

[美] R.E. 格林 J.E. 白林 著 龚铁平 译



# 工程机械的液压测试

(节译)

中国建筑工业出版社

7  
7

# 工程机械的液压测试

(节 译)

[美] R. E. 格 林 著  
J. E. 白 林

龚 铁 平 译

中国建筑工业出版社

本书主要介绍工程机械的液压测试方法、测试注意事项和测试仪器的选择, 液压传动的基本原理、维护、保养和修理, 书末附有单位换算表。

本书可供从事工程机械(建筑机械)维护、保养和修理工人以及工程技术人员参考。

Mobile hydraulic testing  
RONALD E. GLENN  
JAMES E. BLINN  
AMERICAN TECHNICAL SOCIETY

1970

\* \* \*

工程机械的液压测试

龚铁平 译

\*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)  
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售  
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

\*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 7 字数: 167 千字

1981年3月第一版 1981年3月第一次印刷

印数: 1—6,350册 定价: 0.76元

统一书号: 15040·3825

## 译 者 的 话

液压传动具有体积小、重量轻、效率高等优点，所以在工程机械行业中得到了广泛的应用。目前国内出版有关液压传动的书籍日见增多，但介绍液压测试方面的书较少，尤其是对工程机械液压系统进行现场测试的书更少。美国和日本等工业发达的国家，在对工程机械进行液压测试时，大多采用小形手提式液压测试器。为了介绍这种测试器及对工程机械的液压测试方法，译者节译了“Mobile hydraulic testing”一书的第三部分和附录。书名改为《工程机械的液压测试》。为了便于单位换算，书末附有单位换算表。

由于译者专业和外文水平有限，错误和不当处恳请读者批评指正。

译 者

1979年6月

# 目 录

|                       |    |                   |    |
|-----------------------|----|-------------------|----|
| 一、液压系统的测试 .....       | 1  | 六、叉车的测试 .....     | 36 |
| (一) 测试标准 .....        | 1  | 附录 A 基础知识 .....   | 39 |
| (二) 基本知识 .....        | 1  | (一) 容量和速度 .....   | 39 |
| (三) 液压系统的测试仪器 .....   | 2  | (二) 压力和作用力 .....  | 40 |
| (四) 测试器的形式 .....      | 2  | (三) 油缸运动的速度 ..... | 40 |
| (五) 测试器的选用 .....      | 4  | (四) 流量 .....      | 40 |
| (六) 试验单的应用 .....      | 4  | (五) 液压功 .....     | 41 |
| (七) 测试数据的记录 .....     | 5  | (六) 液压功率 .....    | 41 |
| 二、操作时间 .....          | 6  | (七) 其他 .....      | 41 |
| (一) 操作时间的检查 .....     | 6  | 附录 B 液压名词 .....   | 41 |
| (二) 油泵的流量 .....       | 8  | 附录 C 符号和回路 .....  | 48 |
| (三) 时间和费用 .....       | 9  | (一) 图的形式 .....    | 48 |
| 三、测试前的准备 .....        | 12 | (二) 符号 .....      | 49 |
| (一) 机械外观的初步检查 .....   | 12 | (三) 图形的规则 .....   | 51 |
| (二) 机械运行的观察 .....     | 14 | (四) 回路图的注释 .....  | 56 |
| (三) 测试的安全 .....       | 17 | 附录 D 油泵和油马达 ..... | 59 |
| (四) 测试设备的使用注意事项 ..... | 18 | (一) 油泵流量的计算 ..... | 59 |
| (五) 故障的排除 .....       | 18 | (二) 轴向柱塞泵 .....   | 61 |
| 四、旁通测试 .....          | 20 | (三) 轴向柱塞油马达 ..... | 62 |
| (一) 测试的基本程序 .....     | 20 | (四) 油泵的大修 .....   | 62 |
| (二) 旁通测试器的介绍 .....    | 21 | 附录 E 阀 .....      | 72 |
| (三) 测试注意事项 .....      | 22 | (一) 溢流阀 .....     | 72 |
| (四) 特殊注意事项 .....      | 23 | (二) 阀的结构尺寸 .....  | 72 |
| (五) 开始测试工作 .....      | 24 | 附录 F 油缸 .....     | 75 |
| (六) 溢流阀、油泵和方向控制阀      |    | (一) 油缸的选择 .....   | 75 |
| 的测试结果 .....           | 26 | (二) 速度 .....      | 76 |
| (七) 使用 T 型接头的意义 ..... | 28 | (三) 流量的限度 .....   | 77 |
| 五、直通测试 .....          | 29 | (四) 油缸计算资料 .....  | 77 |
| (一) 测试的基本程序 .....     | 29 | 附录 G 软管 .....     | 78 |
| (二) 直通测试器的介绍 .....    | 30 | (一) 概要 .....      | 78 |
| (三) 直通测试器的优点 .....    | 30 | (二) 软管的管理 .....   | 78 |
| (四) 测试注意事项 .....      | 30 | (三) 安全系数 .....    | 78 |
| (五) 开始测试 .....        | 31 | (四) 液压冲击 .....    | 78 |
| (六) 溢流阀、油泵和方向控制阀      |    | (五) 锈蚀 .....      | 79 |
| 的测试结果 .....           | 34 | (六) 可靠性和制约 .....  | 79 |
| (七) 使用 T 型接头的意义 ..... | 35 |                   |    |

