

文章编号: 1004- 289X(2002)04- 0031- 04

关于 RCD 的误动作和拒动

连理枝

(杭州之江开关厂, 杭州 311234)

摘要: 讨论了剩余电流装置在使用中误动和拒动的原因, 并提出了解决这些问题的建议。

关键词: 剩余电流装置; 误动; 拒动

中图分类号: TM 564 8

文献标识码: B

False Action and Non- action about RCD

L I A N L i - z h i

(Hangzhou zhijiang sw itch works, Hangzhou 311234 China)

Abstract: The paper discusses the residual current protection device in use which produces false action and non - action , and puts forward suggestions to solve these problem s

Key words: RCD; false action; non- action

1 引言

剩余电流保护装置 (Residual current protection device, 简称 RCD) 是一种电流动作型的漏电保护电器。我国推广应用这种 RCD 已有多年历史。RCD 的应用遍及广大农村、城市, 在防止人身触电和电气火灾等事故中起到了很好的保护作用, 受到人们的欢迎。但是, 由于使用中的不当, 也带来了发生漏电时 RCD 拒动或是频繁动作等不容忽视的问题。笔者在多年的实践中发现, 除了一部分的 RCD 质量不良之外, 很多是 RCD 的接线错误或选型不正确所致。以下是最常见的接线错误。

2 四极或二极 RCD 的中性线未穿过 RCD 的

零序电流互感器的铁心

图 1 中线路接一个三极的 RCD, 一个二极断路器 (或二极瓷底胶盖刀开关) 接一盏灯。当 RCD 一合闸, 即跳闸, 灯也不亮。

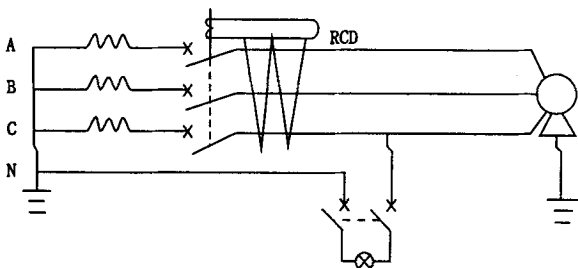


图 1

图 2 中, 主回路装一台三级 RCD, 支路上装有三台二极 RCD, 当一合上三级 RCD, 即跳闸, 无法运行、使用。

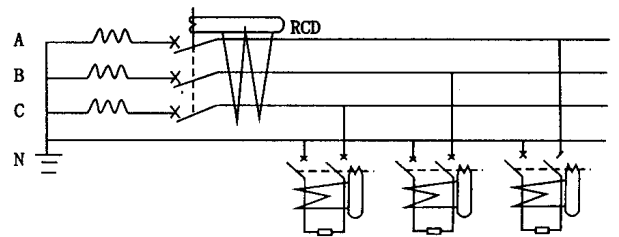


图 2

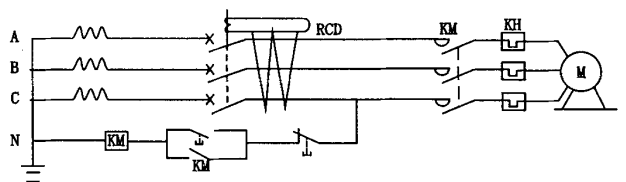


图 3

按图 3 接线, 合上 RCD, 当按下带动合触点的按钮, 接触器 KM 一通电, 三极 RCD 就跳闸。

以上三例的误动作, 都是由于中性线 (N 线) 未通过 RCD 的 ZCT 铁心造成的。图 1 中的灯泡接 C 相和未通过 ZCT 铁心的 N 线。灯亮瞬间, C 相有一电流经灯泡流过 N 线, C 相便有一分流流经 N 线回到电源, 此分流相当于一个剩余电流 (漏电流), RCD 就动作。RCD 动作或不动作的基本原理是流经互感器的电流如果等于流出的电流, RCD 不动作, 流进的电流不等于流出的电流, RCD 就动作。图 1 中, 如果 C 相流进的

