

山东矿业学院编

矿用安全型液力联轴器的 使用和维修

煤炭工业出版社

U151.8
S467

矿用安全型液力联轴器的 使用和维修

山东矿业学院编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍液力联轴器的基本知识、工作原理、主要参数计算和性能分析,详细讨论了液力联轴器与异步电动机的联合运行问题;并以国产矿用安全型液力联轴器为主,通俗地进行了结构分析和研究;介绍了铝及铸造铝合金的特性和液力联轴器维修方面的经验。

本书可供煤矿机电维修工、司机和技术人员阅读,也可供有关制造厂工程技术人员参考。

矿用安全型液力联轴器的使用和维修

、 山东矿业学院编

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路10号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 $787\times 1092^{1/32}$ 印张 $4^{5/8}$ 。

字数 101 千字 印数1—13,200

1978年7月第1版 1978年7月第1次印刷

书号15035·2144 定价0.40元

前 言

液力联轴器是一种动液传动装置。具有结构简单、使用方便、起动力矩大、能防止机器过载等优点,因此,在煤矿、船舶和起重运输等机械中得到了广泛的应用。

液力联轴器在煤矿上应用较普遍,但由于对其性能缺乏足够的了解和认识,在使用中存在的问题也不少。为了进一步使用好液力联轴器,促进煤矿生产和机械化的发展,煤炭工业部曾委托我院举办了有十三个省、市所属矿务局的机电维修工、司机和技术人员参加的液力联轴器短训班,以国产液力联轴器为主,进行了系统的理论分析、结构研究并交流了经验。本书就是在收集总结现场维修经验的基础上修改编写而成的。

由于我们水平所限,错误和不足之处可能不少,请广大读者提出宝贵意见。

本书由霍万库、白杰平、叶俊之三位同志执笔整理。

目 录

第一章 液力联轴器的基本知识	1
第一节 概述	1
第二节 传动油液的选用与性质	2
第三节 水力学一般常识	10
第二章 液力联轴器的工作原理	18
第一节 概述	18
第二节 液力联轴器的工作原理	28
第三节 环流转矩及液力联轴器的特性曲线	33
第四节 液力联轴器的分类	46
第五节 液力联轴器与异步电动机的联合运行	56
第六节 液力联轴器的优点	66
第七节 液力变矩器的工作原理	68
第三章 安全型液力联轴器的结构分析	78
第一节 带有侧辅室和阻流板的安全型液力联轴器	78
第二节 在泵轮侧带有前辅室的安全型液力联轴器	82
第三节 在泵轮侧带有前、后辅助室的安全型液力联轴器	85
第四节 在泵轮侧装有过流阀的安全型液力联轴器	98
第五节 安全型液力联轴器选择计算	109
第四章 液力联轴器的故障及其维修	123
第一节 液力联轴器的常见故障	123
第二节 液力联轴器的维修	126
第三节 铝及铝合金的焊接	133

第一章 液力联轴器的基本知识

第一节 概 述

随着煤矿机械化和自动化的发展，目前，在矿山机械设备上广泛地应用了液压传动。根据能量传递的方式不同，液压传动分为：容积式液压传动(又称静压传动)和动液传动。容积式液压传动的工作原理和应用，已有不少书刊进行了介绍，加之又和本书关系不大，故不再重述。

液力联轴器是属于应用动液传动原理的一种传动装置。动液传动的工作原理如图 1-1 所示。电动机经轴 1 带动离心泵 2，使液体自水箱 9 中经吸水管 10 吸入，由离心泵 2 排至连接管路 3，并以高速射到涡轮机 4 的叶片上，使涡轮机 4 转动，并经涡轮轴 5 来带动工作机械。乏水则由排水管 6 流回水箱 7，连接管 8 是连通 7、9 两水箱用的。由此可见，动液传动是利用高速液体的动能来进行能量传递的。动能的大小与什么有关呢？日常生活中我们有这样的体会：制动高速运转的电动机，比制动低速运转的

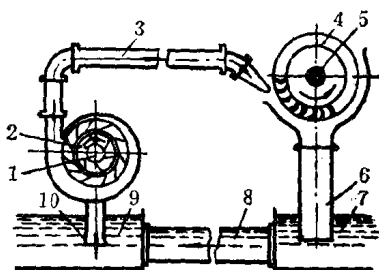


图 1-1 动液传动工作原理

- 1—电动机轴；2—离心泵；3—连接管路；4—涡轮机；5—涡轮轴；6—排水管；7—水箱；8—连接管；9—水箱；10—吸水管

电动机要困难；制动大的电动机比制动小的电机要困难。这就证明物体运动时，速度大，质量大，动能就大；速度小，质量小，动能就小。同样，液流的动能是由液流的流量和流速决定的，液流的动能大，其传递的能量就大。

