

PFFA35 阀体的强度分析*

王平¹, 刘德仿², 陈青¹

(1. 盐城工学院 CAD/CAM 研究所, 江苏 盐城 224003; 2. 盐城工学院 院部, 江苏 盐城 224003)

摘要:运用 MSC.Nastran 有限元软件分析了 PFFA35 阀体在工作载荷作用下的强度问题。即利用阀体电测试验报告提供的载荷数据,通过 Nastran 完成对阀体的单元划分及分析解算,求得阀体在工作载荷下的最大应力。分析结果与试验结果是吻合的,缩短了该系列阀体的设计周期并节省了大量试验经费。

关键词:有限元; 阀体; 强度

中图分类号: TB301

文献标识码: A

文章编号: 1008-5092(2001)01-0024-02

PFFA35 阀体是石油机械中常用的流体控制设备零件,目前,国外对阀体的设计已广泛采用了计算机辅助设计及仿真技术,并且形成了较完善的设计规范和标准。而国内很多企业对阀体的设计仍停留在经验设计及仿制的基础上,这就不可避免地存在设计上的盲目性,设计周期长、成本高,严重制约了企业的发展。

有限元法作为一种数值计算方法在工程设计分析中得到了广泛的应用,并在产品的设计分析方面发挥了重要作用。本文运用该方法借助于 MSC.Nastran 软件对 PFFA35 阀在工作载荷下的强度进行了深入分析,给出了阀体在工作压力下的应力分析云图。分析结果与试验结果一致,实现了阀体强度试验的计算机仿真,为阀体的结构优化设计提供了有效的参考依据。

1 阀体强度的有限元分析

1.1 阀体结构及材质性能

阀体结构如图 1 所示,材料是 ZG35CrMo,屈服极限 σ_s 为 560 MPa,强度极限 σ_0 为 720 MPa。

1.2 分析模型的简化

由于阀体的结构及载荷均对称,为节省计算资源,故取阀体的 1/4 进行网格划分和应力分析。

1.3 有限元网格划分

MSC.NASTRAN 拥有先进的有限元网格划分

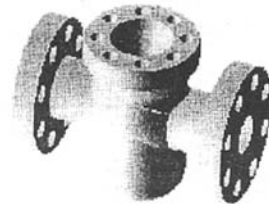


图 1 阀体结构

Fig.1 The structure of valve body

技术,能根据不同的几何模型提供多种不同的网格划分工具。由于阀体为非规则的实体,因此采用 10 节点四面体单元,通过 Tet-Mesh 完成对阀体网格的自动划分。最终,整个分析模型共有 32 243 个节点,17 816 个单元。确保了分析结果的收敛性。



图 2 1/4 阀体有限元分析模型

Fig.2 The finite element model of 1/4 valve body

1.4 材料特性与边界条件

材料 $E = 2.1 \times 10^5$ MPa, $\mu = 0.3$, 根据阀体的

* 收稿日期: 2000-11-03

作者简介: 王平(1964-), 男, 江苏建湖县人, 工学硕士, 盐城工学院讲师。

强度试验条件^[2]将法兰接合面上节点6个自由度全部约束;阀体的2个几何对称面分别限制 x 方向的线位移自由度, y 、 z 方向的转动位移自由度及 y 方向的线位移自由度, x 、 z 方向的转动位移自由度。

1.5 载荷

根据阀体的强度试验报告^[2],本文在分析中

将阀体实际载荷简化为静载荷均匀加在阀体内腔。为求得阀体的屈服压力,将载荷段分为:35 MPa、70 MPa、105 MPa、120 MPa、140 MPa、150 MPa。

2 计算结果及结论

计算采用 MSC.NASTRANastran70.5(安装在 SGI 工作站上)。

表1 不同载荷下阀体所承受的最大应力

Table 1 The maximum stress of valve body loaded on different pressures

工作载荷	35 MPa	70 MPa	105 MPa	120 MPa	140 MPa	150 MPa
最大应力	165 MPa	331 MPa	496 MPa	567 MPa	662 MPa	709 MPa

从上表可以看出,阀体在120 MPa工作载荷作用下,局部应力已略超过材料的屈服极限,这样阀体的屈服压力可认为是120 MPa,由于PFFA35阀体的工作压力为35 MPa,这样阀体在工作压力下的安全系数为:

$$n = \frac{120}{35} \approx 3.4$$

通过对阀体的强度分析,我们不难发现PFF35阀体在工作压力下都是安全的。该结论与阀体的强度试验结果是一致的。图3所示阀体应力分布云图中高应力区和实际阀体发生破坏的位置也是吻合的。所以用有限元分析法对阀体进行强度设计是完全可行的。

由于阀体强度试验中,无法对阀体内表面进行应变应力测量,因而很难准确地确定阀体的最大应力点,而阀体的屈服压力是通过对外表面最大应力点的压力—应变曲线估算而来的,这就导致用强度试验确定阀体工作安全系数偏大。而有限元方法则能确定阀体在工作载荷下,所有



图3 120 MPa 载荷作用下阀体应力分布云图

Fig.3 The stress fringe of valve body loaded on 120 MPa pressure

位置点的应力情况,并能给出最大应力点的准确位置。从这点来看,在确定阀体屈服压力方面有限元法较强度试验法更接近实际。尽管有限元分析模型对实际模型作了一些简化。但这种简化足以满足工程设计的精度要求。因此,在阀体强度设计中用有限元法代替阀体强度试验,不但能为企业节省大量的经费,而且可以缩短设计周期,提高设计质量,进而降低新品开发成本,增强市场竞争力。

参考文献:

- [1] The MacNeal-Schwendler Corporation. Patran and Nastran User's Manual[M]. Los Angeles, CA, 1988.
- [2] 刘亚新,张文泉. PFFA35 阀体电测试报告[Z]. 机械电子工业部合肥通用机械研究所, 1990. 8~10.

The Strength Analysis of PFFA35 Valve Body

WANG Ping¹, LIU De-fang², CHEN Qing¹

(1. the CAD/CAM research institute of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, PRC; 2. Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, PRC)

Abstract: In this paper author analyses the strength of PFFA35 with the aid of MSC/NASTRAN. That is with the help of load data given by testing report giving the maximum stress of PFFA35 valve body on the basis of finishing element division and analysis calculation. The results of analysis coincide with the result of test. This will shorten the design period of PFFA35 Valve body and economize a large number of test funds.

Keywords: aid; valve body; strength