45%	46%	53%	57%
国内市场变频份额	49%	51%	60%	65%	76%	85%
间接出口市场变频份额	19%	19%	20%	20%	21%	20%

变频占比
增加25%

- ◆ 家用变频比例将快速上升。

背景 - 压缩机介绍



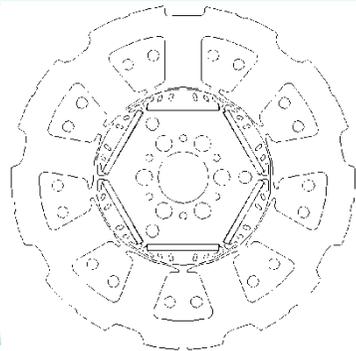
- ◆变频与定速空调最大差异：压缩机用电机是永磁电机
- ◆电机密闭在压缩机中，工作温度高，最高可达130°C
- ◆电机运行工况复杂，运行电流大
- 因此，压缩机用电机开发中需要特别关注永磁铁退磁

目录

➤ 02 | 传统退磁设计、评价流程

传统退磁设计、评价流程

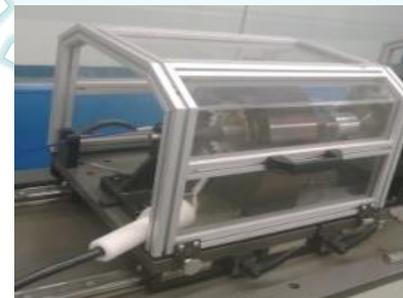
电机设计



样品制作



实验测试



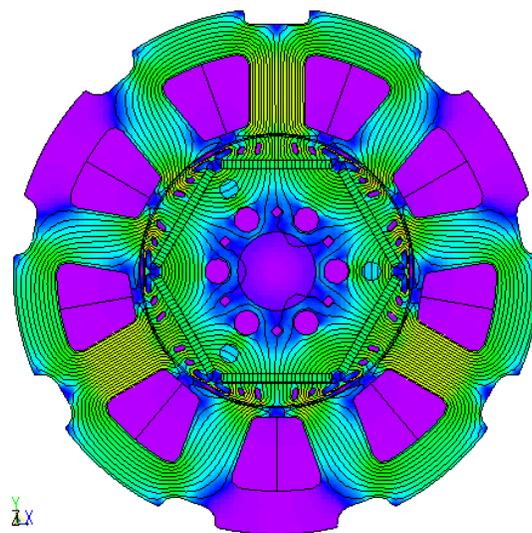
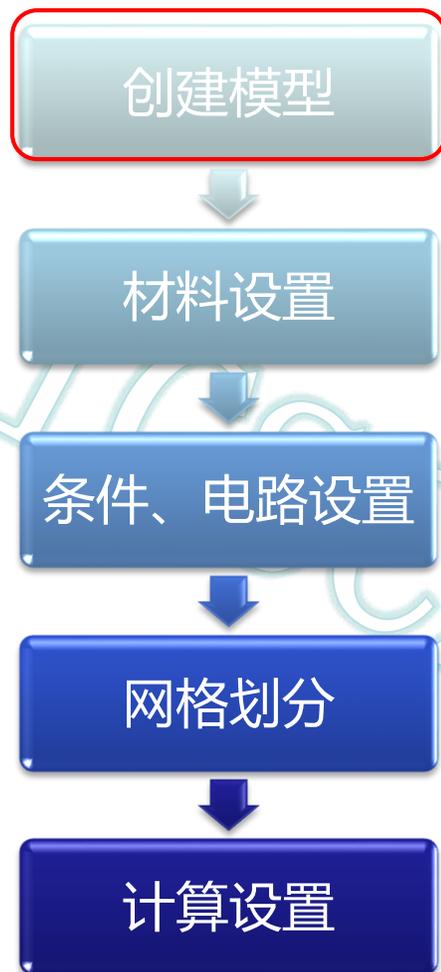
周期2个月

