

浅谈故障电弧断路器 (AFCI) 的组网技术

罗雷(1) 张毅(2)

1)绵阳和瑞电子有限公司 四川 绵阳 621000 ;

2)扬州市消防支队,扬州 225000 ;

摘要

为了最大程度避免电气火灾的发生,应该使用电弧故障断路器(AFCI),它可以很大程度上解决了这个问题,在 AFCI 技术的基础上,通过无线网络技术把电气中的各种数据提取出来,我们就可以有效的防范电气火灾,本文将介绍 AFCI 网络技术和相关技术,利用 AFCI 的网络技术可以对抗电气火灾。

关键字

AFCI, 漏电保护, 电弧故障断路器, 防火监控, Zigbee, 网络, UL1699 标准 ;

Talk about new generation AFCI network technology

Zhangyi(1)

Luolei(2)

1) Yangzhuo,public security and fire protection branch Yangzhuo 225000

2) MianYang Herui Elecrionic Co., Ltd., MianYang 621000;

Abstract : New generation technology of AFCI network function was introduced. The relative knowledge about AFCI products and related Zigbee technology were expounded. The classification of arc, work mode and network by zigbee of AFCI were introduced. The prectical use indicated that AFCI could be applied in eletric fire fighting field.

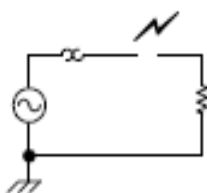
Key words: AFCI; GFCI Zigbee, network,UL1699 ;

(一) 电弧的分类

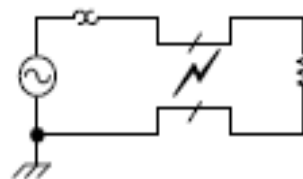
线路上的电弧可分为两种,一种是正常的操作弧,称《好弧》,另一种是故障电弧,称《坏弧》。

- 1) 《好弧》是指当电机旋转产生的弧,如电钻,吸尘器等。另外当人们开关电器,插拔电器时产生的弧也是《好弧》。
- 2) 《坏弧》是故障电弧,故障电弧的类型基本上可分三类。A类,B类和C类。A类称串型电弧,B类称并型电弧,C类称对地电弧,(因C类弧也是漏电的故障,故在此不讨论)A,B图示如下:

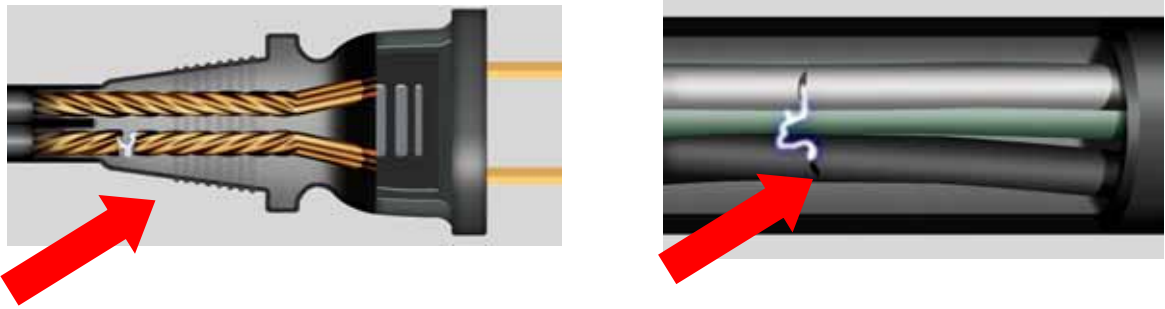
A类:



B类:



3) 插头内部线损产生的串弧和线路破损产生的并弧：(B类)



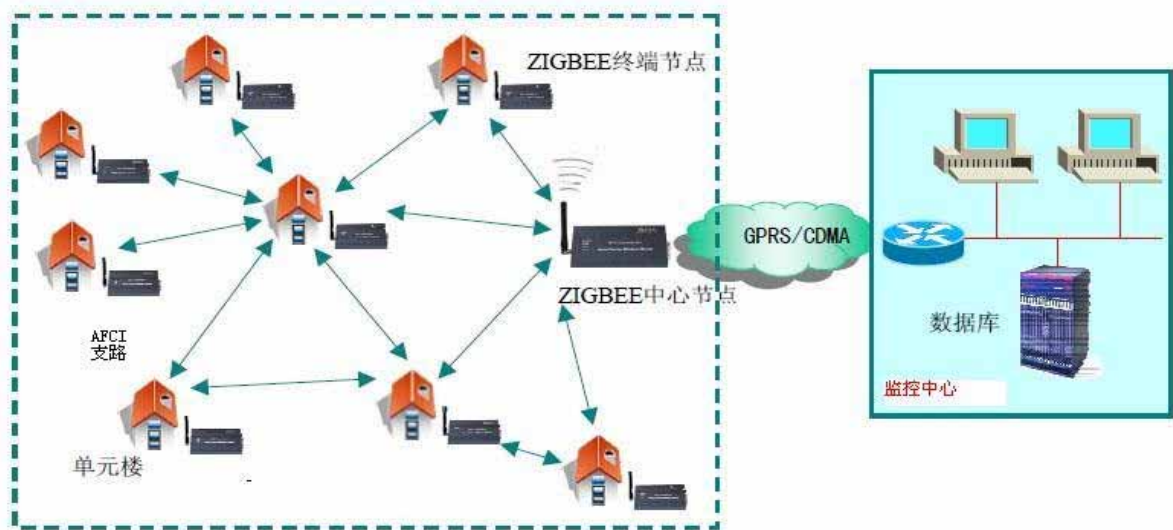
B类电弧的电流较大，通常在过流时，普通的断路器不能立刻断电，所以造成火灾的概率也大，据公安部的统计，电线路老化，破损，虚接等造成的火灾在所有火灾事故中占有最高的比例，约占30%以上，

