

# 仿真技术在真空断路器产品设计中的应用

侯小默 马千里 刘承萍 王翰文

天津平高智能电气有限公司 天津 300000

**摘要:** 真空断路器设计的主要目的是使其机械运动符合气闸分离要求和气闸特性,在国内设计生产传统断路器新产品时,设计完成后应进行原型试验,一旦达不到规定的要求,就必须重新设计和测试模型,工艺复杂设计周期长,人力物力耗费大,无法适应市场日益增长的竞争要求。在断路器产品开发过程中可以使用 CAD 技术开发虚拟模型,在计算机上创建和组装虚拟零件,模拟模拟软件创建的虚拟空间中的机械运动并监控其差异和连接特性。为了及时方便地修改设计缺陷,然后重复模拟分析直到找到最佳设计方案。

**关键词:** 仿真技术; 真空断路器产品设计; 应用

## Application of simulation technology in the product design of vacuum circuit breaker

Xiaomo Hou, Qianli Ma, Shengping Liu, Hanwen Wan

Tianjin Pinggao Intelligent Electric Co., Ltd. Tianjin 300000

**Abstract:** the main purpose of vacuum circuit breaker design is to make its mechanical movement meet the requirements of gas brake separation and gas brake characteristics, in the domestic design and production of traditional circuit breaker new products, design should prototype test, once cannot meet the requirements, must redesign and test model, complex design cycle is long, manpower and material resources, unable to adapt to the growing competition of the market requirements. During the development process of circuit breaker products, you can use CAD technology to develop virtual models, create and assemble virtual parts on a computer, simulate the mechanical movement in the virtual space created by the simulation software, and monitor their differences and connection features. To modify the design defect in time and with convenience, the simulation analysis is then repeated until the best design scheme is found.

**Keywords:** simulation technology; vacuum circuit breaker product design; application

### 前言

近年来,发展了一种新的实验理论和工程技术。最初,工程师在电脑上创建了机器模型,分析了模型的动态特性,然后用传统模型的数字形式替换了原型设计。使用虚拟机模型技术可以大大简化机械产品的开发过程大大减少产品开发周期。它的应用使设计师能够从设计开始了解产品的性能。

### 一、真空断路器趋势

经过几十年的真空断路器发展,目前的技术水平已经足够成熟,未来的真空断路器正逐渐向高压、高功率、小型化和知识分子的方向发展。1) 高压、大容量:随着真空理论的继续研究和技术水平的提高,真空开关的发展不再局限于中压领域,而是朝着高压和大容量的方向发展。在 72.5kv - 126kv 地区,日本开发了一个真空开关,电压水平 126kv,短路电流达到 40kA。目前,由于气体被认为对温室气体有害, SF<sub>6</sub> 和 GIS 开关被使用和使用限制。目前没有更有效的方法来取代 SF<sub>6</sub> 断路器,它的功率差距很大,不会污染环境,因此真空断路器向更高电压水平的转变成

为各国电力工业发展的重要方向。设计具有更高电压的真空开关应该旨在解决诸如名义电流上升和真空弧形室外绝缘强度的问题。2) 小型化:真空开关可以缩微,条件是可以缩小灭虫室的大小。首先,在制造真空管时使用了新的弧形控制技术,使弧形灭虫室不断缩小,从而使其关闭和通过;第二,复合绝缘技术和铸造技术不断发展,导致真空电弧室中用于绝缘和密封的材料数量不断减少。真空弧形室大小的减少再加上近年来弹簧驱动的现代化和更换,其体积不断减少,使真空断路器朝着小型化的方向移动。3) 知识主义:在工作过程中,真空断路器往往伴随着剥削过度 and 电击,这对网络的安全工作产生了深远的影响。理论分析和实践表明,这种现象的发生不仅与控制链的参数有关,而且与实际分离和真空开关的启动阶段有关。随着微技术、微技术相分裂和连接成为可能。智能真空开关可以实现探测、保护、控制、通信等智能功能。

### 二、仿真技术在真空断路器产品设计中的应用

1. 需求。牵引变电站需要真空断路器。它的作用是连接或关闭电路与负载。由于严重弧线连接或电路中断,导

致过电压联络点或停机开关交流电,长期接触可引起氧化层增厚,甚至畸形烧窑短导致间隙增加接触器开关,地上的电弧烧伤部位或各地方停电,影响电气系统稳定和安全运营。转速保持在每分钟 120 转。兆欧计手柄的连续旋转,记录 60s 绝缘电阻的值,即断路器绝缘电阻。单独检查了整个断路器的绝缘电阻和舱内的绝缘电阻(绝缘电阻不少于 1000 兆赫)。测试必须有记录证明机构整体布局合闸功能单元、合闸保持功能单元(分闸功能单元)、传动功能单元、辅助功能单元(控制回路),如图 1 所示。测试数据异常的原因分析,排除实验连接、外部条件和其他影响,以验证设备的匹配。

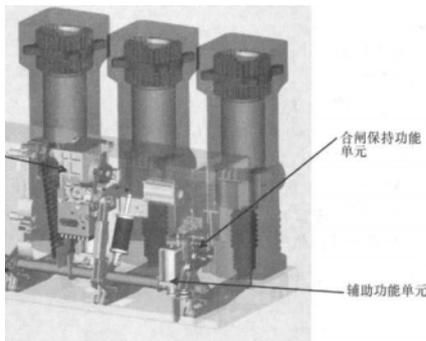
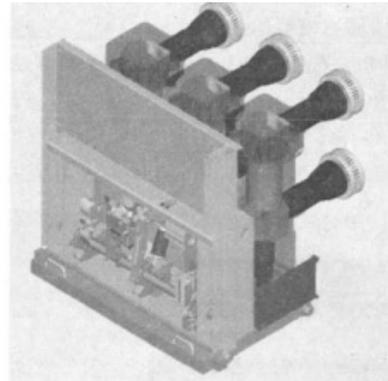


