

电磁继电器的电磁干扰现象与抑制方法

李岐新 国营第七九二厂 (721300)

刘青 瑞士夏弗纳北京办事处 (100005)

【摘要】 介绍了电磁继电器的电磁干扰现象及产生的原因,论述了抑制电磁干扰的技术措施以及电磁继电器抗扰度测试的内容、测试方法,对于研制和开发具有电磁兼容性的高可靠性继电器及使用继电器的电子、电气设备,提高电子、电气设备和系统抗电磁干扰的能力,具有重要的意义。

【关键词】 电磁继电器 电磁干扰 电磁兼容

0 引言

随着电子信息化和工业自动化的迅猛发展,电磁继电器作为控制元件正在被广泛地应用在国民经济和国防建设的各个领域中的电子设备和系统中。由于电磁继电器是一种电感性激励的电子元件,因此,当电流通过或切断时,它都能产生电磁干扰,而对系统产生影响,同时,电磁继电器又是一种电磁干扰接收器,外界的电磁场波,对其干扰,会使其产生响应,而对系统造成误动作。

如何在共同的电磁环境中,抑制和防止电磁继电器的电磁干扰与提高电磁继电器的电磁抗扰度能力,是研制生产可靠性电子、电气产品,实现系统电磁兼容性的技术关键。

1 电磁继电器产生的电磁干扰现象及危害

电磁继电器的电磁干扰主要来自其线圈中突变磁场和触点断开瞬间产生的电弧。这些干扰的电磁波频率约为 $0.1 \sim 1000\text{MHz}$,因而其干扰的频带是很宽的,其场强为垂直极化和水平极化(在 100MHz 以下主要是垂直极化),场强、与频率基本呈正态分布。其干扰脉冲的峰值幅度与继电器的结构类型、正常工作的负载、电压和电流的大小,继电器的老化和磨损等因素有关。

电磁继电器的电磁系统是由一个或若干个线圈及铁芯、磁轭、衔铁等构成,线圈有串联、并联、混联等形式。线圈的电感与分布电容比较大。分布电容在线圈通断电流时,使线圈有效地短路,这样,当通过线圈的电流通路被切断时,线圈周围的磁场突然消失,线圈上则会产生具有陡峭波前的高达数百伏,甚至上千伏的“感性冲击”瞬态浪涌电压,它是在电流通路断开的 $3\mu\text{s}$ 内,产生的约电源电压100倍的瞬态过电压,然后按线圈电感、分布电容和电阻所决定的速率下降到零。这种脉冲过电压能产生极大的能量泄放,它会窜入控制回路,对系统中其它电子装置产生相当大的电能冲击和激励,干扰系统中其它电子装置的正常工作,会导致设备、系统的基本计算和逻辑判断出错。这种瞬态浪涌电压的变化与负载的性质、大小、电源电压以及线圈的阻抗有关。

在继电器的接触系统中,当触点的闭合或断开的瞬间,触点间将会产生电弧,形成陡峭的浪涌冲击电压,从而能激励其线圈回路、磁路(场)的振荡,该振荡形成的幅射干扰或通过电源线将干扰传导到系统中别的电路中去。这些干扰电磁波包含着很高的频率成份,存在于很宽的频段内,并且有任意类型的极化波状态,另外,由于接触簧片在触点接触或断开瞬间,因机械反力特性而产生回弹跳、触点跟踪重复几次才能吸合(或断开),造成触点间的燃弧、熄灭、再燃弧,重复多次,形成瞬间快速脉冲串(群)干扰。这种电弧群干扰对电子

系统影响很严重，尤其是对数字电路系统，可造成数个信息比特的错误，导致系统误操作。电弧干扰与触点材料、电压、电流、表面接触电阻以及触点间气体介质成份有关。

而接触簧片的机械弹性震颤，引起电流通路的重复闭合和断开，对电磁系统电路的迅速闭合和断开，在线圈上产生更快的瞬变，其波形也比较陡峭，对附近的电子电路会产生很强的干扰。

