

## 大型可控硅整流装置正反向保护系统的开发与应用

丛贵洲, 马超, 郭忠田, 高延明

(山东铝业公司, 山东 淄博 250061)

**摘要:** 根据霍尔效应原理, 采用直流大电流系列传感器, 针对大型可控硅整流装置研制开发了一套正反向保护系统。该系统性能可靠, 精度、稳定性高, 使用灵活, 价格低, 可以满足整流器安全稳定运行的需要。

**关键词:** 整流装置; 正反向保护; 霍尔元件; 传感器

中图分类号: TM386 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2001)05-0068-02

### Development and Application of Protective System with Right and Opposite Directions for Large Scale Silicon Controlled Rectification Unit

CONG Gui zhou, MA Chao, GUO Zhong tian, GAO Yan ming

(Shandong Aluminium Industry Company, Zibo 255061, China)

**Abstract:** According to the principle of Hull effect, using the series of DC large current sensor, to counter large scale silicon controlled rectification unit, a set of protective system with right and opposite directions is developed. The performances of this system are reliable, its accuracy and stability are higher, its use is flexible and the price is lower, it can satisfy the requirement of safe and stable moving of rectifier.

**Keywords:** rectification unit; protection with right and opposite directions; Hull element; sensor

山东铝业公司电解铝厂(简称山铝电解铝厂)第二整流所是一个电压等级为110kV、负荷为40MW的整流变电站, 主要设备有3台45kA500V的整流器, 始建于1995年。投运初始, 由于国内没有厂家能生产同时测量正反向电流的直流传感器, 所以当时整流器的反向保护是通过测量正向电流并进行相应的处理后来实现的。虽然也能实现反向保护功能, 但却存在抗干扰性能差、误动作和可靠性差的问题, 而可能产生的反向电流又实实在在地威胁着整流器的安全运行。针对以上问题自行开发研制了一套可靠的正反向保护系统, 并投入应用。其组成方框图见图1。从近两年来的运行情况看, 这套系统基本能满足整流器安全稳定运行的需要。

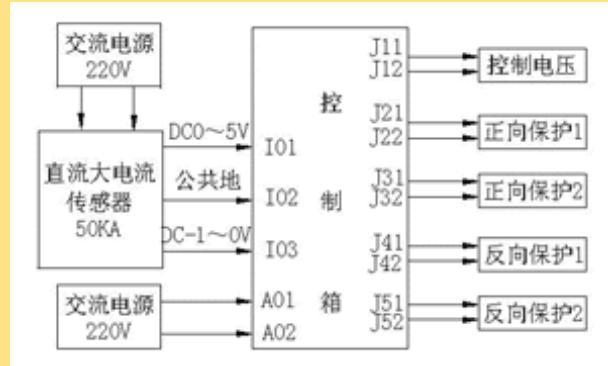


图1 系统组成方框图

## 1 霍尔元件

某些半导体材料制成薄片，放在垂直于薄片平面的磁场 $B$ 中，若在薄片相对的两侧通入控制电流 $I$ ，则在另一相对的两个侧面上产生异号电荷，从而出现电压 $U_H$ 。这种现象称“霍尔效应”。能产生霍尔效应的半导体薄片称“霍尔元件”，所产生的电压就叫“霍尔电压”。霍尔电压的大小与磁感应强度 $B$ 、控制电流 $I$ 的乘积成正比。霍尔效应可以用物理学的“电流在磁场中受力”来解释。这个力的大小可用 $F_L = BIL$ 计算，作用在电流上这个力的方向可用左手定则判别。如图2所示，磁场 $B$ 垂直向上穿过霍尔元件（半导体薄片），电流 $I$ （为带负电电子流的反方向）从左向右横向流动，正电荷受磁场力 $F_L$ 作用向前侧面积累，后侧面则为负电荷。前后两个侧面正负电荷积累的同时，便形成了纵向电场，随后的电荷在受到磁场力 $F_L$ 的同时，还要受到反方向电场力 $F_E$ 的作用。当电流 $I$ 一定、磁感应强度 $B$ 一定时，磁场力 $F_L$ 也一定，但电场力 $F_E$ 则随着电荷的逐渐积累而不断增大，直到 $F_L = F_E$ 达到动态平衡。这时前后两个侧面之间建立了“稳定”电场，出现电位差，即霍尔电压。

