

# Mechanical Desktop 软件 在中国先进研究堆堆本体设计中的应用

郎瑞峰

(中国原子能科学研究院 反应堆工程研究所, 北京 102413)

**摘要:** 研究使用 Mechanical Desktop (MDT) 软件对中国先进研究堆 (CARR) 堆本体主要部件进行三维参数化建模, 并通过尺寸及相关位置数值的变量驱动进行 CARR 堆本体初步设计及修改。三维参数化设计方法的应用大大提高了 CARR 堆本体的设计效率, 缩短了设计周期, 为高质量如期完成 CARR 堆本体主要部件的设计奠定基础。

**关键词:** 三维参数化; 建模; 变量驱动

中图分类号: TL351; TP319

文献标识码: A

文章编号: 1000-6931(2002)02-0097-04

## The Application of Mechanical Desktop in the Design of the Reactor Core Structure of China Advanced Research Reactor

LANG Rui-feng

(China Institute of Atomic Energy, P. O. Box 275-33, Beijing 102413, China)

**Abstract:** The three-dimensional parameterization design method is introduced to the design of reactor core structure for China advanced research reactor. Based on the modeling and dimension variable driving of the main parts as well as the modification of dimension variable, the preliminary design and modification of reactor core is carried out with high design efficiency and quality as well as short periods.

**Key words:** three-dimensional parameterization; modeling; variable driving

中国先进研究堆 (CARR) 是轻水冷却慢化、重水反射、反中子阱型实验堆, 具有同位素生产、物理实验、材料辐照、考验回路、单晶硅搀杂等多种用途。堆本体由导流箱、重水箱、堆芯容器、衰变箱、反应堆钢衬里及堆内构件组成。其中, 在重水箱内布有 19 根垂直孔道、9 根水平孔道。

实验孔道的排布是堆本体初步设计中的难

点。孔道在重水箱中的布置应紧凑合理, 既要满足不同的中子注量率要求, 又要满足重水箱等堆内结构的总体要求。实际上, 实验孔道的排布是一不断改进的设计过程, 常规二维设计方法对此无能为力, 并难以进行初步设计中的多方案比较。作为一个机械设计平台, Mechanical Desktop (MDT) 软件具有对一复杂装配体进行零件参数化建模、装配、生成二维工

收稿日期: 2001-06-18; 修回日期: 2001-08-23

作者简介: 郎瑞峰 (1970—), 男, 内蒙古化德人, 工程师, 硕士, 化工机械专业

程图等功能。为此,本工作研究采用 MDT 软件建立 CARR 堆本体三维参数化设计方案,生成主要部件的三维模型及总件装配模型,并对堆本体进行初步设计。

## 1 三维参数化设计实施方案及其实现过程

首先,用 MDT 软件对堆本体关键部件重水箱、导流箱、水平孔道引出管及垂直孔道进行三维参数化建模,构造各部件的参数化实体(包括位置关系),将实体尺寸及其相关位置参数变量形成全局表驱动,根据设计输入条件及部件设计计算结果对表变量赋值;然后,进行部件间的虚拟装配,根据各孔道内的中子注量率要求确定各孔道的位置参数变量取值范围,并对该装配体进行观察、干涉检查,调整位置变量取值,使装配体消除干涉及各实验孔道位置关系合理。接下来的设计只需修改参数变量和更新模型。多方案的比较只需将一组变量进行不同的赋值来更新模型。主要部件的图纸文件由三维图生成。利用 MDT 软件具有的生成二维工程图的功能产生工程图。

## 2 CARR 堆本体初步设计具体步骤

### 2.1 各部件的建模

#### 1) 重水箱及导流箱

基于重水箱及导流箱结构尺寸、水平孔道接管尺寸及位置、有关重水系统回路管、氦气系统回路管及第二停堆系统回路管等的相关尺寸等生成相应变量。其中,与其它零部件配合有关的变量使用全局变量,与配合无关的变量使用局部变量。在建模过程中,使用这些变量驱动重水箱及导流箱。利用 MDT 软件的功能将这些变量生成 Excel 表链接驱动。重水箱及导流箱的参数化模型示于图 1。

#### 2) 导流箱上盖板

导流箱设计成上盖板可拆卸、上盖板与导流箱间配合加密封圈的结构形式。其中,垂直孔道与上盖板间的配合需满足上盖板开孔位置与导流箱上垂直孔道的位置一致性,它们有共同的位置变量。导流箱上盖板的开孔位置变量使用垂直孔道位置尺寸全局变量。考虑垂直孔道的中子注量率要求,须使有关垂直孔道设置

