

ZDY4000BL 型液压钻机履带行走液压系统的设计

胡海峰, 陆惠明

(浙江杭钻机械制造股份有限公司, 浙江 杭州 310020)

摘要: 煤矿用履带式钻机是一种新型煤矿用液压钻机, 它能有效地改善钻机工作效率, 提高钻掘产量, 降低工作强度, 在煤矿行业起到了举足轻重的作用。以 ZDY4000BL 型煤矿用履带式全液压钻机为例, 根据目前履带行走驱动系统的形式, 及使用环境条件和制造成本的影响, 提出了一种行之有效的液压钻机履带行走液压系统。使用表明, 该型式能满足煤矿用履带式钻机的行走要求。

关键词: 煤矿; 液压钻机; 履带; 液压系统

中图分类号: P634.3⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2012)05-0039-03

Design of Crawler Travel Hydraulic System for Hydraulic Drill/HU Hai-feng, LU Hui-ming (Zhejiang Hangzhou Drilling Machine Manufactory Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang 310020, China)

Abstract: Crawler drill for coalmine is a new type hydraulic drill, which can greatly improve the working efficiency and reduce working strength. Take the example of ZDY4000BL crawler drill for coalmine, according to the form of present crawler travel system and considering the factors of environmental conditions and manufacturing cost, an effectual crawler travel hydraulic system is put forward for hydraulic drill, which can meet the travel requirement of crawler drill for coalmine.

Key words: coalmine; hydraulic drill; crawler; hydraulic system

0 引言

现有煤矿用全液压钻机主要由主机、泵站、操作台三大部件构成。煤矿井下搬迁时, 需要将主机、泵站分解成若干个小部件后, 待搬运至钻场后再进行组装。由于这种类型的液压钻机在移动时存在着搬迁费时费力, 其劳动强度大、辅助时间长等问题, 只能适用小型的、小转矩的钻机。但对于中大型的大转矩钻机, 随着钻机转矩的增加其重量也大幅度的增加, 靠人工搬迁显得尤为困难, 特别在煤矿井下。近几年, 随着煤矿行业的高效率生产和钻掘矛盾的日益凸显, 对瓦斯抽排放钻孔施工也提出了较高的要求, 即缩短钻机搬迁时间, 提高钻孔效率和钻机利用率。针对这种要求, 履带式钻机悄然诞生, 钻机可以在井下自行行走, 方便快捷的移动, 降低了工人劳动强度。

1 履带钻机液压系统类型或布局

履带行走液压系统大致上有定量系统、变量系统和定量、变量复合系统等 3 种类型, 其布局有 4 种。

布局 1: 单向变量泵 + 单向定量马达 + 输出变速箱(见图 1)。由于有输出变速箱, 因此离地面间

隙变小, 在凹凸不平的地面上行走将受影响。左右履带不能反转, 转弯半径比较大。实际应用中基本不采用此布局。

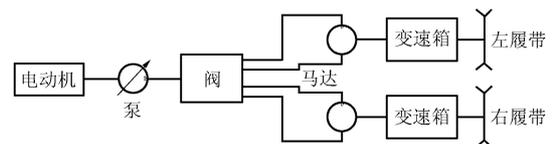


图 1 单向变量泵 + 单向定量马达 + 输出变速箱

布局 2: 单向变量泵 + 双向定量马达(见图 2)。液压系统较复杂, 操纵性能不好。目前有些大型钻机上有所使用。

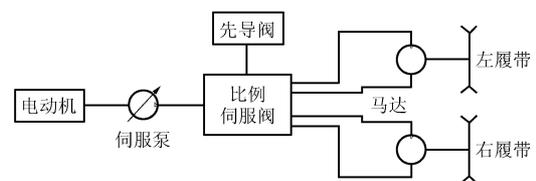


图 2 单向变量泵 + 双向定量马达

布局 3: 双联单向变量泵 + 双向定量马达(见图 3)。液压系统结构简单, 通过控制双联双向变量泵, 实现定量马达的无级变速, 通过双定量马达的正反转, 实现左右履带的正反转, 实现原地 360° 旋转, 转弯操纵性好, 通过性和机动性好。实际应用较为

收稿日期: 2011-12-26; 修回日期: 2012-03-27

作者简介: 胡海峰(1983-), 男(汉族), 浙江海盐人, 浙江杭钻机械制造股份有限公司助理工程师, 机械设计及其自动化专业, 从事煤矿钻探设备研发及试验工作, 浙江省杭州市凯旋路 445 号浙江物产国际广场 29 楼, huhaifeng_1219@163.com。

