

盾构螺旋输送机液压系统设计

陈 宁¹,司忠志²

(1.浙江科技学院 机电工程学系,浙江 杭州 310023;2.河南省高等机电专科学校 机械工程系,河南 新乡 453003)

摘 要: 简要介绍了盾构掘进机螺旋输送机的工作原理、结构和功能;以此为基础,依据某地铁施工现场对盾构掘进机提出的技术性能要求,对其螺旋输送机液压系统进行了设计;设计方案经过实际应用验证,具有优良的实用性能,能够很好地满足这一类工程用户的要求。

关键词: 盾构掘进机;螺旋输送机;液压系统

中图分类号: TH137

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2004)03-0164-03

盾构掘进机是城市地铁及地下隧道施工中的重要设备,相比较原先的钻爆法,其快速高效、安全可靠且施工质量更优,现已成为隧道施工之首选^[1]。螺旋输送机是盾构掘进机的最主要部分之一,在稳定开挖面、控制地表沉降等方面作用重大;螺旋输送机液压系统设计是否合理对于盾构掘进机能否达到满意的实用性能至关重要。深入研究螺旋输送机液压系统的工作原理、结构组成及合理的设计方法,对于我国城市地铁交通建设及其他基础建设具有重大的意义。本文在简要介绍螺旋输送机工作原理、结构和功能的基础上,结合某地铁施工现场对盾构掘进机提出的技术性能要求,对其螺旋输送机液压系统进行了设计。

1 螺旋输送机结构及工作原理

图1为盾构掘进机模型。图中倾斜部分为螺旋输送机,它主要由圆筒状机壳和带叶片的中心螺旋杆组成。工作时,泥土充满机壳内,并随着螺旋杆的旋转而上升。前料门工作时全开,紧急时刻当伸缩油缸伸出时,可关闭前料门,这样操作人员可进入压力舱。伸缩门主要是便于拆卸,拆卸时伸缩油缸伸出,将压力舱中螺旋叶片收回,使螺旋部分与盾体分离。开挖的土方等从后料门排出到皮带输送机上,最终通过小车运到地面。螺旋输送机的主要功能:一是从盾构密封泥土舱内将开挖下的泥土排出盾构;二是泥土通过螺旋杆输送压缩形成密封土塞,阻止泥土中的水流出,保持泥土舱土压稳定;三是改变螺旋机转速,调节排土量,即调节密封泥土舱土压,使其与开挖面水、土压保持平衡。

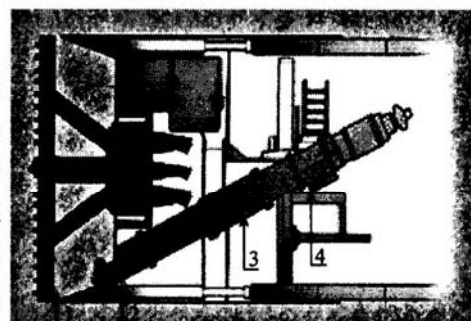


图1 盾构机模型

1 压力舱;2 前料门;3 伸缩门;4 后料门

2 螺旋输送机液压系统设计

2.1 液压系统基本技术性能参数

某型号盾构掘进机对螺旋输送机液压系统提出的基本技术性能要求:液压马达转速范围 $0 \sim 22.4 \text{ r/}$

收稿日期:2004-04-01

作者简介:陈 宁(1975—),男,陕西汉中,人,博士,讲师,主要从事机械电子控制技术、液体黏性传动技术和电液控制技术理论及应用方面的教学和研究工作。

min,最大扭矩($\Delta p=28.5$ MPa)225 kN·m,后料门液压缸行程 800 mm,前料门液压缸行程 400 mm,螺杆的伸缩液压缸行程 1 000 mm,系统驱动功率 315 kW。

2.2 液压系统设计

依据上述盾构掘进机对螺旋输送机液压系统提出的技术性能要求,笔者进行了相关液压回路的设计,其基本工作原理如图 2 所示。

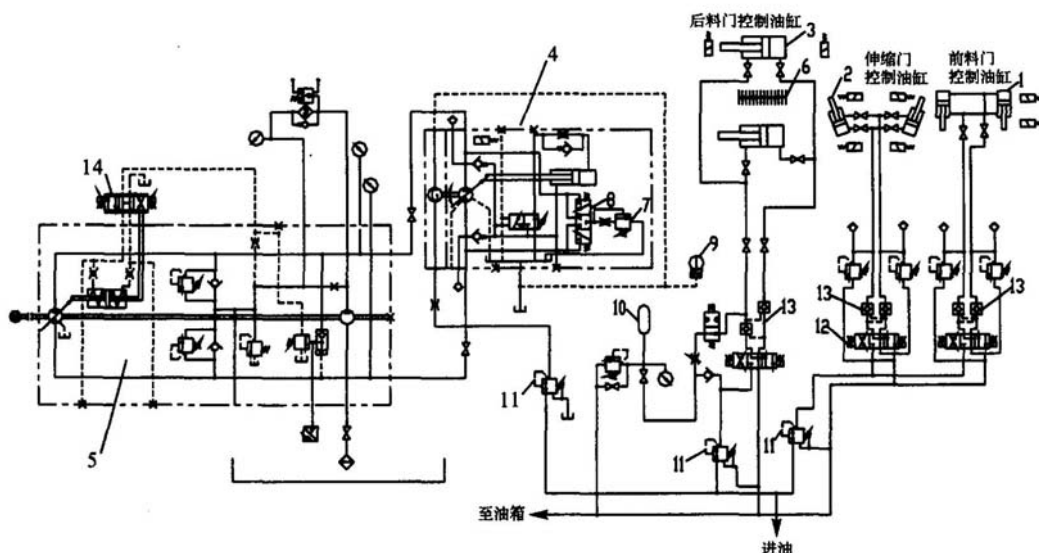


图 2 液压系统原理图

1,2,3 液压缸;4 螺旋液压马达;5 液压油源(自带补油泵);6 位移传感器;7 背压阀;8 液控方向阀;
9 温度计;10 蓄能器;11 三通减压阀;12 三位四通电磁换向阀;13 双向液压锁;14 电液比例换向阀

