

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101408108 B

(45) 授权公告日 2011. 05. 18

(21) 申请号 200810122371. 1

审查员 李全晓

(22) 申请日 2008. 11. 11

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38 号

(72) 发明人 杨华勇 施虎 龚国芳 刘峰

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

代理人 林怀禹

(51) Int. Cl.

E21D 9/093(2006. 01)

F15B 11/16(2006. 01)

F15B 11/02(2006. 01)

F15B 13/06(2006. 01)

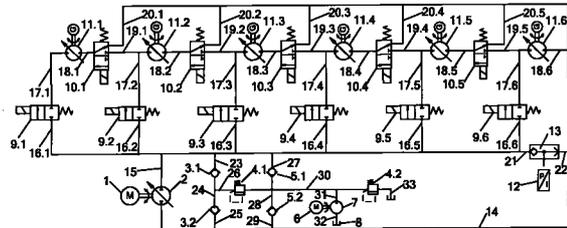
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

采用马达串并联混合驱动的盾构刀盘液压系
统

(57) 摘要

本发明公开了一种采用马达串并联混合驱动的盾构刀盘液压系统。包括电机、双向变量泵、二位三通换向阀、二位二通换向阀、变量马达、溢流阀、单向阀和补油泵。该系统中驱动盾构刀盘的各液压马达之间的连接可实现并联和串联方式的相互切换,从而使刀盘更好地适应不同地质条件掘进工况的需要。由于串联方式下流入各液压马达的流量均为泵的输出流量,刀盘转速的调速范围得到了大幅提高。本发明中的盾构刀盘驱动液压系统由于采用了液压马达串并联混合驱动的方式,拓宽了刀盘调速范围,能够有效减小动力油源中液压泵的排量,且由于闭式系统油源体积小,结构紧凑,可降低系统成本。



1. 一种采用马达串并联混合驱动的盾构刀盘液压系统,其特征在于:电机(1)经联轴器与双向变量泵(2)刚性连接;双向变量泵(2)的一端油口分别与第一、第二、第三、第四、第五和第六二位三通换向阀(9.1、9.2、9.3、9.4、9.5、9.6)的进油口相连,双向变量泵(2)的另一端油口分别与第一、第二、第三、第四和第五二位三通换向阀(10.1、10.2、10.3、10.4、10.5)的第一油口相连;第一、第二、第三、第四、第五和第六二位三通换向阀(9.1、9.2、9.3、9.4、9.5、9.6)的出油口分别与各自的第一、第二、第三、第四、第五和第六液压马达(11.1、11.2、11.3、11.4、11.5、11.6)的一端油口相连;第一、第二、第三、第四和第五液压马达(11.1、11.2、11.3、11.4、11.5)的另一端油口分别与各自的第一、第二、第三、第四和第五二位三通换向阀(10.1、10.2、10.3、10.4、10.5)第二油口相连,第六液压马达(11.6)的另一端油口与双向变量泵(2)的另一端油口连接;第一、第二、第三、第四和第五二位三通换向阀(10.1、10.2、10.3、10.4、10.5)的第三油口与各自的第二、第三、第四、第五和第六液压马达(11.2、11.3、11.4、11.5、11.6)的一端油口相连;梭阀(13)的两端进油口分别与变量泵(2)两端油口连接,梭阀(13)的出油口与压力传感器(12)连接;补油泵(7)的轴与电机(6)连接;补油泵(7)吸油口连接油箱(8),补油泵(7)的出油口与溢流阀(4.2)进油口及第一、第二补油单向阀(5.1、5.2)的进油口相连;溢流阀(4.2)出油口与油箱(8)连接;第一、第二补油单向阀(5.1、5.2)的出油口分别与双向变量泵(2)两端油口相连;安全阀(4.1)进油口与第一、第二限压单向阀(3.1、3.2)出油口相连,安全阀(4.1)出油口与溢流阀(4.2)进油口相连;第一、第二限压单向阀(3.1、3.2)进油口分别与双向变量泵(2)两端油口相连。

