

剩余电流动作断路器的分级保护及 延时型剩余电流动作断路器

吴玲娟

(杭州之江开关股份有限公司, 杭州 萧山 311234)

摘要: 简述剩余电流动作断路器应用于低压配电系统中, 对因防止配电线路及用电设备因绝缘损坏发生对地短路而导致的事故问题, 以多层住宅的配电线路为例作了具体的分析, 介绍了剩余电流动作断路器的使用和匹配(电流、时间)等方面的保护特性。

关键词: 剩余电流动作断路器; 分级保护; 故障

**By-stage protection of residual current operated circuit breaker and
time delay residual current operated circuit breaker**

WU Ling-juan

(Hangzhou Zhijiang Switchgear Co., Ltd., Xiaoshan, 311234, China)

Abstract: The paper briefly describes residual current operated circuit breaker working in low voltage distributing systems, concretely analyses earth leakage faults caused by insulation damage in a distributing circuit or a consumer appliance and their preventions, taking a distributing circuit in multiple-storied buildings; finally, the author introduces application and coordination (current, time) of residual current operated circuit breaker and its protective characteristics.

Key words: residual current operated circuit breaker; by-stage protection; fault

中图分类号: TM52

文献标识码: B

文章编号: 1672-1314(2005)03-0040-03

剩余电流动作断路器广泛应用于住宅楼群、商业楼宇的低压配电系统中, 防止配电线路及用电设备因绝缘损坏发生对地短路而引发的设备损坏、漏电火灾、间接接触的人身伤害事故。

但在实际使用中, 也出现了一些问题, 特别是分级保护时越级跳闸, 影响了线路供电的连续性和可靠性。以下以多层住宅的配电线路为例作一分析。

一、电路简述

按《住宅设计规范》、《低压配电设计规范》等的要求、在建筑物低压电源的进线处安装配电型剩余电流动作断路器(简称 CBR 或 RCB), 在配电线路末端的终端配电箱中安装家用及类似用途的小型剩余电流动作断路器(RCBO 带过载、短路保护、RCCB 不带过载短路保护)构成两级保护。其典型的低压配电线路, 见图 1 所示。