- 开发验证周期长
- 实物验证成本高
- 无法精确设计

目录

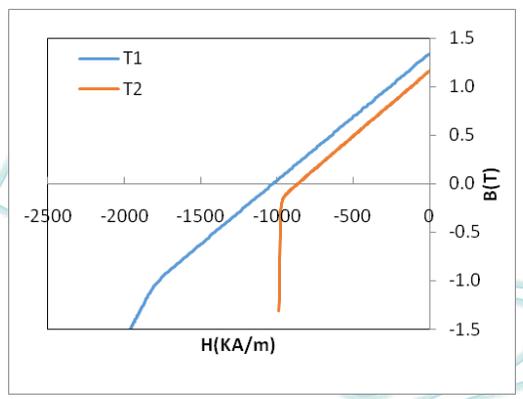
➤ 03 | JMAG退磁仿真

JMAG退磁仿真

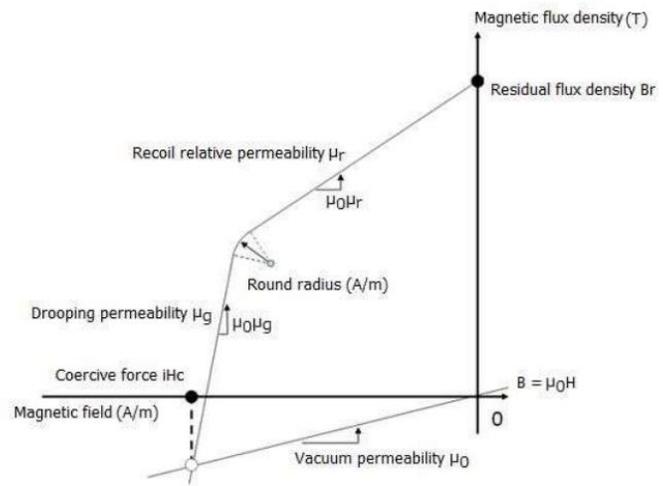


电机类型	永磁同步电机
电机外径	107mm
轴向长度	35mm
定子槽数	9槽
极数	6极

JMAG退磁仿真



磁铁B-H



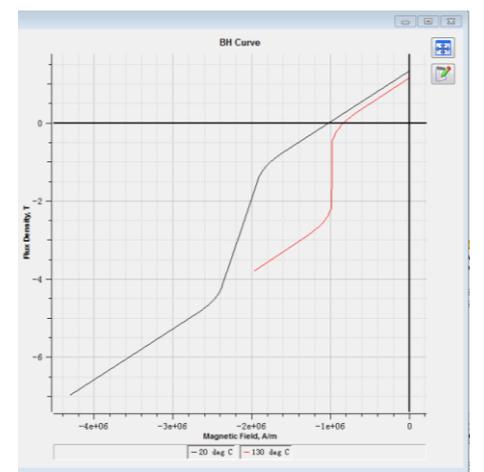
Br
μr
μg
Hc

JMAG-Designer: Edit Point Sequence

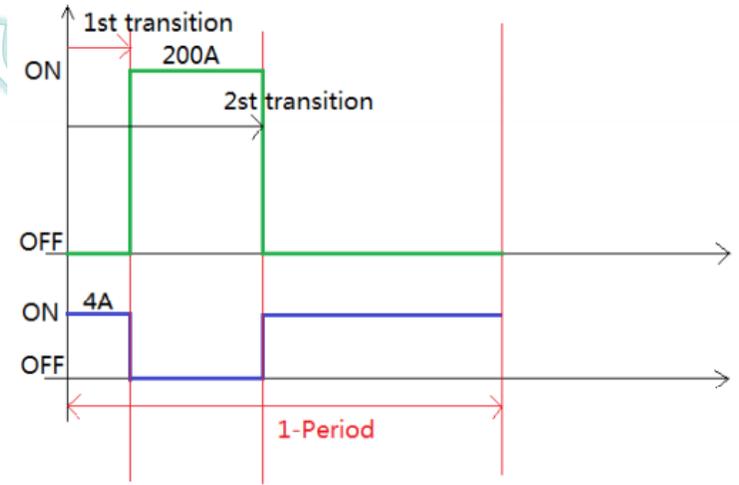
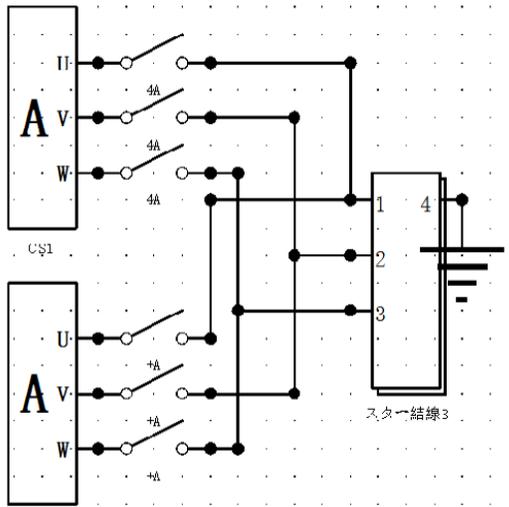
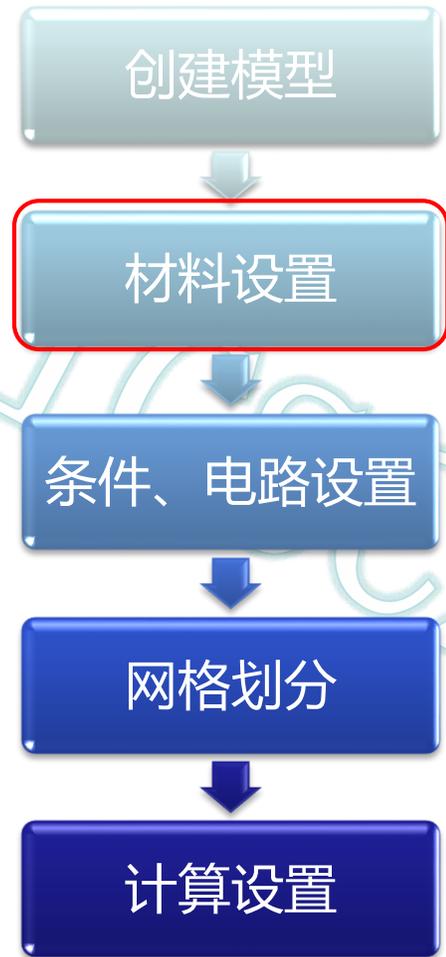
