

# 使用法兰测量仪进行海底管线膨胀弯 测量技术研究与应用

朱绍华 魏行超 刘 勃

(海洋石油工程股份有限公司)

**摘 要** 针对以往海底管线膨胀弯测量方法存在的问题,探索总结出利用法兰测量仪进行海底管线膨胀弯测量技术关键与实施要点。涸洲 12-1 项目实践表明,应用本文所介绍的膨胀弯测量技术,可以有效提高海管膨胀弯连接的合格率和工作效率,并大大降低作业成本。

**关键词** 法兰测量仪 膨胀弯 测量

随着海洋石油事业的飞速发展,将铺设越来越多的海底管线,而几乎每条海底管线都有膨胀弯的连接。过去的经验表明,连接膨胀弯最关键的工序是海管法兰之间相对空间位置和方位角的测量,即测量立管底部法兰和海管平管法兰之间的距离、角度、高差等各种相对空间位置和方位。只有准确地测量出这些参数,才能准确地预制出所要安装的膨胀弯,从而使膨胀弯顺利连接。然而,在国内以往的项目中,膨胀弯的测量方法很不科学,只是潜水员用钢尺量出两个法兰面的距离(相对位置),然后就开始在甲板上预制膨胀弯。由于没有测量立管法兰和平管法兰之间的角度(相对方位)和高度(相对高差),因此所预制的膨胀弯大都不能顺利安装,从而造成工期严重推迟。海上施工船队日费率极高,水下膨胀弯参数测量不准可能会造成重大经济损失。为了保证膨胀弯连接的顺利进行,使用法兰测量仪进行膨胀弯测量是非常必要的。但是,法兰测量仪如何使用?测量出的数据如何分析?如何根据测量数据准确地进行膨胀弯预制和安装?必须对这些技术环节进行研究,并且通过实践进行验证。

## 1 法兰测量仪的结构

法兰测量仪主要由支撑结构和测量系统两大部分构成,结构如图 1 所示。

### (1) 支撑结构

支撑结构由底座、竖向角度仪旋转轴和竖向角

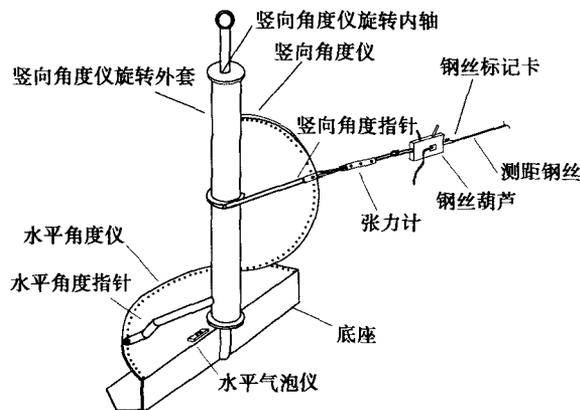


图 1 海管法兰测量仪结构

度仪旋转外套组成。底座用于支撑整个仪器及其固定于被测法兰上;竖向角度仪旋转轴用于支撑竖向角度仪旋转外套;竖向角度仪旋转外套用于固定竖向角度仪。

### (2) 测量系统

测量系统由水平角度仪、水平角度指针、竖向角度仪、竖向角度指针、水平气泡仪、钢丝葫芦、张力计、测距钢丝和钢丝标记卡等组成。其中,水平角度仪用于测量法兰的水平方位角,其刻度范围由  $-90^{\circ}$  到  $0^{\circ}$  到  $+90^{\circ}$ ;水平角度指针用于显示法兰的水平方位角;竖向角度仪用于测量法兰的竖向倾角,其刻度范围由  $-90^{\circ}$  到  $0^{\circ}$  到  $+90^{\circ}$ ;竖向角度指针用于显示法兰的竖向倾角;水平气泡仪用于显示测量仪的水平度;钢丝葫芦用于收紧(或放松)测距钢丝;张力计

第一作者简介:朱绍华,男,海洋石油工程股份有限公司安装公司总工程师,主要从事导管架、海底管线的安装设计和施工。地址:天津市塘沽区河口街 2-37 号(邮编:300452)。电话:022-25809799。

