

全液压坑道钻机增力式夹持器的设计

刘 智, 殷新胜, 孙保山

(中煤科工集团西安研究院有限公司, 陕西 西安 710077)

摘要:介绍了一种可增力的油缸对顶式夹持器。采用对称结构布置, 两边各设置一组增力装置, 可将油缸产生的夹持力通过杠杆增力原理作用于钻杆上, 具有外形尺寸小、夹紧力大等优点。对夹持器主要设计参数的选择和计算过程做了详细介绍。

关键词:夹持器; 增力式; 夹紧力; 全液压坑道钻机

中图分类号: P634.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2014)02-0061-03

Design of Boosting Type Clamp for Full Hydraulic Drive Underground Drill/LIU Zhi, YIN Xin-sheng, SUN Bao-shan
(Xi'an Research Institute of China Coal Technology and Engineering Group Corp, Xi'an Shaanxi 710077, China)

Abstract: This paper introduces a boosting type cylinder clamp with symmetrical arrangement of force increasing device on both sides. The clamping force produced by cylinder acts on the drill rod based on lever boosting principle. This clamp has the advantages of small size and high clamping ability. The selection of the main design parameters and the calculation process are introduced in detail.

Key words: clamp; boosting type; clamping force; full hydraulic drive underground drill

0 引言

夹持器是钻机的一个重要组成部分, 其作用是起、下钻时夹持孔内钻具, 使之处于静止状态, 并与液压卡盘配合实现机械拧、卸钻杆。常用的夹持器通常分为常闭式和常开式。常闭式夹持器多为靠弹簧夹紧、液压松开。为了获得大的夹紧力和较大的开口量, 通常要选用较大规格和较多个数的弹簧构成。同时, 为了可靠地打开夹持器, 还需要配置较大的油缸, 以产生大于碟形弹簧张力的油缸推力。这样就使夹持器的结构尺寸较大, 在坑道钻机上使用受到了一定的限制。

常开式夹持器多为靠油缸夹紧、弹簧松开。为了保证夹持器的夹紧力, 通常要选用较大的油缸或采用高的系统压力。由于背压的存在, 油缸过大, 会发生弹簧回弹力不足, 夹持器打开困难。这就要求, 保证油缸一定大小的前提下, 设置增力机构, 达到小油缸能够产生大的夹紧力的目的。这样, 既能保证获得所需要的夹紧力, 还不会影响到夹持器的顺利打开。

新型夹持器为常开式设计(结构如图 1 所示)。整体采用方箱结构, 左右对称布置施力装置, 包括油缸、传力杆、复位弹簧、球珠、上卡瓦座、下卡瓦座、插销定位轴、拉杆、拉杆弹簧、定位板、上挡板、下挡板、前挡板、后挡板。拉杆弹簧套装在拉杆上, 复位弹簧套装在传力杆上, 传力杆两端装有球珠, 分别与活塞、上卡瓦座和下卡瓦座形成球面接触。上卡瓦座与下卡瓦座通过贯穿于前挡板与后挡板的插销定位轴铰接。拉杆通过定位板上的导向孔与上卡瓦座、下卡瓦座螺纹连接。调节拉杆在上卡瓦座、下卡瓦座内的螺纹旋入深度可以改变拉杆弹簧的回弹预紧力。夹持器的传力杆、球珠、卡瓦座和插销定位轴

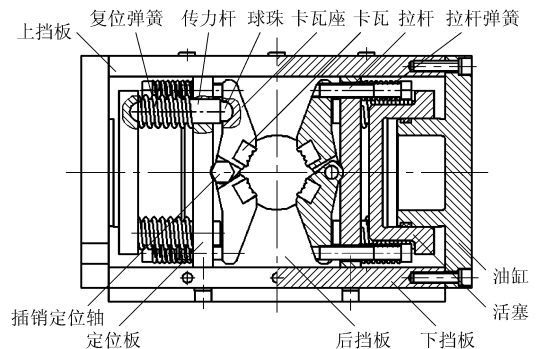


图 1 夹持器结构示意图

1 夹持器的设计

1.1 结构型式

收稿日期: 2013-08-27; 修回日期: 2013-11-20

基金项目: 科研院所技术开发研究专项“松软突出煤层钻进装备研发”(2011EG122204)

作者简介: 刘智(1982-), 男(汉族), 内蒙古乌海人, 中煤科工集团西安研究院实习研究员, 机械工程专业, 硕士, 现从事煤矿坑道钻机的设计研发工作, 陕西省西安市高新区锦业一路 82 号, liuzhi030191@sina.com。

组成了一套增力装置。通过该增力装置,可以把油缸产生的夹紧力转化为较大的夹紧力,可有效保证钻杆夹紧的可靠性。

1.2 增力原理

如图2所示为夹持器夹紧钻杆时的状态,此时卡瓦座受到油缸的推力 F 以及卡瓦的反作用力 f 的作用,达到受力平衡。根据力矩平衡原理 $FL = fs$ 得: $f = FL/s$ 。由于 $L > s$,所以 $f > F$,达到增力目的。