采用马达串并联混合驱动的盾构刀盘液压系统

技术领域

[0001] 本发明涉及流体压力执行机构,尤其涉及一种采用马达串并联混合驱动的盾构刀盘液压系统。

背景技术

[0002] 盾构掘进机是一种专用于地下隧道开挖工程施工的大型掘进装备。与传统的施工方法相比,盾构法具有施工安全、快速、工程质量高、地面扰动小、劳动强度低等许多优点。由于采用了先进的开挖面稳定技术,盾构掘进尤其在各种地质条件复杂多变和施工环境恶劣的隧道工程建设中显出了独特的优势。随着科技发展和社会进步,盾构掘进将逐步取代传统方法。

[0003] 刀盘驱动系统是盾构掘进机的重要组成部分,驱动刀盘转动切削盾构前方的土体。刀盘驱动系统是一种典型的大功率、多执行器系统。由于在掘进过程中地质条件复杂多变,刀盘驱动系统必须满足从软土到硬岩各种地层掘进的需要,转速变化范围很大。传统多马达并联系统的驱动转速在很大程度上受到液压泵排量的限制,调速范围十分有限。因而,为增强掘进机的地层适应性,刀盘驱动系统液压源的设计流量往往须留有很大的裕量,而采用大排量液压泵系统在低转速工况下效率会明显降低,造成很大的浪费。

发明内容

[0004] 为了满足盾构刀盘驱动对复杂地层适应性的要求,本发明的目的在于提供一种采用马达串并联混合驱动的盾构刀盘液压系统。刀盘驱动液压马达采用串联和并联混合连接的方式,在低转速工况下马达并联,高转速工况下马达串联,使得刀盘驱动系统采用较小排量液压泵供油即能实现不同地质条件掘进的要求,同时配合马达和泵的变量控制机构,系统能实现大范围无级调速。

[0005] 本发明解决技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 电机经联轴器与双向变量泵刚性连接;双向变量泵的一端油口分别与第一、第二、第三、第四、第五和第六二位二通换向阀的进油口相连,双向变量泵的另一端油口分别与第一、第二、第三、第四和第五二位三通换向阀的第一油口相连;第一、第二、第三、第四、第五和第六二位二通换向阀的出油口分别与各自的第一、第二、第三、第四、第五和第六液压马达的一端油口相连;第一、第二、第三、第四和第五液压马达的另一端油口分别与各自的第一、第二、第三、第四和第五二位三通换向阀第二油口相连,第六液压马达的另一端油口与双向变量泵的另一端油口连接;第一、第二、第三、第四和第五二位三通换向阀的第三油口与各自的第二、第三、第四、第五和第六液压马达的一端油口相连;梭阀的两端进油口分别与变量泵两端油口连接,梭阀的出油口与压力传感器连接;补油泵的轴与电机连接;补油泵吸油口连接油箱,补油泵的出油口与溢流阀进油口及第一、第二补油单向阀的进油口相连;溢流阀出油口与油箱连接;第一、第二补油单向阀的出油口分别与双向变量泵两端油口相连;安全阀进油口与第一、第二限压单向阀出油口相连,安全阀出油口与溢流阀进油口

相连；第一、第二限压单向阀进油口分别与双向变量泵两端油口相连；

[0007] 本发明具有的有益效果是：

[0008] 液压系统采用闭式回路，结构简单，占用空间小，这对于地下施工的盾构掘进而言具有一定的实用价值。刀盘驱动液压马达可以根据地质条件进行串联和并联连接方式的切换，使系统工况适应各种不同地质条件，从而降低了液压动力油源系统的整体规模，更大幅度地满足盾构掘进对刀盘驱动性能的要求。

[0009] 由于采用了液压马达串并联混合驱动的方式，拓宽了刀盘调速范围，能够有效减小动力油源中液压泵的排量，且由于闭式系统油源体积小，结构紧凑，可降低系统成本。

