

液压传动控制系统在机械设计及制造中的应用

赵 林

四川省冶金设计研究院 四川成都 610041

摘 要：进入21世纪，随着中国在科学技术上的不断突破，在机械设计及制造领域的创新也不断涌现，各行各业对大功率装备的应用比例越来越高，推动了机械设计及制造领域的不断发展。液压传动控制系统是众多机械设计制造产品中的典型代表，其以液体压力为动力实现了能源的传输与控制，而且相比其他控制方式，液压传动控制更加灵活。基于此，本文对机械设计及制造中液压传动控制系统的应用进行深入的分析，以期能进一步清楚地认识到我国机械设计及制造中液压传动控制系统的应用水平，明确未来液压传动控制系统的发展与应用方向[1]。

关键词：液压传动；机械设计；传动控制

引言：液压传动控制系统是利用液体压力传递的特性，对能量进行转换、控制以及传递，进而控制机械设备按照预先设定的程序运行，传动控制方式的不断更新换代，提升了机械设计及制造行业的自动化率，部分企业的产品已处于国际领先水平，提升了我国该领域的话语权，同时也为企业创造了更高的利润。但是，我们也必须正视我们在该领域与国际先进水平的差距和存在的短板以及在应用过程中的问题，这些短板和问题拖慢了我国装备制造业的发展速度，因此，我们应该在液压传动控制系统的研究上加大投入，促进液压传动控制技术与新兴技术的有机结合，充分发挥液压传动控制系统在传动方面的优势以及稳定的性能^[2]，提升我国机械设备的自动化水平同时又能保持良好的稳定性。

1 液压传动控制系统相关概念

1.1 液压传动系统的原理及组成

在当今的机械设计及制造领域，液压传动控制系统所占比重越来越大。该系统利用了液体压力传递的特性，将原动机输入的机械能转换为流体介质的压力能，通过管道输送到需要的地方，再由执行机构将压力能转换为机械能，辅以PLC或计算机控制系统，来实现机械设备更高层次的自动控制、集中控制以及远程控制。在液压传动控制系统中，大体分为以下五个部分：动力元件，主要是各种泵，其作用是将电机或其他原动机输入的机械能转换为液压油的压力能；执行元件，主要是各种油缸、液压马达等，主要作用是将液体的压力能在指定的地方转换为机械能；控制元件，主要是各种方向控制阀、流量控制阀、压力控制阀等，主要作用是控制执行元件的启停、运动方向、运行速度以及出力大小；液压油，主要有抗磨液压油、难燃液压油等，主要作用是通过油路将动力元件产生的液压能传递到执行元件；液

压附件，主要是油箱、过滤器、热交换器等，主要作用是储存液压油，保证液压油的清洁度和温度维持在合理的区间。

1.2 液压控制系统的原理及组成

液压控制系统主要是利用设置在机械设备上或液压系统中的检测信号，通过PLC控制液压元件的电磁铁得电失电，控制机械设备完成相应的动作，通过对PCL程序的设置，可以实现手动、自动、连锁、状态检测、报警等功能。液压控制系统主要包含两大部分，一是硬件系统，二是软件系统。硬件系统包含输出模块、编辑器以及储存器等，全部硬件系统需要使用总线将其连接起来。软件系统包含系统程序和用户程序两部分。系统程序可以控制可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC）。用户程序能够根据现实需求，利用特定的程序语言编制应用程序，来实现设备运行各环节的控制。PLC属于液压控制系统的核心部分，具有灵活性和普遍性，利用模块划分，可以使得用户程序编写更加简单清晰，具体控制需求变化时，改变相关模块的程序就可实现优化升级，实现对不同对象的远程控制。PLC不仅功能强大，而且具备良好的可靠性，加上操作和维护简单，能够有效提高系统的抗干扰能力。在液压控制系统中应用PLC，无论是系统应用还是系统发展，都可以提供技术支持。

2 液压传动控制系统的优势与劣势

2.1 液压传动控制系统的优势

液压传动控制系统与其他传统控制系统相较而言，在传动功率相同的情况下，液压传动控制系统装置的重量更轻，结构更紧凑，布置更灵活，同时，还可以实现无级变速的控制目标，调速范围大，理论上调速范围可达到2000：1；液压传动控制系统的运动件惯性小，可以

实现较高频次的换向动作,而系统依然能保持平稳工作的状态,也就意味着液压传动控制系统可以更容易地实现缓冲吸振,以及自动过载保护;液压传动可以与电气传动有效配合,快速实现动作和操作的自动化,也可以与微电子技术和计算机有机结合,完善各种自动化控制工作流程^[3]。液压原件、电气元件已经全面实现系统化、通用化和标准化,通过二维CAD、三维软件、仿真软件等快速的进行系统原理设计以及设备装配设计,可以提高设计人员的工作效率。