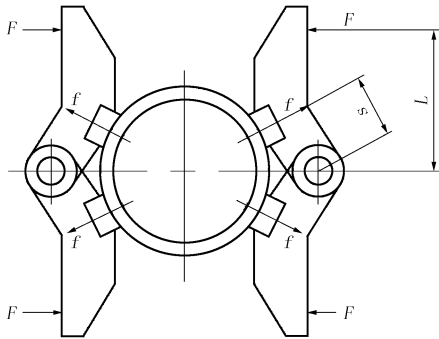


图2 增力原理示意图

1.3 工作过程

1.3.1 夹紧钻杆操作

设计为常开式夹持器。通过向液压缸内供油,在液压力的作用下推动活塞运动。活塞将力传递给球珠、传力杆,推动上、下卡瓦座绕插销定位轴运动,夹紧钻杆。同时,复位弹簧和拉杆弹簧被压缩。

1.3.2 松开钻杆操作

停止向油缸内供油,拉杆弹簧的回弹力将卡瓦座、球珠和传力杆之间顶紧,复位弹簧将活塞推回到初始位置。复位弹簧和拉杆弹簧相互配合作用将活塞复位。上、下卡瓦座绕插销定位轴反向运动,松开钻杆。

2 设计计算

2.1 夹持能力计算

夹持器在工作过程中,受力情况比较复杂,通常要受到钻杆自重以及回转器产生扭矩的影响。同时,最大夹持力是要克服上述力作用的同时还要克服夹持器内部弹簧的预紧力。因此,需分别计算出上述力的大小然后求出夹持器必须能够达到的最大夹持力。

(1) 克服钻杆自重所需要的夹紧力 F_1 :

$$F_1 = \frac{mQgs\sin\alpha}{n\mu} = \frac{200 \times 41 \times 9.8 \sin 15^\circ}{4 \times 0.3} = 17332 \text{ N}$$

式中: m ——钻进300 m所需钻杆的根数, $m = 20$;
 Q ——单根钻杆的质量, $Q = 41 \text{ kg}$; α ——钻孔的最

大倾角, $\alpha = \pm 15^\circ$; n ——卡瓦与钻杆的摩擦副数, $n = 4$; μ ——钻杆与卡瓦的摩擦系数, $\mu = 0.3$ 。

(2) 克服回转器最大转矩所需要的夹紧力 F_2 :

$$F_2 = \frac{2M}{dn\mu} = \frac{2 \times 5000}{89 \times 10^{-3} \times 4 \times 0.3} = 93633 \text{ N}$$

式中: M ——回转器最大转矩, $M = 5000 \text{ N} \cdot \text{m}$;
 d ——钻杆直径, $d = 89 \text{ mm}$ 。

(3) 克服弹簧的回弹力所需要的夹紧力 F_3 :

$$F_3 = nkx = 4 \times 197.03 \times 23 = 18127 \text{ N}$$

式中: n ——弹簧根数, $n = 4$; k ——弹簧刚度系数, $k = 197.03 \text{ N/mm}$; x ——弹簧压缩量, $x = 23 \text{ mm}$ 。

(4) 油缸应产生的最大夹紧力 $F_{\text{总}}$:

$$F_{\text{总}} = F + F_3$$

$$F = f/z$$

式中: F ——转化为 f 所需的油缸应产生的力; f ——克服钻杆自重及回转器最大转矩所需的夹紧力, $f = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 95253 \text{ N}$; z ——增力系数, $z = 2.14$ 。

计算得: $F_{\text{总}} = 62638 \text{ N}$ 。

2.2 缸筒直径的选取

夹持器设计系统压力 P 为21 MPa,根据公式可计算出缸筒的最小直径:

$$D_{\text{min}} = \sqrt{\frac{4F_{\text{总}}}{\pi P}} = \sqrt{\frac{4 \times 62638}{3.14 \times 21}} = 61.64 \text{ mm}$$

式中: $F_{\text{总}}$ ——油缸应产生的最大夹紧力, $F_{\text{总}} = 62638 \text{ N}$; P ——夹持器系统压力, $P = 21 \text{ MPa}$ 。

考虑到安全系数,最终选定缸筒直径为80 mm。

2.3 弹簧的选取

保证弹簧具有足够的回弹力是该夹持器能够正常工作的关键。夹持器将钻杆夹紧后,停止高压油的供给,系统背压的存在会使夹持器缸体不会及时回到初始位置。各弹簧回弹力的总和要保证能够克服系统的背压作用于油缸上产生的推力。设计中,选定以下条件为弹簧的初始条件:安装载荷 $F_1' = 1000 \text{ N}$,安装高度 $H_1 = 94.00 \text{ mm}$,工作载荷 $F_2' = 3000 \text{ N}$,工作行程 $h = 12 \text{ mm}$,钢丝直径 $d = 10.0 \text{ mm}$,弹簧中径 $D = 45.00 \text{ mm}$,材料名称为碳素弹簧钢丝C级,端部型式Y I,压并圈数 $n_2' = 1 \sim 2.5$ 。为了使设计可靠,考虑各种摩擦力的因素,取弹簧的工作载荷为3000 N。

