

液 压 技 术

在冶金机械中的应用

——冶金机械专业液压传动补充讲义——

武汉钢铁学院冶金机械教研组

一 九 七 四 年 九 月

目 录

前 言.....	1
第一节 高 炉 的 液 压 传 动.....	2
一 高 炉 炉 顶 液 压 传 动.....	2
二 泥 砲 液 压 传 动.....	1 2
第二节 电 弧 炉 的 液 压 传 动 及 液 压 自 动 控 制.....	1 5
一 电 弧 炉 生 产 概 况.....	1 5
二 电 弧 炉 液 压 传 动 系 统.....	1 6
三 电 极 液 压 自 动 调 节 原 理.....	2 0
第三节 轧 钢 厂 的 液 压 传 动 及 轧 钢 机 的 液 压 控 制.....	2 3
一 步 进 式 加 热 炉.....	2 3
二 轧 钢 机 的 液 压 控 制.....	3 1

液压传动这门技术是劳动人民在长期的生产斗争和科学实验中创造的。由于它具有很多独特的优点，所以已被广泛应用于国民经济的各个部门，特别是近30~40年发展更为迅速。它是实现生产过程自动化、提高劳动生产率，减轻劳动强度的重要手段之一。液压技术的发展对我国工农业、科学技术和国防的现代化具有十分重要的意义。

在炼铁、炼钢、连续铸钢机、初轧机、轨梁轧机、中厚、特厚板轧机、冷热连轧机、多辊可逆式轧机，钢坯、钢板的剪头剪尾以及带钢生产过程中的各类辅助机组，均采用了大量的液压传动及液压控制。近代，尤其是冶金工业自动化技术的发展，更是与液压技术的发展分不开的。

在钢管生产中，液压传动也是不可缺少的。如扩管机，钢管减轻机及冷轧管机等均采用液压传动，而且液压传动还起着重要作用。

在毛主席革命路线的指引下，在批林批孔运动的推动下，为了适应冶金工业发展的需要，在生产、科研、设计、学校等部门都有专门机构从事液压技术的研究、试制、试验等工作，如电炉电极升降的液压自动控制，轧钢机的液压压下以及带钢生产的跑偏的自动控制等。并取得了一定的成果。

下面分别对炼铁、炼钢、轧钢的液压传动及控制作一简单介绍。

第一节 高炉的液压传动

一、高炉炉顶液压传动

高炉是将铁矿石原料提炼成生铁的大型还原反应炉。炉顶装料设备的用途是将铁矿石等原料均匀地装入炉顶的入口，同时排出一种炉内产生的气体（主要成份为 CO ）。目前国内外高炉炉顶大小钟的启闭传动，大都采用平衡杆式机械传动。这种传动占面积大，设备笨重，由于料钟拉杆需与卷扬钢绳连接，产生了水平力的作用，使炉顶结构增加了很大的负荷。高炉炉顶大小钟启闭采用了液压传动以后，油缸结构紧凑，便于与料钟拉杆直接联结，对炉顶结构只产生一种垂直荷重。故炉顶结构所用的钢材可以大量减少。例如一座 2000米^3 高炉，采用液压传动以后，炉顶设备及钢结构减轻约 70 吨，炉顶高度降低约 10 米，传动电机功率减少到原来的五分之一，投资节省 20 余万元。同时对料钟启闭速度易于控制。尤其在料钟全闭前减速，缓和了料钟对料斗的冲击。