用于当测距钢丝收紧到某张力时,插上张力计上的定位销,使测距钢丝始终保持这一恒定张力;测距钢丝用于测量2个法兰之间的距离,其直径为0.3 mm,长度为40 m左右;钢丝标记卡用于当测距钢丝保持恒定张力后,拧紧钢丝标记卡,作为水上测量法兰之间距离时测距钢丝上的标记。

## 2 使用法兰测量仪进行海底管线膨胀弯测量技术研究

根据法兰测量仪的结构特点及功能,使用法兰测量仪可以测量出物体断面的平面方位角、竖向倾角及两个物体的平面距离、竖向高差,因此可以用2个法兰测量仪分别安装在平管端和立管端,测量出平管端和立管端的平面方位角、竖向倾角及平管端和立管端的距离与高差;然后根据这些实测数据,在工作船甲板上实际放样,按此放样预制膨胀弯。

### 2.1 海底平管和立管法兰之间相对数据的测量

(1) 准备2个法兰测量仪,由潜水员分别安装在立管端和平管端。潜水员在水下安装测量仪时应注意下列事项:①使测量仪的竖向旋转轴中心线与立管(或平管)的法兰面对齐;②调整测量仪底座,使水平气泡仪上的气泡对中(表明底座水平);③拧紧固定螺栓,固定好测量仪。

(2) 潜水员在立管与平管测量仪中间连接测距钢丝和安装钢丝葫芦。潜水员收紧钢丝葫芦,当张力达到一定值后,插上张力计上的定位销,使张力保持恒定,同时潜水员拧紧钢丝标记卡。

(3) 潜水员进行测量系统检查,检查内容包括:两端测量仪状况;测距钢丝是否绷直,有没有被障碍物影响。

(4) 分别读出测量仪的水平角和竖向角,并逐一报告给水上的现场工程师。

(5) 潜水员放松钢丝葫芦,卸下测距钢丝,送到水上,由现场技术人员根据钢丝标记卡位置测出钢丝长度,再加上张力计、竖向角度指针等长度,就是立管与平管法兰之间的距离。

### 2.2 平管位置和立管角度调整

一般情况下,在平管铺设和立管安装完成后,在膨胀弯安装前,平管位置和立管角度相对于详细设计路径都有一定误差,因此,就需要调整平管位置和立管角度,使之符合或接近详细设计路径(图2)。

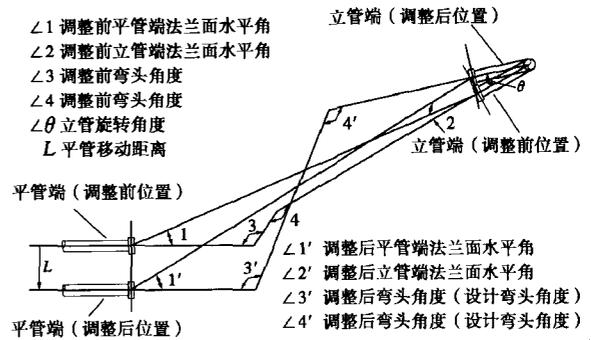


图2 平管位置和立管角度的调整

这个过程非常重要,只有平管法兰位置和立管法兰角度达到或接近设计值,才能准确地预制出膨胀弯,从而使之能顺利连接,连接的膨胀弯合格率才高。调整过程如下:

(1) 根据已测出的立管和平管法兰角度、距离参数,画出立管和平管法兰在调整前的位置和角度几何图。

(2) 根据已有的弯管参数,画出立管和平管法兰调整后位置和角度几何图。

(3) 通过上面的作图法,可以计算出平管移动的距离及立管旋转的角度。

(4) 旋转立管,使立管法兰达到设计角度。

(5) 移动平管,使平管法兰达到设计位置。

(6) 平管和立管角度调整完后,用法兰测量仪再复测一遍,通过作图法,再次确定平管和立管法兰是否已经达到或接近设计的位置和角度,否则还要进行平管和立管的调整。

## 3 应用所测数据进行膨胀弯的预制和校核

在确认平管位置和立管角度合适后,根据最终测量的立管和平管法兰角度、距离等参数在施工船甲板上预制膨胀弯。为了争取时间,通常在水下测量进行前或进行中就已经把膨胀弯两端预制好,中间留一道口或两道口只点焊,以备调整。

