

激光测距传感器在液压提升系统中的应用

甘秋萍 李兴奎 吕振刚 刘文 吴志勇
 严李荣 庞俊辉 罗艺红 陈艺玲 吴莲锋
 (柳州欧维机械股份有限公司 柳州 545005)

摘要:介绍了激光测距传感器在液压提升系统中的应用,包括系统总体设计,通讯协议宏组态及PLC编程,激光测距传感器使用注意事项等。

关键词:激光测距传感器 协议宏 PLC 液压提升系统 串行通讯

1 引言

在液压提升系统中,同步精度为最关键的技术指标之一,因此构件提升高度测量传感器的选择至关重要。大型构件的提升高度一般为几十米甚至几百米,要保证在提升过程中各吊点的高度误差不超过 $\pm 10\text{mm}$,需要采用精度为0.01%的长位移传感器。传统的方法采用钢丝绳弹簧收拉位移传感器,钢丝绳一端固定在构件上,另一端固定在吊装平台上,它将钢丝绳收拉移动转换成旋转运动,并通过与旋转编码器联动的装置,以达到用旋转编码器来测量线性位移的目的。此方式传感器的安装受提升构件结构限制,且提升高度越高安装越困难,同时受风的影响,钢丝绳无法保持垂直状态,严重影响测量精度。而激光测距传感器为非接触式测量方式,安装方便,在长距离测量方面有很大的优势。

2 系统总体设计

如图1所示的液压提升系统,4台千斤顶通过钢绞线与构件连接,激光测距传感器向下安装在吊装平台的4个吊点上,用于检测构件的提升高度。激光测距传感器发出光束打在构件上,测量数据通过RS-422口与PLC通信。在提升过程中,以一个吊点为主令吊点,其余吊点为跟随点。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,决定相应比例阀的开口大小,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 $\pm 10\text{mm}$ 。

图2为液压提升控制系统框图,系统中PLC采用OMRON公司的CJ1M-CPU11,控制器上选用的通讯模块为CJ1W-SCU41-V1,该通讯模块上有RS-232和RS-422/485串口各1个,通过协议宏组态。4台激光测距传感器选用了德国DIMETIX公司的DLS-BH30,测程0.05-200m,串行接口(RS232或RS422),精度3mm。

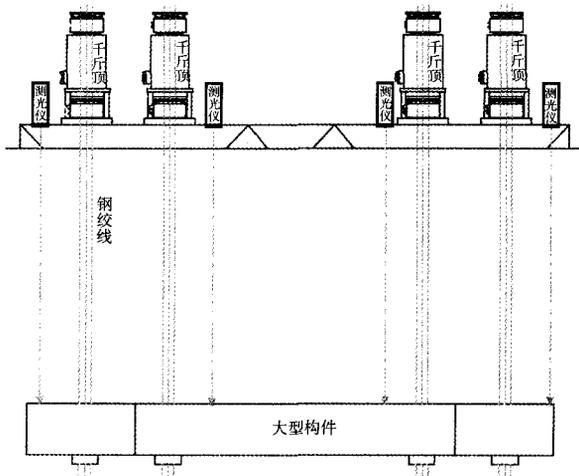


图1 液压提升系统工程安装示意图

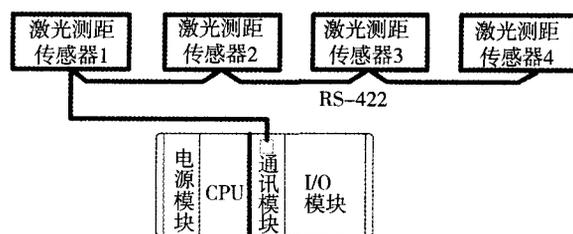


图2 控制系统框图

3 通讯协议宏组态及PLC编程

通讯协议宏是一种通信协议,它的功能是控制同各种通信设备和装有RS-232C或RS-422/485

端口的通用器件的数据传送。如图2所示,将CJ1W-SCU41-V1通讯模块上的RS-422/485端口与4台激光测传感器的RS-422串口连接后,利用OMRON的CX-Protocol创建通讯序列,并将其下载到PLC的通讯模块中。随后,编写PLC梯形图控制程序,使用PMCR指令执行存储在通讯模块中的通讯序列。激光测距传感器的通讯设置及通讯协议宏的创建和执行过程如下。

