

文章编号: 1001-3482(2003)02-0057-03

## 套管螺旋钻机钻头控向系统的研究

刘保余<sup>1</sup>, 胡建启<sup>2</sup>, 姜一民<sup>1</sup>, 陶月红<sup>1</sup>, 董 蕾<sup>1</sup>, 李淑梅<sup>1</sup>

(1. 徐州华东石油机械厂, 江苏 徐州 221008; 2. 兰州石油机械研究所, 甘肃 兰州 730050)

**摘要:** 套管螺旋钻机在钻进过程中, 钻头的偏斜受多种因素的影响, 在管线敷设工程中, 常常因穿越导管偏斜而无法施工, 通过试制和现场使用证明, 利用套管自身的结构特点, 数据采集系统和采用液控系统对钻头进行实时测量和控制, 可以成功地解决这一难题。

**关键词:** 套管; 搅龙; 钻头; 液压; 传感器

**中图分类号:** TE973.405 **文献标识码:** B

### Study on direction controlling system of horizontal auger

LU Bao-yu<sup>1</sup>, HU Jian-qi<sup>2</sup>, JIANG Yi-ming<sup>1</sup>, TAO Yue-hong, DONG Qiang<sup>1</sup>, LI Shu-mei<sup>1</sup>

(1. Xuzhou Huadong Petroleum Machinery Plant, Xuzhou 221008, China;

2. Lanzhou Petroleum Machinery Research Institute, Lanzhou 730050, China)

**Abstract:** During drilling course, The slanting of cutting head is affected by many factors, In lay pipe, Bush slanting often cause construction break, By trail—produce and application, Using data-collecting and hydraulic controlling systems to measure and control cutting head can solve the problem.

**Key words:** bushing; conveyance; cutting head; hydraulic; sensor

套管螺旋钻不同于其他油田钻机依靠高压泥浆带走钻屑, 它是在钻进的同时利用搅龙向外输送钻屑。在钻进过程中, 由于受不同地质条件、钻头重力和不平衡力矩的影响, 使用钻机在钻进过程中经常发生偏斜, 超出管道敷设的标准要求, 有时甚至在穿越中发生严重偏斜, 使整个穿越工程报废, 这就要求必须能有效地控制钻头的钻进方向。然而, 国内所有的在役套管螺旋钻机均无控向装置, 美国 Robert 公司设计生产的钻机也仅仅能完成单向测控, 其原因在于, 在钻头处采用机械联接安装测控装置进行实时控制, 在结构上存在很大难度。在研制过程中, 利用水平和垂直方向的铰接形成联轴器, 以确保钻头自由转动和偏移, 同时采用水平和垂直传感器, 将钻头相对于初始值所产生的偏移量形成电位量, 传至操作面, 由转换器将电信号通过液压伺服机械传至液压缸, 对钻头进行实时监控。

### 1 机械联接<sup>[1~7]</sup>

如图 1, 该定向系统由刀头、外套管、连接套管、

内套管、转动轴、垂直和水平液压缸等零件构成, 刀头与内套管之间通过回转支承连接在一起, 刀头既可回转, 又可随内套管摆动。内套管与连接套管之间, 连接套管与外套管之间分别用转动轴水平和垂直铰接在一起, 这种铰接结构使得内套管相对于联接套管和外套管只能垂直方向转动, 内套管和联接套管相对于外套管只能水平方向转动, 这样就可实现刀头水平与垂直方向控制。控向的动力部分来源于安装在水平、垂直方向的 4 个调整液压缸, 2 个水平调整液压缸安装在外套管内壁水平方向上, 活塞杆和连接套管通过关节轴承铰接在一起, 利用活塞杆的前后移动, 推动连接套管绕垂直铰接头水平转动, 由连接套管带动内套管和刀头水平方向摆动, 以实现水平控向。2 个垂直调整液压缸安装在外套管垂直方向上, 活塞杆和内套管通过关节轴承铰接在一起, 同理, 利用此液压缸可实现刀头垂直方向的控制, 由于水平和垂直调整液压缸是通过关节轴承连接在不同的套管上, 所以液压缸即可单独对 2 个方向进行控制, 也可同时控制, 互不影响。

