

电力直流信息采集与智能化处理装置的研究

在电力发供电系统中广泛应用的直流电源，要提升自动化监测水平，首先要解决信号采集难题。研究摒弃了低频振荡法，避免向系统再度输送交变信号，运用了先进的霍尔技术，通过电流变化进行故障采集，同时引入智能化手段实施分析判断，有效提升故障处理和电网安全运行水平。

文 阳/四川岷江水利电力股份有限公司

1 直流监测问题

在电力发供电网络中，广泛应用的直流电源，因分支线路多，走向复杂，接地、短路等故障时有发生。过去靠人工拉闸断电寻找故障线路，其方法原始落后，并使正常线路受到停电影响，故不可取，需进行自动化监测的研究。

直流电源与交流电源不同，电磁场极弱，故障信号采集非常困难。为此，有的监测仪器是运用低频振荡法，向直流系统反送10 Hz左右的交变信号，再对该信号进行采集分析，判断有无故障，其实质是将直流变交流监测。此方法虽然能够起到一定在线监测作用，但反送信号的方式，无疑是给下大力气实现整流、滤波的直流电源带来新的交变污染。为此，将采用新的方法进行故障采集和分析处理。



文 阳/助理工程师

关键词/Keywords

直流故障 ·
信号采集 ·
霍尔技术 ·
监测提升 ·

2 霍尔采样原理

由于直流电源电磁场弱，采样非常困难，同时反送交变信号采集法又不可取。对此，采用了先进的霍尔技术，运用其传感器进行采样，解决了这一难题。霍尔传感器是一种半导体器件，在无电流通过时，处于稳定状态；当直流系统出现接地等故障，将产生不平衡电

流，在霍尔传感器中激活电荷，送出对应变化的电信号。再将这些信号传送给主机，经处理完成比较、判断、显示和报警等功能。

霍尔采样接线如图1所示。在图1中，被测直流线路穿过霍尔传感器的采样中心圆孔，接线端子排a、b为±15 V；c是采样信号输出端；d为公共地，传感器基座和横竖固定孔可根据现场位置选用。在图1中只要被测线穿过测试孔，接上工作电源，即可进入监测状态。

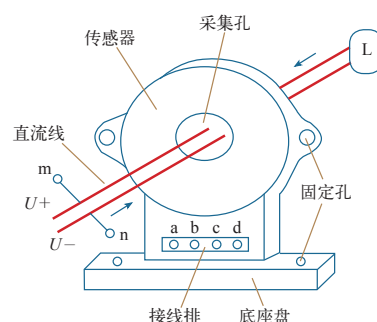


图1 霍尔传感器监测采样图

图2为霍尔传感器采样电路图。图2中， R_1 、 R_2 为平衡电阻；A为霍尔传感器，L为负载； r 为在发生接地故障时出现的接地电阻。

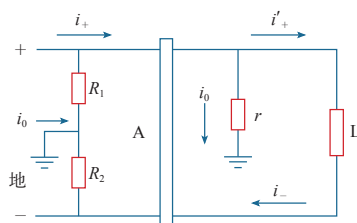


图2 霍尔传感器采样电路

在采样装置内部，当直流系统没有接地故障时，穿过霍尔传感器的电流 i_+ 和 i_- 与 i_+ 大小相等，方向相反。故有

$$i_+ + i_- = 0 \quad (1)$$

因为 i_+ 和 i_- 的合成电流为0, 故合成磁场亦为0, 则传感器中无信号输出。当系统中出现接地故障时, 产生接地电阻 r 和接地电流 i_0 , i_0 经大地形成回路, 其电流关系为

$$\begin{aligned} i_+ &= i_0 + i'_+ \\ i'_+ + i_- &= 0 \\ i_+ - i'_+ &= i_0 \end{aligned} \quad (2)$$

由图2和计算推导可见, 当出现接地故障时, 正常工作电流 i'_+ 和 i_- 仍然互相抵消, 但会留下接地电流 i_0 。因 i_0 的存在, 霍尔器件电荷平衡被打破, 并产生涌动, 同时转化为电信号, 在c端输出, 从而达到采样目的。