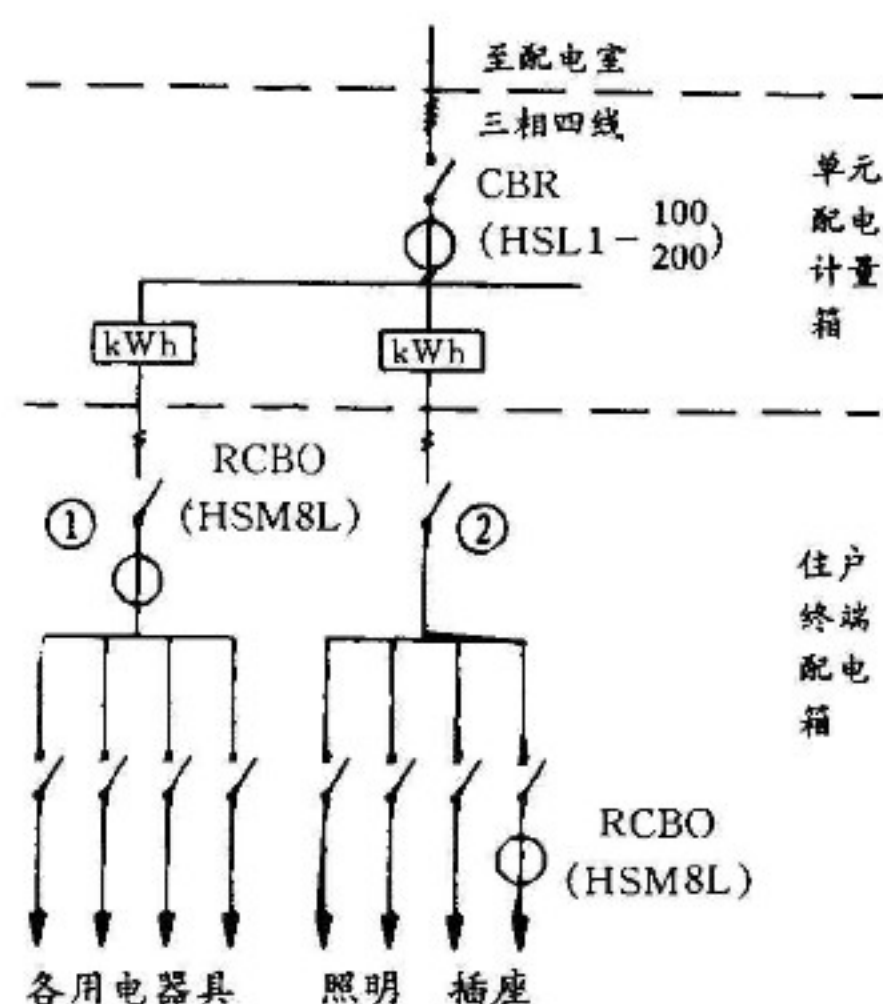


图 1 多层住宅典型供电线图

在图 1 中, CBR 安装在住宅单位楼道的配电计量箱中[一般可选用 HSL1-100(200)/4P 的剩余电流动作断路器], 作该单元电源的分合转换以

及电源至各住户间的电路的漏电保护,亦可作 RCBO 的后备保护。

各住户终端配电箱中的 RCBO,有作电源总开关的,也有作插座回路电源开关的(一般选用 HSM8L 系列小型剩余电流动作断路器)。防止室内电路上的直接接触而造成人身伤亡事故。

CBR 与 RCBO 的剩余电流动作特性选择应得当,具有动作电流、动作时间的选择性保护,即在 RCBO 以下电路发生漏电事故时,由该 RCBO 切断故障电路,而 CBR 正常运行,不影响其支路的正常供电。反之就会越级跳闸。

二、CBR、RCBO 的剩余动作电流及选择性保护

住户终端配电箱中的 RCBO,宜作室内电源的总开关,如图 1 中的①。其额定剩余动作电流为 30 mA,额定剩余动作时间 ≤ 0.2 s(快速型,或称为一般型)。动作特性满足直接接触保护的要求。

塑料管穿管敷设的室内单相电路,截面积为 6 mm^2 及以下的铜导体,其每 km 的泄漏电流约为 20 mA,大户型的每套住宅单相电路总长在 0.5 km 以内,估算泄漏电流小于 10 mA。在我国家用电器较多的南方地区,实测每户阴雨天的泄漏电流为 6 mA,所以剩余电流动作值为 30 mA 的 RCBO 实际使用中很少出现问题。

单元楼道电源进线处的 CBR,宜选用额定剩余动作电流为 100 mA 或 300 mA。在图 1 中,进入单元楼道的电源为三相四线制,所以 CBR 也应使用四极或三极四线(中性极无动静触头,即中性线始终连通)的规格。

以每个单元楼 20 套住宅计,每相电源供 7 家住户,单相上的泄漏电流约为 50 mA。但三相电路中,各相电路的绝缘水平相似,合计的剩余电流(瞬时值的矢量和)小于 50 mA。正常情况下可确保 CBR 的正常运行。

对整个电路因绝缘水平下降,泄漏电流增加

时,当泄漏电流大于 RCBO 的动作值,小于 CBR 的动作值时,RCBO 首先跳闸,实现动作电流的选择性保护。但是,当某一 RCBO 的下端电路发生对地短路故障时,故障电流可达到数 A, CBR、RCBO 同时检测到该故障电流,若动作时间相同(如都是快速型),则两者会随机跳闸。因此还必须要有动作时间的选择保护。

三、CBR、RCBO 的动作时间及选择性

CBR、RCBO 的动作时间分为快速型(一般型)和延时型 2 类。

快速型(一般型)的动作时间标准规定如表 1。目前产品上标注的动作时间为 ≤ 0.2 s(或 ≤ 0.1 s),但实际产品中无明显的反时限性能。其固有动作时间在 0.04 s~0.01 s 之间,且与各个 CBR、RCBO 的触发驱动相位有关,在该范围内随机变化。

表 1 快速型(一般型)的动作时间

剩余电流 I_{Δ}/mA	$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$	$10I_{\Delta n}$
最大分断时间/s	0.3	0.15	0.04	0.04

延时型 CBR 的动作时间,与产品执行的标准有关。如按 GB6829《剩余电流动作保护器的一般要求》,“延时型剩余电流动作保护器延时时间的优选值为 0.2 s、0.4 s、0.8 s、1.15 s、2 s”。产品上标注的“延时时间”约等于“最大分断时间”,其“极限不驱动时间”应不小于标称“延时时间”的 50%。

目前,市场上常见的 CBR 是按 GB14048.2《低压开关设备和控制设备 低压断路器》标准生产的,“对于延时型,极限不驱动时间是按 $2I_{\Delta n}$ 规定”,其“优选值为:0.06 s、0.1 s、0.2 s、0.3 s、0.4 s、0.5 s、1 s”。因此,产品上标注的是“ $2I_{\Delta n}$ 是极限不驱动时间”。故,“制造厂应宣布 $I_{\Delta n}$ 、 $2I_{\Delta n}$ 和 $5I_{\Delta n}$ 的最大断开时间”。

