

盾构机刀盘转速偏低及驱动液压泵故障处理

雷本健 周苏伟 曲兆雷 李亚子 敬竣凯
中建八局轨道交通有限公司 江苏 南京 210000

摘要:某地铁项目海瑞克盾构机在隧道掘进阶段出现刀盘转速提不上去,同时在液压油箱内发现了部分铜块的现象。本文从刀盘转速提不上去与发现铜块这一现象出发,经过理论分析与现场试验,最终找到刀盘转速提不上去的重要原因,即刀盘驱动液压泵配油机构损坏,这避免了设备损坏程度加剧进而导致停工事故,影响施工工期、扩大经济损失等意外事件的发生。

关键词:盾构机;刀盘;液压系统;配油机构;停工事故

引言:刀盘是盾构机的重要工作部件,刀盘驱动系统则为刀盘工作提供动力,因此刀盘驱动系统的性能状态决定了盾构机能否顺利掘进施工。我公司某地铁项目投入使用的一台海瑞盾构机经过了多个项目的隧道施工,累计掘进里程较长。该机在项目隧道掘进施工过程中,维修工人在设备检修时,在液压油箱内发现有铜块,盾构机掘进过程中出现刀盘转速提不上去等现象,本文对此故障的判断与解决进行理论分析与试验论证,最终找到故障部位并解决等进行阐述。

1 刀盘驱动系统工作原理

三台315kw电机驱动三台变量柱塞泵,三台柱塞泵驱动九个柱塞式液压马达(马达排量虽然也可调节,但在出厂时已经调整好,仅两种排量可供选择,分别用于刀盘低速和高速运转)工作,液压泵与液压马达组成闭式循环回路;该液压系统调速方式采用泵—液压马达调速方式,无流量调节阀,无节流损失;液压系统的工作压力由负载决定,无溢流阀等压力控制阀,无溢流损失;速度(流量)与压力之间通过功率匹配阀来匹配。通过一台补油泵补充闭式循环回路的泄漏等流量损失。通过一台控制泵控制刀盘转速、液压系统压力安全保护、功率匹配等。

2 原因分析

在液压油箱内检查发现铜块,如图1所示,根据铜块结构尺寸,最开始分析可能是刀盘驱动液压泵或螺旋输送机液压泵等主驱动泵的轴承保持架个别损坏断裂,通过液压泵的泄漏腔及泄油口回到了液压油箱。为此,项目部立即组织机电工程师及检修人员检查液压泵,想通过观察液压泵工作过程中有无异响、温度是否偏高等现象以判断轴承是否有损坏,但由于工地现场噪音大、检

查手段过于简单、检查人员经验有限,不能很好的确定轴承的工作性能。



图1、液压油箱内检查到的铜块

盾构机始发调试(空载)过程中,刀盘三个驱动泵全开的情况下,在刀盘采用一档(液压马达处于大排量)的情况下,刀盘最大转速仅为1.6r/min左右,与设计空载最大转速2.2r/min有较大的差距,刀盘驱动系统设计转速-扭矩特性曲线图如图2所示。现场检查所有管路上的阀门都处于正常位置,判断吸油口管路也不存在吸空现象,检查各液压泵工作情况,检查发现液压泵排量指示装置已经达到最大值,此时各液压泵工作压力均约45bar,同时也检查了9个液压马达的工作情况。分析,此时刀盘并未切削土体,刀盘没有负载,因此液压系统工作压力不大属正常现象;但刀盘转速却提不上去,与其特性曲线不符,因此怀疑可能是液压泵或液压马达内泄漏过大或液压泵配油机构工作状态不佳导致流量不够,进而导致刀盘转速提不上去。液压泵或液压马达的内泄漏与液压油的粘度、液压油温度有关,在这些条件都不变的情况下,内泄漏与泵或马达的密封性能有很大关系。判断内泄漏可通过检查液压系统压力能否提上去,根据刀盘驱动系统的工作原理以及现场试验条件下,液压泵在空载情况下压力不可能提高,故无法较好的判断泵与马达的内泄漏情况。施工现场虽然无法判断液压泵、液压马达的内泄漏情况,但根据经验可知,液压

个人简介:雷本健,1986.11,四川省自贡市,汉,男,本科,中级工程师,隧道工程师,成都理工大学,机械工程及自动化,邮箱lbj.lbj@163.com

泵、液压马达在长时间工作过程中,密封性能必然会降低,内泄漏也必然会加剧,只是这种程度对刀盘转速提不上去的影响有多大而已,是否是主导因素。刀盘转速提不上去的另外一个重要原因可能是配油机构有损坏,导致压油口与泄漏腔(或吸油腔)之间连通,液压泵流量就会大大降低,液压泵的压力也会大大降低。

