

# 高频保护专用收发信机的电磁兼容问题

陈麟书 张国义 许继昌南通信公司 (461000)

**【摘要】** 随着微机型保护应用的推广和普及,电磁兼容问题引起人们更多的关注,由于环境干扰信号的突发性,传播途径的多重性,给问题的认识解决带来一定的困难。本文依据干扰信号的传播特点,从工作环境分析入手,将影响收发信机正常工作的诸多因素综合归类,以期对收发信机的干扰问题有清楚的认识。最后,提出改进收发信机抗干扰性能的两点措施。

**【关键词】** 收发信机 抗干扰 工作环境

## 0 引言

电力系统对高频保护的要求是:快速性、灵敏性、选择性和可靠性。整机装置抗干扰性能的优劣对选择性和可靠性有直接的影响,线路保护设备每一次成功的改进、提高,无不包含着对装置可靠性因素的提高。近年来,随着微机型高频保护的广泛应用,设备抗干扰问题的重要性越来越显著,收发信机是高频每一次保护中的一部分,其抗干扰性能的好坏,无疑对高频保护有直接影响,而且微机保护动作的快速性,又对收发信机的抗干扰性能提出了更高的要求。下面我们将对收发信机的工作环境入手,分析影响收发信机正常工作的诸多干扰因素,最后提出两点提高收发信机抗干扰性能的技术措施,以期对问题的讨论有所帮助。

## 1 工作环境及干扰因素

大家知道高频保护中的收发信机是处于各种强干扰因素交织作用下进行工作的,收发信机的工作方式又明显地有别于其它的通信系统。在一般的通信系统中,遇到强干扰信号侵入时,可暂将接收系统关闭,待干扰信号消失后,再重新开通接收回路,因为干扰持续的时间一般比较短,这样做对信息的传输不会造成明显的损失。收发信机则不同,在电力系统无故障时正常情况下,干扰相对来说比较小,而

且除了每天的例行交换信号外,收发信机基本上处于不工作的“休眠”状态,而在电力系统出现故障时的短暂时间内,收发信机要在干扰情况比平时严重几倍甚至几十倍的情况下,从“休眠”状态一跃而起,准确无误地完成启信、收信,将对侧的保护动作信息以脉宽方式传送到本侧继电保护装置中。这样一连串时间间隔明确的动作过程,不难想象,如果装置不具有良好抗干扰性能,每一种干扰因素,都有可能使这样时间间隔准确的动作变为错误,给高频保护的正确动作带来困难。我们认为,收发信机受干扰的情况虽然复杂,但是根据干扰信号的传输特点,干扰对收发信机的影响不外乎通过传导和耦合两种途径传播。所以,我们从收发信机的工作环境入手,将干扰收发信机正常工作的诸多因素分门归类,以利于认识问题并确定有效的措施抑制干扰,确保收发信机的正常工作。