极限不驱动时间为 0.06 s 的延时型 CBR 的动作特性见表 2。

表2 极限不驱动时间为0.06 s
的延时型 CBR 的动作特性

剩余电流 I_{Δ}/mA	$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$	$10I_{\Delta n}$
最大分断时间/s	0.5	0.2	0.15	0.15
极限不驱动时间/s	0.13	0.06	0.05	0.04

同样,实际产品的延时特性是定时限的,实际动作时间在“极限不动作时间”的1.5倍左右。以极限不动作时间0.1 s为例,对其施加数倍的额定剩余电流,其动作时间在0.15 s左右;如当该试验电流在0.1 s内人为取消, CBR 就停止延时,保护不动作。

在图1的电路中选择延时时间(极限不动作时间)为0.1 s的 CBR, 当某一 RCBO 下端电路发生对地短路故障时,若 RCBO 在0.1 s内跳闸,切断故障电路, CBR 就不再跳闸,实现动作时间的选择性。

四、其它故障的越级跳闸

(1) CBR 与 RCBO 之间的电路相线绝缘损坏,对地漏电引起 CBR 跳闸,这是一种比较明显的故障。

(2) N 线与 PE 线处理不当,有某处误联结。如图2。

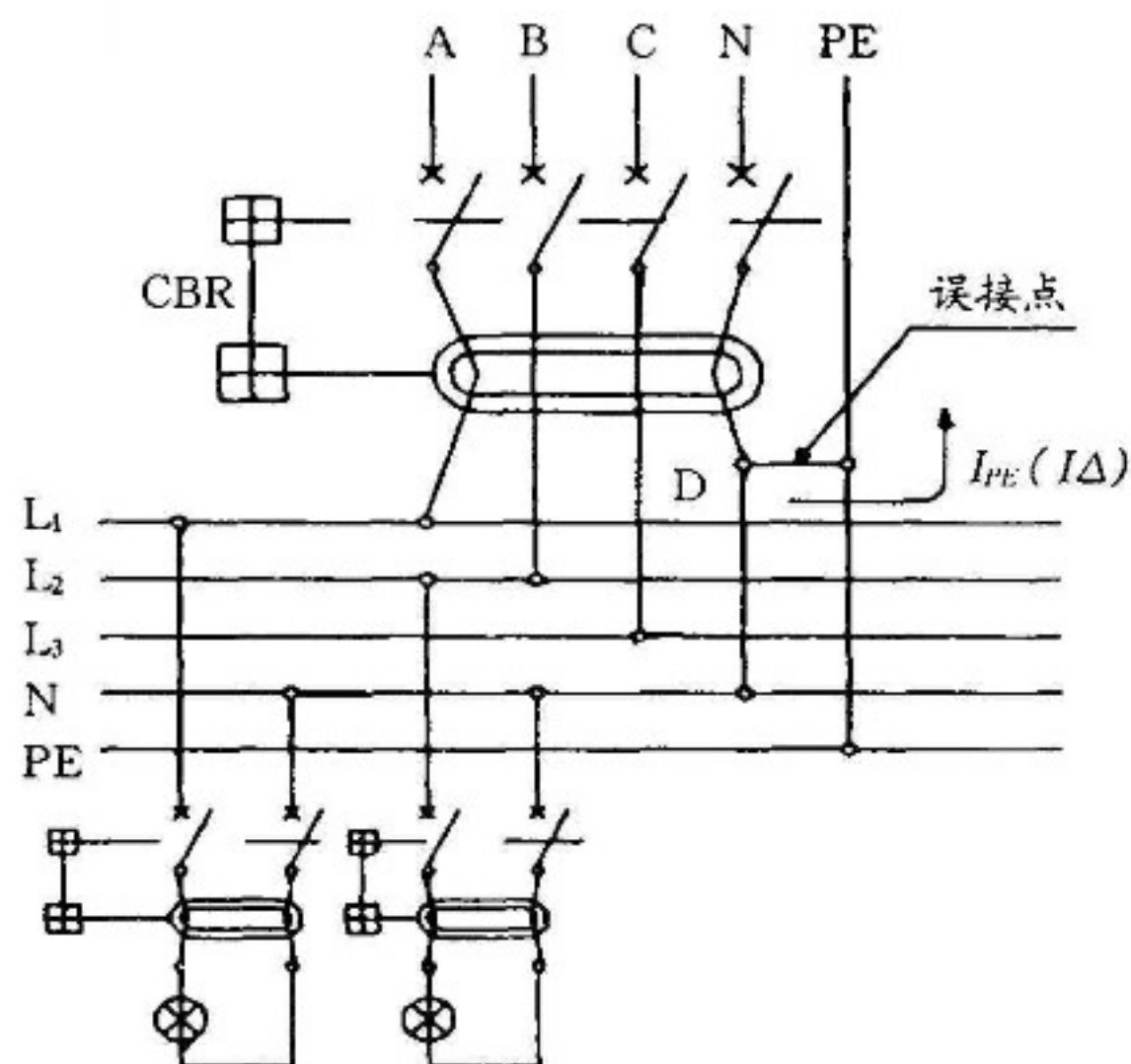


图2 N、PE线误接时的剩余电流

1)当各支路无负载电流或负载电流较小时, CBR 不跳闸。