图 1 机构整体布局

机构运动设计。目前,中压真空开关广泛使用,主要是通过弹簧驱动,该文件中还在考虑的真空开关是弹簧。当开关关闭时,开关弹簧释放能量,将滚柱轴承的凸轮挤压到关闭杆上。通过驱动转子,它在必要时根据接合速度和与静电接触的接触,提供了关闭弹簧和接触弹簧的机会。当断路器关闭时,二级断路器关闭,释放机制的断路器关闭。接触弹簧的动态接触继续与静态接触,处于休眠状态,孤立推力等等。通过接触弹簧的共同作用和关闭弹簧的电压,弹簧的速度从零开始进行全局干涉检查和结构分析当碰撞时,一个孤立的杠杆系统与固定的接触点发生碰撞时,脉冲会瞬间转移到运动接触。在这种情况下,接触会以一定的瞬时速度发生。在那之后,接触器和杠杆以同样的速度运动,在断路器的末端,多余的能量被油缓冲器吸收,在断路器的位置停止,真空开关完成。在建模过程中,应注意到碰撞力的大小、撞击表面的硬度和撞击深度,因为碰撞问题与断路器的机械特性直接相关。在关闭过程中,离线器有很多功能,必须注意这些力的正确影响,特别是缓冲力,这需要输入段函数。添加传感器。需求的结构符合反映在关闭速度、速度、时间等曲线上,因此合理地添加这些变量直接影响模拟结果的产生,设计人员在较短的时间内就完成了产品的设计工作。

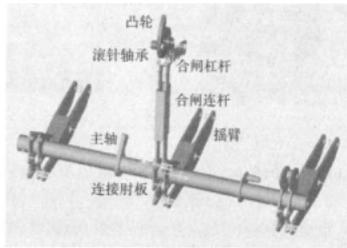
虚拟仿真建立。设计使用参数建模方法,其主要功能是创建军事成分的几何模型。可以在三维空间中观察和修改尺寸,并直接生成二维图纸来处理。个别零件模型的虚拟组装。装配机身中的每一块都是通过绑定来连接的。它不只是复制,而是属于智能组装。因此,无论如何编辑一个细节,整个组装都保持相关,一个或另一个组件被修改,

引用到这个组件的信息会自动更新。进行全球干预检查和结构分析,组件可以自动计算零件的数量,在设计中找到协作,以避免出错。在断路器设计的设计阶段,从上到下应用了一种设计方法,首先是一个骨架模型,通过外部车轮的尺寸来保留空间。因此,不仅可以评估产品的完整性,而且可以很容易地提供其形状和精确性。通过骨骼模型,我们得到了一个岛屿,比如产品结构,不同的位置,不同的联系等等。因此,设计师只需要专注于基于骨骼模型的相关部件的结构。与此同时,模型也发生了一些变化模型建立如图 2 所示。



模型建立 如图 2

设计校验阶段。优化模型组装和使用下列主要职能:模拟运动机制,简化和空间联系机构,快速确认过程的参数要求,如停电、距离、速度等设计阶段考试阶段,需要进行以下工作:1)进行模拟运动学分析整个活动部件运动过程;2)根据核查结果、制度和设计改进,优化产品设计结构和能源分配。在断路器模型中提取传递函数元素并进行模拟运动分析。首先,它定义了驱动节点的连接。如图 5 所示;凸轮和针状轴承形成凸轮连接;闭合杆和机身构成回转部分;开关,主轴旋转;主轴和盒子的外壳是一对旋转主轴,形成一个旋转助手。将断路器模型中的传动功能单元提取出来,对其进行仿真运动分析。首先定义各传动部件的连接机构仿真模型如图 3 所示,分析表明,在工作的最初阶段,影响要大得多比释放的电压小得多,从而确保了传输的效率和可取性。理论计算的准确性也得到证实,因为在体能测试中,身体疲劳的存活率被记录为 20 或更多的故障。在设计真空开关的过程中,冲击振动对机器的强度和耐久性以及非耦合特性产生了深远的影响。过度扭曲和弯曲会导致刹车失灵和短路。并通过熔化 30 个当前发射的金属颗粒和焊接接触头来融化接触表面。有一种拒绝的现象,接触表面的恶化正在加速。接触速度的动力学。你可以看到,随着弹簧的硬度增加,关闭弹簧的速度也会增加。工作时间正在大大减少。



机构仿真模型 如图 3

### 三、结束语

CAD 软件是一个二维软件，集成数据和设计系统并不完美，允许对模型进行模拟验证的二维软件不允许开发人员优化细节。在开发真空断路器的过程中，虚拟原型技术

大大简化了产品设计过程，减少了产品设计周期，完成了软件的基础、蓝图设计样品制作、测试等的所有工作。

### 参考文献：

- [1] 苏俊贤, 黄杰. Pro/ENGINEER 2001 入门指南. 北京: 人民邮电出版社. 2019.
- [2] 张三群. 高级开发实例. 北京: 电子工业出版社. 2021.
- [3] 张敬涛, 丛艳伟, 康世荣, 等. 手车式真空断路器联锁设计及优化分析 [J]. 科学技术创新, 2020(31):177-178.
- [4] 许金彤, 王晓燕, 王鹏程, 等. 12 kV 交流真空断路器柔性化投切电力电容器的设计与应用 [J]. 电世界, 2020, 61(04):12-16.