近年来，大量生产和使用的通用电磁继电器，越来越多地采用工程塑料材料制造其结构件。这是由于塑料材料的机械、电气性能很好，价格便宜，适合大批量生产。塑料结构零件的通用继电器还具有重量轻、装配工序简单、零件少、其环境抗腐蚀能力也比金属强、维修和加工费用低等优点。但是，这些工程塑料在融熔中和在注射时，因受热、摩擦及电加热线圈的电磁感应，会使这些塑料结构件由于静电感应而带有大量的静电电荷。当继电器在工作时，触点通断产生的电弧会向这些塑料结构上电离积累游离的电荷。当电荷积累到一定程度后，以电晕的方式，会迅速释放，产生一种强大的幅射干扰，即“P-静电干扰”。其特点是放电时间短（约 $1\mu\text{s}$ ），放电电流大（可达几十安培），放电电压高（约数万伏），具有 $20\sim 1000\text{MHz}$ 宽频率频谱成份。这种P-静电干扰会激励继电器内部线圈回路、磁路（场）的振荡和激励系统上其它电（磁）路的振荡；静电放电干扰还会击穿系统内其它元器件（包括继电器本身的绝缘），对系统产生严重的损害，引起基本计算、逻辑判断出错及系统失效。

在常用的晶体罩密封电磁继电器中，也还在因线圈，引出端子等放电间隙所形成的极间寄生电容所储藏的能量，它能产生电容放电。这种电容放电干扰与通用电磁继电器产生的P-静电放电相似。同样具有较宽的频带、放电电流大等特点，它经金属外壳表面感应出高频电流，并以噪声电波的形式，由壳体表面向外辐射，干扰系统内其它电子产品的工作。

2 电磁干扰对电磁继电器工作的影响

在电子、电气设备中，其电子装置（如电动机、开关电源、变频器、传感器、连接器等）所产生的电磁干扰对电磁继电器的正常工作也会带来影响，甚至致使继电器误操作。

对于吸入式、拍合式电磁系统的电磁继电器，当继电器的磁路系统受到平行于铁芯、并与线圈磁势在铁芯中激励的磁通方向相同的外来干扰磁场时，吸合电压或释放电压会显著升高，甚至使吸合（或释放）电压数倍大于额定电压，使电磁系统在额定电压下不能工作，影响了继电器的灵敏度。而当继电器的磁路系统受到平行于铁芯轴线，并与线圈磁势在铁芯中激励的磁通方向相反的外来干扰磁场时，干扰磁场会抵消（削弱）铁芯中激励的磁通磁场强度，使吸合（或释放）电压比额定电压有所降低，严重时甚至使衔铁产生震颤而造成接触系统触点间产生类似接触簧片回弹时的电弧干扰或使接触电阻增大。

当继电器的磁路系统受到垂直于铁芯，并与工作气隙磁通方向相同（或相反）的干扰磁场时，吸合（或释放）电压比额定工作电压有所上升，使继电器的灵敏度受到影响。

对于单线圈旋转式和平衡力式电磁继电器受干扰磁场的影响情况基本与拍合式相同。

对于双线圈旋转式电磁继电器。当继电器的磁路系统受到平行于衔铁长度方向轴线并与衔铁中的激励磁通方向相反的外界干扰磁场时，继电器的吸合（或释放）电压都比额定工作电压增大 10% 以上时，衔铁才会旋转工作，使继电器的灵敏度受到影响。

当继电器的磁路系统受到的外界干扰磁场磁力线平行于衔铁长度方向并与衔铁中激励磁通方向相同时，继电器的吸合（或释放）电压比额定工作电压有所降低，衔铁会提前转换工作，使继电器误操作。

当继电器的磁路系统受到的外界干扰磁场磁力线垂直于衔铁长度方向轴线，无论是与衔铁激励磁通方向相同或相反时，若电磁系统的

磁路不饱和则会发生继电器的吸合（或释放）电压比额定工作电压降低，衔铁提前转换；若电磁系统的磁路有些饱和，则会发生继电器的吸合（或释放）电压比额定工作电压有所增加，使衔铁在工作电压下不工作，甚至发生震颤的现象。

