

# 应用 SOLIDWORKS 软件设计蒸汽疏水阀

魏红,马顺海

(甘肃红峰机械有限责任公司,甘肃 平凉 744000)

**摘要:**介绍了在蒸汽疏水阀零部件设计过程中应用 Solidworks 进行参数建模设计,应用 Solidworks 内嵌的 COSMOS/press 有限元分析模块对设计的零部件进行了应力分析,检查零件在承载状态下的工作性能及受力情况。借助 Solidworks 三维设计及装配技术,有效地提高了设计效率、缩短了研发周期。

**关键词:**SOLIDWORKS;蒸汽疏水阀;三维建模;有限元分析

**中图分类号:**TK730

## 1 概述

Solidworks 软件功能强大,技术创新,是领先的、主流的三维 CAD 解决方案。Solidworks 能够提供不同的设计方案、减少设计过程中的错误以及提高产品质量。Solidworks 软件对每个从事设计工作的工程师来说,操作简单方便、易学易用。使用 Solidworks,整个产品设计是百分之百可编辑的,零件设计、装配设计和工程图之间是全相关的。

蒸汽疏水阀属于自动阀门类,用于蒸汽管网及蒸汽设备中能自动排除高温凝结水、空气及其他不凝结气体并防止水蒸汽泄漏的特殊阀门,是一种机械产品。Solidworks 设计软件应用于蒸汽疏水阀产品的设计研发,通过 3D 建模对新开发设计的疏水阀产品进行分析检查,设计优化,设计进程会更快。

## 2 设计应用

以钟型浮子式蒸汽疏水阀产品设计开发为例,应用 Solidworks 软件进行疏水阀产品的建模设计,设计包括:零部件设计和装配设计。

### 2.1 零部件设计

钟型浮子式蒸汽疏水阀结构分为:阀体、阀盖、支架、吊桶、控制架、阀芯、阀座、定位销等部件,在进行产品设计时,可以先设计产品的每个零部件,然后进行装配过程设计,并根据要求设计配合零件。也可以先设计装配总图,再设计各零部件,先建立装配结构过程,然后逐步添加零件或几何结构的设计,以产生子装配件或部件。Solidworks 按设计顺序进行 3D 建模。

首先依据各部件的装配关系把要设计的产品分解成若干个零部件,确定这些零部件的几何尺寸和

装配顺序的位置的约束关系,根据约束条件再逐个对零件进行概念设计及详细设计,某单个零件在 Solidworks 建模过程中,要先建立零件毛坯基体模型,再参照零件粗加工工艺过程,逐步创建零件的特征。最后再按照零件精加工工艺对零件创建精加工工序特征。各特征建立的顺序应尽可能与零件的加工顺序相一致。单个零部件中不仅包含自身特征和属性信息,也包含与其他零部件之间的关联信息,当零件参数发生改变时,可以自动传递到其他相关零部件,促使有关零部件自动更新。所以零件设计总是基于装配的关联设计,某一个零件或装配顺序的任何修改都将传递至所有相关联的零部件图、总装配图和工程图中,因此,零部件的设计过程中,始终保持整个产品设计的一致性、完整性和相关性。

### 2.2 零部件参数化设计

在设计开发中,参数化是指零件的结构形状已定型,通过一个或一组参数来确定设计对象,参数与设计对象的控制尺寸有准确的对应关系,从而使设计的结果可受参数的驱动。蒸汽疏水阀为系列化产品,不同排量对应不同的阀座孔直径,因此 Solidworks 的参数化设计大大地提高了系列化产品的设计速度。

蒸汽疏水阀的结构主要取决于蒸汽疏水阀的排量  $Q$ :

$$Q = 360CA \sqrt{2 \text{ 个}(P_1 - P_2)/10^3} \quad (1)$$

式中: $Q$ ——蒸汽疏水阀排量,kg;

$A$ ——蒸汽疏水阀阀座孔面积,cm<sup>2</sup>;

$g$ ——重力加速度,m/s<sup>2</sup>;

$P_1$ ——蒸汽疏水阀入口压力,MPa;

