

[电力系统]

注水井智能测调电力系统设计及控制

文/中油电能电力研究设计院 赫明明

研究设计了注水井智能测调电力系统，将温度、压力和流量等测试单元集成于智能测调工作筒中，以电缆为传输电能和数据的介质，实现地面控制多口井、多层水嘴的连续开关，实时监测井下数据，大幅提高了测调效率，减小了作业空间。

注水井智能测调原理

注水井智能测调电力系统由双滚筒测调车、可单层流量测试同步可调测调仪和可调堵塞器组成。先用研制钢丝、电缆双滚筒绞车，使用钢丝将可调堵塞器投送到目的层位，无须更换不同水嘴。再采用单芯钢管电缆携带测调仪器下井，实现仪器投送和测调数据的双向传输。

可单层流量测试同步可调测调仪通过传输电缆与地面保持通信，下井后流量数据实时通过电缆传输至地面，可单层流量测试同步可调测调仪到达目的层段上部，人工发布弹开指令，调节机构通过电动机控制张开，下放仪器对接可调堵塞器，人工发布测试当前单层流量命令，再依据单层流量发布调节命令，控制电动机正转或反转，流量的改变，需要有万向轴、联轴器和对接机构对动力进行传递。当前层段调节完毕，地面控制调节机构收回，上提或下放仪器，重复以上命令实现其他层段调节。预计测调效率提升50%以上。

整体系统的主要由三部分组成，分别为地面控制、井下控制和放喷装置。地面控制系统又分为负责监控的操作软件，负责信号传输、转换的工控设备，负责供电的井下设备，负责监控的操作软件，绞升设备采用钢丝和电缆双滚筒绞车，钢丝滚筒负责投捞可调堵塞器，电缆滚筒负责提放测调仪。防喷装置是注水井测调工作中的井控

设备，负责辅助下井仪器下入或起出。井下控制主要包括可调堵塞器和测调仪，可调堵塞器负责流量控制，测调仪负责信息采集和流量调节。

地面控制软件的开发

地面控制系统主要完成过电缆供电、电压控制、电流监测、数据和指令的发送接收以及与计算机间的数据交换功能。

1. 控制原理及流程设计

计算机为整机测控的核心，系统各项功能的实现主要通过智能I/O模块达到全局测控的目的。

根据井下设备的实际情况、用电需要，由地面仪器进行供电，井下设备的动作主要根据位置传感器的信号和供电的极性由测调控制线路完成。电动机根据仪器的收放和流量调节执行相应的动作。地面仪器将测量到的流量、压力和温度数据转为相应的信号，信号经过单片机开通的通道传输到地面，地面仪器设备对收到的井下数据信号进行处理，将最终的结果显示到便携机上。

2. 地面控制数据通信控制原理

整套系统的核心组成为便携式计算机，供电由车载逆变电源提供，地面控制仪器通过USB实现井下仪器的控制与测量。

上下流量、温度和压力等数据的测量和调节通过井下仪器设备发出的操作指令完成，有效地

将井下分层水量进行控制。

井下数据采集时，经地面控制仪由计算机USB通信口发出数据采集通信指令，井下仪器根据协议指示，地面发送温度—上流量—压力—下流量数据信号，地面控制仪进行数据信号前置处理后，再送至计算机USB通信口接收，这样完成了井下数据通信及采集的过程。

3. 工控机主要技术参数

- 1) 外形尺寸：400 mm × 320 mm × 110 mm。
- 2) 质量：10 kg。
- 3) 输入电源：220 V ± 5%、50 Hz ± 1。
- 4) 输出电源：0~150 V，0~300 mA。
- 5) 计算机通信：USB2.0。
- 6) 供电与通信：单缆载波。

测调地面控制软件开发

1. 工具栏功能

工具栏如图1所示。经常使用的图标为从左边起的5个图标，单击工具栏按钮可以进入所在的菜单选项。

2. 执行次数



图1 工具栏

执行次数指的是对应命令单击一次时循环执行的次数，比如正粗中设置为3，则单击正粗命令时将执行3次的正粗命令。间隔时间指的是循环执行时中间的等待时间。“水嘴工作方式”和“当前水嘴当量”及在对应的编辑框中显示对应的内容，不可以修改。“设定水嘴当量”与其后的“执行”及当设定好水嘴大小后按下“执行”命令仪器将根据设定的大小来调整井下的水嘴大小。