对于极化型继电器，受干扰情况要比以上两类情况稍复杂一些。当干扰磁场的磁力线方向与铁芯轴线平行，衔铁的N极迎着干扰磁场的磁力线方向，抵消了铁芯中一定的永久磁通。使进入工作气隙的合成磁通也相应减小，造成继电器在额定工作电压下衔铁不能转换。有些继电器若提高工作电压，使电压达到额定电压的数倍，衔铁才能转换，造成继电器的灵敏度降低；但有些继电器在一定强度的干扰磁场密度下，电压升高至线圈已不能允许的地步，衔铁仍不能实现转换，这是由于干扰磁通与控制磁通方向在铁芯内同方向，与永久磁通反向，使铁芯、轭铁头部的磁路饱和所致。

当干扰磁场的磁力线方向与铁芯轴线平行，衔铁的S极迎着干扰磁场的磁力线时，衔铁的实际转换工作电压比额定工作电压有所减低，衔铁会在未达到额定电压时提前转换，造成继电器误动作。

当干扰磁场的磁力线方向垂直于铁芯轴线和衔铁长度轴线，并迎着工作气隙内的控制磁通方向，衔铁的实际转换工作电压比额定电压要高，有些甚至达到线圈所不能允许的地步，造成继电器灵敏度降低。这是由于干扰磁通直接在工作气隙中抵消控制磁通，并且在铁芯中干扰磁通与控制磁通同向，使铁芯的磁路易饱和，干扰磁通在轭铁中与控制磁通反向，相互抵消，进入工作气隙中的合成磁通有所减小的缘故。而当干扰磁场的磁力线方向与工作气隙中的控制磁通同方向时，衔铁的实际转换工作电压要比额定工作电压要低，会导致继电器提前转换。

同样，当电磁继电器的电磁系统接受了外来传导（或辐射）的电场干扰时，如浪涌脉冲电压干扰，或使吸合电压剧增，造成衔铁误吸

合；或使释放（转换）电压剧减，造成衔铁不释放（或误释放）。

电磁继电器受外界辐射或传导的电磁干扰时所产生的变化和误动作，与外界干扰的电（磁）场与继电器磁路系统的磁通方向、线圈的电路方向有关，与继电器磁路的饱和有关，与磁路结构有关。单柱铁芯且长度较长的电磁继电器与低电平信号继电器相对易对电磁干扰产生响应，造成继电器误动作。

3 电磁干扰的抑制

在电子设备中，电磁继电器既是一个产生电磁干扰的电磁能量源，同时又是对电磁干扰能量产生响应的接受器。随着电子科学技术的不断发展，军事国防技术、工业、民用设备和系统的自动化、电子化程度与水平不断提高，使用的密集程度愈来愈大，因而电磁环境的污染也愈来愈严重。因此，抑制电磁继电器本身所发射的电磁能量和防止电磁继电器对外界干扰的响应，对于防止、抑制电子设备、系统的干扰同样重要。

一般来说，电磁干扰是难以消除的，但可以采取各种措施，如冗余设计、容差设计等可靠性设计技术，把干扰抑制到不会对设备、系统工作造成影响，对周围电磁环境造成污染的程度。对于电磁继电器产生或接受的电磁干扰，由于其场的状态与频率各不相同，所以抑制的方法也不相同，作为抑制的方法，一方面可在电磁继电器本身采取，另一方面则需要在使用电磁继电器的电子装置上设计。最基本的抑制措施可采用阻尼、屏蔽、滤波、去耦、接地及搭接和系统软件抗干扰等技术，最好采用几种不同的方法组合来予以解决。

