

叶片泵特性实验

1. 实验目的

- (1) 加深对液压泵工作特性的理解。
- (2) 使学生掌握测试液压泵特性的一些基本方法。

2. 实验内容

- (1) 输入扭矩—压力特性。
- (2) 输出扭矩—压力特性。
- (3) 机械效率—压力特性。
- (4) 输出流量—压力特性。
- (5) 容积效率—压力特性。
- (6) 输入功率—压力特性。
- (7) 输出功率—压力特性。
- (8) 总效率—压力特性。

3. 基本参数的测量和计算

(1) 本参数采用“平衡电机法”测出,具体方法是:与液压泵相接的电动机其定子(外壳)不与实验台固定,定子用滚动轴承将其两端支承在支架上,且定子的一端接一杠杆,杠杆与磅秤连接(见实物),当电机转子转动时在磁力矩作用下定子也随转子方向转动,且通过杠杆至磅秤上,此时,磅秤上指针指向的读数(单位:公斤)与杠杆长度的乘积就是输入扭矩值。

$$\text{即 } M_{\lambda} = F \cdot L (\text{kgf} \cdot \text{m})$$

式中: F —作用于磅秤上的力(kgf)

L —杠杆长度 $L = 500\text{mm}$

(2) 输出扭矩 $M_{\text{出}}$

输出扭矩可根据液压泵每转的机械功应等于液压泵每转输出的液压功的原理得到:

$$M_{\text{出}} = P \cdot q_0 / 200\pi (\text{kgf} \cdot \text{m})$$

式中: P —泵出口压力(kgf/cm²)

q_0 —泵的理论排量(ml/r)

(3) 机械效率 $\eta_m = M_{\text{出}} / M_{\lambda}$

液压泵的机械效率随压力 P 的升高而增加。

(4) 输出流量

a. 油泵的理论流量 $Q_{\text{理}}$

液压泵的理论流量 $Q_{\text{理}}$ 是在不考虑泄漏的情况下,单位时间内泵输出的油液体积。理论上流量与压力无关,当液压泵匀速转动时流量值应为一常量,本实验台液压泵理量 $Q_{\text{理}} =$ _____。

b. 实际流量 $Q_{\text{实}}$

实际流量主要与泵的泄漏有关,泵的泄漏量又与系统压力 P 有关,随着 P 的增高而加

大。实际流量则随着 P 的增高而相应减小,本参数在不同的压力下由流量计配合秒表测得。

$$\text{即 } Q_{\text{实}} = \frac{60}{t} V (\text{L/min})$$

式中:V—液压油在 t 时间内流过量计的容积。

t—流过流量计容积为 V 所需要的时间(S),用秒表测得。

(5) 容积效率 η_v 。

泵的容积效率为实际流量和理论流量的比值。关系式为:

$$\eta_v = Q_{\text{实}} / Q_{\text{理}}$$

泵的容积效率随压力升高而下降。

(6) 输入功率 N_{λ}

$$N_{\lambda} = M_{\lambda} \cdot n / 974 (\text{KW})$$

式中: M_{λ} —泵的输入扭矩。(Kgf·m)

n—液压泵(或电机)的转速。(r/min)

(7) 输出功率 $N_{\text{出}}$

$$N_{\text{出}} = P \cdot Q_{\text{实}} / 612 (\text{KW})$$

式中:P—泵的出口压力,由压力表读出。

$Q_{\text{实}}$ —在 P 压力下泵的实际流量(L/min)。

(8) 泵的总效率 η

$$\eta = N_{\text{出}} / N_{\lambda} = \frac{P \cdot Q_{\text{实}} / 612}{M_{\lambda} \cdot n / 974} = 1.59 P \cdot Q_{\text{实}} / M_{\lambda} \cdot n = \eta_m \cdot \eta_v$$

即泵的总效率等于容积效率 η_v 和机械效率 η_m 的相乘积。

3. 实验方法和步骤

(1) 实验方法步骤。

本实验在 QCS—003 液压教学实验台上进行中用该实验台的局部油路及元件,如下图所示:在油路中,节流阀 10 做为负载,调整节流阀的开口大小就可以改变系数的压力,其中液压泵 18 是被测泵,20 是流量计。

(2) 步骤:

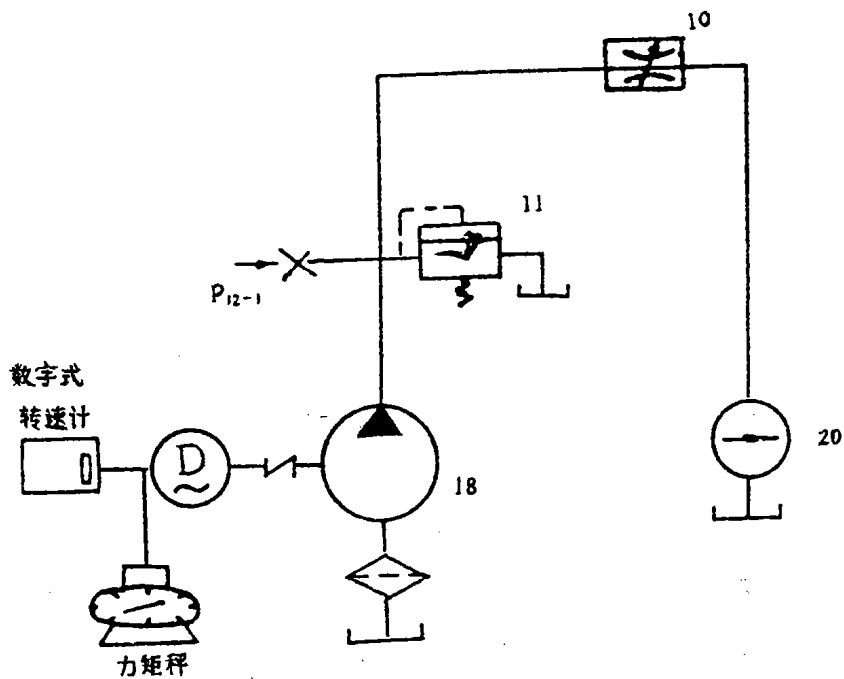
① 接通电源、溢流阀 11,节流阀 10 置于全打开位置,压力表开关 12 置于 P_1 位置,启动液压泵 18 的电动机,再将节流阀 10 关至最小位置。

② 调节溢流阀 11,并观察压力表,使压力逐步上升至 $P = 63 \text{kgf/cm}^2$ (即安全压力),然后拧紧溢流阀手柄上的螺母。

③ 将节流阀 10 全部打开,按实验报告表格中所给定的压力值依次调节节流阀 10,在调到某个压力值时要按前述方法测得相应的压力下的 $n; F; t$ 。并将值填入相应的表格内,然后根据这些参数计算出其它参数如: $Q_{\text{实}}; M_{\lambda}; M_{\text{出}}; \eta_m; N_{\lambda}; N_{\text{出}}; \eta_v; \eta$ 。也将这些数值填入相应的表格内。

④ 实验完毕,打开节流阀 10,溢流阀 11,使泵卸荷,关闭液压泵电机及电源。

⑤ 填写实验报告,交辅导教师检查。

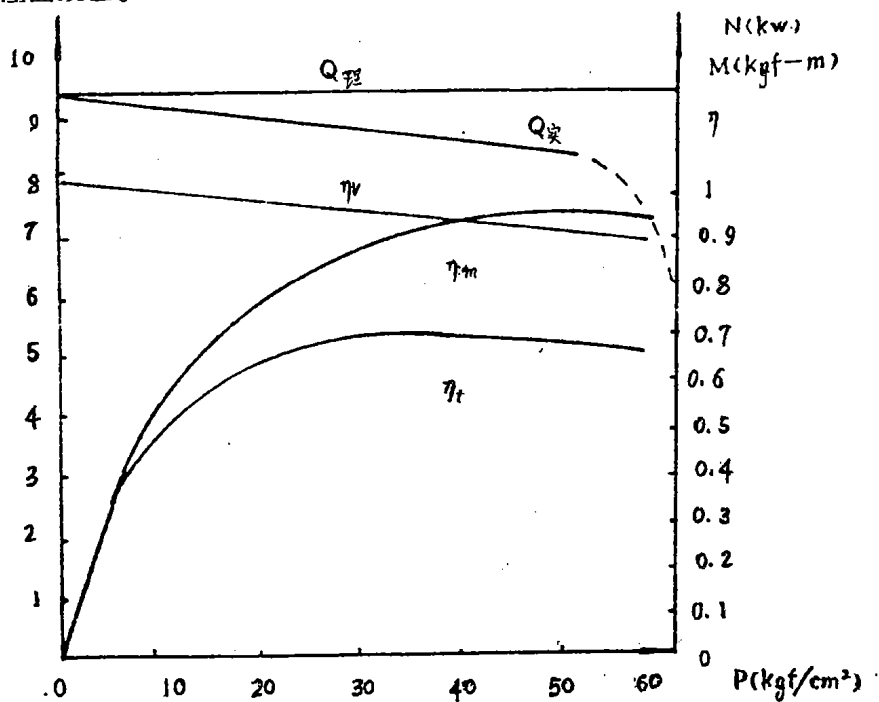


液压泵实验原理图(Q S—003 局部)

