



第二讲 升沉补偿

——浮船钻井的必需设备

在浮船钻井作业中,钻井船在海上处于漂浮状态。在风浪作用下,钻井船作平移、摇摆、以及上下升沉运动。船体随波浪周期性上下运动使井架及大钩上悬吊着的整个钻杆柱也作周期性的上下运动,大钩载荷呈周期性变化,大钩拉力或高或低,使钻头一会儿提离井底,一会儿又直捣井底,不能保持正常钻进。为此,要保证钻井船的正常钻进,就必须对升沉进行补偿。

1. 伸缩钻杆补偿

在浮船钻井的初期阶段,普遍采用的补偿方法是在钻杆柱的钻链上部加一根伸缩钻杆。主要包括内筒、外筒、花键、密封盘根等。内外筒可以伸缩拉开,花键传递扭矩。为了使钻头压力不受泥浆变化的影响,后又发展了平衡式伸缩钻杆。

钻井船上下运动时,只带着伸缩钻杆以上的钻杆柱运动,而伸缩钻杆柱以下的钻链和钻头不再随船起落。这样就可保持一定的恒压进行钻井。在下放水下设备时也接上它,以免在“着陆”和连接时发生撞击。一般伸缩钻杆的伸缩行程为1.5~2 m,规格尺寸与钻链相应、内外径均与同级钻链相近。

但是,采用伸缩钻杆存在着不少缺点:

(1) 由于钻杆柱上加了一根伸缩钻杆,因此司钻不能通过刹把手感井底的钻头情况,正确判断井底钻进。

(2) 加了伸缩钻杆后,钻压即为伸缩钻杆以下钻链部分的重量,不管什么软硬地层,什么地质岩性都是一样的钻压,而不能随时调节,这将大大降低钻井效率,使钻井的机械进尺降低。

(3) 由于伸缩钻杆受力条件恶劣,既承受泥浆高压,又传递扭矩,内管在外管中周期性上下滑动产生交变载荷和冲击等,很容易卡死和损坏。

(4) 由于伸缩钻杆以上的钻杆柱仍随船体上下运动,因此当水下防喷器闸板关闭时,钻杆柱就要与防喷器芯子发生磨擦,极易损坏。

(5) 由于钻井技术的不断提高,伸缩钻杆不能满足更加复杂的工艺操作要求。如下套管作业、取芯、测井、试油等。

正因为采用伸缩钻杆存在上述缺点,所以近年来采用较少,而用钻柱升沉补偿装置取代,但钻井船上又常备有一、两根伸缩钻杆,以作特殊之用。

2. 钻柱升沉补偿的类型

钻头上的钻压是钻杆柱的重量减去钻机大钩提吊起的重量。即:

$$\text{钻压} = \text{钻杆柱总量} - \text{钩载}$$

要求钻压既能保持相对恒定,又能随时调节,同时还要改善钻杆柱的承载条件。这样就需在游动系统上进行补偿。目前,主要有三种补偿方法。

(1) 游动滑车与大钩间装设升沉补偿装置。这种装置是在游动滑车与大钩之间装设升沉

补偿液缸。大钩上的载荷由液缸中的液体压力承受。此种方法有两种类型。一种为活塞杆受拉的升沉补偿装置，以美国维高公司 (vetco) 产品为代表。升沉补偿装置的下横梁、活塞、活塞杆与大钩相连，上横梁、液缸本体与游动滑车相连。这样，当游动滑车随井架及船体上下升降时，只是带动液缸的缸体上下周期地运动，而液缸中活塞和活塞杆、下横梁以及大钩基本保持不动，载荷也基本上不受影响。（影响的大小是随气压的大小和气瓶的多少来决定的）从而实现升沉补偿，受力简图如图1。

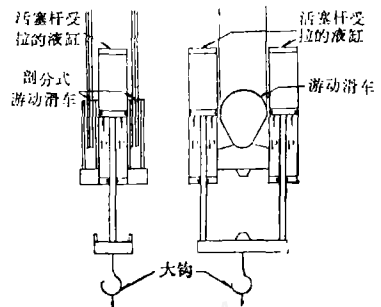


图1

另一种类型为活塞杆受压的升沉补偿装置。美国NL公司生产的产品最为典型。这种装置大钩与下支架连接，下支架安装在活塞杆顶端的滑轮装置与上支架连接，上支架与缸体固定在一起，上支架与游动滑车相连。当游动滑车上下周期性运动时，活塞杆上下运动，而下支架、大钩却保持基本不动。由于是动滑轮，因此活塞杆的行程仅为钻井船升沉的一半。该装置的受力简图如图2。