(二) AFCI 的概念

- 1) AFCI 是英文 Arc Fault Circuit Interrupt 的字头缩写，可翻译成“电弧故障断路器”最早美国主要用于航空航天器的电气火灾防范，属于高端科技，2000年转为民用。
- 2) AFCI 如何工作？根据 UL1699 的标准，在 AC 线路上，当 AFCI 在 0.5 秒内察觉到 8 个半周的故障电弧（坏弧），AFCI 断路器执行脱扣，切断 AC 线路，脱扣时间一般小于 0.2 秒，防止电气火灾非常有效。
- 3) AFCI 的现有标准是美国的 UL1699，它是规范 AFCI 产品而定制的唯一标准。AFCI 产品发展于上世纪 90 年代，开始用以识别由过电流和短路产生的电弧而造成的家庭火灾。传统的断路器可以对过电流提供保护，然而研究发现在没有过电流发生的情况下由小电流引起的故障电弧也有足够的能量引发打火而引起火灾。现在 UL1699 可用于规范 AFCI 技术在普通断路器、墙式安装插座、以及便携式 AFCI (Cord AFCI) 的应用。
- 4) UL1699 的规范可分成三种电弧测试方式：电弧检验测试，误动作测试，和负载起动测试。最初 UL1699 起草时，重点是防止普通负载（如电机、灯、电子控制系统等）在非错误电弧发生时的误动作。如今随着 AFCI 技术强制在家用空调电源插头上的应用，使得 AFCI 技术既要能符合 UL1699 的安全规范，同时又要能满足空调运行条件的要求（我们称之为产品适用性），然而目前 UL1699 对于产品适用性这一点并无要求，但在产品实际使用中这点却非常重要。

(三) AFCI 的组网设计

- AFCI 支路型断路器的额定电流一般为 20A，由于在 AFCI 中，包含一个高性能的 MCU(单片机 16bit-32bit)可以对负载的电流，电压，功率和各种故障实时采样和分析，所以我们把这些数据通过 Zigbee 无线网络发送出来，并送入 Internet 网（互联网）以供用户进行监控和故障分析。（如下示意图）



(四) Zigbee 技术

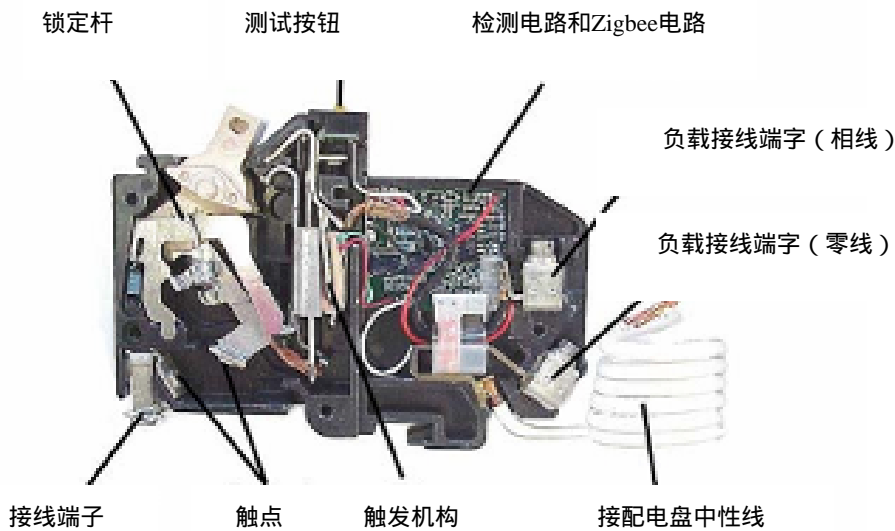
1) ZigBee 是一种高可靠的无线数传网络，其具有低功耗、低数据量、低成本、使用免费频段 2.4G、高抗干扰、高保密性、自动动态组网特点，ZigBee 数传模块类似于移动网络基站。通讯距离从几十米到几百米、几公里，并且支持无线扩展

