

# (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201696054 U

(45) 授权公告日 2011. 01. 05

(21) 申请号 201020192272. 3

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2010. 05. 17

(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

专利权人 杭州锅炉集团股份有限公司  
杭州杭锅通用设备有限公司

(72) 发明人 龚国芳 周如林 汪慧 刘怀印  
应群伟

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公  
司 33200

代理人 周烽

(51) Int. Cl.

E21D 9/093(2006. 01)

F15B 1/02(2006. 01)

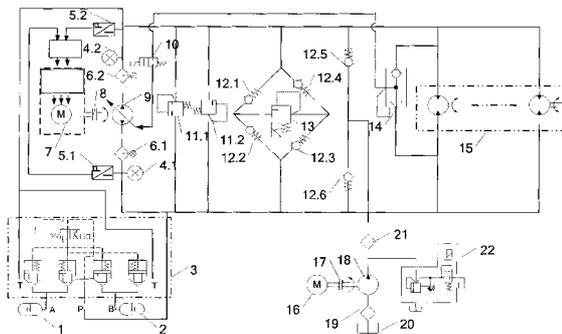
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

## (54) 实用新型名称

一种变转速变排量复合控制的刀盘闭式液压驱动系统

## (57) 摘要

本实用新型公开了一种变转速变排量复合控制的刀盘闭式液压驱动系统,本实用新型主油路采用的是变转速控制作为一级调速控制,变排量调速控制作为第二级调速控制的泵控马达闭式系统,变频调速节能效果好,效率高,变排量泵控马达闭式系统减少了溢流损失和节流损失,提高了系统的效率,同时可以弥补当变频调速范围超出泵的极限转速的限制;由于刀盘转速范围广,功率变化范围大,变转速变排量复合控制拓宽了刀盘的调速范围;单向阀和比例溢流阀的组合可以使得刀盘双向压力连续可调;变量泵两端蓄能器的安装可以吸收系统油液的冲击震动,减小了系统的装机功率。



1. 一种变转速变排量复合控制的刀盘闭式液压驱动系统,其特征在于,包括高压蓄能器(1)、低压蓄能器(2)、二位四通插装阀(3)、第一压力表(4.1)、第二压力表(4.2)、第一压力传感器(5.1)、第二压力传感器(5.2)、第一过滤器(6.1)、第二过滤器(6.2)、变频器和第一电机(7)、第一联轴器(8)、双向变量泵(9)、电磁截止阀(10)、第一安全阀(11.1)、第二安全阀(11.2)、第一单向阀(12.1)、第二单向阀(12.2)、第三单向阀(12.3)、第四单向阀(12.4)、第五单向阀(12.5)、第六单向阀(12.6)、比例溢流阀(13)、梭阀(14)、马达组(15)、第二电机(16)、第二联轴器(17)、定量泵(18)、吸油口过滤器(19)、油箱(20)、出油口过滤器(21)、电磁溢流阀(22);其中,所述变频器和第一电机(7)通过第一联轴器(8)与双向变量泵(9)刚性连接;双向变量泵(9)的吸油口与带油讯发生装置的吸油口过滤器(6.1)连通;双向变量泵(9)的出油口与带有油讯发生装置的出油口过滤器(6.2)进油口连接,出油口过滤器(6.2)出油口与主油路连接;二位四通插装阀(3)的进油口T、第一单向阀(13.1)一端、第四单向阀(13.4)一端、第五单向阀(13.5)一端、第一安全阀(11.1)一端、第二安全阀(11.2)一端、第二压力表(4.2)和马达组(16)的一端与主油路连接,二位四通插装阀(3)的P口、第一压力表(4.1)另一端、第一安全阀(11.1)另一端、第二安全阀(11.2)的另一端、第二单向阀(12.2)一端、第三单向阀(12.3)一端、第六单向阀(12.6)一端和马达组(16)的另一端与主回油路连接;第一单向阀(12.1)的另一端、第二单向阀(12.2)另一端和比例溢流阀(13)的出口端连接;第三单向阀(12.3)另一端、第四单向阀(12.4)另一端和比例溢流阀(13)进油口相连;梭阀(15)的一个进油口和马达组(16)的一端连接,梭阀(15)的另一个进油口和马达组(16)的另一端连接,梭阀(15)的出口同电磁截止阀(10)相连,电磁截止阀(10)的另一端同双向变量泵(9)的控制口相连接;定量泵(18)通过第二联轴器(17)和第二电机(16)刚性连接,定量泵(18)的吸油口和吸油口过滤器(19)的排油口连接,定量泵(18)的排油口分别与出油口过滤器(21)的排油口和电磁溢流阀(22)的一端连接;出油口过滤器(21)的另一端分别与第五单向阀(12.5)另一端和第六单向阀(12.6)另一端相连接、电磁溢流阀(22)出油口分别与吸油口过滤器(19)的吸油口与和油箱(20)连接。

