

# 基于PLC和组态软件的液压提升监控系统

甘秋萍 陈旭明 李兴奎 吴志勇 严李荣 阙潇瑜

(柳州欧维姆机械股份有限公司 545005)

**摘要:** 本文详细论述了基于PLC和组态软件的液压提升监控系统, 给出了监控系统的技术指标、控制模式、硬件结构、控制思想、软件结构和实现的功能。

**关键词:** 监控系统 PLC Controller Link 网络 组态软件 液压提升

## 1. 前言

液压提升系统是一种集机械、电子、液压技术于一体的新型起重设备。它与相同起重吨位的常规吊装机具相比, 具有体积小、重量轻、占用场地小等特点, 特别适用于空间狭窄、常规吊装机具无法进入的施工场合。近几年来, 柳州欧维姆机械股份有限公司开发的LSD系列液压提升系统已广泛应用于电建行业的设备安装、造船厂龙门吊及道路桥梁的提升安装等工程中, 但其控制理念均为4-6台千斤顶开关量控制, 无法实现系统的动态同步调节。在原LSD系列液压提升系统的基础上, 柳州OVM公司现开发的基于PLC和组态软件的液压提升监控系统—LSDKC-16液压提升监控系统, 它是一种配置灵活、易于扩展、可动态同步调节、适应于多顶、多泵站的远程控制系统。

## 2. 设计指标

LSDKC-16液压提升监控系统实现了液压提升系统的高精度远程控制。自动化指标如下:

- 1) 实现16台千斤顶、8个泵站的远程控制。
- 2) 远程控制距离大于500米, 并具有可扩展性。
- 3) 系统具有远程控制和就地控制功能及自动、手动、调整功能, 满足不同工况的需要。
- 4) 远程计算机可对单顶、多顶、单吊点、多吊点作点动控制, 完成提升、下降、紧锚、松锚等手动的有效控制。
- 5) 远程计算机键盘输入的比例阀开口值可对提升系统实现调速控制。

6) 远程计算机、现场控制箱均设有紧急制动键实现紧急停止, 确保系统安全。

7) 系统同步精度为10mm。

8) 实现系统故障报警。

## 3. 控制模式

### 1) 远程控制模式

远程控制模式为系统的最高级, 所有的操作均在监控计算机上完成, 此时所有现场控制箱的操作无效。在此方式下可设定各台顶的最高压力, 确保系统的安全, 也可通过改变比例阀开口的大小从而改变千斤顶的伸缸、缩缸速度。

远程控制分为远程自动、远程手动、远程调整三种方式。

**远程自动:** 在监控计算机选择自动操作, 选择提升或下降状态, 并选择受控的千斤顶, 用鼠标单击“启动”按钮即可进行远程自动操作。该方式为系统的主要运行方式, 正常的提升和下降均采用此方式。

**远程手动:** 在监控计算机选择手动操作, 选择受控的千斤顶, 用鼠标点击“伸缸、缩缸、紧上锚、松上锚、紧下锚、松下锚”按钮即可对受控顶进行手动控制。该方式为系统的辅助运行方式, 局部调节采用此方式。

**远程调整:** 它与远程手动的区别在于远程手动时每台顶的上下锚具必须有一个处于紧状态才能松另一个锚具, 而远程调整时每台顶的上下锚具可同时松开。此方式用于系统的安装和解除。

### 2) 就地控制模式

为增加操作的灵活性，系统设有就地控制模式。只有在监控计算机上授权后方可在现场控制箱上进行操作。就地控制也分为自动、手动、调整三种方式。

#### 4. 监控系统构成

液压提升系统主要用于大型构件的整体提升及下降。由于每个工程各不相同，有时泵站之间相距100米以上，若采用集中控制方式，则需要大量的长距离电缆，给施工带来不便。为

适应工程多样性的要求，LSDKC-16液压提升监控系统采用分布式控制方式，每个泵站配置一个现场控制器，每个现场控制器控制2台提升顶（如图1）。每台千斤顶主顶上安装有用于检测活塞位移的位移传感器及进油口压力的压力传感器；上下锚具上安装有用于检测松紧状态的接近开关；每个吊点上安装有用于检测构件高度的激光测距仪。同时远程计算机、现场控制箱均设有紧急制动键实现紧急停止，确保系统安全。