收发信机与周围设备的关系如图1所示,我们将据此一一分析这些相关连的设备可能引入的干扰。

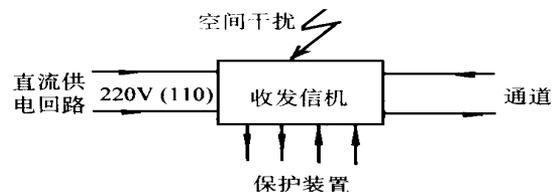


图1 收发信机与周围的干扰环境

(1) 直流供电系统:收发信机的直流供电(直流220V或110V)是和线路保护共用一组

直流蓄电池，从蓄电池到收发信机所在的线路保护屏，供电电缆长达几十米，甚至上百米，在电缆沟、电缆竖井、电缆夹层中与大电流的动力电缆、交流电缆间隔很近，有些甚至交织排放在一起很长一段距离，再加上变电站周围的放电，拉合隔离刀闸的电弧，断路器分闸、合闸时的电弧。这样直流供电回路中不可避免地将这些空间的干扰量引入收发信机的直流供电回路中，这些差模和共模干扰信号，幅度大，信号尖锐，持续时间短，可以越过开关电源的隔离变压器串入次级回路中，造成二次低压供电电压的波动，影响收发信机的正常工作。还有些变电站采用旧的直流供电系统，高频保护与断路器跳闸回路共用一组直流回路，这样供电电缆在变电站延伸的分支更多、距离更长，引入的干扰信号也更多。在电力系统发生故障时，交流回路中的电流突然增大，地电位的变化，通过电磁感应，也会干扰相邻的直流供电电缆，这样受干扰的幅度会比平时大许多。

(2) 与保护之间的连接：一般收发信机与线路保护装置是装在一面屏上的，两者距离较近，相互间的连线也比较短，保护与收发信机之间通过光电耦合器和继电器实现连接，接口电压采用 24V 隔离悬浮电压，这种独立的悬浮电源与收发信机和保护装置都是隔离的，这是一种比较好的接口方式。

但是，在旁路高频保护中现在还有很多地方的旁路高频保护采取“借用”线路保护收发信机的方式来构成，也就是用转换开关将线路保护屏上的收发信机中的相关回路切换到旁路保护屏上去，收发信机和保护装置之间通过沿电缆夹层排放的电缆连接。这样，接口电压如果仍采用 24V 隔离电源，如前面直流供电电路中分析的那样，动力电缆、交流电缆很容易对 24V 的弱电系统进行干扰，假如线路保护屏与旁路保护屏之间距离的比较远，24V 的电缆在电缆夹层中排放的长度也会相应增大，这样受干扰的几率，以及引入干扰电压的强度也会随之增大，对继电保护的正确动作，带来了

新的不可靠因素。所以“借用”线路保护收发信机构成旁路高频保护时，对保护和收发信机之间的连接要特别慎重，应采取有效措施，消除保护装置与收发信机之间的接口干扰。所以，从抗干扰的角度来说，采用旁路高频保护专用收发信机构成旁路高频保护，抗干扰性能要好一些，同一面屏上的装置受干扰的几率会大大减少。

另外，如果高频保护整组动作时间允许，收发信机与保护之间的接口连接，用继电器方式比用光耦方式要好一些，因为继电器有较大的惰性，对尖峰脉冲有较强的抑制能力，光电耦合器由于其响应的快速性，对尖脉冲的抑制能力相对弱一些。

(3) 空间环境：收发信机安装在变电站控制室中，自身处于弱电工作状态，而变电站中的强烈放电，隔离刀闸的操作，断路器的合闸、分闸，通过电磁场空间辐射的方式影响收发信机的正常工作。周围继电器触点闭合、断开时的放电，也会以电磁场辐射干扰的形式干扰收发信机，与其它传导型的干扰相比，空间辐射的干扰还是比较容易处理的，一般采用屏蔽的方法，再加之有良好的接地，都会有良好的抑制效果。

(4) 高频通道：高频保护两侧的收发信机是通过高压输电线路传输的，高压输电系统的爬电、放电、电晕、雷电等均会对收发信机特别是收信部分造成干扰。与其它通信系统相比，干扰信号的种类多，干扰幅度大，持续时间长，是电力线载波通道的特点。特别在系统发生近故障点区内、区外故障时，通道的干扰情况更为复杂，更难以给出定量的描述。至今仍是众多专家、学者研究的难题。关于高频通道的干扰问题，已有多种专著出版，在此，我们不作更多的说明。

上面我们从收发信机与相关设备的联系出发，讨论了影响收发信机正常工作的干扰因素，以期对收发信机中的干扰问题有了明确的认识，从造成的影响来说，直流供电系统和高频通道引入的干扰对收发信机影响最大，是首

