

任务：

设计卧式双面铣削组合机床的液压系统。机床的加工对象为铸铁变速箱箱体，动作顺序为夹紧缸夹紧——工作台快速趋近工件——工作台进给——工作台快退——夹紧缸松开——原位停止。工作台移动部件的总质量为 ，加、减速时间为 。采用平导轨，静摩擦系数为 ，动摩擦系数为 ，夹紧缸行程为 ，夹紧力为 。工作台快进行程为 ，快进速度为 / ，工进行程为 ，工进速度为 ~ / ，轴向工作负载为 ，快退速度为 / 。要求工作台运动平稳，夹紧力可调并保压。

## 金属切削机床的基本知识

金属切削机床是采用切削（或特种加工）的方法将金属毛胚加工成所要求的几何形状、尺寸精度和表面质量的机械零件的机器，它是制造机器的机器，所以又称为“工作母机”或“工具机”，习惯上简称为机床。

机床的“母机”属性决定了它在国民经济中的重要地位。在现代化的工业生产中，会大量使用各种机器、仪器、仪表和工具等技术设备，这些技术设备都是由机械制造部门提供的。而在各类机械制造工厂中需要各种加工金属零件的设备，包括铸造的、锻压的、焊接的、热处理的和切削加工的设备。由于机械零件的尺寸精度、形状精度、位置精度和表面质量目前主要靠切削加工方法来达到，所以金属切削机床担任的工作量约占机械制造总工作量的 40%~60%。在一般机械制造工厂拥有的技术设备中，机床占有相当大的比重，约在 50%~60%。另一方面，机床的质量和技术水平直接影响机械产品的质量和劳动生产率。因此，一个国家生产的机床质量、技术水平、品种和产量以及机床的拥有量是衡量国家整个工业水平的重要标准。

### 1.2 本课题研究的意义、目的及内容

液压传动的基本原理是在密闭的容器内，利用有压力的油液作为工作介质来

实现能量转换和传递动力的。其中的液体称为工作介质，一般为矿物油，它的作用和机械传动中的皮带、链条和齿轮等传动元件相类似。

在液压传动中，液压油缸就是一个最简单而又比较完整的液压传动系统，分析它的工作过程，可以清楚地了解液压传动的基本原理。

液压传动系统的组成： 液压系统主要由：动力元件（油泵）、执行元件（油缸或液压马达）、控制元件（各种阀）、辅助元件和工作介质等五部分组成。

1) 动力元件（油泵） 它的作用是把液体利用原动机的机械能转换成液压力能；是液压传动中的动力部分。

2) 执行元件（油缸、液压马达） 它是将液体的液压能转换成机械能。其中，油缸做直线运动，马达做旋转运动。

3) 控制元件 包括压力阀、流量阀和方向阀等。它们的作用是根据需要无级调节液动机的速度，并对液压系统中工作液体的压力、流量和流向进行调节控制。

4) 辅助元件 除上述三部分以外的其它元件，包括压力表、滤油器、蓄能装置、冷却器、管件及油箱等，它们同样十分重要。

5) 工作介质 工作介质是指各类液压传动中的液压油或乳化液，它经过油泵和液动机实现能量转换

### 1.3 国内外液压传动的发展概况

液压传动是根据 17 世纪帕斯卡指出的液体静压力传递原理(即帕斯卡原理)，而发展起来的一门新兴技术。1795 年英国约瑟夫·布拉曼(Joseph Braman, 1749—1814)，在伦敦用水作为工作介质，以水压机的形式将其应用于工业上，诞生了世界上第一台水压机。1905 年将工作介质水改为油，又进一步得到改善。

