

第七章 典型液压系统

8.1 重点、难点分析

典型液压系统是对以前所学的液压件及液压基本回路的结构、工作原理、性能特点、应用，对液压元件基本知识的检验与综合，也是将上述知识在实际设备上的具体应用。因为液压传动应用十分广泛，受篇幅的限制，在此只能选择金属切削设备的动力头、锻压机械的压力机、轻工机械的注塑机和工程机械的挖掘机的液压系统为代表，分析这些系统的组成、工作原理、系统特点，从而达到读懂中等以上复杂程度的液压传动系统的学习目的。本章的重点与难点均是对典型液压系统工作原理图的阅读和各系统特点的分析。对于任何液压系统，能否读懂系统原理图是正确分析系统特点的基础，只有在对系统原理图读懂的前提下，才能对系统在调速、调压、换向等方面的特点给以恰当的分析 and 评价，才能对系统的控制和调节采取正确的方案。因此，掌握分析

液压系统原理图的步骤和方法是重中之重的内容。

1. 分析液压系统工作原理图的步骤和方法

对于典型液压系统的分析，首先要了解设备的组成与功能，了解设备各部件的作用与运动方式，如有条件，应当实地考察所要分析的设备，在此基础上明确设备对液压系统的要求，以此作为液压系统分析的依据；其次要浏览液压系统图，了解所要分析系统的动力装置、执行元件、各种阀件的类型与功能，此后以执行元件为中心，将整个系统划分为若干个子系统油路；然后以执行元件动作要求为依据，逐一分析油路走向，每一油路均应按照先控制油路、后主油路，先进油、后回油的顺序分析；再后就是针对执行元件的动作要求，分析系统的方向控制、速度控制、压力控制的方法，弄清各控制回路的组成及各重要元件的作用；更后就是通过对各执行元件之间的顺序、同步、互锁、防干扰等要求，分析各子系统之间的联系；最后归纳与总结整个

液压系统的特点，加深对系统的理解。

2. 在此选用 YT4543 型组合机床动力滑台的液压系统，作为金属切削专用机床进给部件的典型代表。此系统是对单缸执行元件，以速度与负载的变换为主要特点。要求运动部件实现“快进—工进—死挡铁停留—快退—原位停止”的工作循环。具有快进运动时速度高负载小与工进运动时速度低负载大的特点。系统采用限压式变量泵供油，调速阀调速的容积节流调速方式，该调速方式具有速度刚性好调速范围大的特点；系统的快速回路是采用三位五通电液换向阀与单向阀、行程阀组成的液压缸差动连接的快速运动回路，具有系统效率较高、回路简单的特点；速度的换接采用行程阀和液控顺序阀联合动作的快进与工进的速度换接回路，具有换接平稳可靠的特点；两种工进采用调速阀串联与电磁滑阀组成的速度变换回路实现两次工进速度的换接，换接平稳；采用中位机能为 M 型的电液换向阀实现

执行元件换向和液压泵的卸荷。该系统油路设计合理，元件使用恰当，调速方式正确，能量利用充分。

3. 国产 MLS_3-170 型采煤机作为现代综合机械化长臂采煤设备的代表。其特点是工作负荷大、传动功率大、工作环境差、工作空间狭小。要求其传动部件的单位质量所传递的功率愈大愈好，由于其移动速度低、负载大，故其牵引部分必须有很大的传动比和牵引力，并能够实现无级调速。为便于安全操作，要求整个具有完善的安全保护措施和灵活的操作功能。因此，该传动系统采用恒功率变量泵供油，以轴向柱塞定量马达为采掘执行元件，其调速方式属于变量泵～定量马达的容积调速方式。在控制系统中采用了由泵位调节器、液压恒功率调节器和电机恒功率调节器三个部分组成的平衡功率变量结构，是系统的效率更高，稳定性更好。在上述装置中，泵位调节器就是在液压泵上设置的手动伺服变量机构；液压恒功率调节器就是系统的压力反馈测量装置；