## 一种变转速变排量复合控制的刀盘闭式液压驱动系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种流体压力执行机构,尤其涉及一种采用变转速变排量复合控制的盾构刀盘闭式节能液压控制系统。

### 背景技术

[0002] 盾构掘进机是一种专用于地下隧道工程施工的现代化高科技掘进装备。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。此外,盾构在满足复杂路线掘进方面也发挥着其它掘进形式不可替代的作用。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,刀盘转动负责切削前方的土体,刀盘系统所需能量大,在盾构机中扮演越来越重要的作用,同推进系统、螺旋输送机、管片拼装系统构成了完整的盾构机。这几部分系统同步运作、紧密配合,共同完成盾构掘进任务。由于盾构工作条件恶劣且负载很大,刀盘系统、推进系统、螺旋系统、管片拼装系统均采用液压驱动。

[0004] 盾构刀盘驱动是一种典型的大功率、大负载工况,根据不同的地质条件刀盘转速变化范围大,功率变化范围广,在能耗如此大的系统中,工作效率对系统性能而言是一个极其重要的影响因素。传统盾构刀盘中大多采用阀控方式,开式系统,该控制方式从一定程度上会造成很大的节流和溢流损失,最终造成系统整体效率降低和能量的损失。系统效率低不仅浪费了能量、影响了设备寿命,而且恶化了施工环境,带来诸多不利因素。相对于阀控系统而言泵控马达的闭式容积调速系统虽然能够调高系统的效率,但是单独泵控系统会限制调速的范围,同时有响应慢,存在滞后的缺点,压力不能连续可调。单独的变转速控制会受到泵转速极限的限制,这些问题在一些情况下可能影响了盾构的整体性能的提高,因此如何在确保盾构掘进系统正确高效完成掘进任务的情况下实现液压系统的实现快速响应性和拓宽刀盘调速范围是盾构掘进中的一个关键技术问题。

### 实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的是为了克服现有盾构刀盘系统在施工过程中存在系统响应慢、刀盘调速范围受限的问题,提供了一种变转速变排量复合控制的刀盘闭式液压驱动系统。

[0006] 本实用新型的目的和效果是通过以下技术方案来实现的:一种变转速变排量复合控制的刀盘闭式液压驱动系统,包括:高压蓄能器、低压蓄能器、二位四通插装阀、第一压力表、第二压力表、第一压力传感器、第二压力传感器、第一过滤器、第二过滤器、变频器和第一电机、第一联轴器、双向变量泵、电磁截止阀、第一安全阀、第二安全阀、第一单向阀、第二单向阀、第三单向阀、第四单向阀、第五单向阀、第六单向阀、比例溢流阀、梭阀、马达组、第二电机、第二联轴器、定量泵、吸油口过滤器、油箱、出油口过滤器、电磁溢流阀。

[0007] 变频器和第一电机通过第一联轴器与双向变量泵刚性连接,双向变量泵的吸油口

与带油讯发生装置的吸油口过滤器连通,双向变量泵的出油口与带有油讯发生装置的出油口过滤器进油口连接,出油口过滤器出油口与主油路连接;二位四通插装阀的进油口 T、第一单向阀一端、第四单向阀一端、第五单向阀一端、第一安全阀一端、第二安全阀一端、第二压力表和马达组的一端与主油路连接,二位四通插装阀的 P 口、第一压力表、第一安全阀另一端、第二安全阀的另一端、第二单向阀一端、第三单向阀一端、第六单向阀一端和马达组的另一端与主回油路连接;第一单向阀的另一端、第二单向阀另一端和比例溢流阀的出口端连接;第三单向阀另一端、第四单向阀另一端和比例溢流阀进油口相连;梭阀的一个进油口和马达组的一端连接,梭阀的另一个进油口和马达组的另一端连接,梭阀的出口同电磁截止阀相连,电磁截止阀的另一端同双向变量泵的控制口相连接;定量泵通过第二联轴器和第二电机刚性连接,定量泵的吸油口和吸油口过滤器的排油口连接,定量泵的排油口分别与出油口过滤器的排油口和电磁溢流阀的一端连接;出油口过滤器的另一端分别与第五单向阀另一端和第六单向阀另一端相连接、电磁溢流阀出油口分别与吸油口过滤器的吸油口与和油箱连接。