$P_2$ ——蒸汽疏水阀出口压力,MPa;

$C$ ——排量系数(取 0.42 ~ 0.15)。

$$A = \pi d^2 / 4$$

式中: $d$ ——蒸汽疏水阀阀座孔直径,cm。

式(1)反映出排量 $Q$ 与阀座孔直径有关,而阀座孔直径尺寸又与阀芯、控制架、支架、吊桶和阀体相关联。因此,疏水阀的阀座、阀芯、控制架、支架、浮子是整个产品的核心零件,它们在很大程度上决定了蒸汽疏水阀的结构形式和使用性能。

在参数化建模设计前,首先对零件进行分析,从整体上形成关于零件建模的思路,明确设计需要创建的各种特征以及相互之间的内在联系,最后明确该零件需要多少个参数进行驱动。

Solidworks 中的系列零件设计表是通过嵌入的 Microsoft Excel 工作表来指定参数,可以使用材料明细表建构多个不同配置的零件或装配体。系列零件设计表保存在模型文件中,对 Excel 表格的修改实现尺寸驱动,从而能够完成设计的系列参数化。

### 2.2.1 建立零件实体

在零件模板中创建阀座的 3D 实体模型,在 FeatureManager 特征管理树中,用右键单击左侧 Solidworks 工具栏中[注解]文件夹,选择“显示特征尺寸”会把所有特征相关的尺寸显示出来。在图形区域中右键单击要修改的特征尺寸,然后选择“属性”,在对话框中重新命名特征。

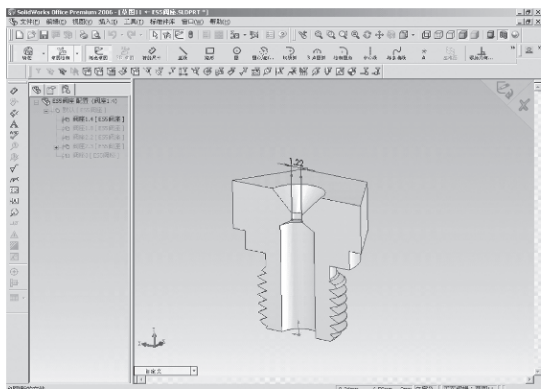


图1 显示尺寸为阀座孔直径的尺寸

### 2.2.2 插入系列零件设计表

选择“插入”→“系列零件设计表”→“新建”,一个嵌入的 Excel 工作表出现在 Solidworks 用户界面窗口,如图 2 所示,在默认情况下,第三行(单元格 A3)包含第一个新配置的默认名称。“第一实例”,为便于察看修改将其重命名为“阀座 1”,列表标题栏单元格 B2 为激活状态,命名为“阀座孔径”。

### 2.2.3 编辑 Excel 表实现零件参数系列化配置

系列零件设计表是嵌入到零件文件中的,而不是链接到文件,因此,假如改变原有的 Excel 电子表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	系列零件设计表是为: ESS 阀座									
2	D100 孔径	D100 孔径	D100 孔径	D100 孔径	D100 孔径	D100 孔径	D100 孔径	D100 孔径	D100 孔径	D100 孔径
3	第一实例									
4	阀座 1.2	16	13	1.2	10.4	4.2	12	6.1	12	
5	阀座 1.7	16	13	1.7	10.4	4.2	12	6.1	12	
6	阀座 2.0	16	13	2	10.4	4.2	12	6.1	12	
7	阀座 2.5	16	13	2.5	10.4	4.2	12	6.1	12	
8	阀座 3.0	16	13	3	10.4	4.2	12	6.1	12	
9	阀座 3.2	16	13	3.2	10.4	4.2	12	6.1	12	
10										

图2 系列化配置表

格文件,却不会影响其他零件文件。选择“编辑系列零件设计表”命令,Excel 建立的系列零件设计表出现在 Solidworks 图形区域中,根据设计需要编辑该表格,可以改变单元格的参数值,添加行内可以增加的配置,或是添加列以增加参数的控制。根据阀座孔孔径尺寸,即可得到图 2 所示的系列化配置表。在表格外单击[配置管理器]标签,同时系统自动关闭系列零件设计表,可以看到 Excel 工作表驱动生成的参数系列化配置。

