

液压提升千斤顶中锚具控制技术探讨

李兴奎 甘秋萍 吴志勇 刘文 严李荣 梁利文
 (柳州欧维姆机械股份有限公司 柳州 545005)

摘要:本文通过对提升千斤顶夹持器锚具结构、作用的分析,特别分析了传统的夹持器锚具控制技术,指出了传统控制方式的不足,提出了一种新型的液压提升千斤顶中夹持器锚具控制技术,并成功应用于国内一些重大提升工程。

关键词:夹持器 锚具 提升千斤顶 紧锚 松锚

前言

液压同步提升系统是工程施工领域中实现超高超大、超重的大型建筑构件整体提升的吊装机械。其工作原理是利用钢绞线与夹持器装置把重物、提升千斤顶连接起来,利用提升千斤顶、夹持器交替动作和主顶伸、缩缸运动使重物上升和下降一个行程,经多行程运行、周而复始,重物就可升高或下降到预定高度。液压提升千斤顶就是液压同步提升系统中非常关键的承重系,其结构如图1所示。

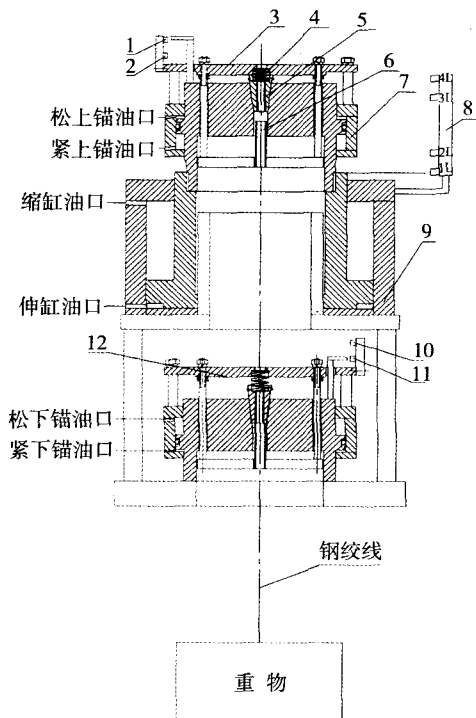


图1 液压提升千斤顶结构示意图

1. 上锚松传感器 2. 上锚紧传感器 3. 上锚压板 4. 夹片弹簧
 5. 夹片 6. 顶管 7. 夹持油缸 8. 主顶感应装置(含有4个传感器)
 9. 主顶 10. 下锚松传感器 11. 下锚紧传感器 12. 下锚压板

从图1可以看出,提升千斤顶由上夹持器、主顶、下夹持器组成,上、下夹持器负责钢绞线夹紧、放松,在上夹持器锚具夹紧钢绞线(以下简称紧锚)、下夹持器锚具松开钢绞线(以下简称松锚)状态下,主顶伸、缩缸带着重物向上、向下运动,在下锚紧、上锚松的状态,主顶伸、缩缸实际是不做功,重物停在某一高度,这一阶段伸、缩缸只是为了下一工步提升、下放做准备。

为了实现这些动作的协调,上夹持器设有上锚松、上锚紧传感器,下夹持器设有下锚松、下锚紧传感器,用于感知上、下夹持器松、紧状态,主顶设有1L、2L、3L、4L共4个传感器,其中1L、4L为主顶活塞两极限位置,2L、3L作为上、下锚负载转换触发信号。

整个提升或下放过程中,上、下锚具交替受力,依靠活塞伸、缩缸来完成重物提升与下放,这些过程中上、下锚具需要负载转换,这过程中要求锚具锚固可靠。

钢绞线承重时,锚具一定夹紧钢绞线,否则就会造成钢绞线滑脱,重物随之下滑,造成严重的安全事故;钢绞线需要松开时,夹片能即时松开,否则造成钢绞线窝缸引起设备不能运行,所以夹持器锚具控制是提升过程中非常重要的环节。