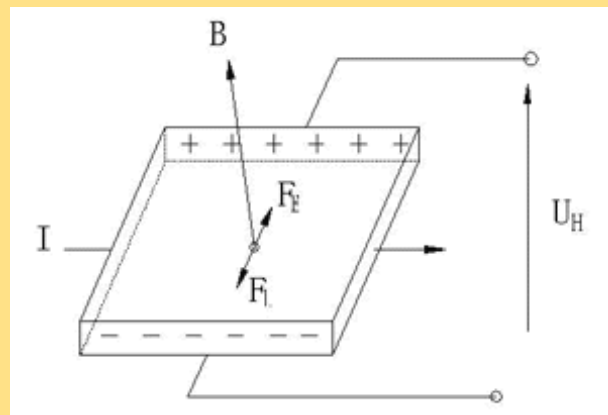


图2 霍尔元件工作原理图

霍尔传感器就是利用了霍尔元件输出的霍尔电压。这种传感器具有在静态下感受磁场作用的独特能力，它具有体积小，结构简单、寿命长、频率特性好等优点。由于霍尔元件为半导体材料，它的最大缺点是受温度影响大，不过可以采取多种补偿方法加以调整：(1)当控制电流 $I$ 不变时，可进行磁场的测量，或利用磁场的变化进行位移、转速等的测量。(2)当磁感应强度 $B$ 不变时，可进行与控制电流 $I$ 有关的物理量的测量。(3)当 $I$ 、 $B$ 都为变量时，传感器的输出量与 $I$ 和 $B$ 的乘积成正比，可以制成乘法器、功率计、运算器等。

## 2 直流大电流系列传感器

测量正向电流的直流大电流传感器工作原理见图3。导电母排 $P$ 穿过传感器铁芯 $T$ ，当被测电流通过 $P$ 时，在 $T$ 中产生一个与被测电流成正比的磁场 $B$ ，安装在 $T$ 气隙中的磁感应霍尔元件 $H$ 又产生与磁场 $B$ 成正比的电压

信号V，此信号经多通道平衡放大器处理后，送至功率输出放大器 $A_1$ 和 $A_2$ ，最后输出两组与被测直流电流成正比的输出电压。

实际上，直流大电流系列传感器本身就具有反向直流电流的测量能力，只是在原来的传感器的设计中，生产厂家都没有充分考虑到用户的实际需要，只采用了单向直流电流输出驱动，因而表现为只有正向电流测量能力。为了使传感器具有正反方向测量能力，在原传感器的电路中，将原来的两路正向输出驱动，分离出一路做反向电流驱动，从而使该类型传感器同时具有正反方向直流电流的测量能力。

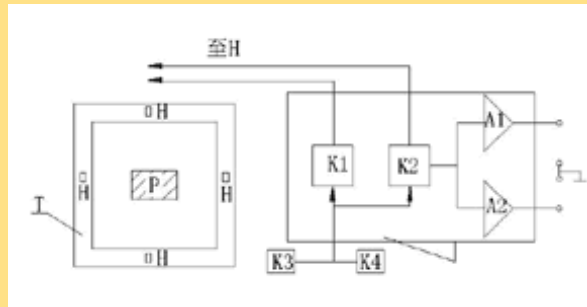


图3 直流传感器工作原理图

T传感器铁芯,  $K_1$ 霍尔工作电流恒流源,  $K_2$ 多通道平衡放大器,  $K_3$ 电源,  $K_4$ 恒温源, H霍尔检测元件, P被测电流母排,  $A_1, A_2$ 放大器

根据SDA系列直流大电流传感器的鉴定报告，直流大电流传感器的价格只有进口同类产品的20%；其关键部位采用恒温装置，消除了环境温度对其性能的影响；其精度、稳定性、可靠性都较高；产品本身功耗小，如1台100kA传感器与直流互感器相比，每年可节电11万kW·h。

### 3 正反向保护箱

正反向保护箱组成见图4。从图4可以看出，系统将从现场采集来的信号进行放大处理后，送到相应的电路进行显示和驱动。其优点是：

(1)工作电源采用性能高的电路进行稳压，提高了电源质量和系统工作的可靠性。同时结合现场的实际情况，采取了必要的抗干扰措施，提高了系统的可靠性和稳定性。

(2)能通过内部的高精度的、带刻度和锁扣装置的电位器对正反向保护电流设定值在一定范围内进行设定。正反向电流设定值和实际值都有内部电路测试点，以定期对整个系统进行校验。

(3)正反向保护动作后，有相应的信号灯进行指示，并通过闭锁电路进行记忆。只有通过手动复位后，动作和指示信号才能复归，以方便值班人员进行事故判断。

(4)保护箱面板有电流显示装置进行正反向电流显示，同时还能对传感器的工作情况进行监视。

(5)当工作电源失压或掉电时，系统能发出信号进行报警，及时提醒用户。



图4 保护箱组成方框图

国内大型的可控硅整流装置不少，但考察发现，能实现可靠的反向保护的整流器，除从国外成套进口的以外，国内自行设计的还十分鲜见。山铝设计的这套系统，完全是从使用者的角度，充分考虑了用户的需要，具有可靠、稳定、灵活的特点。与国外同类产品相比，可节约费用15万元左右。

[返回上页](#)