农业机械液压缸的结构及机械加工工艺分析

谢伟东　张超群

齐齐哈尔工程学院,黑龙江 齐齐哈尔 161005

摘要:在目前的农业生产中,机械化已经成为提高效率和生产力的关键手段。作为核心部件之一的液压缸在农业机械中发挥着不可或缺的作用,它的性能直接影响到整体机械的工作效率和稳定性。因此有对农业机械液压缸的结构和机械加工工艺进行深入分析,这对于提高农业机械的性能和可靠性具有重要意义。为此,通过对液压缸的结构特点和加工工艺的探讨,揭示其在农业机械中的作用和改进方向,以期为农业机械的设计和维护提供理论支持和实践指导。

关键词:液压缸;机械加工;结构分析;加工工艺

中图分类号:S232.7　　DOI:10.3969/j.issn.2097-065X.2024.03.035

0　引言

液压缸是农业机械当中不可或缺的执行部件,在具体运作过程中需要承受较低的径向压力和较高的轴向承受力,液压缸外圆和内孔部分都需要通过高精度的加工才能达到使用要求,故而液压缸的加工存在一定技术难度。深入分析液压缸主体零件结构,并充分了解其加工过程的技术原理,能够使液压缸的加工工艺得到更全面的提升,提高液压缸零件的使用合格率。但就目前而言,大部分参与农业机械研究的技术人员,对液压缸结构和机械加工工艺的分析并未重视,这也是制约液压缸零件质量和合格率的主要因素之一。

1　液压缸使用原理

液压缸作为一种能量转换装置,主要通过液体的压力传递实现其工作。在农业机械中,液压缸通过液压泵供给的高压液体推动活塞运动,从而转化为机械能,驱动各种作业部件完成相应的工作。液压系统的核心在于密闭容器内液体的不可压缩性,使得外界对某一部分液体施加的压力可以准确无误地传递到其他部分,进而通过液压缸的活塞实现有序的动力输出。此过程中,液压缸内部的压力、流量和方向控制对于机械的精准操作至关重要。正确的压力和流量保证了液压缸的稳定运作和输出力的可控性,而方向控制则确保了动力输出的精确对接。此外,液压缸的结构设计和材料选择也直接关系到其性能表现和使用寿命,高质量的密封组件和合理的摩擦配对是保证液压缸长期稳定工作的基础[1]。

2　液压缸的结构

2.1　缸体和活塞杆工艺参数

为优化液压缸结构,缸体尺寸和直径的精确拟定至关重要,它们直接影响液压系统的机械强度。技术标准通常建议液压缸的直径控制在70 mm左右,以确保缸体尺寸精度达到七级,内孔粗糙度保持在可接受范围内。同时,为降低工作状态中漏油现象的概率,轴度公差应尽可能保持在0.04 mm左右(图1)。

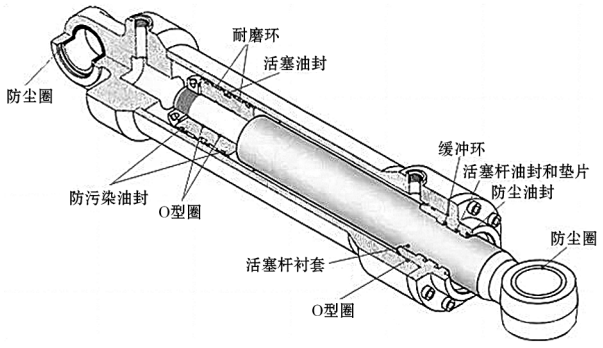

图1　液压管结构示意图

精确的缸体和直径设计是确保液压缸安全使用的基础。对于活塞杆,它在液压缸内与缸体内壁协调工作,通过导向装置进行往返运动。如果活塞杆的工艺参数设定不当,直径超出核定范围,将增加机械锁死和漏油的风险。因此,在确定活塞杆直径时,必须先计算缸体内壁与活塞往返速度的比值,确保设计的合理性。只有通过精确计算和严格控制工艺参数,才能确保液压缸的高效、安全运行。

2.2　导向装置工艺参数

在液压缸的制作过程中,导向装置和其中的活

基金项目:齐齐哈尔工程学院教育教学改革研究项目(FT专项)(JGFTZD2023004)