|                     |    |                    |     |
|---------------------|----|--------------------|-----|
| (七) 防护.....         | 79 | (三) 系列 3 马达油.....  | 88  |
| (八) 软管接头的装配.....    | 79 | (四) 低温起动.....      | 88  |
| (九) 压力对软管寿命的影响..... | 79 | (五) 液压系统的工作情况..... | 88  |
| 附录 H 密封.....        | 82 | (六) 油的粘度和去垢力.....  | 91  |
| (一) 自紧密封件的保养方法..... | 82 | 附录 J 油箱.....       | 96  |
| (二) 活塞的密封.....      | 83 | 附录 K 滤油器.....      | 97  |
| (三) 机械密封的保养方法.....  | 84 | (一) 滤油器的选择.....    | 97  |
| (四) 静密封的故障消除方法..... | 85 | (二) 空气的溶解度.....    | 98  |
| (五) 衬垫安装的方法.....    | 85 | (三) 压力降.....       | 98  |
| 附录 I 液压油.....       | 87 | (四) 典型的污染程度.....   | 98  |
| (一) 对液压油的一般要求.....  | 87 | 附录 L 蓄能器.....      | 102 |
| (二) 液压油的使用场合.....   | 88 | 单位换算表.....         | 104 |

# 一、液压系统的测试

## (一) 测试标准

人们从童年时代起就学着对各种事物进行测试，而且持续了人的一生。婴儿是把东西塞进嘴里进行测试；成年人发展到用较为理想的测试方法去认识物体；成年人懂得如何轻轻地接触一下发热物体的表面，而能判断它是否会烫人；家庭主妇在市场上，就利用官能，看、触摸和闻的方法对各种物品进行测试。

如果测试的方法不正确，那么测试工作往往是无效的。比如说，你是否试图嗅闻那密封在玻璃瓶内物体的气味？当然你马上会说：嗅闻密封着的玻璃瓶内的气味是徒劳的。那么你是否能看到密闭在罐头内的东西呢？这也是同样无益的。通过这两个简单的例子，我们就能清楚地看到，在产品的结构中，有一些测试是无效的。

在对液压工程机械的液压系统进行测试时，有着同家庭主妇在市场上碰到的同样问题。因为某些液压系统是密闭的，所以就无法用肉眼去观察、用鼻子去嗅闻。只有当液压系统拆卸后，才能用肉眼去观察并判断是否有金属的微屑、淤泥和纤维等杂质。接着你又会面对着这样的问题：这些杂物是从哪里来的呢？家庭主妇在打开腐霉变质的食品罐头时，也会碰到同样的问题，但她可以把罐头干脆扔入垃圾箱，而我们在修理设备时，却不可能把整个部件扔掉。

修复液压系统的方法很多。许多油泵和阀由于液压油中混入杂物而产生故障，但它并不意味着已经损坏。有些机工在没有弄清系统产生故障的原因之前，就贸然把实际上还没有损坏的油泵和阀调换了，这是很大的浪费，因为这些液压元件的价格都很贵。

## (二) 基本知识

在对液压系统进行测试之前，熟悉一些关于液压传动的基本知识是有必要的。

1. 液压系统通常采用的流体介质是液压油。液压油除了具有润滑作用外，实际上它还具有不可压缩的性质（在 1000 磅/英寸<sup>2</sup> 的压力下仅能压缩 0.5%）。液压系统虽然也可以使用其他流体，但在工程机械的液压系统中，通常使用的是石油基的液压油。

2. 在液压系统中，油箱的位置应该尽量设置得比油泵的位置高些，这样液压油能压入油泵，而不需油泵进行自吸，因为当油泵运转后，吸油管侧产生了低压区，液压油在大气压力 14.7 磅/英寸<sup>2</sup> 的作用下压入。油泵不从油箱内自吸就能提高油泵的工作效率。

3. 油泵本身是不能产生压力的，它只能向液压系统进行输油工作。液压系统中的压力是因油泵输出的液压油受到工作阻力而产生的。在工程机械的液压传动系统中，主要是采用容积式的油泵（不是象水泵那样的离心式泵）。

