

· 综述 ·

新型液压数控技术及其在冶金工业中的应用

杨世祥 (北京钢铁设计研究总院 邮编 100053)

一、前言

我院发明并获得国家发明专利的新型数字液压阀经过几年的实践,已经成功地应用到多个领域中。早在80年代初,我院即率先在国内研制出了新型数字液压缸,并成功地应用在国家“七五”重点科研项目——海底深潜机器人走行机构中。当时由于计算机技术和微电子技术还不十分普及和完善,因而数控液压技术仅限于在一些高科技领域应用。随着微电子技术的不断进步,尤其是微处理器、单片机的出现给数控液压技术准备了良好的物质基础。其价格也由较昂贵转变为可以接受的情况,到目前为止,它的性能价格比已经可以同比例阀相抗衡,而它具有优良的可控性、抗污染及解决许多工程控制中疑难问题的能力,连伺服阀也不能相比,这就为它的实际应用打下了良好的基础。此外,它与计算机接口十分方便,不需数模(D/A)转换,计算机信号可直接经功放后传给数字阀,控制油缸或油马达的方向、速度和位置。其原因是这种数字缸和数字阀均自带速度检测和位置检测装置,因而不需要装设任何传感器,这不但大大地降低了成本,而且提高了可靠性,这是任何一个需要实现高精度速度控制和位置控制的伺服系统和比例系统所无法比拟的。下面介绍这种新型数控系统的组成及其应用实例。

二、用计算机控制的数控系统

用计算机控制的数控系统框图如图1所

示。在此系统中,首先由工艺人员提出执行机构的动作要求,再由计算机人员将工艺动作要求变成计算机语言输入计算机,工作时,只需调用不同的程序号即可,十分方便。如果需要对某个程序进行修正,则只需通过键盘输入新的数据。对于重要的控制对象,可加闭环监控,其监控方式可用数字脉冲发生器,也可用位移传感器。一般这种监控不进入计算机控制程序,只作故障判断和报警用。如果被控对象十分重要,也可将监控信号送入计算机,作为自动调节或对策处理用。当然,这已构成了闭环控制系统,其计算机的功能要求亦较高,如我们在舞阳钢铁公司新建的大板坯连铸机结晶器液位控制系统上就采用了STD工业控制机,对结晶器液位实现闭环控制。如果被控对象比较简单,则反馈信号可用开关信号,如行程开关、光电开关等,此时信号可作为故障判断和报警用,并自动停机,由人工消除故障后再投入工作。

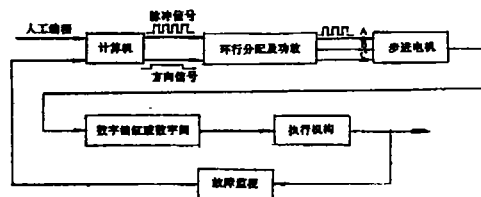


图 1

三、由微电子技术构成的数控系统

在上一类数控系统中,由于使用了计算机技术,因而对使用者和维护者要求较高,不

到十分必要时,一般不采用这种构成方式。在许多工业控制液压领域中,大量需要的是速度控制系统和位置控制系统。为适应更广泛的需要,我们开发了适合现场维护和操作要求的“傻瓜”型数控液压系统,其构成框图如图2所示。

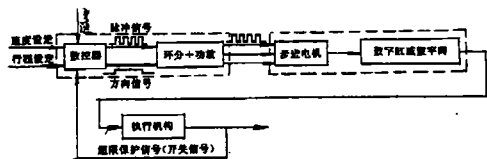


图2

该系统实际是由两部分组成,即电控部分和液控部分。使用者只需将电控部分的输出线与液控部分的步进电机线相连,即可构成系统。而数千倍的速度设定和行程设定均由使用者按工艺要求用数控器上的拨盘任意设定,不需任何专门的电器知识和液压知识。数控器上设有专门的操作键和与PLC(可编程程序控制器)的联接口,既可在控制器上直接操作,也可与PLC联网控制。它的使用方法与普通电磁阀完全相同,因而该数控系统可与普通液压系统混用,使用非常方便。此外,由于它有极高的速度控制精度和位置控制精度,因而更增加了它的应用范围,并且该数控器上还带有速度改变控制功能,可实现基速以下的15种变速功能。此外,还带有超限保护功能,可防止油缸超行程而损坏设备。

四、由可编程序控制器(PLC)构成数控系统

1. 由PLC直接发送脉冲构成的系统

PLC机的主要功能是完成逻辑控制,但随着PLC机的不断完善,现在许多PLC机均增加了数控功能,如日本松下公司近期推出的低档PLC机FP₁和FP₃等,均带有高速计数器和脉冲输出功能,因而可直接驱动数字液压阀。其构成框图见图3。