液力联轴器在应用动液传动这一原理时，只不过是取消了泵轮和涡轮之间的管路，把两种水力机械放在同一壳体内。

第二节 传动油液的选用与性质

在液力联轴器中，传动油液既是能量传递的工作介质，同时又起润滑作用。由于液力联轴器工作情况的好坏与油液的性质和选用关系极大，所以，传动油液的性质必须了解，以便能正确选用，使液力联轴器正常有效的工作。油液的主要性质有以下几点。

一、重度与密度

单位体积中油液所具有的重量称为重度，以 γ 表示。

$$\gamma = \frac{G}{V} \text{ (公斤/米}^3\text{)}$$

式中 G ——油液的重量，公斤；

V ——油液的体积，米³。

水的重度是 1000 公斤/米³；水银的重度是 13600 公斤/米³；传动油液的重度一般在 750~890 公斤/米³ 之间。

重度随温度变化而变，由一般常识可知，随着温度的增高，重度就减少。重度与温度的关系可用下面的公式来计算：

$$\gamma_t = \frac{\gamma_{15}}{1 + \beta(t^{\circ}\text{C} - 15)}$$

式中 γ_{15} ——15°C时油液的重度，公斤/米³；

γ_t ——t°C时油液的重度，公斤/米³；

β ——油液体积膨胀系数，它与15°C时油液的重度有关，其值见表1-1。

表 1-1 油液体积膨胀系数

γ_{15}	710	720	740	760	780	800	820	830	840	850	860	870	880	890	900
$10 \times \beta$	8.97	8.83	8.51	8.20	7.90	7.59	7.39	7.29	7.12	7.05	6.94	6.78	6.62	6.51	6.32

单位体积中油液所具有的质量称为密度，以 ρ 表示。

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{\frac{G}{g}}{V} = \frac{\gamma}{g} \quad (\text{公斤} \cdot \text{秒}^2 / \text{米}^4)$$

式中 M ——油液的质量，它与重量的关系是 $M = \frac{G}{g}$ ，

公斤·秒²/米；

g ——重力加速度，米/秒²， $g = 9.81$ 米/秒²

通常用20°C油液的重度与4°C水的重度相比较，以表示油液的比重。

在一般情况下，如果温度变化不大或计算不要求很精确时，重度与密度随温度之变化可以不考虑。

二、粘 度

油液在外力作用下流动时，各层的运动速度并不相等，这是由于油液分子之间有内聚力存在，在油液的内部产生内摩擦力，以阻止油液层间的相对滑动，油液的这种性质称为粘性。油液的粘性大小以粘度值来表示。

油液的粘度大小对液力联轴器的工作有很大影响，粘度大，运动时摩擦力大，引起强烈发热；粘度小，泄漏大，润滑性能差。

常用的粘度表示方法有三种：

1. 相对粘度

在厂矿企业中，常用相对粘度 $^{\circ}\text{E}$ ，这是因为它能够用相应的仪器（恩氏粘度计）来进行测量。相对粘度是表示200毫升（厘米³）的油液，通过直径为2.8毫米的小孔所需要的时间（秒）与同体积蒸馏水流过同一小孔所需要的时间（秒）之比值，称为相对粘度，用符号 $^{\circ}\text{E}$ 表示，即：

$$^{\circ}\text{E} = \frac{t_{\text{油}}}{t_{\text{水}}}$$

式中 $t_{\text{油}}$ ——200毫升的被测油液流过恩氏粘度计小孔时所需要的时间（秒）；

$t_{\text{水}}$ ——200毫升的水在20℃时流过恩氏粘度计小孔时所需要的时间（秒）。

相对粘度是一个比值，所以无单位，工业上一般以50℃作为测量的标准温度，用 $^{\circ}\text{E}_{50}$ 表示。

2. 动力粘度

由前所述可知，油液流动时要产生内摩擦力或称切应力 τ ，它可用牛顿液体内摩擦定律表示如下：

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy}$$

式中 μ ——动力粘度；

dy ——两相邻油液层面的间隔距离；

dv ——两相邻油液层面的相对滑动速度；

$\frac{dv}{dy}$ —— 油液相对滑动的速度梯度。

从上式可得:

$$\mu = \tau \frac{dy}{dv}$$

因此, 动力粘度 μ 的物理意义是: 面积为 1 平方米、距离为 1 米的相邻两层油液, 以 1 米/秒的速度相对运动时, 其相互间的作用力。如果力大, 则表示粘度就大。它的工程单位是公斤·秒/米², 物理单位是达因·秒/厘米² (或叫泊)。

