

# QKT3-12液压牵引控制系统

吕振刚 甘秋萍 李兴奎 严李荣 刘显辉  
 庞俊辉 张皓 梁利文 李江伟 李晓宇

(柳州欧维姆机械股份有限公司 柳州 545005)

**摘要:**本文介绍了采用西门子PROFIBUS总线方式和组态人机界面来控制连续牵引的液压控制系统。该系统的特点是适应海洋工程工况,具有良好的防水防腐能力,能实时反映位移及压力参数,具有同步调节功能,可远程及就地遥控操作。

**关键词:**PROFIBUS总线 遥控 同步调节

## 1 概述

QKT3-12液压控制系统是我公司应中国海洋石油工程公司的要求,为适应海洋工程施工工况而研制的液压牵引系统—750吨拉力千斤顶系统(见图1)的电气部分的控制系统。

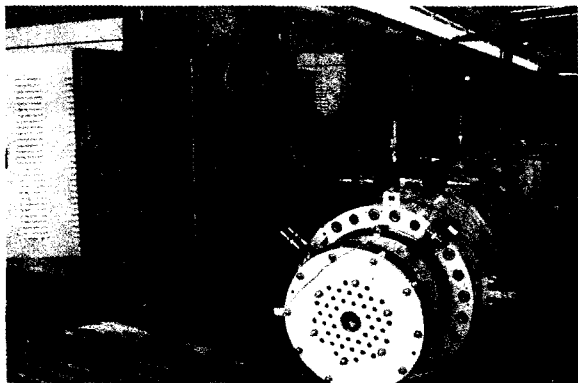


图1 750吨拉力千斤顶系统

## 2 系统构成

系统采用西门子PROFIBUS-DP总线通讯方式,一个主站,8个泵从站,4个顶从站。每一个泵站配一个从站,完成比例多路阀和电磁换向阀的控制、泵站的启停操作;每一台千斤顶配一个从站,完成千斤顶活塞位移检测、压力检测及限位、上下夹紧器松紧状态检测。同时每一个泵站还配一个泵站起动箱,完成泵站电机的起动、停止。所有检测信号及控制信号通过现场总线传送到主控台(主站)内的PLC(可编程控制器),PLC根据各种传感器采集到的信号,按照一定的控制程序和算法发出指令,驱动液压泵站的电磁阀进行动作,从而实现千斤顶伸缸、缩缸等动作(如图2)。