1 常用的夹持器锚具控制技术

从提升千斤顶的结构上看,夹持器锚具的松、紧是通过液压动力驱动夹持器油缸来准确实

现锚具的松、紧的。常用的夹持器油缸液压控制原理图如图2。

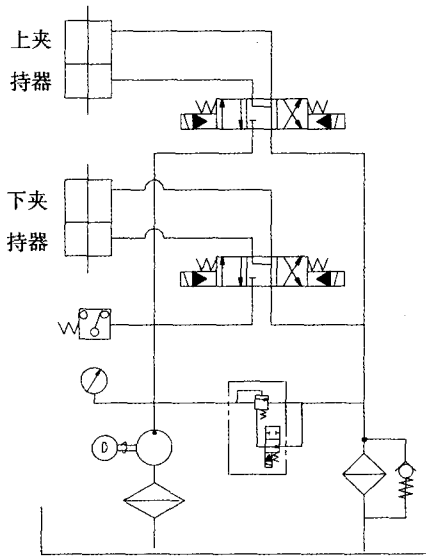


图2 夹持器油缸液压控制原理图

提升程序的动作顺序是：①紧下锚直到下锚紧；②缩缸：缩缸过程中若活塞到达3L则边松上锚边缩缸，否则直接缩缸到1L位；③松上锚直至上锚松；④紧上锚直到上锚紧；⑤伸缸：当活塞伸缸到2L时则边伸缸边松下锚至下锚松，伸缸直至4L：此步骤为带载伸缸，重物上升；⑥回到步骤①；

下降程序的动作顺序是：①紧下锚直至下锚紧；②缩缸；③当缩缸至活塞到达1L时松上锚；④伸缸；⑤当伸缸至3L时紧上锚直到上锚紧；⑥伸缸；⑦当伸缸至活塞到达4L时松下锚；⑧缩缸至2L，紧下锚直到下锚紧；⑨缩缸到1L时，松上锚；⑩回到步骤④。

1.1 负载转换

不管是提升过程，还是下放过程，都需要上下锚交替受力，也就是负载需要从上锚转换到下锚，然后又从下锚转换到上锚，周而复始转换。

1.1.1 负载从下锚转换到上锚过程

下锚承重，下锚肯定是处于紧锚状态，这时紧上锚直至上锚紧，然后伸缸，上锚逐渐受力，使上、下锚之间的钢绞线受到拉力，随着伸缸的位移增大，钢绞线所受拉力也增大，当此拉力增加到负载大小时，负载由下锚转移至上锚，下锚

夹片与锚孔之间原先由负载引起的正压力基本消失，但由于下锚夹片之前跟进引起的弹性变形依然存在，继续伸缸，钢绞线克服下锚夹片与锚孔间由弹性变形产生的摩擦力（以下简称退锚力），将下锚夹片拔松，再由夹持油缸松锚，完成了负载由下锚向上锚平稳转换。

在上述钢绞线拔松下锚的过程中，要求下锚压板12（如图1）处于浮动状态或夹片大端面无约束，以保证夹片正常退出，否则夹片是无法退出的。

1.1.2 负载从上锚转换到下锚过程

上锚承重，上锚肯定是处于紧锚状态，这时紧下锚直至下锚紧，然后主顶带载缩缸，下锚逐渐受力，下锚夹片跟进约2mm左右（钢绞线拉力为0.4倍极限拉力时），负载已从上锚转移到下锚，上、下锚之间的钢绞线拉力消失，继续缩缸，上、下锚之间的钢绞线拉应力变为压应力，并随着主顶缩缸逐渐增大，当压应力增大到能克服上锚夹片与锚孔间由弹性变形产生的摩擦力（以下简称退锚力）时，将上锚夹片顶松，再由上夹持油缸松锚，从而完成负载从上锚向下锚的转换。

在顶开上锚夹片的过程中，要求上锚压板3（如图1）处于浮动状态或夹片大端面无约束，以保证夹片正常退出，否则夹片是无法退出的。

1.2 锚固可靠性

锚具是楔形结构，在锚固前给它一个预紧力，即紧锚，每付夹片预紧力约为500公斤，最主要是靠负载自锚。

在承载的工况下是比较可靠的，在空载下放钢绞线的过程中，主顶空载伸缸到3L位，紧下锚，伸缸，负载从下锚转移到上锚，松下锚，带载缩缸，在这过程中，由于钢绞线采用预应力锚夹具锚固方式，其锚固力大小依靠负载大小自动产生，即钢绞线受力越大，其锚固力也越大，只要钢绞线受力在允许抗拉强度范围内，钢绞线受力越大，越可靠，反之，越轻，锚固效果越差。