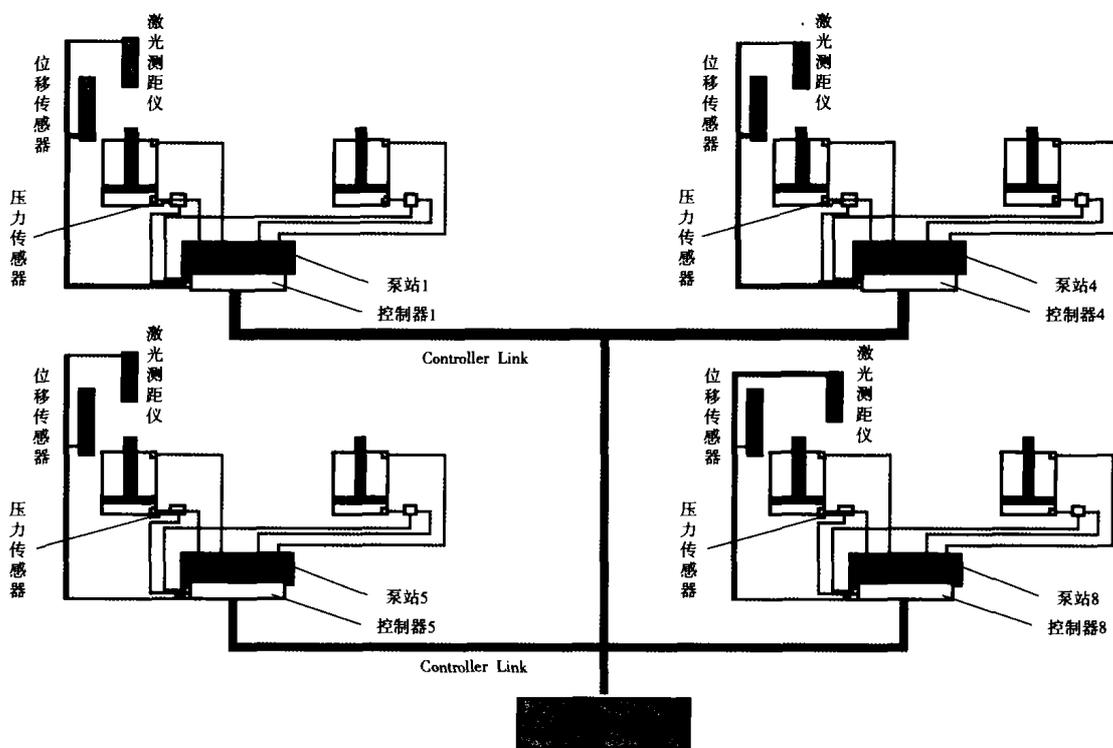


图1 LSDKC-16液压提升监控系统框图

监控系统由上位机和下位机组成。上位机使用工控机，完成组态软件的设计和开发，实现整个系统的监控和数据检测。下位机采用功能强大、可靠性高、维护方便且抗干扰能力强的可编程控制器。上位机和下位机组成Controller Link网络（图2）。Controller Link网络是FA（工厂自动化）级别的网络，是一种使用令牌总线通信的网络，网络中的每个节点都可作为主站进行数据的发送和接收，通过设置数据链接表可自动完成多节点间的数据链接。这种总线型拓扑结构具有较大的灵活性，易于扩

充和维护，满足了系统可扩展性要求。由于采用了分布式控制技术，可确保Controller Link网络不会因某个站点故障而崩溃，提高了系统的稳定性。

系统采用屏蔽双绞线作为Controller Link网络的通信介质，传输速率设为1Mbps，通信距离达800m，可满足系统实时性要求。PLC网络在完成物理连接后，必须进行必要的参数设置，设置的参数包括通信单元的单元号、所在网络的节点号、数据链接等。完成这些必要的工作后，即可实现PLC网络的互连。

