



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103727099 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 17

(21) 申请号 201310716992. 3

CN 201448313 U, 2010. 05. 05, 说明书第 1-9

(22) 申请日 2013. 12. 24

段,附图 1.

(73) 专利权人 浙江大学

CN 202388384 U, 2012. 08. 22, 说明书第

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38 号

1-21 段,附图 3.

(72) 发明人 龚国芳 吴伟强 彭雄斌 杨华勇
张千里

GB 2334310 A, 1999. 08. 18, 全文 .

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

CN 102979769 A, 2013. 03. 20, 全文 .

代理人 张法高

CN 202707069 U, 2013. 01. 30, 全文 .

CN 103267034 A, 2013. 08. 28, 全文 .

审查员 尹琴

(51) Int. Cl.

F15B 21/08(2006. 01)

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

F15B 13/06(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203655795 U, 2014. 06. 18, 全文 .

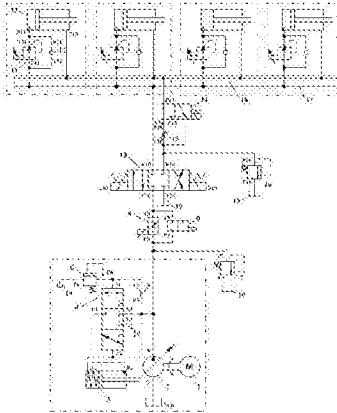
CN 103291314 A, 2013. 09. 11, 说明书第
1-19 段,附图 1.

(54) 发明名称

压力流量全过程适应的 TBM 推进液压系统

(57) 摘要

本发明公开了一种压力流量全过程适应的 TBM 推进液压系统。包括电机、变量泵、变量缸、三位三通换向阀、节流口、溢流阀、安全阀、比例调速阀、两位两通换向阀、三位四通比例换向阀、四个比例减压阀、四个单向阀、四个液压缸、两位三通换向阀、可变节流口、比例溢流阀、进油管、回油管、油箱。本发明采用比例调速阀一级调节系统流量，各个推进液压缸采用独立的比例减压阀控制，可在 TBM 快速推进、正常推进、快速回退全过程中实时协调控制。采用压力流量全过程适应的 TBM 推进液压系统能够适应复杂地质环境掘进工况，适合于各种地质条件下推进支撑换步全过程硬岩掘进装备推进运动控制。



1. 一种压力流量全过程适应的 TBM 推进液压系统, 其特征在于包括油源和并联放置的 4 个液压缸, 油源包括电动机(1)、变量泵(2)、变量缸(3)、三位三通换向阀(4)、节流口(5)、溢流阀(6)、安全阀(7)、比例调速阀(8)、两位两通换向阀(9)、三位四通比例换向阀(10)、二位三通换向阀(14)、可变节流口(15)、比例溢流阀(16)、进油管(17)、回油管(18)和油箱(19); 每个液压缸包括比例减压阀(11)、单向阀(12)、液压缸(13), 油源与液压缸的连接关系为: 电动机(1)与变量泵(2)刚性连接, 变量泵(2)的吸油口(S)与油箱(19)连通; 变量泵(2)的出油口(P)与变量缸(3)的第一油口(A3)、三位三通换向阀(4)的第二油口(A4)、节流口(5)的进油口(P5)、三位三通换向阀(4)的先导控制油口(x2)、安全阀(7)的进油口(P7)、比例调速阀(8)的进油口(P8)、两位两通换向阀(9)的第一油口(P9)相连; 变量缸(3)的第二油口(B3)与三位三通换向阀(4)的第一油口(P4)相连; 节流口(5)的出油口(T5)与溢流阀(6)的进油口(P6)、三位三通换向阀(4)的先导控制油口(x1)连通; 三位三通换向阀(4)的第三油口(T4)、溢流阀(6)的出油口(T6)、安全阀(7)的出油口(T7)与油箱(19)连通; 比例调速阀(8)的出油口(T8)与两位两通换向阀(9)的第二油口(T9)、三位四通比例换向阀(10)的第一油口(P10)连通; 三位四通比例换向阀(10)的第二油口(A10)、比例减压阀(11)的进油口(P11)、单向阀(12)的第二油口(T12)与进油管(17)连通; 比例减压阀(11)的出油口(T11)与单向阀(12)的第一油口(P12)、液压缸(13)的第一油口(P13)连通; 液压缸(13)的第二油口(T13)、二位三通换向阀(14)的第一油口(P14)与回油管(18)连通; 二位三通换向阀(14)的第二油口(A14)与可变节流口(15)的进油口(P15)连通; 二位三通换向阀(14)的第三油口(B14)与可变节流口(15)的出油口(T15)、三位四通比例换向阀(10)的第三油口(B10)、比例溢流阀(16)的进油口(P16)连通; 三位四通比例换向阀(10)的第四油口(T10)、比例溢流阀(16)的出油口(T16)与油箱(19)连通。