附图说明

[0010] 附图是本发明的一个具体实施例的结构原理示意图。

[0011] 图中：1. 电机，2. 双向变量泵，3. 1、3. 2. 限压单向阀，4. 1. 安全阀，4. 2. 溢流阀，5. 1、5. 2. 补油单向阀，6. 电机，7. 补油泵，8. 油箱，9. 1、9. 2、9. 3、9. 4、9. 5、9. 6. 二位二通换向阀，10. 1、10. 2、10. 3、10. 4、10. 5. 二位三通换向阀，11. 1、11. 2、11. 3、11. 4、11. 5、11. 6. 液压马达，12. 压力传感器，13. 梭阀，14、15、16. 1、16. 2、16. 3、16. 4、16. 5、16. 6、17. 1、17. 2、17. 3、17. 4、17. 5、17. 6、18. 1、18. 2、18. 3、18. 4、18. 5、18. 6、19. 1、19. 2、19. 3、19. 4、19. 5、20. 1、20. 2、20. 3、20. 4、20. 5、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33 为管路。

具体实施方式

[0012] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0013] 如附图所示，本发明中的电机 1 经联轴器与双向变量泵 2 刚性连接；双向变量泵 2 的一端油口分别经管路 16. 1、16. 2、16. 3、16. 4、16. 5、16. 6 与第一、第二、第三、第四、第五和第六二位二通换向阀 9. 1、9. 2、9. 3、9. 4、9. 5、9. 6 的进油口相连，双向变量泵 2 的另一端油口分别经管路 20. 1、20. 2、20. 3、20. 4、20. 5 与第一、第二、第三、第四和第五二位三通换向阀 10. 1、10. 2、10. 3、10. 4、10. 5 的第一油口相连；第一、第二、第三、第四、第五和第六二位二通换向阀 9. 1、9. 2、9. 3、9. 4、9. 5、9. 6 的出油口分别经管路 17. 1、17. 2、17. 3、17. 4、17. 5、17. 6 与各自的第一、第二、第三、第四、第五和第六液压马达 11. 1、11. 2、11. 3、11. 4、11. 5、11. 6 的一端油口相连；第一、第二、第三、第四和第五液压马达 11. 1、11. 2、11. 3、11. 4、11. 5 的另一端油口分别经管路 18. 1、18. 2、18. 3、18. 4、18. 5 与各自的第一、第二、第三、第四和第五二位三通换向阀 10. 1、10. 2、10. 3、10. 4、10. 5 第二油口相连，第六液压马达 11. 6 的另一端油口经管路 18. 6 与双向变量泵 2 的另一端油口连接；第一、第二、第三、第四和第五二位三通换向阀 10. 1、10. 2、10. 3、10. 4、10. 5 的第三油口经 19. 1、19. 2、19. 3、19. 4、19. 5 与各自的第二、第三、第四、第五和第六液压马达 11. 2、11. 3、11. 4、11. 5、11. 6 的一端油口相连；梭阀 13 的两端进油口分别经管路 21、22 与变量泵 2 两端油口连接，梭阀 13 的出油口与压力传感器 12 连接；补油 7 的轴与电机 6 连接；补油泵 7 吸油口经管路 32 连接油箱 8，补油泵 7 的出油口经管路 31 与溢流阀 4. 2 进油口及经管路 28 连接的第一、第二补油单向阀 5. 1、5. 2 的进油口相连；溢流阀 4. 2 出油口经管路 33 与油箱 8 连接；第一、第二补油单向阀 5. 1、5. 2 的出油口分别经管路 27、29 与双向变量泵 2 两端油口相连；安全阀 4. 1 进

油口经管路 26 与经管路 24 连接的第一、第二限压单向阀 3.1、3.2 出油口相连,安全阀 4.1 出油口经管路 30 与溢流阀 4.2 进油口相连;第一、第二限压单向阀 3.1、3.2 进油口分别经管路 23、25 与双向变量泵 2 两端油口相连;

[0014] 本发明的工作原理如下:

[0015] 电机 1 得电启动,驱动双向变量泵 2 转动,调节变量机构,使变量泵 2 从回油管 14 中吸油,变量泵 2 打出的压力油通过管路 15 送到管路 16.1、16.2、16.3、16.4、16.5、16.6、21。

