

# 耙吸式挖泥船艉定位锚绞车功能要求及调试难点

张国华 祝发业 王天宇

山东蓝鲲海洋工程有限公司 山东 烟台 265503; 山东蓝鲲海洋工程有限公司 山东 烟台 265503

山东蓝鲲海洋工程有限公司 山东 烟台 265503

**摘要:**以18000m<sup>3</sup>耙吸式挖泥船设计建造为例,当艏喷作业时抛下艉定位锚,利用定位绞车的恒张力功能,与DP同步作业,可为船舶节省DP的使用功率,从而提高泥泵喷泥的输出功率,体现艉锚绞车应用价值。艉定位绞车接口多,功能全,是该船设计和调试过程中重点难点设备。笔者通过对艉锚绞车实例安装和调试过程中问题关键点进行分析,阐述的案例解决分析经验是值得国内船厂参考和借鉴的。

**关键词:**耙吸式挖泥船;定位锚绞车;恒张力

## Key Requirements of Aft Anchor Winch's Function and Adjusting of Trailing Suction Hopper Dredger

Zhang Guohua, Zhu Faye, Wang Tianyu

(Shandong Lankun Offshore Co.,Ltd., Yantai, Shandong Province, 265503)

**Abstract:** Example of 18000m<sup>3</sup> Trailing Suction Hopper Dredger, a set of Aft Anchor Winch to be arranged on the ship. During anchoring, by the auto-tension function of winch, the winch can instead of DP system, in this way to be save much power of the dredger. The interfaces of winch are so much, so the assemblage and adjusting are important and critical points of the anchor winch.

**Keywords:** Trailing Suction Hopper Dredger, Aft Anchor Winch, Auto-Tension

### 引言

随着我国海洋资源开发步伐的加快,大型海洋工程船舶建造需求将会越来越多。定位锚绞车系统是海洋工程船舶配备的大型关键设备之一,对整个船舶的施工作业影响巨大,本文通过对挖泥船定位锚绞车的功能要求和调试过程中重难点问题的分析,能够对后续同类型船舶特种设备选用和调试提供借鉴。对锚泊定位系统设计和调试方案进行论述和探讨,从而推动特种船舶特机生产调试工作流程高效进行。

### 1 艉定位锚绞车的功能

本文艉定位锚绞车由径向变量柱塞马达<sup>[1]</sup>驱动,专用无线遥控器操作。遥控器上的旋钮开关将绞车的操作分为几种模式:0-关闭模式;1-副卷筒系泊模式;2-收锚/放锚模式;3-带有刹车控制的自由抛锚模式;4-恒张力模式(CT)<sup>[2]</sup>。

18000m<sup>3</sup>耙吸式挖泥船项目的艉锚绞车,由Staffa径向柱塞马达通过3级平行轴齿轮驱动主轴,带动主轴上的主卷筒和两侧副卷筒工作。主卷筒用于定位锚的相关功能,副卷筒用于系泊功能。主卷筒与副卷筒通过手动式牙嵌离合器合上或脱开。

绞车前端安装的排绳器<sup>[3]</sup>,通过链传动与主轴连接,随着绞车卷筒工作而左右运动。

绞车上安装的传感器包括:压力开关SP2用于监测液压离合器的状态,压力传感器PA1用于监测带式刹车的油缸压力,绝对值编码器用于计算绳长和绳速,绞车底座耳轴上安装的两个力传感器用于监测绞车的受力情况,液压马达自带编码器用于监测马达转速,第二个绝对值编码器用于监测排绳器是否工作异常,接近开关用于监测手动离合器的状态,压力开关SP1用于监测滑油泵的工作状态。

CP自动排量控制型Staffa液压马达,在其工作压力低于设定值210bar时小排量工作,而马达的工作压力高于210bar时开始向大排量转换,从而实现了高速轻载、低速重载和依载荷情况无级调速的自动转换功能。马达自动转换功能由本地电磁阀Y1控制。