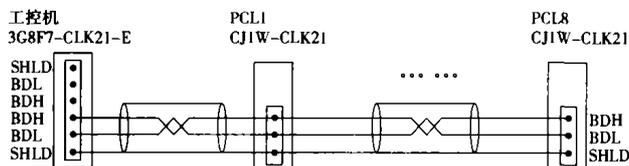


图2 Controller Link网络的连接

## 5. PLC系统的设计

### 5.1 对象分析

液压同步提升的原理是：以集群千斤顶为执行机构，液压泵站为动力设备，以钢绞线悬挂承重，利用千斤顶上、下锚具的交替动作和千斤顶活塞与油缸沿钢绞线的相对运动，实现重物的提升及下降。本系统控制对象为泵站上的比例换向阀及电磁换向阀，完成千斤顶的伸缸、缩缸，上下锚具的紧锚、松锚动作。由于系统为远程控制，操作人员不在现场，所以要确保系统安全可靠运行，系统必须知道每台提升顶及每台泵站的各项参数。

每台提升顶的电气控制参数如表1：

表1

序号	技术参数	输入量		输出量	
		AI	DI	AO	DO
1	主顶活塞位移	1			
2	主顶进油口油压	1			
3	上下锚具的松紧状态		4		

每台泵站的电气控制参数如表2：

表2

序号	技术参数	输入量		输出量	
		AI	DI	AO	DO
1	大小电机的起、停状态		4		
2	大小电机的起、停操作				4
3	比例阀开口			2	
4	电磁换向阀的通、断操作				12
5	电磁溢流阀的通、断操作				1
6	上下锚具油压紧信号		2		
7	故障报警				1
8	操作按钮		16		

### 5.2 PLC可编程序控制器配置

从表1及表2中可知，16台千斤顶及8台泵站实现远程控制需检测及控制的量为：

$$\text{数字输入量DI: } (4 \times 16) + (4 + 2 + 16) \times 8 = 240$$

$$\text{数字输出量DO: } (4 + 12 + 1 + 1) \times 8 = 144$$

$$\text{模拟输入量AI: } (1 + 1) \times 16 = 32$$

$$\text{模拟输出量AO: } 2 \times 8 = 16$$

由于系统采用分布式控制方式，每个PLC控制1个泵站及2台千斤顶，因此每个PLC的控制量为：数字输入量30点，数字输出量18点，模拟输入量4点，模拟输出量2点。每个PLC的配置如下：2块16点数字输入单元，2块16点数字输出单元，1块4路模拟量输入单元，1块2路模拟量输出单元，1块Controller Link 通讯单元。

### 5.3 PLC软件结构设计

PLC软件包括逻辑控制、高差同步控制、压力均衡控制三部分。

#### 1) 逻辑控制

逻辑控制是指提升顶集群动作控制和作业流程控制。实现液压提升顶集群协调动作，包括集群联动、局部联动、单点单动，即按照提升或下降的流程正确执行伸缸、缩缸、紧上锚、松上锚、紧下锚、松下锚指令，同时还要控制每个动作时间的长短。因此逻辑控制的主要工作是：不断检测上下夹持器的状态和主顶活塞的位置，信号输入PLC后，经判断与决策，再由PLC发出控制信号，驱动安装在泵站上的电磁换向阀，实现千斤顶集群控制。

#### 2) 高差同步控制

由于液压提升系统主要用于各种超大、超重、超高的大型构件整体提升，因此需要许多顶来共同承载，这些顶分布在不同的吊点上作业。要实现千斤顶的集群同步控制，就需要以其中一个吊点为主令点，其余吊点为跟随点。高差信号由布置每个吊点中的激光测量仪检测。在提升过程中，设主令点比例阀电流恒定，进而提升油缸的伸缸速度恒定，主令点以一定的速度向上提升。PLC通过比较主令点同每个跟随点的高度得出跟随点同主令点的高差。PLC根据跟随点当前的高差，依照一定的控制算法，决定相应比例阀的控制量大小，从而实现每一跟随点与主令点的同步，保证系统的同步精度为10mm。同时系统还设置了超差自动报警

停机功能，一旦某跟随点同主令点的同步高差超过某一设定值，系统将自动报警停机，以便检查。因此高差控制的主要工作是：不断检测各吊点的提升高度，信号输入PLC后，经判断与决策，再由PLC发出控制信号，改变各吊点电液比例阀的开口，通过调节流量改变提升速度，从而缩小吊点高差（如图3）。

### 3) 压力均衡控制

为了提高构件的安全性，在每个提升顶的进油口都布置了油压传感器，实时监测每个提升顶的载荷变化情况。在提升过程中通过监测每台顶的载荷变化情况，准确地协调整个提升系统的载荷分配。如果提升顶的载荷有异常的突变，则系统会自动停机，并报警示意。

