

落锤控制系统

基于西门子 PLC 的落锤控制系统实现

DHR1205 落锤式冲击试验机控制系统的设计，采用西门子 PLC 系统通过不同的通讯方式，充分利用其内部高速计数和高速脉冲输出功能实现主要参数的控制，使系统运行更稳定，测量精度更高，为实验提供有效数据。

文 胡颖，山西职业技术学院电气工程自动化系

设备在经受高速撞击时，材料性能会呈现出多种特征，短时间的强载荷会使材料内部原本不均匀的细小结构或缺陷被激活，形成损伤和破坏。在经受中低速撞击时，材料性能不至于发生显著的变化，但撞击物的巨大动能会引起设备超大变形、屈曲、断裂，甚至崩塌，造成灾难性事故。因此，对材料结构耐撞性实验研究非常重要。DHR1205 落锤式冲击试验机具有很好的可重复性，可用于模拟该项撞击过程，为事故的预防提供有效地参数依据。因此有效地控制该落锤式冲击试验机的测量精度可大大提高测量参数的准确性。

DHR1205 落锤式冲击试验机高达 30 m，落锤最大提升高度为 28 m，相应的撞击速度最高可达 23.5 m/s，能满足大范围内低速撞击试验的要求。落锤质量可在 15 ~ 1000 kg 范围内调整，与不同高度匹配，可满足大冲击能量输入的要求。鉴于实验的要求精度，需要对落锤的提升高度和下落速度准确控制。

系统原理及构成

DHR-1205 型落锤式冲击试验系统

由西门子可编程控制器 S7-200 作为控制器，由变频器控制提升速度，通过触摸屏和上位机来设定提升高度以及变频速度的值，并且显示设备运行状态来控制设备运行。通过激光测距仪所测得的提升高度来控制变频器的停止。设备要求在落锤下落中高度 5 cm 之内测量并显示其速度。

系统采用 7.5 kW 卷扬机用于提升落锤高度，相应驱动设备选择台达 VFD-B 系列 7.5 kW 变频器，PLC 选择 S7-200 系列 CPU 为 224XP 晶体管输出，扩展模块为 EM221，通信模块为 EM277，触摸屏为 SMARTLINE700，其他低压电气元件为西门子系列。采用激光测距仪作为提升高度的测量，采用两个光纤传感

