

文章编号: 1001-3482(2006)03-0092-03

石油钻机盘式刹车技术的新发展

高向前, 马青芳

(中国石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 液压盘式刹车装置能显著提高钻井作业能力和安全性, 已得到广泛应用。文章综述了近期钻机盘式刹车的新技术, 并提出了钻机盘式刹车的发展方向。

关键词: 钻机; 盘式刹车; 新技术; 电子控制; 结构; 设计

中图分类号: TE923.01 **文献标识码:** A

New development on technology of disc brake for drilling rig

GAO Xiang-qian, MA Qing-fang

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Beijing 100083, China)

Abstract: Hydraulic disc brake is used extensively because of its improvement of the capability and safety of drilling operation. In this paper, the new technologies about the disc brake for drilling rig are described, and the developing tendency of the disc brake for drilling rig is put forward.

Key words: drilling rig; disc brake; new technology; electron on control; structure; design

液压盘式刹车装置是取代传统的带式刹车装置的新型石油钻井装备, 可显著提高钻井作业能力和安全性, 被誉为现代钻井装备的三大技术革新之一。液压盘式刹车装置比带式刹车具有制动效能稳定、刹车灵敏性高、散热性能好、刹车力矩容量大等优点, 提高了钻机的安全性和使用可靠性, 降低了司钻的劳动强度, 同时由于采用了液压系统作为操作动力, 可以方便地实现液控或电控操作, 便于远程控制, 实现钻井作业自动化。目前国内外重型钻机全部要求配备盘式刹车, 部分已使用中的钻机也要求由原来的带式刹车改装为盘式刹车, 充分显示了盘

式刹车的发展前景。从钻井机械的发展趋势来看, 为了适应钻井自动化的需求, 液压盘式刹车也必将成为 21 世纪钻井机械刹车装置的发展方向。

1 历史回顾

自 20 世纪 80 年代中期第 1 台钻机用液压盘式刹车装置问世以来, 世界各大石油装备制造厂商相继研制开发了液压盘式刹车装置, 其中 National Oilwell 公司首先完成了系列盘式刹车的设计工作, 以取代该公司的 K 系列带式刹车; 不久, G-H 公司也在它的系列绞车上改装了系列盘式刹车。各公司的盘式

时间最长的是 2 a、8 口井, 振动筛的效率平均提高了 30%。在使用该技术前, 各井队均配备 2 台振动筛, 2 台筛子同时使用的时间占钻井周期的 1/3。使用该变频器后, 2 台振动筛同时工作的时间下降了 1/2, 并提高了振动筛的使用寿命。

该调速装置现场安装方便, 操作简单。变频器在连续运行过程中工作稳定可靠。在工作现场应用的变频器中, 只有 1 台是由于器件原因发生故障, 其余都正常工作。

4 结论

在振动筛上安装使用变频调速装置, 实现了振动筛在运行过程中振动频率的自动控制和智能化调节, 延长了振动筛工作寿命, 减轻了钻井场地工的劳动强度, 减少了泥浆浪费。由于 1 台变频调速器的成本只有几千元, 连续使用寿命可达 10 a, 平均到每口井的成本可忽略不计, 因此该项技术具有很好的推广价值。

收稿日期: 2005-08-11

作者简介: 高向前(1950-), 男, 山东人, 教授级高工, 硕士, 中国石油勘探开发研究院机械所所长, 现从事石油机械研究、开发及管理等工作。

刹车均具有自己的技术特点,美国 G-H 公司、National Oilwell 公司为杠杆钳盘式结构。20 世纪 90 年代末,Eaton 也开发了用于石油钻机的全盘式气动盘式刹车,这是在传统的全盘式刹车基础上的创新,主要用于钻机辅助刹车。

目前,国内液压盘式刹车装置的生产厂主要有中国石油勘探开发研究院机械研究所(俗称北石所)和中国北京石油大学(北京)。1986 年,北石所的技术人员即开始研究盘式刹车在石油装备上的应用;1991 年研制成功 J10APS25 型盘式刹车首先用于通井机上,为双缸对置复合式结构,同时具备工作钳和安全钳,这是国内第一台在油田使用的盘式刹车;1994 年研制成功 PST25 型杠杆可调节浮动油缸常闭式盘式刹车用于 XT120 通井机和 XJ150 修井机;1997 年研制成功 PSZ65 型杠杆式可调节浮动油缸常闭式盘式刹车用于 ZJ30 和 ZJ40 型钻机。

