

# 钻探参数数据智能采集系统的研制

丁景祥<sup>1</sup>, 丁健<sup>2</sup>

(1. 煤炭科学研究总院西安研究院, 陕西 西安 710054; 2. 明大网络测控公司, 陕西 西安 710048)

**摘要:**详细介绍了最新研制成功的智能钻探测控数据采集系统的设计原则、技术特点、结构、参数设置方法以及测试应用情况。

**关键词:**钻探参数; 数据采集; 测试控制; 智能

**中图分类号:** P634.3<sup>+</sup>6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2008)01-0036-04

**Research and Development of Intelligent Data Acquisition System for Drilling Parameter/DING Jing-xiang<sup>1</sup>, DING Jian<sup>2</sup>** (1. Xi'an Branch of China Coal Research Institute, Xi'an Shanxi 710054, China; 2. Mingda Net Telemetry and Tracking Control Company, Xi'an Shanxi 710048, China)

**Abstract:** The paper detailed the design principle, technical features, structure, parameter setting, testing and application of the newly developed intelligent TTC data acquisition system.

**Key words:** drilling parameter; data acquisition; telemetry and tracking control; intelligence

钻探数据是了解控制各项工况的有力工具,随着科学技术水平的不断提高,测控系统的功能日臻完善,钻探测控系统逐步发展成为钻探工程不可缺少的重要装备。现在的测控系统,不仅是单一完成指示情况的任务,并能帮助人们思维和判断及处理情况,从而调节控制生产工作的进行,进一步把控制技术结合起来,实现自动化钻探。钻探参数的控制数学模型是很复杂的,钻探数据采集的传感器也千差万别,为了用一套简单方便的仪器,就能适应各种钻探设备和不同传感器,无论采集的数据通道多少都可使用,我们研制成功了一套钻探数据采集的智能钻探数据采集系统。

## 1 系统的设计指导思想

系统开发研制的指导原则是:在严格控制使用成本,采用先进的测试检测技术,基于微处理器、IPC 数据标准、方法设计钻探性能参数测试控制系统硬件,硬件模块化,软件智能化,系统结构简单,使用、维护方便。应用微处理器技术平台开发钻探测试检测系统开放式专用软件。使用标准工业数据采集产品设计并开发钻探性能参数数据特有的传感器,以控制参数的零点、范围、量程、精度为核心,对钻探参数数据经传感器转换的交流信号、相位差信号、直流信号、脉冲信号、数字信号等多种信号进行同步实时

数据采集与控制,测量参数准确,性能可靠、稳定。

## 2 系统简介

数据采集系统的基本原理如图 1 所示,该系统由模块管理主板、标准模块、显示面板、机箱等组成。包括信号进线、出口,系统管理主板,标准模块,冷却风机,机箱,显示面板等;以及强大的汇编语言编写的功能支持智能软件组成。系统可同时采集 16 路模拟量和 1 路频率信号,并将其转换为数字信号后通过 CAN 网络传输(CAN 网络可连接 64 台这样的数据采集系统,即可对 1024 路模拟量信号和 64 路频率信号同时采集)。每路模拟量输出的类型不限,可以是各种物理量信号。数据采集系统设计采用国际先进的 CAN 现场总线技术,其通讯协议符合国际 ISO 11898 (CAN),CAN 现场总线是一种串行数据通讯协议,是一种多主总线,通讯介质可以是双绞线、同轴电缆或光导纤维,通讯速率可达 1 Mbps, CAN 协议的物理层和数据链路层功能可完成对通信数据的成帧处理,包括位填充,数据块编码,循环冗余检验,优先识别等工作。数据采集系统,采用一根双绞线连接现场 CAN 智能模块,因而现场的连线很少,当需要增加新的现场测量设备时,可就近接在原有的 CAN 智能模块上。可单独使用,也可以与系统配套使用。

收稿日期:2007-01-04; 改回日期:2007-09-02

**作者简介:**丁景祥(1952-),男(汉族),陕西西安人,煤炭科学研究总院西安研究院高级工程师,自动控制专业,从事钻探自动化、测试控制系统研究工作,陕西省西安市西影路 102 号;丁健(1979-),男(汉族),陕西西安人,明大网络测控公司项目经理、工程师,计算机应用、电子商务、信息管理及信息系统专业,从事网络测控系统方面的工作,陕西省西安市东开发区火炬路南口。

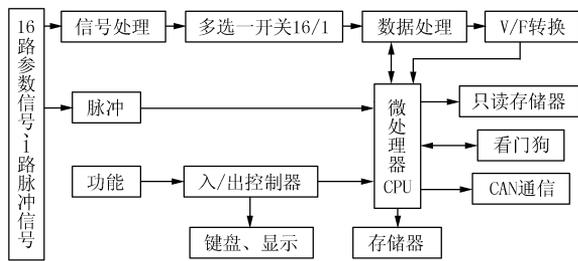


图1 钻探数据采集系统原理方框图

该系统的适用环境条件:使用环境温度范围  $-10 \sim 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;相对湿度  $\leq 85\% \text{ RH}$ ;电源  $\text{AC}220 \text{ V} \pm 10\%$ 、 $50 \text{ Hz}$ ;地线接地电阻  $\leq 1 \text{ } \Omega$ 。