2.2 液压传动控制系统的劣势

液压传动系统里传递能量的流体介质主要是液压油,一旦漏油不仅会对环境造成污染,还会引起设备故障,使得产线停产或造成产品不合格,进而影响公司效益。其次,液体本身的特性使温度的变化会对系统造成造成一定的影响,为降低该问题对系统运行的影响,设计人员需要在设计过程中根据设备运行工况配置相应能力的冷却系统,控制液压油的温度,使系统始终处于最佳运行状态;液压元件在工作时因冲击或摩擦等原因,会产生金属碎屑或粉末,该碎屑或粉末能够引起油液污染,损坏液压缸、油泵、液压阀等,要想降低因此问题引发的故障,设计人员需要为系统配置过滤系统,减少因上述问题或外部侵入的杂质引起的系统故障;同时,现场操作人员在初次加注液压油前,必须对液压系统进行循环清洗,达到设计要求的清洁度方可加注,加注液压油必须采用带过滤系统的加油设备。在设计制造过程中,传动控制系统的应用取得了优异的结果,并且已经证明了液压技术的潜在发展,但实际应用过程仍存在一些缺陷^[3],比如,现如今国内液压系统中许多关键部件的耐久性和控制精度仍和国外液压产品有着一定的差距,特别是比例阀、伺服阀等高集成度、高灵敏度阀件方面表现的尤为突出。为了发展成为液压技术强国,在弥补液压技术领域的不足的同时,研究新的液压技术,形成独特的产品和技术路线,制定完整的发展目标,让我国液压技术和液压产品逐渐追赶超越发达国家的技术水平,进而提高我国装备制造的水平。

3 机械设计制造中液压传动控制系统的应用

3.1 纯水液压传动控制的运用

进入21世纪,液压传动控制系统发展逐步趋于小型化、模块化、集成化以及绿色化,近年来国家对环保的要求越来越严格,环保的理念也更加深入人心,因此,以纯水作为传递介质的液压传动控制系统逐渐成为人们的研发重点。虽然该系统目前没有传统系统的应用广泛,但因其优异的环保特性以及成本优势,相信未来该

系统在技术成熟后一定能得到广泛的应用。传统液压传动控制系统主要是以液压油作为传递介质,但液压油受温度影响会导致其黏度改变,引发系统漏油和运行效率降低等故障,如果液压油发生泄漏事故,会对周围环境造成严重的污染,还可能引发火灾和爆炸事故;同时矿物油成本更高,废油的处理难度及成本更高。而用纯水作为能量传递介质的液压传动控制系统中,即使其发生了泄漏事故,也不用担心造成环境污染、引发火灾和爆炸事故,废水的处理技术更加成熟,成本更低。

3.2 液压传动无极变速器的运用

在汽车行业中,无极变速器已被广泛应用。具体由驱动轮、主动轮、变速壳体、液压系统控制系统、输出轴等组成,通过控制变速器液压系统的压力来改变主动轮和从动轮的传动比,从动轮通过输出轴将动力传动出去,液压控制系统可以无极调整系统压力,从而实现变速器的无极调速。无极变速器传动效率更高、变速平稳、适应多种工况,因此得到了广泛的应用。

3.3 在数控车床中应用

在数控车床中液压传动控制系统主要应用在主轴箱和尾台,分别设置两个独立的液压系统,选用不同的液压泵及换向阀等元件,使其可以充分满足数控车床不同部件的动作要求,提高其合理性、经济性和实用性。例如,在数控车床的自动换刀装置中,换刀的时候,先用立式液压刀塔的环形液压缸推动刀盘轴上的环形活塞,使其沿轴向向前运动,带动刀盘轴和刀盘沿轴向向前运动,使刀盘上的活动端齿盘脱离与固定端齿盘的啮合;然后用刀盘轴的旋转驱动装置驱动刀盘轴旋转,让下一加工步骤所用的新刀较为准确地转到工作位置;再用环形液压缸推动刀盘轴上的环形活塞沿轴向向后运动,让刀盘上的活动端齿盘与固定端齿盘恢复啮合,压迫端齿盘,使刀盘精准地定位从而实现换刀。但通过活动端齿盘与固定端齿盘啮合使刀盘定位时容易产生移动的现象^[4]。针对这种情况,可以采用一体化结构形式来有效延长液压刀塔的使用寿命。

