

# 冲焊型与铸造型液力变矩器性能对比分析

朱喜林<sup>1</sup>, 刘春宝<sup>2,3</sup>, 马文星<sup>3</sup>, 席智星<sup>3</sup>

(1. 浙江师范大学 工学院, 浙江 金华 321004; 2. 吉林大学 汽车仿真与控制国家重点实验室, 长春 130022;  
3. 吉林大学 机械科学与工程学院, 长春 130022)

**摘要:** 为深入了解铸造型与冲焊型液力变矩器的性能差异及其产生原因, 结合 CFD (computational fluid dynamics) 技术的发展, 基于相同循环圆、相同叶栅角度设计出 2 种制造工艺的液力变矩器。采用 CFD 软件对液力变矩器内部流场进行数值模拟, 得到其内部流动特性和外部特性。对计算结果进行深入对比与分析, 得到 2 种制造工艺对液力变矩器性能的影响规律。

**关键词:** 液力变矩器; 冲焊型; 铸造型; 流场

中图分类号: TH 137. 332

文献标志码: A

文章编号: 0254 - 0037(2012)03 - 0335 - 05

## Performance Comparison and Analysis of Stamping/Welding and Foundry Hydrodynamic Torque Converters

ZHU Xi-lin<sup>1</sup>, LIU Chun-bao<sup>2,3</sup>, MA Wen-xing<sup>3</sup>, XI Zhi-xing<sup>3</sup>

(1. College of Engineering, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, Zhejiang, China;

2. State Key Laboratory of Automotive Simulation and Control, Jilin University, Changchun 130022, China;

3. College of Mechanical Science and Engineering, Jilin University, Changchun 130022, China)

**Abstract:** To better understand the different performances between the stamping/welding and foundry hydrodynamic torque converters and their contributing causes, two types of hydraulic torque converters are designed on the basis of the same cascade angle and round loop. The internal and external flow characteristics and performances can be figured out by using CFD method to simulate the internal flow field of the hydrodynamic torque converter. The performance comparison between the welding and foundry hydrodynamic torque converters is also done by the calculation and in-depth analysis of the simulation results.

**Key words:** hydrodynamic torque converter; stamping/welding; foundry; flow field

液力变矩器工作轮是液力元件中传递和变换能量的主要部件,其制造方法主要有铸造和冲压焊接 2 种。伴随着计算流体动力学理论的发展,关于液力变矩器内部流动的研究发展速度较快。欧美及日韩等国一些企业和高校科研人员已经实现了有关液

力变矩器瞬态流场的计算,并将研究成果应用于液力变矩器设计环节<sup>[1-3]</sup>。国内正逐步展开有关计算液力变矩器瞬态流场的研究,并将内流场仿真应用于液力变矩器的设计及其他相关问题的研究<sup>[4-5]</sup>。

过去在研究液力变矩器不同制造方法的性能差

收稿日期: 2011-03-19.

基金项目: 浙江省科技厅重大科技专项资助项目(2008C01036-4).

作者简介: 朱喜林(1959—),男,教授,博士生导师,主要从事机械电子工程方面的研究, E-mail: zhuxl@zjnu.cn.

通信作者: 刘春宝(1980—),男,讲师,主要从事液力传动与自动变速方面的研究, E-mail: liuanbc@126.com.

异时主要依靠大量外特性试验,因成本较高而不易实现且不能对比内流场流动状态的差异.而利用CFD(computational fluid dynamics)技术则可突破这一局限,可更加深入地研究制造技术对内部流动的影响.

为深入了解铸造型与冲焊型液力变矩器的性能差异及其产生原因,本文基于相同循环圆、相同叶栅角度设计了2种制造工艺的液力变矩器,采用CFD软件对其内部流场进行数值模拟,得到其内部流动特性和外部特性,对计算结果进行对比分析从而得到制造工艺对液力变矩器性能的影响规律.

### 1 铸造型与冲焊型液力变矩器的设计

铸造型液力变矩器和冲焊型液力变矩器的主要区别在于泵轮和涡轮的叶片厚度不同.基于相同循环圆、相同叶栅角度设计2种液力变矩器,除泵轮、涡轮叶片厚度不同外,叶栅系统其他参数相同.叶轮的叶片数目分别为:泵轮31、涡轮29、导轮11,叶轮进出口角度如表1所示.