压力流量全过程适应的 TBM 推进液压系统

技术领域

[0001] 本发明涉及流体压力执行机构,尤其涉及一种压力流量全过程适应的 TBM 推进液压系统。

背景技术

[0002] 硬岩隧道掘进机(Tunnel Boring Machine,简称 TBM)。它是一种靠电力或液力驱动掘进刀盘旋转,在推进系统作用下刀盘向岩层顶进,同时依靠刀盘上的盘形滚刀挤压破碎岩石,从而使隧洞全断面一次开挖成形的大型工程机械。TBM 集掘进、出渣、初期支护、通风除尘为一体,掘进速度快、施工质量稳定、安全作业条件好,对生态环境影响小。

[0003] TBM 推进支撑系统具备推进、支撑、换步、调向的功能。由于围岩环境不确定性、强冲击、强振动,在任何围岩条件下产生稳定的大推力,高效的传递和精准的姿态控制成为推进系统的制约条件。工程中易发生大梁焊缝开裂、密封件失效、侧壁撑不住、构件易损伤等技术问题。为解决能量利用率低、工效低的难题,推进电液控制参数优化是 TBM 工程应用的新挑战。

[0004] TBM 一般可分为开敞式 TBM 和护盾式 TBM 两大类型。开敞式 TBM 目前主要有两种结构形式:一种为前后共有两组“X”形支撑的双支撑(凯氏)TBM;另一种为单支撑主梁开敞式 TBM。从地质角度来讲,软弱围岩所占比例较大的隧道一般选用护盾式 TBM,而岩石稳定性好的隧道右边选用开敞式 TBM。在传统单支撑主梁开敞式 TBM 中,四个 TBM 推进液压缸通过共同的压力油来控制,四个液压缸进行联动。而在实际隧道掘进过程中,由于测量误差以及掘进负载不均匀,TBM 推进是沿着隧洞设计轴线且略微偏移设计轴线并不断纠偏的过程。在 TBM 支撑推进换步全过程中,若能对四个液压缸进行独立控制,就能实现及时的 TBM 姿态控制。在隧道弯道处也能使 TBM 更快更精准地沿设计轴线弯道掘进,避免全过程的液压能量浪费。传统的四缸同时联动的推进液压系统设计,无法满足 TBM 姿态调整和纠偏时四个推进油缸行程不一致的广义同步,影响隧洞质量,推进效率得不到有效提高。

发明内容

[0005] 为了克服现有的 TBM 施工过程中存在的效率低下、纠偏不及时等问题,兼顾满足硬岩掘进施工要求,本发明提供了一种压力流量全过程适应的 TBM 推进液压系统,既可以实现推进压力和推进流量的协调控制,增加推进系统自动纠偏的灵活性,又可以解决推进系统各个液压缸协同控制效率低的问题。

[0006] 本发明解决技术问题所采用的技术方案是:

[0007] 压力流量全过程适应的 TBM 推进液压系统包括油源和并联放置的 4 个液压缸,油源包括电动机、变量泵、变量缸、三位三通换向阀、节流口、溢流阀、安全阀、比例调速阀、两位两通换向阀、三位四通比例换向阀、二位三通换向阀、可变节流口、比例溢流阀、进油管、回油管和油箱;每个液压缸包括比例减压阀、单向阀、液压缸,油源与液压缸的连接关系为:电动机与变量泵刚性连接,变量泵的吸油口与油箱连通;变量泵的出油口与变量缸的第一