第一次世界大战(1914—1918 年)后液压传动广泛应用，特别是 1920 年以后，进展更为迅速。液压元件大约在 19 世纪末 20 世纪初的 20 年间，才开始进入正规的工业生产阶段。1925 年维克斯(F. Vickers)发明了压力平衡式叶片泵，为近代液压元件工业或液压技术的逐步建立奠定了基础。20 世纪初康斯坦丁·尼斯克(G. ConstIntinesco)对能量波动传递所进行的理论及实际的研究；1910 年对液力传动(液力联轴节、液力变矩器等)方面的贡献，使这两方面领域得到了

发展。1930 年曾出现过“液压万能”的想法，但 f 良快就便旗息鼓了。

第二次世界大战(1941 — 1945 年)期间，在美国机床中有 30%应用了液压传动。

应该指出，日本液压技术的发展较欧美等国家晚了近 20 多年。在 1955 年前后，日本迅速发展液压技术，1956 年成立了“液压工业会”。近 20—30 年间，日本液压技术发展之快，居世界领先地位。

我国液压技术在 50 年代刚刚兴起，60 年代有较大的发展。U76 年制订了元件型诺，设计了部分基型，近十几年液压技术得到普遍应用，目前应用范围之广，已涉及到各个领域。

据专家金学俊介绍，液压技术发展趋向有以下十个方面：

① 减少能耗，充分利用能量。② 泄漏控制。③ 污染控制。④ 主动维护。⑤ 机电一体化。⑥ 液压 CAD 技术。⑦ 新材料、新工艺的应用。新型材料的使用，像陶瓷、聚合物等。⑧ 纯水液压技术重新崛起。⑨ 信息网络的建设。⑩ 重视特色产品，发展成套技术。