直流系统有小母线, 小母线又带有多条分支线, 所以, 监测要用到数十个传感器。若这些传感器都和主机相连, 则线路太多、太庞杂, 不仅占据空间, 而且容易出错。为此, 选用了RS 485接口的传输方式, 使每只传感器c端输出信号线都并联相接, 如图3所示。

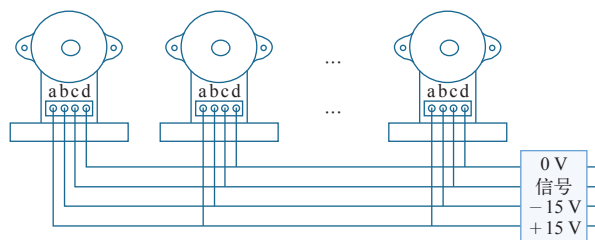


图3 传感器并联相接图

由图3可见, 有多条被监测直流线路, 配置了多个霍尔传感器, 每个传感器的 $\pm 15\text{ V}$ 电源和采集到的电信号并联传送给主机, 再由主机完成后续的比较、判别、显示和报警等工作。

3 主机结构原理

本直流故障智能处理器结构如图4所示。

3.1 霍尔采样单元

本装置外部来源于前面监测部分, 各负载 $FZ_{1\sim n}$ 在直流小母线 U_+ 、 U_- 上分支引出, 并正负线穿过霍尔传感器 $HR_{1\sim n}$ 中心孔, 做出有无接地故障等的初步判断, 确定有无电信号输出。

霍尔传感器和计算机内部工作均需电源, 为

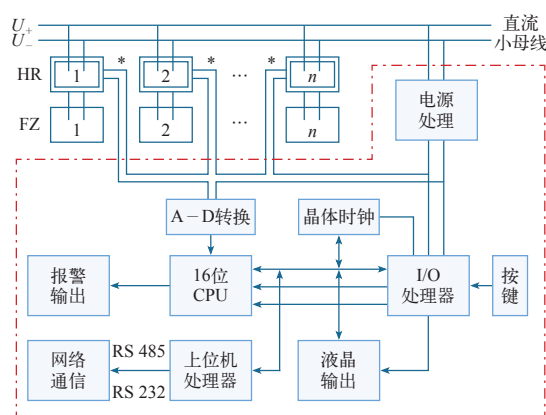


图4 智能直流故障监测装置结构

减少工频干扰和设备投资, 本装置又摒弃了常规交直流变换法, 运用了从直流母线索取电源的方式。传感器采集到的信号加上电源线, 采用了多芯电缆交互传递。

3.2 智能处理单元

在直流故障监测中, 霍尔传感器采集到的故障信息, 传入到主机中, 将做进一步的技术处理。

(1) A-D转换

因霍尔传感器采集并转换成的电压是模拟信号, 而所有智能芯片响应的是数字信号, 所以, 首先要做整形和A-D转换, 将采集到的模拟信号转变为数字信号, 再由数据总线传送给CPU, 进行比较、判断等工作。

(2) 装置硬件

除A-D转换器外, 装置内部还有石英晶体振荡器、计数器等, 以产生年、月、日、时、分和秒走时信号, 其用途是既确定扫描时间间隔, 又记录故障发生时刻等, 以便于分析处理。

在图4的右侧, 设有键盘和I/O集成接收处理器, 该处理器是RAID 控制器的指令中心, 实现包括PCI 和SCSI 总线数据传输等, 在与键盘相互配合中完成人机对话, 可进行被测支路、传感器号、电压门槛值、报警起动值、时间校正和通信规约等设置; 又可结合液晶显示屏实现故障线路号、接地电阻值和故障时间等的调看和查询。

而CPU智能芯片通过地址总线 and 数据总线接收霍尔传感器和键盘人工设置的双重信号, 按周期循环选线开始工作, 采集每条支路的信号, 进行

计算、比较和判断等处理。随后，将处理结果送至液晶屏显示、蜂鸣器报警，还将信号传送给上位机，进行更宽范围、更大功效的编排、制表和存储等处理。同时按现场适应的通信规约，经RS 232、RS 485接口等将信号传递到系统网络上，使安全生产管理人员在远方也能了解和掌握设备情况，对事故及时作出排查处理，以保证直流系统的安全运行。