### 3 系统特点

该数据采集系统与通常的采集系统相比较有非常大的优越性:

- (1)采用先进的 CAN 现场总线设计,符合国际标准 ISO11898(CAN);
- (2)具有简化的网络特性,多套测试系统可以连网;
- (3)系统的功能扩展不需要重新布线,可以就近在总线模块上实施;
- (4)I/O 通道可随意扩展和调整,适应各种复杂多变的现场;
- (5)采用数字标定技术,使标定简单,快捷;
- (6)线性化表格可编辑,适应各种非线性特性的传感器;
- (7)高智能化,丰富的自检、提示和参数设置功能;
- (8)模块化设计使结构简化,可靠性提高,可维护性提高;
- (9)通道数 1 至 1024 选择集成,每一通道适合任意类型传感器的模块。

## 4 系统结构

### 4.1 基本组成

采用数字调零和数字标定技术,标定零点和满度只需要按键操作。数据采集系统内部的信号调理部分完全采用标准模块结构,每一个通道有一块标准调理模块板,该调理模块将不同的传感器信号归一成  $0 \sim 5 \text{ V}$ ,不同的传感器用不同的模块。数据采集系统内部管理系统有 16 个标准模块插槽,他们无论在物理意义上还是逻辑意义上都是完全等价的。也就是说,任何一个标准模块都可以插在任何插槽里,其效果是一样的,保证了模块的通用性。每个标

准模块有 4 根地址跳线(BIT0, BIT1, BIT2, BIT3),4 根地址跳线可以组合出 16 个不同的二进制编码,对应 16 个模拟通道。每个标准模块在插入插槽之前设置好地址跳线,标准模块的地址码可以随意,当模块里插有热电偶调理板时,用于热电偶冷端补偿的冷端温度通道必须将地址设置成 F。对于非线性传感器,采用分段直线拟合线性化技术。程序里有 4 个线性化表格,每个表格对应一种非线性传感器。采集器根据每个调理模块的属性,使用对应的线性化表格对其进行线性化处理。

模块的跳线地址和属性都是由 CPU 自动监测的,无需从键盘输入。系统里的 16 个调理板插槽可插满,也可以不插满。这样就像通用计算机里的即插即用设备,使用通道的扩充和通道的调理很方便,随时增加或更换调理模块,只要注意使每个模块的跳线地址不重复,仪器有自检功能,如果地址有重复,系统在开机时会检测到,并在显示窗口上报告跳线不正确,地址重复的调理模块所在的插槽位置,并且记住每个通道的地址码,以便在窗口上找到所需要的测量结果。每个通道的零点、满度、偏移和量程保存在系统主板上的电擦写存储器里。存储器是掉电保持的。如果由于某种原因需要重新标定,可用面板上的键盘修改这 4 个参数,或在输入端接上标定信号,进行完全的数字标定。

### 4.2 控制面板

控制面板由通道显示窗口、数据显示窗口、参数设置键盘组成。在测量状态下,数据显示窗口显示实际测量值。通道显示窗口的第一位数码管循环或定点显示通道号,第二位数数码管指示槽位,在正常的测量状态下,第二位数数码管不亮,当模块跳线地址有错误时,第二位数数码管才被点亮,指示发生错误的模块所在的槽位。

参数设置状态下,通道显示窗口的二位数数码管同时点亮。第一位显示通道号,第二位显示该通道的零点 0、满度 F、偏移 0、量程 R、控制输出 C、控制回差 B、上限报警 H、下限报警 L、小数点和其它信息 D。数据显示窗口显示对应于通道显示窗口各种信息的系数。

### 4.3 显示符号和键盘

- 0:零点,显示起始值的 A/D 值;
- F:满度,满量程时的 A/D 值和显示起始值时的 A/D 值之差;
- 0:偏移,显示起始值;
- R:量程,满量程时的显示值和显示起始值之

差;

C:控制输出,开关量输出时的显示值;

B:控制回差,开关量输出的回差;

H:上限报警,上限报警值;

L:下限报警,下限报警值;