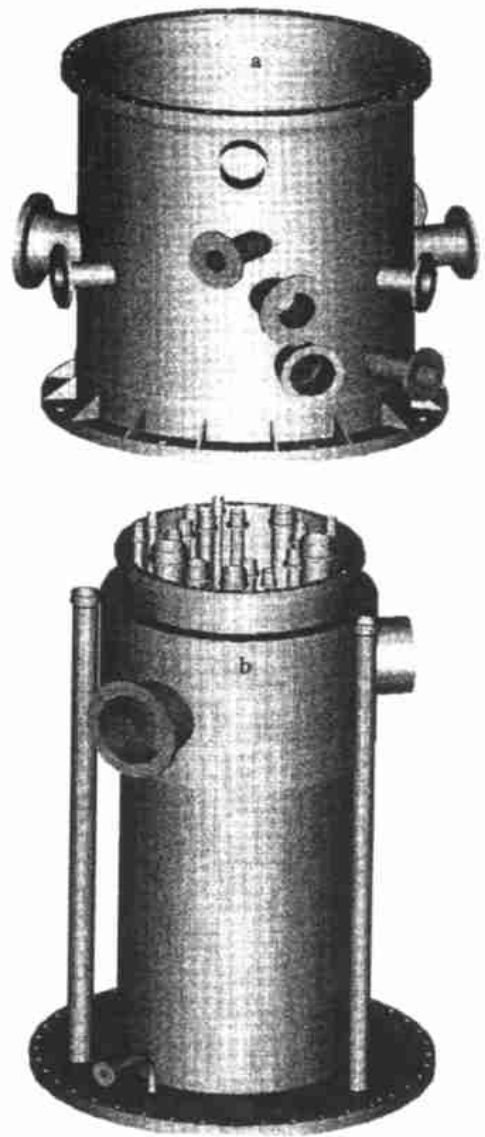


图 1 重水箱(a)及导流箱(b)参数化模型图

Fig. 1 The modeling drawing of heavy water tank(a) and flow guiding tank(b)

到靠近堆芯的位置,便于堆芯容器在反应堆寿命期内的更换。导流箱上盖板与导流箱间拆装困难,为在不拆卸导流箱上盖板情况下更换堆芯容器及便于换料,将导流箱上盖板设计成由 3 块板(上盖板、中间盖板及换料小盖板)组成,换料时只拆换料小盖板,更换堆芯容器时拆中间盖板,而不需拆上盖板。导流箱上盖板组件与导流箱间的配合尺寸使用全局变量。导流箱上盖板组件的三维参数化模型示于图 2。

#### 3) 垂直孔道支撑板组件

垂直孔道上部与导流箱上盖板密封配合,

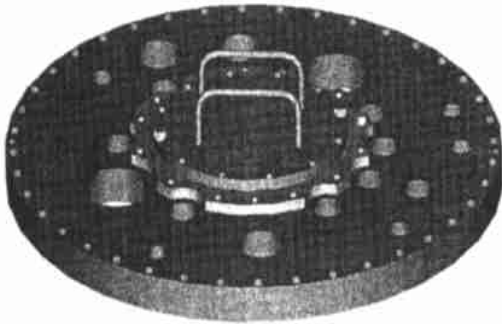


图2 导流箱上盖板组件

Fig. 2 The upper cover plate of flow guiding tank

模方法与上述重水箱等的基本相同,不再详述。

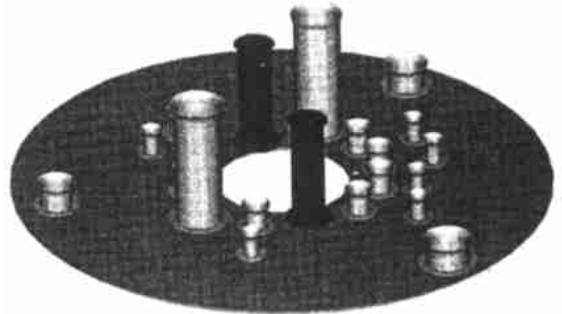


图3 垂直孔道支撑板组件

Fig. 3 The assemble of support parts for vertical channel

下部与垂直孔道支撑板各孔道杯形件配合。垂直孔道杯形件与垂直孔道支撑板采用螺栓联结,它们的位置与导流箱中各垂直孔道的位置一一对应,位置变量采用导流箱垂直孔道位置全局变量。分别对各垂直孔道定位杯形件及支撑板参数化建模并装配(图3)。

