

一种抗静磁干扰闭环电流传感器设计

陈徐州 谢玉巧 焦贵忠 盛 健
中国兵器工业第214研究所 安徽蚌埠 233030

摘 要: 本文通过双霍尔敏感芯片及双磁芯变换电路, 制作出一种抗静磁干扰闭环电流传感器, 该传感器既能在无干扰的环境下精确地检测出电流, 也能够在电磁干扰严重的环境下精确地检测出电流。

关键词: 霍尔敏感芯片; 双磁芯; 静磁干扰

引言

闭环霍尔电流传感器的发展在近十几年非常迅猛, 广泛应用于汽车电子、工业控制、伺服电机、UPS 电源、军事等领域。由于很多设备工作环境的不同, 对电流检测技术也提出了更高的要求, 既要满足在无干扰的环境下精确地检测出电流, 也要能够在电磁干扰严重的环境下精确地检测出电流。一般对于存在静磁场干扰的情况下, 可采用半气隙方法。虽然半气隙相对全气隙在静磁干扰环境下, 抗干扰能力更强, 但在无干扰存在时, 半气隙铁芯由于等效铁芯高度的原因, 漏磁会相对严重。而无静磁干扰情况下, 采用全气隙方法, 即整个气隙长度一致, 霍尔元件置于气隙中间, 该方法在静磁

干扰下, 检测精度会大大降低。

因此为了解决上述问题, 本文采用双霍尔敏感芯片及双磁芯变换电路, 制作出一种抗静磁干扰闭环电流传感器, 实现了既能在无干扰的环境下精确地检测出电流, 也能够在电磁干扰严重的环境下精确地检测出电流的需求。

1 设计

1.1 原理设计

传感器采用双芯双霍尔敏感芯片设计, 经双路闭环式差分电流处理电路和静磁干扰判断电路处理, 然后对外输出电流。当环境中, 无静磁干扰时, 输出全气隙磁芯对应的电流; 当环境中, 有静磁干扰时, 输出半气隙磁芯对应的电流。具体原理框图如下图1所示。

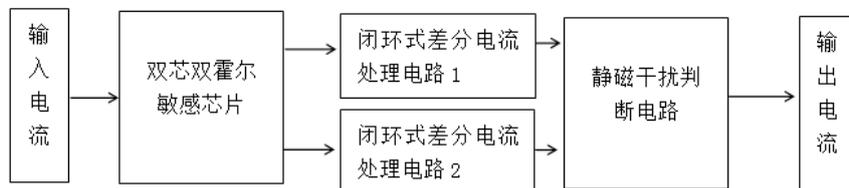


图1 电流传感器原理框图

1.2 磁芯设计

电流传感器常用磁芯材料包括坡莫合金、硅钢等, 为了实现传感器的磁路优化设计, 优先选用磁滞回线面积小的坡莫合金, 可以降低磁滞损耗; 同时坡莫合金为高磁导率材料, 适合于高精度电流传感器的应用。另外, 传感器采用双芯双霍尔敏感芯片, 其中一芯采用半气隙方法, 也即气隙上半部分为正常气隙, 下半部分仅断开铁芯, 霍尔元件置于上半部分气隙内; 另一磁芯采用全气隙方法, 也即整个气隙长度一致, 霍尔元件置于气隙中间; 具体如下图2所示。



图2 磁芯示意图

1.3 电路设计

1.3.1 电路架构设计

电流传感器处理电路, 包括双路闭环式差分电流处理电路和静磁干扰判断电路, 如下图3所示。

其中双路闭环式差分电流处理电路包括设有霍尔传感器的全气隙磁芯和有霍尔传感器半气隙磁芯, 全气隙磁芯和半气隙磁芯中的有霍尔传感器分别连接一个闭环式差分处理电路;

静磁干扰判断电路包括差分电路, 差分电路的输入端分别连接全气隙磁芯相连的闭环式差分处理电路和半气隙磁芯相连的闭环式差分处理电路, 差分电路一个输出端连接比较器, 比较器输出端连接锁存器, 锁存器输出端分别连接第一继电器线圈和第二继电器线圈, 差分电路的另外两个输出端分别连接第一继电器触点开关和第二继电器触点开关; 锁存器还连接按键及相连的伪线圈。