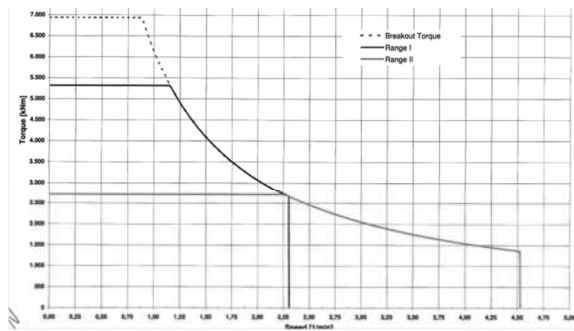


图2. 刀盘主驱动特性曲线

3 试验及试验数据分析

为了检查三个液压泵各自的工作性能,项目部考虑将三个泵分为三组,在同等条件下,每次仅用一个泵驱动刀盘转动,并记录下试验数据。由于盾构机刀盘工作时在PLC程序上设定了连锁条件,要求必须将三台液压泵均启动,当三台电机均处于三角形正常工作状态时,才能转动刀盘,故想用一台液压泵驱动刀盘工作,首先必须在PLC程序中解除刀盘启动连锁条件^[1]。在上位机上打开西门子STEP7 V5.5编程软件,屏蔽连锁条件,即将三个电机处于三角形工作状态时输入的信号用一个常为1的信号(M2.1)代替,这样在不启动电机的情况下,程序上已经认为刀盘具备运转条件了,如图3与图4所示。由于在始发调试阶段,刀盘工作时没有负载,因此不可能做出若干种工作压力条件下的试验数据,仅能测得空载时的一组数据,对照试验所得相关试验数据。

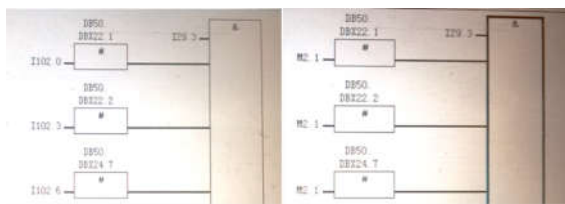


图3. 刀盘驱动 PLC 程序连锁取消前

图4. 刀盘驱动 PLC 程序连锁取消后

通过对照试验发现,在采用单台液压泵独立驱动刀盘工作时,1#泵与2#泵工作性能比较接近,在工作压力约80bar的时候,一档转速均在0.63r/min左右,二档时均在1.2r/min左右;3#泵工作性能较差,一档时极限转速约0.43r/min,二档极限转速约0.82r/min,其转速较1#泵、2#泵低出较多,据此可以初步判断3#泵工作性能较差,初步判断其配油机构损坏较严重^[2]。另外也可以看出,虽然

1#泵与2#泵工作性能较好,但与设备出厂时单台泵一档最大转速可达0.75r/min,二档最大转速可达1.5r/min左右均有一定差距,因此判断1#泵、2#泵也存在工作性能下降、内泄漏增大的问题。

4 进一步查找确定问题

通过上述试验发现,3#液压泵配油机构损坏的可能性很大、估计损坏程度也最严重,1#泵与2#泵损坏的可能性相对较小,如果有损坏估计程度也不高。项目部组织机电技术人员拆开3#台液压泵的泄漏油口,检查配油机构柱塞的情况,发现柱塞体有较严重的划痕;拆开1#与2#液压泵的泄漏油口,检查配油机构柱塞,发现柱塞体仍然有一定的划痕,但非常轻微。因此,可以判断液压箱内发现的铜块就是刀盘驱动液压泵配油机构的柱塞头滑靴损坏断裂脱落,并导致柱塞体划伤。

5 问题解决

通过以上拆解液压泵泄漏油口,检查确定是液压泵配油机构柱塞滑靴断裂,且3#泵损坏程度较1#、2#泵更严重。项目部根据本项目地层条件确定掘进过程中刀盘扭矩范围不大,可以用两台液压泵带动刀盘掘进,只是在掘进过程中需注意控制推进系统推力与掘进速度。为此,项目部决定先将3#液压泵返厂维修,用1#、2#液压泵保证盾构机正常掘进,待3#液压泵维修结束以后,再轮流维修1#、2#液压泵,这样便达到了即不影响盾构机掘进施工,又不耽误液压泵维修的效果。刀盘驱动液压泵得到了及时维修,避免了设备损坏程度加剧进而导致停工事故,影响施工进度、扩大经济损失等意外事件的发生^[3]。

6 结束语

通过在液压油箱内发现碎铜块及刀盘转速提不上去这一现象,通过理论分析与现场试验及试验数据分析,并结合自身设备维护经验找到刀盘液压泵柱塞滑靴损坏,再到对三台液压泵轮流进行维修。全过程均体现了设备管理人员必须要有理论知识、也要积累实践经验;即要懂液压传动的知识,也要明白电气原理及PLC控制方面的知识;即要有技术能力也要有管理水平,这样才能保证盾构机高效可靠运转,在施工中创造效益。

参考文献:

- [1]申会宇.砂层盾构机刀盘刀具磨损分析及措施[J].山西建筑,2015(26):218-219.
- [2]缪楠.盾构机刀盘磨损的修复工艺及预防措施探讨[J].工程机械与维修,2015(7):84-86.
- [3]覃孟扬,黎正存,刘亚俊,等.基于地质条件的盾构机刀盘耐磨条磨损机制实验研究[J].机床与液压,2016,44(1):55-58.