根据我们多年生产与工程应用经验,当夹持器(锚具、夹片方式)夹持单根钢绞线,采用自锚方式时,钢绞线受力低于1.5吨,易出现低应力滑脱现象。因此以前的液压提升系统,空载下放钢绞线是一种非常危险的操作,易造成钢绞线滑脱事故,一般不主张空载下放钢绞线。

1.3 状态检测

图2方式对紧、松锚状态检测也有影响。夹片的松、紧状态是通过检测夹片上压板位置间接反应的,为了提高每付夹片预紧力均匀性,在夹持器结构设计时,每付夹片上都装有压缩弹簧4,采用图2的方式,紧锚到位后,电磁换向阀断电,由于中位A、B、T口相通,压板在弹簧力的作用下向上反弹1-2mm,这就造成个别紧锚传感器感应不到,控制系统认为夹持器锚具还未紧锚,于是系统无法继续运行,停止工作。

2 对控制油路的改进

通过分析研究,我们对原控制油路稍作改进,如图3。

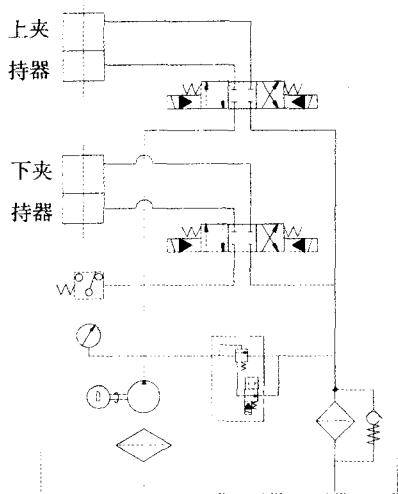


图3 改进后的夹持器液压控制原理图

对于新的控制油路,我们从锚具锚固可靠性、负载转换、检测准确性三方面进行分析。

首先应用此油路可解决轻载(空载)下放安全性问题,提升千斤顶不管是上锚、还是下锚,紧锚后,控制夹持油缸7的电磁换向阀中位截止,即夹持油缸锁定,压板3锁定,夹片大端上

的压缩弹簧由于压缩产生的弹簧力始终保持,即每付夹片跟进不仅受钢绞线的拉力,同时还受弹簧力的作用,这已不是自锚的方式了,并且由于压板的锁定,夹片无法退出。因此只要紧锚后,压板锁定,不管是轻载或是空载,钢绞线都不会出现滑脱,确保了钢绞线锚固的可靠性。所以采用图3方式空载下放钢绞线是比较安全的。

但采用图3的方式,在负载转换过程中,从上锚向下锚转移,紧下锚,缩缸,利用钢绞线的压应力来顶松上锚,这就要求上锚处于浮动自由状态。为了解决这一问题,我们调整了控制工法,在缩缸前,增加预松上锚的动作,即将上锚压板提高3-5mm,这时夹片小端的顶管还没接触到夹片,夹片仍处于紧锚状态,但上锚夹片大端面轴向只受压缩弹簧压力作用,无压板约束,此时缩缸,钢绞线顶松上锚夹片只是克服退锚力和弹簧力就可以了,容易顶松,从而实现负载从上锚向下锚转移;负载从下锚向上锚转移,同样在拔松下锚夹片前,先预松下锚,即让下锚压板离开夹片大端面3-5mm,就可实现负载平稳转换。

采用图3的油路控制方式,紧锚到位后,断电,电磁阀中位截止,夹持油缸锁定、锚具压板相对静止,传感器反应锚具状态准确,系统运行正常。

综上所述通过对提升千斤顶结构的优化,以及油路的合理控制,系统控制程序的改进,解决了液压提升系统不能轻载(空载)下放的技术难题。

这项技术已成功完成了亚洲最大的导管架—PY30-1(重17000吨)滑移装船,烟台沉船“畅通”轮艏段6000吨打捞,以及上海闵浦大桥共45段钢箱梁吊装等国内多项重大工程。

随着国内超大、超重构件吊装工程逐年增多,其液压同步提升系统应用也越来越广泛,提高液压同步提升技术的可靠性,让更多的人认识这项新兴技术是非常必要的。

参考文献

- [1] 潘柳萍. 液压连续升降系统关键技术研究[D]. 2006