

# 浅析大功率直流接触器性能一致性设计单因素

王奇峰 陶韬

贵州航天电器股份有限公司 贵州 贵阳 550009

**[摘要]**针对目前某大功率直流接触器产品吸合电压高于产品技术要求。结合接触器产品电磁系统现有结构样式，通过虚拟样机模型建立与分析，找出影响参数一致性的设计因素，为后续参数一致性设计优化提供改进思路。

**[关键词]**接触器；参数一致性；虚拟样机

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.12.701

## 1 引言

目前设计的一款大功率直流接触器，如图1所示，其吸合电压高于产品技术指标要求，为了有效降低吸合电压指标，结合接触器产品电磁系统结构，通过虚拟样机模型分析，找出影响性能参数一致性设计的单因素。

## 2 设计因素确定

对产品实测电磁吸力和参数数据建立电磁场虚拟样机模型，并对模型正确性进行验证，单线圈和双线圈模型验证结果详见图1。同时，根据实物产品的开距、行程和弹簧刚度及初压力等数据进行多体动力学虚拟样机模型的修正，又通过

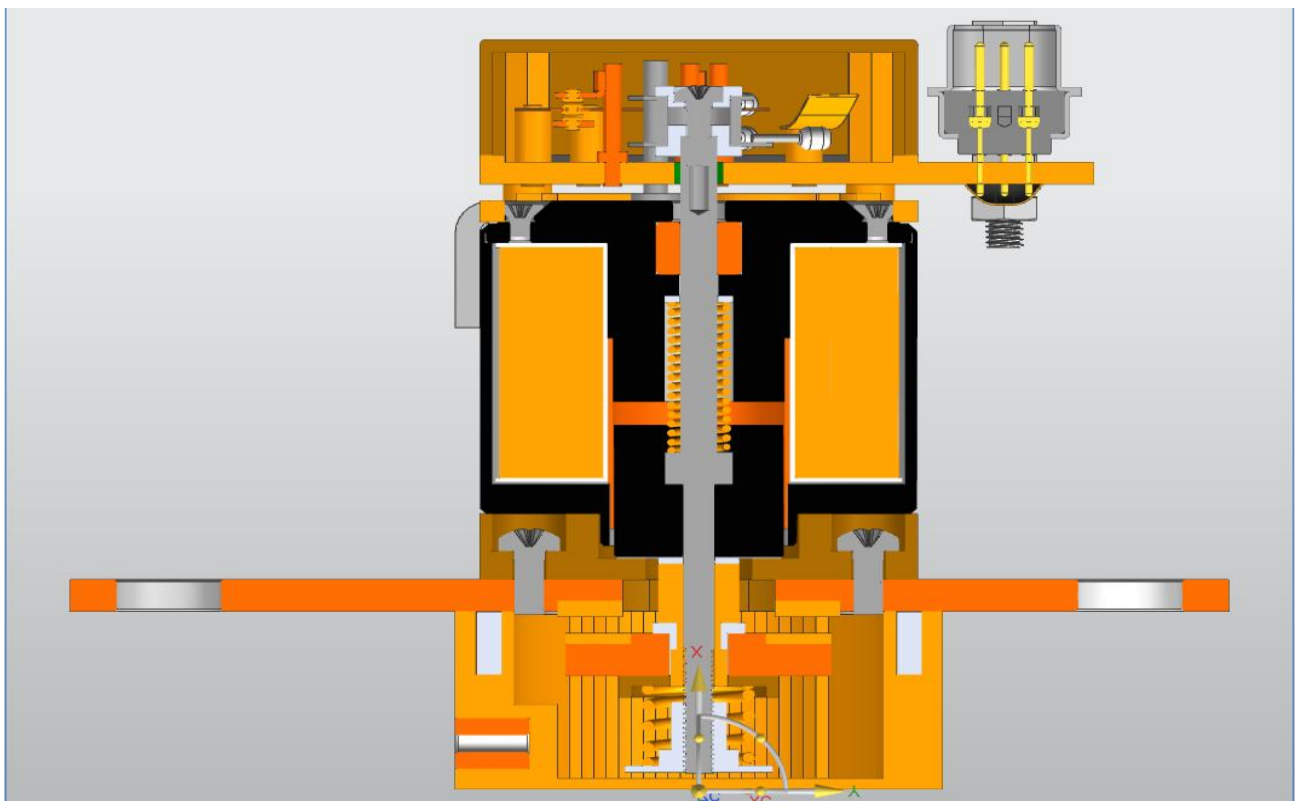


图1 大功率直流接触器产品结构剖视图

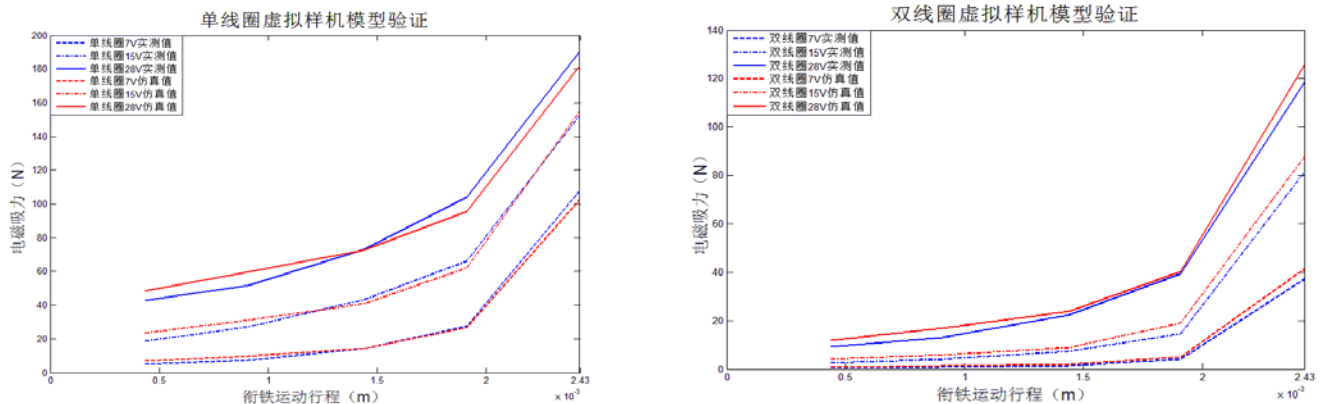


图1 电磁场虚拟样机模型验证结果图

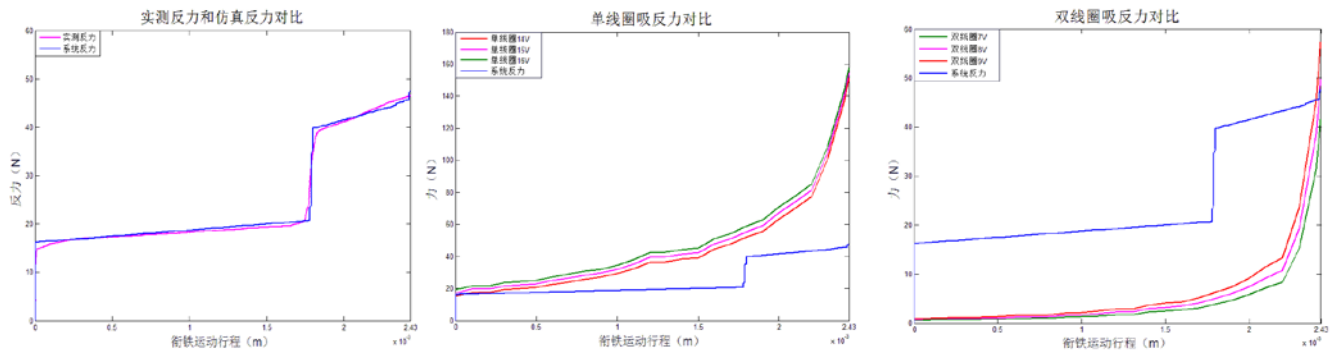


图 2 JQ-4400F 吸反力曲线图

实测反力与仿真数据对比，验证了多体动力学虚拟样机模型的正确性并绘制吸反力曲线，吸反力曲线图详见图3。

为达到降低吸合释放电压的目的，根据产品吸反力曲线分析可知，需提高单线圈13V释放位置电磁吸力和双线圈8V吸合位置电磁吸力，同时双线圈28V吸合位置的保持力尽可能更大，确保产品吸合更加稳定。