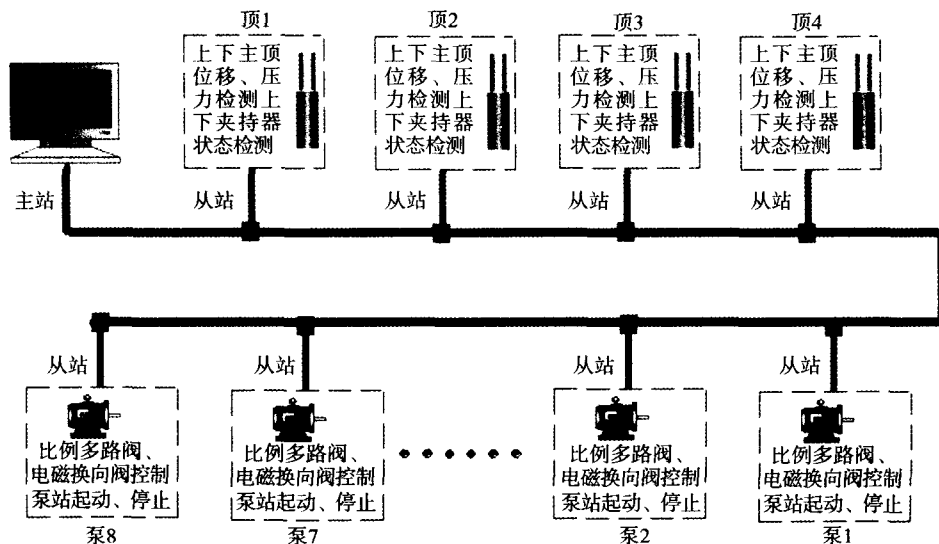


图2 控制系统框图

### 3 系统配置

由于该系统是在海边使用,使用环境的比较恶劣,工作温度在 $-15\sim 40$ 度,因而要具有一定的抗腐蚀能力,为此该系统大部份元件采用进口产品,以确保系统的稳定可靠。从站控制箱采用德国威图公司AE控制箱,防护等级达到IP65,继电器、电源、接线箱及接线端子采用德国菲尼克斯的产品,工控机采用研华P4系列,航空插座采用防水接头,无线操作采用工业无线遥控器,防护等级达到IP67,抗干扰能力强,有效距离可达100米,各控制箱安装有加热装置,确保系统在低温也能正常运行。本系统采用西门子PROFIBUS-DP总线通讯方式,1个主站、8个泵从站、4个顶从站。

#### 3.1 主站

主站采用西门子S7-300系列PLC作为主控制器,配备一台研华P4系列工控机,安装组态王监控软件,按照控制系统的实际需求对PLC和组态软件进行程序开发,数据在PLC和工业电脑中通过西门子MPI编程电缆进行交换,在中系统的操作主要在监控画面上进行操作,也可以切换到无线遥控的控制方式,在室外现场可以通过无线操作手柄进行现场操作,电脑系统并具有数据保存功能和故障报警功能。

主站安装于电脑操作主控台箱体中,主控台面板安装有电源开关、电脑起动开关、急停开关、报警指示灯,电脑和无线控制切换开关,操作台加热开关,以满足不同的环境要求。箱体电气装置和回路达到IP44等级,与外界的电气接口采用密封型防水航插。图3为主控台。

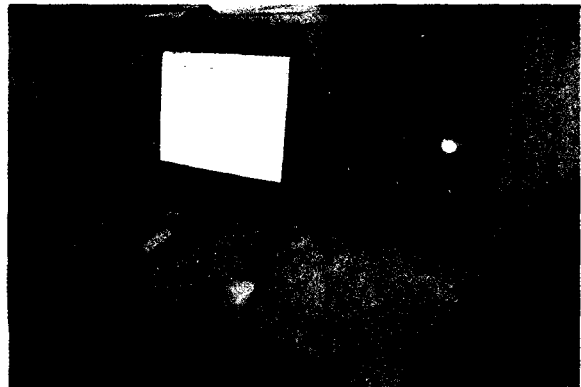


图3 主控台

#### 3.2 泵从站

泵从站由ET200S通讯模块和模拟量输出模块组成。泵从站安装在泵站旁,完成比例阀、换向阀的控制和泵站的启停。面板安装急停开关、远程/现场选择开关、自动/手动选择开关,自动启动/停止开关,前后顶选择旋钮,伸缸、缩缸、前后紧松控制按钮、报警指示灯、状态指示灯等,箱体有自加热功能,以满足不同的环境要求。箱体电气装置和回路达到IP56等级,与外界的电气接口采用密封防水型航插。

#### 3.3 顶从站

顶从站由ET200S通讯模块和模拟量输入模块组成。顶从站安装在千斤顶旁,主要完成上下顶活塞位移检测、进油口压力检测、限位、上下夹紧器松紧状态检测。箱体电气装置和回路达到IP56等级,与外界的电气接口采用密封防水型航插。传感器信号先统一接进菲尼克斯的信号接口盒内,再通过一个航空插头接入到顶从站控制箱。

## 4 系统控制

系统控制方式分为遥控方式和人机界面控制方式。

#### 4.1 遥控方式

遥控方式主要用于操作人员处于液压设备现场时用遥控器进行手动操作。QKT3-12系统采用的是APOLLO C1-12PBS遥控器,分为发射器和接收器两大部分,接收器部分安装在主控电脑柜上,与PLC相连。发射器部分操作界面如图4所示。