先要解决的问题。根据我们对抗干扰问题的认识及实践, 以下我们提出两点抗干扰措施的建议, 供同行讨论参考。

## 2 收发信机抗干扰措施的两点建议

(1) 在收发信机直流电源入口处加装电源抗干扰滤波器。如前面所分析的那样, 直流供电系统在变电站中分布广、支路多, 具有广泛的天线接收效应, 各类空间电磁干扰也在导线中相互叠加, 形成较强的干扰电动势, 所以直流供电系统引入的干扰属于比较严重的干扰。对付直流供电系统引入的传导性干扰, 虽然可以用隔离、屏蔽、光耦、滤波等方法, 但是, 最直接有效的方法就是采用电源抗干扰滤波器进行抑制。这样不仅可以抑制直流供电系统对装置开关电源的影响, 还可以抑制装置开关电源向直流供电系统输出干扰信号, 在公用的一套直流系统上有多组开关电源同时工作时, 在开关电源输入端加装电源滤波器更显得重要, 这样可以对直流系统与开关电源之间的干扰起到双向抑制作用。

电源抗干扰滤波器实质上就是一低通滤波器, 所以这种滤波器的低通幅频特性曲线是衡量电源抗干扰滤波器性能优劣的一个重要标志。从理论上讲, 低通滤波器在有限的低频范围内, 应呈现较低的传输衰耗, 在宽阔的高频范围内, 均应呈现很大的传输衰耗, 以抑制高频干扰信号的传输。然而, 由于电感线圈和电容在高频范围内所表现出的分布参数特性。所以, 实用的电源抗干扰滤波器, 其幅频曲线, 在高频段时, 都有传输衰耗变小的趋势(如图2所示)。

在对直流供电系统干扰信号及电源滤波器特性分析之后, 妥善设计选择电源抗干扰滤波器, 才会很好地抑制直流供电系统对收发信机的干扰。目前, 市场上有很多种电源滤波器, 大部分是应用于其它行业的, 如微机产品和工控产品, 不加选择地使用, 很难满足电力系统的特殊要求。如前所述, 高频保护的直流供电系统中, 干扰信号的幅度大, 在 100kHz ~

1MHz 频段有相当大的一部分频谱分量。这样, 就要求电源滤波器能抗高强度信号冲击, 通频带相对窄一些, 100kHz 以上的幅频衰耗要大一些。我们在研制 SF-601 旁路保护专用收发信机中, 采用了相应的措施, 使得 SF-601 收发信机直流电源输入端可以抑制 3kV 的快速瞬变干扰, 对差模、共模干扰信号的抑制更是有显著的提高, 超过了 IEC870-2-1 标准严酷级别三级的干扰试验(一般为二级, 最高为四级)。

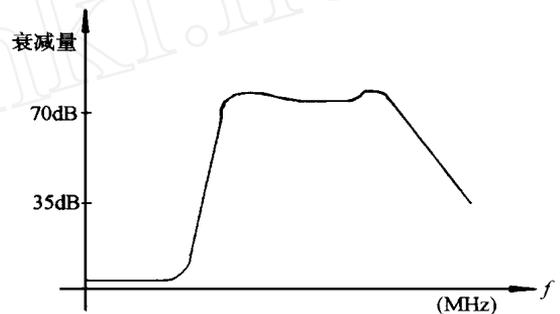


图2 电源滤波器的实际频率曲线

使用电源抗干扰滤波器时, 还应使滤波器的输出端与开关电源之间的连线尽可能的短一些, 以减少二次受干扰的机会。另外, 还应该使电源抗干扰滤波器的接地线可靠地接地, 接地线的接地电阻尽可能地小, 以提高对共模干扰信号的抑制能力。如果接地线接地不可靠, 会使电源滤波器对共模信号的抑制能力丧失殆尽。