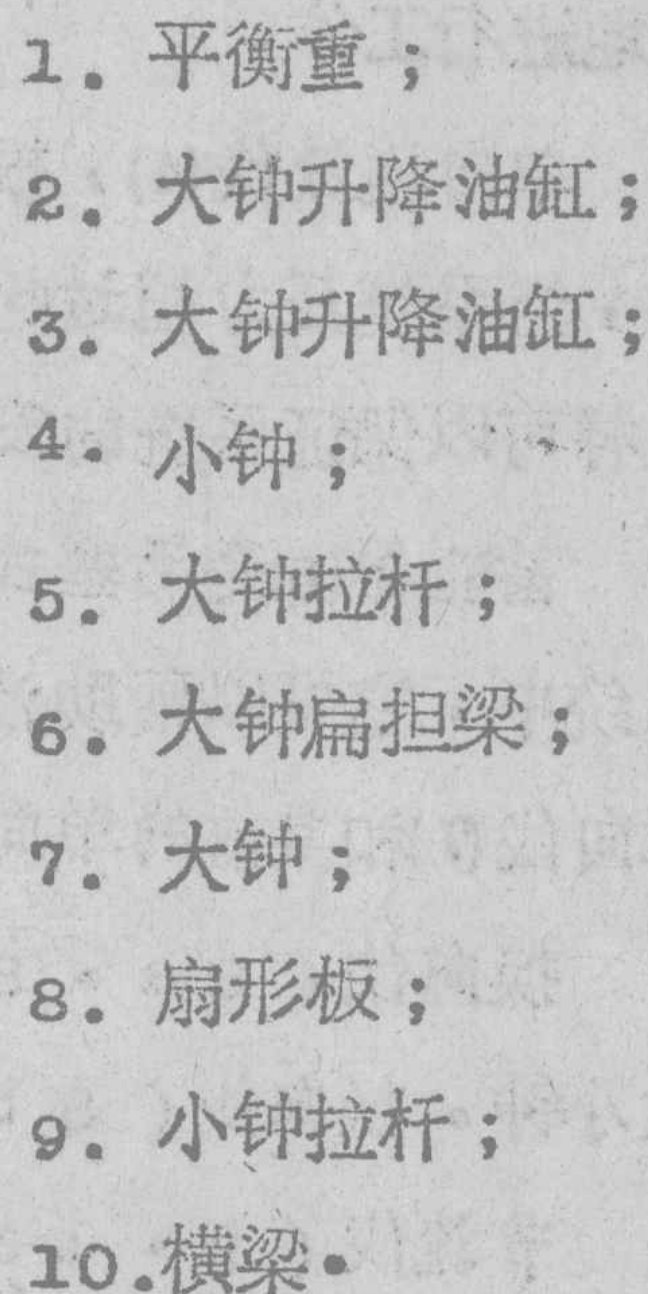
(一) 大小钟结构特点

如图1所示。为 255米^3 高炉炉顶液压传动装置。其大钟用十字头联轴节铰接的吊挂在跨度为 2.8 米的扁担梁中间，扁担梁两端通过轴销和拉杆再经过横梁由 4 个 $\varnothing 80$ 油缸顶起，油缸活塞的上升和下降便驱动大料钟开启和关闭。

小料钟通过拉杆和板链吊挂在小钟平衡杆的扇形板端部。小料钟的自重靠平衡杆尾部重锤的重量来平衡。小钟 $\varnothing 100$ 油缸安设在距平衡杆轴承的 1.2 米处，油缸的拉力平衡了小料斗内炉料的重量，并使料钟关闭。油缸活塞上升小料钟便下降将炉料放到大漏斗内。

(二) 工作条件

1. 炉顶压力 最高 1.5 公斤/厘米 2



2. 上料方式 斜桥式的料车；

3. 大料钟和小料钟的动作必须是单独进行，不能两个料钟同时动作。如 255 米³高炉小料钟下降两次，大料钟下降一次。2000 米³高炉小料钟下降四次，大料钟下降一次。

4. 设备装置在炉顶上部，要注意设备的防尘，防止爆炸。管道设置在露天，应考虑到冬、夏、昼、夜气温的差异所导致油的粘度的变化。

(三) 液压系统的组成及工作原理

液压系统的组成及工作原理，我们以2 5 5米³高炉液压炉顶为例进行说明。其液压系统如图2所示。

共有两台油泵 (1 a ; 1 b)。一台工作，另一台备用。两台油泵可以交替工作。两台油泵的入口处，分别装有滤油器 (2 a ; 2 b)，用来保证油路系统的用油的清洁。油泵出口处，分别各自装有单向伐 (3 a ; 3 b)。这样可以避免油泵的互相干扰，使各个油泵能单独独