广泛,一般履带机械多采用此结构。

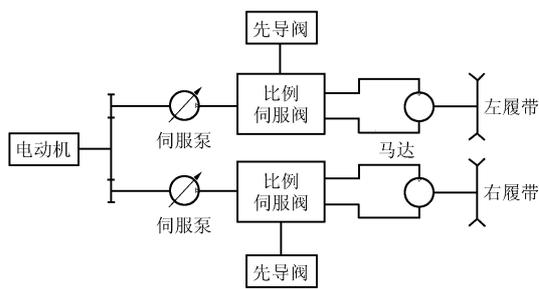


图3 双联单向变量泵+双向定量马达

布局4:电控发动机+双联双向变量泵+双向变量马达^[1](见图4)。液压系统复杂,通过自动控制系统,能实现履带向自动控制和无人化方向发展的要求,能实现履带的无级速度控制和无级转向控制。该系统能够改善履带的动力性、降低发动机排放污染、减少履带行走冲击、提高行走安全性。目前还在探索阶段中。

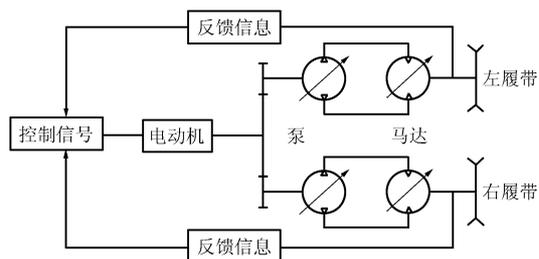


图4 电控发动机+双联双向变量泵+双向变量马达

根据目前煤矿工作环境的特点分析,笔者认为布局1和布局4由于条件和结构限制,一般不采用。布局2由于其复杂性,对钻机维修和使用都不是很方便。布局3系统结构简单,可操作性强,实用性强,但是其成本比较高。由此,我们采用了一种适合煤矿用液压钻机履带行走的新型液压系统,其特点是成本比较低,结构简单,可操作性强。

2 ZDY4000BL型履带式全液压钻机液压系统

2.1 方案及原理

考虑钻机的使用安全性和经济性,ZDY4000BL型煤矿用履带式全液压钻机的履带行走液压系统采用的是一种使用安全、简单和经济的方案(见图5)^[2]。

从原理图可以看出,该方案的履带工作传动路线为:电机→变量泵→单向阀→多路换向阀→分流阀→多路换向阀→左右履带马达。

多路换向阀16由比例先导阀15控制。

比例先导阀15的压力油由单向阀(即背压阀9)产生,能实现履带的前后行走比例控制。通过控

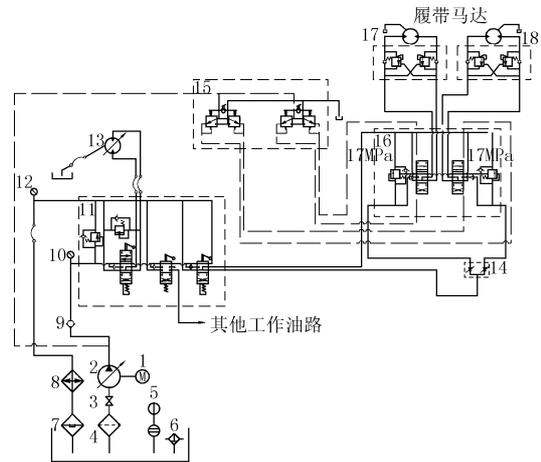


图5 ZDY4000BL型全液压钻机履带行走液压系统原理图

1—电机;2—变量泵;3—截止阀;4—吸油过滤器;5—液位液温计;6—空气滤清器;7—回油过滤器;8—冷却器;9—单向阀;10、12—压力表;11—多路换向阀;13—工作马达;14—分流阀;15—比例先导阀;16—多路换向阀;17、18—履带左右马达

制多路换向阀16的开口大小,实现履带前进、后退、转弯、原地360°旋转、单边360°转弯。

分流阀14的油由多路换向阀11的最后一块阀供给,最终通过多路换向阀16传递给履带左右马达。通过分流阀能保证左右履带行走快慢一致,基本能保证履带前后行走直行。

履带马达双向平衡阀17、18,能实现履带在斜坡上长期停留制动。

2.2 方案分析

由原理图(图5)可以看出,该系统是一个采用手动变量泵的典型容积调速回路。系统采用排量大小可以调节的轴向柱塞泵,能够满足履带行走马达快慢的调节,以适应各工况的工作条件。同时系统采用了分流阀,能保证左右履带马达在工况条件不一致的条件下供给流量的一致性,保证履带能够直线行走。同时履带能原地旋转360°,保证能在各种工况条件下使用。

该方案与上述布局形式相比,具有结构布置简单,可通过性、可操作性强,生产成本低的特点,能够满足煤矿井下行走的要求。

2.3 液压元件的选择

液压系统中的主要元件包括柱塞变量泵、履带马达、单向阀、多路换向阀、比例先导阀、分流阀、过滤器等,其中变量泵和履带马达需要根据钻机的整体性能要求,通过设计计算相应参数进行选择,而其他液压元件的选择,可以在满足需要的条件下,按照尽量节约成本的原则直接进行选取。