本设计中液压系统分为泵马达回路、后料门控制回路、前料门控制回路、伸缩门控制回路,分别由两个液压油源供油;另一油源从盾构辅助系统引入,其在图 2 中未标出。

泵马达回路:采用变量泵变量马达容积调速闭式系统^[2],其中液压油源自带补油泵,以补充回路中的泄漏和对闭式回路进行冷却。用比例阀控制变量泵的排量。在未达到设定压力时,液压马达处于最小排量处,达到设定压力后,马达排量不变(保持为最大排量),此时可作为定量马达考虑,故此时只能靠调节泵的排量来改变马达转速。液压马达上装有转速传感器,可以对螺旋输送机转速进行精确测控;液压马达的泄漏油管装有温度传感器,监控油温情况。马达上有背压阀 7 和液控方向阀 8,可进行液压马达的冲洗和冷却。另外,还可实现对螺旋输送机的转向和转速及螺旋输送机螺杆伸缩的远程控制。

后料门控制回路:油液经减压阀 11、三位四通电磁换向阀 12 的左位、液压锁 13 进入液压缸无杆腔,打开后料门;若切换到换向阀右位可关闭后料门。

前料门控制回路和伸缩控制回路基本相似。由溢流阀设定回路最高压力,工作过程同后料门控制回路,在此不赘述。

3 本设计主要特点

本设计方案已于 2003 年 8 月应用于某地铁施工现场盾构掘进机的螺旋输送机技术改造项目。在实际施工过程中,本设计方案体现出以下性能优势和特点:

(1)系统采用容积调速回路,无溢流、节流损失,节能效果好;工作压力随负载变化而变化,效率高而发热少,且具有较大的调速范围。

(2)电磁换向阀中位机能的选择。系统中选用 Y 形,如果选用 O 形中位机能,则由于换向阀本身的结构问题,高压油会经阀芯泄漏到各缸的上下腔,使各缸的动作产生互相干扰。而选用 Y 形机能,则各缸的上下腔与油箱接通,从而消除上述干扰。

(3) 液压锁的功能。在各液压缸不工作时或液压系统发生故障而导致系统压力突然下降时, 液压锁能使活塞迅速、平稳、可靠且长时间地被锁定, 并不为外力所移动, 从而保证了系统的安全可靠。后料门控制系统中的液压锁中两个液控单向阀分开, 目的是利于蓄能器在紧急情况下控制后料门时油液能打开上面那个液控单向阀而回油。

(4) 蓄能器 10 的作用。紧急情况下, 后料门可通过蓄能器进行可靠关闭, 使土压舱的土压得以维持, 从而控制地表沉降。

(5) 后料门控制回路中的位移传感器 6 的使用。位移传感器可对后料门开度进行检测, 而后料门的开度检测, 配合电气控制系统, 可实现塑流体流态的最佳控制; 调节后料门开口大小可使通过螺旋输送机的泥土产生断面收缩, 有利于稳定泥土舱中的土压和控制排土量, 从而控制地表沉降。

(6) 通过对螺旋输送机螺杆的位置检测和前料门的开门位置检测, 可实现螺旋输送机前料门和螺杆的联锁控制; 通过对前料门的关门位置检测, 可确保土压舱的可靠密封, 为土压舱持压维修和维修人员的安全提供了可靠保证。

(7) 压力舱内装有压力传感器, 通过对螺旋输送机内的土压检测, 配合电气控制, 可实现防喷涌控制; 在产生喷涌时, 首先关闭后料门, 接着将螺旋杆抽出, 再关闭前料门。

4 结束语

本文提出的盾构掘进机螺旋输送机液压系统的设计方案, 经过某地铁施工现场实际应用验证, 具有优良的实用性能, 能够很好地满足这一类工程用户的实际功能要求。

参考文献:

- [1] 黄龙贵, 魏建华. 全断面掘进机(TBM)后配套系统衬砌吊机液压系统设计[J]. 机床与液压, 2003, (3): 75—76.
- [2] 何存兴, 王明智. 液压传动与气压传动[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2000. 230—252.

Design of the hydraulic system of shield's screw conveyor

CHEN Ning¹, SI Zhong-zhi²

(1. Dept. of Mechanical and Electrical Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China; 2. Dept. of Mechanical Engineering, Henan Mechanical and Electrical Engineering College, Xinxiang 453003, China)

Abstract: The principle and the structure of the screw conveyor in a shield were introduced. A design of the hydraulic systems of the screw conveyor was brought forward according to the performance requests of a practical shield. The application results show that the design has several advantages that make the screw conveyor can fulfil the duty successfully.

Key words: shield; screw conveyor; hydraulic system