它们之间的换算关系如下:

由于 1 克重力 = 981 达因,

所以 1 公斤·秒/米² = 98.1 泊 $\approx$ 100 泊 = 10⁴ 厘泊。

由于单位中具有力的因次, 故称动力粘度。但它在工程计算中不常应用。

3. 运动粘度

运动粘度 ν 是动力粘度用油液密度来除所得的商值。

即:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

运动粘度的工程单位是米²/秒, 物理单位是厘米²/秒 (或称沱)。

它们之间的换算关系如下:

$$1 \text{ 米}^2/\text{秒} = 10^4 \text{ 厘米}^2/\text{秒 (沱)} = 10^8 \text{ 厘沱}。$$

运动粘度和动力粘度都无法直接测量, 而是从相对粘度中推算出来:

$$\nu = 0.731^\circ\text{E} - \frac{0.0631}{^\circ\text{E}}$$

而

$$\mu = \rho\nu$$

除上述几种粘度外，在国际上用得较多的还有国际赛氏秒（用SSU表示），商用雷氏秒（用"R表示）。

为便于读者计算和使用方便，现将几种粘度换算值列在表 1-2 中。

表 1-2 各种粘度之间的关系

运动粘度 厘沱	恩氏粘度 °E	SSU	"R	运动粘度 厘沱	恩氏粘度 °E	SSU	"R
1.00	1.00	30.0	26.2	29.3	4.00	142.5	113.9
1.40	1.10	34.0	29.2	30.9	4.20	150.0	120.9
2.80	1.20	37.5	32.0	32.5	4.40	157.6	125.9
3.90	1.30	41.1	35.0	34.1	4.60	165.6	132.0
5.00	1.40	45.0	38.0	35.7	4.80	172.0	137.9
6.25	1.50	49.0	40.9	37.3	5.00	180.0	144.0
7.45	1.60	52.6	43.8	41.2	5.50	195.0	156.0
8.50	1.70	56.5	46.8	45.1	6.00	216.5	172.3
9.00	1.80	60.0	49.7	49.0	6.50	230.0	184.0
10.70	1.90	64.0	52.6	52.9	7.00	253.0	201.5
11.80	2.00	67.9	55.5	56.8	7.50	272.0	216.2
12.80	2.10	71.5	58.5	60.6	8.00	290.0	230.5
13.80	2.20	75.1	61.4	64.5	8.50	308.0	245.0
14.80	2.30	79.1	64.3	68.4	9.00	326.5	259.0
15.70	2.40	83.0	67.3	76.0	10.00	363.0	288.0
16.60	2.50	86.8	70.2	80.0	10.54	365.0	325.0
17.50	2.60	90.8	73.2	85.0	11.20	388.0	345.0
18.40	2.70	94.2	76.1	90.0	11.86	411.0	365.0
19.30	2.80	98.0	79.1	95.0	12.51	433.0	385.0
20.20	2.90	102.0	82.1	100	13.70	456.0	405.0
21.20	3.00	105.0	85.0	110	14.48	501.0	446.0
22.80	3.20	113.2	90.9	120	15.80	547.0	486.0
24.50	3.40	120.0	96.7	130	17.11	592.0	527.0
26.10	3.60	128.0	102.1	140	18.43	637.0	567.0
27.70	3.80	135.0	107.0	150	19.74	683.0	608.0