收稿日期: 2002-09-11

作者简介: 刘保余(1966-), 男, 江苏徐州人, 工程师, 现从事石油矿场机械的设计工作。

## 2 液压控制系统

液压缸的控制是由液压伺服系统和倾斜角传感器构成,伺服系统如图2。

图2右边为水平螺旋钻机的主运动部分,它主要完成钻机的快进、快退、工进和工退,其工作原理,

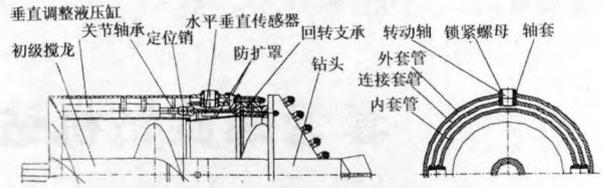


图1 控向系统机构示意

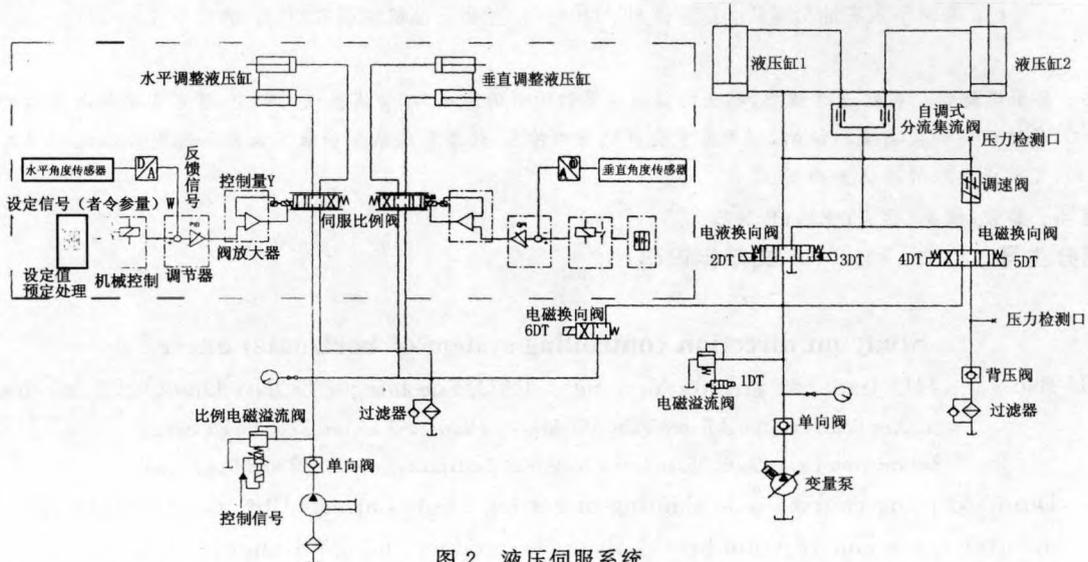


图2 液压伺服系统

这里不再介绍。左边点画线框着的部分,即为控向液压伺服系统,系统中采用了2个电液伺服比例阀,分别控制水平和垂直液压缸。该阀无电流时,阀芯处于中位,压力油和回油与液压缸2腔都不通,活塞杆不动;当向伺服阀通一定电流时,阀芯偏离中位,油液进入液压缸,活塞杆以一定速度运动。电流的极性决定液流方向,亦即活塞杆运动方向,而电流的绝对值大小则决定阀芯偏离中位的距离,亦即通过阀的流量和活塞杆的运动速度。我们以垂直控向为例说明系统的工作原理,开始钻削时,首先,通过电位器或拨码器给系统设定一个控制信号  $\mu g$ , 然后,调整垂直传感器反馈信号  $\mu z$ , 使  $\mu g = \mu z$ , 这样通过桥式调节电路可获得该偏差值的电模拟量  $\Delta\mu = \mu g - \mu z = 0$ , 由于  $\Delta\mu$  为0, 伺服阀处于关闭状态, 垂直调整液压缸不工作。工作过程中, 如, 刀头垂直方向与初始位置发生了偏差, 电模拟量偏差值  $\Delta\mu$  不为0, 假设刀头向上偏斜, 这时偏差电压  $\Delta\mu$  为正,  $\Delta\mu$  送入放大器, 放大器便输出一正向电流给电液伺服阀, 伺服阀给液压缸一正向流量, 活塞杆推动连接套管绕回转轴转动, 以减小其偏差值, 直至其回到原始的位置上, 即偏差变为零, 伺服阀输入电流和输出电量皆为零, 调整液压缸停止工作。同理, 当  $\Delta\mu$  为负值时, 液压缸活塞杆反向移动, 直至消除偏差为止。

## 3 结论

据此设计方案制造出的  $\phi 1016$  mm 套管螺旋钻机, 从现场使用情况, 带套管钻孔水平偏斜量  $< 1\%$ , 垂直偏斜量  $< 0.5\%$ , 符合管道穿越工程设计规范。此套机构及液控系统的设计是合理的, 但在实际施工过程中, 钻头部分因装备太多, 占用空间太大, 造成少量钻屑滞留, 这需要国内传感器和液压元件生产厂家进一步提高元件性能, 减少外形尺寸。

### 参考文献:

- [1] 万邦烈, 李继志. 石油矿场水力机械[M]. 北京: 石油工业出版社, 1990.
- [2] 液压传动教程(第二册)[M]. 比例与伺服技术. REXROTH, RC00303, 10, 1987.
- [3] 液压暨电子技术/工业技术用元件及系统. VICKERS. CH-001-11/1994.
- [4] 吴根茂. 实用电液比例技术[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1993.
- [5] 刘长年. 液压伺服系统的分析与设计[M]. 北京: 国防科技大学出版社, 2001.
- [6] 顾瑞龙. 控制理论及电液控制系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 1984.
- [7] 机械工程手册编辑委员会. 机械工程手册(第二版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 1996.