当膨胀弯预制好后,将2个法兰测量仪分别安装在膨胀弯两端的法兰上,测出膨胀弯两端法兰的角度、间距,与立管和平管法兰的角度、间距相比较,如果角度、距离都合适,就进行最后焊口的焊接,否则,就要切短或接长膨胀弯。

经验表明,角度差在 $\pm 1^\circ$ 、间距差在 $0 \sim -20$

cm(即膨胀弯短 20 cm 以内)范围时,膨胀弯连接起来顺利,法兰试压合格率高。

#### 4 膨胀弯的水下安装

膨胀弯的水下安装如图 3 所示。

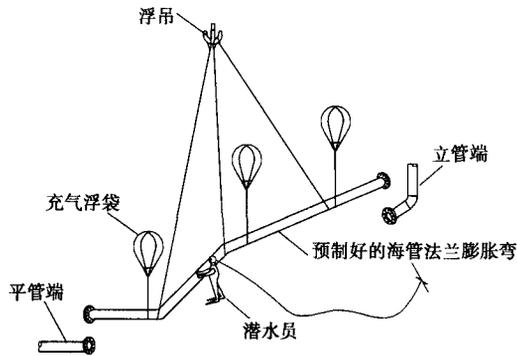


图 3 膨胀弯的水下安装

##### (1) 起吊膨胀弯

当海面风平浪静时,可以在立管膨胀弯上拴起吊索具,然后用浮吊将立管膨胀弯直接吊下水,并在潜水员引导下将其放到立管和平管之间。当海面涌浪较大时,除了在立管膨胀弯上拴起吊索具外,还要拴充气浮袋。用浮吊将立管膨胀弯吊放海底后,潜水员解掉起吊索具,并将浮袋充气,使立管膨胀弯浮起,由潜水员将其推至立管和平管之间。使用充气浮袋的目的在于:在海上涌浪较大时,浮吊上下颠簸较大,这时使用浮吊对接立管膨胀弯相当危险,而使用充气浮袋,就解除了浮吊和立管膨胀弯的连接,可避免因浮吊上下颠簸而引起立管膨胀弯一起上下运动,可以减小潜水员的危险,而且可使法兰对接更加顺利。

##### (2) 对接立管和平管两端法兰

当立管和平管两端法兰面位置合适以后,就可以穿螺栓(注意:在两端螺栓全部穿完之前绝对不要在某一端用液压扳手加力,否则就可能使立管或平管移位)。当立管和平管两端全部穿好螺栓后,开始放入密封垫圈。

##### (3) 用液压扳手加力

潜水员按设计要求,使用液压扳手对两端法兰加力至设计值,注意要均匀加力。至此,立管膨胀弯安装完毕。

#### 5 结束语

使用法兰测量仪进行海底管线膨胀弯测量技术在涠洲 12-1 北项目中得到了实际应用,效果非常好,所有 8 套膨胀弯都准确预制并顺利连接,而且都一次性试压合格。涠洲 12-1 北项目实践表明,应用本文所介绍的膨胀弯测量技术,可以有效地提高海管膨胀弯连接的合格率和工作效率,并大大降低海上作业成本,该项技术可以推广到其他项目的海管膨胀弯连接工程。

收稿日期:2008-04-21 改回日期:2008-08-25

(编辑:叶秋敏)

#### Study and application of measure technology by flange measure instrument to spool piece connection of subsea pipelines

Zhu Shaohua Wei Xingchao Liu Bo

(Offshore Oil Engineering Co. Ltd., CNOOC, Tianjin, 300452)

**Abstract:** To solve the problems resulted from the method for measuring the spool piece connection of subsea pipelines, this paper addresses key technical elements in application of flange measure instrument to the spool piece connection of subsea pipelines. Weizhou 12-1 project indicated the spool piece measure technology described here can improve the quality and efficiency of spool piece connection and reduce the installation cost greatly.

**Key words:** flange measure instrument; spool piece; measure