D:小数点和其它信息,1 模块属性,2 模块所在槽位,3 对应继电器号,4 小数点位数。

键盘,进入或退出设置。大移位键,选择通道,定点或循环显示选择,进入设置后为当前通道参数设置选择;增加键,增加数值;减键,减小数值;功能键。

## 5 参数设置

### 5.1 进入设置状态

按住功能键和设置键,持续 3 s,进入设置状态。

### 5.2 标定,调零

调满度,设置偏移,设置量程,设置小数点。每个通道的每个参数都设置好之后,要想防止对参数恶意或无意的修改,可将主板上的写保护线跳至 WP 位置。

### 5.3 报警设置

任一个通道都可以设置上限(H)或下限(L)报警值,任一通道越限将发出声音报警,对应通道测量值将闪烁显示。如果将某一通道的上限或下限报警置成 0,此项报警功能将被禁止。

### 5.4 控制设置

每个通道都可以设置开关量输出控制。设测量值为  $M$ ,控制值为  $C$ ,回差值为  $B$ ,则当  $M > C$  输出 1;当  $M < (C - B)$  输出 0;当  $C > M(C - B)$  输出保持原状态。每个采集器有 3 个开关量输出继电器。任一通道可设置为对应任一继电器。但一个继电器只能隶属于一个通道,而不能同时隶属于多个通道。

### 5.5 编辑线性化表格

数据采集系统可对非线性化的传感器进行修正。采集器保存有 4 个线性化表格。每个表格都可设置 10 组数据,各组数据分别以 0 至 9 命名。每组数据有 2 个数,定义为  $X$  和  $X$ 。进入现行化表格编辑时,显示窗第一位表示表格名,第二位表示数据名,后四位表示该表格该数据的值。

### 5.6 输入输出接线

采集器主板上 16 个调理板插槽,每个插槽有 4 个输入端子。这 4 个输入端子的功能不是主板定义的,而是由调理板定义的。对于热电偶,热电阻调理板,4 脚没有激励电压输出。4 ~ 20 mA、0 ~ 10 mA 调理板激励电压通过跳线在 +24 V 和 +12 V 之间

选择。0 ~ 5 和 1 ~ 5 V 调理板激励电压可通过跳线在 +12 和 +5 V 之间选择。

脉冲计数:转速传感器 60/120/180/240 齿可选择。

频率信号输入:1 路频率信号。频率信号不能在采集器上显示,只能发送到 CAN 总线上,通过上位机显示。ZS:频率信号正,AGND:频率信号负。

CAN 总线:数据采集系统的 CAN 总线采用双绞线。接线很简单,将 CAN 低电平线接至 CAN—L,CAN 高电平线接至 CAN—H 即可。继电器输出:采集器有 3 个继电器输出,每个输出可用跳线选择常开或常闭触点。板上标注 ON 为常闭,OFF 为常开。

电源接线:数据采集系统使用了 4 组电源。

第一组地电源是模拟电路电源,有 +24 V,AGND,+12 V,AGND,-12 V 5 根线,分别接至电源对应端子上。

第二组电源是微处理器电源,有 VCC,GND 两根线,VCC 接 +5V,GND 接 5V 地。

第三组电源是 CAN 总线通讯电源,接小型变压器 7.5 V 交流输出。

第四组电源是给进起拔力的拉压力传感器、测功机转矩传感器激励电源。

### 5.7 跳线设置

(1) 调理板跳线,改变信号调理功能。

(2) 通过跳线改变属性。

(3) 通过跳线改变通道的使用。

(4) 通过跳线开关冷端补偿。

(5) 主板跳线。

### 5.8 自检、提示及其它

开机后,进入自检循环显示状态,每个通道显示约 2 s。按定点或循环显示选择键,仪器进入手动循环显示状态,这是按加键或减键,可选择显示通道。再按定点或循环显示选择键,重起又进入自动循环状态。当数据采集系统内相通跳线通道号的模块时,开机后显示 XYErr,X 表示同名模所在的通道号,Y 表示同名模块所在的槽位。当设置的系数有错误,退出设置时会显示 Err,并接着显示错误的参数。如果想知道某通道调理板的属性,可查看该通道的参数  $d$ , $d$  参数的第 1 位机该通道调理板的属性,属性是包含了冷端补偿跳线的。

## 6 调试与试验应用

数据采集系统使用调试方便,根据传感器量程范围,用数字电位器快速整定调试。可用上位机的

通讯调试,可以与上位机联机通讯。

钻探数据采集系统首先在钻机性能测试进行试验应用,钻机检测的参数数据有:主轴转矩、主轴转速、钻进速度、累计进尺、给进/起拔力、油温度、机壳温度、马达温度、油泵温度、油缸温度、环境温度、系统压力、回油压力、马达进口压力、马达出口压力、油缸进口压力、油缸出口压力、输入功率、油泵流量、给进/起拔速度、冷却水压力,回转加载装置制动转矩、转速、吸收功率,钻机的输出功率、效率、机架变形参数等。数据采集系统是钻机测试系统的一个 CAN 现场总线网络节点,采集的数据通过 CAN 总线网络传送到上位机系统主控制器进行数据处理显示存储。根据钻机测试传感器的类型和测试范围,在钻探数据采集系统的键盘上,很方便的进行每一个数据通道模块的集成,零点的确定,测试量程范围,满度量程,显示量程的设定。更换成传感器后,可方便的在面板上用数字电位器重新设定参数数据,使用非常方便。在钻机测试系统中配有上位工控机,操作设置更加方便。