通过 Solidworks 建立的零件参数配置,当设计需要相关零件不同系列尺寸时,只需在[配置管理器]中选取所需系列类型,系统即可自动生成该零件的 3D 模型。需要注意的是如果直接在 3D 模型(而不是表格)中进行参数更改,则不会反映在原始的 Excel 工作表或嵌入的表格中。如再次计算系列零件设计表时,配置会根据模型中的数据进行更新。保存 Excel 表格及其实体零件,建立零件实体库,完成实体零件库的建立。

通过参数化设计能够大幅提高建模效率,同时满足标准化设计的要求。

### 2.3 零件结构的有限元分析

有限元分析技术是机械设计,尤其是阀门产品结构设计和分析中必不可少的计算工具。把有限元技术应用到蒸汽疏水阀关键部件的设计过程中,可为设计高温、高压产品提供有价值的参考数据。COSMOS/press 是内嵌在 Solidworks 的完全集成的工程分析系统,COSMOS/press 可对设计的零部件进行应力分析、频率分析、变形分析和优化分析。

蒸汽疏水阀阀体大多为精铸件,阀体结构和局部壁厚在满足性能的同时要便于铸造。以钟形小浮子式蒸汽疏水阀阀体为例进行 COSMOS/press 有限元分析。WCB 材料机械性能见表 1。

表1 WCB 材料机械性能

材料	抗拉强度 $\sigma_b$	屈服强度 $\sigma_s$	伸长率 $\delta$	断面收缩率 $\Psi$	硬度
WCB	485MPa	250MPa	22%	35%	129 ~ 187HB

(1) 利用 COSMOS/press 插件对设计的阀体建立约束,施加载荷,进行分析计算。约束固定面选取阀体中法兰及进、出口两个端面,其水平及垂直方向位移均为零。施加的载荷主要来自阀体内部压力容器所承受蒸汽和凝结水压力  $P = 3.2\text{MPa}$ ,工作温度  $T = 203^\circ\text{C}$ ,方向垂直于阀体内表面。

(2) 应用 COSMOS/press 计算分析,输入相关参数,系统运行各种计算功能,得到阀体的应力、位移分布、变形云图如图 3 所示,结果如图 4 所示。

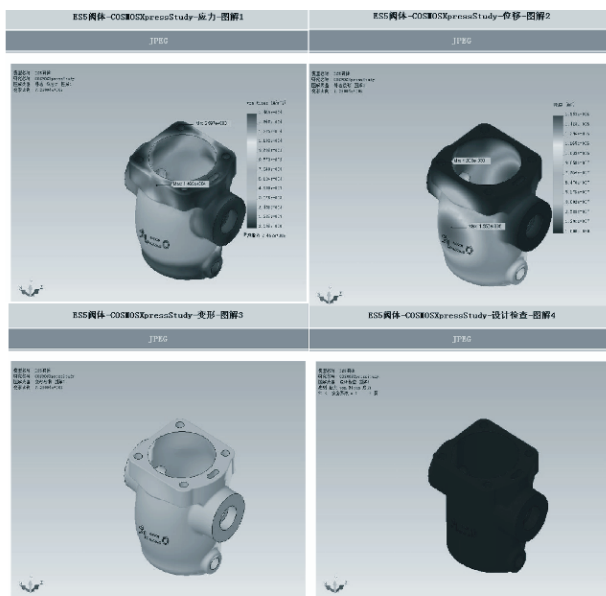


图3 应力分布、位移分布、变形云图

应力结果					
名称	类型	最小	位置	最大	位置
图解1	VON-Mises 应力	2.59742 N/m <sup>2</sup>	(32.1019 mm, 30.6378 mm)	14694 N/m <sup>2</sup>	(33.2912 mm, -44.5 mm, 3.1583e+012 mm)

位移结果					
名称	类型	最小	位置	最大	位置
图解2	URRS:合力位移	0 mm	(-28.922 mm, -19 mm, -24.6479 mm)	1.55283e-006 mm	(2.99426 mm, -43.7445 mm, -81.0574 mm)

