



## 物理与生活

# 结合维修实例剖析习题中零线漏电导致保护器跳闸问题\*

陈江萍

(江苏省丹阳高级中学 江苏 镇江 212300)

马俊杰

(丹阳市教师发展中心 江苏 镇江 212300)

(收稿日期:2022-04-28)

**摘要:**结合维修实例剖析高中习题中零线漏电导致保护器跳闸的问题,并归纳出零线漏电导致保护器跳闸的两个决定因素.

**关键词:**漏电保护器;零线漏电

### 1 一道物理题引发的思考

高三复习中有一道物理试题如下:某中学的学生食堂新安装了磁卡就餐系统,使用不到一周,便出现了电源总开关总是无法接通的问题.经检查,电源总开关中漏电保护器切断了电源.漏电保护器电路如图1所示,变压器A处用火线与零线双股平行绕制成线圈,然后接到磁卡机上,B处有一个输出线圈,一旦线圈B中有电流经放大器放大后便推动保护器切断电源.造成漏电保护器切断电源的原因为磁卡机用电端( )

- A. 零线与火线之间漏电
- B. 火线与地之间漏电或零线直接接地
- C. 只有火线与地之间漏电才会产生
- D. 刷卡机装得过多,造成电流过大

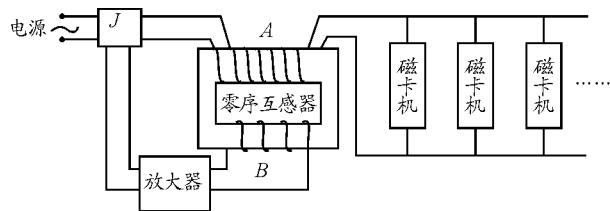


图1 漏电保护器电路

本题考点:变压器的构造和原理、双线绕法的知识,答案为选项B.

选项B中火线与地之间漏电学生比较好理解,而零线直接接地会造成漏电保护器切断电源,学生疑虑较大.他们的问题是:平时操作时关了火线就能接线了,零线是不断开的,零线以前不也称地线吗,怎么它接地了会引起漏电保护器切断电源?

### 2 结合维修实例解释原因

#### 2.1 维修实例

同事说家中客厅里的立式空调一开,漏电保护器就会跳闸.而且强调卧室里的壁挂式空调及其他电器开了都不会引起漏电保护器跳闸,他以为是立式空调漏电了请笔者维修一下.

笔者用万用表电阻 $\times 10\text{ k}$ 挡检查了空调压缩机及其他电气部分的漏电情况,发现都很正常,因此怀疑他家中存在零线漏电的问题.随即让他拔下家中所有插头,笔者打开墙上的总配电箱,拆开连接在一起的各路零线,用万用表电阻 $\times 10\text{ k}$ 挡测量各路零

\* 江苏省中小学教学研究第十四期重点自筹课题“新课标背景下高中物理实验教学的实践研究”的阶段成果,课题编号:2021JY14-ZB67.

线与接地线间的阻值.发现一路进卧室的零线与接地线间的阻值只有几十  $k\Omega$  (一般应接近无穷大).顺着这路零线一直查到封闭阳台里的一个插座,一看上面还插着蒸汽熨烫机(他把这个忘拔了).拔下蒸汽熨烫机的插头,这路零线与接地线之间的阻值已接近无穷大.接下来,恢复所有拆开的线路,通电并开启立式空调漏电保护器不跳闸,检查一切正常.原来这个蒸汽熨烫机内部已腐蚀漏电,机上的开关刚好关掉了火线,因此他家中就存在零线漏电的问题了.那么为什么只有当客厅立式空调打开时漏电保护器才会跳闸呢?

## 2.2 原因解释

首先我们来了解一下漏电保护器的工作原理.漏电保护器中火线和零线采用双股平行线绕制,正常情况下火线和零线中电流方向相反、大小相等,线圈A产生的总磁通量为零;当漏电时,火线和零线中电流大小不等,线圈A产生的总磁通量不为零,故会在线圈B中产生感应电流,经放大后便能推动继电器切断电源.

在用电负荷不大时,零线对地基本无电压,零线就是接地,零线与地线之间也不会形成电流.一旦整个线路用电负荷加大,那么用户端的总零线(导线电阻)对地就有电压产生( $U_0$ ),如图2所示.如果用户零线接地或漏电,即使用户不用电,总零线上的电压也会通过用户零线对大地形成电流( $I_0$ ),火线、零线产生的总磁通量不为零,于是零序互感器中就会感应出电流信号,经中间环节放大、比较器比较,达到

(上接第159页)

所以,在常规条件下只要掷出回旋飞行球的角度相对于标准角度偏差在  $4.7^\circ$  以内,都可以将飞回的回旋飞行球接住.

## 5 研究的不足之处

由于回旋飞行球的速度较小,所以分析的时候忽略了空气阻力,空气阻力虽然较小,但对回旋飞行

整定值时,触发可控硅导通,吸铁线圈得电,驱动吸铁吸合,从而使漏电保护器跳闸<sup>[1]</sup>.所以漏电保护器跳闸与否,要根据两个方面来决定,一是用户端总零线的导线电阻对地产生电压的高低,二是用户零线漏电的程度.因此零线接地或漏电造成的漏电保护器跳闸是无规律的.

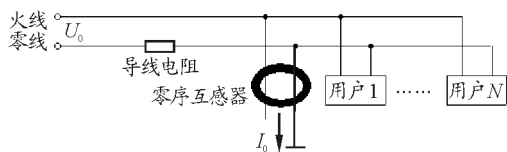


图2 用户零线接地或漏电时的漏电保护电路

当同事家中的立式空调启动时的电流是正常工作时的好几倍,在零线上的压降就大,零线上的电压就会通过漏电的蒸汽熨烫机的接地线形成电流,此电流不通过零序互感器流回火线,所以立式空调一开,漏电保护器就会跳闸.而其他用电器的工作电流较小,在零线上产生的压降小,零线与地线形成电流达不到漏电保护器的整定值( $30\text{ mA}$ ),此时漏电保护器就不会跳闸.

## 3 题目回顾

通过这一实例,本文开始提到的选择题学生就能清楚地认识到选项C只有火线与地之间漏电是不完整的,还有可能是零线漏电造成的,所以选项B是全面的.

## 参考文献

- [1] 欧阳斌. 零序电流互感器主要技术性能探讨[J]. 通信技术, 2018(11): 275 - 276.

球的运动应该也有一定的影响;只考虑了回旋飞行球的平动,没有考虑自身转动使空气推力方向的变化带来的影响.

## 参考文献

- [1] 王雅卓. 同一装置变换不同实验——对高考力学实验题的分析[J]. 物理教学, 2017, 39(6): 22 - 26.  
[2] 沈卫. 莫管方法“老”,只看“巧”不“巧”——论抛体运动问题中正交分解法的应用[J]. 物理教学, 2020, 42(5): 56 - 58.