三、温度对粘度的影响

液力联轴器上所用的传动油，当温度升高时，粘度都会减小，也就是俗称油变稀，这样就会造成泄漏增加。轴承润滑情况恶化，甚至会使液力联轴器改变工作状态。

由于油的种类不同，粘度的变化规律也不同，要想求出不同温度下油的粘度大小，第一种方法是根据国产油粘温图查得（图1-2）。第二种方法是利用近似公式计算，当温度在

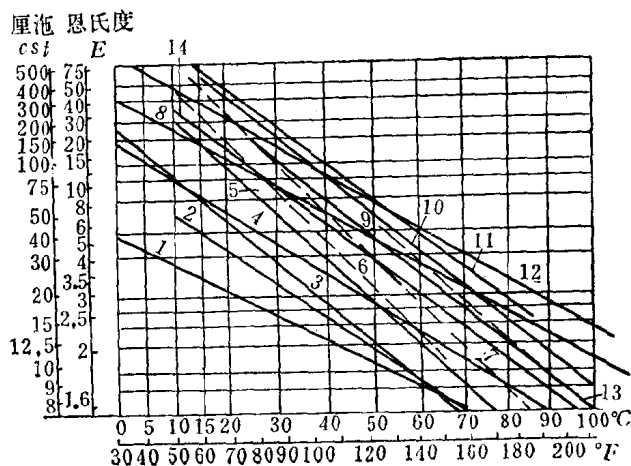


图 1-2 国产油粘温图

- 1—10号航空液压油；2—10号机械油；3—上稠20-1；4—上稠30-1；
5—20号机械油；6—22号汽轮机油；7—30号汽轮机油；8—上稠50-1；
9—46号汽轮机油；10—50号机械油；11—70号机械油；12—上稠90-1；
13—40号机械油；14—30号机械油

30~150°C 之间变化时，可用下面的公式近似地算出粘度变化：

$$\nu_t = \nu_{60} \left(\frac{50}{t} \right)^n$$

式中 ν_t ——温度为 $t^{\circ}\text{C}$ 时的运动粘度，厘沲；
 ν_{50} ——温度为 50°C 时的运动粘度，厘沲；
 n ——指数，其值见表1-3。

表 1-3 指数 n 随粘度变化的数值

ν_{50} 厘沲	2.8	6.25	9.00	11.8	21.2	29.3	37.4	45.1	52.9	60.6	68.4	80.0
n	1.39	1.59	1.72	1.79	1.99	2.13	2.24	2.32	1.42	2.49	2.52	2.56

四、调和油的粘度计算

为达到所需要的粘度，常用两种不同粘度的油进行掺和，掺和后的油，其粘度值可用下式进行计算：

$$^{\circ}\text{E} = \frac{a^{\circ}\text{E}_1 + b^{\circ}\text{E}_2 - c(^{\circ}\text{E}_1 - ^{\circ}\text{E}_2)}{100}$$

式中 $^{\circ}\text{E}_1$ 、 $^{\circ}\text{E}_2$ 和 $^{\circ}\text{E}$ ——用来混合的两种油及混合后油的粘度；

a 、 b ——参加混合的两种油液各占的百分数；

c ——系数，由表1-4查出。

表 1-4 随 a 和 b 变化的系数 c

a	10	20	30	40	50	60	70	80	90
b	90	80	70	60	50	40	30	20	10
c	6.7	13.1	17.9	22.1	25.5	27.9	28.2	25	17

五、对液力联轴器所用油液的要求和选用

液力联轴器中，油液是传递动力的介质，因此，油液的性能会直接影响液力联轴器的工作状况，要求传动油液具有

良好的性能，主要有以下几点：

1. 粘温性能好

液力联轴器工作时，温升较大，因而希望粘度变化要小。

2. 良好的润滑性能。

3. 质量纯净

油液不含有各种杂质，不含有酸碱，这样的油液对目前广泛采用的各种材料，如金属、油漆、塑料、合成橡胶等，就不会起腐蚀作用，同时，还不会堵塞油孔和油路。

4. 不易氧化

油液在使用过程中，由于温度升高可能氧化而产生胶质和沥青，使油液变质而影响工作，为使油液能长期工作而不变质，应有良好的氧化稳定性。

5. 闪点要高，凝点要低。

6. 具有消泡性，抗乳化性和抗泡沫性

油液中如混入水分会使油液乳化，降低油的润滑性能，增加油的酸值，缩短油的使用寿命。油液在使用中会产生泡沫，以致在液力联轴器中产生空穴现象，影响正常工作。因此，油液要具有良好的抗乳化性和抗泡沫性。

7. 热传导系数较高（散热性能好一些）。

8. 和现今使用的其他油液能互相溶解。

9. 价格便宜，便于采用。

还可以举出一些对油的要求。但是现在几乎没有一种油能完全满足上述要求，我们只能根据现有条件出发，有所侧重的进行选择，以最大限度地满足我们的要求。

目前，液力联轴器所用的油液是〔20〕号机械油和〔22〕号汽轮机油，其基本性质见表1-5。

表 1-5 液力联轴器用油基本性能

油 的 牌 号	(20)号机械油	(22)号汽轮机油
重 度,克/毫升	0.881~0.905	0.901
闪点(开口),℃不低于	170	180
ν_{20} ,厘沱	17~23	20~23
E_{20}	2.60~3.31	2.9~3.2
凝 点,℃	-20	-15
每克油的酸量	<0.16	<0.2
含 尘 量, %	0.007	0.005
机械杂质, %	0.005	无
水 分	无	无
水溶性酸碱	无	无