1998 年,北石所又以 PSZ75 型深井、超深井盘式刹车为突破口,将液压盘式刹车装置设计进一步优化,形成目前的制动执行机构、液压站和操作台 3 大模块,以方便在新旧钻机上安装使用。制动执行机构采用先进的常开式工作钳和常闭式安全钳复合式结构,更适合钻机作业工况要求;液压系统采用冗余设计,具备双油源、双回路、多重保护功能,提高了安全性和可靠性;液压站设计为全封闭的内外箱结构,外箱为防护箱,以适应油田野外施工作业环境。该液压盘式刹车装置可以实现工作制动、紧急制动、过卷保护以及驻车制动等功能,而且操作灵敏、省力、可靠,全面提高了钻机的控制精度,保证了配置盘式刹车的钻井绞车的使用安全性。

经过几年的使用和改进,盘式刹车技术更加成熟和完善。目前,北石所的该项技术产品已初步形成系列,遍布国内各油田。在国际钻井市场上,北石所已经有 60 多台盘式刹车装置配备在钻机上用于出国钻井;在国际招标中多次中标,已出口 30 多台盘式刹车装置,遍及北美、独联体和欧洲各地,并有 18 台配备在 National Oilwell“新概念”钻机上。

2 钻机盘式刹车新技术

2.1 控制电子化

常规盘式刹车一般为手动液压司钻阀直接控制。将手动液压司钻阀安装在司钻房内,并通过液压管线与执行机构和液压站连接,由于液压管线进入司钻房,不仅占地面积大,长输的液压软管造成压力损失,而且液压管线还可能出现泄漏污染司钻房。

随着自动控制及电子和电动技术的发展,电控盘式刹车也应运而生。

2.1.1 电子刹把

电子刹把又称电控液压盘式刹车,2002 年北石所研制的第 1 台电控液压盘式刹车用于 PSZ70DB 钻机上。其突出优点就是不再将液压管线引入司钻房,简化了液压站与司钻房之间的连接,不仅消除了司钻房内的液压油污染问题,而且节省了司钻房的空间,同时由于所有液压阀件全部集成安装在液压站上,也提高了液压系统的集成化程度,更便于液压系统的维护与管理,由于液压站与司钻房之间的电信号连接仅由多芯电缆通过航空插头相连,提高了钻机的搬迁和移运性能。

2.1.2 自动送钻与电子司钻

2003 年北石所研制成功盘式刹车自动送钻与电子司钻系统。自动送钻装置与盘式刹车配套组成了工作可靠、技术性能优良的钻机恒钻压自动送钻系统,达到最优钻速,从而实现最优化钻井的目的。据某油田统计,利用自动送钻钻进一个长 9 m 的单根,可节约 10~15 min,钻进 3 500 m 深可节省 2~3 个钻头。

电子司钻与盘式刹车配套使用,组成钻机电子司钻系统。在起下钻以及下套管期间实现游车速度控制,在钻进期间通过控制实现连续、平滑的自动送钻效果。同时,电子司钻还兼备钻井安全监控,钻井参数显示、存储和重要参数历史曲线回放功能。通过电子司钻和盘式刹车的联合作用可以减少总钻井时间、减少钻头磨损、增加钻头进尺、保证井身质量和减轻司钻劳动强度等。

2.2 设计一体化

以前的盘式刹车基本上是基于带式刹车改装,即将原绞车的带式刹车位置改装成盘式刹车,所以盘式刹车的设计也是基于原来的带式刹车的接口和空间位置,一般为两端双盘式结构,尺寸大,接口也比较复杂。目前新设计的盘式刹车则与绞车一体化设计,考虑到盘式刹车的制动能力远远高于带式刹车,对于中型钻机多采用单盘式结构形式,不仅盘刹自身的结构得到了简化,也使绞车结构得到了简化和优化。