立地进行工作。

单向溢流伐(4)，根据系统工作压力的要求，事先调定在某一规定压力，当系统压力超过此调定压力时，该伐便自动打开，将油泄放回油箱。这样可以保证系统的安全。

蓄能器(5)是活塞式的蓄能器。利用充填氮气的膨胀将油压出，通向系统中，它可以帮助油泵向系统供油，从而达到减少油泵容量的目的。单向伐(7)和其前的单向伐D I F—L 2 O H 1可以防止油的倒流。

换向伐(8 a、8 c)可以改变油缸的运动方向，分别开启或关闭大小钟。换向伐(8 b)是备用的换向伐。

节流伐(9、13)是调节流量从而控制大小钟速度的。

分流伐(10)可以使两侧的油缸动作同步。

大钟分流伐前装设的溢流伐(12)是用以消除炉顶发生煤气爆炸时引起大钟工作油缸的额外负荷，从而保证系统的安全。

液压系统的工作原理是：大钟用四个油缸(11)来支承，每个油缸的活塞杆(31)通过横梁与一边的大钟拉杆刚性的连在一起。当向油缸充油或放油时，活塞杆就带动大钟提升或下降。

油缸的充油亦即关闭大钟时是由高压齿轮泵(1 a或1 b)和蓄能器(5)共同完成的。这时，电动机驱动油泵(1 a或1 b)，使油箱中的油通过滤油器(2 a或2 b)进入油泵，油经油泵后成为高压油，高压油经单向伐(3 a或3 b)及D I F—L 2 O H 1伐与由蓄能器(5)因氮气膨胀而压出的高压油汇合。汇合后的高压油，经单向伐(7)进入高压油汇流管，高压油继续通过电液换向伐(8 a)的(1)(2)通道。节流伐(9)和分流伐(10)进入工作缸(11)的底部，从而推动柱塞杆上升，使大钟亦随之上升直至与漏斗接触并关死。工作缸上部的油被迫压入高架油箱(15)中。