3.1 阻尼

阻尼是抑制电磁继电器电磁系统感性瞬态干扰和接触系统电弧干扰的有效措施之一。

阻尼的方法可采用阻尼导线（浸碳精纤维型导线、磁性体绕线、变距电阻绕线、双电阻丝绕线等）作为继电器线圈的引出线。软线型浸碳精纤维阻尼导线电阻值越大，特性阻抗越

大，抑制的效果就越多，但在使用时，应以衰减干扰的能量以及继电器的功耗等性能综合考虑；绕线型阻尼导线在 AM（调幅）广播频段的频带中抑制干扰特别有效。

阻尼还可以在线圈引出端上加装压敏电阻或穿芯电容器抑制干扰。压敏电阻在诸如电磁继电器的感性负载电路中，当与电感或触点并联时，它在额定电压下的阻值是非常大的。但当电路中电流切断时，它的电阻值随它的端电压的升高而自动减小，从而限制了触点上的过电压或线圈瞬态过电压，并且对继电器工作时间的影响也很小，穿芯电容器有很低的自感，在抑制（吸收）较高频率的瞬态脉冲电压及旁路高频电流干扰效果较佳，一般的干扰抑制电容器的容量约为 0.01 ~ 1 微法，也可以在继电器线圈引出端上加装齐纳二极管，同样可以取得抑制线圈在电流切断时的瞬态干扰效果。

当电磁继电器内部加装抗干扰元件有困难或抗干扰效果不理想时，可以在使用其继电器的电路中采取阻尼电路抑制的措施。常用的阻尼电路有：电阻阻尼电路（包括压敏电阻阻尼电路）、RC 阻尼电路、二极管抑制电路、双二极管抑制电路、闭环磁芯电感器抑制电路以及组合应用阻尼电路等。在系统中使用阻尼电路是可靠性技术的应用之一，它既可抑制继电器内部的干扰，又可防止系统电路中其它干扰信号对其的响应。

3.2 屏蔽

屏蔽的方法现在已在密封继电器上被广泛采用。如采用铜、铝、铁、镍及其合金、坡莫合金等材料制作密封外罩，工艺上采取熔封、电子束焊、锡焊的方法密封壳座。采用屏蔽的目的有两个：一是限制内部辐射的电磁能量越出，对外界产生干扰；二是防止外界辐射的电磁场波进入，使继电器产生响应。采用金属材料作为屏蔽体，对于不同的金属所屏蔽的电、磁场波不同，屏蔽-衰减的效果也不同。如纯铁、坡莫合金、镍钛合金、不锈钢等磁屏蔽体的表面阻抗与空间磁场波的波阻非常接近。因此，磁屏蔽体表面对磁场波的反射损耗非常

好，即磁屏蔽的屏蔽效果主要由吸收和穿透损耗所决定。相反，电屏蔽体的表面阻抗很小，而它要屏蔽的则是高阻抗的电场波，因此，它的屏蔽效果主要由表面反射损耗决定，而穿透损耗则是次要的，即电场波屏蔽体可以用比较薄的导电性能好的顺磁材料铝、抗磁材料铜及其合金等金属制成。

对于电磁继电器则可根据其内部辐射泄漏出的电磁能量、其使用的电子装置、系统的场合以及其壳座所需耐受的其它环境条件（如高温、冲击振动、腐蚀等）和壳座加工、封结的工艺性等条件来通盘综合考虑采用何种金属材料适宜。如可用磁导率较好的纯铁或坡莫合金等制作壳座、再镀一层铜或离子溅射锌等，就具有了既吸收了磁场干扰，又反射了电磁干扰的效果。

如果在较恶劣的环境条件下，继电器内部的干扰与外界的干扰都较强，又要求屏蔽壳座对电场和磁场同时具有较高的屏蔽效果，或须抑制玻璃绝缘子对电磁能量泄漏屏蔽时，可以采取在使用继电器的电子装置或系统中用多层屏蔽的结构。多层屏蔽的形式有三种：多层电屏蔽、多层磁屏蔽、兼有电屏蔽和磁屏蔽的组合屏蔽。多层电屏蔽及电磁组合屏蔽的总效果为每层屏蔽的效果之和。多层磁屏蔽虽然也是如此，但必须注意，其每一层的屏蔽效果可能是不同的，产生这种差异的原因是由于只有处于非饱和状态的屏蔽材料，其屏蔽层性能才能获得预期的屏蔽效果。例如，在靠近辐射干扰源的屏蔽层，应该采用饱和电平较高而相对磁对磁导率 μ 不高的磁性材料，经过这一层屏蔽后，磁场波强度减弱了，这样在它外面的第二个屏蔽层就可以用饱和电平低一些，但相对磁导率较高的材料了。