3.1 激光测距传感器的通讯协议

在编写通信协议宏之前,必须知道激光测距传感器的通讯参数及操作命令。控制激光测距传感器的所有命令都是基于ASCII码,且以<cr><lf>(<回车> 和 <换行>) 作为命令的结束。

3.1.1 通讯参数

DLS-BH30默认的通讯参数如下:

波特率: 19200

数据位: 7

奇偶检验: 偶检验

停止位: 1

3.1.2 操作命令

操作命令中的参数含义如下:

N 模块地址 (0~9)

xxxxxxx 采样频率,单位10ms (如果为0 最快采样频率)

zzz 错误代码

3.1.2.1 缓冲跟踪 - 开始 (sNf)

命令 sNf+xxxxxxx <trm> sNf<trm>

返回 成功 gNf?<trm> sNf+xxxxxxx <trm>

返回 错误 gN@Ezzz<trm> gN@Ezzz

3.1.2.2 缓冲跟踪 - 读数 (sNq)

命令 sNq<trm>

返回 成功 sNq+xxxxxxx+c<trm>

返回 错误 gN@Ezzz+c<trm>

3.2 创建通信协议宏

根据上述激光测距传感器的通讯参数及操作命令,在CX-Protocol软件上创建新项目,在新项目下创建CS/CJ型通信协议宏,然后在其下创建激光测距传感器的通讯序列(Sequence),如图3所示。

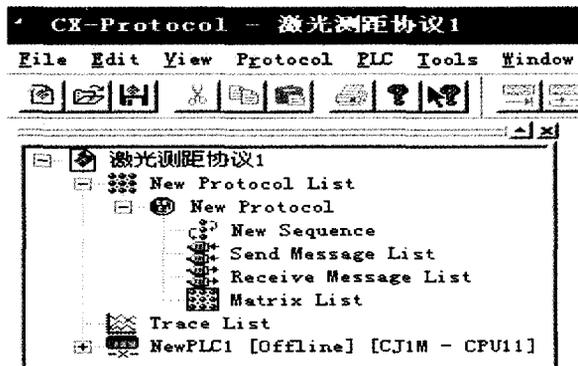


图3 创建通讯协议

每个协议最多允许定义1000个通信序列,每个通信序列中可以定义最多16步(Step),在每一步中包含了步号、指令类型、发送信息、接收信息和响应等内容。每一步可设定重复次数、发送/接收的数据格式、下一步处理及出错处理。对于发送和接收数据的地址可任意指定。激光测距传感器的步设置及发送信息形式如图4所示。00步为1#激光测距传感器的缓冲跟踪开始,01步为2#激光测距传感器的缓冲跟踪开始,02步为1#激光测距传感器的缓冲跟踪读数,03步为2#激光测距传感器的缓冲跟踪读数。

00步中的发送信息Message的设置界面如图5所示;02步中发送信息Message2及接收信息Message1的设置界面分别如图6、图7所示。其中的一些符号含义如下:

① <h>是报文头,内容是“S”;

② <a>是1#激光测距传感器的节点地址,设置为“1”;

③ “f+0”是以最快采样频率缓冲跟踪开始;

④ “q”是缓冲跟踪读数;

⑤ \$(W(DM 00100,*))是将接收数据写入以DM 00100为起始地址的寄存器中,接收数据长度不限。

⑥ <t>是报文结束,内容是“CR LF”

按照编写1#激光测距传感器通讯序列方式,以此类推,编写2#~4#激光测距传感器的通讯序列。最终将整个协议宏下载到PLC的通讯模块中。

#	Step	Repeat	Command	Retry	Send Wait	Send Message	Recv Message	Response	Next	Error
00	RSET/001	Send	#	0.02 sec	Message	#####	NO	Next	Abort	
01	RSET/001	Send	#	0.02 sec	Message 3	#####	NO	Next	Abort	
02	RSET/001	Send & Receive	3	0.02 sec	Message 2	Message 1	YES	Next	Abort	
03	RSET/001	Send & Receive	3	0.02 sec	Message 4	Message 5	YES	Goto 2	Abort	