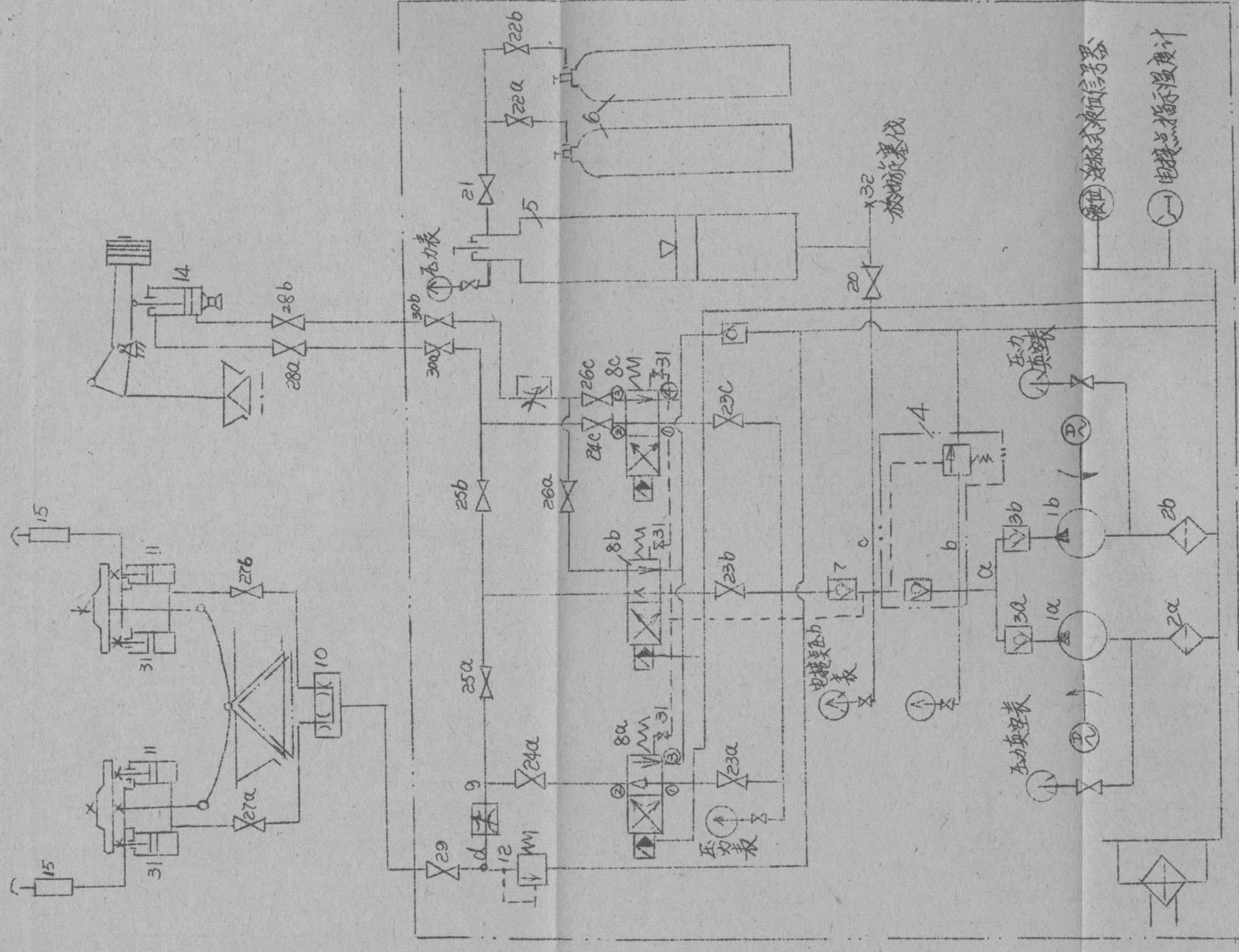


图 2

- 1a; 1b 齿轮泵; 8a、8b、8c 电液换向伐; 15 高架油箱;
 2a、2b 线隙式滤油器; 9 节流伐; 20、21、22a、22b 截止伐;
 3a、3b 单向伐; 10 分流伐; 23a、23b、23c 截止伐;
 4 卸荷伐组; 11 大钟油缸; 24a、24b、24c、25a、25b、26a、26b、26c 截止伐;
 5 蓄能器; 12 溢流伐; 27a、27b、28a、28b、29、30a、30b
 6 氮气瓶; 13 单向节流伐; 截止伐; 31、QF41 Ø 8 截止伐。
 7 单向伐; 14 小钟油缸;

油泵的继续工作，将驱使高压油，一方面通过原回路使漏斗严密关死。另一方面向储势器(5)中供出，压缩氮气，整个系统的压力逐渐增加。

当系统的压力增加到额定值后，溢流伐(4)将由于控制油管的作用而打开。油泵吸上的油，全部经溢流伐(4)泄放回油箱。另外在系统上配制了电接点压力表，当压力达到预先调整的额定值上限时，电动机自动断电，油泵停止运转。

油泵停止运转后，由于单向伐的作用，防止高压油的倒流，同时又由于蓄能器(5)经常以接近额定值的高压油与油缸(11)单相接通，这就保证了大钟经常处于严密关闭状态。

当需要打开大钟时，只需接通电液换向伐(8a)的电磁铁，这时(1)通道被堵塞。(2)(3)接通，高压油在大钟负荷作用下流回油箱。大钟因之逐渐下降直至全部打开。工作缸(1)上部的空腔将由高架油箱(15)中的油充满。

由于油缸中设有缓冲装置，所以能防止大钟行程终了时的冲击。

再次关闭大钟时，只需将电液换向伐(8a)的电磁铁断电。(1)(2)通道重新接通即可，依次循环下去，可以顺利可靠的完成大钟的启闭动作。

小钟系统设有一个油缸，换向伐(8c)可以控制小钟油缸(14)的动作。换向伐(8c)(1)(2)两腔接通，油缸(14)的活塞下降，小料钟即行关闭。当换向时电磁铁通电。这时(8c)的(1)(3)两腔接通。(2)(4)两腔接通。高压油进到油缸活塞的下部使活塞上升。活塞上部的油便通过(2)(4)两腔流回油箱。此时小钟开启。