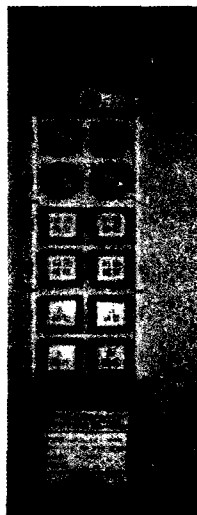
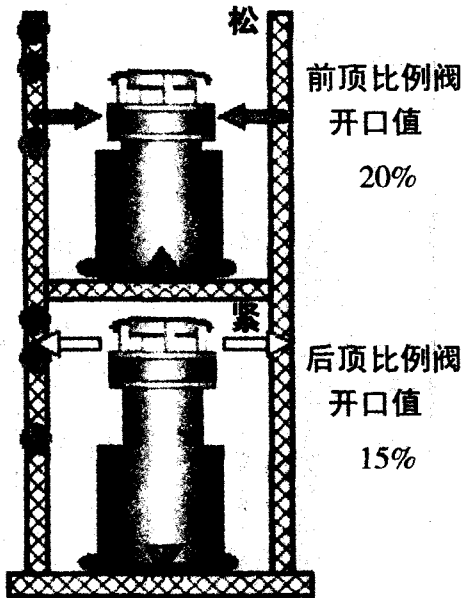


图4 发射器操作界面

### 4.2 人机界面控制方式

人机界面控制方式是操作人员在控制室中通过主控台上的组态画面来对受控的液压设备进行操作。QKT3-12控制系统组态画面共由六大部分组成：操作主画面、参数设定、报警记录、位移压力历史趋势曲线、数据报表记录、数据库查询。

系统的各种状态如伸缸、缩缸均显示在屏幕上，并实时显示每台顶的位移及每个泵站的压力值（见图5），同时通过界面可对比例阀的开口值进行修改，从而调节其比例阀输出的流量大小，还可以通过界面设定每台顶的最高压力，如某一台顶达到其设定压力，系统报警并停止工作，以起到对整个系统及构件的安全、保护的作用。界面中的操作部分包括：自动/手动选择、自动状态下的启动/停止、1~4#顶选择、前后顶选择、前后锚紧松、各泵的起/停止，以及急停控制。



顶1前顶位移:	00	MM
顶1后顶位移:	200	MM
顶1前顶压力:	0.3	MPa
顶1后顶压力:	2.7	MPa
顶1前顶速度:	00	M/H
顶1后顶速度:	21	M/H
顶1总行程:	213.67	M

图5 千斤顶状态参数画面

### 5 传感器

(1) 压力传感器：在拖拉过程中，为了监视每台顶的载荷变化，在每个泵站上安装一个压力传感器，以反馈千斤顶的实时压力参数。压力传感器量程为40MPa，精度0.2%FS。

(2) 位移传感器：在千斤顶油缸上安装1个位移传感器用于检测活塞位移，并将其数据反馈到主控系统。位移传感器量程1250mm；精度0.1%~0.2% FS。

(3) 接近开关：用于将千斤顶的特定位置（1#~6#位）信息及紧锚、松锚信息反馈给主控系统。接近开关额定工作距离5mm，开关频率1.5kHz。

### 6 同步调节

#### 6.1 位置同步调节

中央控制室除了控制集群千斤顶的统一动作之外，还必须保证千斤顶每行程的同步。在千斤顶每行程的伸缸过程中，各千斤顶的位移量之差控制在设定值以内，若某台顶伸缸较快，则减小相应的比例阀的流量，反之，则增大相应比例阀的流量。通过位移传感器所反馈的数据，再由PLC进行调节控制，相关PLC程序如下：

```

A(
A(
A(
A M50.1
JNB _001
L DB1.DBD 4
L DB2.DBD 4
-R
T #D2_1
AN OV
SAVE
CLR
_001: A BR
)
A(
O M100.3
    
```

```

O M101.3
)
JNB _002
L #D2_1
L DB6.DBD 36
/R
T #D2_1
AN OV
SAVE
CLR
_002: A BR
)
JNB _003
L DB6.DBD 40
L #D2_1
+R
T #D2_1
AN OV
SAVE
CLR
_003: A BR
)
JNB _004
L DB6.DBD 4
L #D2_1
*R
T #D2_1
AN OV
SAVE
CLR
_004: A BR
= L 36.0
A L 36.0
A(
L #D2_1
L 6.000000e+000
<=R
)
JNB _005
L 6.000000e+000
T DB2.DBD 80
SET
SAVE
CLR
_005: A BR
= M 37.0
A L 36.0
A(
L #D2_1
L 5.000000e+001
>=R
)
JNB _006
L 5.000000e+001
T DB2.DBD 80
SET
SAVE
CLR
_006: A BR
= M 36.7
A L 36.0
AN M 37.0
AN M 36.7
JNB _007
L #D2_1
T DB2.DBD 80
_007: NOP 0

