

提高数字接口设备抗干扰性能的措施

曹更新¹,王 芊¹,余荣云²,陈志锋¹,邹志杨¹

(1. 南京南瑞继保电气有限公司,江苏 南京 211100;

2. 江苏省电力公司,江苏 南京 210024)

摘要: 继电保护要求数字接口设备在有故障、受干扰时数据传输不出现任何误码。针对可能存在的电磁干扰采取了有效的抗干扰措施。改进了机箱结构,提高机箱的屏蔽性能;使用了屏蔽性能更好的通信电缆;改进了通信电缆的接地方式;给通信电缆加套磁环;改变电缆和机箱之间的接口方式,在接口处安装滤波器,减小通信电缆上耦合的干扰对数字接口设备造成的影响。结果表明,在国家标准所规定的最高等级的电磁干扰下,继电保护装置中用于监视通道状态的相应计数器没有变化,数字接口设备工作正常。

关键词: 继电保护; 数字接口设备; 电磁兼容性; 电快速瞬变

中图分类号: TM 774

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2007)04-0124-03

数字接口设备广泛用于复用通道^[1]纵联保护^[2],从属于通信设备,安装在变电站通信机房内。继电保护要求其在进行刀闸操作或电力系统发生故障时,也能无误码地工作,高于一般通信设备的要求。

1 电磁兼容^[3-4]试验中存在的问题

模拟现场工况对样机进行实验,将 RCS-931A 电流差动保护与数字接口设备^①通过自环方式连接,如图 1 所示。保护装置可以监视通道中数据传输情况,包括失步、误码、报文异常、报文超时等。

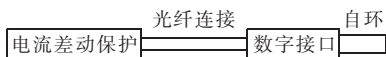


图 1 装置连接图

Fig.1 Connection between protection and digital interface device

对数字接口设备施加国家标准规定的各种干扰,包括电快速瞬变脉冲群、浪涌、阻尼振荡波、振铃波、静电放电、射频场感应的传导干扰(150 kHz~80 MHz)、射频电磁场辐射(80~1 000 MHz)等。样机受到干扰后,监视通道的各计数器计数均可能增加。现仅以设备在电源端口和通信线受到 4 级电快速瞬变脉冲群干扰后,通道监视计数器的变化为例说明:失步次数增加了 12,误码总数增加了 6,报文异常数增加了 7。由此可见,样机受到干扰后,对数据传输有明显的干扰,表明样机的抗干扰性能不好。

2 改进措施

2.1 机箱结构

为防止电磁干扰经空间影响样机内部电路,保证机箱的电连接性,需提高机箱结构的屏蔽性。屏蔽就是用金属壳体等导体把需要保护的物体包围起来,阻隔电磁场从空间入侵的通道,这是提高设备电磁兼容性能的重要措施之一。缝隙是造成屏蔽机箱屏蔽效能降级的主要原因之一,经检查发现机箱结构密封不好,上盖板和前面板之间有明显缝隙,成为电磁干扰进入机箱的一个重要途径,降低了整个机箱的屏蔽效果。原设计为方便操作和检修,结构上采用抽屉式,但这就造成上下盖板与面板之间连接不紧密。针对这种情况,采取了以下措施来减小缝隙泄漏、提高机箱的屏蔽效果:面板改为“[”型结构,增大面板和上下盖板之间的接触和重叠面积;增加导电接触点、减小缝隙的宽度,使用机械加工的手段增加接触面的平整度;使用多个螺钉保证面板和盖板之间的良好接触。

实验还表明,若在机箱缝隙处安装上连续的电磁密封衬垫,亦可防止电磁波侵扰。

2.2 通信线缆

传输速率为 64 Kbit/s^[5] 的接口设备通过屏蔽双绞线连接到音频配线架(VDF),对 2 种不同型号双绞线进行对比实验^[6],一种为铝箔屏蔽层电缆,另一种为网状编织屏蔽层电缆。使用铝箔屏蔽层电缆时通道监视计数器中失步次数为 5,误码总数为 3,报文异常数为 4;而使用网状编织屏蔽层电缆时各个通道的计数器均没有变化。实验结果表明,带有网状屏蔽层的双绞线抗干扰效果明显占优。传输速率为 2 048 Kbit/s 的接口设备^[7]通过同轴电缆连接到数字配线架(DDF),分别对多种不同型号的同轴电缆做实验进行了对比,结果表明,带有双层屏蔽层的同轴电缆的抗干扰效果明显比只有单层屏蔽层的好,通信线缆的屏蔽层必须是接地良好且是两端接地。