4. 液压系统中的液压油，总是朝向压力最低的管道流去。系统中的任何泄漏就会产生压力和流量的损失。如果溢流阀的调定压力太低，系统中的液压油在没有达到工作压力

时,就会从溢流阀流回油箱,这样就会影响系统的正常工作。

5.压力表只能表示系统中压力的大小,它不能表示出流量的多少。如果要测定系统中的流量(加仑/分),就必需使用流量计。

6.测试液压系统,除了需要使用压力表、流量计和温度表外,还必需配有一些控制阀和其他测试仪器。

### (三)液压系统的测试仪器

液压系统测试仪器的的发展,促进了液压系统设计的发展。从市场上所供应的液压系统的测试仪器情况看,就更足以说明液压系统的设计人员绝不能忽视它们的快速发展。目前已经设计和制造成功的液压系统测试仪器,是一种能用以测试现代复杂液压系统的精密仪器,这种仪器还能在环境恶劣的野外工地进行使用。

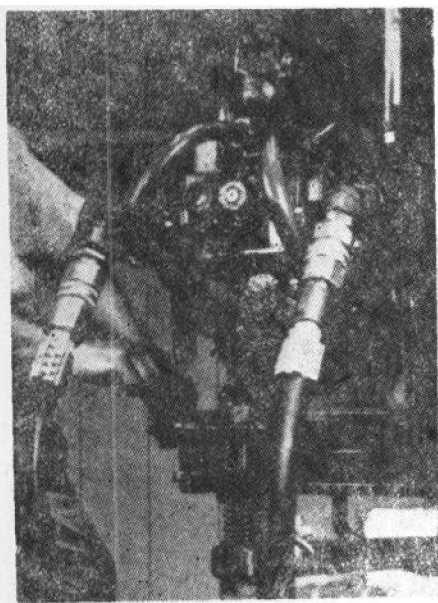


图 1-1 熟练的机工正在进行测试工作

液压系统的测试仪器应由熟练的机工操作使用。图 1-1 所示的是一个熟练的机工正在对液压系统进行一项测试工作。

测试仪器能使我们“看”清液压系统内部的情况,从而能正确的判断出在液压系统中,哪些元件已经发生了故障。此外,利用测试仪器还可以对液压系统进行预检工作,这样就能减少机械的故障,并且节省了维修费用。

本书附录 B 中所列的液压名词,有助于对一些测试名词的理解。即使对一个有经验的机工,在着手对液压系统进行测试之前,重新正确地理解和熟悉一下这些专用名词的意义也是必要的。

本书有关测试的章节,能有助于一个有经验的机工去解决更复杂和更困难的液压传动中的难题。

### (四)测试器的形式

旁通(by-pass)和直通(in-line)这两个专用名词常常易于混淆。如果我们先回顾一下汽车的滤油方法,会有助于我们解决这个问题,并且还能加快对这两个专用名词的理解。

旁通这个专用名词是说明测试器不直接连到液压系统上作为一个组成部分(图 1-2)。图 1-3 表示汽车油路中的旁通滤油系统。这种系统中的滤油器只滤除油路中部分的油,而其余的油都流到工作系统中去,旁通的油流回油箱(一般也称为油盘)。旁通测试的原理也就如同旁通滤油一样,不同之处就在于旁通测试时还需加设控制阀。