钻机测试技术性能指标如下:

(1) 温度通道:测量范围  $-20 \sim 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 测量精度  $\pm 0.2\% \text{ F} \cdot \text{S}$ ; 传感器形式为 Pt100 或 Cu50; 4 位 LED 循环显示。

(2) 压力通道:测量范围  $0 \sim 60 \text{ MPa}$ ; 测量精度  $\pm 0.2\% \text{ F} \cdot \text{S}$ ; 传感器形式为压阻式; 4 位 LED 循环显示。

(3) 流量通道:测量范围  $0 \sim 400 \text{ L/min}$ ; 测量精度  $\pm 0.2\% \text{ F} \cdot \text{S}$ ; 传感器形式为速度式涡轮二线标准输出传感器; 4 位 LED 循环显示。

(4) 给进/起拔力通道:测量范围  $0 \sim 500 \text{ kN}$ ; 测

量精度  $\pm 0.25\% \text{ F} \cdot \text{S}$ ; 传感器形式为电阻应变式拉压力  $\text{mv}$  级输出传感器; 4 位 LED 循环显示。

(5) 转矩通道:测量范围  $0 \sim 15000 \text{ N} \cdot \text{m}$ ; 测量精度  $\pm 0.2\% \text{ F} \cdot \text{S}$ ; 传感器形式为相位输出传感器; 6 位 LED 循环显示。

(6) 转速:测量范围  $0 \sim 5000 \text{ r/min}$ ; 测量精度  $\pm 1\% \text{ F} \cdot \text{S}$ ; 传感器形式为磁电式脉冲输出传感器; 4 位 LED 循环显示。

(7) 功率:测量范围  $0 \sim 150 \text{ kW}$ ; 测量精度  $\pm 0.2\% \text{ F} \cdot \text{S}$ ; 传感器形式为功率变送器; 4 位 LED 循环显示。

(8) 其他参数:零点、范围、量程、满度、精度取决于对应的传感器。

## 7 结语

钻探数据采集系统使用一年多以来,运行稳定,采集数据准确,使用方便,到达了设计的目的。

钻探参数数据智能采集系统,使用方便,采集通道适用于各种不同类型的传感器;通道组合多达 1024 个,给大量数据采集带来方便;系统的每个通道分别按数字键调零准确可靠;采用数字方式标定,只需输入传感器量程和显示范围;报警值可任意设置;与上位机通信握手也很方便,数据采集系统,采用一根普通双绞线连接现场 CAN 智能模块,现场的连线很少,增加新的现场测量设备,就近接在原有的 CAN 智能模块上;可单独使用,也可以与系统配套使用;系统适用于钻探现场的恶劣环境,也可用于一般工业环境。钻探参数数据智能采集系统的使用给数据采集控制系统集成将会带来极大的方便,提高工作效率,将会大大提高社会效益和经济效益。

(上接第 35 页)

该成果主要面向国内,覆盖全国市场,项目成果能够用于地质找矿勘探、水利水电、能源、核工业、化工、煤炭、交通、基础建设等领域内的钻孔测斜。

随着经济发展和国家对地质工作的进一步加强,各行业领域中的钻探工作量和资金投入也在不断增多,2006 年,仅中央地勘单位的钻探总进尺就超过了 250 万  $\text{m}$ ,而其他商业性的钻探工作量就更多,对钻孔测斜仪的需求也将不断增大,因此项目成果具有十分良好的市场开发潜力。

通过多个钻孔的测量使用,证明该仪器测量准确、可靠,操作简便,适用面广,是今后一段时间钻孔测斜仪的主要发展方向,其应用前景良好。

还需努力的方面是要提高仪器的抗冲击能力和降低其产品成本,以期更好的为地质钻孔测斜服务。

## 参考文献:

- [1] 北京兴捷科技发展有限公司. 陀螺测斜测井系统技术手册 [Z]. 2003.
- [2] 北京兴捷科技发展有限公司. 陀螺测斜测井系统操作手册 [Z]. 2003.
- [3] 滕强院. 动调陀螺测斜仪在连续测量模式下的数据传输方法研究及实现 [D]. 北京:北京航空航天大学, 2001.
- [4] 林士鄂. 动力调谐陀螺仪 [M]. 北京:国防工业出版社, 1983.
- [5] 郭秀中, 于波, 陈云相. 陀螺仪理论及应用 [M]. 北京:航空工业出版社, 1987.
- [6] 邓正隆. 惯性导航原理 [M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社, 1981.