对于塑封壳座的通用电磁继电器，虽然各类电子设备对其要求的屏蔽效果不同，但在其塑料壳座表面可采用导电涂层来反射电场干扰的能量。形成表面导电涂层的方法主要有：真空金属沉积、熔化金属热喷涂、涂覆金属填充的涂料、粘贴压敏金属箔层等，可根据继电器

或系统在工作寿命期间对涂层导电性能的稳定性和附着力等要求,选择一种涂敷的方法。近年来,国外又研究了非导电层屏蔽干扰的新方法,其中有一种就是喷涂氯乙烯塑料薄膜,也可以取得降低干扰3~4dB的效果。

滤波、去耦、接地或搭接和系统计算机软件抑制干扰技术都是针对使用电磁继电器的电子装置或系统抗干扰技术,不能单纯依靠继电器本身来设计解决的。

滤波可以说是在磁场波屏蔽吸收概念下,集总或分布参数电阻器、电感器和电容器的网络元件技术。滤波器可以把不需要的传输能量吸收减小到使系统能满意地工作的电平上。在设计和选用滤波器时应注意:应明确工作频率和所要抑制的干扰频率,如二者非常接近,则需要应用频率特性非常陡峭的滤波器,把两种频率分离开来;所采用的干扰滤波器,须在宽带范围内;对共模和差模干扰均有很大的插入损耗,以抑制所有的乱真信号;干扰滤波器连接的信号源阻抗和负载阻抗的数值应与设计值相符;滤波器的耐压、连续通过最大额定电流以及温升必须符合设计要求,特别是其温度特性,要有较高的工作可靠性。

去耦是在电磁继电器所使用的场合系统,在设计时采用分区、隔离、布线方式等技术,来减小耦合干扰。驱动继电器的电源系统,不宜再向系统中其它电子电路供电,直流电源线应远离交流电源线和各种控制线,电源线回线与其它电路的回线不应共用同一条导线;电源接地与信号接地应隔离;继电器的电路应单点接地,并应在最大电流点接地。在有可能的条件下,可采用光电隔离技术,利用光电转换,用光信号替代电信号传输,隔断干扰的电传导耦合等。

软件抗干扰不需要增加硬件资源,不改变硬件环境,不需要对干扰源精确定位,因而灵活、方便。应用软件抗干扰的重要前提是干扰尚未引起硬件的破坏,RAM中的程序与数据未丢失。用软件方法抑制干扰,实质上是采用冗余技术对故障进行屏蔽,对干扰响应进行掩

盖;利用陷阱技术防止干扰造成的乱序扩展,利用数字滤波技术消除干扰;采用容错技术,在干扰过后对干扰所造成的影响在功能上进行补偿,等等。

4 电磁继电器的电磁干扰抗扰度测试

由于电磁干扰的复杂性,对电子设备、系统进行电磁兼容性设计和验证时,需要借助测量设备对设计的结果进行测试分析,以科学地评价设计结果的电磁兼容性能。同时,还需要对设备进行检验验证,验证设备是否符合电磁兼容性标准和规范,找出设备、系统设计和生产过程中在电磁兼容方面的薄弱环节,为用户安装和使用提供有效的数据,以保证设备或系统的质量和可靠性。

在电磁兼容性方面,目前针对电磁继电器除了有可靠性要求的指标以外,还无专门的部件级测量和试验标准。有可靠性要求的继电器主要以美国军用标准 MIL-R-5757 为代表,进行干扰试验。在 MIL-R-5757 中规定,用同规格的8只直流电磁继电器,按3.18mm的整数倍确定产品间的间隔距离,围绕着一只同规格的被测试产品进行定性的磁场波干扰试验。