为了司钻操作方便和人性化,在设计过程中,将盘式刹车操作台与钻机司钻操作台一体化设计,将盘式刹车操作系统集成在司钻房内。

2.3 结构集成化

a) 盘式刹车本身集成化 现用盘式刹车由制

动执行机构、操作系统和液压站 3 部分组成。整个盘式刹车系统采用积木式集成结构,方便移运。

b) 盘式刹车与钻机集成化 为了便于钻机经常搬家的要求,盘式刹车设计与钻机设计一体化考虑,将盘式刹车与钻机的结构和功能集成化设计。例如,综合液压站,电子司钻,司钻房操作台等。综合液压站就是将盘式刹车液压站和钻机其他装备用多个液压站综合起来,为钻机设计的多功能液压站,结构紧凑,占地面积小,大大提高了钻机的集成化程度和移运性能,而且便于液压系统的维护与保养。综合液压站通常包括钻机液压站和盘式刹车液压站 2 个子系统。钻机液压站子系统可以为钻机配备的液压猫头、液压大钳、井架起升缓冲液缸、底座液缸和导绳机等提供液压动力源;盘式刹车子系统则为液压盘式刹车提供液压动力源。

2.4 新技术用盘式刹车

近年来新的技术不断涌现和发展,盘式刹车不断改进和发展以适应新的技术和工艺。例如,电动变频和能耗制动技术。电动变频技术已基本成熟,但能耗制动技术在国内外则正处于试验阶段。所以与其配套的机械刹车——盘式刹车的设计仍至关重要。目前从安全性上考虑,仍采用常开式钳作为工作钳、常闭式钳作为安全钳的复合式结构。一旦能耗制动技术完全成熟,盘式刹车仅用于驻车及刹停使用,则只可用常闭钳作为工作钳,从而简化盘式刹车系统。顶驱作为一种成熟的新技术,用于顶驱的盘式刹车须结构简单、尺寸小、质量轻,一般采用直推式盘式刹车,安装在顶驱电机的主轴一端。

3 未来的研究及发展方向

3.1 海洋钻机盘式刹车

目前我国陆地钻机盘式刹车已基本成熟,并已规模化生产,但涉足海洋钻机还为数不多,这是由于海洋钻机环境有其特殊性,有待进一步研究。

a) 海洋腐蚀严重 因此对于海洋钻机盘式刹车的选材和表面防腐处理尤为重要,尤其对一些关键件,如拉簧、销轴的材质及表面处理工艺,如果选择不当,将直接影响盘式刹车的可靠性和使用寿命。

b) 深井和超深井 海洋钻机多为深井和超深井钻机,所配备的盘式刹车需满足重载的需求。

c) 海洋装备应具有更高的可靠性 海洋钻井与陆地钻井相比,不仅条件差,交通局限性大,而且大多为深井和超深井,钻井成本高,风险大,所以钻机关键部件——盘式刹车也应有更好的安全性、维

修性、使用可靠性和使用寿命。

3.2 刹车副的进一步研究

刹车副是刹车系统中最不稳定的环节,对刹车性能起决定性作用。随着技术的发展和钻井工况的更高要求,需要进一步深入的研究和探讨。

a) 刹车盘的失效机理和寿命研究 对刹车块的研究较多,也比较深入,但对于钻机使用的风冷和水冷式刹车盘的失效机理和寿命研究则还属于空白。

b) 刹车盘材质及表面处理工艺的研究 刹车盘的材质和表面处理工艺,直接影响刹车盘的使用寿命、刹车副的使用性能以及刹车力的大小,目前对于钻机盘式刹车刹车盘材质和表面处理工艺的研究还比较少。

3.3 盘式刹车使用可靠性的进一步提高

作为钻机“最危险装置”的盘式刹车,其使用可靠性直接关系到“人、钻机和油井”的安全,从设计、制造和使用各个环节保证盘式刹车的使用可靠性,做到设计优化、制造精细、使用合理。

制造业面向海洋求发展

中国海洋航运和海上石油工程装备制造,将成为国内 16 大制造业的重点,也是吸引人力资源较多的产业,将提供更多的就业岗位,并带动国内相关的众多产业的发展。作为内地的制造业,应充分面向海洋求发展,以内地作为研发设计、部件制造的基地,而以港口基地进行组装;同时,部分的内地制造企业也可以直接迁至港口城市,近临海上制造业市场,降低成本。

ZCQ2/3 型高效能真空除气器研制成功

四川石油管理局钻采院研制的国内首台——ZCQ2/3 高效能真空除气器,经矿场应用后,完全能够满足迪那 102 井气浸钻井液的除气需求,有助于恢复钻井液的初始性能,确保顺利钻进。

(吴月先)