图4 创建通讯序列

Name Message << >> Delete

<h>+<a>+"f+0"+<t>

Message Data

Constant Hex Edit... Insert

Header <h> Terminator <t> Address <a>

Edit... Insert Edit... Insert Edit... Insert

Length <l>

1 Edit... Insert

Check Code <c>

1 Edit... Insert

Color Key

- Normal
- Length
- Check
- Length + Check Code

OK

Cancel

图5 00步的发送信息

Name Message 2 << >> Delete

<h>+<a>+"q"+<t>

图6 02步的发送信息

Name Message 1 << >> Delete

<h>+<a>+"q"+\$(W(DM 00100),*)+<t>

图7 02步的接收信息

3.3 编程运行通信协议宏

在将协议宏下载到PLC的通讯模块后，需利用CX-Programmer软件编写梯形图控制程序来执行该协议宏。在编程前，需设置PLC通讯模块端口1为协议宏，数据长度：7；停止位：1；奇偶校验：E（偶）；波特率：19200bps，与激光测距传感器通讯参数一致。

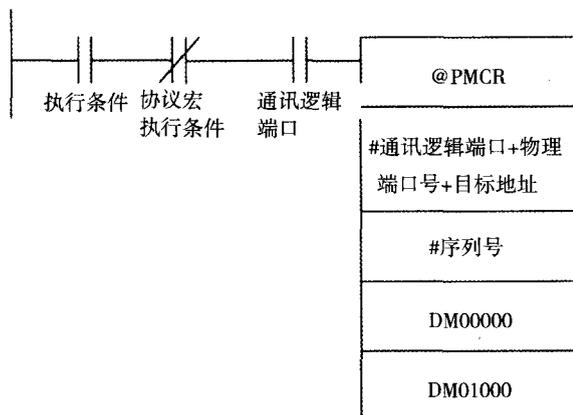


图8 CS1/CJ1 协议宏指令标准用法

如图8所示，CJ1 协议宏指令标准用法如下：
协议宏执行条件

通讯单元 端口1：通道n+9，位15 物理端口号 1

通讯单元 端口2：通道n+19，位15 物理端口号 2

$n=1500+25 \times \text{单元号}$

通讯逻辑端口

A202.00-A202.07 对应PMCR第一个操作数的通讯逻辑端口0-7

目标地址

通讯单元：单元号+10HEX (10-1F)

序列号 0000-03E7 HEX码(000-999)

若发送数据已写在协议中，则让发送区首地址DM00000 不为0即可。

如图9所示，在梯形图程序中通过使用PMCR 指令调用不同的序列实现PLC与激光测距传感器的通讯。

当0.00由OFF变为ON时，传感器的激光打开，当1584.15为OFF，A202.00为ON时对激光测距传感器执行协议宏指令PMCR。

该指令中的控制字1“#0113”中第一位“0”代表通讯逻辑端口0，第二位“1”代表使用通讯单元上的1号端口，即RS422 / 485口与激光测距传感器连接；而后二位“13”代表目标地址为13，通讯单元的节点号为3；控制字2“#0”代表执行0号序列；由于发送数据已写在协议中，第一个发送字D0的内容设置不为0即可，例如“0005”；第一个接收字D100为接收数据首地址。

当执行PMCR指令时，RS422 / 85口协议宏执行条件1584.15置为OFF，通讯逻辑端口A202.00置为ON，协议宏执行结束后，1584.15置回ON，A202.00置回OFF。此时，0号序列执行完一次。

由于0号通讯序列已包含了4台激光测距传感器的数据采集，因此每执行完一次0号序列，即可完成一次4台激光测距传感器的数据采集。

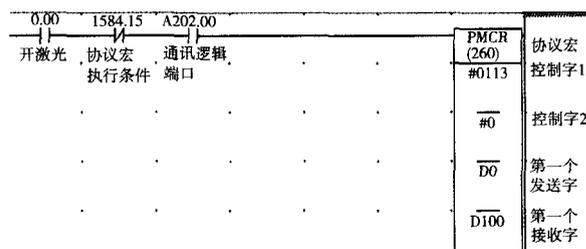


图9 协议宏指令梯形图

4 提升高度同步调节

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距传感器检测。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。本系统以1#顶为主令点，若某台顶与1#顶提升高度的差值超过设定值时则控制该顶的比例阀进行PID调节，增大或减小比例阀开口大小，从而改变千斤顶伸缸速度，直到差值趋于零，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。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。提升高度同步调节见图10。