电流是 30A, 不装灯时, 流出的也是 30A, 现在经灯泡流入 N 线的电流如是 0.22A, 则 C 相的流出电流为 $30 - 0.22 = 29.78\text{A}$ 二者不等, RCD 动作(当然此种漏电流必须 \geq RCD 的额定漏电动作电流 I_n)。

图 2、图 3 的 RCD 误动作原因与图 1 是一样的。正确的接线应如图 4 或图 5。

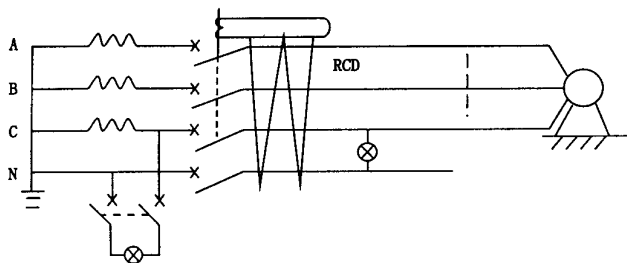


图 4

图 4 是采用四极 RCD, 灯泡接在 RCD 负载端的 C、N 相或是接在 RCD 电源前面的 C、N 线上。

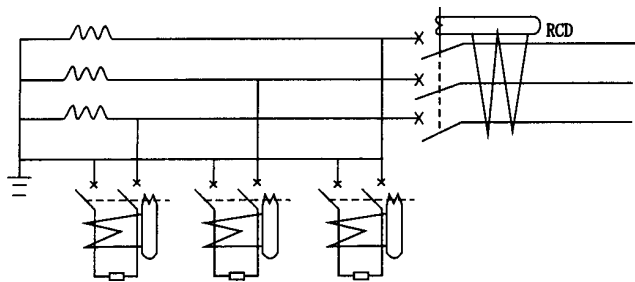


图 5

图 5 是图 2 型式的正确接线。将三个二极 RCD 接到三极 RCD 的电源端的前面, 就可防止出现按下三极 RCD, RCD 立即跳闸的状况。

对于图 3 中的接线差错, 纠正的方法是: 接触器 KM 的控制回路, 只要将其 C 相的接线点, 挪到 RCD 电源端的 C 相线的任一点即可(当三极 RCD 闭合, 按下控制回路的带动合触点的按钮, 电动机 M 即可启动)。

3 TN—C 接地制系统不能安装 RCD

TN—N 接地制系统, N 线与保护 PE 线合二为一, 成为 PEN 线。如有一台四极 RCD 按图 6 接线, 就会引起误动或拒动。

a) 在没有重复接地的情况下, 当 A 相碰电动机 M 的外壳时, 外壳产生的漏电流通过 PEN 线流回过 RCD, 进线= 出线, RCD 拒动。

b) 如果进入 RCD 的 PEN 线在 F 点重复接地, 没有任何的相线碰壳或人身触电, 只要四极 RCD 一合

闸, RCD 就自动断开。其原因是, F 点的重复接地, 灯泡中有一分流流过重复接地点, 相当于有一个对地漏电流, RCD 的进线电流不等于出线电流, 必定要动作。

以上两点说明, TN—C 接地系统不能装设 RCD。它应取用 TN—C—S 接地制, 让 N 线通过 RCD 的 N 极, 系统中的 PEN 段可重复接地(接在 RCD 的电源端前)。

4 水银灯、荧光灯回路接 RCD 的误动作

RCD 的负载有很多水银灯或荧光灯时, 如果水银灯、荧光灯与它们的镇流器是分开发装, 且距离较远, 对地电容大, RCD 就可能频繁跳闸。这是因为镇流器负载侧的电压是高频波, 对地电容的容抗 $X_c = \frac{1}{\omega C}$, $\omega = 2\pi f$, f 越大, ω 越大, X_c 越小, 对地泄漏电流就很大, 将使 RCD 动作。

预防的方法是:

- 限制由 RCD 保护的水银灯、荧光灯的数量, 如每相 65W 的灯管不超过 12 个, 40W 的灯管不超过 20 个;
- 荧光灯、水银灯等与镇流器的连线距离尽量缩短, 以减少对地电容, 从而减少对地泄漏电流;
- 采用至少 0.1s 的延时型 RCD, 以躲过荧光灯、水银灯瞬时起动的电容电流。