单向节流伐(13)是对油缸活塞的速度进行调节的。只有当小钟关闭时才发生作用。相反，由于单向伐的开启，压力油不经过节流伐，所以速度不能调节。

电液换向伐(8b)在系统中是作为备用的，当大钟电液换向伐(8

a)发生故障时,首先关闭(23a),(24a)截止伐。随后开启(23b,25a)截止伐。

若小钟电液换向伐(8c)发生故障时。首先关闭(23c),(24c),(26c)三个截止伐。随后开启(23b),(25b),(26a)三个截止伐。

在正常运行中(23b),(25a),(25b),(26a)四个截止伐是常闭的。

(四) 电控及系统过载保护

大小钟的动作是按周期进行的,当高炉料线探尺的信号发生后大钟开始打开,即开始一个料批的自动循环,液压系统必须适应于此动作,下面简述其动作的控制及过载保护:

如原始状态是大小钟都处于关闭状态,电动机带动油泵转动,系统中压力油在溢流伐(4)的作用下,主油路压力油保持某一调定值。如果需要上料时,则主卷扬(料车卷扬)机室的程序装置使料车上料,到炉顶后,电液换向伐(8c)通电换向,压力油进入油缸(14)的下腔,小钟打开,将料卸到大钟料斗之中。当小钟动作两次之后,大钟动作一次,完成一个料批的装置。电接点压力表装在C点上,当系统中的油的压力达到某一数值时,电接点压力表接通,发出讯号,使油泵停止运转。当系统中压力低于某一数值时,它又接通电动机,使油泵继续运转供油。

系统中装有两只压力真空表,分别控制两台泵吸口的真空度。此数值超过油泵额定值时,发出了危险警灯。说明该油泵(即工作油泵)过滤器堵塞。需要启动备用油泵。清洗工作油泵的过滤器。

电接点温度计是用来控制工作油温度的。油温一般情况下不超过 55°C ,当油温超过此数值时,便发出指示讯号,提醒操作人员把油箱中的冷却水管打开,使油进行冷却。

液位讯号器是控制油箱最高和最低液位之用，当液位超过最高或最低液位时发出讯号，使操作人员及时处理。

(五) 高炉炉顶液压传动的特点

高炉炉顶液压传动在我国某些钢铁厂中已经实践多年，如某钢铁厂2000米³大型高炉的炉顶采用了液压传动，经过生产实践考验是成功的。随着我国液压技术的不断发展，高炉液压炉顶会被广泛的应用。其特点是：

1. 设备重量轻，机构轻巧，可省去大小钟卷扬机及其平衡杆，从而使设备及炉顶钢结构大大减轻。
2. 运动平稳，可免于撞击振动，容易实现无级调速。
3. 液压元件易于标准化、系列化、通用化，因而液压系统设计是比较方便的。
4. 当系统压力过高时，通过溢流伐使其卸荷达到过载保护目的。
5. 容易实现高炉生产的自动控制。
6. 环境比较恶劣，温度变化大，灰尘大等，这对液压系统不利。因此在应用液压传动时，特别注意防尘和保持油温在34~55℃。
7. 由于在高炉外围装有油缸、伐、管道等元件，因此，特别注意防止漏油。

(六) 高炉炉顶液压系统的设计计算简介

在前面七章已对液压系统的设计计算方法和步骤作了介绍，现就高炉炉顶液压系统的设计问题作简单介绍。

1. 工作压力的选择

选择系统工作压力时主要考虑以下两个方面问题，即在正常工作条件下(1)流量不宜过大，以免在管道施工中造成困难；(2)压力不宜过高，以免给密封带来困难。目前工作压力一般在63公斤/厘米²至210