[0008] 本实用新型与背景技术相比,具有的有益效果是:

[0009] 1) 通过单向阀和比例溢流阀的组合可以实现盾构刀盘在正反过程中,实现系统压力的连续可调。

[0010] 2) 在掘进过程中,变转速调速控制作为第一级,传递效率高,响应快,当系统转速受到限制时,可以通过调节变量泵的排量进行控制,大大提高的刀盘的转速范围。

[0011] 3) 通过梭阀将马达两端较高的压力作为反馈压力来调节泵的排量,响应高,反应快。

[0012] 4) 蓄能器的出油口可以根据刀盘的正反转可以及时通过控制二位四通插装阀来改变方向,始终能将高压蓄能器和高压端连接,低压蓄能器和低压端连接,蓄能器在关键时候可以充当辅助能源的作用,同时在遇到冲击负载的时候可以很好的吸收震动,减小装机功率。

[0013] 5) 液压系统采用闭环系统,故油液循环流动,所需要的油箱较小,同时占用空间比较小,这对于地下施工的盾构掘进而言具有一定的实用价值。

### 附图说明

[0014] 图 1 是本实用新型变转速变排量复合控制的刀盘闭式液压驱动系统原理图;

[0015] 图中:高压蓄能器 1、低压蓄能器 2、二位四通插装阀 3、第一压力表 4.1、第二压力表 4.2、第一压力传感器 5.1、第二压力传感器 5.2、第一过滤器 6.1、第二过滤器 6.2、变频器和第一电机 7、第一联轴器 8、双向变量泵 9、电磁截止阀 10、第一安全阀 11.1、第二安全阀 11.2、第一单向阀 12.1、第二单向阀 12.2、第三单向阀 12.3、第四单向阀 12.4、第五单向阀 12.5、第六单向阀 12.6、比例溢流阀 13、梭阀 14、马达组 15、第二电机 16、第二联轴器 17、定量泵 18、吸油口过滤器 19、油箱 20、出油口过滤器 21、电磁溢流阀 22。

### 具体实施方式

[0016] 下面根据附图详细描述本实用新型,本实用新型的目的和效果将变得更加明显。

[0017] 如图 1 所示,本实用新型变转速变排量复合控制的刀盘闭式液压驱动系统包括:

高压蓄能器 1、低压蓄能器 2、二位四通插装阀 3、第一压力表 4.1、第二压力表 4.2、第一压力传感器 5.1、第二压力传感器 5.2、第一过滤器 6.1、第二过滤器 6.2、变频器和第一电机 7、第一联轴器 8、双向变量泵 9、电磁截止阀 10、第一安全阀 11.1、第二安全阀 11.2、第一单向阀 12.1、第二单向阀 12.2、第三单向阀 12.3、第四单向阀 12.4、第五单向阀 12.5、第六单向阀 12.6、比例溢流阀 13、梭阀 14、马达组 15、第二电机 16、第二联轴器 17、定量泵 18、吸油口过滤器 19、油箱 20、出油口过滤器 21、电磁溢流阀 22。

[0018] 变频器和第一电机 7 通过第一联轴器 8) 与双向变量泵 9 刚性连接,双向变量泵 9 的吸油口与带油讯发生装置的吸油口过滤器 6.1 连通,双向变量泵 9 的出油口与带有油讯发生装置的出油口过滤器 6.2 进油口连接,出油口过滤器 6.2 出油口与主油路连接;二位四通插装阀 3 的进油口 T、第一单向阀 13.1 一端、第四单向阀 13.4 一端、第五单向阀 13.5 一端、第一安全阀 11.1 一端、第二安全阀 11.2 一端、第二压力表 4.2 和马达组 16 的一端与主油路连接,二位四通插装阀 3 的 P 口、第一压力表 4.1、第一安全阀 11.1 另一端、第二安全阀 11.2 的另一端、第二单向阀 12.2 一端、第三单向阀 12.3 一端、第六单向阀 12.6 一端和马达组 16 的另一端与主回油路连接;第一单向阀 12.1 的另一端、第二单向阀 12.2 另一端和比例溢流阀 13 的出口端连接;第三单向阀 12.3 另一端、第四单向阀 12.4 另一端和比例溢流阀 13 进油口相连;梭阀 15 的一个进油口和马达组 16 的一端连接,梭阀 15 的另一个进油口和马达组 16 的另一端连接,梭阀 15 的出口同电磁截止阀 10 相连,电磁截止阀 10 的另一端同双向变量泵 9 的控制口相连接;定量泵 18 通过第二联轴器 17 和第二电机 16 刚性连接,定量泵 18 的吸油口和吸油口过滤器 19 的排油口连接,定量泵 18 的排油口分别与出油口过滤器 21 的排油口和电磁溢流阀 22 的一端连接;出油口过滤器 21 的另一端分别与第五单向阀 12.5 另一端和第六单向阀 12.6 另一端相连接、电磁溢流阀 22 出油口分别与吸油口过滤器 19 的吸油口与和油箱 20 连接。