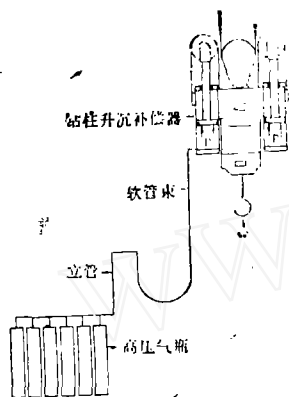


图2

(2) 天车上装设升沉补偿装置。天车型补偿装置是把升沉补偿装置装到天车上。浮动天车可以通过滚轮在垂直轨道内相对移动。天车本身的滑轮结构与一般天车基本相同。但天车上多装有两个辅助滑轮，通过它分别将快绳和死绳引出。两个辅助滑轮的

轴与天车滑轮轴之间用连杆连接。这样做可以提高铜丝绳的寿命。浮动天车由4个倾斜放置的主气缸支持。它由船甲板上的压气机供气，可当作支持浮动天车的大型气动弹簧。还有两个垂直放置的液缸，它不起支持天车的作用，而只是当作液力缓冲用的安全液缸。它的工作原理比较简单。见图3，当船上升时，天车相对于井架，沿轨道向下运动，并压缩主气缸。当船下沉时，天车相对井架向上运动，主气缸气体膨胀，起气动弹簧作用。

这种型式的补偿装置的优点是占用钻井船的甲板面积和空间小；不需要两条活动的高压油管，管线短。缺点是需特制井架，特制天车，钻井船重心高，维修也不太方便。

(3) 死绳上装设升沉补偿装置。这种型式较前两种方式少，曾在钻井船上使用过。这种装置是通过调节游动系统上钢丝绳的有效长度来补偿在波浪作用下游动滑车与大钩随船体升降的位移，从而实现保持和调节井底钻压的目的。

这种升沉补偿装置，就是使死绳先通过一套滑轮系统再固定，滑轮系统的动滑轮与补偿液缸的活塞杆相连。这样可调节液缸系统的压力，推动活塞产生位移，带动动滑轮作往复运动，从而改变钢绳的有效长度，起到升沉补偿效果。

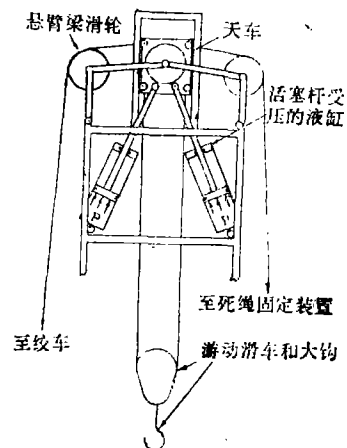


图3

这种方式的升沉补偿装置不占井架上空间, 维修和保养均在下面, 所以比较方便。但是它要装设一套可感应游动系统钢丝绳上拉力变化的电动系统, 另外, 钢丝绳寿命也会降低。

上面所述装设升沉补偿装置的三种方法有各自的优缺点, 均有可取之处。但从目前世界各国实际使用情况来看, 在游动滑车和大钩之间装设升沉补偿装置较多, 下面重点讨论大钩升沉补偿装置。

3. 大钩升沉补偿装置工作原理

以美国维高公司 (vetco) 生产的受拉型活塞杆大钩升沉补偿装置为例进行说明。其系统主要组成部分如图 4 所示。其主体部分包括液缸、上支架、下支架、活塞杆、机械锁紧销、液压锁紧减速阀、储能器、气体储存钢瓶, 空压机和干燥器、供液装置、控制面板等。其作用分别为:

机械锁紧销: 在起下钻作业时, 把上下支架锁定, 补偿器不工作。

液压锁紧减速阀: 在钻杆柱突然下跌, 或者高压输油管破裂时, 液压阀减速并锁定在任一位置。

储能器: 上部为气, 下部为油, 顾名思义——储能。

气体储存钢瓶、空压机、干燥器: 均起提供干燥高压空气的作用。

供液装置: 提供硅油, 打到储能器下部。

控制面板: 司钻通过面板实施操作。

海上钻井对升沉运动的补偿, 主要是用在正常钻进作业和绳索作业。起下钻作业, 下套管均锁定, 不用补偿。下面对前两种工况进行分析。

(1) 正常钻进时的工作原理。正常钻进时, 一般使钻杆柱的悬重略大于液缸中活塞下面的液体压力, 活塞杆伸出液缸外一段。这时的静力分析示意图如图 5。

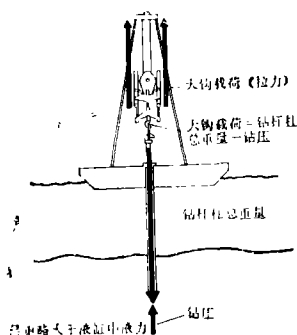


图 5

钻头钻压与液缸中液压的关系式: $G_{\text{钻压}} = qL - 2pA$

$G_{\text{钻压}}$: 井底钻头的钻压; q : 每米钻杆柱重量; L : 钻杆柱全长; p : 液缸中的液体压力; A : 液缸中活塞面积。

所以, 只要保持液压不变, 就能保持井底的钻压不变。液缸中的液压增大或减小都会使钻压减小或者增大。在实际使用中, 常常把活塞杆放到全长的中间位置。一般情况下波浪所引起的升沉只是活塞杆全长的 $1/6 \sim 1/5$ 。因此, 司钻只要调好行程、压力, 还能实现自动送钻。

(2) 绳索作业时的工作原理。绳索作业主要包括: 电测井、打捞、射孔试油等作业。这些作业的共同特点是大钩悬重轻, 绳索上的悬挂物往往不在井底, 而是在某一个固定位置上, 尺寸要求准确。这样如果直接使用液缸来提升, 补偿是很不精确的, 甚至随船一起运动, 实现不了补偿。所以就采用了一个特别措施,

采用的措施是增加一根传感绳, 绳的一端固定在没入海水的隔水管上面, 另一端通过大

(下转第78页)

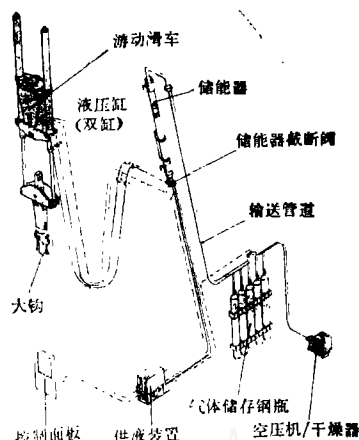


图 4

(5) 装卸臂本身的造价也较昂贵。

管道输送系统, 市场上有两种管道输送系统适用于液化乙烯的输送。

(1) 不锈钢波纹管道。

(2) 增强型聚酰胺管道。

以上两种管道经调查后结论如下:

1) 使用管道输送系统比采用装卸臂在装载液化乙烯船和驳船之间的接、拆、相互移动和超载方面更具有灵活性。

2) 使用方面没有可比较的实例。海洋平台工作船的频繁工作和较大的移动幅度也均无参考实例。

3) 不锈钢波纹管弯曲半径最小扭曲变形亦少, 但易锈蚀。

4) 玻璃纤维增强聚酰胺管道不易变形, 柔性好, 耐腐蚀。

5) 如增强型聚酰胺管道能防止扭曲变形, 则可用于液化乙烯船——近海码头转驳。

6) 玻璃纤维增强聚酰胺管道可适用于 -50°C 的液化温度。液化乙烯的温度为 -104°C , 过去曾不允许使用。

7) 管道输送系统的成本系中等水平。

3. 转运系统的选择

调查结果表明, 采用多层增强型聚酰胺管道是乙烯船转驳的最佳系统选择。

(陈祖宇摘译自 Schiff & Hafen 1991, 1 第 43 卷)

(上接第84页)

钩上悬吊的滑轮然后固定在井架的底座上, 即船体上。

液缸中的液体压力与传感绳拉力的关系式是: $2pA = W + T_{\text{绳}}$

p: 液缸中液体压力; A: 液缸的活塞面积; W: 绳索作业时钢丝绳上工具的悬重,
T_绳: 传感绳上的拉力。

从式中可以看出, 液缸中液体压力值可根据传感绳上的拉力以及绳索作业时工具的悬重和活塞面积来决定。当绳索作业进行时, 传感绳长度不变, 尽管船受波浪影响上下升沉, 但大钩悬吊的测井滑轮的位置保持不变。活塞杆上连接的下支架位置不变, 液缸体随船上下升沉, 使绳索作业正常进行。升沉补偿器实现补偿。在我们实际工作中, 液缸中的压力是很小的。

4. 其它种类升沉补偿器

前面我们主要叙述了钻柱升沉补偿装置。其实在浮船钻井当中, 由于船在动, 而水下设备又放在海底, 所以必然会有多种型式的升沉补偿。如水下设备的隔水管, 从海底一直接到钻井船。船在动, 隔水管是固定的, 它的升沉补偿是用伸缩隔水管得以实现的。

气测深度仪也有一个升沉补偿装置, 不然浮度是无法测准的。

(上海海洋地质调查局 元峻星)