而目前,针对应用各种电磁继电器的各类电子、电气设备的子系统级、系统级电磁兼容性标准已经建立,并且要求日益严格、严密化,对于提高设备、系统的电磁兼容性具有重要的意义。由于电磁继电器在设备、系统中的控制、继电作用,对继电器及其使用继电器的设备和系统进行抗干扰度测试是必不可少的。

IEC1000-4系列标准给出了适合任何电子部件子系统、系统的抗干扰度测试标准,其标准的基本内容见表1所示。

电磁兼容性测试的环境应模拟继电器或整个系统工作时所处的环境,尽管测试人员应尽一切努力来模拟这个工作环境,但由于一个系统存在多个接口,而干扰信号大多具有随机性、瞬时性,工作环境又很难控制。通常,须建立一个“最坏情况”下的工作环境,在考虑

表1 基本抗扰性标准现状

抗扰度测试内容	IEC 最新版本	说明	SCHAFFNER 测试设备
EMC 抗扰度概述	IEC1000-4-1	概述, 涉及各种抗扰度实验	NSG 系列
静电放电抗扰度	IEC1000-4-2	150pF + 330 放电模型电压 2 ~ 15kV, 空气放电或接触放电。	NSG435
射频辐射抗扰度	IEC1000-4-3	空间场 80 ~ 100MHz 场强 1 ~ 10V/m	NSG (420 部分)
快速瞬变脉冲群抗扰度	IEC1000-4-4	电压 2500V ~ 4kV, 重复频率为 100Hz ~ 5kHz 的 5/50ns 脉冲	NSG1025 NSG625 NSG2025
浪涌抗扰度	IEC1000-4-5	1.2/50 μ s 开路电压, 8/20 μ s 短路电流波形	NSG650/651 NSG2050
感应射频场干扰度	IEC1000-4-6	射频干扰 频率 150kHz ~ 80MHz 电压 120 ~ 140dB μ V	NSG420 配合耦合网络 CDN-801-6
工频磁场抗扰度	IEC1000-4-8	工频电流磁场, 磁场强度 1 ~ 1000A/m	NSG1005 配合 150cm * 150cm 100cm * 100cm 50cm * 50cm 磁场线圈
脉冲磁场抗扰度	IEC1000-4-9	6.4/16 μ s 脉冲磁场, 磁场强度 100 ~ 1000A/m	NSG650/651 NSG2025 配合 磁场线圈
阻尼振荡磁场抗扰度	IEC1000-4-10	正弦波磁场 频率 1Hz ~ 1MHz 场强 10 ~ 100A/m	NSG650 配合 磁场线圈可完成部分测试
电压跌落及暂短中断和电压变化的抗扰度	IEC1000-4-11	工频电压跌落及中断; 工频电压中断和变化	NSG1003
振荡波抗扰度	IEC1000-4-12	工频电压有关的衰减振荡, 频率 100kHz 或 1MHz, 电压幅度 250 到 4kV	NSG505 与 NSG 可完成部分测试
交流电网传导低频干扰抗扰度	IEC1000-4-13	工频谐波或其他谐波: 频率 100Hz ~ 2400Hz, 幅值为供电电压的 1% ~ 10%	NSG1005

测试系统与电磁工作环境的相互作用时, 应考虑那些最有可能给其它系统带来不良影响的性

质和那些最有可能使系统受其环境不良影响的情况。因此, 完全确定从被测试系统发出信号的性质是很重要的, 因为这些信号也许会导致与此环境中另一系统的子系统不能兼容; 另外这些信号的性质和大小, 也是为数字计算机软件抗干扰提供最基础的数据。在接口处的传导信号应完全确定, 干扰应抑制在保证与其它系统兼容的电平下。

测试的方案应包括:

- 被测电磁继电器或系统样机的说明;
- 测试目的;
- 确定被测试位置的准则;
- 需要进行测试的项目;

继电器或子系统在给定的环境条件下, 经受试验提供条件, 而这个给定的环境, 应当进行测试的内容包括:

- 频率覆盖范围、场强、极化方式等;
- 需要使用的测试设备;
- 监测线和监测点的准确位置;
- 被测样机的工作方式。

- 测试装备说明;
- 测试装备的草图与连接详图;
- 试验步骤;
- 准备采取的校正步骤 (其中特别重要的是查清测试点的传导和辐射干扰背景, 以及预先估计出它们对测试结果的影响)。