(3) 软件流程

据前面所述，绘制出相关软件流程图，如图5所示。

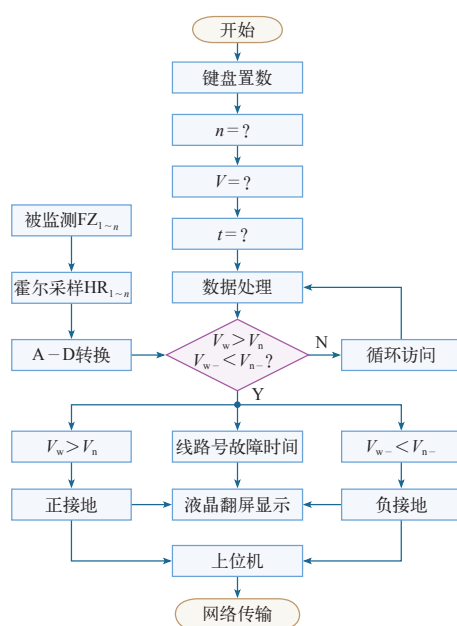


图5 软件流程

由图5可见，装置首先进行人机对话，从键盘中输入被监测线路数 n 和电压等级（48 V、110 V和220 V），以确定比较判断值；再设置采集时间间隔 t ，本装置取为10 s，这是做延时处理，避免瞬时冲击，以确认故障的延续性和真实性。

当内部参数设置完成，便进行数据转换处理，形成单片机能识别的二进制码，输送给CPU作比较判别用。

另一侧，由霍尔传感器 $HR_{1\sim n}$ 对各被监测支路 $FZ_{1\sim n}$ 进行采样，并经A-D模数转换，送给单片机进行外部正负接地测试值 V_w 、 V_{w-} 与内部正负设定值 V_n 、 V_{n-} 的数据比较。正常时，外部采集信号 V_w 接近于0，必然小于内部设定信号，即 $V_w < V_n$ 或

$V_{w-} > V_{n-}$ ，所以从比较器的N端输出，继续“循环访问”；但当某支路出现接地故障，平衡被打破，霍尔传感器采集到的信号传送给单片机进行比较判别中，会出现 $V_w > V_n$ 或 $V_{w-} < V_{n-}$ ，则信号将从比较器的Y端输出。

Y端输出的信号还根据内部比较结果的不同，传送的信息和走向有别，分别起动“正接地”或“负接地”阀门，提供给液晶屏做不同故障类型显示。在“循环访问”中，程序是按线路号和时间间隔逐条进行查询比较的。所以，当发现故障时，装置内部都将做出记录和存储，并在Y端输出信号中，同时将“线路号”和“故障时间”在液晶屏中显示。

当CPU处理完毕，相关信号又会送给上位机，进行多条线路监测的整合与归类等处理，使之更加系列化、规范化。随后再经接口电路，传送给通信网络，使安全生产部门在远方也能了解直流系统工作情况，对监测到的故障及时做出防护和维修处理，以免事故的蔓延扩大。

4 结束语

针对直流电源磁场弱，故障查找困难，摒弃反送信号的低频振荡法，运用先进霍尔技术解决了直流电源的采样问题，并引入智能手段进行优化处理，增强了正接地、负接地等故障的分析判断能力。本装置充分利用RS 485通信接口，在大批量信号采集与网络传输中发挥了极大作用。本监测装置的研制投用，将大幅提高电力直流系统的安全水平，增强电力系统的运行稳定性。

参考文献

- [1] 李富颖. 关于直流系统绝缘监测装置的研究 [D]. 北京: 华北电力大学, 2010.
- [2] 吕阳. 直流系统接地故障的分析 [C]. 重庆市电机工程学会论文集, 2010.
- [3] 杨伟, 张俊芳. 微机选线式直流系统绝缘监察装置的研究 [J]. 电力自动化设备, 2000, 20 (4): 19-21.

(收稿日期: 2016-11-16) EA