4 过电压、电磁干扰等引发 RCD 的误动作

a) 过电压有电网架空线上因雷电产生感应过电压, 也有因切空载变压器、空载线路和线路中电磁接触器, 通断瞬间产生的过电压等。由于线路中分布了许多对地静电电容, 过电压的频率通常是高频, 因此容抗很小, 对地泄漏电流大, 造成 RCD 动作。

b) 变压器、电动机定子的磁路饱和、整流器、晶闸管、电弧炉等都会产生高频电流, 当线路很长, 对地电容大时, 高频电流使线路对地漏电, RCD 也会动作。

c) 浪涌电流使 RCD 的 ZCT 产生不对称磁场(残余电流), 引起动作。

电动机启动电流, 白炽灯通电瞬间的闪流通过 ZCT 时, 由于泄漏磁通的不对称, 会在 ZCT 的副边感应出电压, 使 RCD 动作。

电动机启动时的涌流(在启动的第一个周波, 启动时的全电流可达电动机额定电流的 10 倍。), 它所产生的残余电流与 ZCT 铁心使用的磁性材料的磁化特性,

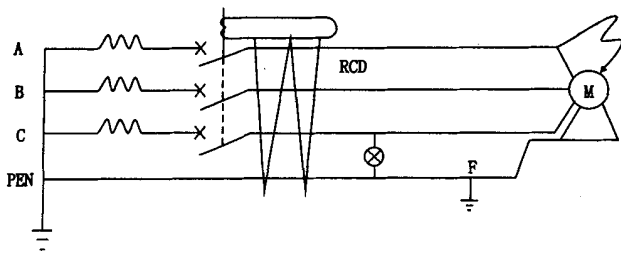


图 6

铁心的截面积,内径以及一次(原边)线圈的布局有关。此外,作电动机较频繁起动的接触器的触头跳动引起的操作过电压,触头三相接触时的不同步(如果闭合接触的不同步,会通过最慢合闸相的对地绝缘电阻、电容产生漏电流,其持续时间约 1ms)都会引起RCD的误动作。

例如某地一水泵用电动机(22kW)使用交流接触器作起动(运行)、停止,热继电器作过载保护,一只配电型的 50A 剩余电流动作断路器(RCD)作漏电和短路保护,线路的设计方案应该说是正确的。但是先合上RCD,后合接触器(电动机起动),此时RCD跳闸。如果先使接触器线圈通电,主触头合上,后合RCD,电动机通电起动,RCD不动作。查RCD与电动机的距离约 1.5m ,RCD的 I_n 为 300mA ,这一情况说明,电动机起动的漏电流未超过 300mA ,故排除单纯因电动机起动漏电流的干扰。RCD与接触器的距离约 $40\sim 50\text{mm}$,由此判断,引起RCD动作的是接触器合闸瞬间的电磁干扰加上电动机起动电流的干扰两种因素所为(RCD先合闸的情况)。

d) RCD接线时螺钉未拧紧(特别是靠近漏电脱扣的负载端的接线端子),螺钉与所接导线的接触电阻增大,爆出火花(小电弧),形成高频电流,引起RCD的动作。

以上1~3种情况所出现的时间都很短,最大约一个周波(20ms),因此防止产生RCD误动作的办法有三:采用额定漏电动作电流 I_n 较大的RCD;采用正规厂名牌产品(ZCT的铁心是高导磁镍铁软合金—坡莫合金制成的);采用的 I_n 不变,但是有延时 0.1s 及以上的延时型RCD,或采用脉冲电压不动作型的RCD。

上面所举实例 50A 、 300mA 的一般型(瞬时动作型)RCD,换成 50A 、 300mA ,延时 0.3s 的延时型RCD,先合RCD,后合交流接触器,电动机起动,一切正常。交流接触器合闸产生的电磁波干扰,其时间不会超过 0.02s (20ms),而RCD延时动作 0.3s (300ms),就躲过了干扰引起误动的时间。