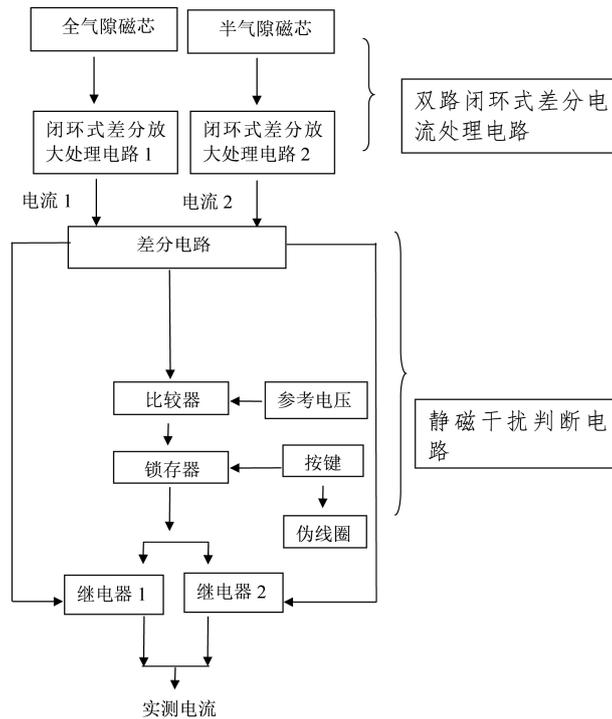


图3 电流传感器处理电路示意图

1.3.2 电路原理设计

为了能够使电流传感器自动判断所处环境是否有静磁干扰，在电路中增加了静磁干扰判断电路，该电路能够将前级双路闭环式差分电流处理电路输出的信号与参考信号作比较，进而判断是否有静磁干扰，并通过继电器输出对应高精度转换电流，具体如下图4所示。