2) Zigbee 技术网络有 2 种拓扑结构：星型拓扑结构和对等拓扑结构。其中定义了两种设备：全功能设备(FFD)和精简功能设备(RFD)。FFD 在硬件功能上比较完备，可以与所有其他的 FFD 或 RFD 通信，而 RFD 只能和与其关联的 FFD 进行通信。与 RFD 相关联的 FFD 设备称为该 RFD 的“协调器”。在整个网络中，有一个 FFD 充当网络协调器。除直接参与应用外，网络协调器还需要完成成员身份管理、链路状态信息管理以及分组转发等任务。

3) 基于 ZigBee 协议的无线通信设备 ZigBee 网关，集成了符合 ZigBee 协议标准的 LBeec 系列通讯模块，可以方便的实现多种现场控制总线的转换连接。设备具有 RS232/USB 通信接口，并有通讯距离远、抗干扰能力强、组网灵活等优点和特性；可实现一点对多点及多点对多点之间的 ZigBee 设备间的数据透明传输；可按照星形网络、网状网络以及树状网络组网。

4) ZigBee 网关实现把 ZigBee 无线网络数据传输至计算机、Internet 网络。实现计算机、Internet 网络与 ZigBee 无线网络的互联

5) 带 Zigbee 的电弧故障断路器 (AFCI) 的内部构造 (如下示意图)



(五) AFCI 的基本性能

- 1) 有效的识别故障电弧与正常电弧，(好弧与坏弧)及时断电并有记忆。
- 2) 有效的识别漏电故障，及时断电并有记忆。
- 3) 有效的识别欠压和过压，及时断电并有记忆。
- 4) 有效的识别过流和短路，断电并有记忆。
- 5) 有效的计算用电量，并有记忆。(误差<10%)
- 6) 每 0.5 秒向 Zigbee 网络发送一组数据，(包括实时的电流，电压，功率，故障信息，设备编号)供监控。
- 7) 要有 LED 指示灯提示功能，此功能非常必要，它能提示你 AFCI 设备的工作是否正常，能提示你发生了什么故障。

(六) ZigBee 组网技术

- 1) ZigBee 中，只有 PAN 协调点可以建立一个新的 ZigBee 网络。当 ZigBee PAN 协调点希望建立一个新网络时，首先扫描信道，寻找网络中的一个空闲信道来建立新的网络。如果找到了合适的信道，ZigBee 协调点会为新网络选择一个 PAN 标识符 (PAN 标识符是用来标识整个网络的，因此所选的 PAN 标识符必须在信道中是唯一的)。一旦选定了 PAN 标识符，就说明已经建立了网络，此后，如果另一个 ZigBee 协调点扫描该信道，这个网络的协调点就会响应并声明它的存在。另外，这个 ZigBee 协调点还会为自己选择一个 16bit 网络地址。ZigBee 网络中的所有节点都有一个 64bit IEEE 扩展地址和一个 16 bit 网络地址，其中，16bit 的网络地址在整个网络中是唯一的，也就是 802.15.4 中的 MAC 短地址。

2) ZigBee 协调点选定了网络地址后,就开始接受新的节点加入其网络。当一个节点希望加入该网络时,它首先会通过信道扫描来搜索它周围存在的网络,如果找到了一个网络,它就会进行关联过程加入网络,只有具备路由功能的节点可以允许别的节点通过它关联网络。如果网络中的一个节点与网络失去联系后想要重新加入网络,它可以进行孤立通知过程重新加入网络。网络中每个具备路由器功能的节点都维护一个路由表和一个路由发现表,它可以参与数据包的转发、路由发现和路由维护,以及关联其它节点来扩展网络。

(七) 结语

随着社会的发展,网络科技的普及,AFCI 网络技术将会很快走进电气保护的行列,以取代目前的普通断路器保护技术,只有这样电气的安全才能成为人人监控的对象,才能使得电气火灾得到有效控制,我们期待这个技术可以造福人类。

参考文献:

- 1, 罗雷,刘晖《家用电弧断路器(AFCI)的开发》(建筑电气期刊 2006.2)
- 2, 曾元超《防范电气火灾新技术》(Taiwan 台电月刊 2008.9)
- 3, 赵长征《电气火灾防治与调查技术》(2010.11)
- 4, UL1699 Standard. 1999-2008
- 5, 美国 NEC 2008 规范
- 6, Arc fault testing arc faule scenarios (2002 Underwriters laboratories inc)
- 7, Microcomputer Based Feeder Protection and Monitoring System-Utility Experience", Martin Narendorf, B. Don Russell, Mike Aucoin, IEEE

作者简介:

张毅:男,江苏省,扬州市消防支队,防火处法治科,科长。