直通测试器就象汽车油路中的全流量滤油系统一样(图 1-4)。这种系统中所有的油都流经滤油器而得到滤清。直通测试器(图 1-5)能够直接连到液压系统中去,其流量是

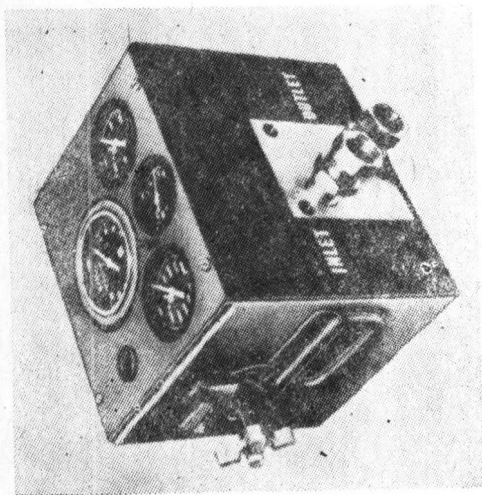


图 1-2 旁通测试器

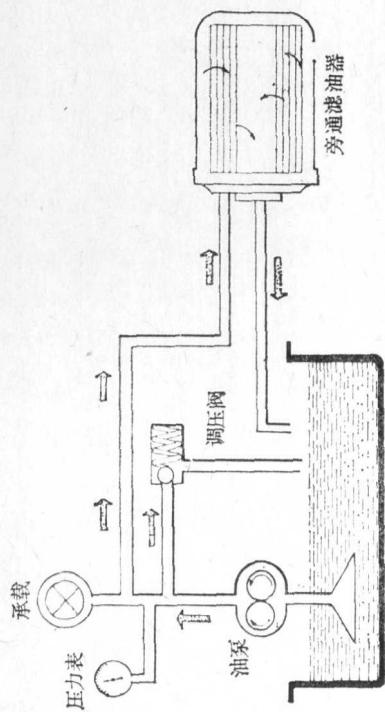


图 1-3 旁通滤油系统，油泵输出的油只有部分流经滤油器

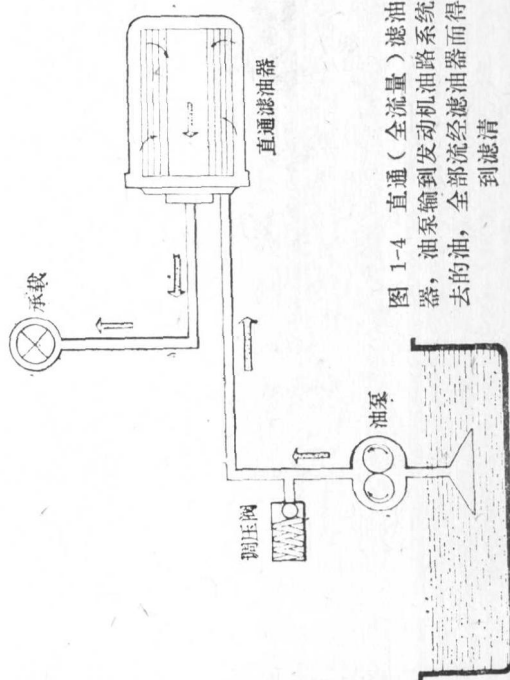


图 1-4 直通（全流量）滤油器，油泵输到发动机油路系统去的油，全部流经滤油器而得到滤清

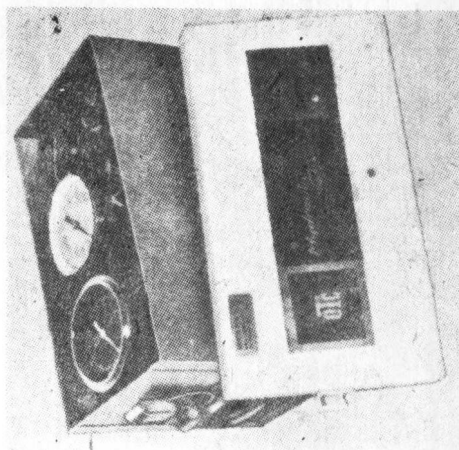


图 1-5 直通测试器

通过操作测试器中的阀加以控制。

图 1-6 是另一种形式的直通测试器。这种测试器内有一个小涡轮，它是流量计内唯一的一个运动零件，其转动速度与液压油的流量成比例。涡轮的转速是由电子计数的，转速值可以直接从电子仪表上读出（这样便能适用于遥控读数）。仪表内装有熔断丝，用以保护压力表。