油口、三位三通换向阀的第二油口、节流口的进油口、三位三通换向阀的先导控制油口、安全阀的进油口、比例调速阀的进油口、两位两通换向阀的第一油口相连；变量缸的第二油口与三位三通换向阀的第一油口相连；节流口的出油口与溢流阀的进油口、三位三通换向阀的先导控制油口连通；三位三通换向阀的第三油口、溢流阀的出油口、安全阀的出油口与油箱连通；比例调速阀的出油口与两位两通换向阀的第二油口、三位四通比例换向阀的第一油口连通；三位四通比例换向阀的第二油口、比例减压阀的进油口、单向阀的第二油口与进油管连通；比例减压阀的出油口与单向阀的第一油口、液压缸的第一油口连通；液压缸的第二油口、二位三通换向阀的第一油口与回油管连通；二位三通换向阀的第二油口与可变节流口的进油口连通；二位三通换向阀的第三油口与可变节流口的出油口、三位四通比例换向阀的第三油口、比例溢流阀的进油口连通；三位四通比例换向阀的第四油口、比例溢流阀的出油口与油箱连通。

[0008] 本发明与背景技术相比，具有的有益效果是：

[0009] 1) 各个液压缸动力参数(压力和流量)全过程实时独立可调，增加系统姿态控制和推进纠偏的灵活性。

[0010] 2) 各个液压缸可根据串接的比例减压阀进行实时独立调节，在不均匀地质或负载不均布围岩环境下，可依据岩层特征或在线检测实时调节各缸的压力，从而实现各缸推进力和推进速度自适应。同时，在隧洞弯道处掘进，左右两组液压缸行程相差较大时，系统能通过智能控制对各个液压缸调节压力区别控制，降低控制难度，提高运动控制精度，提高系统效率，在长距离隧道施工过程中节能效果突出。

附图说明

[0011] 图 1 :压力流量全过程适应的 TBM 推进液压系统结构示意图；

[0012] 图中：电动机 1、变量泵 2、变量缸 3、三位三通换向阀 4、节流口 5、溢流阀 6、安全阀 7、比例调速阀 8、两位两通换向阀 9、三位四通比例换向阀 10、比例减压阀 11、单向阀 12、液压缸 13、二位三通换向阀 14、可变节流口 15、比例溢流阀 16、进油管 17、回油管 18、油箱 19。

具体实施方式

[0013] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0014] 压力流量全过程适应的 TBM 推进液压系统包括油源和并联放置的 4 个液压缸，油源包括电动机 1、变量泵 2、变量缸 3、三位三通换向阀 4、节流口 5、溢流阀 6、安全阀 7、比例调速阀 8、两位两通换向阀 9、三位四通比例换向阀 10、二位三通换向阀 14、可变节流口 15、比例溢流阀 16、进油管 17、回油管 18 和油箱 19；每个液压缸包括比例减压阀 11、单向阀 12、液压缸 13，油源与液压缸的连接关系为：电动机 1 与变量泵 2 刚性连接，变量泵 2 的吸油口 S 与油箱 19 连通；变量泵 2 的出油口 P 与变量缸 3 的第一油口 A3、三位三通换向阀 4 的第二油口 A4、节流口 5 的进油口 P5、三位三通换向阀 4 的先导控制油口 x2、安全阀 7 的进油口 P7、比例调速阀 8 的进油口 P8、两位两通换向阀 9 的第一油口 P9 相连；变量缸 3 的第二油口 B3 与三位三通换向阀 4 的第一油口 P4 相连；节流口 5 的出油口 T5 与溢流阀 6 的进油口 P6、三位三通换向阀 4 的先导控制油口 x1 连通；三位三通换向阀 4 的第三油口 T4、溢流阀 6 的出油口 T6、安全阀 7 的出油口 T7 与油箱 19 连通；比例调速阀 8 的出油口 T8 与两位

两通换向阀 9 的第二油口 T9、三位四通比例换向阀 10 的第一油口 P10 连通；三位四通比例换向阀 10 的第二油口 A10、比例减压阀 11 的进油口 P11、单向阀 12 的第二油口 T12 与进油管 17 连通；比例减压阀 11 的出油口 T11 与单向阀 12 的第一油口 P12、液压缸 13 的第一油口 P13 连通；液压缸 13 的第二油口 T13、二位三通换向阀 14 的第一油口 P14 与回油管 18 连通；二位三通换向阀 14 的第二油口 A14 与可变节流口 15 的进油口 P15 连通；二位三通换向阀 14 的第三油口 B14 与可变节流口 15 的出油口 T15、三位四通比例换向阀 10 的第三油口 B10、比例溢流阀 16 的进油口 P16 连通；三位四通比例换向阀 10 的第四油口 T10、比例溢流阀 16 的出油口 T16 与油箱 19 连通。