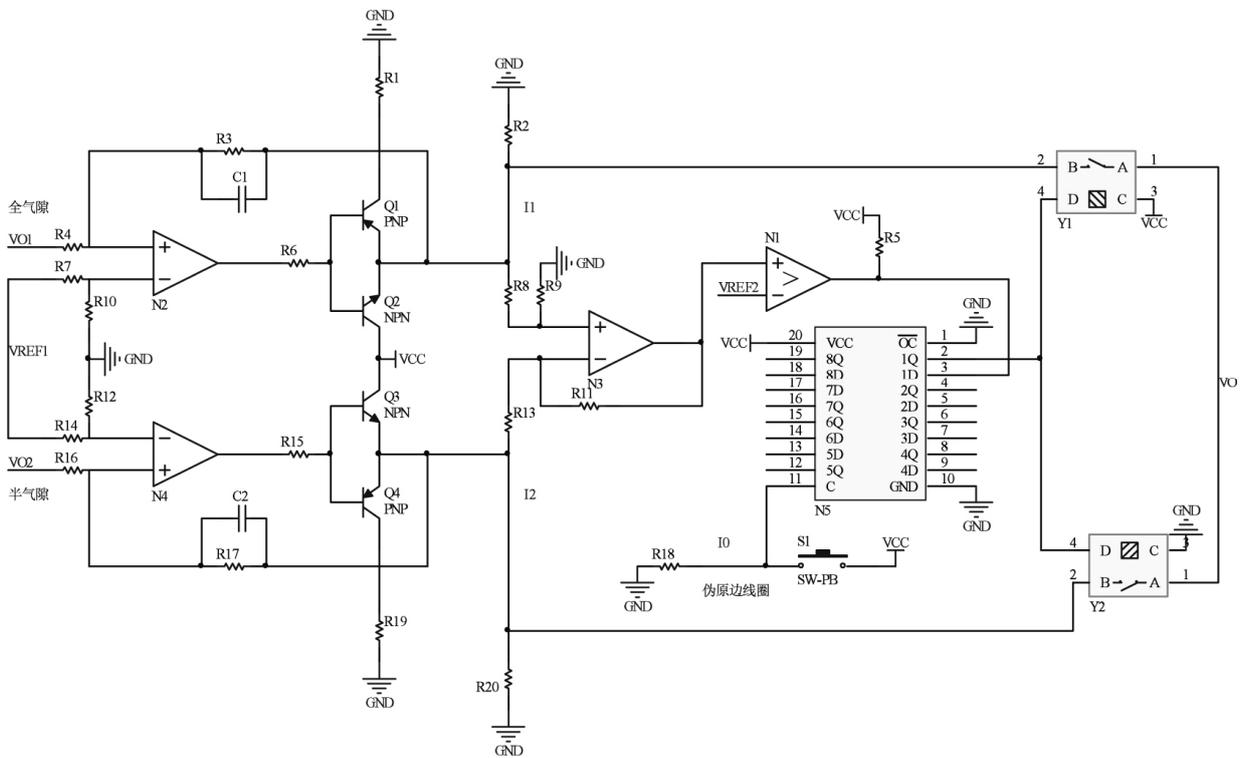


图4 电流传感器处理电路原理图

当按下按键S1时,伪原边线圈被开通特定参考电流(图中文字标明伪原边线圈字样,即代表伪原边线圈,由VCC经按键S1与限流电阻R18连接到地构成,形成参考电流),双路闭环式差分电流处理电路会把该特定参考电流转换并通过采样电阻R2、R20转换为电压信号,再经过静磁干扰判断电路的差分运放N3进行处理,获取电流差,该电流差经过比较器N1与参考电压VREF2对比,其中参考电压VREF2为伪原边线圈参考电流在无静磁干扰下对应转换的电压值。若大于VREF2,则说明当前工作环境存在静磁干扰,此时锁存器N5数据为1(高电平)。松开按键S1后,伪原边线圈电流被断开,锁存器N5数据仍为1,进而使继电器Y1开路,Y2闭合,然后进行电流

实测,测得的电流为半气隙磁芯对应的电流;若不大于VREF2,则说明当前工作环境不存在静磁干扰,此时锁存器N5数据为0(低电平)。松开按键S1后,伪原边线圈电流被断开,锁存器N5数据仍为0,进而使继电器Y1闭合,Y2断开,然后进行电流实测,测得的电流为全气隙磁芯对应的电流。

2 测试结果

采用双芯双霍尔敏感芯片设计,经双路闭环式差分电流处理电路和静磁干扰判断电路处理的电流传感器,依据《JB/T7490-2007霍尔电流传感器》标准进行测试,该传感器全部参数均达到预期效果,测试结果如表1所示。

表1 电流传感器测试数据及记录

样品编号	测量范围(A)		零位输出(mA)		线性度(%F.S)		带宽(KHZ)		精度(%F.S)(%F.S)		响应时间(ns)	
	无干扰	有干扰	无干扰	有干扰	无干扰	有干扰	无干扰	有干扰	无干扰	有干扰	无干扰	有干扰
1	0~200	0~200	0.052	0.054	0.03	0.05	0~150	0~150	0.06	0.04	320	324
2	0~200	0~200	0.056	0.052	0.07	0.06	0~150	0~150	0.07	0.05	341	331
3	0~200	0~200	0.053	0.053	0.06	0.05	0~150	0~150	0.04	0.06	343	321
4	0~200	0~200	0.057	0.054	0.05	0.04	0~150	0~150	0.03	0.06	352	357
5	0~200	0~200	0.052	0.053	0.08	0.06	0~150	0~150	0.08	0.05	326	326

从上表可以看出,不论有无静磁干扰,电流传感器精度及线性度等参数均较优。

3 结束语

本文通过采用采用双芯双霍尔敏感芯片设计,经双路闭环式差分电流处理电路和静磁干扰判断电路处理,然后对外输出电流。实现了既能在无干扰的环境下精确地检测出电流,也能够在电磁干扰严重的环境下精确地检测出电流的需求。

参考文献

[1]郑剑斌.霍尔传感器磁系统优化设计[D].福州大

学,2014.

[2]胡鑫.基于磁平衡原理的车辆电流传感器的研究与设计[D].华中科技大学,2013.

[3]张建军.霍尔电流传感器设计关键技术研究[D].哈尔滨工业大学,2017.

[4]何晓兰.开环霍尔直流电流传感器及其校正方法设计[D].中国科学院大学(工程管理与信息技术学院),2015.

[5]谢完成,戴瑜兴.一种新的基于霍尔传感器的电流测量方法[J].电子测量与仪器学报,2012(08):49-54.