对于接线螺钉未拧紧的解决办法很简单,拧紧就是了,但维修人员,应经常对螺钉的固紧情况进行检查。

因电磁干扰而使RCD误动作是经常发生的,目前国内(包括一些国外的)电子式RCD要做到完全抗各种电磁干扰(低频、高频、浪涌等),还有相当的困难,因此只有采取上述的办法,才能改善运行质量。

6 RCD本身的接线错误

RCD本身的接线错误,通常是指电子式或电子—电磁混合式的RCD。它的接线错误主要有两种情况:

a) 有些用户将四极RCD用于三极线路,而废弃中性极。安装后在使用前按下试验(电阻)按钮,RCD不动,强行通电运行,当发生漏电时RCD仍拒动,便认为是RCD的产品质量有问题;还有用户购买了三极RCD,使用于家用的 220V 负载(即三极RCD用于二极),电源接A、B相或B、C相,按下试验按钮,RCD不动作,当线路发生漏电时,RCD不会动作,也认为RCD制造质量不良。之所以产生上述结果,在绝大多数情况下是接线接错。电子式或混合式RCD,它的电子线路必须提供电源(否则电子元件无法工作)。目前不少这类产品的四极是由A、N相(或A、B、C相与N相)供电,三极的RCD是由A、C相供电。四极RCD用于三极而中性极(线)不用,或三极用于二极接A、B或B、C相都使得RCD的电子线路板无电源,电子线路不工作,RCD就拒动(四极的试验按钮也是接A、B、C—N、或A、C;三极试验按钮也接A、C相)。一般情况,制造厂提供的使用说明书中都有详细说明,使用者一定要按照说明书规定的接线,才不致出错。

b) 电子式RCD只能上进线而不能下进线

电子式RCD的接线只能是在其盖板上标有LNE(或1、3、5、7)端接电源线,在标有LOAD(或2、4、6、8)端接负载,如盖板上无标记,则在手柄的“ON”(或“合”)上接电源线,在手柄的“OFF”(或“分”)下接负载,这就是上进线。如果在LOAD上接电源线,在LNE上接负载线,便是下进线。下进线是绝对不许可的。原因是,当发生线路漏电或人身触电,漏电(触电)电流电子式RCD的 I_n 时,RCD自动跳闸,因是上进线,动触头以及后面的漏电脱扣器便无电压。要是下进线,漏电后RCD跳闸,动触头以及后面的漏电脱扣器便无电压。要是下进线,漏电后RCD跳闸,动触头及后面的漏电脱扣器无电流,但仍有电压,此电压施加于RCD脱扣器线圈的两端,脱扣器线圈是一种类

似分励脱扣器的电压线圈。它的两端一直处在一定的电压下,稍有些电压干扰,线圈将导通,而使之烧毁。笔者曾遇到多次这种事故,而其多数原因是下接线之故。实际上不少制造厂家的说明书中都告诫用户不能下接线,但一些用户安装使用中不看说明书,随意接线,就造成不应有的损失。

7 选型不确

对于人身触电保护用RCD,其 I_n (额定漏电动作电流) 应选 30mA 快速型。这在我国北方(干燥地区)是没问题的,但在长江三角洲、珠江三角洲以及一些电网架设质量较差的地方,选用 30mA 者,常发生RCD频繁跳闸,无法用电。原因是,上述场所雨水多,湿度大,线路的绝缘易受损,正常的线路对地泄漏电流大,有的地方高达 30~ 50mA,安装上RCD,尽管无人身触电,但这种泄漏电流足以使RCD动作。遇有这种情况,应选择 I_n 为 50mA 甚至是 100mA 的RCD。

对于分段保护,一般的原理是上下级之间的 I_n 大体上相差 2.5~ 3 倍。例如电路末端作人身保护的选

I_n 为 30mA,则其上一级应选 I_n 为 100mA,带 0.1s 延时,再上一级选 I_n 为 300mA,延时 0.2s 等,这样便有选择性了,可以防止因下一级发生漏电故障而使上一级一起跳闸。

有些用户对线路或设备的保护,喜欢选低灵敏度的,例如选用 30mA 或 500mA,这样就易使发生 200mA (对 I_n 为 300mA 而言) 或 300mA (对 I_n 为 500mA 而言) 漏电时,RCD 不动作。