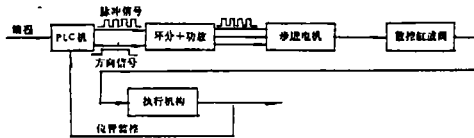


图3

前面介绍的三种系统都是由数字脉冲频率控制油缸的速度及数字脉冲总数控制油缸的行程,因而重复定位精度高。对于数字缸,当脉冲当量为0.01mm时,在空载情况下经过多次实测,其重复定位精度可达到0.001~0.003mm;对于数字阀,当脉冲当量为0.5mm时,其重复定位精度可达到0.05~0.1mm,这对于大部分工业控制液压系统来说,其精度都是足够的。

2. 由PLC机开关信号构成的数控系统

由PLC机开关信号构成的数控系统框图如图4所示。在这种系统中可以有两种控制方式,第一种是启动信号ON和方向信号与停止信号OFF,均直接由PLC机发出,ON和OFF之间的时间由延时时间控制,根据延时时间的多少控制油缸行程。由于PLC机的时间控制十分精确,再加上驱动电源频率较准,因而行程精度亦十分高。但是,不论重复性有多高,这种系统总会有累积误差,因此,这种系统必须在油缸返回时用行程开关控制停车,以利消除累积误差。第二种方法是启动信号由PLC机发出,停止信号由限位开关发出,即与普通电磁阀的控制方法完全相同。这种控制方法的好处是简单可靠,油缸速度调节很方便,可任意远程无级调速;缺点是行程精度较差,如果油缸走满行程,这个缺点即不存在,因而可用在要求不十分严格的多缸同步系统中。

五、在冶金工业中的应用实例

以上介绍的四种控制数控系统各有优缺点,但经过实际使用,证明由微电子技术构成的“傻瓜型”数控系统最为简单实用,因为在

该系统中其应用方法与普通的液压系统完全相同,对PLC机来说,均是开关量控制。一个简单的低档PLC机即可控制多个数控执行机构,完成多个数控执行机构的协调动作。低档PLC机不但价格便宜,运行可靠,而且编程亦简单,非常适合小型液压控制系统使用,也便于工厂电器人员掌握。

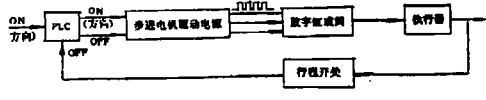


图 4

现将新型数控系统在冶金工业中的应用情况举例如下。

1. 在首都钢铁公司某步进式加热炉上的应用

该步进式加热炉加热 80×80mm 小型钢坯,小时产量约 15~20t,钢坯长度 2000mm,炉子全长约 16m,炉底加钢坯总重约 90t,最快出料周期 17s。用户要求炉底运行平稳,钢坯跑偏少。该炉为旧炉改造,时间紧,从拆旧炉到新炉投产只有 2~3 个月的时间。我们在接受该项任务后,仔细分析了其工作特点,该旧炉是一个普通液压系统驱动的步进炉,由于冲击大,钢坯跑偏严重,经常因此影响正常生产,所以,改造后的新炉必须解决冲击和跑偏问题。如果仍采用普通液压系统,则在步进周期很短的情况下,无法解决上百吨负荷的冲击问题;而数控液压系统由于控制阀口是逐渐关闭的,因而具有液压缓冲作用,因此,我们大胆地采用了“傻瓜型”全数控液压系统。经过近两年的运行实践证明,彻底解决了冲击问题,步进炉底运行十分平稳。例如,满满一杯水放在步进炉底上,在最快步进周期 16s 的情况下,杯内水一滴也未晃出,从而解决了钢坯跑偏问题,这是目前国内其它步进炉很难实现的,故受到用户的好评。

该数控液压系统如图 5 所示。

从该系统可看出,液压部分十分简单,液压站内除了安全溢流阀外没有任何其它元件,因而可大大降低成本。从油泵出来的高压

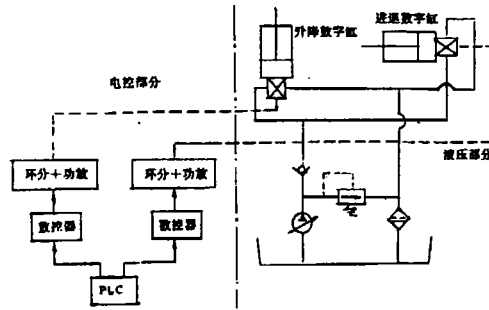


图 5

油直接送到两个数字油缸,回油经滤油器后直接返回油箱。步进炉的运行方式、速度、行程均由 PLC 机和数控器设定完成,操作非常简单。步进炉底的运行曲线如图 6 所示。

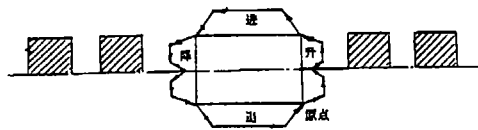


图 6

该系统的最大特点是:第一,实现了对钢坯的轻托、轻放和进退动作的缓起、缓停;第二,运行周期、速度和行程任意远程调节,不需调节任何液压元件和行程开关,真正实现了远程电调;第三,操作简单,维护容易,因为液压元件很少,大大降低了液压故障率,电控部分又十分可靠,即使偶尔出故障,也可整机更换,大大减少了在线检修时间。