2) CBR 上的某相负载电流较大时, N 线上的电流在 D 点分流 ($I_N : I_{PE} = R_{PE} : P_N$), 若 I_{PE} ($I_{\Delta n}$) 大于 RCBO 的动作值时, 即跳闸。

3) 当 RCBO 的 A、B、C 三相负载电流相近时, I_N 很小, 即 I_{PE} ($I_{\Delta n}$) 很小, CBR 也不会跳闸。

总之,表面上 CBR 的跳闸与负载电流有关,而实质是在一定的 I_N 下,若 N 线绝缘不良,形成对地电流或与 PE 线误连接时都会使 CBR 动作。

(3) 在图1的①支路中,照明电路或某插座没有接在 RCBO 下,在这些电路出现接地故障或接线错误(如负载接在 C 相与 PE 线之间, N 线与 PE 线误联结等), CBR 直接跳闸。

(4) RCBO 失效拒动,包括某些用户故障将 RCBO 退出,进出线短接,致使 CBR 直接跳闸。

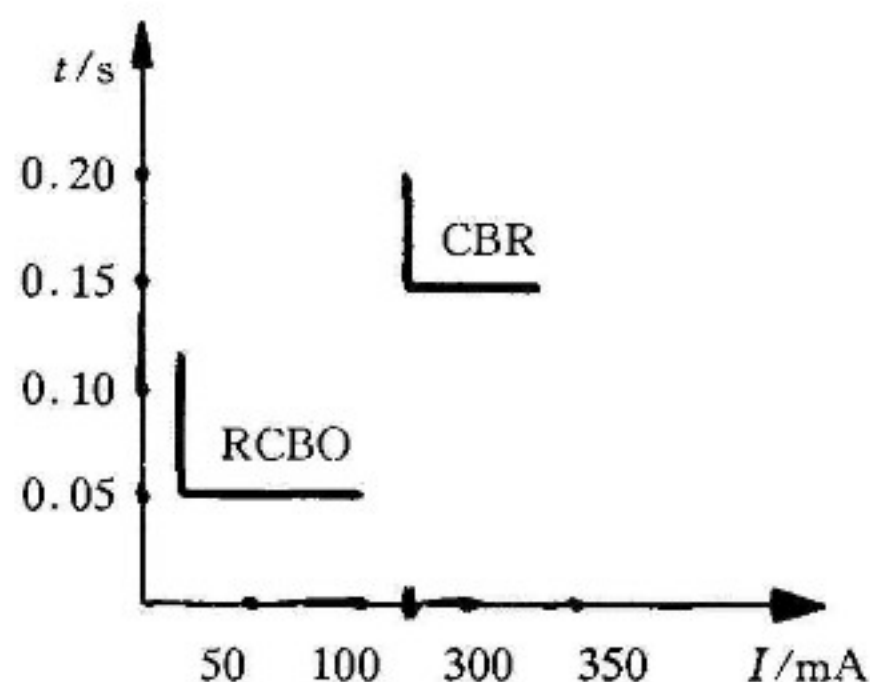


图3 RCBO、CBR 的动作特性与选择性

五、总结

在图1所示的多层住宅供电线路中, CBR 选用额定剩余动作电流为300 mA, 动作时间 ($2I_{\Delta n}$ 的极限不驱动时间为0.1 s); RCBO 选用额定剩余动作电流为30 mA, 动作时间为 ≤ 0.2 s (实际动作时间 ≤ 0.2 s); 两者配合的分级保护特性见图3所示。具有电流选择性保护、时间选择性保护。各支路出现数 A 甚至更大的接地故障电流时不会越级跳闸, 这就提高了供电的可靠性。

收稿日期:2005-04-29