利用电磁场虚拟样机模型对产品进行仿真，得到8V电压下的电磁吸力和磁通分布情况可知壳体侧壁出现饱和状况，对此，提出第一个设计因素为壳体侧壁厚度，设计方向为增大。

安匝数等于电流和匝数的乘积，是影响电磁吸力的重要因素。在电流不变的情况下，可通过增加线圈匝数，提升线圈安匝数，从而达到提升电磁吸力的目的。由此，提出第二个设计因素为法兰盘和衔铁半径，设计方向为减小；各设计因素（除复原弹簧外）及设计方向优化数据如表1所示。

### 3 试验方案及结果分析

对电磁系统各设计因素的取值范围进行统计分析，得到单因素仿真方案如下：

表1 大功率直流接触器单因素仿真方案

	L1 (mm)	L2 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)
初始值	0.885	6.890	0.885	6.890
单因素分析取值	0.685	5.290	0.935	6.090
	0.735	5.490	0.985	6.290
	0.785	5.690	1.035	6.490
	0.835	5.890	1.085	6.690

其中L1壳体侧壁厚度，L2法兰盘和衔铁半径。按照表1的试验方案，利用FLUX和ADAMS&Simulink软件进行仿真求解，得到各设计因素对性能参数影响的折线图如图3。

由图3可知，壳体侧壁厚度增加0.2mm时，双线圈8V吸合位置电磁吸力从49.91N提升至55.04N，提高了10%，单线圈13V释放位置电磁吸力和双线圈28V吸合位置电磁吸力几乎无变化。法兰盘和衔铁半径减小1mm时，双线圈8V吸合位置电磁吸力从49.91N提升至52.4N，提高了5%；单线圈13V释放位置电磁吸力由13.12N减小至10.91N，降低了22%；双线圈28V吸合位置电磁吸力由125.8N减小至96.34N，降低了23%。

由以上单因素分析试验结果，首先选择能够使电磁系统性能参数显著提升的外壳侧壁厚度作为接下来进行性能参数一致性设计的设计因素，法兰盘和衔铁半径减小会带来性能参数的显著降低需要排除。

### 4 结束语

本文通过虚拟样机对产品的电磁系统进行单因素分析，确认出选择能够使电磁系统性能参数显著提升的外壳侧壁厚度作为接下来进行性能参数一致性设计的设计因素。

### 参考文献

- [1]郭凤仪等，电接触理论及其应用技术，中国电力出版社，2008年7月
- [2]郑天丕等，继电器制造·工艺·使用，电子工业出版社，1996年1月

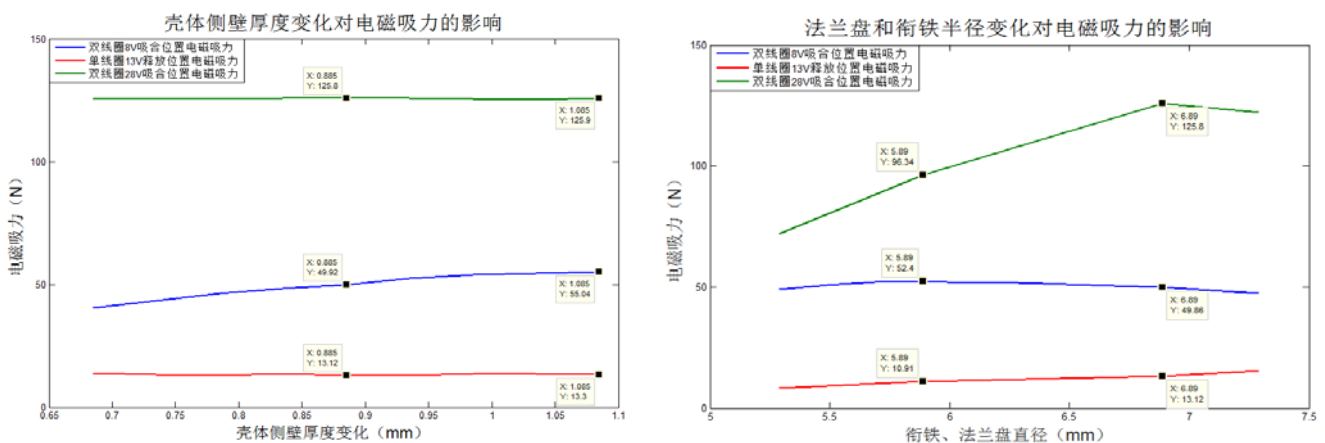


图 3 电磁吸力影响要素分析