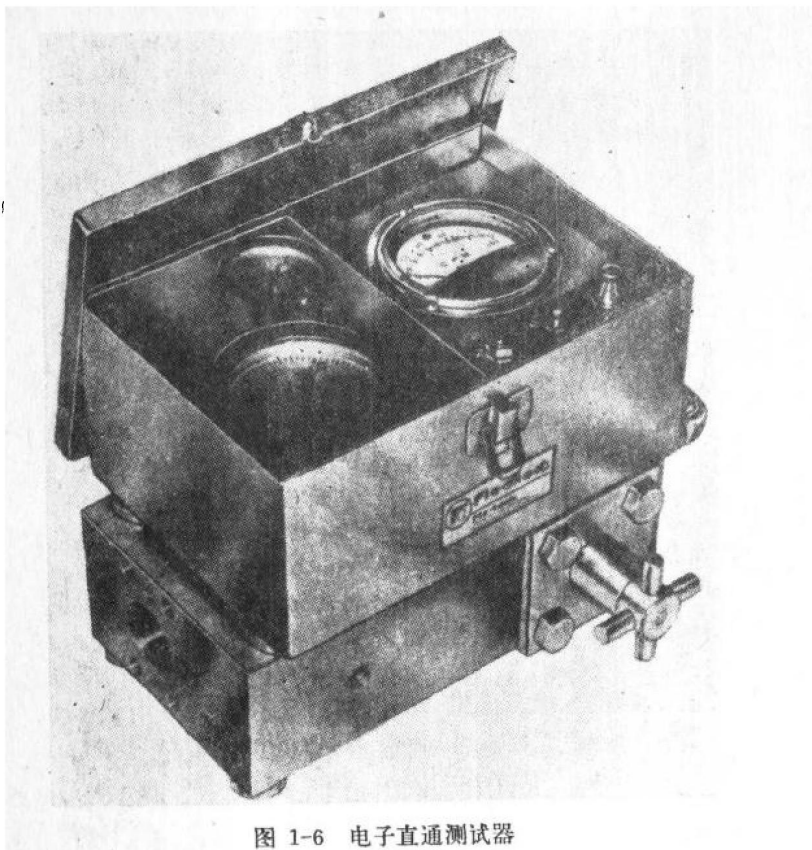


图 1-6 电子直通测试器

这种测试器需要有一节小电池作为电源。由于它的性能可靠，测量精确，所以非常适用于在车间或野外工地进行测试工作。

### （五）测试器的选用

在对任何一种液压系统进行测试之前，首先要确定选用哪一种测试器最为合适。如上所述，测试器有旁通和直通两种。就其测试效果而言，以直通测试器为佳，因为它能进行所有的测试项目，并且还能适用于封闭系统的测试工作。

如果在选用测试器时有疑惑，可以向测试器的制造厂商和供应部门询问。有经验的机工能选用合适的测试器。

### （六）试验单的应用

用于测试液压系统的试验单应有适当的页次，这样便于按照所选用的测试器上的说明

逐项进行测试。为了使测试方便起见，对每一页次的试验单的测试内容都应该包括完全。除了有特殊的需要以外，一般就不再需要再参阅其他页次。试验单上的测试程序和说明要清楚，这样就便于机工能按照试验单上的程序逐项进行测试工作。每一项目测试的试验单，可以分开并按照其程序逐页排列，这样便于今后对系统某个单一元件进行测试。

(七) 测试数据的记录

对液压系统进行测试之前，应该先填写好测试前的报告（图 3-1）。这样有助于我们作出良好的测试检查和修复工作。一般在开始对设备进行测试之前，先要从维修手册中查出油泵的额定流量，溢流阀的调定压力值和油缸提升所需要的时间。如果缺少资料可供查找，可以通过空载测试确定油泵的额定流量。尽管这样测试所得到的值也是很正确的，但一般还是最好以技术资料上的数据为准。

如果需要确定已经遗失铭牌的油泵的流量，可采用空载测试的方法，就是使油泵以工作的速度空载运转（把测试器上的阀开启到最大位置）。这样在测试器的流量计上所得到的流量读数，就非常接近该油泵的额定流量值。一般来说，即使是磨损得很严重的油泵，在空载时所输出的流量，也与它的额定流量值非常接近（系统中无载荷，测试器也同样无载荷）。

要确定系统中的压力，最好是查阅有关参考手册（表 1-1）。如果没有现成的资料可供查阅，可以先用 1000 磅/英寸<sup>2</sup> 的压力进行测试。一般来说，大多数的工程机械的液压系统都能承受这一压力值，而且这一压力值也足可以进行各项测试工作。

液 压 装 载 机 的 规 定 表 1-1

|                                      |  |   |   |      |   |
|--------------------------------------|--|---|---|------|---|
| 液压系统                                 |  |   |   |      |   |
| 溢流阀的调定压力(磅/英寸 <sup>2</sup> ).....    |  |   |   | 2000 |   |
| 两只双作用倾斜油缸的直径(英寸).....                |  |   |   | 9    |   |
| 两只双作用提升油缸的直径(英寸).....                |  |   |   | 10   |   |
| 油泵的最大流量(三只油泵)(加仑/分).....             |  |   |   | 285  |   |
| 阀的位置:                                |  |   |   |      |   |
|                                      |  | 倾 | 斜 | 提    | 升 |
|                                      |  | 上 | 升 | 上    | 升 |
|                                      |  | 中 | 间 | 中    | 间 |
|                                      |  | 下 | 降 | 下    | 降 |
| 液压系统中散热器的散热面积(英寸 <sup>2</sup> )..... |  |   |   | 1177 |   |
| 液压系统的容量(加仑).....                     |  |   |   | 240  |   |

必须注意，除了万不得已要自行编写测试规定以外，一般都需按照设备制造厂商提供的规定进行测试。

液压系统测试完毕以后，除了把测试的结果记录下来以外，还需要保证使被测试的机械恢复到未测试前的性能，并且把为了进行测试工作而安装的软管、堵塞和其他机件全部拆除。测试完毕的机械，一般都送回继续使用，随后按照测试的结果具体编排检修计划。