Title: B-H

Type: Demagnetization Table

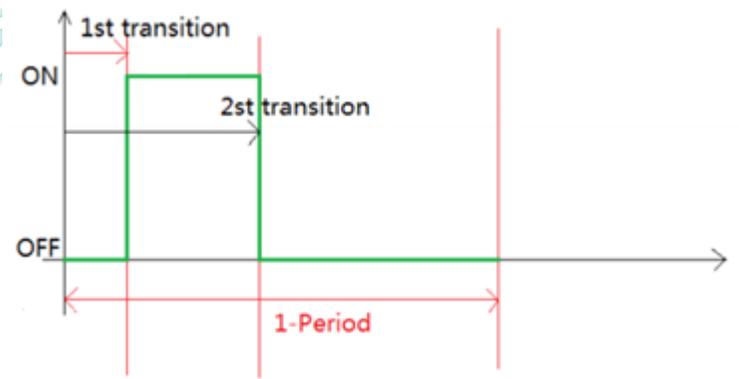
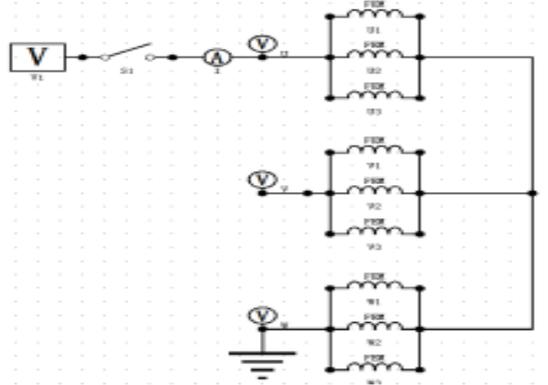
	Temperature	Coercive Force	Residual Flux Density	Recoil Relative Permeability	Drooping Relative Permeability	Radius
	deg C	A/m	T			A/m
1	20	2124773.4971	1.3416658528	1.042527743	4.833173624	308700.625
2	130	983600	1.1598189008	1.065135285	149.1748727	308700.625
3						
4						