塞杆长度变化扮演着控制整个液压系统运作的关键角色。确保活塞杆能在导向装置内正常旋转和往返，是进行活塞杆结构设计的重要考量。因此，技术人员必须对活塞杆的长度设计给予充分重视，无论是超出还是未达到额定范围，都会直接影响导向装置的功能，进而影响液压缸的效能。活塞杆长度不当将严重影响动力导向效果，导向装置无法发挥预期导向作用，进一步影响整个液压缸的性能和可靠性。对导向装置工艺参数的严格设定和控制是优化液压系统结构的重要环节。技术人员需要综合考虑活塞杆的材质、尺寸和运动特性，以及与导向装置相互作用的各种因素，如摩擦、磨损和温度变化，确保所有参数都在最佳工作范围内。此外，高质量的材料选择和精确的加工工艺也是确保导向装置长期稳定运作的基础[2]。通过这些综合措施，可以显著提升液压缸的性能和可靠性，确保其在各种工农业应用中发挥最佳效能。

2.3　液压缸体壁厚

影响到液压缸具体工作效果和质量的因素有很多，液压缸的缸体壁厚就是其中不可忽视的重要因素之一。技术人员会根据其壁厚数据，将缸体结构划分成两个不同的大类。其中一类由于液压缸体内的厚度与缸体壁厚的比例小于 0.1，因此被称作薄壁液压缸体，另外一类液压缸的体内厚度与缸体壁厚的比例大于 0.1，因此被称作厚壁液压缸体。只有充分精确缸体的尺寸，详细考虑液压缸体制作过程中的安全系数，以及缸体材料选择方面的抗压能力和强度，才能够让液压缸的结构得到更进一步的优化。

3　液压缸强度对结构的影响

液压缸的强度是决定其性能和可靠性的关键因素，尤其在农业机械领域，强度不仅影响设备的耐久性和稳定性，还直接关系到作业效率和安全性。液压缸强度的优劣由多个因素共同决定，包括材料的选择、结构设计、加工精度以及工作条件等。例如，材质的抗拉强度、屈服强度和硬度必须足够高，以承受重复的负载和压力变化，同时还需具有良好的耐磨性和抗腐蚀性，保证在各种恶劣的农业环境下都能稳定工作。液压缸的结构设计必须确保足够的机械强度和刚性，以避免在高压工作状态下发生变形或破损。例如，液压缸的壁厚应根据工作压力和缸径来计算，通常采用厚度不小于 0.1 倍缸径的标准。在承受 150 MPa 的高压时，如果缸径为 100 mm，则壁厚至少应为 10 mm。此外，焊接和接合部位的处理也极为关键，不当的焊接技术可能导致应力集中和微裂纹，进而影响整体结构的稳定性。

在农业机械中，液压缸经常处于高负载和频繁操作的状态，这就要求其强度必须能够抵御长时间的疲劳加载。疲劳失效往往是由于材料在反复应力作用下产生的微小裂纹逐渐扩展引起的。因此，设计时还需要考虑疲劳寿命，采用适当的安全系数，确保液压缸即使在最苛刻的工作条件下也不会因疲劳而失效。例如，在设计负载为 50 kN 的液压缸时，可能需要采用能够承受至少 75 kN 负载的材料和结构，以留出足够的安全边际。此外，液压缸内部的精密加工也至关重要，内壁的粗糙度、直径公差和轴向对称性直接影响密封性能和液压油的流动特性[3]。不精确的加工可能导致内漏、外漏和摩擦力的增加，进而影响液压缸的响应速度和整体效能。例如，如果内壁粗糙度过高，可能会加速密封件的磨损，缩短维护周期，增加维护成本。

4　液压缸机械加工的具体工艺

4.1　刮削滚光工艺

在传统的内孔加工工艺使用过程中，需要耗费技术人员大量的时间和精力，而且需要进行两次装夹。因此加工人员需要运用新加工工艺，相比较内孔加工手段来说，新开发出的刮削滚光工艺更具有使用方面的价值。值得注意的是，该类工艺在使用过程中需要用到复合刀具，并且每进行一次安装，需要使用到 2 到 8 片能够进行转位的刀片，且需要使用 4～50 g 滚珠进行刀具滚压。为了让相应工艺流程顺利推进，技术人员还需要降低振动现象出现的概率，因此需要安装有防震动功效的装置，在该类新工艺使用阶段，表面状态会变得更加平滑，加工人员需要提前进行压力设定，尽可能节约加工时间。在这一过程中可使用的加工方式主要有两种，技术人员需要视情况来决定究竟使用哪种加工方式。由于当前阶段可选择使用的刮削滚光机床种类有很多，因此技术人员可根据实际情况，从效率和经济等各方面来进行考量，选择最适宜的机床型号来进行加工。