表1 液力变矩器叶轮进出口角  
Table 1 Angle of blades (°)

| 叶轮 | 进口角  | 出口角   |
|----|------|-------|
| 泵轮 | 89.5 | 105.0 |
| 涡轮 | 34.5 | 140.5 |
| 导轮 | 73.0 | 31.0  |

为便于对比分析,2种液力变矩器使用相同循环圆进行设计,图1为液力变矩器模型的循环圆,其最大有效直径为340 mm.

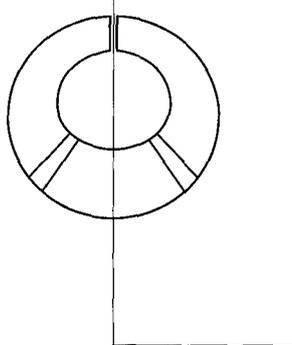


图1 液力变矩器循环圆

Fig. 1 Torus of the torque converter

铸造型液力变矩器泵轮、涡轮和导轮均为流线型叶片,叶片的厚度在不同位置上各有差异,其叶片厚度如表2所示.

钣金冲焊型液力变矩器泵轮、涡轮中的叶片为等厚度叶片,叶片厚度为1.0 mm.

图2~4分别为泵轮、涡轮和导轮的2种液力变矩器的二维叶形图.建立2种液力变矩器叶片的三维模型,如图5所示.

表2 铸造型液力变矩器叶片厚度

Table 2 Thickness of blades

| 位置   | 泵轮  | 涡轮  | 导轮  |
|------|-----|-----|-----|
| 外环最大 | 3.5 | 7.0 | 6.0 |
| 外环进口 | 3.2 | 3.8 | 6.0 |
| 外环出口 | 3.0 | 1.5 | 2.0 |
| 内环最大 | 2.5 | 4.8 | 5.8 |
| 内环进口 | 2.3 | 3.5 | 5.8 |
| 内环出口 | 2.0 | 1.2 | 1.9 |