公斤/厘米²之间范围内选择。

工作压力选择情况是：

(1) 根据大小钟运动部分总重量，运动速度，行程以及柱塞杆的强度，安装条件等因素全面合理地考虑缸的参数与工作压力。

(2) 系统总阻力的计算。根据液压系统图和运用水力计算方法，确定系统的沿程阻力和局部阻力。从而得到系统的总阻力。

(3) 工作压力的确定：

为了保证大小钟能按预先设定的速度运行，蓄压器压力变化的下限值应不低于提升料钟中与系统总阻力之和。

考虑到蓄压器本身排油前后的压力有所变化。因而系统最高压力约为蓄压器压力变化的下限值的1.2~1.3倍左右。

2. 确定油泵的流量和功率

(1) 油泵流量的确定

对于有蓄压器的液压系统，应根据在一个工作周期中的平均流量来计算：

$$Q = K \frac{\Sigma V}{T} \times 60 \quad (\text{升/分}) \dots\dots\dots(1)$$

式中： ΣV ——系统各油缸在一个工作周期中总耗油量；单位为升。

K —— 油漏损系数 $K = 1.2$ ；

T —— 工作周期 单位为秒。

选择油泵时，油泵的额定流量应比 Q 大。

(2) 油泵功率：

$$N = \frac{P Q}{612 \eta} \quad \text{瓩} \dots\dots\dots(2)$$

式中： P ——工作压力 公斤/厘米²

Q ——泵的流量 升/分

η ——油泵的总效率 $\eta = 0.75 \sim 0.85$

3. 选择液压元件和对油路进行某些必要的计算：

各种液压元件应尽可能选用标准的液压元件，此元件应根据液压系统的流量和工作压力来选取。所选取的液压元件机能应符合所拟定的液压系统图的要求。

液压元件的工作压力是表示其耐压程度，所以压力要选得合适，不允许液压元件的压力低于系统的工作压力。流量要根据元件所要求通过的最大流量来选取。如果系统流量过大，而元件的流量小，则压力油通过元件的流速很大，便造成很大的能量损失，使系统容易发热。但不能选取过大流量的元件，这样会使整个系统结构庞大笨重。

这里需要特别提出的，不能不加分析的把泵的压力和流量作为整个液压系统选择元件的依据。而要根据元件在液压系统中的位置，实际通过的流量和压力来选取。所以元件的流量和压力并不总是和泵的流量及压力一样。但并联在油泵出口处的溢流阀则总是按泵的流量来选取的。

…… 液压系统某些必要的计算，主要包括系统的发热计算和前面叙述过的阻力计算。

4. 绘制液压系统图及装配图。

经过上述步骤之后，可按国家标准（GB—788—65）液压系统图图形符号的规定，绘出正式的液压系统图。并说明液压元件性能规格，必要的操作说明及联锁关系等。

液压系统图确定之后，再考虑到安装、使用、调整、检修等因素，管道应最短，互相有联系的液压元件应该尽量靠近，管路中转弯次数及管接头数目应该尽量少，管子的弯曲半径 R 应大于三倍管子外径 D 等情况绘制出液压系统装配图。以作施工之用。

二 泥砲液压传动

高炉在冶炼过程中，出铁口是需要堵死的，过去大多用电动泥砲进行工作。近年来，国内外均有采用液压泥砲，其各种动作均用液压油驱动工作油缸来完成。由于采用液压传动，操作方便，具有过载保护性能的特点。下面对某一泥砲的液压系统进行分析。