3. 状态栏功能

状态栏如图2所示。从左边起有凹进去指示域，分别指示当前日期、系统时间、运行信息及计时提示等。

4. 其他



图2 状态栏

如图3所示的主界面，下部的数据有三个页面，可根据需要切换菜单栏信息的页面，测试数据的页面和测试曲线。

选择“流量计参数”，出现参数调整界面，

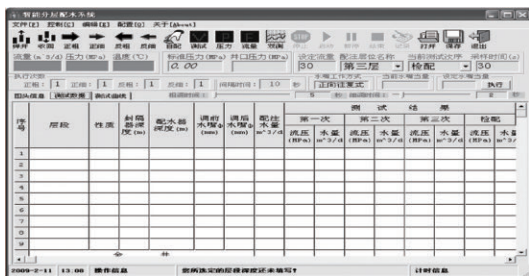


图3 测试数据页面

仪器标号既可以选择，也可以输入，系统在保存设置，将自动辨别是修改现有仪器的参数，还是保存一个新仪器的参数。

1) 正配极限电流。用于监控“正粗”“正细”“弹开”的电流，一般大小设置为120 mA。

2) 反配极限电流。用于监控“反粗”“反细”的电流，一般设置为195 mA。

3) 收回极限流量。用于监控“收回”操作的电流，一般设置130 mA。

此外该三个设置项随井下仪器的不同而变化，即不同的仪器都可能不同，所以每台仪器都要设置。

压力水量无线远传装置的研制

大庆杏南开发区、高台子油田及太北开发区的一些注水井压力表、水表都没有安装在井口内，而是安装在配水间内，距离经常比较远，这就需要测试人员进行测调前需要先到配水间对压力、水量进行测试，在回到井口进行测调，缺点就是测调时不能实时的观察到注水井压力、水量数值的变化，可能对测调结果产生影响。为了解决注水井高效实时测调时测试工人不能对测调井压力、水量数据进行实时监测记录的问题，研制了压力水量无线远传装置。

1. 工作原理

配水间内的压力、水量模拟信号通过研制的压力水量无线远传装置，转变为电信号，应用无线电波传输技术，实现电信号经过前置放大后输送到单片机ADC模块中，转变为数字信号，数字信号经过天线传输到井口的上位机，上位机再将接收到的信号转变为数据，将USB数据线与车载计算机连接，实现数据的传输，将测调井目前的压力、水量的数值变化显示出来。

目前全厂已全部配备了无线传输装置，如图4

(下转第78页)

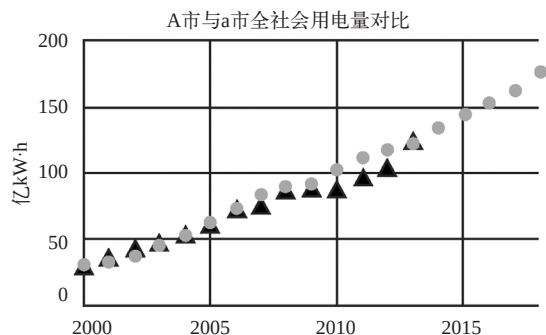


图2 A市与a市全社会用电量对比图

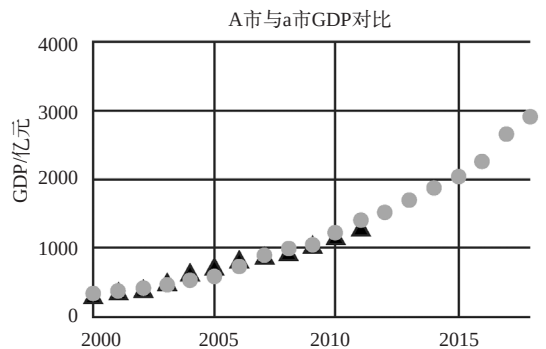


图3 A市与a市GDP对比图

图2~图3中圆形标记表示发展先行城市a市，三角形标记表示目标城市A市。图2和图3中可以直观地看出目标地市与其相似市用电量和经济发展轨迹相似性，同时也验证超前相似市选取的合理性。

结束语

经济发展程度与电力需求密切相关，而中长期预测中关于经济指标的合理预判一直以来是运用经济-电力预测方法的难点。本文提出了通过对标城市的选取，为经济的预判提出新的思路。不同地区的经济发展阶段与用电量需求存在差异，因此本文主要论述了基于主要经济指标的对比，判断城市之间经济发展轨迹的相似程度，以相似城市当前阶段发展情况作为目标城市未来的发展预测的依据，通过计算案例验证了该思路的合理性与有效性，为中长期的电力需求预测提供依据。EA

(收稿日期: 2020.07.10)

(编辑: 朱金凤)

(上接第67页)

所示。本文对现场的78口井应用了压力水量无线远传装置，配水间压力、水量数据实现了2 km以上的无线传输，准确度达到了95%以上，通过在注水井中应用该技术，实时测调数据检测准确度有了很大程度的提升，降低了测试人员的劳动强度，得到了工人的一致好评。



图4 压力水量无线远传装置图

2. 主要技术参数

- 1) 采集的压力、水量数据误差 $\leq 5\%$;
- 2) 连续正确收发信号90%以上;
- 3) 数据传输最大距离2 km;

- 4) 电源24 V;
- 5) 一次充电使用时间 ≥ 15 h;
- 6) 电源使用寿命 ≥ 1 年。

结束语

我们对现场78井次应用无线传输装置试验结果表明，传输的误差和距离都在设计的标准范围之内。我们以其中的一口井和配水间为例，实际的距离为2.8 km，距离较远，对配水间内注水井压力、水量进行测调时往返需要消耗20 min，而且路况在经过雨雪天后十分的泥泞，车辆通行比较困难。在应用了无线传输装置后，不用去配水间就能实现注水井压力、水量的测调，降低了测试人员的劳动强度，得到了测试人员的一致好评。EA

(收稿日期: 2020.07.09)

(编辑: 朱金凤)