① 南京南瑞继保电气有限公司。继电保护信号数字复接接口技术说明书,2003。

若需进一步提高通信线缆的抗干扰性能,可采用套加磁环的方法。磁环能够对共模干扰电流形成较大的阻抗,而对正常信号没有影响,使用简单而不用考虑信号失真问题,并且磁环不需要接地,可以直接加到电缆上。实验显示,将电缆在磁环上面多绕几匝,对干扰抑制效果更好。在实际工程中,可根据干扰电流的频率特点来调整磁环匝数,通常当干扰信号的频带较宽时,可在电缆上套2个磁环,每个磁环绕不同的匝数,这样可以同时抑制高频干扰和低频干扰。也可根据干扰信号的频率特点选用镍锌铁氧体或锰锌铁氧体,在抑制高频干扰时,宜选用镍锌铁氧体;反之则用锰锌铁氧体。或同一束电缆上同时套上锰锌和镍锌铁氧体,这样可抑制的干扰频段较宽。磁环内外径差值越大,纵向高度越大,其阻抗也就越大,但磁环内径一定要紧包电缆,避免漏磁。磁环安装位置应紧靠电缆的进出口。

2.3 电缆接口

接口设备通过电缆与通信机房内的其他通信设备相连接,通信电缆本身就是一条辐射和接收天线,它造成的危害如下:

a. 造成很强的超标辐射,机箱内的电磁能量在电缆上感应出共模电压和电流,共模电流在电缆上流动,产生了共模辐射,这种辐射往往是设备产生超标辐射的主要原因;

b. 设备周围环境空间中的电磁能量被电缆接收到后,形成共模电流,沿着导线传进机箱,一方面对与电缆直接连接的电路产生干扰,另一方面借助导线再次辐射,对机箱内的其他没有直接与电缆连接的电路造成干扰;

c. 造成屏蔽体被破坏,产生的原因也是电缆对电磁波的吸收和再次辐射,导致电磁能量通过电缆泄漏,从现象上看就是屏蔽体的屏蔽效能降低。

实验结果表明,设备上的通信电缆是抗干扰薄弱的环节,对电源施加快速瞬变干扰时,很大程度上是因为通信电缆上耦合了高频干扰信号使信道中的数据出现误码。为解决这个问题,可采用2种方法:

a. 选用信号滤波器滤除电缆上共模形式感应电流,而对信号电缆上传输的差模信号不产生影响;

b. 使用金属外壳的连接端子,以保证电缆入口处与机箱的可靠连接,保证不破坏机箱的效能。

2.4 改善地线系统

地线根据功能可分为2类,一类是保证设备电气安全的,称为安全地;另一类是作为电位参考,称为信号地。安全地的使用目的有3个:防止人体接触金属机箱时触电,金属机箱必须与大地相接;为了泄放雷击能量;泄放静电电荷。信号地的本质是信号电流流回信号源的低阻抗路径。

接地就是让进入装置的电磁干扰能量泄放入大地,良好接地能有效降低通信线上的干扰电压。实验中发现,装置机壳接地不好或通信电缆屏蔽层接地不好都会对实验结果造成很大影响,通信电缆屏蔽层应就近接地,并保证与大地的可靠连接。

2.5 其他有效措施

例如,在找到干扰源后,在允许范围内减弱干扰源,在芯片的电源和地之间加去耦电容,安装时应使电容的引线越短越好;另外使信号敏感的电路远离干扰源。电路板上走线分布和电路参数等因素也可抑制干扰。当上述措施作用不大时可通过改变电路板的布线结构或改变电感、电容、磁珠等电路参数,具体可参考电路板设计电磁兼容规则^[8]。

3 改进后的实验结果

采取上述的改进措施后,重新实验,干扰均按照国家标准^[6]中的推荐严酷等级的最高等级施加,接口设备体现了较强的抗干扰能力,均不再出现误码、失步、报文超时等现象。仍以电快速瞬变脉冲群为例说明,对电源加4级(4 kV, 2.5 kHz)电快速瞬变脉冲群干扰时,失步次数、误码总数、报文异常数、报文间超时这些通道监视计数器都无变化。

改进后进行其他项目实验时,通道监视的计数器数值也均无增加,与改进前的实验结果相比,采用措施明显提高了样机的抗干扰性能。

另外,导线上的传导干扰与空间的辐射干扰、实验用电源线及通信电缆的长短、被测试装置的位置,都会影响实验结果。因此,为保证实验结果的可重复性和可比性,在实验过程中需注意配置的一致性。