[0016] 当盾构在软质地层中掘进时,其刀盘驱动的典型工况为低速大扭矩。此时,二位二通换向阀 9.1、9.2、9.3、9.4、9.5、9.6 的电磁铁得电,二位三通换向阀 10.1、10.2、10.3、10.4、10.5 的电磁铁断电,管路 16.1、16.2、16.3、16.4、16.5、16.6 中的高压油分别经过二位二通换向阀 9.1、9.2、9.3、9.4、9.5、9.6,管路 17.1、17.2、17.3、17.4、17.5、17.6,液压马达 11.1、11.2、11.3、11.4、11.5、11.6,管路 20.1、20.2、20.3、20.4、20.5、18.6 汇集到回油管路 14。由于各驱动液压马达并连接,在泵输出流量一定的情况下,进入每个液压马达的流量之和等于泵输出流量,每个液压马达两端的压差为系统工作压力,适合低转速大扭矩工况。

[0017] 当盾构在硬质地层中掘进时,其刀盘驱动的典型工况为高速小扭矩。此时,二位二通换向阀 9.1 的电磁铁得电,二位二通换向阀 9.2、9.3、9.4、9.5、9.6 的电磁铁断电,二位三通换向阀 10.1、10.2、10.3、10.4、10.5 的电磁铁得电,管路 15 中的高压油经管路 16.1、二位二通换向阀 9.1、管路 17.1、液压马达 11.1、管路 18.1、二位三通换向阀 10.1、管路 19.1、液压马达 11.2、管路 18.2、二位三通换向阀 10.2、管路 19.2、液压马达 11.3、管路 18.3、二位三通换向阀 10.3、管路 19.3、液压马达 11.4、管路 18.4、二位三通换向阀 10.4、管路 19.4、液压马达 11.5、管路 18.5、二位三通换向阀 10.5、管路 19.5、液压马达 11.6、管路 18.6 流回到管路 14。由于各驱动液压马达串连接,在泵输出流量一定的情况下,进入每个液压马达的流量等于泵输出流量,各个液压马达两端的压差之和等于系统工作压力,适合高转速小扭矩工况。

[0018] 当双向变量泵 2 的两端油口互换时,管路 15 变为回油管,管路 14 变为高压油管,各油路中液压油的流动方向与上述情况相反,此时液压马达在并联或串联方式下实现反向旋转,其工作原理与前述情况相同

[0019] 单向阀 3.1、3.2 与安全阀 4.1 组成限压回路,当管路 15 为压油管时,管路 15 中的液压油经管路 23、单向阀 3.1、管路 26 流至安全阀 4.1 进油口,当系统压力超过安全阀设定压力时,安全阀 4.1 打开,管路 26 中的一部分液压油流到补油管路 30 中,系统实现卸压。当管路 14 为压油管时,管路 14 中的液压油经管路 25、单向阀 3.2、管路 24 流至安全阀 4.1 进油口,实现限压保护。

[0020] 电机 6 驱动补油泵 7 从油箱 8 吸油,压力油经过管路 31 至管路 30、溢流阀 4.2 进油口。当管路 14 为回油管路时,管路 30 中的液压油压力高于管路 14 中液压油压力,管路 30 中的液压油经单向阀 5.2 流进管路 14 进行补油。当管路 15 为回油管路时,管路 30 中的液压油压力高于管路 15 中液压油压力,管路 30 中的液压油经单向阀 5.1 流进管路 15 进行补油。系统的补油压力由溢流阀 4.2 设定,补油系统多余流量经溢流阀 4.2、管路 33 流回油箱。

[0021] 压力传感器 12 在梭阀 13 的作用下能够始终检测到液压系统中高压腔的压力,此信号可实时反馈给控制系统,调节双向变量泵 2 的变量机构,改变泵的排量,构成负载敏感系统,使系统更加节能。

[0022] 由于本系统所采用的泵和马达排量均可变,因此不仅可以通过改变马达的连接方式实现盾构刀盘在不同工况下高低转速的切换,而且在每一种连接方式下,通过调节变量泵和变量马达的排量调节机构,可以实现高速工况和低速工况下的无级调速。

[0023] 上述具体实施方式用来解释说明本发明,而不是对本发明进行限制,在本发明的精神和权利要求的保护范围内,对本发明作出的任何修改和改变,都落入本发明的保护范围。