4.2　车削工艺

在对缸体进行车削加工的过程中，技术人员需要依次进行粗车、车导向以及车管口等一系列加工

工艺的使用。在粗车加工的过程中，技术人员需要进行车中心架环带的加工，法兰焊接坡口的加工，以及工件两侧面的加工。而在车导向的加工过程中，技术人员需要在端面加工时，完成法兰内外推方面的加工任务[4]。在实际的加工阶段，技术人员需要慎重使用内孔的加工机械设备，使用油杆法兰外锥来确定机械设备的位置，并在这一过程中通过使用内锥刀具，来顺利完成后续的一系列加工任务。在进入到了车管口加工阶段之后，技术人员需要把工作重心放置在对管口的口槽进行密封这一操作细节当中。就目前而言，可在车管口加工阶段使用的密封方式有两种，具体运用哪种密封方式仍然需要视具体情况来决定。在内孔加工过程中，无论是使用专用油缸车床还是普通卧式车床，均可完成钢筒车削工序。但需要注意的是，在专用油缸车床使用的过程中技术人员只需要对原有的斜床身床进行改造，并在主轴和尾座部位配上专有的卡盘，便能够让尾座和中心架的编程任务顺利完成(图2)。

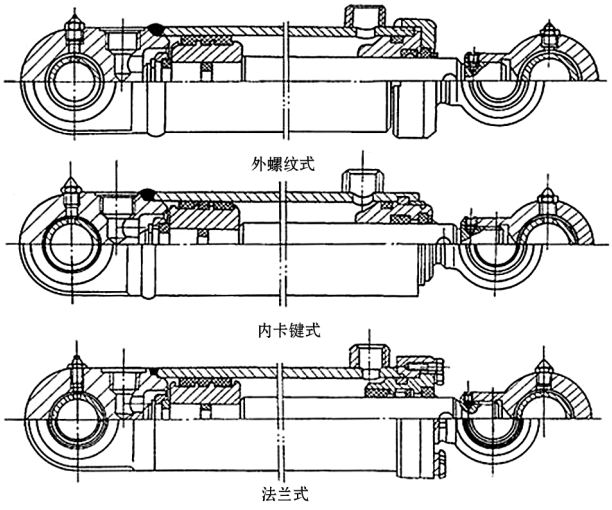

图2 液压缸剖面

在具体的加工工艺推进阶段，技术人员可从主轴的中心中伸出缸体，借此来运用合理的焊接技术进行前车管口的焊接。但从设备投入的角度来进行探讨，最优选择无疑是卧式车床，这种车床的使用成本较为低廉，能够在一定程度上优化加工阶段的资源配置，但无论如何，油缸车床的机械强度要更为优异，使用范围也更加广泛，只是在这一过程中所需投入的成本要明显高一些。

4.3 活塞杆车削加工

活塞杆车削加工是农业机械液压缸制造中的关键步骤，其精度和质量直接影响液压系统的性能和可靠性。在车削加工过程中，技术人员须确保活塞杆表面的光洁度和尺寸精度满足严格标准，以保证其在液压缸内部的顺畅运动和长期耐用性。通常，活塞杆的直径公差需要控制在±0.01 mm以内，而表面粗糙度则需达到Ra 0.4 μm以下，以降低磨损和保持良好的密封性。此外，正确的材料选择也至关重要，高强度钢或不锈钢常被选用于承受高负载和抵抗腐蚀的农业应用。车削加工过程中，还需采用适合的切削速度、进给率和切削液，以减少热应力和防止变形。

4.4 焊接工艺

在液压缸的焊接过程中，技术人员面临油嘴与缸体外壁间较大可变缝隙的挑战，这种情况下自动焊接设备难以适应，因此人工焊接方法成为必要的选择。人工焊接要求施工人员根据实际情况精准控制焊接参数，确保焊缝的强度和密封性。在法兰部分，为保证焊接质量，通常采用二氧化碳保护的自动焊接方法，这样能有效防止空气中的杂质影响焊缝质量，从而确保法兰的连接强度和耐久性[5]。杆头焊接则常采用气体保护焊接(气保焊)，虽然这种方法技术门槛相对较低，但其焊接速度慢，且容易产生光污染。为此，一些技术人员会选择摩擦焊，它相对于气保焊具有多重优势：摩擦焊的焊接效率高，焊缝强度高，且不易产生焊材费用。此外，摩擦焊在过程中产生的光污染和声污染都较低，这不仅提高了焊接工作的环境友好性，也降低了对操作人员健康的潜在威胁。将摩擦焊技术应用于活塞杆的生产过程，能显著提高焊接生产效率和焊接质量。同时，这种方法还有助于减少对环境的影响，实现更加绿色的生产流程。综上所述，选择合适的焊接技术并精确控制焊接工艺参数，对于确保液压缸结构的强度、密封性以及整体性能至关重要，同时也是实现高效、环保生产的关键。

5 液压系统使用过程中的故障处理

5.1 合理控制油温

在液压系统使用的过程中，需要使用信号式温度计来控制油温，只有如此才能够让油温得到实时监控。在油温条件发生巨大变化时，技术人员需要使用信号温度计来进行监督，借此来有效发挥液压系统使用过程中的安全风险防控能力。在这一过程中，为了尽可能扩大油箱容积，让油箱油量的变化满足既定需求，技术人员需要使用油位计来控制和监测油箱的油位变化，通常情况下油位变化的正常数