2.3.1 履带马达的选择

根据 ZDY4000BL 型煤矿用履带式全液压钻机的设计行走参数(牵引力和行走速度)^[3],进行履带马达的选型。

2.3.1.1 牵引系数 ξ

牵引系数 ξ 由下列计算公式得出:

$$\begin{aligned}\xi &= \mu_r + \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \xi_4 \\ &= 0.08 + 0.25 + 0.3 + 0.2 + 0.3 \\ &= 1.13\end{aligned}$$

式中: μ_r —滚动摩擦系数, $\mu_r = 0.08$; ξ_1 —爬坡系数, $\xi_1 = 0.25$; ξ_2 —滑移转向系数, $\xi_2 = 0.3$; ξ_3 —加速度系数, $\xi_3 = 0.2$; ξ_4 —附加系数, $\xi_4 = 0.3$ 。

2.3.1.2 牵引力 F_p

牵引力由下列计算公式得出:

$$F_p = W\xi = 3000 \times 9.8 \times 1.13 = 33222 \text{ N}$$

式中: W —钻机质量, $W = 3000 \text{ kg}$; ξ —牵引系数, $\xi = 1.13$ 。

2.3.1.3 驱动转矩 T_p

驱动转矩由下列计算公式得出:

$$T_p = F_p r_k = 33222 \times 0.165 = 5481.63 \text{ N} \cdot \text{m}$$

式中: F_p —牵引力, $F_p = 33222 \text{ N}$; r_k —履带驱动轮半径, $r_k = 0.165 \text{ m}$ 。

2.3.1.4 行走马达排量 V_{gm}

行走马达排量由下列计算公式得出:

$$V_{gm} = \frac{2\pi T_g}{\Delta p \eta_{mm}} = \frac{2\pi \times 2740.185}{17 \times 0.9} = 1125 \text{ mL/r}$$

式中: T_g —单个马达的驱动转矩, $T_g = T_p/2 = 2740.185$; Δp —马达压差, $\Delta p = 17 \text{ MPa}$; η_{mm} —马达机械效率, $\eta_{mm} = 0.9$ 。

选取履带马达型号为 IKY2.5B-1200D1202。马达的总排量 1146 mL/r, 转速范围 1~90 r/min, 额定压力 20 MPa。

2.3.2 液压泵的选择

液压泵的排量由钻机的主参数选择。

2.3.2.1 马达转速 n_m

马达转速由下列计算公式得出:

$$n_m = \frac{v}{2\pi r_k} = \frac{2500/60}{2\pi \times 0.165} = 40.2 \text{ r/min}$$

式中: v —履带行走速度, $v = 2.5 \text{ km/h}$; r_k —同上。

2.3.2.2 变量泵的排量 q_p

变量泵的排量 q_p 可按式计算^[4]:

$$\begin{aligned}q_p &= \frac{n_m}{n_p} \cdot \frac{q_m \eta_{vm}}{\eta_{vp}} \\ &= \frac{40.2}{1480} \cdot \frac{1146 \times 2 \times 0.97}{0.97} \\ &= 62.26 \text{ mL/r}\end{aligned}$$

式中: n_p —变量泵的转速, $n_p = 1480 \text{ r/min}$; η_{vm} —马达的容积效率, $\eta_{vm} = 0.97$; η_{vp} —液压泵的容积效率, $\eta_{vp} = 0.97$; n_m 、 q_m —同上。

选择液压泵为 A7V80。液压泵的排量 23.1~80 mL/r, 最高工作压力 35 MPa。

2.3.3 其余阀和液压附件

按照压力、流量大小选择, 多路换向阀为 ZL20H-YW.0W(1/2).YW(1/2); 分流阀为 3FJHZ-L40-160H; 其余阀和液压附件按压力和流量选取^[4]。

3 履带行走试验

ZDY4000BL 型煤矿用履带式全液压钻机试验, 在我公司的萧山工业园区附近的泥石路上进行, 试验进行了高、低速行走速度测定, 以及爬坡行走、直线前进、直线后退和转弯。具体测试数据为: 低速度 0~0.9 km/h; 行走系统油路压力 10 MPa; 高速度 0~2.5 km/h; 行走系统油路压力 15 MPa; 行走直线度(100 m 偏移量)0.5 m; 原地与单边旋转 360°; 爬坡能力 20°。

4 结语

本文以 ZDY4000BL 型煤矿用履带式全液压钻机为研究对象, 设计了能适应煤矿用履带行走的液压系统。试验数据表明, 该系统可操作性强, 系统传动简单, 维修方便, 能较好地满足履带在煤矿井下行走的工作条件。

参考文献:

- [1] 张领辉, 张朋飞, 唐守生, 等. 基于液压传动的履带车辆控制策略研究[J]. 车辆与动力技术, 2010, (1).
- [2] 冯德强. 钻机设计[M]. 湖北武汉: 中国地质大学出版社, 1993.
- [3] 王中玉, 肖宏儒. 履带自走式高地隙茶园管理机液压系统设计[J]. 中国农业化, 2010, (5).
- [4] 雷天觉. 新编液压工程手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [5] 曹付义. 履带拖拉机差速转向机构性能分析[D]. 河南洛阳: 河南科技大学, 2003.