

[GIS]

三维虚拟仿真技术在GIS设计中的应用

文/西安西电开关电气有限公司 杨伟刚 徐 晟

阐述了三维虚拟仿真技术在GIS产品设计中的应用，详细说明了零部件标准化、功能单元模块化、用户特殊需求差异化及参数化设计，从而实现了工程间隔断面积木式搭建和工程标准化快速设计，提高了GIS设计效率 and 设计质量；并针对工程设计过程中出现的零部件干涉、尺寸超差和槽面匹配等设计差错问题，通过虚拟仿真装配进行早期预判，防止不合格零部件生成和规避不合理结构，有效减少资源和物流浪费，提高生产效率。

国内外相关技术现状及发展趋势

传统设计从早期手工绘图演变为用AutoCAD软件进行工程制图，较多依赖个人经验，重复性设计工作多、差错率较高。目前三维仿真设计以其直观的显示、对实际装配的快速模拟与指导等优点，而越来越受到广大制造类企业的青睐。

据了解，同样从事输变电的国外同行，某些大型跨国公司都采用三维软件进行产品研发与工程设计（如Pro/E、UG）；其他行业（如航空航天、汽车和造船等）则采用了CATIA、SolidWorks等三维软件。目前，国内同行对三维设计的应用也大多停留在零部件研发和设计阶段，应用程度也并不深入。国内其他制造行业（如航空航天、汽车和造船等）对三维软件的应用较输变电行业则显超前，使用已较普遍。

尤其在国家倡导智能制造、绿色制造理念和形势下，作为输变电设备制造行业为提前验证设计结构，提高设计质量和效率，在产品乃至制造阶段推广三维虚拟仿真技术也势在必行。

GIS三维虚拟仿真技术原理及其优势

GIS三维虚拟仿真技术原理就是在产品数据管理系统（简称PDM）TeamCenter Engineering环境

下，利用UG软件建立产品三维模型，在PDM系统中自动生成设计BOM数据，于TCM系统生成工艺信息后，下传数据到生产系统中，实现工程三维全形态设计和指导生产，建立设计与下游环节的链接，实现产品数据共享，增强了各部门的协同工作能力。

其最大优势是建立三维建模标准体系；采用三维模型轻量化技术解决复杂的GIS产品模型运行问题；使用可视化技术进行数据的查看和标注；通过“PTS模板技术”实现零部件参数化及工程快速化设计；实现装配工艺立体化作业指导文件，进行可视化指导装配；实现工程三维全形态设计替代全形态装配，利用UG软件中有限元分析技术对零部件结构进行受力分析、电场分析等，实现“零部件无缺陷、产品结构无干涉”设计，对工程结构在设计阶段可进行提前模拟验证，对研发部门可缩短产品的研发周期，节约研发费用，减少生产过程中因设计失误造成的人员等待和场地占用时间，对设计和制造过程的指导具有极大的经济效益；并且可以实现多专业协同设计和数据库共享，使得设计、工艺、生产及财务等部门之间的信息传输实现了全数字化和网络化，提高企业整体工作效率。

零部件参数化设计及仿真分析

采用PTS模板技术,实现相似零部件的快速化设计及零部件间的关联设计,在对应的参数化模板使用下,可以通过更改模板文件内的参数,来自动生成零件或装配下的所有三维模型、工程二维图。同时还能在模板文件下,人工只需根据PTS模板选项来筛选装配体内部件的有或无使其生成需要的装配体,无需再逐个进行装配。

根据零部件使用性能要求可以直接通过三维模型进行仿真计算分析,验证其电场强度和机械强度,确保结构设计合理性,举例如图1所示。

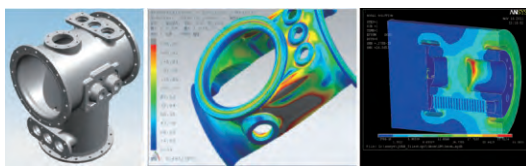


图1 零部件仿真设计

定解决方案并进行工程技术准备。其次以工程主接线为设计依据,选择最优化间隔布置形态建立三维标准间隔。

为了方便后续工程级的装配,并且使三维全形态间隔设计能够遵循统一的规则,设计人员采用下图所示流程进行间隔乃至整个工程的三维全形态设计(见图2);实现最终以功能元件模块为基本单元,快速“积木式”搭建标准间隔模块并完成工程设计。