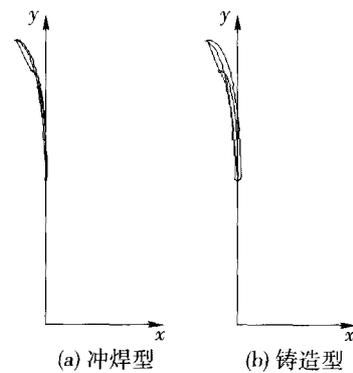


图2 2种液力变矩器泵轮叶片二维叶形图

Fig. 2 Pump blades of torque converters

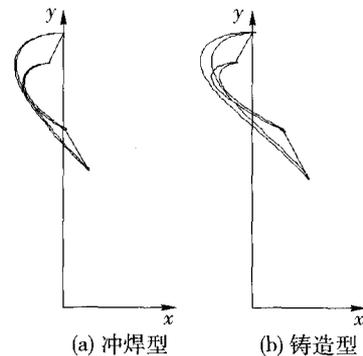


图3 2种液力变矩器涡轮叶片二维叶形图

Fig. 3 Turbine blades of torque converters

## 2 2种液力变矩器内部流场分析

### 2.1 数值模拟方法

液力变矩器的内部流动是非稳态的,而且泵轮





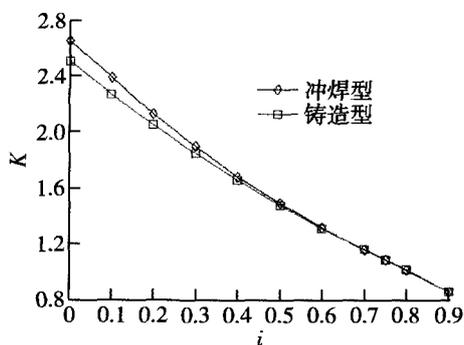


图14 2种液力变矩器的变矩系数对比

Fig. 14 Comparison of torque ratios

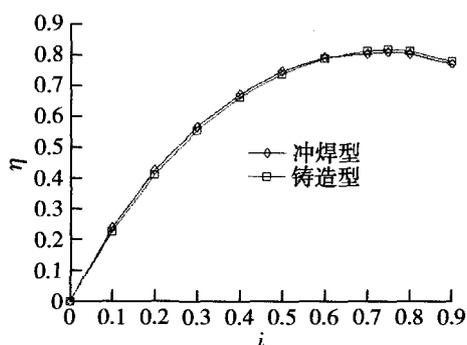


图15 2种液力变矩器的效率对比

Fig. 15 Comparison of efficiencies

## 4 结论

1) 通过性能比较可知,冲焊型液力变矩器在中低转速比工况下性能好于铸造型,而随着转速比的提高,流线型叶片的铸造型液力变矩器在高效工况范围内性能更佳,效率更高。冲焊型液力变矩器在整个牵引工况下泵轮的转矩系数明显高于铸造型,说明冲焊型液力变矩器的能容性更好,能够更好地利用发动机的动力,更好地与其匹配。

2) 2种液力变矩器的特性及制动工艺特点决定了二者的应用领域不同。铸造型液力变矩器效率较高,主要应用于工程机械上,如装载机、推土机等车辆上。冲焊型液力变矩器结构紧凑、重量轻,适合大批量生产,因此在轿车领域中得到广泛应用,虽然最高效率低于铸造型,但通过安装闭锁离合器可提高传动效率。

## 参考文献:

[1] SONG Kyoung, KIM Kyusup, PARK JaeIn, et al. Development of the integrated process for torque converter design and analysis [C] // SAE World Congress & Exhibition Technical Papers. Detroit, MI, USA: [s. n.],

2008; 2008-01-0785.

- [2] DONG Y, KORIVI V, ATTIBELE P, et al. Torque converter CFD engineering part I: torque ratio and K factor improvement through stator modifications [C] // SAE 2002 World Congress & Exhibition Technical Papers. Detroit, MI, USA: [s. n.], 2002; 2002-01-0883.
- [3] FLACK R, BRUN K. Fundamental analysis of the secondary flows and jet-wake in a torque converter pump—part II: flow in a curved stationary passage and combined flows [J]. ASME Journal of Fluids Engineering, 2005, 127(1): 75-82.
- [4] 刘春宝, 马文星, 朱喜林. 液力变矩器三维瞬态流场计算 [J]. 机械工程学报, 2010, 46(14): 161-166. LIU Chun-bao, MA Wen-xing, ZHU Xi-lin. 3D transient calculation of internal flow field for hydrodynamic torque converter [J]. Journal of Mechanical Engineering, 2010, 46(14): 161-166. (in Chinese)
- [5] WEI Wei, YAN Qing-dong. Study on hydrodynamic torque converter parameter integrated optimization design system based on tri-dimensional flow field [C] // 2008 SAE International Powertrains, Fuels and Lubricants Congress Technical Papers. Shanghai: [s. n.], 2008; 2008-01-1525.
- [6] 刘春宝, 马文星, 褚亚旭. 多流动区域耦合算法在液力元件中的应用 [J]. 吉林大学学报: 工学版, 2008, 38(6): 1342-1347. LIU Chun-bao, MA Wen-xing, CHU Ya-xu. Application coupling algorithm for multi-flow-region in hydrodynamic components [J]. Journal of Jilin University: Engineering and Technology Edition, 2008, 38(6): 1342-1347. (in Chinese)
- [7] 褚亚旭, 刘春宝, 马文星. 液力偶合器三维瞬态流场大涡模拟与特性预测 [J]. 农业机械学报, 2008, 39(7): 51-55. CHU Ya-xu, LIU Chun-bao, MA Wen-xing. Large eddy simulation of the 3-D transient flow field in hydrodynamic coupling and characteristics prediction [J]. Transactions of The Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008, 39(7): 51-55. (in Chinese)
- [8] 黄思, 吴玉林. 离心泵全三维流场的大涡模拟 [J]. 华南理工大学学报: 自然科学版, 2006, 34(4): 112-114. HUANG Si, WU Yu-lin. Large-eddy numerical simulation of three-dimension flow in centrifugal pump [J]. Journal of South China University of Technology: Natural Science Edition, 2006, 34(4): 112-114. (in Chinese)

(责任编辑 刘 潇)