

ITER 馈线系统虚拟设计

张远斌, 宋云涛, 武松涛, 王建青

(中国科学院等离子体物理研究所, 安徽 合肥 230031)

摘要: 根据 ITER 馈线系统特点, 采用模板创建零件库, 利用分层装配技术进行装配, 提高了设计效率。通过有限元分析, 及早发现设计问题, 提高了馈线设计的合理性。

关键词: 馈线; 虚拟设计; 虚拟装配

中图分类号: TH122; TL626

文献标识码: A

文章编号: 1002-2333(2005)06-0093-02

Virtual Design of ITER Feeder System

ZHANG Yuan-bin, SONG Yun-tao, WU Songtao, WANG Jian-qing

(Institute of Plasma Physics, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: Base on the characteristic of ITER Feeder System, template is used to create the parts, feeder is assembled with layers, all this can improve the design efficiency. And with the help of FEA technique, problem can be found earlier, the reliability of Feeder design become better.

Key words: feeder; virtual design; virtual assembly

1 引言

国际热核聚变实验堆(ITER)是正在进行的一项大型国际合作项目, 其目标是建造一个可自持燃烧的托卡马克聚变实验堆, 以验证热核聚变反应堆的工程可行性, 并对实际应用核聚变能时所需的要素进行试验^[1]。ITER 馈线系统承担着整个超导磁体系统的电源、冷却液和数据信号传输任务, 结构复杂, 设计任务庞大。通过引入虚拟设计技术, 可在虚拟环境中对馈线进行构思、设计、测试和分析, 使开发人员可以尽早发现馈线在设计、生产及装配等阶段存在的问题, 并及时修改, 从而减少制造成品时的失误, 降低设计成本, 缩短设计周期, 提高了馈线设计质量。

2 馈线结构分析

ITER 馈线系统结构复杂(如图 1 所示), 包括纵场馈线系统、极向场馈线系统、校正场馈线系统等多个子系统, 每个馈线子系统又由一个或多个相同或相似的独立馈线组成, 每个馈线按照安装位置可划分为终端盒、过渡馈线及内部馈线三部分。不同馈线的终端盒与终端盒、过渡馈线与过渡馈线结构相同或相似, 内部馈线结构虽然相差较大, 但其结构也有一定规律可寻。馈线结构上相同或相似的特点, 为馈线的零件库的建立及馈线的装配带来了方便。

3 三维零件库的建立

馈线使用零件绝大部分均是非标准件, 需自己创建。根据馈线系统相似结构较多的特点, 我们采用模板建模的方式创建零件库, 即: 先创建相似结构的模板, 然后通过修改模板生成所需零件的方式来创建馈线的零件库。以终端盒外壳体零件库创建为例, 首先通过基于特征的参数化造型方法建立外壳体的基本轮廓, 并保存为模板。创建外壳体零件库时, 调入模板, 在保持其整体结构不变

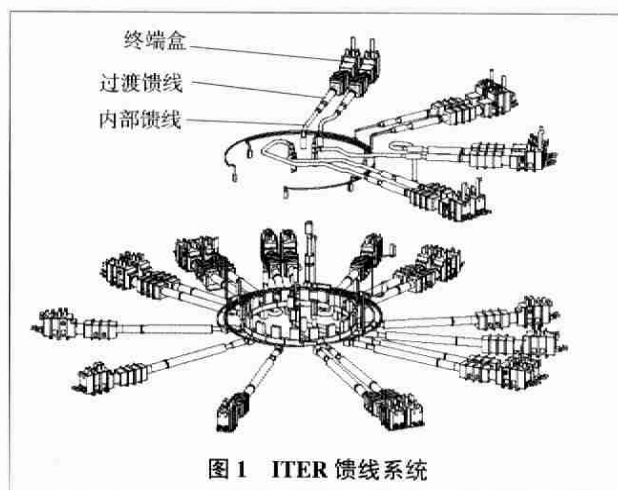


图 1 ITER 馈线系统

的前提下, 对其局部结构的配置和尺寸做出变动、调整, 如调整外壳体的外形尺寸、阀的安装位置等, 直至最终得到所需的外壳体零件。采用模板建模的方式, 可减少零件库建模工作量, 大大提高了设计效率。

4 馈线的虚拟装配

4.1 分层装配

根据馈线重复零部件较多的特点, 在馈线虚拟装配时, 我们采用了分层装配的装配设计思想^[2], 即: 先由单个的零件组装成为小部件, 并以小部件作为基础层组装成为较大的部件, 最后将各个大部件组成为整体设备。采用分层装配, 可重复利用已有的装配部件, 减少了重复劳动和提高设计效率, 同时也便于对装配关系进行查看和编辑。馈线的装配层次如图 2 所示。