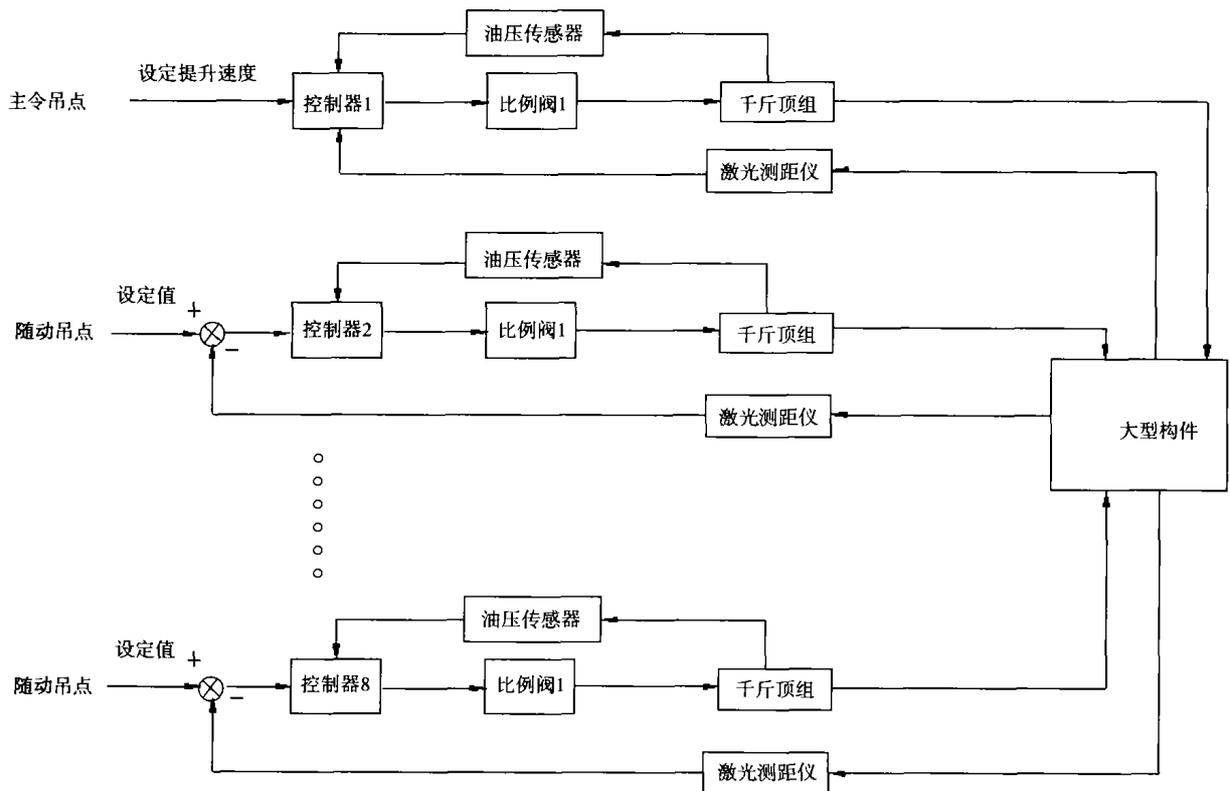


图3 高差及压力控制框图

## 6. 监控软件结构设计

工业控制组态软件是一种可以从可编程控制器、各种数据采集卡等设备中实时采集数据，发出控制命令并监控系统运行是否正常的软件包，组态软件能充分利用Windows强大的图形编辑功能，以动画方式显示监控设备的运行状态，方便地构成监控画面和实现控制功能，并可以生成报表、历史数据库等，为工业监控软件开发提供了便利的软件开发平台，从整体上提高了工控软件的质量。本系统采用组态王6.5作为监控软件开发平台，组态王6.5是运行在Window2000/XP/NT上的一种组态软件，由工程浏览器TouchMAK和画面运行系统TouchVEW两

部分组成。TouchMAK是KingView软件的核心部分和管理开发系统，它的功能是建立动画显示窗口。通过它提供的工具箱可方便建立实时曲线图、历史趋势图和报警记录显示。TouchVEW是显示TouchMAK中建立的图形窗口的运行环境。监控软件的结构如图4。KingView 6.5驱动程序通过Controller Link网络与PLC进行通信，分别访问相应的寄存器，以获取现场各工艺参数的实际值或对现场的开关量和模拟量如各比例阀的开度进行控制。