工程间隔乃至整个工程结构设计搭建完成后,对每个结构进行仿真验证,从设计源确保结构正确合理,杜绝问题结构和错误零件流入下

产品三维全形态设计及仿真验证

GIS产品由不同功能的间隔通过母线连接组成,在工程技术准备过程中,首先阅读工程承认图及技术协议,重点关注协议中与标准产品结构或参数不同的内容,对工程特殊要求进行分析确

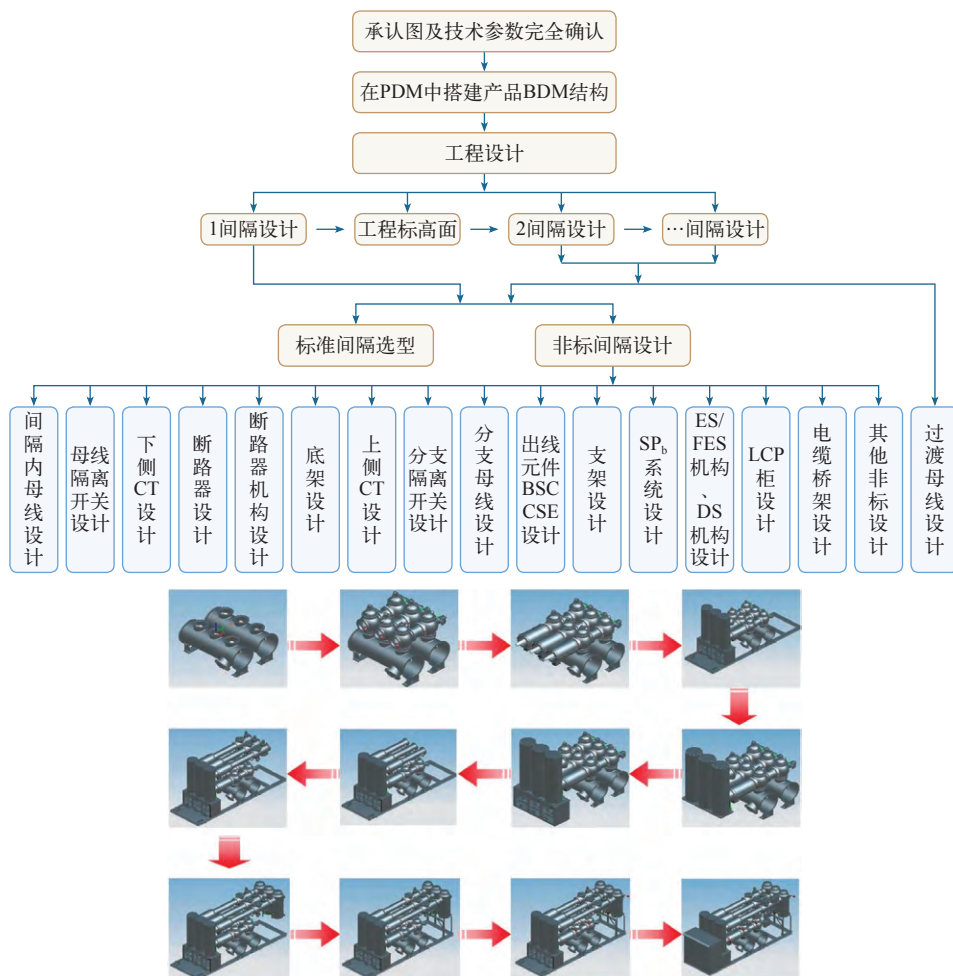


图2 三维全形态设计流程

工序, 举例如图3、图4和图5所示。

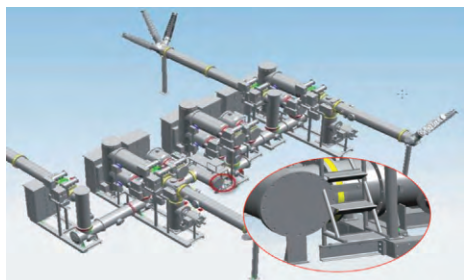
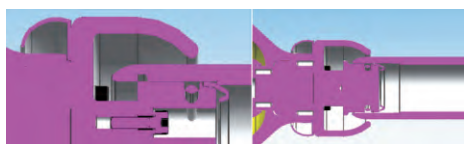


