

# 谈谈液力耦合器及其应用

高阳 苏广跃

(辽宁省石油化工规划设计院)

关键词 液力耦合器 应用

分类号 TK137.331

## 1 概述

在我国的工农业生产中,拖动设备的用量大,耗电量高,“大马拉小车”的现象较为普遍,特别是机电设备的耗电更为突出。如果在这些设备上使用节电的传动装置,将会明显改变这种状况。

液力耦合器是一种高效的节电柔性传动装置,在国外从1905年就开始得到应用。因为它能适用于大功率,高速度的工况,又具有高效节电、能改善工艺条件、使用可靠等优点,使它在很多机械中迅速取代了机械传动和电气传动而进入了各个工业领域。

根据英国的液力驱动公司统计,目前液力耦合器在全国各生产部门的使用情况见表1。

表1

矿山	冶金	石油化工	电力	船舶	其它
40%	11.98%	7.92%	11.96%	8.6%	19.44%

液力耦合器从1958年开始在我国使用,最初多用在煤矿的刮板输送机上。由于液力耦合器有其独特的优点,所以发展很快,在80年代末期液力耦合器较快地进入了我国

的电力、化工、石油、冶金、采矿等生产部门。

但目前我国液力耦合器的发展程度还不够,与发达国家相比,起步较晚,差距较大。有很多生产部门和企业对液力耦合器还不甚了解,本文着重谈谈液力耦合器技术及其应用,希望能收到预期的效果。

## 2 液力耦合器及其特性

液力耦合器是一种液力联轴器,联接在动力机和工作机之间,能够柔性地传递动力。液力耦合器的型式有限矩型、调速型、液力耦合传动装置和液力减速器。本文限于篇幅,只介绍限矩型(YOX)和调速型(YOT)两种液力耦合器。

为了全面了解液力耦合器的综合性能,下面介绍一下液力耦合器的各种性能参数。

### 2.1 额定力矩系数 $\lambda_n$

额定力矩系数的大小反映液力耦合器传递力矩的能力,与其设计的腔型有关。液力耦合器传递力矩的大小按下式计算:

$$M = \lambda_n \cdot \gamma \cdot n_0^2 \cdot D^5 \cdot g \quad (1)$$

式中:  $M$ —泵轮从动力机上取得的额定力矩,即液力耦合器能传递的力矩, (N·m)。

收稿日期 1994 04 08

本文联系人 高阳 男 37 工程师 110003 沈阳市和平区青年大街306号

$\lambda_B$ —液力耦合器的力矩系数

$[\text{min}^2/(\text{m} \cdot \text{r}^2)]$

$\gamma$ —工作液体的密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ )。

$n_B$ —泵轮的转速,即原动机向液力耦合器输入的转速( $\text{r}/\text{min}$ )

$D$ —液力耦合器液轮的直径( $\text{m}$ )

### 2.2 滑差 $S(\%)$

滑差是指液力耦合器的转速变化与输入转速之比。按下式计算:

$$S = (n_B - n_T) / n_B \quad (2)$$

式中: $n_T$ —液力耦合器的输出转速( $\text{r}/\text{min}$ )

### 2.3 效率 $\eta$

2.3.1 限矩型液力耦合器的效率按下式计算:

$$\eta = 1 - S = n_T / n_B = i \quad (3)$$

2.3.2 调速型液力耦合器与透平式风机或水泵配合使用时,任意点损失功率的相对值并不等于该工况的转差率,这点与限矩型液力耦合器在恒力矩载荷情况下使用时效率的概念  $\eta = i$  不同。调速型液力耦合器在低转速比时虽然效率低,但由于输入功率小,其损失功率相对于额定功率来说也很小。最大损失功率发生在  $i = 0.66$  点处,其值  $N_s = 0.148N_n$ 。所以,对于调速型液力耦合器,必须引入“相对效率”的概念。相对效率可按下式计算:

$$\eta_r = (i^2 - i_s^2) / i_s^2 \quad (4)$$

式中: $\eta_r$ —调速型液力耦合器的相对效率

$i$ —任意工况点的转速比

$i_s$ —额定工况点的转速比  $i_s = 0.97$

### 2.4 转速比 $i$

转速比按下式计算:

$$i = n_T / n_B = \eta = 1 - S \quad (5)$$

### 2.5 波动比 $e$

波动比按下式计算:

$$e = M_{\max} / M_{\min} = \lambda_{i\max} / \lambda_{i\min} \quad (6)$$

式中: $M_{\max}$ —限矩型液力耦合器原始特性曲线中  $i = 0 \sim 0.9$  范围内平缓部

分的最大力矩值。

$M_{\min}$ —限矩型液力耦合器原始特性曲线中  $i = 0 \sim 0.9$  范围内平缓部分的最小力矩值。

YOX 系列限矩型液力耦合器的原始特性曲线如图 1 所示。

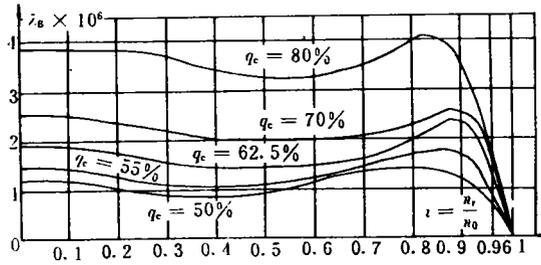


图 1 液力耦合器原始特性曲线

充油率:  $q_c = 80\%, 70\%, 62.5\%, 55\%, 50\%$

工作介质: 20# 汽轮机油,  $\gamma_m = 830 \text{ kg}/\text{m}^3$

试验温度  $T = 70^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$

### 2.6 过载系数 $T_s$

过载系数按下式计算:

$$T_s = M_{\max} / M_n = \lambda_{i\max} / \lambda_B$$

式中: $M_n$ —液力耦合器的额定力矩值 ( $\text{N} \cdot \text{m}$ )。

### 2.7 导管开度 $k(\%)$

导管开度是调速型液力耦合器导管运动行程与导管全行程的比值。 $k$  值越大,则液力耦合器的工作腔内充油量越多,输出的转动力矩也越大。

### 2.8 GB5837-86[液力耦合器型式和基本参数]的规定值

液力耦合器各参数的规定值详见表 2。

## 3 限矩型液力耦合器

限矩型液力耦合器主要由泵轮、涡轮、外壳及主轴等构件组成,输入轴与泵轮联接,输出轴与涡轮联接,泵轮与涡轮均为具有径向叶片的叶轮。叶片的凹腔部分形成的环状

表 2

规格型号	泵轮力矩系数 $\lambda_b$	滑差 $S$	效率 $\eta$	过载系数 $T_s$	波动比 $e$
YOX 限矩型	充液率 $q_c = 80\%$ 时 $\geq 1.6 \times 10^{-6}$	$\leq 4\%$	$\geq 0.96$	$\leq 2.5$	$\leq 1.6$
YOT 调速型	导管开度 $k = 100\%$ 时 $\geq 1.7 \times 10^{-6}$	$\leq 3\%$	$\geq 0.97$	—	—

腔作为工作腔,供工作液体在其中循环流动,传递力矩。

限矩型液力耦合器具有如下特点:

(1)可以利用电机的尖峰力矩作为起动力矩,提高鼠笼式电机的起动力。

(2)能使电机空载起动,降低起动电流的持续时间和减小起动电流的平均值。

(3)可防止动力过载,避免烧坏电机和损坏工作机械。

(4)在多机驱动的情况下,可以均衡负荷,减小起动电流,减小对电网的冲击电流。

(5)能吸收和隔离扭振和冲击,延长机器的使用寿命。

(6)传动效率高,一般在 0.96~0.97 之间。

(7)无摩擦传递扭矩,使用寿命长。

(8)具有节能作用,当重载起动时,可用结构简单的鼠笼式电机取代复杂昂贵的绕线式电机,减少设备投资,取得较好的经济效益。

限矩型液力耦合器最适用于需要重载起动和过载保护的机械。如:冶金行业的推钢机、离心浇注机、混合机,矿山开采行业的钻采机、挖掘机、破碎机;电力行业的锅炉碎渣机、钢球磨煤机、刮板输送机、桥式起重机等等。安装了限矩型液力耦合器后,可以从根本上解决不合理的拖动状态。根据实践经验,电机的功率为负载额定值的 1.1~1.2 倍就可以保证起动。所以,鼠笼式电动机—限矩型液力耦合器—工作机这种配合方式是一种较为

理想的传动形式。

#### 4 调速型液力耦合器

在设备的电机和工作机之间,用调速型液力耦合器取代原来的一般联轴器,在电机转速不变的情况下,通过改变耦合器的导管开度  $k$ ,就能改变工作腔内工作油的充满度,实现工作机的无级调速,其调速的范围由负载的特性所决定。

调速型液力耦合器在大转差率工况下工作时尽管损失的功率不大,但因此时工作腔内的工作油较少,会出现发热现象,需要将温度控制在 88℃ 以内,所以使用调速型液力耦合器进行调节速度时,要配上相应的油冷却器。