## 二、操 作 时 间

道路工程师在设计路面时，因为考虑到行驶车辆的数量，路面受力情况以及其他各种安全因素，所以限制了车辆在路面上的行驶速度。同样，液压传动工程师在设计液压系统时，因为考虑到系统的流量、压力、受力情况、使用寿命以及操作安全等情况，所以也限制了系统的操作时间（限定速度）。凡是有经验的汽车驾驶员和液压工程机械的操作人员，都严格遵守并保证不超越这种限定速度。如果不遵守这一规定，甚至执意不按正确的操作规程进行驾驶，那么必定会使机械损坏或肇祸，造成时间和财力的损失。

液压传动工程师在设计、制造和测试液压机械时，有标准的资料可供参照，因而能保证液压机械在操作和控制时的可靠和安全。液压传动工程师在选定液压机械的限定速度时，既考虑到机械的生产效率，又考虑到机械的操作安全和使用寿命。凡是有经验的机工均按照设计工程师所提出的规定进行工作，并且随时注意各种偏离规定的变化情况。如果发现系统的压力降低、操作的时间变慢、系统的压力升高或操作的时间变快等，这都很显然地说明了机械已偏离了规定。

在公路运输中，限速行驶是有益的，如果超速行驶，不但加剧车辆的磨损，而且易于肇祸。为了有助于各种车辆的驾驶人员掌握行车速度避免发生事故，所以沿途都标志着路面的最高行车速度的限定值，有时甚至还标注出最低行车速度的限定值。

同样，在液压机械的操作手册上也规定了机械的限定速度。这些限定速度和限定的压力值是机械正常运行的根本保证。因此在对液压设备进行精确的测试之前，必须熟悉该设备的操作时间、油泵的流量（加仑/分）和系统中的压力（磅/英寸<sup>2</sup>）。

在公路运输中，车辆的行驶速度如果超出路面的限定速度就按违章处理。如果液压机械的操作速度超过限定值，就会造成机械零件的损坏而导致机械的停工，这是很大的损失。所以液压机械的操作人员，必须要按照设备规定的速度和压力进行操作。

在现代公路运输中，为了防止由于车辆的拥挤阻塞而引起的交通事故，所以规定了公路路面的最低行车速度。在现代液压机械中，最低速度的限值也是一个应予重视的问题。如果液压机械的操作速度太低，除了降低机械的生产效率以外，还该设备将发生严重的故障的预兆。因此，在设备发生故障之前，对设备进行测试工作是很有实际价值的。

### （一）操作时间的检查

液压系统在刚开始降低其效率时的速度是很缓慢的。有时，操作人员根本不能觉察到机械的操作速度正在逐渐减慢。为了检查液压机械的操作时间，可以使用一只精确的秒表测定该机械工作循环所需的时间。

液压机械中油缸伸缩的时间在操作手册中有所规定。例如，图 2-1 所示的装载机规定如下：



图 2-1 铰接式装载机可减小回转半径和缩短工作循环

装载机铲运的时间

|      |      |
|------|------|
| 提升时间 | 5.5秒 |
| 下降时间 | 3.5秒 |
| 卸料时间 | 1.2秒 |

把这些操作时间与图 2-2 所示的装载机的操作时间作比较：



图 2-2 装有大流量油泵的巨型装载机铲斗的提升时间只需9.3秒

### 装载机铲运的时间

|      |      |
|------|------|
| 提升时间 | 9.3秒 |
| 下降时间 | 4.7秒 |
| 卸料时间 | 2.9秒 |

必须指出，图2-1所示装载机铲斗的工作容量为3立方码；图2-2所示装载机铲斗的工作容量为15立方码。

这些由设计师计算确定的操作时间，可以在现场操作时检查测定。如果在检查测定后，发现时间过长或过短，就说明该机械必须及时安排计划进行维修，这样就可以使机件减少损坏和消除停工的时间。

在测定机械的操作时间时，必须同操作人员讲清楚，用秒表是对机械设备进行测定，而不是对操作人员的工作效率进行测定，这样可以免于误会。在测定时，必须要同操作人员搞好关系并密切的配合，这样才能保证对机械进行满载测定。

## (二) 油 泵 的 流 量

为了保证对液压系统进行正确的测试，必须先确定系统中油泵的流量。油泵的流量可以从机械的操作手册中查阅，为了保证机械能安全操作和提高使用寿命，所以必须按照手册中的规定进行工作。下面列举几种典型液压系统中油泵的流量规定：