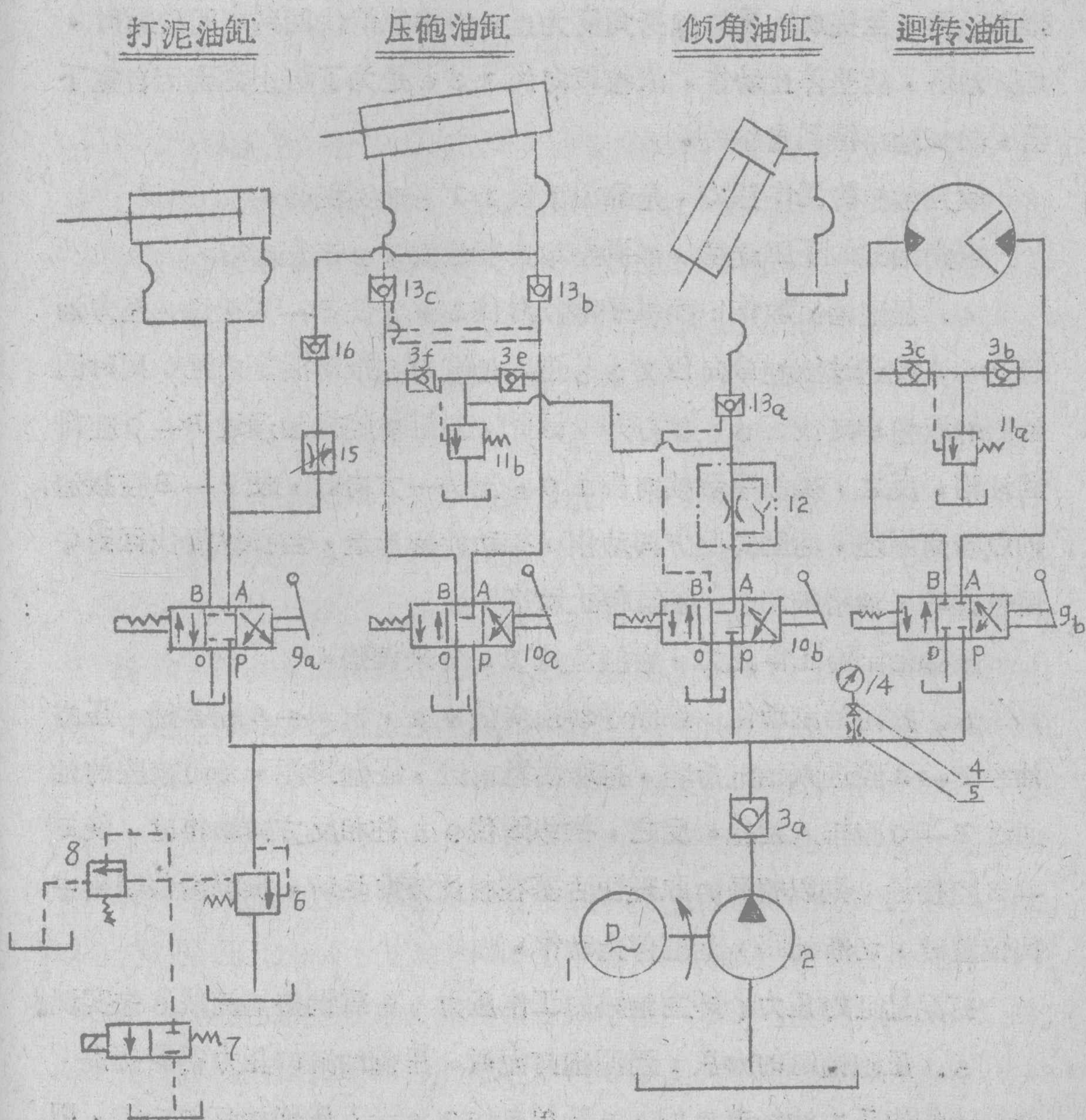
图 3 所示为泥砲液压系统图。（图见下页）

液压系统的工作原理是：

1. 当起动轴向柱塞泵时，首先电磁换向伐 7 激磁打开溢流伐 6 的遥控口通路，使油路卸荷，油泵在空载起动。经过延时后（电机正常运转）。二位二通电磁换向伐 7 切断，溢流伐 6 遥控口通路随即也被切断，油路停止卸荷，这时，系统进入供油状态。远程调压伐 8 是调节系统的压力，当系统压力超过调整额定值时，自动接通溢流伐 6 的遥控口，以达到自动卸荷，保护系统安全。

2. 迴转油缸动作：操作手动换向伐 9 b，使 P—A 接通，压力油经 P—A 腔进入油缸右腔，推动油缸顺时针转动，左腔排油经滑伐 B—O 腔排入油箱。当把换向伐的滑伐回到中间位置时，切断油路，停止向油缸供油，油缸停止不动。反之，操纵手动换向伐往相反方向时，使 P—B 腔接通，则以相同原理实现油缸逆时针转动。迴转油缸的工作压力，由溢流伐 11 a 来调整。