值大约在+200左右，如果油位过低，那么就需要及时添加油量，如果油位过高，就需要及时放油。此方法能够降低液压系统使用过程中出现故障的概率，使液压系统持续运作过程中的油温得到更合理的控制。

5.2　减缓液压冲击

在液压系统使用过程中，很容易出现液压冲击方面的故障。这会带来很大的噪音以及巨大的频率振动，最终导致元部件受损，甚至导致管道出现破裂问题。如果不及时进行故障排查，那么液压系统很容易出现瘫痪现象，最终导致液压系统的使用安全无法得到保障。为了尽可能减缓液压冲击，技术人员需要进一步优化行走溢流阀的性能，并及时安装储能器。技术人员还需要在油缸后安置缓冲装置，借此来确保液压系统能够安全稳定的运行。

5.3　防止系统泄露

在液压系统使用的过程中，技术人员需要通过正确的故障处理方式，来降低液压系统出现泄漏的可能。因此技术人员需要在液压系统使用之前，对各个组成元件进行更深入的检查，如果组成元件出现了松动现象，那么就不能让液压系统进行工作。技术人员首先要对元件进行必要的加固处理，让液压系统的使用效果和质量得到进一步的完善。而在零件组装的过程中，技术人员也需要采取正确的质量控制措施，对零件的组装进行必要的考察，确保管道裂纹得到了及时修补。如果液压系统仍然出现了漏油问题，那么技术人员需要及时分析漏油现象出现的原因，制定出更具有针对性的解决方案[6]。在液压系统使用过程中，技术人员需要尽可能保证液压系统的运行顺利程度，定期检查油箱是否出现了裂纹或破损问题，及时进行维修与革新。

6　结语

在液压系统使用过程中，技术人员需要对液压缸的结构进行更深入的分析和研究，使用最适宜的机械加工工艺，完成液压缸的加工制作，进一步提升液压缸的使用质量，完善液压缸的制作精度，让液压缸在农业机械运作过程中起到正向的影响和作用。在液压系统工作过程中，技术人员也需要及时分析液压系统运行可能出现的故障，制定出更具有针对性的故障解决方案和预防措施，借此来推动液压系统的正常运行。

参考文献：

[1]　孟响.高端液压支架油缸立柱梯形螺纹加工工艺[J].今日制造与升级，2023(1)：25-27.

[2]　鞠晨，张娜娜，王轶伦，等.液压支架等压立柱活柱体加工工艺研究[J].煤矿机械，2023，44(1)：106-107.

[3]　马翠兰.液压支架电液控制阀主阀加工工艺设计与研究[J].煤，2023，32(1)：105-108.

[4]　印刘峰，王兵兵，郭伟，等.高端液压支架机械加工工艺分析[J].中国设备农业，2022(24)：109-111.

[5]　路遥.大采高液压支架加工工艺技术研究[J].机械管理开发，2018，33(10)：77-78，83.

[6]　邓陶.简易大型液压压力机的设计[J].锻压装备与制造技术，2017，52(3)：25-27.

作者简介：谢伟东，男，1967年生，教授。研究方向为机械制造。**张超群**，女，1987年生，副教授。研究方向为机械制造。

(上接第31页)

预期，无人机遥感技术在水土保持领域的重要性将不断增加。尽管如此，也必须认识到在技术应用过程中可能遇到的一些挑战，例如数据处理和隐私保护等问题。为了最大化无人机遥感技术的潜在优势，并推动水土保持工作朝向更科学、可持续的方向发展，需要实施有效的技术指导和政策支持。

参考文献：

[1]　王松吉，宋君，陈沭，等.无人机低空遥感技术在水文监测中的应用[J].珠江水运，2023(17)：84-86.

[2]　韩亚平，胡劲涛.工程测绘中无人机遥感技术应用分析[J].信息与电脑(理论版)，2023(14)：55-58.

[3]　张松景，韩喜峰，陈志辉，等.无人机航空遥感技术在土地勘测定界中的应用研究[J].中国住宅设施，2023(6)：113-115.

[4]　陈恳.无人机遥感技术在测绘工程中的应用[J].中国高新科技，2023(9)：155-157.

[5]　吴金明.无人机遥感测绘技术在工程测量领域中的应用分析[J].中国高新科技，2022(15)：150-152.

[6]　王晓龙.低空无人机遥感测绘方法及实践重点分析[J].世界有色金属，2021(12)：229-230.

作者简介：南　明，男，1985年生，讲师。研究方向为无人机。