## 2 设计过程

### 2.1 确定对液压系统的工作要求

根据加工要求，工件夹紧装置及滑台的快进—工进—快进—停止，工件循环拟定采用液压传动方式来实现，故决定选取油缸做执行机构。

考虑到进给系统传动功率不大，且要求低速稳定性好，以及滑台的速度调节，故拟定选用调速阀，单向阀组成的节流阀调速方式。

为了自动实现上述工作循环并保证滑台的行程在最大行程内(该行程并无过高的精度要求)拟定采用行程开关及电磁换向阀的控制顺序动作

## 2.2 拟定液压系统工作原理图

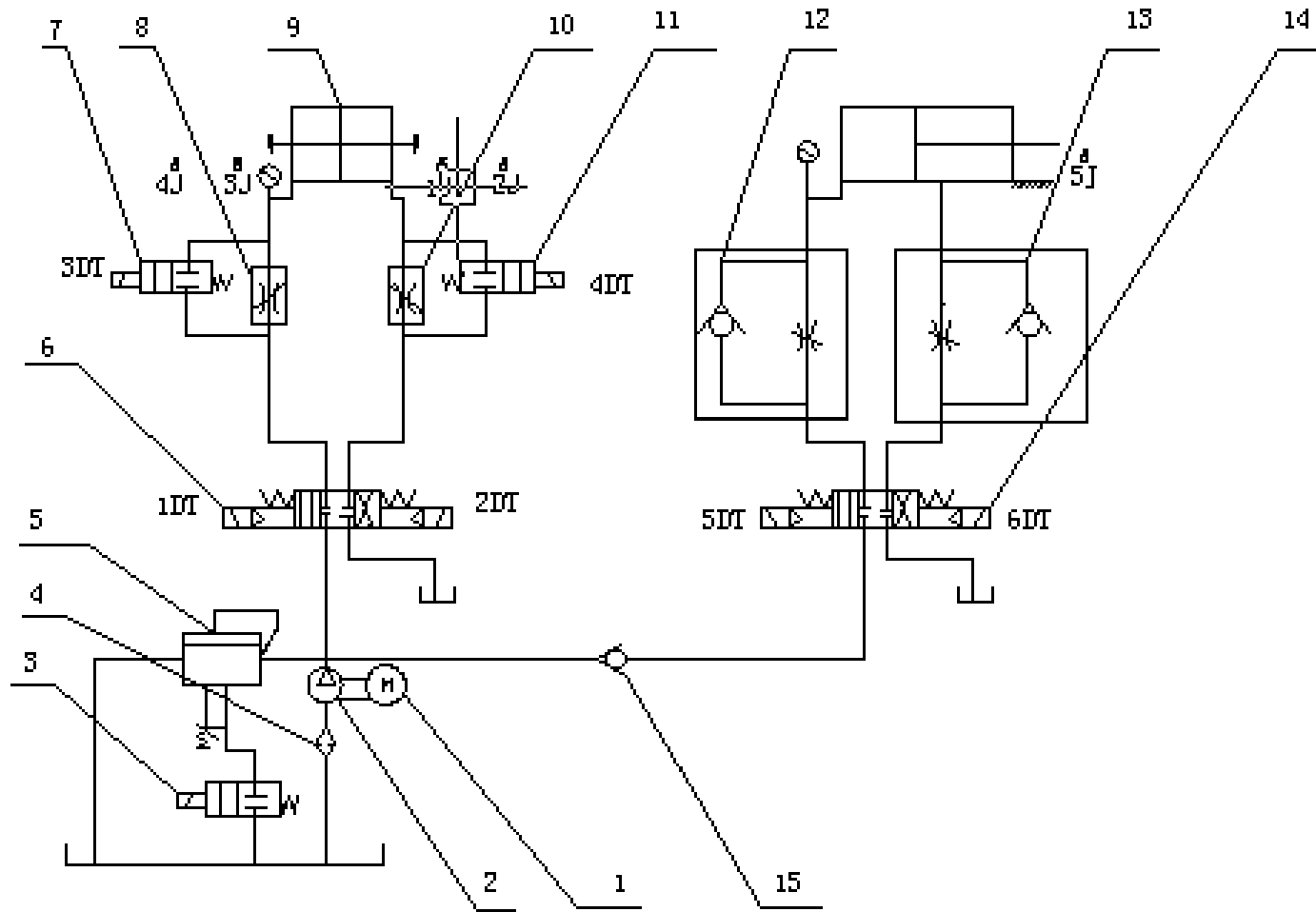


图 2-1 双面铣削组合机床液压原理图

表 2.1 动作顺序表

序号	动作顺序	执行信号						发讯信号					
		10T	20T	30T	40T	50T	60T	70T	1J	2J	3J	4J	5J
1	加紧工件	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+
2	滑台快速趋近铣削头	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-
3	滑台工进	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
4	滑台快速离开铣削头	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
5	滑台停止加松	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-
6	夹紧工件	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+
7	滑台反向快进铣头	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-
8	滑台反向工进	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
9	滑台反向快离铣头	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-
10	滑台停止松夹	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-
11	卸荷	-	-	-	-	±	-	-	-	-	-	-	-

## 1 夹紧工件

按下启动按钮，5DT 的得电，电磁阀左端接通，电磁阀 7 切换至左位，主油路的进油路：过滤器 4—泵 2—单向阀 15—电磁阀 14 左端—单项节流阀 12—液压缸左腔。液压缸右腔回油—单项节流阀 13—电磁阀 14 左端—油箱。液压推动火塞向右移动至 5J

## 2 滑台快速趋近铣削头

1DT, 3DT, 4DT, 5DT 得电，电磁阀 6 接通，在电磁阀 6 切换至左端主油路进油路：过滤器 4—泵 2—电磁阀 6 左端—二位二通换向阀 7—双杆活塞缸左腔。液压缸右腔回油—二位二通换向阀 11—电磁阀 6 左端—油箱。液压缸移动至 1J

## 3 滑台工进

1DT, 4DT, 5DT 得电，电磁阀 6 左端接通；主油路进油路：过滤器 4—泵 2—电磁阀 6 左端—调速阀 8—双杆活塞缸左腔。液压缸右腔回油—二位二通换向阀 11—电磁阀 6 左端—油箱。液压缸移动至 2J