在评价电磁兼容性试验结果时, 必须确定被测样机符合规范要求的程度, 可以用三个标准来评价符合程度。

绝对符合: 全部测试数据都等于或优于规范容限。

绝对不符合: 全部测试数据都超过适用规范容限的某一数值。

基本符合: 没有任何测试数据超过适用规范容限, 而且用户对抑制的要求已经表示不再坚持。

无用的信号与元件、部件或子系统敏感阈值之间的安全余量, 是测试评价中的一个重要参数。这个安全参数一般用分贝表示, 它的大小由子系统的抗扰度特性决定, 它是敏感阈值

与关键测试点或信号线上的干扰的比值。例如在 MIL-STD-1541 (USAF) 中, 电源和信号电平的电磁干扰安全余量定为 6dB, 而对带有电爆装置的子系统或易爆物品的军械系统其安全余量测定为 20dB, 这些数值不包括仪器误差和测量技术不完善而引入的误差。这样, 只要外部电磁场、静电场和通过传导耦合到达子系统关键点上的全部能量总和, 如能导致或阻止系统工作、启动或起作用的输入能量低于所规定的电磁干扰安全余量, 就可以认为该部件或子系统满足了电磁兼容性要求。

电磁兼容性测试通常是在自动化条件下完成的, 此时, 运行试验和功能试验同时用自动化设备运行, 测试方法由被测系统的尺寸大小和形状及复杂程度决定, 其一般准则为:

电磁兼容监测应在不切断系统的导线和电缆的情况下进行;

应为窄带、宽带以及瞬间干扰提供各种检测器件;

瞬态检测应能提供幅度和时间宽度信息和数据;

干扰检测应在被检测点进行, 以免高频信号沿长线传输;

干扰分析应实时进行, 以便在测试台拆除前对预料外的响应进行分析研究;

一切可能改变系统电磁干扰性能的电子、电气和机械变动都应在试验前完成。

系统试验方案与子系统或元件、部件试验

方案不同, 它更多地强调在监测噪声电平和敏感器件的实际响应的同时, 让系统按其各种工作方式工作。系统试验的环境应是在工作现场会遇到的环境, 其中包括各子系统相互电磁场波作用的环境, 而不仅仅是其它子系统会遇到的环境。它更多地强调整个系统的性能是否可能以最佳性能退化与可靠问题。

5 结语

早在 30 年代, 美、英、德等工业发达国家对电磁继电器的电磁干扰及其抑制就开展了深入的研究工作。在我国从 70 年代以来, 对其课题也逐步引起重视。随着 FCC 法规和 89/336/EEC 指令及国家军用标准、国家标准的实施, 摆在我们面前的形势十分严峻, 我们已经在电磁兼容的研究和应用方面落后了, 尤其是在包括电磁继电器的控制继电器电磁兼容研究和应用方面更加薄弱。如何提高电磁继电器及其使用设备的电磁兼容性, 是提高我们的产品质量可靠性和市场竞争力的重要课题。虽然电磁继电器在电磁干扰中具有其双重性, 但是通过采取各种抑制技术措施, 还是可以达到电磁兼容性要求的。

参考文献

- 1 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
- 2 丁武谋. 干扰磁场对继电器的影响及初步分析. 继电器技术. 北京: 四机部继电器科技情报网, 1979. 2

EL ECTROMAGNETIC DISTURBANCE OF EL ECTROMAGNETIC RELAY AND ITS RESTRAINT METHOD

Li Qixin(No. 791 Factory, 721300, Shanxi Guozhen, china)

Liu Qing (100005, Beijing, China)

Abstract The electromagnetic disturbance of electromagnetic relay and its cause are introduced. The technical measures to restrict the electromagnetic disturbance and the content and method of electromagnetic relay's anti-interference test are discussed. This is very significant for the development of high reliable relay with high EMC performance.

Key words electromanetic relay electromagnetic disturbance EMC