[0015] 本发明的工作原理如下：

[0016] 电动机 1 得电启动，驱动变量泵 2 转动，变量泵 2 通过吸油口 S 从油箱吸油，变量泵 2 打出的压力油通过出油口 P 分别进入变量缸 3 的油口 A3、三位三通换向阀 4 的油口 A4、节流口 5 的油口 P5、三位三通换向阀 4 的油口 x2、安全阀 7 的进油口 P7、比例调速阀 8 的油口 P8 以及两位两通换向阀 9 的油口 P9。

[0017] TBM 向前推进时，两位两通换向阀 9 失电，泵出口压力油经过比例调速阀 8 油口 P8 流进，从比例调速阀 8 的油口 T8 流出，流入三位四通比例换向阀 10 的油口 P10、两位两通换向阀的油口 T9。三位四通比例换向阀 10 的先导阀电磁铁 a10 得电，压力油从三位四通比例换向阀 10 的油口 A10 流向进油管 17。从进油管 17 流出的压力油，流入比例减压阀 11 的油口 P11、单向阀 12 的油口 T12，单向阀 12 反向不导通。从 P11 流入的压力油经比例减压阀 11 的油口 T11 流出，经液压缸 13 油口 P13 进入液压缸 13 无杆腔，推动液压缸前进。回油经过液压缸 13 油口 T13 进入回油管 18。从回油管 18 流出的油经过二位三通换向阀 14 和可变节流口 15 进入三位四通比例换向阀 10 的油口 B10、比例溢流阀 16 的油口 P16。最终回油经过三位四通比例换向阀 10 油口 B10T10 流回油箱 19。

[0018] 变量泵 2 带压力补偿环节，在推进过程中系统压力保持恒定。变量缸 3 的油口 A3、B3 分别与泵出口 P 以及三位三通换向阀 4 的油口 P4 相连。系统压力升高时，三位三通换向阀 4 控制油口 x2 控制压力增大，阀 4 工作在下位，变量缸 3 左腔压力大于右腔压力，缸杆右移，变量泵 3 排量减小，系统压力减小直至系统压力达调定值，三位三通换向阀 4 回到中位；系统压力降低时，三位三通换向阀 4 控制油口 x2 控制压力小于油口 x1 压力，阀 4 工作在上位，变量缸 3 右腔压力大于左腔压力，缸杆左移，变量泵 3 排量增大，系统压力增大直至系统压力达调定值，三位三通换向阀 4 回到中位。系统压力由溢流阀 6 调定，多余油液经溢流阀 6 油口 T6 流回油箱 19。

[0019] 液压缸推进有快速推进和正常推进两种工况。快速推进时，二位三通换向阀 14 电磁铁得电，阀 14 工作在右位。可变节流口 15 被短路，系统回油经二位三通换向阀 14 油口 P14B14、三位四通比例换向阀 10 的油口 B10T10 流回油箱，缸杆快速伸出。正常推进时，二位三通换向阀 14 电磁铁失电，阀 14 工作在左位。系统回油从二位三通换向阀 14 的油口 A14 流出，流入可变节流口 15 的油口 P15，经 T15 流入三位四通比例换向阀 10 的油口 B10T10 流回油箱，缸杆正常伸出。液压缸推进速度通过调节可变节流口 15 的开度来调节。

[0020] 当液压缸实现回退动作时时，两位两通换向阀 9 得电，经过比例调速阀 8 被短路，泵出口压力油从两位两通换向阀 9 流出，流入三位四通比例换向阀 10 的油口 P10。三位四通比例换向阀 10 的先导阀电磁铁 b10、二位三通换向阀 14 电磁铁得电，可变节流口 15 被

短路。压力油经三位四通比例换向阀 10 的油口 P10B10, 流经二位三通换向阀 14 的油口 B14P14, 流向回油管 18。压力油经液压缸 13 油口 T13 进入液压缸 13 有杆腔, 实现液压缸回退。此时比例减压阀 11 被短路, 回油经过单向阀 12, 流经进油管 17, 流入三位四通比例换向阀 10 的油口 A10T10, 最后流回油箱 19。