## 4 滑台快速离开铣削头

1DT, 3DT, 4DT, 5DT 得电，电磁阀 6 接通，在电磁阀 6 切换至左端主油路进油路：过滤器 4—泵 2—电磁阀 6 左端—二位二通换向阀 7—双杆活塞缸左腔。液压缸右腔回油—二位二通换向阀 11—电磁阀 6 左端—油箱。

## 5 滑台停止夹松

6DT 得电，电磁阀 14 右端通电，主油路的进油路：过滤器 4—泵 2—单向阀 15—电磁阀 14 右端—单向节流阀 13—液压缸右腔。液压缸左腔回油—单向节流阀 12—电磁阀 14 右端—油箱。滑台松开工件

## 6 夹紧工件

5DT 的得电，电磁阀左端接通，电磁阀 7 切换至左位，主油路的进油路：过滤器 4—泵 2—单向阀 15—电磁阀 14 左端—单项节流阀 12—液压缸左腔。液压

缸右腔回油—单向节流阀 13—电磁阀 14 左端—油箱。液压推动火塞向右移动至 5J

### 7 滑台反向快进铣头

2DT, 3DT, 4DT, 5DT 得电, 电磁阀 6 接通, 在电磁阀 6 切换至右端主油路进油路: 过滤器 4—泵 2—电磁阀 6 右端—电磁换向阀 7—双杆活塞缸右腔。液压缸左腔回油—二位三通换向阀 7—三位四通电磁阀 6 右端—油箱。液压缸移动至 3J

### 8 滑台反向工进

2DT, 3DT, 4DT, 5DT 得电, 电磁阀 6 右端接通; 主油路进油路: 过滤器 4—泵 2—电磁阀 6 右端—调速阀 11—双杆活塞缸右腔。液压缸左腔回油—二位三通电磁阀 7—三位四通电磁阀 6 右端—油箱。液压缸移动至 4J

### 9 滑台反向快离铣头

2DT, 3DT, 4DT, 5DT 得电, 电磁阀 6 接通, 在电磁阀 3 切换至右端主油路进油路: 过滤器 4—泵 2—电磁阀 6 右端—二位三通电磁阀 11—双杆活塞缸右腔。液压缸左腔回油—二位三通电磁阀 7—电磁阀 6 右端—油箱。

### 10 滑台停止夹松

6DT 得电, 电磁阀 14 右端通电, 主油路的进油路: 过滤器 4—泵 2—单向阀 15—电磁阀 14 右端—单向节流阀 13—液压缸右腔。液压缸左腔回油—单向节流阀 12—电磁阀 14 右端—油箱。滑台松开工件

### 11 卸荷

1DT, 2DT, 5DT, 6DT 断电, 阀 6 阀 14 处于中立, 泵 2 卸载

### 3 计算和选择液压元件

#### 3.1 设计步骤

##### 3.1.1 铣刀选择

工件材料：灰铸铁 HBS=190，铣刀类型：端面铣刀，刀具材料：高速钢（不用切削液）

铣刀参数；查[1] p9-105 公式 
$$V = \frac{C D_0^{q_v}}{T_m a_p^{x_v} a_f^{y_v} a_w^{u_v} z^{p_v}} k \quad (3-1)$$

查[1] 表 9.4-8 得

$$C_v = 23 \quad q_v = 0.2 \quad x_0 = 0.1 \quad y_v = 0.4$$

$$u_v = 0.1 \quad p_v = 0.1 \quad m = 0.15 \quad k_v = 1.0$$

查表[1] 9.4-1 得：  $a_f = 0.12\text{mm}/z$

查[1] 表 9.2-11 得：铣刀直径：D=250mm Z=26

$a_w = a_p = 4.7\text{mm}$  代入公式 (3-1)

$$V = \frac{23 \times 250^{0.2}}{240^{0.15} \times 4.7^{0.1} \times 0.12^{0.4} \times 4.7^{0.1} \times 26^{0.1}} \times 1.0 = 37.78\text{m}/\text{min}$$

