

# 发电机转子接地保护继电器的研究

李家庭 吕建军 山东工业大学(250014)

**摘要** 该继电器主要用来反应发电机转子一点接地和二点接地故障,其特点是集转子一点接地保护和二点接地保护于一体。正常时,该继电器对转子进行一点接地保护,当转子发生一点接地后,保护立即发出一点接地信号,且自动地切换到转子二点接地保护。该继电器的主要优点是电路简单可靠,原理新颖,灵敏度高,是大型发电机组转子接地保护更新换代的理想继电器。

**关键词** 转子接地 自动调平衡 突变量提取。

## 1 问题的提出

针对现行的发电机转子接地保护灵敏度低,且转子二点接地保护靠人工投入的缺点,研制了利用电容器充、放电自动调平衡原理的新型发电机转子接地保护,该保护的主要特点是将转子一点接地保护和二点接地保护集于一体,当转子发生一点接地后,保护将自动地切换到二点接地保护,有利于机组安全。

## 2 继电器工作原理

继电器的工作原理是利用电容器  $C_1$ 、 $C_2$  与转子绕组回路构成的四臂电桥,正常运行时,该电桥处于平衡状态,电桥输出信号为零,继电器可靠不动作。当转子发生接地故障后,电桥失去平衡,导致电容器  $C_1$ 、 $C_2$  自动放电,充电,电桥输出信号不为零,继电器可靠动作。下面分别讨论不同工况时,继电器的动作行为。

### 2.1 发电机转子正常运行时

电容  $C_1$ 、 $C_2$  与转子构成平衡电桥, $C_1$ 、 $C_2$  公共端 N 对地(转子大轴)等电位,电桥输出为  $U_P=0$ ,继电器可靠不动作。如图 1 所示。

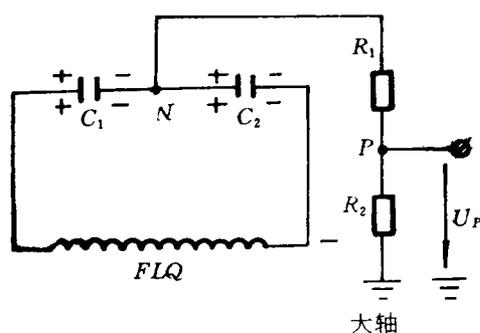


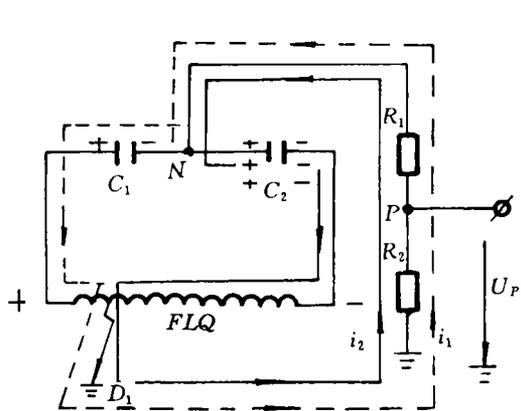
图 1

### 2.2 发电机转子发生一点接地(接地点在 $D_1$ 处)时

当转子发生一点接地后,则 N 点电位与接地点  $D_1$  电位不等,引起  $C_2$ 、 $C_1$  充、放电,迫使 N 点与大地(大轴)等电位,在  $C_2$ 、 $C_1$  充、放电过程中,电桥输出  $U_P=(i_1+i_2)R_2$ ,转子一点接地保护可靠动作于发信号,同时延时自动切换到转子二点接地保护,并将转子一点接地保护解除。当一点接地点在转子中性点时,一点接地保护仍可动作,理由是:①由于转子励磁电压是脉动的,故此时接地点与“N”点电位仍有电位差(当然差值不大),同样

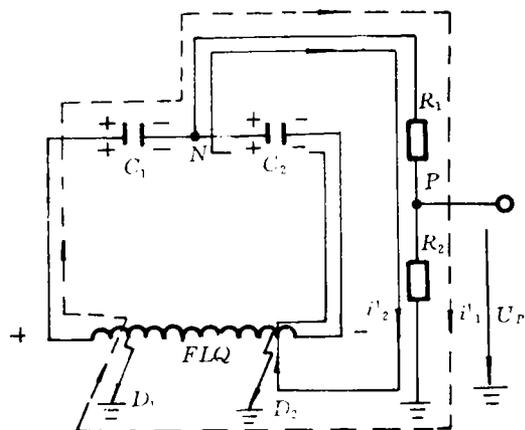
可引起电容  $C_1$ 、 $C_2$  充放电,电桥输出  $U_P \neq 0$ 。②由于电桥的后续电路,对转子电压的交流分量

本文 1994 年 1 月 24 日收稿



$i_1$  ——  $C_1$  放电电流  
 $i_2$  ——  $C_2$  充电电流

图 2



$i'_1$  ——  $C_1$  充电电流  
 $i'_2$  ——  $C_2$  放电电流

图 3

和稳态情况下电桥输出不平衡的直流分量均进行了处理和消除,这就大大降低了一点接地的“电平检测器”、门坎翻转电压,有利于一点接地时的灵敏度提高。图 2 表示了一点接地时电容充放电电流和电桥输出信号。