图3 平台结构干涉



(a) 导体长度错误 (b) 导体长度正确
图4 导体干涉

结束语

随着三维虚拟仿真技术的功能日益强大和广泛深入应用, 可有利于设计人员提高设计质量

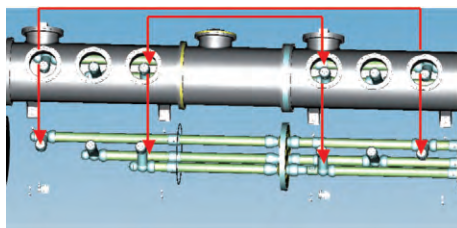


图5 母线换相序核查

和业务素质, 降低设计差错率, 提高产品设计质量; 实现企业内部多专业多部门协同设计, 数据库共享, 如装配工艺立体化作业指导文件, 零件三维模型下传专业加工车间, 自动生成数控机床加工程序。目前我国电力系统中有部分设计院引进了三维设计软件, 必须及时跟上实现与用户的良好沟通; 工程三维虚拟仿真设计可更好、更直观地令用户预先体验到项目落成后的效果, 为销售竞标提供有效支撑, 并有效提升企业品牌形象。EA

(收稿日期: 2017.07.12)

(编辑: 刘群焱)

(上接第98页)

MCB电气间隙和爬电距离设计时注意事项

表 4

污染等级	槽宽度的最小值/mm
1	0.25
2	1.0
3	1.5
4	2.5

1) 正确运用筋和槽的设计。由于筋受污染物的影响小, 并且筋的干透效果较好, 筋可以大大地减少泄漏电流的形成。通常情况下, 筋的最小高度为2 mm时, 爬电距离可以减少至规定值的0.8倍; 如果使用槽, 槽的宽度 X 基本上由污染等级决定(表4, MCB适用的环境污染等级一般为2, X 取1)。此外, X 值选择的附加规则是, 如果有关的电气间隙小于3 mm, 尺寸 X 的最小值可以减小至该电气间隙的三分之一。

2) 隔板的运用条件。图5中, 隔板与绝缘件之间未黏合。直观上电气间隙为“虚线”的距离, 由于接缝间未黏合, 爬电距离为通过隔板底部“粗实线”的距离。这种方式对槽宽尺寸没有要求, 可以增加爬电距离, 但在长期使用中可能会造成污染累积或积水, 实际运用中应慎用, 尽

量避免导电部件间插入槽和接缝。

结束语

低压断路器的发展趋势是小型化、智能化。随着产品体积的缩小, 电气间隙和爬电距离设计必然会有更大难度, 技术人员必须花更多心思在产品结构的优化布局上, 以保证产品安全性设计符合标准。在电气间隙和爬电距离的分析计算时, 应结合外部的使用环境、安装方式, 除了要考虑产品结构内部爬电路径, 还要涉及到极与极的导电部件之间、导电部件与安装导轨之间等。使用高性能工程塑料是提高爬电距离的一种重要途径, 合理设计“筋”和“槽”的形状尺寸也是一种较为经济有效的方式。同时, 在对设计方案进行试验验证时, 应留有一定的设计余量, 产品在使用寿命范围内, 塑料件不断老化变形, 金属件的逐渐锈蚀和金属带电离子的扩散等都会造成爬电距离减小。文中提到的改进方案对断路器设计人员有一定的借鉴意义, 设计人员只有熟练掌握电气间隙和爬电距离等相关理论和实际运用经验, 才能提升产品设计和制造水平。EA

(收稿日期: 2017.07.12)

(编辑: 刘群焱)