[0019] 本实用新型的工作过程如下:

[0020] 第一电机 7 得电启动,驱动双向变量泵 9 转动,双向变量泵 9 的吸油口同吸油口过滤器 19 相连从油箱 20 吸油,双向变量泵 9 排出的压力油通过出油口过滤器 21 送到恒压管路中,同时有一部分油液分别进入第一安全阀 11.1、第二安全阀 11.2、梭阀 14 和马达组 15 的的进油口,从单向阀和比例溢流阀 13 组成的桥路的一端进入到比例溢流阀 13 的进油口。双向变量泵 9 两端的压力传感器实时的检测系统压力并传递到调节器中,通过调节变频器的频率来改变电机转速来使得系统流量和压力相匹配。梭阀 14 是把马达组 15 两端的高压油经过电磁截止阀 10 引入到双向变量泵 9 控制口来控制排量,当变转速控制满足系统要求时,电磁截止阀 10 关闭,当变转速控制达到极限不能满足系统要求时,电磁截止阀 10 得电开通,通过马达组 15 高压端的控制油直接控制双向变量泵 9 来进行调速,这种液控直调方式能够提高响应速度。第一安全阀 11.1、第二安全阀 11.2 是用来保证液压油在正反向流动时候,保证在刀盘系统压力过高时来限制系统最高的压力即通过从高压油端进入低压油端。二位四通插装阀 3 与高压蓄能器 1 和低压蓄能器 2 的连接的目的主要是为了能够实现刀盘正反转时高低压蓄能器和双向变量泵 9 高低压端相匹配,更好的吸收震动和冲击,同时系统流量大,为了减小节流损失故选用插装阀设计。定量泵 18 系统主要是为了及时向系统内补充油液来补偿泄漏。比例溢流阀 13 用来保证系统压力的无级调节。第一单向阀 12.1、第二单向阀 12.2、第三单向阀 12.3、第四单向阀 12.4 的连接主要是为了在盾构刀盘

正反转过程中都能保证变量泵的排油口都能和比例溢流阀 13 的进油口相一致;第五单向阀 12.5、第六单向阀 12.6 主要是避免闭式系统中的液压油回流到定量泵 18 系统中来。

[0021] 由于盾构的工作地质环境是复杂多变的,所以我们分别以沙质地层,粘性土,硬岩地层等复合地质条件下来分析该系统原理。

[0022] 首先第二电机 16 启动,通过第二联轴器 17 带动定量泵 18 启动,定量泵 18 通过吸油口过滤器 19 从油箱 20 吸油,定量泵 18 的出油口通过出油口过滤器 21 进入闭式油路从而向闭式油路供油以补偿泄漏,当系统压力稳定时电磁溢流阀 22 得电,定量泵 18 卸荷从而减小溢流和节流损失,闭式系统压力不足时,电磁溢流阀 22 得电对闭式系统进行供油。第二电机 16 正转时,双向变量泵 9 顺时针转动,油液在系统中也是顺时针转动,此时双向变量泵 9 上端压力高于下端压力,此时二位四通插装阀 3 上的电磁阀得电使得高压蓄能器 1 和双向变量泵 9 的上端相连,低压蓄能器 2 和双向变量泵 9 的下端相连;当第二电机 16 转速相反时,二位四通插装阀 3 上的电磁阀失电,由于弹簧的作用使其工作在左位,由于第二电机 16 转速相反,双向变量泵 9 下端压力高于上端压力,使得高低压蓄能器仍和变量泵的高低压端相一致。

[0023] 以第二电机 16 正转为例,变量泵的排出油通过第二过滤器 6.2,经第二压力表 4.2 进入主油路,一分支直接到达马达组 15 的进油口,流经马达组 15 后进入到回油区;另一支路通过第四单向阀 12.4 进入到比例溢流阀 13 的入口,有一部分从比例溢流阀 13 溢流出来,经第二单向阀 12.2 进入回油区;其余支路分别连接到第一安全阀 11.1 进油口、第二安全阀 11.2 的回油口。回油路的油液经过第一过滤器 6.1、第一压力表 4.1 进入到双向变量泵 9 的吸油口。