JMAG退磁仿真



三相退磁设置



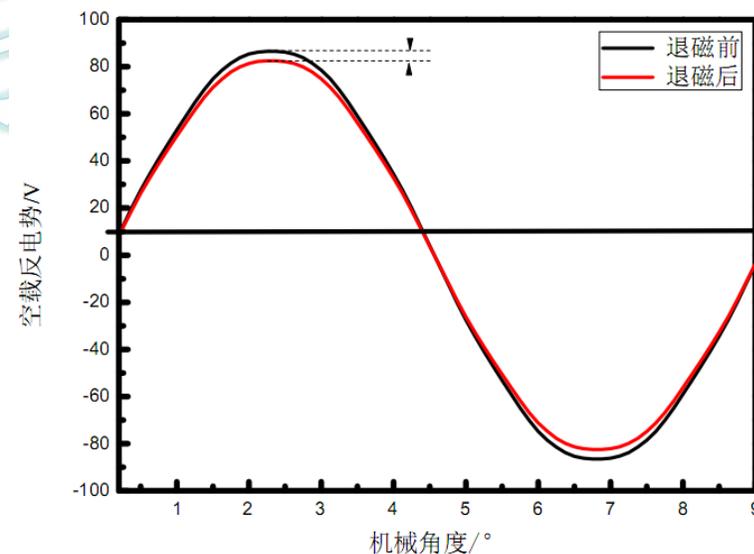
两相退磁设置

永磁电机磁铁退磁评价参数分析

退磁评价参数

- ◆退磁率法
- ◆扭矩法
- ◆比磁导
- ◆永磁体工作点
- ◆空载反电势

$$E_0 = 4.44 f K_{dp} N \Phi \delta_0 K_\phi$$



永磁电机磁铁退磁评价参数分析

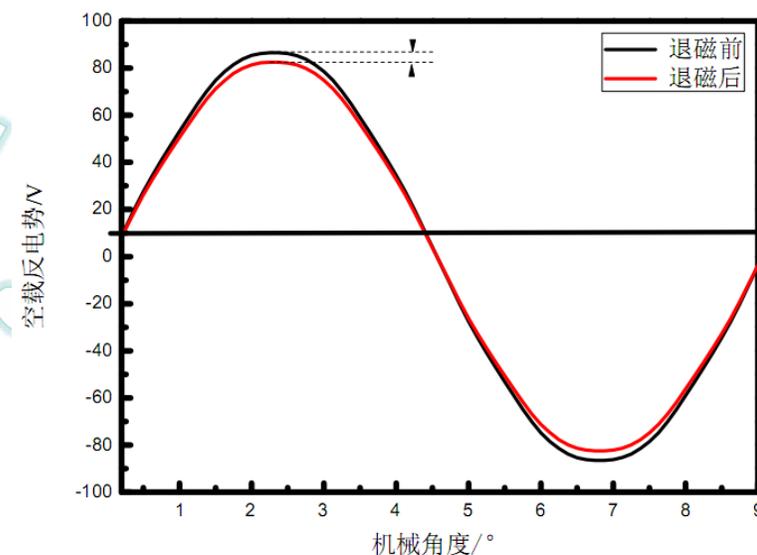
退磁评价参数——空载反电势

$$K = \left(1 - \frac{E_0'}{E_0}\right) \times 100\%$$

K : 退磁比例

E_0' : 退磁后反电势

E_0 : 退磁前反电势



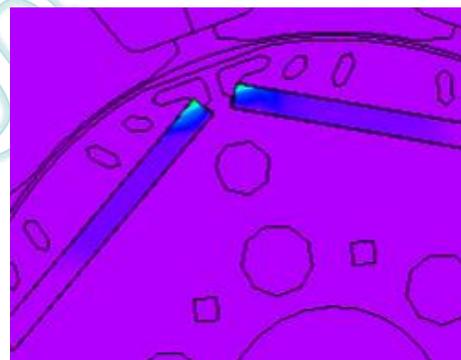