系统上位机的组态软件基本实现了液压提升测控的要求，简洁形象的模拟了千斤顶及泵站的工艺流程，操作人员能在中央控制室的计

计算机屏幕上了解现场的全部运行状况,包括各种报警。取得权限的操作人员能在中央控制室实现对任何一台千斤顶及泵站的单独操作或联机操作,在自动运行状态下所有的手动操作不起作用,有效防止误操作。

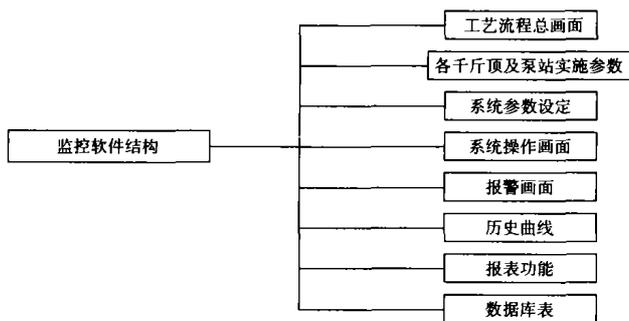


图4 监控软件结构图

### 7. 监控系统实现的主要功能

1) 显示功能: 工艺流程、测量值、设备运行状态、操作模式、报警等显示、画面调用等功能;

2) 报警处理: 记录报警发生时间、故障内容等信息,并对报警信息进行管理;

3) 历史趋势功能: 对现场的千斤顶活塞位移、千斤顶进油口油压、构件高度等以曲线图形显示。每个趋势曲线显示的画面主要包括画面名称、时间、趋势、说明等;

4) 数据库存储与访问: 实现Access历史数据库在每次系统运行时的自动创建并按秒钟级记录,现场数据的存储;

5) 对系统参数、控制器参数进行修改与储存,能实现监控系统自动/手动/调整操作模式间的无干扰切换;

6) 管理权限: 实现不同级别的系统管理权限,系统操作员可以选择操作模式,查看趋势曲线及报表等;系统工程师可以根据实际情况对监控软件和下位机软件进行修改。

### 8. 结束语

本文研究的基于PLC和组态软件的液压提升监控系统利用了PLC抗干扰能力强、组网方便、适用于工业现场的特点,又利用了组态软件强大数据处理和图形表现的能力,融合了较先进的自动化技术、计算机技术、通讯技术、故障诊断技术和软件技术,具有可靠性高、组网简单、维护容易等特点。该系统已经在青岛某龙门吊安装工程中成功应用。

#### 参考文献

- [1] 组态王version 6.5使用手册 北京亚控自动化软件科技有限公司.
- [2] Controller Link Units Operation Manual OMRON
- [3] PLC控制技术在梅溪桥闸的应用 工控网

(上接第12页)

### 2.8 孔道灌浆

孔道灌浆选用42.5R金鱼牌普通硅酸盐水泥,水泥浆水灰比采用0.40,并不得掺入各种氯盐,灌浆用水采用自来水。搅拌水泥浆时应严格控制配合比以及放料先后顺序。

灌浆应缓慢均匀地进行,不得中断,并应排气通顺。如遇孔道堵塞,必须更换灌浆口,但必须将第一次灌入的水泥浆排出,以免两次灌入的水泥浆之间有气体存在,影响防腐质量。

### 2.9 锚头端部封堵处理

在预应力钢筋张拉结束后,用手提砂轮切割机切断多余钢绞线(至少留30mm),将张拉

端清理干净。张拉端封锚,留有穴模的锚固区用C40微膨胀细石混凝土密封,对留有后浇带的锚固区采取二次浇筑混凝土的方法封锚。

### 3. 结束语

经工程各方的密切配合和精心施工,工程已顺利完工,并即将投入使用。本工程对填海区的超大面积预应力钢筋砼板的设计及施工提供了很好的借鉴作用;采用预应力技术克服由于超大面积砼板温度变化而引起的砼收缩开裂也是一种尝试,为我们预应力应用打开新的领域。

#### 参考文献

- 1、《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用规程》JGJ85-2002;
- 2、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2002