[0024] 盾构在不同的地质中进行掘进时,由于不同的地质中液压系统所需要的参数比如压力、流量变化很大,故其调节的范围也很大,当从一种地质进入到另一种地质过程中,系统参数往往变化很大。

[0025] 当盾构机在沙质地层工作的时候,在沙质地层中由于含水量比较低,故其土质粘性比较低,同时运动对周围土体扰动较大,这种工况下刀盘所受扭矩比较低,同时转速中等,这时候比例溢流阀 13 的压力调定为中等,同时变转速控制能够满足系统要求,电磁截止阀 10 关闭,通过变转速调速控制能满足系统要求。当进入到硬岩区时候,转速提高,推进位移减小,扭矩减小,由于考虑到变转速调速有一定滞后现象,这时候,通过调节电磁截止阀 10 使之得电,当负载压力变化时,通过液控直调首先改变转速,当稳定后通过变转速控制来调节,当系统调节转速范围受到限制,变转速和变排量控制同时作用,可以拓宽调速范围。当盾构刀盘工作在粘土层时候,该地层的工作特点是转速较低,扭矩较大,而且刀盘的转动对周围土体扰动比较大,此时调节比例溢流阀 13 的压力为重载模式,同时转速偏低,故此时实行调节变转速控制可以满足系统要求,在掘进过程中由于负载的随机性和多变性,可以实时的调节系统流量和压力以满足和地质状况实时适应,通过蓄能器可以吸收系统的一些冲击振动,使系统稳定运行。

[0026] 梭阀 14 的作用主要是为了提取进油路和回油路的高压油来调节变量泵的排量,实现负载敏感和恒压控制。第二单向阀 12.2 和第三单向阀 12.3 起到防止油液倒流同时起到防吸空作用。

[0027] 上述具体实施方式用来解释说明本实用新型,而不是对本实用新型进行限制,在

本实用新型的精神和权利要求的保护范围内,对本实用新型作出的任何修改和改变,都落入本实用新型的保护范围。

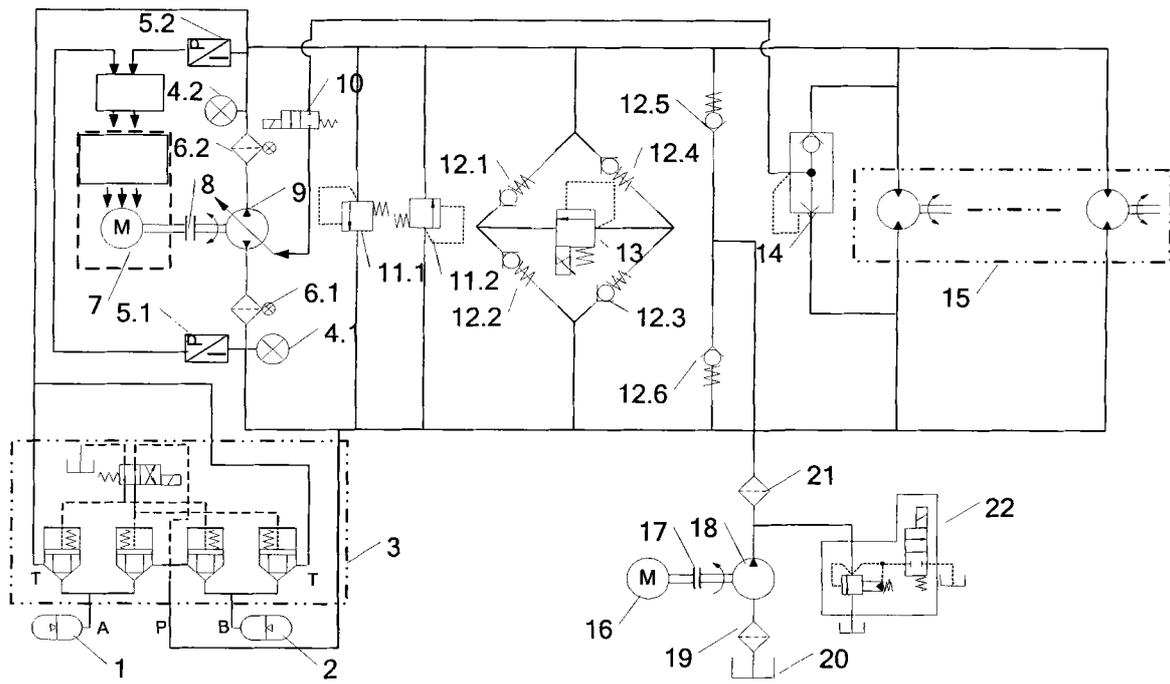


图 1