3. 倾角油缸动作：操纵手动换向伐 10 b，使 P—A 腔接通，压力油经 P—A 腔通过单向节流伐 12 及液腔单向伐 13 a 进入油缸前腔推动活塞上升，这时泥砲向水平方面调角，油缸后腔排油，直接排入油箱。反之，操纵手动换向伐向相反方向动作，使 P—B 腔接通，压力油把液腔单向伐打开，这时靠泥砲自重使活塞下降，油缸排油经 A—O 腔



1. 电动机；2. 轴向柱塞泵；3. 单向伐；4. 压力表开关；5. 减振器；6. 溢流伐；7. 二位二通电磁换向伐；8. 远程调压伐；9. 手动换向伐；10. 手动换向伐；11. 溢流伐；12. 单向节流伐；13. 液控单向伐；14. 压力表；15. 节流伐；16. 单向伐。

图 3

排入油箱。至完成需要的砲身角度为止。当操纵滑伐回到中间位置时，切断油路，活塞停止动作。液控单向伐 1 3 a 是为了防止泥砲因自重下垂，而使油路得到自锁的。

倾角油缸的工作压力，是靠溢流伐 1 1 b 来实现的。

倾角油缸的下降速度，靠调整单向节流伐 1 2 来完成的。

4. 压砲油缸动作：操纵手动换向伐 1 0 a 使 P—A 接通，压力油经 P—A 腔通过液控单向伐 1 3 b 进入油缸后腔推动活塞前进，同时回油侧的液控单向伐 1 3 c 被打开，因此，油缸前腔排油通过 B—O 腔排回油箱。反之，操纵手动换向伐 1 0 a 至另一方向时，使 P—B 腔接通，则以相同原理，活塞向反方向动作，推动泥砲后退。当操纵滑伐回到中间位置时，油路被切断，油缸停止动作。

压砲油缸的工作压力，由溢流伐 1 1 b 来调整。

5. 打泥油缸动作：操纵手动换向伐 9 a，使 P—A 腔接通，压力油经 P—A 腔进入油缸后腔，推动活塞前进，泥砲排泥。油缸前腔的油通过 B—O 腔排入油箱。反之，操纵滑伐 9 a 往相反方向动作时，使 P—B 腔接通，则以相同的原理使活塞往相反方向运动。操纵滑伐回到中间位置时，切断油路，油缸停止动作。

打泥油缸的压力（即主油路的工作压力），靠调整溢流伐 6 来实现。

6. 压砲油缸的加压：当泥砲打泥时，压砲油缸的压力需要提高，是进油侧的压力油经节流伐 1 5 及单向伐 1 6 进入压砲油缸的后腔，以增加压砲力量。

第二节 电弧炉的液压传动及液压自动控制

(上) 伟大领袖毛主席教导我们：“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”。随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的日益发展，电弧炉的液压传动及电极液压自动调节得到很大的发展和比较广泛的应用。此装置具有减轻设备重量，节约电力，缩短冶炼时间，可靠性好，无噪声，电极升降平滑而迅速等优点。目前我国从半吨到40吨的电弧炉中均有采用液压传动及电极液压自动调节装置。

一、电弧炉生产概况

电炉炼钢的任务就是以电能为热源炼出各种成分质量较高的钢种。利用电能时能够使热能直接在被加热的金属中产生。这种加热过程能免除使用燃料时，在热传递过程中所产生的热损失。这种加热方法能够容易地迅速地升高温度。加热速度调整也比较精确。用电加热能达到的温度上限至少为 2000°C ，超过了用一般燃料燃烧时所能达到的最高温度。

电炉的冶炼过程分为点弧、熔化、氧化、还原等几个工作周期：

点弧过程，首先是电极触到金属表面，产生短路电流，而后电极升起，使电极和金属之间的接触电阻增大，于是，电极端部和金属上开始起弧并产生赤热，电极液压自动控制装置在此期间要保证能自动点弧，并且在冷料、电极本身温度不高的情况下，维持电弧继续产生。

熔化期可分为前、中、后三期。前期为冷料熔化阶段；中期在炉内的电极附近形成熔池（一般此时电极到炉底）；后期为炉料全部熔化阶段（一般称此为化青结束）。熔化期的特点是电弧较短，燃烧很不稳定，电弧不断由一块金属飞到另一块金属上，电流冲击很大。若炉内电流过