#### 1.1 关闭模式

在关闭模式下,液压离合器脱开,液压刹车合上,卷筒带式刹车合上。压力开关SP2断开,PA1没有压力值,滑油泵不工作,Y1不得电,液压系统不给液压马达和液压离合器提供冲洗液压油。当工作开关断开,遥控器不能得到RFU信号;当工作开关合上,遥控器得到RFU信号。

#### 1.2 副卷筒系泊模式

切换到1模式,滑油泵自动启动,状态由压力开关SP1

监测。绞车激活电磁阀得电，液压马达和液压离合器得到冲洗液压油。手动式牙嵌离合器<sup>[4]</sup>处于脱开位置，由接近开关监测。卷筒带式刹车合上，PA1没有压力值。电磁阀得电，液压刹车打开。在推动手柄时，马达自动转换本地电磁阀Y1得电，绞车高速工作。手柄回到中位，平衡阀起作用，绞车停止。

### 1.3 收锚/放锚模式

切换到2模式，滑油泵自动启动，状态由压力开关SP1监测。绞车激活电磁阀得电，液压马达和液压离合器得到冲洗液压油。液压马达得到Boosting压力油。手动式牙嵌离合器处于合上位置，由接近开关监测。

在推动手柄时，液压刹车打开，绞车开始工作。负载力小时，绞车高速工作，负载力大时，绞车工作速度成比例地变慢。往外推手柄，放锚，往内收手柄，收锚。手柄回到中位，平衡阀起作用，绞车停止，电磁阀断电，液压刹车合上。

绞车工作时，绳长、绳速和工作层数，由卷筒编码器的反馈值计算出。第二个绝对值编码器监测排绳工作状态。当绞车工作而排绳器不工作时，输出报警信号。

### 1.4 带有刹车控制的自由抛锚模式

切换到3模式，滑油泵自动启动，状态由压力开关SP1监

测。绞车激活电磁阀，液压刹车打开。

带式刹车油缸的压力由电信号控制。操作前，控制刹车力的电位计旋钮必须在100%位置，RFU信号才点亮，允许操作。

调节电位计旋钮，油缸压力按比例变化，刹车力控制下，锚被自由抛落。

当卷筒速度超过3m/s时，超速报警，带式刹车抱死，绞车停止工作。

### 1.5 恒张力模式

切换到4模式，在遥控器上将选择开关为本地，恒张力设定值由遥控器上的电位计旋钮调节。顺时针旋转，增加设定值；逆时针旋转，减少设定值。最大设定值为绞车卷筒额定拉力的75%，并根据绳的工作层数有所不同。切换到4模式时，设定值由30%斜坡变化到旋钮上的设定值。

恒张力模式下，绞车依据马达实际工作压力与设定值压力进行比较，自动收绳或放绳。当卷筒转速超过2.2rpm（卷筒传感器值 > 2.64rpm），监测到超速报警，绞车工作停止，液压刹车合上。