5. 实验报告

(1) 参数表格

(2) 绘制液压泵工作特性曲线图。



液压泵工作特性曲线示意

参照示意图在坐标纸上根据各参数与压力的函数关系绘出五条特性曲线,它们分别是:

① 理论流量 $Q_{\text{理}}$

② 实际流量—压力特性曲线 $Q_{\text{实}}$

③ 容积效率—压力特性曲线 η_v

④ 机械效率—压力特性曲线 η_m

⑤ 总效率—压力特性曲线 η_t

以上曲线按参数表格的数据逐点画在坐标纸上,然后光滑连接。

(参考示意图)

实验条件:被试泵型号_____

油温_____,杠杆长度 $L =$ _____

已知参数:流量计一周 $V =$ _____,理论流量 $Q_{\text{理}} =$ _____

序号	参数名称	参 数									
1	泵出口压力(Kgf/cm ²)		20	30	40	50	58	60	61	61.5	62
2	泵转速 $n(\text{r/min})$										
3	台称力 $F(\text{kgf})$										
4	流量计转 1 周时间 $t(\text{s})$										
5	实际流量 $Q_{\text{实}}(\text{l})$										
6	输入扭矩 $M_{\text{入}}(\text{kgf} \cdot \text{m})$										
7	输出扭矩 $M_{\text{出}}(\text{kgf} \cdot \text{m})$										
8	机械效率 η_m										
9	输入功率 $N_{\text{入}}(\text{kW})$										
10	输出功率 $N_{\text{出}}(\text{kW})$										
11	容积效率 η_v										
12	总效率 η_t										

其他注意事项:

(1)、请各位同学按照指定的时间到指定的地点做实验,该实验的地址在工厂平房(操场的西侧)。

(2)、做完实验后两周时间内,请把实验报告交到空调器厂 3008(请先联系,联系电话 82427124)。

(3)、未做实验和未交报告的得分为 0 分。

四、节流调速回路性能实验

1. 实验目的

(1) 通过实验使学生进一步理解三种节流调速的原理,性能及其优缺点,并掌握其实验测试方法。

(2) 用调速阀与节流阀同在进油节流调速回路中进行比较,加深对调整阀原理和结构的了解。

2. 实验项目

(1) 进油路节流调速性能实验。

(2) 旁油路节流调速性能实验。

(3) 调速阀调速性能实验。

3. 实验原理

(1) 进油路节流调速性能实验。

进入油缸压油的流量 Q 可通过节流调速特性方程进行计算:

$$\text{由 } Q = K_a \Delta P^m = K_a (p_1 - p_2)^m = K_a \left(p_1 - \frac{F}{A}\right)^m \quad \text{①}$$

$$\text{活塞的运动速度: } V = Q/A \quad \text{②}$$

将①式代入②式得:

$$V = \frac{K_a}{A} \left(p_1 - \frac{F}{A}\right)^m = \frac{K_a (p_1 - p_2)^m}{A} \quad \text{③}$$

上式③称为进油(回油)节流调速特性方程。

式中:

Q —调节流口进入油缸液压油的流量。

K —与节流口结构和油的性质有关系数。

a —节流口通流面积。

$(P_1 - P_2)$ —节流口两端的压力差;即 ΔP 。

A —油缸有效工作面积。

F —油缸的负载力。

V —活塞运动速度。

M —与节流口尺寸有关的指数。

当式中的 A 、 a 、 K 、 m 和 P_1 (溢流阀调定压力) 一旦确定后,由③式看出:

活塞运动速度 V 是负载力 F 的函数。或活塞运动速度 V 是 $(P_1 - P_2)$ 即 ΔP 的函数,综上所述,此油路执行机构在变化负载情况下的速度稳定性较差。见图(1)