目前国内生产的调速型液力耦合器主要有 YOTck 型和 YOTcs 型两种。

YOTck 型壳体旋转式调速型液力耦合器本身带有供油系统,调速灵敏,结构简单,尺寸小,价格低。因为其输入端为外支承,输出端为内支承,所以适用于转速较低的中、小功率风机和水泵的流量调节。

YOTcs 箱体式调速型液力耦合器的输入端和输出端均为内支承,刚性好,运转精度高,但结构复杂,尺寸较大,一般适用于高转速、大功率的风机和水泵的流量调节。YOTcs 调速型液力耦合器的结构简图如图 2 所示。

调速型液力耦合器具有如下特点:

(1)调速型液力耦合器与鼠笼式电动机相配合,在电动机转速不变的情况下,可对工作机进行无级调速。应用于风机、水泵时,与节流调节或恒速运行相比,可显著地节约能源;特别是用于透平式风机和水泵,可节能(20~40)%。

(2)具有液体离合器作用,便于在电机不停止转动情况下使工作机频繁起动和制动。

(3)无级调速,易于实现自动控制。

(4)电动机可空载起动,对于大容量设备可降低电动机的容量,克服“大马拉小车”现象。

象。

(5)操作简单,维修方便,使用寿命长。

(6)采用无级调速可减小噪音,改善工作环境。

(7)运行费用低,工作可靠,性能优于其它的调速方式。

调速型液力耦合器大多用于需要调节流量的风机和水泵上,如转炉排烟风机,回转干燥风机,水泥立窑鼓风机,锅炉用引风机,锅炉给水泵,循环水泵,凝结水泵,渣浆泵等等。

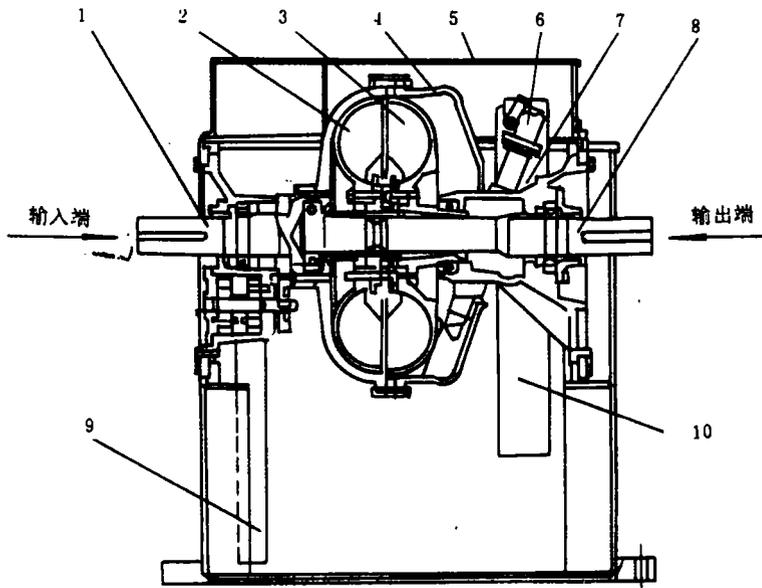


图2 YOTcs型液力耦合器结构简图

- 1. 输入轴    2. 泵轮    3. 涡轮    4. 外壳    5. 油箱
- 6. 导管    7. 导管壳体    8. 输出轴    9. 吸油管    10. 排油管

### 5 液力耦合器的应用

使用液力耦合器既能为企业节约能源,提高设备的利用率,又能带来显著的经济效益和社会效益。下面列举一些用户使用液力耦合器情况的调查实例。

唐山冶金矿山机械厂铸铁车间一台S116

型混砂机,原驱动电机功率为  $N = 30 \text{ kW}$ ,经常因过载而出现事故,烧坏电机或损坏机件。一年的维修费和换件费近万元。自1987年2月选用一台YOX450型液力耦合器后,改用  $N = 22 \text{ kW}$  的电机作为驱动电机,在以后的使用中没出现过事故,运行性能良好。

北京首都钢铁公司在  $1 \sim 1.25 \text{ m}^3$  挖掘

机上配用了YOX562型液力偶合器,取代了原机的主离合器,克服了因主离合器故障造成的停机修理,提高了生产率和设备利用率,每年节省维修费一万多元,取得了明显的经济效益。

广东沙角发电厂A厂的9"胶带输送机,驱动电动机功率为 $N=110\text{ kW}$ ,仅能起动 $N=90\text{ kW}$ 负载的装煤量,后配用一台YOX500型液力偶合器,能起动 $N=130\text{ kW}$ 负载的装煤量,提高了电机的工作能力。