目录

➤ 04 | JMAG仿真与实测结果分析

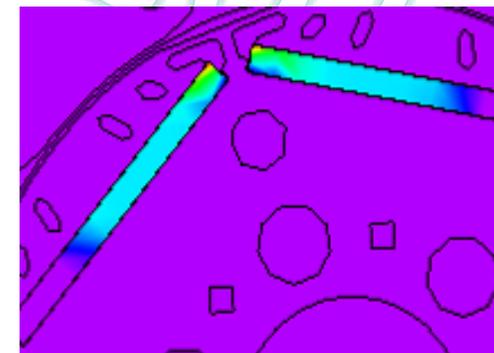
減磁比例云图分析



I = 17A

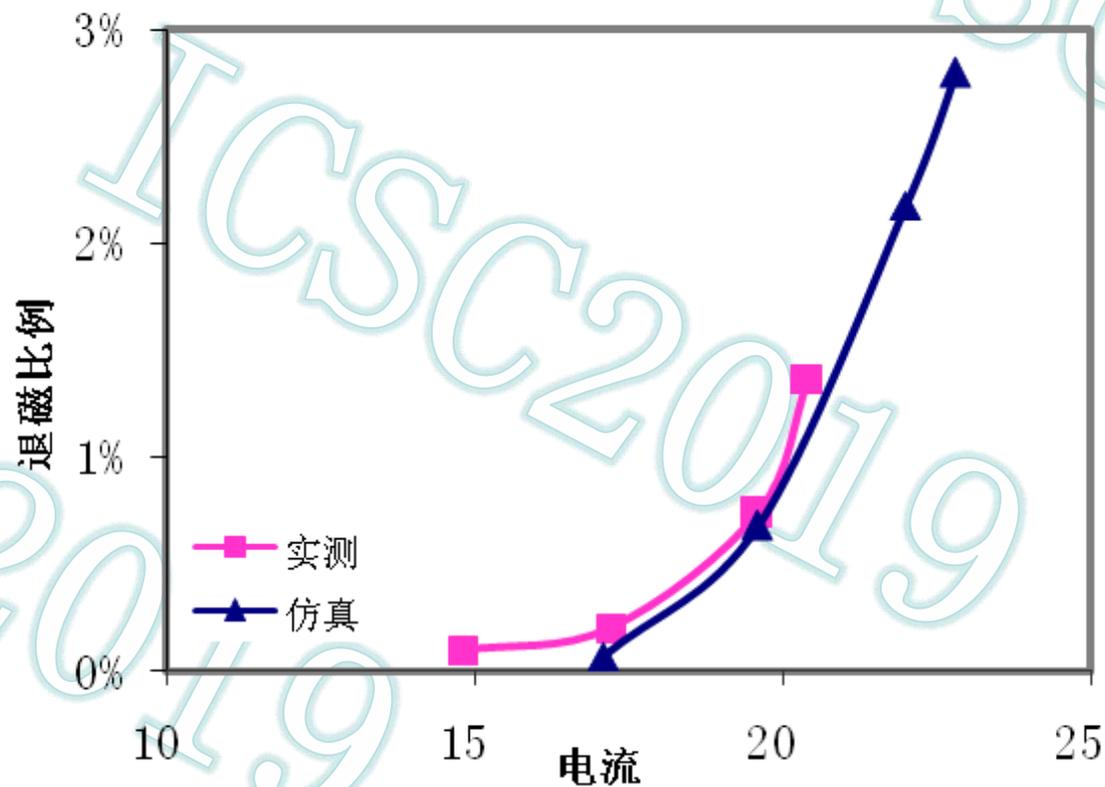


I = 19A



I = 22A

退磁曲线



- 仿真退磁曲线与实测曲线数据一致性较好，减磁电流误差1%以内

目录

➤ 05 | 总结

总结

- **JMAG电磁仿真功能强大，有丰富的材料库及各功能的模块**
- **JAMG仿真可缩短设计、评价周期，加快产品开发**
- **基于JMAG分析了压缩机用永磁电机退磁，与实测对比误差1%以内**

THANKS

HIGHLY  **海立**
旋转式压缩机市场的领导者
Leading The Rotary Compressor Market