(2) 旁油路节流调速性能实验。

由于节流阀出口与油池相接故 $P_2 \approx 0$ 。

通过节流阀的流量。

$$Q_1 = Ka(p_1 - p_2)^m = Ka p_1^m = ka \left(\frac{F}{A} \right)^m \quad (4)$$

而油缸的运动速度。

$$V = \frac{Q_b - Q_1}{A} = \frac{Q_b - ka \left(\frac{F}{A} \right)^m}{A} \quad (5)$$

⑤式称为旁油路节流调速特性方程。

式中: Q_b —进入系统总流量

Q_1 —液压油通过节流阀的流量。

其它符号同前。

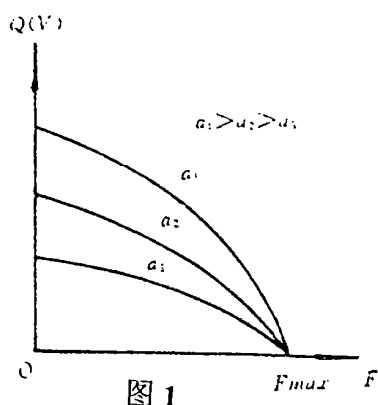


图 1

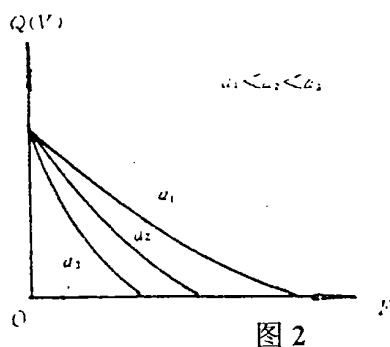


图 2

由式⑤看出除负载力 F 对速度 V 有很大的影响外,节流口通流面积对速度 V 的影响与进油节流阀调速情况恰好相反,用节流阀调速时,通流面积减小,速度 V 提高;而通流面积增大时速度 V 反而减小,这是以上两种节流调速回路有所区别的特征之一,同时旁油路节流调速的执行机构在变化负载下的速度稳定性较前者更差。见图 2 速度—负载特性曲线。

(3) 调速阀(速度稳定器)节流调速。

调速阀调速一般用于进油或回油路,上述两种调速方法其速度—负载特性差的主要原因是由于负载变化时引起节流阀两端压差 ΔP 的变化而造成的。

调整阀的结构是一个定压减压阀和一个节流阀组合而成,故负载变化时,依靠减压阀的自动调节作用使得节流阀进、出油口的压力差 ΔP 基本不变。因此调速阀的调速回路的速度—负载特性有了很大提高。见图 3 速度—负载特性曲线。

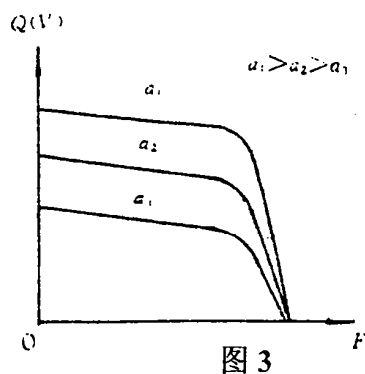


图 3

3. 实验方法与步骤:

(1) 实验方法

① 工作油缸运动速度 V 的测定。

实验台上装有两个行程开关 K_1 和 K_2 , 两者距离为 L , 并连接秒表。装有挡块的活塞杆移动 L 距离及需要时间 t , 可求出活塞杆速度 $V = L/t$ 。