##### 3.1.2 铣刀转速计算

查[2]p53 
$$n = \frac{1000v}{\pi D} \quad (3-2)$$

代入 (3-2) 计算： 
$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 37.78}{\pi \times 250} = 30.08\text{r}/\text{min}$$

##### 3.1.3 铣削力计算

查[1] 表 P9-109 公式得： 
$$F_z = \frac{C a_p^{x_f} a_f^{y_f} F a_w^{u_f} z}{d_0^{q_f} n_w f} k_{f_z} \quad (3-3)$$

查[1] 表 9.4-10

$$C_F = 294 \quad X_F = 1.0 \quad Y_F = 0.65 \quad U_F = 0.83$$

$$W_F = 0 \quad Q_F = 0.83$$

$$\text{又} \because Z=26 \quad a_p = a_w = 4.7\text{mm} \quad a_f = 0.12\text{mm} \quad k_{fv} = 1.0 \quad n=30.08\text{r/min}$$

代入公式 (3-3) 得:

$$F_z = \frac{294 \times 4.7^{1.0} \times 0.12^{0.65} \times 4.7^{0.83} \times 26}{250^{0.83} \times 30.08} \times 1.0 = 467.61\text{N}$$

铣削力  $F_z$  与  $F_H$  的关系:

$$\text{逆铣: } \frac{F_H}{F_z} = 1.0-1.2 \quad \text{顺铣: } \frac{F_H}{F_z} = 0.8-0.9$$

$$\text{逆铣时, 取 } \frac{F_H}{F_z} = 1.1; \text{ 顺铣时, 取 } \frac{F_{H2}}{F_z} = 0.8$$

$$F_{H1} = 1.1 \times 467.61 = 514.37\text{N} \quad F_{H2} = 0.8 \times 467.61 = 374.09\text{N}$$

铣削力  $F_v$  与  $F_z$  的关系:

$$\text{逆铣 } \frac{F_v}{F_z} = 0.2-0.3 \quad \text{顺铣 } \frac{F_v}{F_z} = 0.75-0.80$$

$$\text{逆铣时, 取 } \frac{F_{v1}}{F_z} = 0.25 \quad \text{顺铣时, 取 } \frac{F_{v2}}{F_z} = 0.775$$

$$F_{v1} = 0.25 \times 467.61 = 116.90\text{N} \quad F_{v2} = 0.775 \times 467.61 = 362.40\text{N}$$