4 结论

经电磁兼容实验前后对比,屏蔽、滤波、接地、合理布局等抗干扰措施对各项实验都是很有有效的,改善了数字接口装置的抗干扰性能。数字接口设备均能达到相关国家标准的最高等级水平。

需要指出的是,复用通道是由多个设备所组成的一个通信系统,数字接口设备的抗干扰能力的提高,对提高整个系统的抗干扰能力的作用是有限的。通道中的其他设备如同步数字系列 SDH(Synchronous Digital Hierarchy)设备^[9]、脉冲编码调制 PCM(Pulse Code Modulation)设备所存在的各种误码、告警指示信号 AIS(Alarm Indication Signal)、信号丢失 LOS(Loss Of Signal)、图案丢失(pattern loss)等都会对继电保护的运行产生影响^[10]。

确定一套通道门槛指标,并在此指标下比较各种保护设备的性能,均衡保护的通道告警方案和通道的实际运行工况。使现有通道满足保护设备的运行要求,但对通道中固有的误码等指标,保护设备亦应有一套完整的容错方案,如误码不扩散等。以电流差动为例,通道产生单个误码后,应只影响当前帧数据,对前、后的数据传输不产生影响,主保护应不退出或退出时间尽量短。过于要求传输通道理想化、无误码是不现实的,保护方案也不应建立在此基础上。

参考文献:

- [1] 国际电报电话咨询委员会. G.703—G.956 数字网路——传输系统和复用设备建议[S]. 北京:人民邮电出版社,1987.
- [2] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理[M]. 北京:中国电力出

版社,1991.

[3] 杨克俊. 电磁兼容原理与设计技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2004.

[4] 王洪心,贺景亮. 电力系统电磁兼容[M]. 武汉:武汉大学出版社,2004.

[5] 龚喜东,陈建涛. 64 Kbps 数据通道在电力系统中的应用与研究[J]. 电力系统通信,2003,24(2):33-36.

GONG Xi - dong,CHEN Jian - tao. Research and application of 64 Kbps data channel used in electric power system[J]. Tele - communication of Electric Power System,2003,24(2):33-36.

[6] 国家质量技术监督局. 电磁兼容试验和测量技术抗扰度试验总论[M]. 北京:中国标准出版社,1999.

[7] 王芊. 用于差动保护的 E1 速率通信接口[J]. 电力系统自动化,2003,27(4):55-57.

WANG Qian. Research of E1 interface used in current differential protection[J]. Automation of Electric Power Systems,2003,27(4):55-57.

[8] 曾峰,侯亚宁,曾凡雨,等. 印刷电路板(PCB)设计与制作[M].

北京:电力工业出版社,2004.

[9] 孙学康,毛京丽. SDH 技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2002.

[10] 毛秀伟. 光纤迂回通道可靠传输继电保护业务的应用研究[J]. 电力系统通信,2005,26(7):57-61.

MAO Xiu - wei. Research on transmission reliability of transmission line protective relay signal with optical fiber circuitous channel[J]. Telecommunication of Electric Power System,2005,26(7):57-61.

(责任编辑:康鲁豫)

作者简介:

曹更新(1979-),男,山东菏泽人,硕士,从事电力通信方面的工作(E-mail:caogx@nari-relays.com);

王芊(1967-),男,江苏南京人,高级工程师,从事电力通信方面的工作;

余荣云(1954-),男,江苏南京人,工程师,从事电力系统继电保护运行管理工作。

Measures to improve anti-jamming performance of digital interface devices

CAO Geng-xin¹,WANG Qian¹,YU Rong-yun²,CHEN Zhi-feng¹,ZOU Zhi-yang¹
(1. Nari-Relays Electrics Co.,Ltd.,Nanjing 211100,China;
2. Jiangsu Electric Power Company,Nanjing 210024,China)

Abstract: The protective relays require error-free data communication of digital interface devices under conditions of faults or disturbances. Considering the possible existing electro magnetic interference,effective anti-jamming measures are taken. The case structure is improved to enhance its shield performance;the cable with better shield performance is used;the grounding mode is improved;the communication cable is equipped with magnetic ring;the interface mode between cable and case is improved and effective filter is used at the connector to prevent external interference. EMI(Electro-Magnetic Interference) tests at the highest severity level according to national standards verify that, the counters specially designed in relays to monitor the communication states of digital channel have no error found,showing that the digital interface device runs properly.

Key words: protective relay; digital interface device; electro magnetic-compatibility; electrical fast transient