② 负载力的调整与测定 F 。

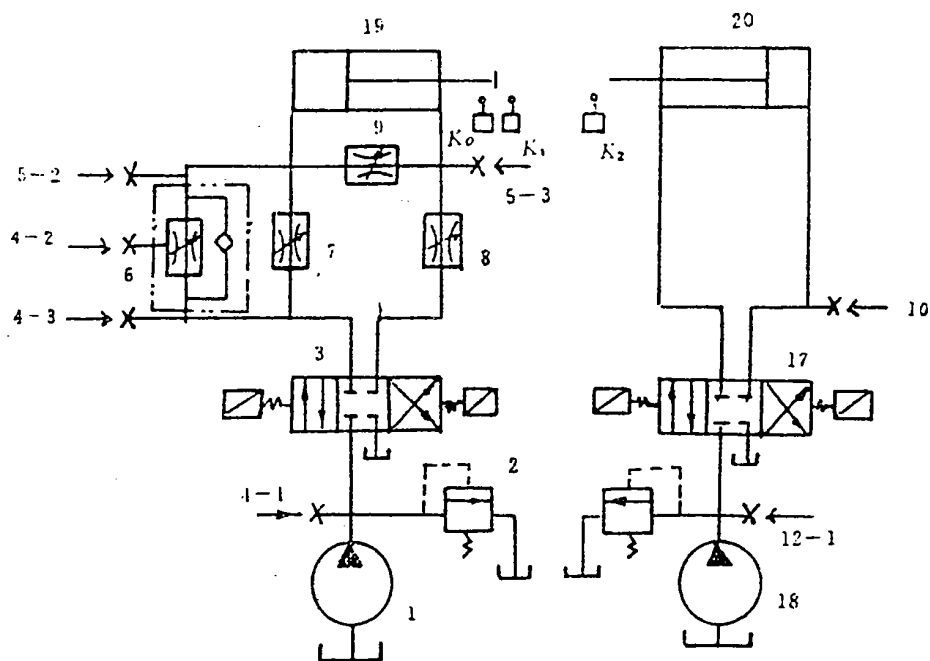
负载力 F 是由与工作油缸相对位置的负载油缸供给, 即直接对顶的方法进行加载。其负载力的大小通过调节溢流阀确定:

$$F = P \cdot A$$

式中: P —负载油缸工作腔液压油的单位压力 (kg/cm^2)。

A —负载油缸的有效工作面积, 本实验台 $A = 12.56\text{cm}^2$ 。

③ 实验装置的液压系统原理图:



QCS—003 局部图

图中(19)为工作油缸,(20)为负载油缸;(7)为进油节流调速所用节流阀;(8)为回油节流调速所用节流阀;(9)为旁油路节流调速所用节流阀;(6)调速阀接在进油调速回路中。

(2) 步骤

① 节流阀的进油节流调速回路实验。

a. 实验装置的调整

打开溢流阀 2 和 11, 起动泵 1 和 18, 调节溢流阀 2, 使压力为 $30\sim 40\text{kg/cm}^2$ 。关闭调速阀 6, 节流阀 9, 打开节流阀 8, 调节节流阀 7 为某一开口 $a_{\text{小}}$ 。

b. 进行实验

记录空载时速度 V_0 。调节溢流阀 11, 分 8 级逐渐增加压力, 每级切换电磁阀 17 使负载加在工作缸的活塞杆上, 逐点测出参数 t 。记录 P_{12-1} 、 P_{12-3} 、 P_{4-1} 。调节节流阀 7 为 $a_{\text{大}}$, 按上述步骤测量。

② 采用调速阀的进油节流调速回实验。

关闭节流阀 7, 调节调速阀 6 为某一开口, 其它步骤与上同。

③ 节流阀旁路节流调速回路实验。

节流阀 7、8 全开, 关闭调速阀 6, 调节节流阀 9 为某一开口 a , 步骤与前述相同。注意逐点观察与记录 P_{4-1} 值。

5. 实验报告

(1) 实验数据。

(2) 实验报告要求。

根据测得与计算实验数据表, 用直角坐标纸绘制三种节流调速回路的速度—负载特性曲线图。

表(二) 节流阀旁路节流调速

节流开口 a								
	1	2	3	4	5	6	7	8
$P_{4-1}(P_{4-3})$ (kgf/cm^2)								
$P_{12-1}(P_{12-3})$ (kgf/cm^2)								
$F(\text{kgf})$								
$t(\text{s})$								
$V(\text{mm/s})$								

节流调速回路性能实验记录表。

实验条件: 油温 $\text{ }^\circ\text{C}$ 。液压缸有效工作面积 $A_1 = A_2 = 12.56\text{cm}^2$ 。行程 $S = 200\text{mm}$ 。

实验设备 QCS003 液压教学实验台。

表(一)节流阀 进油路节流调速
(调速阀)

阀	流节 开口	序号	内容				
			$P_{4-1}(P_{4-3})$ (kgf/cm ²)	$P_{12-1}(P_{12-3})$ (kgf/cm ²)	F(kgf)	t(s)	V(mm/s)
节 流 阀	a 小	1					
		2					
		3					
		4					
		5					
		6					
		7					
		8					
	a 大	1					
		2					
		3					
		4					
		5					
		6					
		7					
		8					
调 速 阀	a	1					
		2					
		3					
		4					
		5					
		6					
		7					
		8					