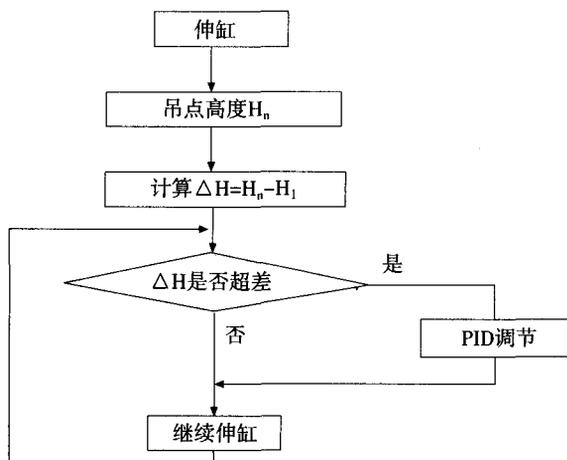


图10 提升高度同步调节框图

5 激光测距传感器使用注意事项

由于激光测距传感器为光学仪器, 安装和拆卸时要轻拿轻放, 安装时最好将激光向下打在被测物体上; 若激光向上打在被测物体上, 则应采

取措施避免阳光直接照在光学接收板上。不要注视激光束, 确保激光瞄准时位于眼睛水平线上方或下方 (尤其是固定安装在机械设备上等情况)。不要将激光测距传感器直接瞄准太阳。

当被测距离大于60m时, 应使用专用接收板的褐色面。

激光测距传感器为IP65, 使用时应防止灰尘和水汽浸入。

6 结论

本文利用RS422/85串行通信功能和协议, 实现了用单台PLC控制多台激光测距传感器的任务, 不仅大大简化了现场布线及测距传感器的安装, 节省了施工费用, 而且可靠性也大幅提高。该系统自2006年投入运行以来, 工作正常, 整个控制系统灵活方便, 具有很大的实用和推广价值。

参考文献

- [1] 激光测距传感器DLS-B、DLS-BH. 技术参考手册 Dimetix 2006
- [2] Cx-Protocol使用手册. OMRON. 1999

(上接第14页)

由(12)式可计算 α 值

$$\alpha = \frac{330}{3.14 \times 0.13 \times 10 \times 30} = 2.69$$

由此, 由黏结力均布法推导出的锚固力计算公式为

$$T_U = 2.69\pi DLc_u \quad (12)$$

在后期的锚索设计中, 应用以上的计算公式来计算锚索的张拉力, 在后期的张拉中, 锚索都能达到设计的张拉力, 这也说明该公式在这一区域的适用性。

5 结论

由试验过程和以上的试验数据、作图分析和数值计算分析, 可得出以下结论:

(1) 一般情况下, 锚索的破坏在红粘土中表现为红粘土层和注浆体之间的黏结面出现破裂, 导致锚索的破坏失效。

(2) 当锚索破坏失效后, 虽然黏结力失去

了作用, 但是注浆体与土层之间的摩擦力还是比较大的, 几乎可以达到最大锚固力的40%~70%左右。所以当锚固段长度足够长时, 锚固端部分失效后锚固力不会产生急剧的下降。

(3) 黏结应力不均匀分布更能真实的反映锚索锚固段锚固力的实际分布, Phillips公式可以较好的反映锚固段黏结应力的分布状况。

(4) 本文通过有限的试验推导了红粘土地层锚固力的计算公式, 该公式是否适用于不同的土体和地区, 还有待于进一步的研究。

参考文献

- [1] 沈强, 陈从新. 高速公路失稳高边坡动态设计[J]. 岩土力学. 2003, 24: 283~286
- [2] 闫莫明, 徐祯祥, 苏自约 主编. 岩土锚固技术手册[M]. 人民交通出版社. 2004
- [3] GB150330-2002. 建筑边坡工程技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社. 2002
- [4] 岩土工程手册编写委员会. 岩土工程手册[S]. 北京: 中国建筑工业出版社. 1994