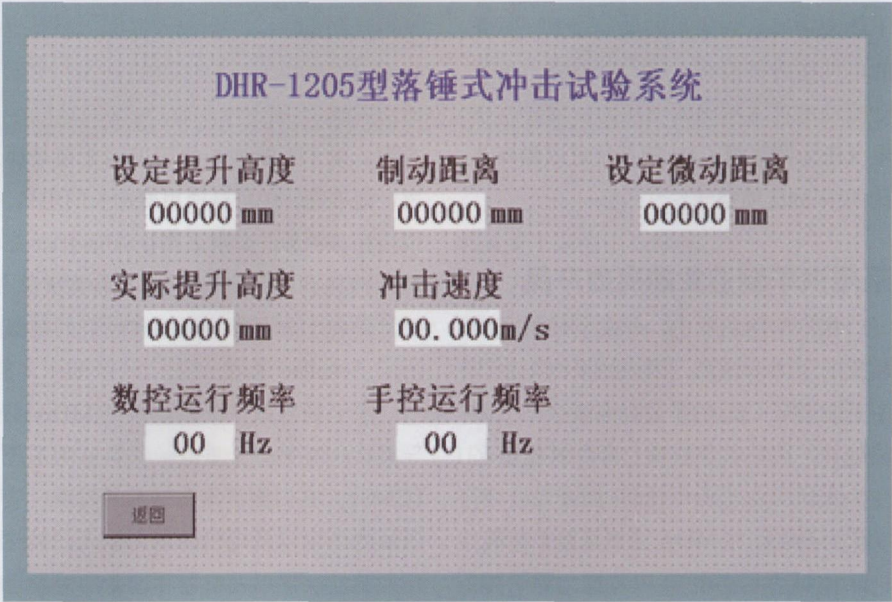


图 触摸屏参数设置画面

器分别作为计算冲击速度所用时间的开始点和结束点。

控制系统的实现

系统由触摸屏、工控机或者操作台按钮来发布运行命令，相互之间通过转换开关切换，由程序控制三者不能同时操作。触摸屏和工控机可以显示和设定提升高度、设定高度、变频速度、冲击速度，如图所示，所有数据交换都是通过 PLC 的 CPU 进行。对于高度的采集通过激光测距仪来实现，设备要求高度精度为 1 mm，激光测距仪精度可以实现 1 mm，如何让 PLC 准确采集呢？激光测距仪与 CPU 之间的连接可以有两种：通过 EM235 模块采集 4-20 模拟量输入，也可以利用 CPU 自由口通过 485 的通信方式将数字信号传给 CPU。由于 PLC 与变频器安装在同一操作台里，虽然模拟量输入采用屏蔽电缆，变频器在运行时，仍然造成模拟量的较大范围抖动。由于测距仪输入的模拟信号用来判断提升停止，该信号的大幅度抖动无法实现与设定高度的比较，也就无法实现准确停止。因此采用了通过 485 通信方式实现。触摸屏与 CPU 通过 EM277 实现 MPI 通信，工控机与 CPU 为 PPI 通信。

激光测距仪与 CPU 之间采用 MODBUS-RTU 协议，波特率 9600，无奇偶校验位，8 位数据位，1 位停止位。CPU 作为 MODBUS 主站，激光测距仪作为 MODBUS 从站。程序调用 S7-200 中的 Modbus RTU 主站协议库。根据测距仪给出的 MODBUS 地址，数据存放在保持寄存器中。第一扫描周期，复位各标志位，初始化 Modbus 主站通信，Modbus 主站初始化完成后，启动读写指令，设置读模式 0，读取从站起始地址以 40001 起始的 10 个字，存放到 VB1000 起始的 10 个字，读取从站保持寄存器的数据，通信请求执行完成，复位 MBUS_MSG 指令的触发位；同时，启动延时定时器，其目的是使 MBUS_

MSG 指令的触发位复位后，在下一个周期能够被再次触发。

冲击速度的测量采用 $v=s/t$ 获得，距离设备已经固定为 50 mm，此时由于落锤下落速度较快，对时间的测量需要以微秒为单位，但 S7-200 中定时器的最小时基为毫秒，无法满足要求。在 CPU 的高速脉冲输出可以输出脉冲周期是微秒的脉冲。因此，采用下落过程中时间的测量采用高速计数器，用来计算占空比为 50% 的 PWM 高速脉冲输出个数，脉冲个数乘以脉冲周期即得所用时间。采用 CPU224XP 的 100 KHz 的高速脉冲输出，可以得到脉冲周期为 10 μ s 的高速脉冲，这样可以满足测量要求。对于高速计数器来说，只有 I0.3、I0.4、I0.5 输入点可以接收这么高速的脉冲信号，结合控制要求选择 I0.3 作为高数计数器输入，计数器选择 HSC4。当第一个光纤传感器动作时启动高速计数器计数，第二个光纤传感器动作时结束高速计数器计数。

变频器的停止是靠 PLC 判断是否到达设定高度，通过 CPU 读取的激光测距仪的提升高度值与设定的提升高度值比较，当二者相同时给出变频器停止信号。采用西门子 PLC 与激光测距仪的 MODBUS 通信，有效地避免了变频器启动时对模拟量的干扰，使得测量精度更可靠，多次测量后发现，MODBUS 通信传输的数字量抖动只有 1 mm。这样使得变频器的停止更为精确。

采用 PLC 自身发出的高速脉冲信号作为时间计量单位，有效地克服了 PLC 定时器只能计量毫秒单位，同时充分利用 PLC 的高速计数和高速脉冲输出功能，扩展了其应用范围。实际测量中如果将高速脉冲的脉冲周期改为 6 μ s，也可实现脉冲输出。

落锤试验控制系统的设计减少了硬件设备的投入，操作和维护更为方便，较大限度的提升了西门子 PLC 的应用空间，大大提高测量精度和测量稳定性，对进一步的改进奠定了基础。MM

3D打印副刊 致力于推动中国3D打印 市场的产业化进程



- 整合国际资源，
及时报道前沿技术与应用案例；
- 集结行业专家，
讨论前沿3D打印技术话题；
- 关注周边产品及打印服务，
全面覆盖3D打印行业内容。

MM 现代制造[®]
MASCHINEN MARKT



Vogel 弗戈工业媒体

MM创刊于1894年