图 2-1 所示装载机的液压系统

变速箱驱动油泵  
45.5加仑/分  
2500转/分  
定量系统  
2250磅/英寸<sup>2</sup>

图 2-2 所示装载机的液压系统

发动机驱动油泵  
285加仑/分  
2100转/分  
定量系统  
2000磅/英寸<sup>2</sup>

图 2-3 所示的自卸载重汽车，它装有两只油泵，总流量为240加仑/分，车斗的装载容量为60立方码，卸料周期如下：

|      |     |
|------|-----|
| 提升时间 | 14秒 |
| 下降时间 | 10秒 |

根据这些数据，我们可以进行必要的油泵测试工作，以及其他用于确定系统工作情况所进行的测试工作。一般来说，某些机械在测试以后，只需进行适当的调整即可恢复正常的的使用。系统通过测试后，便可以根据情况安排维修，这样就可杜绝严重事故的发生。为了缩短设备的测试时间和费用开支，必须正确的选定测试方法和测试的程序（参见四和五部分）。



图 2-3 全液压控制和操作的60吨自卸载重汽车

驱动设备液压系统的工作速度完全是取决于油泵的流量（加仑/分），这一点是很清楚的。就如车辆在路面上行驶的速度，是取决于发动机的转速一样。机械的承载能力是取决于液压系统的工作压力，机械的工作速度是与压力毫不相关的。有时机械的工作速度变慢了，即使把工作压力升得再高也是无济于事的。

有些机械设备的工作速度是取决于油缸的工作速度，要使油缸达到预期的工作速度，必须防止整个液压系统中液压油的泄漏。

汽车驾驶员只要遵守交通规则，就能避免交通事故的发生；液压机械的操作人员只要遵守各种操作规程，就能保持机械的良好性能和提高使用寿命。

### （三）时 间 和 费 用

在计划安排建设一项大型工程时，一般多以月份或劳动工作日计算。对指定的某一工程来说，就以工作日或工作小时计算。时间对于重型工程机械来说，它具有很大的经济性。某项工程一旦开工，在其他因素均确定以后，要想加速工程的进展，唯一有效的办法是使各种现有的机械设备得到充分的利用。在施工期间，任何一种设备发生故障或损坏，除了将影响工程的进度外，还需要化费很多费用去维修。

同样，当某种设备的使用率低于其本身所具有的能力时，实际上也造成了浪费。为了说明这个问题，我们用国际收割公司（International Harvester Company）所提供的一台铲运机的作业循环资料进行估算和分析，下列数据是由国际收割公司提供的（图2-4）。

表 2-1 列出了这台铲运机在各种装运量的情况下，由推土机辅助装料时所需装料和拖运的时间。假定这台铲运机总的装运量为86500磅，用它在地上去装运72000磅的土方工程所需的装料时间可从表中查出。先从表的左面装运量一栏中查到7000磅，在该项上加上个0就成70000磅。随后顺着这一项往右看，查到86500磅的近似值84000磅（相应地也加上个



图 2-4 一台由推土机辅助装料的铲运机

不同装料时间限值内铲运机的装运量(磅)

表 2-1

| 装运量<br>(磅) | 装 料 时 间 (秒) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |
|------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
|            | 10          | 15    | 20    | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50    | 55    | 60    | 65   | 70   | 75   | 80   |
| 10000      | 41000       | 35000 | 29400 | 24200 | 20000 | 17140 | 15000 | 13330 | 12000 | 10910 | 10000 | 9230 | 8570 | 8000 | 7500 |
| 9000       | 36900       | 31500 | 26460 | 21780 | 18000 | 15430 | 13500 | 12000 | 10800 | 9820  | 9000  | 8310 | 7710 | 7200 | 6750 |
| 8000       | 32800       | 28000 | 23530 | 19360 | 16000 | 13710 | 12000 | 10670 | 9600  | 8730  | 8000  | 7380 | 6860 | 6400 | 6000 |
| 7000       | 28700       | 24500 | 20580 | 16940 | 14000 | 12000 | 10500 | 9330  | 8400  | 7640  | 7000  | 6460 | 6000 | 5600 | 5250 |
| 6000       | 24600       | 21000 | 17640 | 14520 | 12000 | 10290 | 9600  | 8000  | 7200  | 6560  | 6000  | 5540 | 5140 | 4800 | 4500 |
| 5000       | 20500       | 17500 | 14700 | 12100 | 10000 | 8570  | 7500  | 6660  | 6000  | 5450  | 5000  | 4610 | 4290 | 4000 | 3750 |
| 4000       | 16400       | 14000 | 11760 | 9680  | 8000  | 6860  | 6000  | 5330  | 4800  | 4360  | 4000  | 3690 | 3430 | 3200 | 3000 |
| 3000       | 12300       | 10500 | 8820  | 7260  | 6000  | 5140  | 4500  | 4000  | 3600  | 3270  | 3000  | 2770 | 2570 | 2400 | 2250 |
| 2000       | 8200        | 7000  | 5880  | 4840  | 4000  | 3430  | 3000  | 2670  | 2400  | 2180  | 2000  | 1850 | 1170 | 1600 | 1500 |
| 1000       | 4100        | 3500  | 2940  | 2420  | 2000  | 1710  | 1500  | 1340  | 1200  | 1090  | 1000  | 920  | 860  | 800  | 750  |
| 500        | 2050        | 1750  | 1470  | 1210  | 1000  | 860   | 750   | 670   | 600   | 550   | 500   | 460  | 430  | 400  | 380  |