正确选择 I_n , 建议采用以下原则:

单机配用时, $I_n > 4I_x$ (单机指单台电动机)

分支路配用时, $I_n > 2.5I_x$, 同时满足线路中最大一台电动机运行时 $I_n > 4I_x$

主干线或全网配电时 $I_n > 2I_x$

上式中: I_n —RCD 的额定剩余(漏电)动作电流, mA;

I_x —线路或电动机实测或经验值的泄漏电流, mA。

收稿日期: 2002- 05- 08

(上接 30 页)

$$\begin{aligned} \text{令 } z &= \frac{1}{\frac{R_1 R_P + R_1^2 + (\omega L_1)^2}{(R_1^2 + \omega^2 L_1^2) R_P} - j \frac{\omega L_1 - \omega C_P (R_1^2 + \omega^2 L_1^2)}{R_1^2 + \omega^2 L_1^2}} \\ &= \frac{(R_1^2 + \omega^2 L_1^2) R_P}{(R_1 R_P + R_1^2 + \omega^2 L_1^2 - j R_P [\omega L_1 - \omega C_P (R_1^2 + \omega^2 L_1^2)])} \\ &= \frac{(R_1^2 + \omega^2 L_1^2) R_P \{R_1 R_P + R_1^2 + \omega^2 L_1^2 + \omega^2 L_1^2 - j R_P [\omega L_1 - \omega C_P (R_1^2 + \omega^2 L_1^2)]\}}{(R_1 R_P + R_1^2 + \omega^2 L_1^2)^2 + R_P^2 [\omega L_1 - \omega C_P (R_1^2 + \omega^2 L_1^2)]^2} \end{aligned}$$

$$z \text{ 的模: } z = \sqrt{\frac{R_P^2 (R_1^2 + \omega^2 L_1^2)^2 \{ (R_1 R_P + R_1 R_P + R_1^2 + \omega^2 L_1^2) + R_P^2 [\omega L_1 - \omega C_P (R_1^2 + \omega^2 L_1^2)]^2 \}}{\{ (R_1 R_P + R_1^2 + \omega^2 L_1^2)^2 + R_P^2 [\omega L_1 - \omega C_P (R_1^2 + \omega^2 L_1^2)]^2 \}}}$$

可简化为:

$$z = \sqrt{\frac{R_P^2 (R_1^2 + \omega^2 L_1^2)}{R_P^2 + 2R_1 R_P + R_1^2 + \omega^2 L_1^2 - 2R_P^2 \omega L_1 C_P + R_P^2 \omega^2 C_P^2 (R_1^2 + \omega^2 L_1^2)}}$$

因为 C_P 很小,故在计算中可忽略, $\omega^2 L_1^2 \ll (R_1 + R_P)^2$ $R_1 \ll R_P$ 故 $z = \sqrt{R_1^2 + \omega^2 L_1^2} = z_1$

$$\text{tg} \beta = \frac{(R_1^2 + \omega^2 L_1^2) R_P^2 [\omega L_1 - \omega C_P (R_1^2 + \omega^2 L_1^2)]}{(R_1^2 + \omega^2 L_1^2) R_P (R_1 R_P + R_1^2 + \omega^2 L_1^2)} = \frac{R_P [\omega L_1 - \omega C_P (R_1^2 + \omega^2 L_1^2)]}{R_1 R_P + R_1^2 + \omega^2 L_1^2}$$

$$\frac{R_P \omega L_1}{R_1 R_P + R_1^2 + \omega^2 L_1^2} - \frac{\omega L_1}{R_1} = \text{tg} \varphi$$

故 $\cos \beta = \cos \varphi$

β 为并联电容、电阻后的试验电流与试验电压的相角, $\cos \beta$ 为并联电容、电阻后的功率因数。因此可以认为并联电容、电阻后对试验电流及功率因数的影响可忽略。

参 考 文 献

[1] 马志瀛 交流控制电器通断能力试验线路的振荡频率和过振荡系数的调整和分析[M]. 西安交通大学

收稿日期: 2002- 02- 19