3.4 在机械行走驱动中的应用

在机械行走驱动中采用闭环式的液压传动控制系统可以充分发挥其无极调速和体积小的优点,使得机械行走驱动装置在起步、变速和停止中能够自由切换。与机械传动相比,液压驱动方式主要运用于输出力较大的环境,利用其良好的低速负荷特性,实现低转速大扭矩的输出要求。使用液压系统控制机械行走驱动装置运动是最简单也是最经济的驱动方式。液压缸通过油口的缓冲设计,利用缓冲装置的节流特性调节油液流量,在装备

到达终点的时候实现减速,可以有效控制停止过程。但是大直径液压缸由于体积和原材料等原因,需要投入较多的资金,还需要配备昂贵的安全及辅助设备,才能充分发挥它的主要功能。机械行走液压驱动还具有,布置灵活,速度刚性大等优点。

3.5 泵控伺服系统的应用

泵控伺服系统是利用伺服电机驱动油泵,通过控制伺服电机来控制液压系统的流量或者压力,比起传统的液压系统,减少了流量控制、压力控制等回路。当设备处于待命状态或保压状态时,泵控伺服系统可以维持在较低的转速运行,而传统系统仍需额定转速下运行,由此可见泵控伺服系统比传统的液压系统更加节能;泵控伺服系统无溢流发热或溢流发热小,可以节约制冷成本,提高系统能量转化率;泵控伺服系统的压力、速度、执行机构位置可实现全闭环数字控制,自动化程度高,可进行编程控制,满足各种工艺需求;因为泵控伺服系统中可以不用设置调速回路和调压回路,相比传统液压系统更加简化,故障点减少,抗污染能力更强,维护保养更加方便。目前泵控伺服系统在注塑、压铸、压装等领域已得到广泛运用。

3.6 其他场合的应用

面对计算机技术的进步和发展,将液压技术与其结合,可以使液压技术应用于各个领域且智能化程度更高,综合运用这两种技术,只需调整设备的参数或程序,一套设备可以满足不同工况、不同场景的需求。和机械传动系统相比,液压传动控制系统设置更加灵活、参数调整更加方便、可以在低速时输出大的推力或扭矩,同时它也可以提高动力传递效率,输出相同功率,液压系统设备质量、体积更小,传递的力矩更大。例如,在轧管机的辊缝控制中采用液压伺服传动控制系统,可以满足更高的精度要求,实现动态调整,提高产品的精品率,为生产企业带来可观的经济收益。应用于工程机械中的液压传动控制系统,在实现大扭矩输出的同时还具有很强的可靠性。除冶金机械、工程机械、机

床工业外,液压传动控制系统还被广泛应用于军工、港口机械、矿山机械、汽车工业、航空航天等产业。

4 在机械设计制造中对液压传动控制系统进行应用的方向分析

随着中国经济的不断发展,我国已逐步成为全球最大的液压市场,中国市场已占全球总份额的36.04%,国家对装备制造业不断投入,也带动了液压传动控制技术的发展。以前高端液压元件几乎被力士乐、川崎重工、派克等厂商垄断,随着行业的不断发展和技术革新,国内的厂商不断取得技术突破,逐步在高端液压件市场占据了一定份额。

计算机科学和微电子技术的不断进步与应用,使液压技术更加智能化、集成化;利用计算机仿真技术,对液压系统进行动态仿真,使液压系统设计更加合理,更符合实际运行工况;变频驱动及伺服驱动技术的应用,使液压系统更加节能环保。现今我国装备制造业逐步向高端制造发展,液压传动控制系统也呈现出整体向高端迈进的趋势,发展前景可期。

结束语:在多元化的大背景下,在装备制造业中液压传动控制系统的广泛运用得益于多种技术的相互契合,他山之石可以攻玉,通过这些技术融合,液压传动技术在冶金机械、工程机械以及数控车床等方面都取得了特别明显的进步。尤其是电子信息技术与液压传动控制系统的结合,为机械设计与制造业的发展注入了全新的生产理念。

参考文献

- [1]宋蒙蒙,李俊涛.机械设计制造中液压传动控制系统的应用[J].南方农机,2021,52(2):110-111.
- [2]丁永强,崔广夫.液压传动控制系统在机械设计及制造中的应用分析[J].中国设备工程,2021
- [3]刘林.机械设计制造中液压机械传动控制系统的应用[J].内燃机与配件,2020
- [4]温岭市文昌数控机床设备有限公司.一种数控刀塔:201920876391.1[P].2019-06-10