第三节 水力学一般常识

在研究液力联轴器的工作原理和结构时,经常会用到一些水力学的名词、概念和知识,因此,现将水力学的一般常识简介如下:

一、液体的压力

液体的压力是指液体在单位面积上所受的作用力。设液体在面积 F (厘米²)上所受的作用力为 P (公斤),则液体的压力为:

$$p = \frac{P}{F} \text{ (公斤/厘米}^2\text{)}$$

压力 p 的单位在我国用公斤/厘米²表示。1公斤/厘米²的压力也可称为一个工程大气压力,而一个物理大气压力相当于1.0333公斤/厘米²。在国外,压力的单位也有用磅/英寸²或“巴”表示的,它们的换算关系如下:

$$1 \text{ 磅/英寸}^2 = 0.07 \text{ 公斤/厘米}^2, \text{ 即}$$

$$1000 \text{ 磅/英寸}^2 = 70 \text{ 公斤/厘米}^2$$

$$1 \text{ 巴} = 1.02 \text{ 公斤/厘米}^2$$

二、绝对压力和相对压力

在一个开口容器中盛有液体（如图 1-3），液面上的压力为大气压力 p_0 ，在液面下深度为 h 处一点 a 所承受的作用力，比液面处还要多一高度为 h 的液体重力，因此， a 点处液体所受的压力 p_a 也就是绝对压力为：

$$p_a = p_0 + \gamma h = P_{\text{绝}}$$

式中 γ ——液体的重度

由上式可知，作用于液体内部任一点的静水压力是由两部分组成的：作用在液体表面的大气压力 p_0 和液体的自重所造成的压力 γh 之和。按上式求得的压力 p_a 称为液体的绝对压力，在工程上，常用相对压

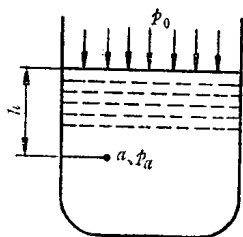


图 1-3 绝对压力和大气压力示意图

力的概念表示某点（例如 a 点）压力的大小，绝对压力减去大气压力 p_0 ，其剩余值称为相对压力或称计示压力，即：

$$p_{\text{相}} = p_a - p_0 = \gamma h = p_{\text{计}}$$

因此，相对压力和绝对压力的关系为：

$$p_{\text{绝}} = p_{\text{相}} + p_0$$

因液体的重度一般可以认为是一常量，所以，在静止的液体中，某点的相对压力与它所在位置的深度 h 成正比。如果深度 h 为已知时，则有：

$$h = \frac{p_{\text{计}}}{\gamma}$$

因此在水力学中常用液柱高度来表示计示压力的大小。如果所用的液体为水，因为水的重度为 10^{-3} 公斤/厘米³，所

以 1 公斤/厘米²的压力（或一个工程大气压力）相当于 10 米水柱高度；如果用的液体为水银，其重度为 1.36×10^{-8} 公斤/厘米³，所以一个物理大气压力相当于 760 毫米水银柱的高度。

如图 1-4 所示的盛有某种液体的封闭容器中，在 a 点接一个和大气相通的细管，由于加在容器液面上的压力 p 大于大气压力，所以液体沿管上升到 h 高度，高度 h 和液体重度 γ 的乘积就表示 a 点的计示压力。

当作用在液体上的绝对压力小于大气压力时，大气压力与绝对压力的差值，称为真空度，真空度也可用液柱高度来表示，如图 1-5 所示。即：

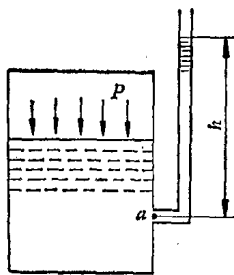


图 1-4 用液柱高度表示计示压力大小的示意图

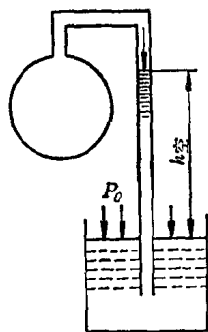


图 1-5 用液柱高度表示真空度的示意图

$$h_{\text{空}} = \frac{p_0 - p}{\gamma}$$

在液力联轴器中，有时要用到相对压力的概念，有时也用到真空度的概念。

三、巴斯加定律

在密闭容器内的平衡液体中，任意一点的压力 如有 变