### 3.2 滑台受力分析及其计算

a, 滑台和夹具及工件的最大总和质量  $M=700(\text{kg})$

b, 液压动力滑台为矩凹槽平导轨, 静摩擦系数  $f_1=0.27$ ; 动摩擦系数  $f_2=0.18$

c, 运动过程速度切换的加、减速度时间  $t=0.05(\text{s})$ 。

滑台受力情况。见 图 3-1



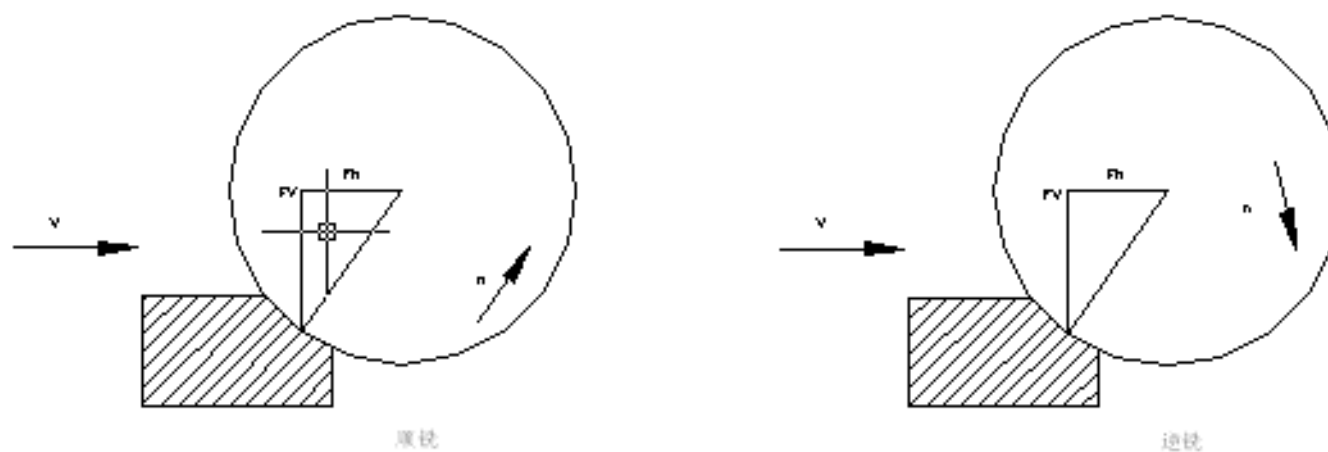


图 3-1 滑台受力分析

系统功能设计：

(1) 工况分析

摩擦力  $F_f = f_1 Mg = 0.27 \times 700 \times 9.8 = 1852.2\text{N}$

$F_d = f_2 Mg = 0.18 \times 700 \times 9.8 = 1234.8\text{N}$

工进，工退时所需推动

$F_{I退} = f_d (Mg - F_{V1}) = 0.18 \times (700 \times 9.8 - 116.90) = 1213.76$  (逆铣)

$F_{I进} = f_d (Mg + F_{V2}) = 0.18 \times (700 \times 9.8 + 362.40) = 1300.03$  (顺铣)

$F_{快退} = M \frac{\Delta V}{\Delta t \times 60} = 70 \times \frac{4.1}{0.05 \times 60} = 956.67\text{N} \quad \because V_1 = V_2$

$\therefore F_{快进} = 956.67 \quad F_{I进} = M \frac{\Delta V}{\Delta t \times 60} = 700 \times \frac{3.5}{0.05 \times 60} = 816.67\text{N}$