电机恒功率调节器就是电动机的电流反馈测量装置。这样，可以利用泵位调节器对马达进行手动调速及换向；利用液压恒功率调节器和电机恒功率调节器在给定的速度范围内进行自动调速。滚筒式采煤机的滚筒高度的调节、机身倾斜度的调整、以及挡煤板的翻转，通常采用液压传动系统完成。这些控制与调节装置单独设立，与牵引部的液压系统无关。

4. EX400 型挖掘机的液压系统是工程机械液压设备的代表，液压挖掘机工作过程由动臂升降、斗杆收放、铲斗转动、平台回转、整机行走等动作组成，在一个作业循环中还可以形成如动臂升降与斗杆收放合流、平台回转与整机行走合流、斗杆收放与整机行走合流等复合动作。该系统是典型的压力控制的多缸配合动作容积节流调速系统，在系统中采用两台恒功率变量泵供油，系统的效率高；多路换向阀采用减压式手动控制阀操纵，使换向平稳且手感好；多路换向阀采用油路串并联的连接方式，系统的操作安全性好

并具有一定的复合动作操纵性；系统具有多个载荷限定阀限定了各执行元件的工作压力，提高了系统的安全性；油箱单独设置冷却器，使系统的温升小，工作稳定性高。

5. YB32—200 型压力机的液压系统属于锻压机械液压系统的代表，此系统以压力变换为主、功率比大、压力高，属于高压或超高压系统。压力机工作时要求带动上滑块的液压缸活塞能够自动实现“快速下行—慢速加压—保压延时—泄压—快速回程—原位停止”的动作循环，空程时速度大，加压时推力大；下滑块液压缸要求实现“顶出—退回”的动作循环，有时还需要实现“浮动”功能。该系统采用高压大流量恒功率变量泵供油，利用活塞自重充液的快速运动回路实现主缸的快速下行，系统的效率高；采用背压阀与液控单向阀组成的平衡回路控制主缸的回油压力，既满足了主缸上滑块的中位平衡要求，又能满足油缸的加压力与变速的需要；采用单向阀的保压回路和用顺序阀的

泄压回路保证了主缸回程时压力变化的平稳过渡；采用辅助泵单独为控制路供油，控制油路的油压不受主油路压力变化的影响，从而提高了系统的可靠性；主油缸油路与顶出缸油路串连的设计，使主油缸的动作与顶出缸运动的顺序得到可靠的控制，提高了设备的安全性。

6. SZ—250/160 型注塑机的液压系统是轻工机械的液压设备的代表，它具备了多缸顺序动作系统的特点，注塑机的动作循环为“合模缸合模—注射座缸前进—注射缸注射—系统保压—注塑件冷却—注射座缸后退—合模缸开模—顶出缸顶出塑料制品—顶出缸后退”，当塑料制品冷却时，液压马达带动螺杆旋转对颗粒状塑料母料进行预塑。注塑机将熔化的塑料以高压注入模腔，为获得足够大的模力设备采用液压—机械联合增力的合模机构，使得合模平稳可靠；为提高生产率，合模过程平稳性，合模机构在合模与开模的过程中，有慢速—快速—慢速的速度变化，系统

中各运动件的快速是靠变量泵通过低压大流量供油实现；因为塑料制品的品种形状和模具浇注系统的不同，系统中采用了节流调速回路和多级调压回路，使注射成型过程中的压力和速度成为可调的；系统采用了双联泵供油系统，速度高时采用双泵供油，速度低时采用单泵供油，另一泵卸载的工作方式；不同工作阶段的工作压力是由先导型溢流阀与电磁滑阀所控制的，多个远程调压阀组成多级调压回路控制；注射、顶出、预塑工作循环的速度微调，由节流阀或旁通型调速阀实现；多个执行元件的动作顺序由行程开关控制，这种控制方式机动灵活，系统简单。