[0021] 回退过程中, 比例调速阀 8、可变节流口 15 以及比例减压阀 11 被短路, 减少系统的节流损失, 避免能量浪费, 实现快速回退。

[0022] 当系统压力超过设定安全压力时, 安全阀 7 开启, 变量泵 2 出油口 P 流出的油液经过安全阀 7 进油口 P7 流进安全阀 7, 从安全阀 7 的回油口 T7 流回油箱, 实现卸荷。

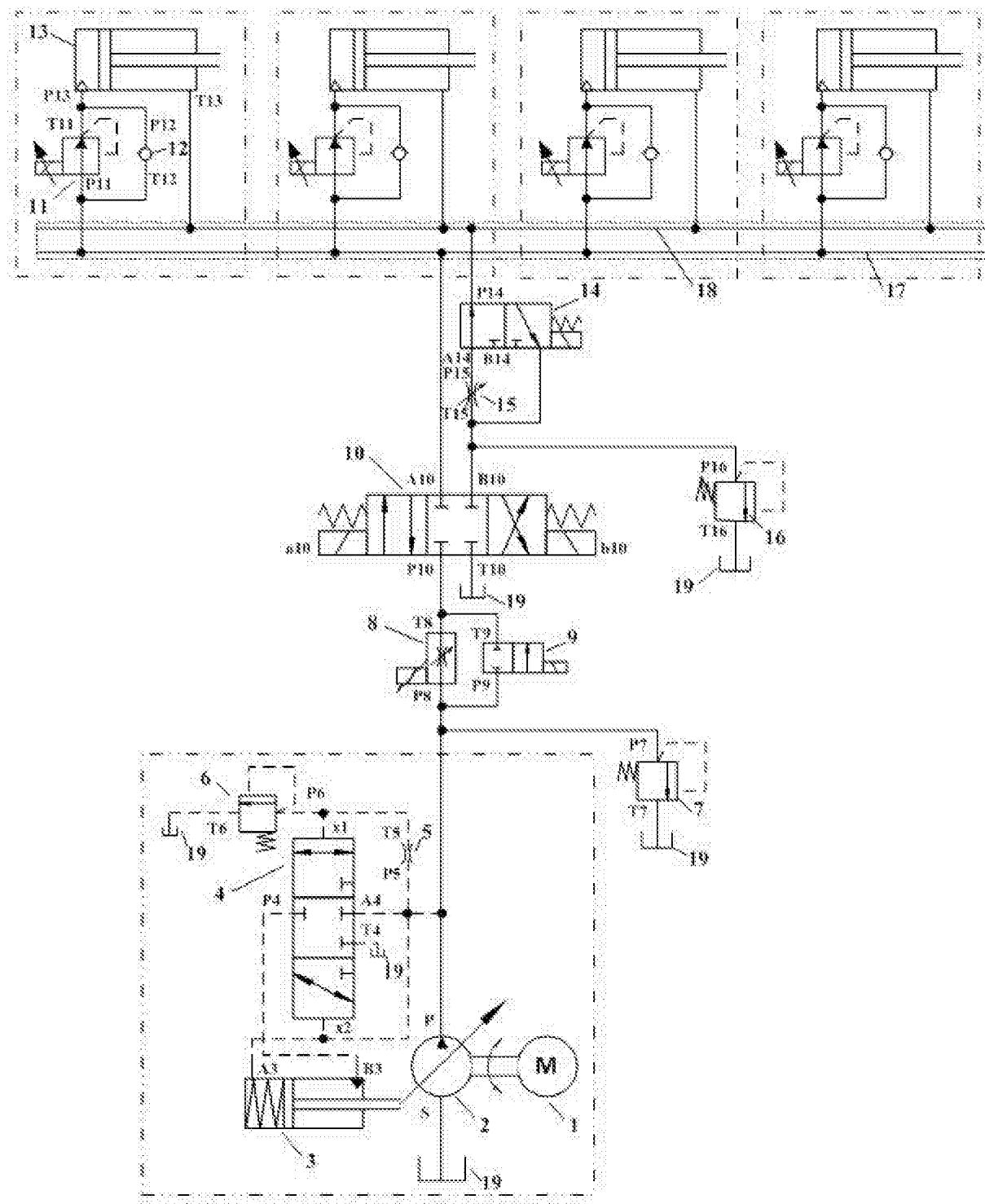


图 1