0)，对照这一栏的上面就查到所需装运的时间为50秒。

由于要求的装运量是72000磅，所以还需解决2000磅这个值。同样，从表的左面装运量一栏中查到2000磅，顺着这一项往右看，在50秒这一栏中对应的数值是2400磅，把所查得的84000磅和2400磅两个值相加，即得出在50秒内该台铲运机的装运量为86400磅。因此我们就估算出仅需50秒，也就是说仅需0.83分就能完成这项装运任务。

假设这台铲运机的拖运时间为1.17分，返程时间为0.93分，加上辅助时间和装运时间后，整个作业循环耗时3.07分。每班以八小时计算，就能完成156.3个作业循环。如果整个工程需要六个月，那么铲运机的工作速度如减慢5%，就损失了52小时，也就是说这台铲运机和推土机需多工作52小时。

表 2-2 是各种型号装载机的工作规定。从表中可以查出一台斗容量为10立方码的装载机，在单程距离为100英尺的情况下工作时，每一作业循环为38.5秒，也就是说每小时能完成94次作业循环。如果这台装载机的工作速度减慢5%，那么每小时将少工作4.7次循环。每班以八小时计算，就将少工作37.6次循环。由此可见，时间和费用是密切相关的。

装载机生产能力估算(3000磅料)

表 2-2

| 单程距离(英尺)      | 平均速度(英里/时) | 循环时间(秒) | 循环次数(每小时) | 立 方 码 | 吨 位  |
|---------------|------------|---------|-----------|-------|------|
| H-400斗容量10立方码 |            |         |           |       |      |
| 50            | 4.0        | 32.0    | 113       | 1128  | 1692 |
| 100           | 5.8        | 38.5    | 94        | 936   | 1404 |
| 150           | 6.7        | 44.8    | 80        | 804   | 1200 |
| 200           | 7.4        | 51.9    | 70        | 696   | 1044 |
| 250           | 7.9        | 58.0    | 62        | 624   | 936  |
| 300           | 8.2        | 65.0    | 55        | 552   | 828  |
| H-120C斗容量5立方码 |            |         |           |       |      |
| 50            | 4.2        | 26.3    | 137       | 684   | 1026 |
| 100           | 6.0        | 32.7    | 110       | 552   | 828  |
| 150           | 7.2        | 38.4    | 94        | 468   | 702  |
| 200           | 7.7        | 45.4    | 79        | 396   | 594  |
| 250           | 8.0        | 52.6    | 68        | 342   | 512  |
| 300           | 8.2        | 60.0    | 60        | 300   | 450  |
| H-90C斗容量3立方码  |            |         |           |       |      |
| 50            | 4.7        | 24.5    | 146       | 438   | 660  |
| 100           | 6.6        | 30.7    | 118       | 354   | 534  |
| 150           | 7.7        | 36.5    | 98        | 294   | 444  |
| 200           | 8.2        | 43.4    | 83        | 246   | 372  |
| 250           | 8.4        | 50.6    | 71        | 210   | 312  |
| 300           | 8.5        | 58.2    | 61        | 183   | 276  |
| H-65C斗容量2½立方码 |            |         |           |       |      |
| 50            | 5.0        | 23.6    | 152       | 382   | 572  |
| 100           | 6.9        | 29.9    | 120       | 300   | 450  |
| 150           | 8.0        | 35.6    | 102       | 256   | 384  |
| 200           | 8.5        | 42.0    | 86        | 216   | 324  |
| 250           | 8.6        | 49.8    | 72        | 180   | 270  |
| 300           | 8.7        | 57.7    | 62        | 156   | 234  |
| H-60B斗容量1¾立方码 |            |         |           |       |      |
| 50            | 5.0        | 23.6    | 152       | 266   | 399  |
| 100           | 6.9        | 29.9    | 120       | 210   | 315  |
| 150           | 8.0        | 35.6    | 102       | 179   | 268  |
| 200           | 8.5        | 42.0    | 86        | 151   | 226  |
| 250           | 8.6        | 49.8    | 72        | 126   | 189  |
| 300           | 8.7        | 57.7    | 62        | 109   | 163  |

制定一个包括诊断和测试在内的, 有计划的维修保养制度, 可以节省许多时间和费用开支。

在机械设备产生严重事故之前, 如果能诊断和测试出机械的故障和降低效率的现象, 就能节省大量的费用开支和时间。因为机械停工和维修的费用要比测试费用大几百倍。