近几年来,随着液力偶合器技术的推广,

各行各业的用户也越来越多。但我们对液力偶合器也应该全面了解,目前液力偶合器还存在着一些不足之处,如:限矩型液力偶合器的缺点是不能增大和减小输出力矩,在运行中,转速随负载的变化而变化,因此不可能有精确的转速比。调速型液力偶合器在传递动力中有功率损失,其效率一般只能在 $0.96\sim 0.98$ 之间,外型尺寸和重量也比较大。要正确地选择和使用液力偶合器,关键是要根据本企业的实际情况,扬长避短,综合考虑。

(上接 231 页)

由热工测定可知,虽然煤的低位发热量为 $Q_{\text{低}}=16\ 299\text{ kJ/kg}$ ,挥发分 $V_{\text{h}}=21\%$ 的情况下,锅炉负荷为 $25.3\text{ MW}$ 。达到 $87.23\%$ ,热效率为 $79.25\%$ ,接近锅炉设计效率 $80.3\%$ 。均超过改造设计规定的锅炉效率 $70\%$ 、出力 $85\%$ 的指标。热工测试结果见表4。

综上所述,此项提高锅炉实际运行热效率和出力的改造设计实施是成功的,经专家鉴定属国内先进水平,值得应用推广。

表4 燃料特性

名称	单位	符号	I	II
燃料应用基	%	$C_{\text{y}}$	33.32	34.95
燃料应用基灰份	%	$A_{\text{y}}$	37.54	36.44
燃料应用基水份	%	$W_{\text{y}}$	9.16	6.69
煤可燃基挥发份	%	$V$	28.44	27.13
煤应用基低位发热值	$\text{kJ/kg}$	$Q_{\text{低}}$	16299	16923

表5 锅炉正反平衡热效率

名称	单位	符号	测试数据		备注
			I	II	
锅炉循环水量	t/h	$G$	519.48	425.7	
锅炉进水温度	$^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{p}}$	59.69	54.60	
锅炉出水温度	$^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{a}}$	101.43	104.00	
锅炉排烟温度	$^{\circ}\text{C}$	$Q_{\text{py}}$	149.5	145.6	
锅炉效率	%	$\eta$	79.70	78.81	正平衡
		$\eta$	80.46	79.63	反平衡
过量空气系数		$\alpha$	1.806	1.796	
炉渣可燃物	%	$CLK$	11.70	12.42	

### 参 考 文 献

- 1 王威. 哈尔滨建筑工程学院. 硕士学位论文. 1993年3月
- 2 金定安等. 工业锅炉原理. 西安交通大学出版社. 1986年11月

WNL4 boiler. The results of the study and experiments substantiate the suitability of the said device for wide engineering applications. Key words, industrial boiler, high-frequency sound waves, combustion-supporting dust removal device, in-boiler dust removal

火电厂国产 200MW 机组微机数据监测系统 = A Microcomputer-based Data Monitoring System for the Home-made 200 MW Unit of a Thermal Power Plant [刊, 中]/Dai Sujian, Wang Tongqing (Southeastern University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1995, 10(4). -241~243

A relatively detailed description is given of the microcomputer-based data monitoring system of a thermal power plant home-made 200 MW generating set. Its optimized software and hardware configuration and relevant specific features are also described and discussed. Key words, electrical power generating plant, computer network, data monitoring, distribution type

燃气锅炉的微机控制 = The Microcomputer-based Control of a Gas-fired Boiler [刊, 中]/Du Tiancang, Liu Hua (Baotou University of Iron & Steel Technology) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1995, 10(4). -244~248

Described in this paper are the configuration, systemic functions and specific features of a microcomputer-based control system for a gas-fired boiler in a factory. In addition, a control scheme and related software for the regulation of water level, combustion process and superheated steam temperature are also dealt with. Good results have been achieved since the said system was put into operation. Key words, industrial boiler, automatic control, microcomputer

谈谈液力偶合器及其应用 = Some Comments on Hydraulic Couplings and Their Applications [刊, 中]/Gao Yang, Su Guangyue (Petrochemical Planning and Design Institute of Liaoning Province) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1995, 10(4). -249~253

Key words, hydraulic coupling, applications

Edited and Published by Harbin Marine  
Boiler & Turbine Research  
Institute and Editorial Staff  
of this Journal

Printer: Printing House of Harbin Institute  
of Technology  
Address: P. O. Box 77, Harbin China

Cable: 6511, Harbin, China  
Post Code Number 150036

ISSN1001-2060  
Periodical Registration: CN23-1176/TK

Distributed by China International  
Book Trading Corporation,  
P. O. Box 399, Beijing, China