以上系统在 93 年投产的无锡钢厂中型步进式加热炉上应用再一次获得成功,得到用户好评。

2. 在高炉料流调节阀上的应用

高炉无料钟炉顶布料的料流调节控制一直是个难于解决的问题。多年来,曾有不少单

位试图用伺服阀去控制料流调节阀,但由于炉顶条件恶劣,粉尘大,干扰严重,应用伺服阀十分不利,许多伺服系统都未获得成功。我们在邯郸高炉料流调节阀控制上,大胆地采用了数字阀技术,将数字阀直接装在料流调节阀的转轴上,通过转轴的机械反馈与数字阀构成闭环,由控制高炉炉顶多用户的大型 PLC 机直接输出数字脉冲信号控制数字阀上的步进电机,从而实现了料流调节阀开度的精确控制。其开度精度达到 $0.1\sim 0.2^\circ$ 的高水平,超过了用德国力士乐比例阀加位置检测的闭环控制系统,得到用户好评。

3. 在板坯连铸结晶器液位控制上的应用

结晶器液位控制是连铸过程中的一个重要环节,它直接影响铸坯的质量和产量。为了实现准确的液位控制,多年来一直是靠从国外引进成套控制系统,花费了大量的外汇,一套板坯连铸结晶器液位控制系统约需 80 万美元。从节省外汇出发,我院为舞阳钢铁公司大板坯连铸机开发了一套完全国产化的结晶器液位控制系统。在该系统中,我们采用了具有特色的全数控液压技术,用上了我院独创的新型数字脉冲缸、“傻瓜”型数控器、STD 工业控制机等,并实现了与“DCS”系统的通讯。该系统与引进的国外系统相比,增加了全手控和半自动功能。全手控由数字缸直接完成,半自动(点动)由数控器完成,全自动由 STD 工业控制机完成,经过通讯,可在中央

控制室的 CRT 彩色屏幕上直接看到各种控制执行情况及控制结果,十分直观。该系统于 1992 年初已完成了试验室调试,并于 12 月 10 日正式投产,一次获得成功,控制精度达到了 $\pm 2\text{mm}$ 的国际先进水平,超过了宝钢从日本引进的技术,现正经受现场运行的实际考验。

六、数控液压技术的应用前景

数控液压技术作为一种液压新技术,正逐渐扩大它的应用范围,除上述已经应用的领域外,还成功地应用到航天部国防重点科研项目中,如洲际导弹和反舰导弹的装弹机构中,解决了该项目高精度四缸同步和微调的控制难题,四缸同步误差不超过 0.2mm ,达到了极高的同步精度。这两个系统都是采用“傻瓜”型数控器,全开环控制,操作十分简单。除此之外,还可用于下述领域:各种重型数控机械手;各种重型数控机床;任意数量的多油缸高精度同步;剪板机同步系统;折弯机同步系统;冲压机和压力机位置控制;带钢跑偏控制;轧机压下位置控制和厚度控制(即 APC 和 AGC 系统);连铸结晶器的振动控制和调宽控制;电炉电极升降控制等等。

总之,凡是油缸或油马达需要方向、速度、位置、伺服控制等要求的,均可采用数控液压技术,它可解决液压控制中的绝大部分难题,因此,其应用前景是十分广阔的。

江苏行星机械集团公司简介

江苏行星机械集团公司地处长江下游,风景秀丽的太湖之滨,沪宁铁路、312 公路国道和京杭大运河紧依工厂南北而过,离无锡机场仅 20 公里,因此水陆交通的发达为企业的发展提供了卓越的地理条件。

江苏行星机械集团公司,在原无锡县柴油机厂基础上发展而成,目前已拥有下属 13 个成员企业。公司经过几十年的不断追求与发展,已拥有固定注册资本 5000 万元,主要生产设备 1100 台,生产全部采取流水线和自动化作业。公司占地面积 25 万平方米,其中建筑面积 15 万平方米,全部职工 3000 余人,是国家机械工业部单缸小功率柴油机专业生产基地,具有年产 35 万台“行星”牌优质 S195 柴油机的生产能力。九三年实现工业总产值 3.5 亿元。

公司集各家经营管理之精华,早在 1982 年、1988 年我公司所生产的 S195 柴油机就蝉联国家质量金奖,89 年晋升为国家二级企业。生产品种在原单一的柴油机系列基础上,发展成以柴油机为主体,以机械设备、轴承、电控设备、电话程控交换机、油嘴油泵、DTB 防爆电动推杆为依托的七个系列 50 多个品种规格的生产格局。所生产的 S195 柴油机不仅在国内畅销,还远销东南亚等十多个国家和地区。

公司正致力于开发技术含量比较高的摩托车发动机和摩托车项目。目前,一条年产 10 万台 125M 发动机生产线已经建成并投产,计划在九四年再建成一条年产 5 万辆摩托车生产线。按照这个目标,九四年争取达到工业总产值 4.5 亿元,经济效益 2000 万元,为无锡县经济振兴作出应有贡献。