4.2 装配约束选择

约束是零件进行装配时所必需的、限制零件自由度及各零件相对位置关系的定义。在馈线装配的具体操作中, 尽可能使用稳定的装配约束, 如中心线与中心线重

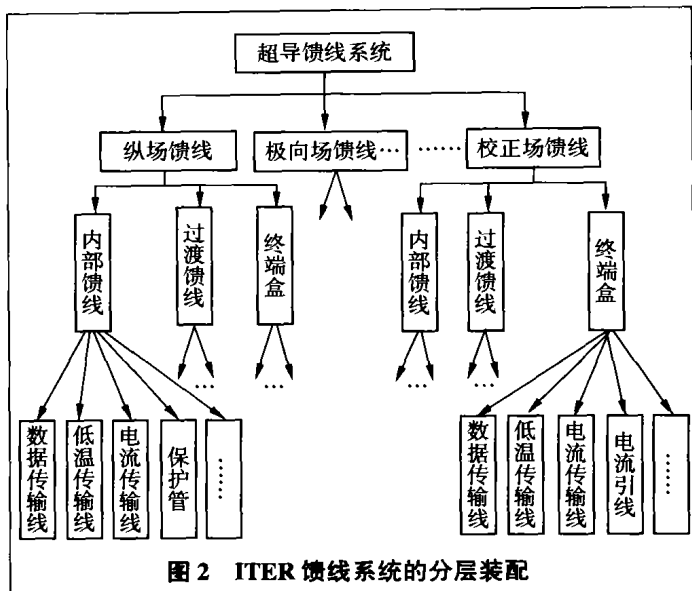


图2 ITER 馈线系统的分层装配

合、平面与平面之间的距离、平面与平面之间的角度或者平面与平面重合等。这样当修改装配零件时,将大大降低装配本出错的几率。对于非稳定的装配约束,如几何图形的边、顶点等,尽可能避免使用。

4.3 装配中的省略处理

虚拟装配的目的是为了检验装配的可行性,了解零部件之间的干涉情况等。因此对于那些对装配影响不大的零部件,如某些螺栓、螺母等,在虚拟装配过程中可以考虑省略,以减少装配工作量,提高设计效率。

4.4 装配干涉检查

干涉检查的目的是确保设计零部件的有效性^[3,4]。包括静态干涉检查和动态干涉检查。首先要进行静态干涉检查,对发生干涉的零件,需要返回实体模型,通过修改相应尺寸来更改模型。零部件通过静态干涉检查后,还需进行动态干涉检查,动态干涉检查与装配操作同时进行,若产生动态干涉,则需修改零部件装配路径或装配顺序,如果经多次修改装配路径和装配顺序零件仍存在动态干涉,则干涉零件需要重新返回实体模型进行几何修改,直至干涉消除为止。

4.5 干涉零件的修改

干涉零件的编辑、修改是通过装配管理树实现的。装配管理树是记录装配零件及其装配关系的树型管理结构,其功能是记录、显示装配体的零件组成、约束定义状态。图3为过渡馈线装配情况,左侧为装配管理树。当装配过程中发现某一个零件存在干涉,需要修改实体模型时,可通过点击管理树中待修改零件,直接对干涉零件实体模型进行修改。

5 有限元分析

有限元分析是工程和产品结构设计和分析必不可少的数值计算工具,通过对关键零部件进行有限元分析,可及时发现设计中的问题。结合馈线的实际工况,我们对馈线的关键部件作了诸如静力、传热、电磁、地震等方面的有限元分析,并根据分析结果对结构进行评估和优化,为

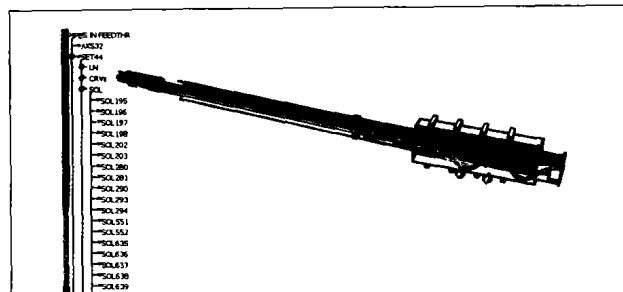


图3 过渡馈线装配图

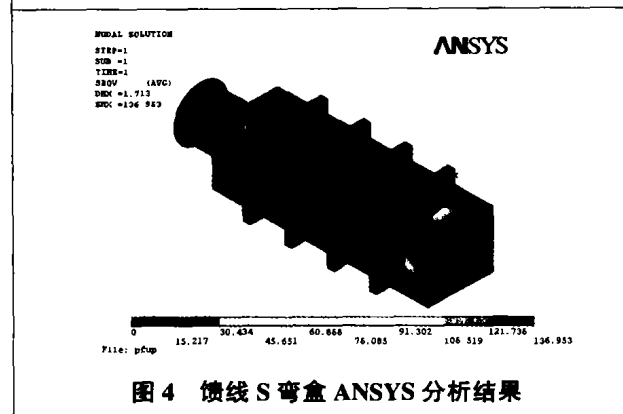


图4 馈线S弯盒ANSYS分析结果

最终确定馈线结构提供理论依据。图4为馈线S弯盒的有限元分析结果。

6 结束语

ITER 馈线系统采用基于特征的参数化造型建立模板,并以模板为基础建立零件库,按照分层装配思想实现装配,减少了重复劳动、提高设计效率。通过干涉检查和有限元分析,可及早发现馈线设计问题,提高了馈线设计的科学性及合理性,为馈线的一次性开发成功奠定了基础。

[参考文献]

- [1] R. Aymar. Status of ITER [J]. Fusion Engineering and Design, 2002, 61-62:5-12.
- [2] 李玉忠,陈泽琳,杨振野. 基于知识的虚拟设计研究[J]. 中国机械工程, 2004,15(9): 809-812.
- [3] 王永金,孙克豪. 虚拟装配技术研究概述[J]. 机械, 2004,31(4): 1-3.
- [4] 田启华,社义贤,赵卫. 虚拟环境中产品装配技术的研究[J]. 现代机械, 2004,(2):16-18. (编辑毛丽青)

作者简介:张远斌(1974-),男,博士研究生,主要从事 ITER 超导馈线的设计与分析。

收稿日期:2005-02-04

我国对日、美、欧 进口氯丁橡胶征收反倾销税

商务部近日公布对原产于日本、美国、欧盟的进口氯丁橡胶反倾销调查的终裁决定,认定该进口氯丁橡胶存在倾销,决定自2005年5月10日起,对其征收2%~151%不等的反倾销税,期限为五年。此次氯丁橡胶反倾销案是应我国国内企业的申请,商务部于2003年11月10日公告立案调查。