在遥控器上将选择开关为驾驶室，由IMC系统或DP系统进行控制。

## 2 舰定位锚绞车的恒张力控制

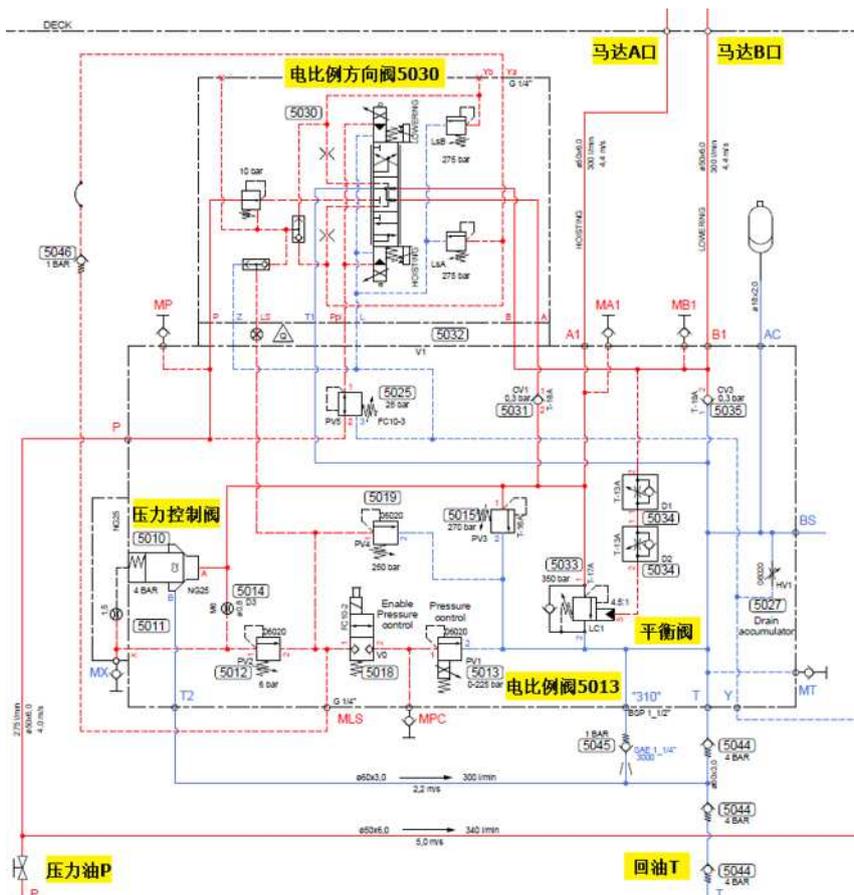


图1 舰定位锚绞车恒张力系统原理图

在恒张力模式下,只要液压马达的实际工作压力小于电比例阀的设定值压力,绞车就一直以最大速度收绳。当收绳方向的压力(马达A口的压力)开始高于电比例阀的设定压力,绞车开始放绳。调高遥控器的恒张力旋钮或IMC系统中的恒张力设定值,相当于调高了IMC系统输出给电比例阀的命令值。放绳的速度不是由液压系统电比例换向阀控制的,而是由负载拉着绞车的力来决定的。如果放绳的速度过快,必须立即调高设定值或是停止绞车工作<sup>[5]</sup>。

绞车的恒张力液压控制逻辑:液压系统的供油通过电比例控制阀5030和单向阀连通液压马达A口和压力控制阀5010的A口。在恒张力模式下,电磁阀5018得电,电比例阀5030的控制油感知负载的变化(与比例阀的主油路连通),通过负载敏感油路连通到电磁阀5018的进口,因5018得电也就连通到5013的进口。如果推负载产生的压力在马达A口超过电比例阀5013的设定值,负载敏感油路在电比例溢流阀5013处导通接入回油T,比例阀5030的出口压力被限制。当负载在马达A口的压力持续积累超过4bar(5011的盖板弹簧压力)+6bar(5012开启的设定压力)+电比例阀5013的设定值时,插装阀5010盖板的控制油经5012,5018,5013流入回油T泄压,进而插装阀5010打开,马达A口的压力油经插装阀5010流入回油T,绞车开始放绳。

这个控制方式属于开环控制。绞车耳轴安装的两个力传感器由IMC系统综合考虑力传感器的反馈值、绳的层数、出绳角度等因素计算得出绞车出绳的张力值<sup>[6]</sup>。但是,它并不作为IMC系统控制绞车恒张力功能的条件参数,仅作为记录。

绞车的恒张力功能通过IMC系统接收DP控制时,DP系统将恒张力设定值信号发送至IMC,IMC将反馈值发送给DP系统,DP系统通过不断地改变绞车的恒张力设定值(“Aft anchor winch CT force setpoint DP”)来最终实现定位锚绞车与DP的联动控制<sup>[7]</sup>。

### 3 舰定位锚绞车的调试

3.1 绞车调试过程中出现了“溜锚”现象,表现为:收锚时,手柄回到中位,绞车在锚重的作用下滑落约1米后停止;在放锚的过程中,出现失速下滑现象。这个现象可以理解为在手柄回到中位或是放出负载的过程中,液压刹车也就是平衡阀均没有起作用。在得知厂家会议中讨论的观点,认真分析后得知:

手柄中位时,系统提供的Boosting油在比例换向阀5030处将负载敏感油路与回油T连通,马达A口的压力作用在平衡阀5033和压力控制阀5010的A口,由于负载在马达A口产生的压力远大于5012的设定压力,5012被导通,马达A口的压力在5012出口与负载敏感油路导通并通过比例控制阀

5030接入回油T。因此,插装阀的盖板5010卸压,压力控制阀5010被打开,马达A口的压力通过阀5010流入回油T,产生“溜锚”。

失速下滑与之过程类似。

解决的方案是,在负载敏感油路上安装外接单向阀,使得只能在比例方向阀一起升得电时,系统的油压通过负载敏感油路接入5012的出口,而任何情况下,不能由负载产生的压力从5012出口,通过负载敏感油路流至回油T。

3.2 绞车调试过程中,绞车出现“异响”问题,表现为绞车高速转动-突然停顿-高速转动-突然停顿...如此循环。异响时,伴随着马达A,B口的剧烈压力波动。然而,当电磁阀Y1不得电时,也就是马达只在大排量工作时,异响和压力波动同时消失。经过试验,得出“异响”由马达A、B口连通的梭阀产生的,根源是绞车工作时在Y1电磁阀得电时出现的压力波动问题。

试验过程中,先后排除的因素,包括:

- 调换Y2(来自艏连接绞车)与Y1,排除Y1电磁阀故障;
- 调换CP控制阀,排除CP控制阀故障;
- 调整CP控制阀压力210bar,没有改善;
- 依次调整马达冲洗流量,离合器冲洗流量,boost压力,并试验,排除液压离合器问题,但没有改善;
- 将马达内置梭阀顶住阻止起运动,外接梭阀,在P,A,B口安装节流口,没有解决;
- 调整平衡阀5033的卸油流量控制D1和进油流量控制阀D2,没有改善;
- 拆卸并检查溢流阀5015,排除溢流阀故障;
- 拆卸并检查单向阀5031,5035,排除单向阀故障;
- 拆卸节流阀D3进行试验,排除插装阀控制因素;
- 最后,更换备件马达进行试验,没有任何改变,排除马达本身的故障。

这个问题表现为在绞车放锚时,产生“异常卡顿”现象。

### 4 结论与应用

4.1 恒张力控制的绞车不要选用径向柱塞马达,推荐使用轴向柱塞马达。18000m<sup>3</sup>挖泥船项目的舰锚绞车,最早采用的设计是轴向柱塞马达,最后由于交货期问题,厂家申请修改设计,使用径向柱塞马达。这可能与后期调试时出现的绞车异常工作问题有关。

4.2 由遥控控制的液压绞车不要用手动式牙嵌离合器。手动离合容易在带载时无法脱开的问题,绞车正常操作时,配备的刹车和离合器,都必须是动力控制的(液压控制,气动控制或电动控制,而非手动操作控制)。

4.3 不要忽略早期发现的压力波动调试问题。及早发

现, 及早试验, 寻找解决方案。

4.4 笔者通过对18000m<sup>3</sup>挖泥船项目的艉锚绞车安装和调试关键点的分析, 所阐述的案例解决分析经验, 是值得国内船厂参考和借鉴的。

**参考文献:**

[1] 张青苗: 径向变量柱塞泵/马达用高速开关阀及其电磁铁的研究[D];浙江大学;2012年

[2] 潘海: 恒张力绞车在海洋浮标施放回收系统中的应用研究[D];上海海洋大学;2014年

[3] 秦钢: 绞车卷筒自动排绳器的设计计算与应用 《机械工程师》2013年05期

[4] 袁晓云 高加泉 郑晖: 一种牙嵌式离合器的设计与实验研究 《机电工程》2021年03期

[5] Hydac IMC DEW 003 - Aft anchor winch

[6] 韩林青 江一帆: 船舶绞车绳张力检测技术 《船舶工程》2016年S2期

[7] Hydac 01.49110.5000\_Q Aft anchor winch

张国华, 男, 汉族, 1979年1月, 硕士研究生, 中级工程师, 山东蓝鲸海洋工程有限公司, 主要从事:船舶与海洋工程设计和制造的研究。