### 2.3 发电机转子发生第二点( $D_2$ )接地时

当转子又发生第二点( $D_2$ )接地时,则新平衡的电桥又一次被破坏, $N$  点电位高于  $D_2$  点电位,促使  $C_1$ 、 $C_2$  上电荷又重新分配, $C_1$  充电, $C_2$  放电;再一次迫使  $N$  点与  $D_2$  点等电位,在  $C_1$ 、 $C_2$  充、放电过程中,电桥输出  $U_P = (i'_1 + i'_2)R_2$ ,转子二点接地保护可靠动作于跳闸,切除发电机组。(如图 3 所示)

## 3 继电器框图及构成

### 3.1 继电器框图

如图 4 所示:

### 3.2 继电器的构成

#### ①测量环节:

该环节由电容  $C_1$ 、 $C_2$  转子绕组  $FLQ$  和输出信号分压电阻  $R_1$ 、 $R_2$  构成,核心部分是“电容式自动平衡电桥”,为保护提供测量信号。

#### ②低通滤波器:

该环节设置是为了消除发电机转子励磁电压中交流分量对继电器的影响。

#### ③突变量提取回路:

该环节设置是为了撮转子接地瞬间时故障的突变量,同时也是为了消除由于电桥参数对称度不一致而产生的稳态情况下测量环节输出的不平衡的直流分量,有利于进一步提高保护的灵敏度。

#### ④有源全波整流电路:

考虑到转子接地故障时,由于接地点位置不同而造成的电桥输出信号  $U_P$  极性不固定,故

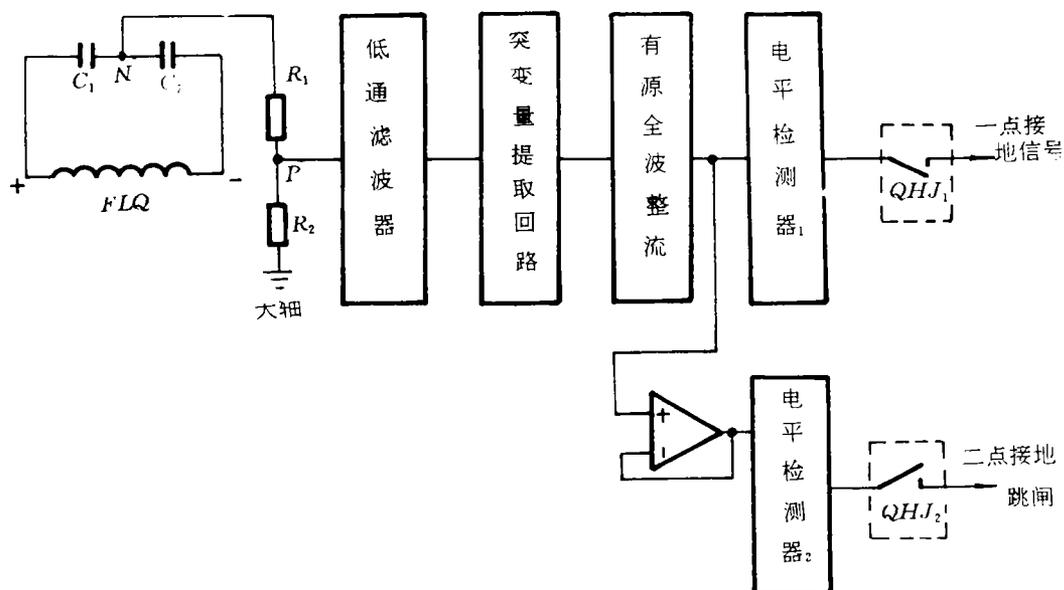


图4 转子接地保护继电器框图

通过全波整流电路获取一极性固定的直流信号,以保证后续电路(电平检测器)正常工作。

⑤ 电平检测器 1 和检测器 2

它们分别为转子一点接地和二点接地的检测器,用以检测转子是否发生接地故障。转子接地电阻的整定,是通过改变“电平检测器”的门坎电压来实现的。

⑥ 转子一点接地出口“QHJ<sub>1</sub>”:

发电机正常运行时,转子一点接地出口是投入的,对转子构成一点接地保护,当转子发生一点接地后,一点接地出口延时退出。

⑦ 转子二点接地出口“QHJ<sub>2</sub>”

正常时,转子二点接地出口是退出的,仅当转子发生一点接地后,转子二点接地出口延时投入,从而对转子构成二点接地保护。

## 4 后记

该继电器样机曾在上海继电器厂进行了转子粒、合闸试验,装置直流电源拉、合闸试验,转子一点接地灵敏度测试,转子二点接地灵敏度测试,抗干扰试验以及在转子具有分布参数情况下的各种电气性能的模拟试验,均得到满意的测试结果。由测试结果表明,转子一点接地时,接地电阻在 0~100kΩ 范围内,保护无死区;转子二点接地时,保护死区小区 2%。