通过软件计算,最终得出弹簧的设计参数为:自由高度 $H_0 = 104.15 \text{ mm}$,工作高度 $H_2 = 84.00 \text{ mm}$,压并高度 $H_b = 65.00 \text{ mm}$,节距 $p = 18.12 \text{ mm}$,螺旋角 $\alpha = 7.31^\circ$,刚度 $k = 197.03 \text{ N/mm}$,弹簧展开长度 $L = 918.91 \text{ mm}$ 。

夹持器完全打开时弹簧的变形量最小,与之对应的最小回弹力为:

$$F_{\min} = nkx = 4 \times 197.03 \times 10.15 = 8000 \text{ N}$$

式中: k ——弹簧的刚度系数; x ——极限位置时弹簧的压缩量。

夹持器打开过程中,弹簧需要克服的阻力为系统背压产生的夹紧力:

$$\begin{aligned} F_{\text{阻}} &= PS = P\pi d^2/4 \\ &= 500000 \times 3.14 \times 0.08^2/4 \\ &= 2512 \text{ N} \end{aligned}$$

式中: P ——系统背压,取 $P=0.5 \text{ MPa}$; d ——夹持器缸筒直径, $d=80 \text{ mm}$ 。

可以看出, $F_{\min} > F_{\text{阻}}$,弹簧的回弹力能够顺利打开夹持器,实现松开钻杆的操作。

3 结语

在夹持器内部设置增力装置,有效地减小了油

缸的直径,避免了由于背压的存在夹持器打开困难的问题。同时,也使夹持器在保证足够夹紧力的前提下大大缩小了外形尺寸。该夹持器成功的运用于ZDY5000R钻机上。出厂检测过程中,最大扭矩达到 $6132 \text{ N} \cdot \text{m}$,钻杆无转动,夹持器无损坏。工业性试验累计进尺 11236 m ,现场应用表明,夹持器灵活可靠、夹紧力大,完全满足ZDY5000R型全液压钻机器的使用要求。

参考文献:

- [1] 殷新胜,田宏亮,姚克,等. ZDY6000型履带式全液压坑道钻机的研制[J]. 金属矿山,2007,(12):94-96.
- [2] 鄢迪,孙保山,方鹏,等. ZDY850S型煤矿用全液压坑道钻机的设计[J]. 煤矿机械,2011,(12):36-38.
- [3] 凡东,庞海荣,姚亚峰. 全液压夹持器的设计与分析[J]. 煤炭工程,2006,(5):7-8.
- [4] 冯德强. 钻机设计[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,1993.
- [5] 李世忠. 钻探工艺学[M]. 北京:地质出版社,1989.

(上接第55页)

在钻具总成上改变水流通道,增加喷射反循环装置,并与底喷分流钻头、爪簧、三合管有机组合,改进后的钻具结构简单合理,并与常规S95绳索取心钻具互换性好。

(2)该组合取心钻具采用三合管取心机构,容纳岩心的半合管装在内管内,退心时用水压推出,使松软、破碎地层的岩矿心退出工作更为方便快捷,并避免了对岩矿心的扰动。

(3)该组合取心钻具通过调节喷距 S 和泥浆泵流量可调节反循环流量,防止冲蚀岩矿心和导致岩矿心次序颠倒混乱。

(4)该组合取心钻具适应性广,可使用清水、无固相、低固相冲洗液,在各类地层中应用。

(5)该组合取心钻具可大幅提高复杂地层岩矿心采取率,确保取心质量好,岩矿心完整度好,具有较好的推广应用价值。

参考文献:

- [1] 汤凤林, A. F. 加里宁, 段隆臣. 岩心钻探学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2009.
- [2] 鄢泰宁. 岩土钻掘工程学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2006.
- [3] 王扶志, 张志强, 宋小军. 地质工程钻探工艺与技术[M]. 北京:地质出版社,2010.
- [4] 刘成才. 喷射式局部反循环绳索取心钻具[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(9):35-36.
- [5] 易亚东, 孙洪义. S75PF绳索喷射式孔底反循环钻具简介[J]. 西部探矿工程,2003,15(4):138-139.

我国发现最大单体海相整装气藏

《中华工商时报》消息(2014-02-11) 国内单体规模最大的特大型海相碳酸盐岩整装气藏,在四川盆地被勘探发现。

此气藏位于安岳气田,储量规模、含气面积双大且气井产量、气藏压力双高。据了解,经国土资源部审定,其天然气探明地质储量4403.85亿 m^3 ,技术可采储量3082亿 m^3 。

该地区的勘探始于上世纪50年代。多年来,中国石油持续技术攻关,在风险探井中屡获佳音。步入2011年,中国

石油先后部署的高石1井、磨溪8井,获得超过百万立方米的高产天然气。

国土资源部评审专家组强调,此气藏勘探突破并丰富了古隆起形成和演化、油气运移和成藏等油气地质理论,开辟了四川盆地寻找大气田的战略新领域,对推进我国天然气工业快速发展具有重要意义。

据中国石油方面披露,此气藏平均单井测试日产达到110万 m^3 ,投产气井平均日产达到60万 m^3 。