```

## 6.2 压力均衡调节

为了提高构件的安全性，在每个都布置了油压传感器，实时监测每个顶的载荷变化情况。在顶推过程中，计算机通过压力传感器监测每台顶的载荷变化情况，准确地协调整个系统的载荷分配。如果顶的载荷有异常的突变，计算机会自动停机，并报警示意。相关PLC程序如下：

```

A(
A M65.0
= L 80.0
BLD 103

```

```

A(
L PIW258"PI_1千斤顶压力"
L -100
+I
T #D1_1
AN OV
SAVE
CLR
A BR
)
JNB _001
CALL FC 105
IN :=#D1_1
HI_LIM :=4.000000e+001
LO_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L80.0
RET_VAL:=#D1_3
OUT :=DB6.DBD60
_001: A BR
)
A(
L DB6.DBD 60
L DB6.DBD 92
>=R
)
= M60.6"M_1千斤顶压力过高报警"
    
```

### 7 系统运行流程

系统在自动运行状态下的流程图如图6所示。

千斤顶的连续牵行动作由相关PLC程序根据装于1#~6#位和紧锚及松锚位上的接近开关所反馈的信号来进行控制，并根据位移和压力数据来进行调节控制。

在自动运行开始时，有一个初始状态的调整，无论千斤顶的前顶及后顶在开始之前处于什么状态，在经过初始调整后便可以进行循环动作，以实现连续牵引作业。其中，减速伸缸动作使前顶和后顶之间存在一个速度差，受力转换能够流畅的过渡，以确保液压系统工作的平稳性。

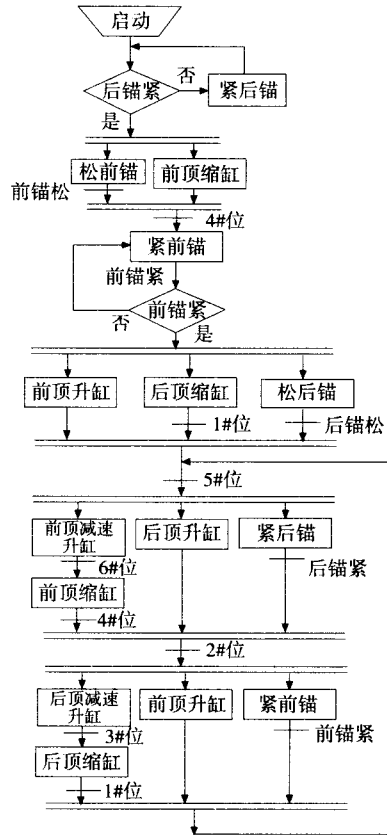


图6 自动运行流程图

### 8 应用小结

该系统是我公司首次将带有夹持顶的连续千斤顶用于海洋牵引作业，在国内及国外都属首次。相比于国外现在常用的单项牵引，具有不间断连续作业的特点，可大大提高工程施工效率。这也就意味着控制系统对千斤顶的动作控制和多台连续千斤顶之间的同步控制要求更高，同时，由于是海洋工程作业，对控制系统结构的防水和防腐也有着更严格的要求。随着工程的顺利结束，QKT3-12系统在软件和硬件两方面都通过考验。该控制系统仍然有需要改进和完善的地方，但它设计上的许多优点将对今后的控制系统的设计产生影响。

致谢：特别感谢柳州市自动化科学研究所对QKT3-12控制系统的设计、调试及应用过程中所给予的大力支持。

#### 参考文献

- [1] SIEMENS. Von PROFIBUS DP nach PROFINET IO. A5E00879152-01.10/2006
- [2] SIEMENS. ET200S IM151-7 CPU Interface Module. A5E00058783-04.11/2003
- [3] 童启明. 控制系统数字仿真与监控组态软件应用. 科学出版社. 2006