(2) 重视箱体配线技术。机箱后各插件之间的连线, 又称作箱体配线, 是各种信号汇集的地方, 从信号的性质上分: 有数字信号和模拟信号; 从电平等级上分: 有低电平信号和高电平信号; 还有情况复杂的电源线和接地线, 这些形形色色的信号汇集在箱体配线中, 如不采取有效的技术措施很难保证将他们之间的串扰限制在一个允许的范围之内。传统的箱体配线多采用人工方式, 虽然也采用了一些抗干扰措施, 如对高电平和低电平信号采用屏蔽线连接以抑制干扰。但是, 从抗干扰的角度看, 这种配线方式有很多需要改进的地方, 其最大不足之处是: 随意性大, 这样对于情况复杂的电

源线和接地线，走线路径的变化，接地点选择的不同，会给整机的抗干扰性能带来明显的变化无法保证其抗干扰性能的一致性。

用印制线路板代替人工配线是目前解决这一问题的好方法。SF-600、SF-601 收发信机都是采用这种方式，印制线路板是“硬配线”，机箱的电气性能和抗干扰性能，不会随时间和人员的变化而变化，而且在印制线路板上可以采取屏蔽、隔离、设置接地层、电源层等多种有效的技术措施来提高机箱的电气性能及抗干扰性能。而且多年的现场运行情况也表明印制线路板取代人工配线确有诸多明显的优越性，如性能一致性好，抗干扰性能明显优越，可靠性高，无断线、接触不良情况等等。但从这项技术的潜力和深度来看，目前的收发信机箱体印制板配线技术还仅仅是开始，很多已经成熟的技术应用还不到位，这方面，STD 工业控制总线中的一些技术措施很值得我们借鉴。相信随着工业总线控制技术、单片机控制技术的发展，我们对这一问题的认识会更加深刻，收发信机的抗干扰措施会更加完善。

### 3 结束语

电磁兼容问题是电子设备的普遍问题，随着收发信机向微机智能化，数字化方向的发展和提高，对设备的硬件抗干扰性能不仅不会降低，还会因为数字信号处理速度的加快，有更高、更完善的要求，并且对软件的抗干扰性能也会提出新的更高的要求。设备硬件抗干扰性的完善，不仅会有助于体现软件的良好性能，还会对软件的抗干扰设计提供很多有益的帮助。以上我们只是从整体的方面讨论了收发信机的抗干扰问题，显然，如果装置的功能组件抗干扰性能不好，只靠外部采取补救措施，整机的抗干扰性能也不会有良好的表现，这是一个问题的两个方面，应当分别解决。

#### 参考文献

- [美] B. E. 凯瑟著. 肖华庭等译. 电磁兼容原理. 北京: 电子工业出版社, 1985
- 魏庆福. STD 总线工业控制机的设计与应用. 北京: 科学出版社, 1991

### EMC PROBLEM OF THE TRANSCEIVERS SPECIALLY USED FOR HF PROTECTION

Cheng Linshu, Zhang Guoyi (ChangNan Communication Company, Ltd, 461000, Xuchang, China)

**Abstract** Along with the extensive application of microprocessor - based protections, more people show interest in the EMC (electrc - magnetic compatibility problem. Due to the sudden of disturbance signal and the multiplicity of propagation path, to understand and solve the problem is difficult. This paper bases the propagation feature of the disturbance signal and the analysis of working environment to sort the factors which have impact on normal operation of th transceivers, so as to have a clear understanding of the problem. Finally two measures to improve the anti - interference performance of the transceiver are presented.

**Key words** transceiver anti - interference working environment

## 电力系统技术国际学术会议信息

电气与电子工程师学会 (IEEE) 和中国电机工程学会 (CSEE) 将于 1998 年 8 月 18 ~ 21 日在北京举办电力系统技术国际学术会议 (简称 Powercon)。热烈欢迎从事电力系统规划、设计、运行、控制、信息处理和从事电力及控制设备研究、开发、制造的企、事业单位和高等院校及其科技人员、工程技术人员投稿，并参加会议。有关事项请与中国电机工程学会联系。(北京 100761, 白广路二条一号, 中国电机工程学会国际部或北京 100085, 清河电力部电力科学研究院外经外事办公室)