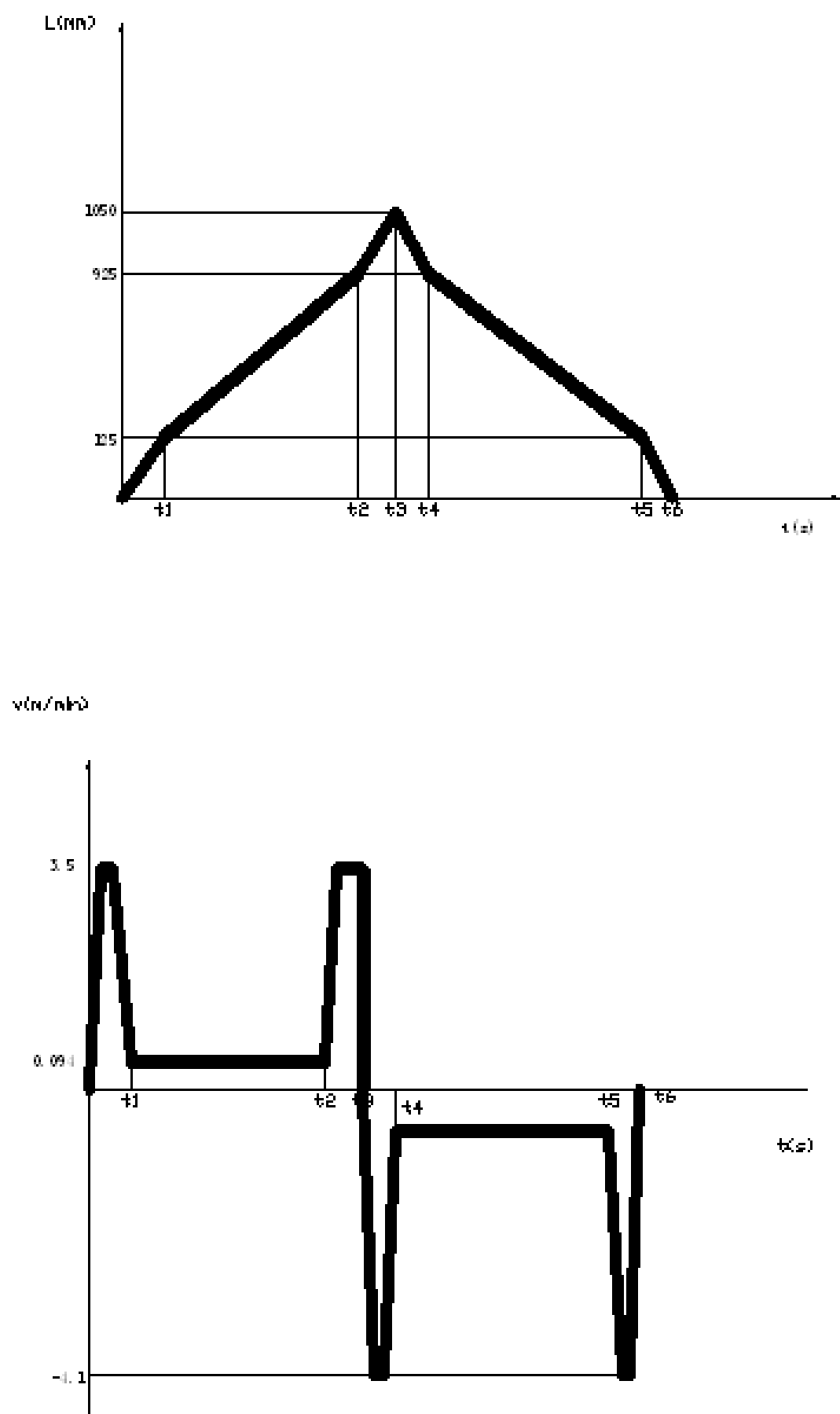
$F_{I进} = F_{I退} = 816.67\text{N}$

工作台液压缸外负载计算结果见表 3-1

表 3-1 液压缸负载

工况	计算公式及数据	液压缸负载 (N)
启动	$F = F f_s = 1852.2\text{N}$	1852.2N
加速	$F = F_{fd} + F_{工进} = 2051.47\text{N}$	2051.47N
快进	$F = F f_d = 1234.8\text{N}$	1234.8N
工进	$F = F_{工进} - F_{H2} = 925.94\text{N}$	925.94N
快进	$F = F f_d = 1234.8\text{N}$	1234.8N
启动	$F = F f_s = 1852.2\text{N}$	1852.2N
加速	$F = F_{fd} + F_{工退} = 2051.47\text{N}$	2051.47N
快退	$F = F f_d = 1234.8\text{N}$	1234.8N
工退	$F = F_{工退} + F_{H1} = 1728.13\text{N}$	1728.13N
快退	$F = F f_d = 1234.8\text{N}$	1234.8N
工进速度	$V_2 = V_5 = V_F = a_f z n = 0.12 \times 26 \times 30.08 = 93.85\text{mm/min}$	0.094m/min