变形结果	
图解号数	比例因子
1	7.23e+006

图4 应力结果、位移结果、变形结果

分析数据可通过 eDrawings 的动画格式演示和保存并生成 HTML 报告。系统给出详细的综合分析报告,设计师直观地了解到阀体在受载荷情况下的应力变化和变形情况等重要数据参数。

对 COSMOS/press 的分析计算与理论计算的结

果进行比较,其出现最大应力、最大位移量的结点位置基本一致,其变化规律也相近,说明其数据分析准确,快速,结果符合强度设计要求。

## 2.4 装配设计

蒸汽疏水阀的模拟装配设计过程,是零件按照相互的装配关系完成的 3D 装配模型。Solidworks 系统在装配零件时同步进行动、静态干涉检查。一旦发现干涉或设计不合理之处可及时修改与调整,提高设计质量。

在阀座组件模拟装配过程中,经动态干涉检查,发现阀座与支架产生碰撞,致使疏水阀的关闭系统出现故障。通过在 3D 模拟装配中反映出来的问题,及时得到了解决。

Solidworks 还可以根据装配过程给装配图中指定零件添加运动轨迹,生成用于表达装配关系的爆炸视图如图 5 所示,清晰地展现产品的结构。生成爆炸视图,最后录制成 AVI 格式影视文件,用以动态地演示设计意图及进行干涉检查。设计者通过干涉检查的反馈信息最大限度地减少错误,提高工作效率,使得设计流程更加顺畅。

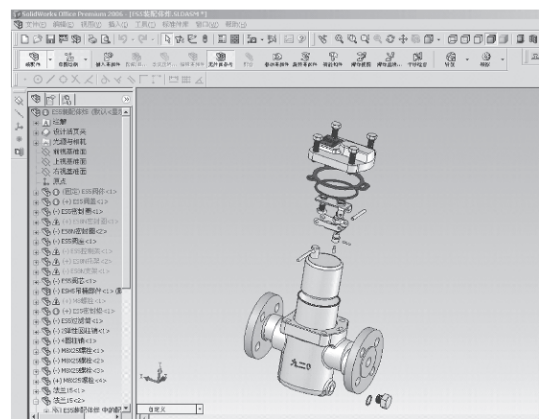


图5 爆炸视图

## 3 结束语

应用 Solidworks 对蒸汽疏水阀三维建模过程中,通过采用虚拟设计装配和 COSMOS/press 有限元分析技术,设计者在模型图中能够方便、快捷地对疏水阀各零件进行模拟设计和受力分析。通过对零件模型的有限元分析,可使设计人员直观全面地了解零件在工作状态下的应力分布规律和变形情况,以指导设计改进,提高设计的准确性和可靠性。

(下转第 4 页)

(上接第 32 页)

另外, Solidworks 参数化模型的设计, 借助 Excel 电子表格快速准确地生成同系列零件中的任何一个零件, 这是一种不需要二次开发, 即可完成实体零件库的建立, 为零件的系列化建模、装配和分析提供了有效的技术支持。总之, 在疏水阀产品设计中充分应用 Solidworks 等先进的 3D 软件, 进行相关参数化的设计建模, 可提高疏水阀零件的建模效率和通用性, 并有效提高设计效率, 大大缩短产品的研发周期。对降低疏水阀生产成本和提升疏水阀产品的市场竞争力都有极大的帮助。

#### 参考文献:

- [1] 杨源泉. 阀门设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1992.
- [2] 崔凤奎. SolidWorks 机械设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [3] 蓝汝铭. SolidWorks2005 机械设计基础教程[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2006.
- [4] 三维机械设计系统(Solidworks2010 SP0.0).
- [5] 张晋西, 郭学琴. SolidWorks 及 COSMOSMotion 机械仿真设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.
- [6] 詹迪维. SolidWorks 机械设计教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [7] 邱龙辉. SolidWorks 三维机械设计实例教程[M]. 化学工业出版社, 2007.