### 2.2 各部件的虚拟装配

对重水箱、导流箱、堆芯容器和各种孔道等部件进行装配,检查干涉情况,调整各位置全局变量及不合适的尺寸变量,直至获得满意的结果。装配后的组件示于图4。

- 4) 垂直孔道和水平孔道引出管等垂直孔道和水平孔道引出管等的参数化建

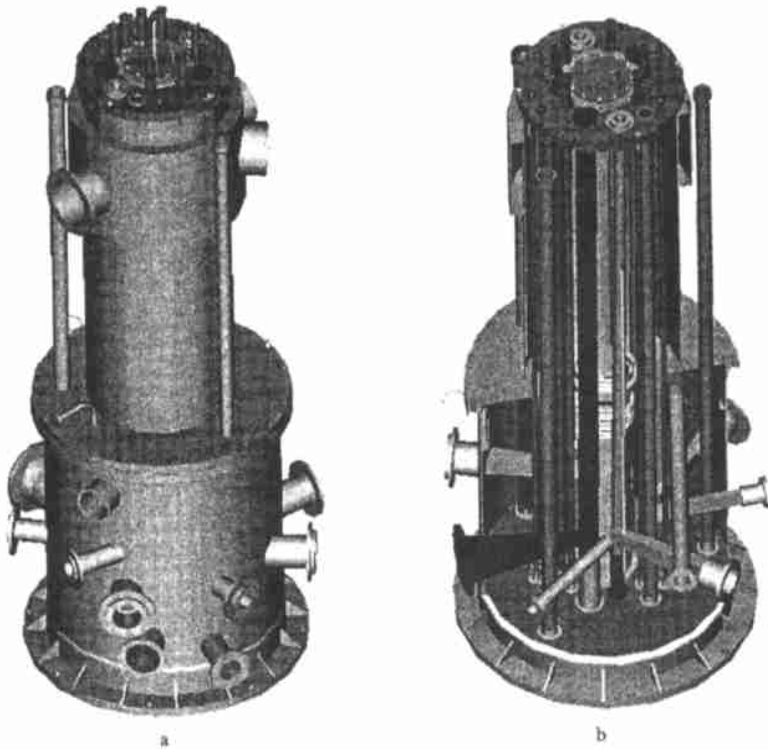


图4 重水箱、导流箱、垂直孔道和水平孔道引出管及堆芯容器等部件的装配图(a)及剖开图(b)

Fig. 4 The assemble drawing (a) and cutaway view (b) of heavy water tank, flow guiding tank, vertical channel, horizontal (beam) channel and core vessel

### 2.3 堆本体总装配

堆本体各部件的参数化建模为总图生成作好了准备。对各部件的模型进行总装配需调整位置全局变量及部分尺寸变量。CARR 堆本体总体参数化装配模型示于图 5。

CARR 堆本体主要部件图及总图由三维参数化实体模型生成。二维工程图则形成 CARR 初步设计正式文件。

### 3 小结

1) 采用三维参数化建模进行 CARR 堆本体的设计既准确可靠、设计效率提高和设计周期缩短,又直观形象,便于进行多种设计方案的比较。

2) 三维参数化建模不仅为施工设计打下基础,且三维模型可转换成相关图形格式供力学分析软件使用。三维模型为华中理工大学提供了模型数据,为完成必要的 CARR 堆本体仿真奠定了基础。

3) 由三维模型生成二维工程图既使工程设计人员从繁重的制图工作中解脱出来,又可避免一些不必要的制图错误。就我国目前 CAD/CAM 的现状,设备加工还须二维工程图纸,MDT 具备三维实体模型自动生成二维工程图的功能,作为一种过渡 CAD 工具,较适合我国国情。

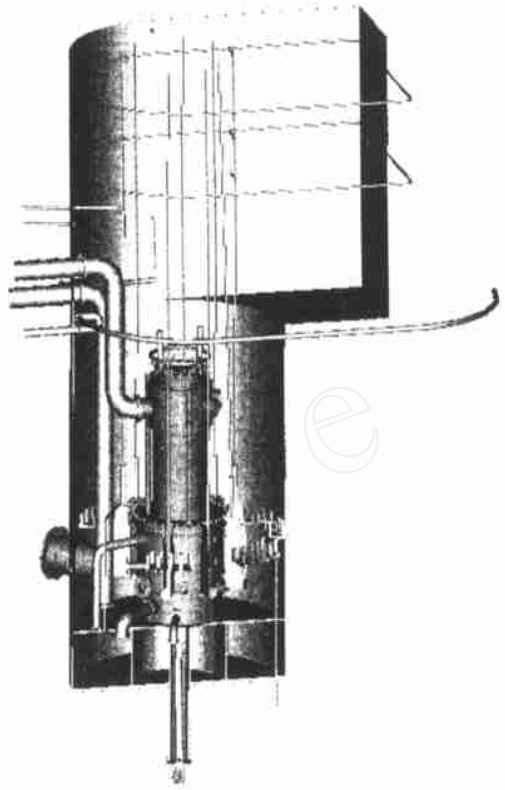


图 5 CARR 堆本体总装配模型图  
Fig. 5 The modeling drawing of assemble  
of reactor core structure for CARR