根据表 3-1 即可绘制出图 3-2 液压缸 L-t 图 v-t 图和 F-t 图



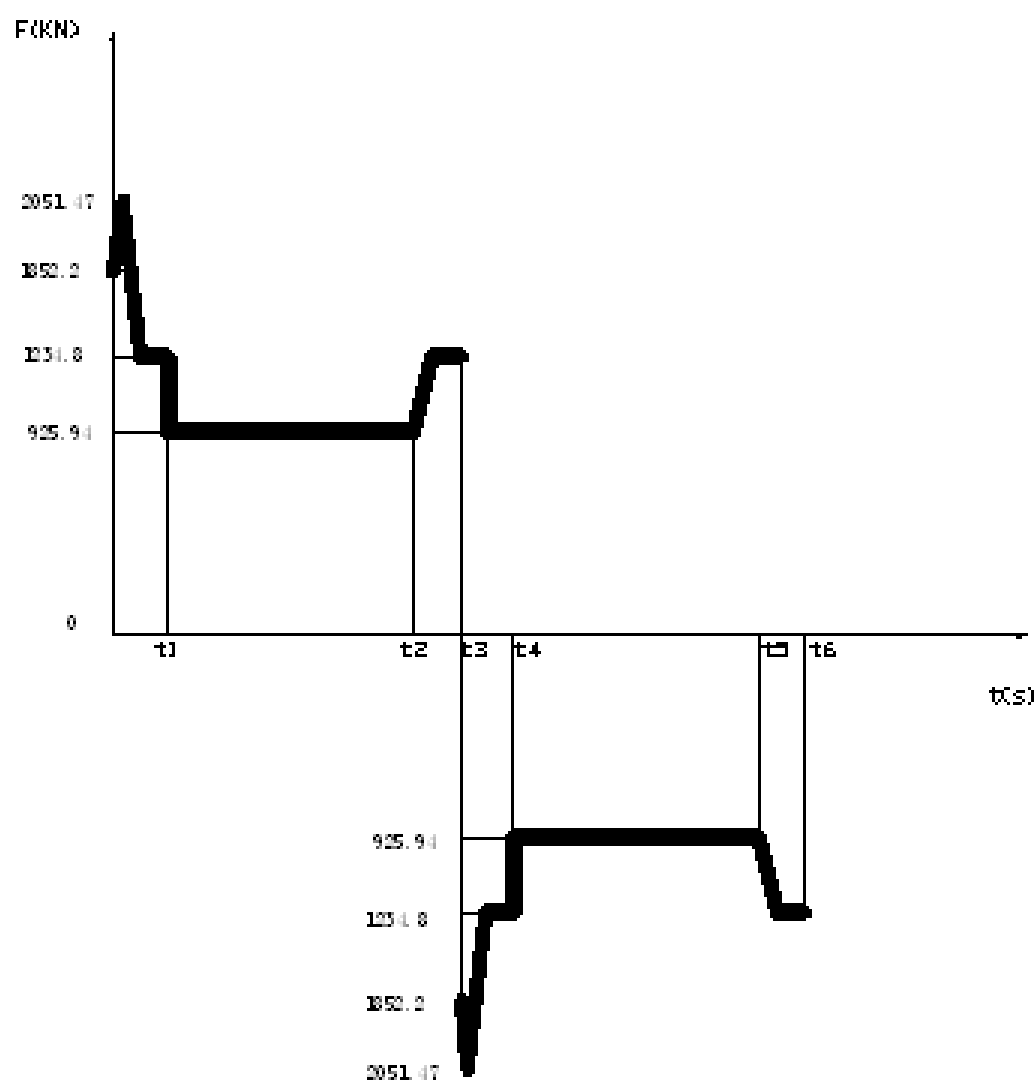


图 3-2 液压缸 L-t 图 v-t 图和 F-t 图

根据 3-2 所示，可知： $V_2 = V_5 = 0.12 * 26 * 30.08 = 93.85 \text{mm/min}$  恰好满足设计要求  
求工作时运动速度范围 80-300mm/min

## 液压缸的设计：

### 液压缸参数计算

由前面的计算知，液压缸的最大负载  $F=2051.47\text{N}$ ，当  $\eta=1$  时，液压缸的推动  $F'=2051.47\text{N}$

查[2]p188，表 8-1，初定液压缸的工作压力为  $P_1 = 1\text{MPa}$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/127130061043006102>