

注塑机电磁兼容测试的分析与研究^{*}

温志英¹ 张锋杰² 鹿文军¹ 蒲健飞¹

(1. 深圳出入境检验检疫局, 深圳 518067; 2. 赫斯基注塑系统(深圳)有限公司, 深圳 518110)

摘要 介绍了电磁兼容的定义和其重要性,分析了注塑机需进行的电磁干扰和电磁敏感性测试项目,并列出了注塑机电磁兼容问题的一些解决方法。指出从安全与环保等角度出发,都需要大力推行注塑机电磁兼容性能的自愿认证工作。

关键词 电磁兼容 注塑机 电磁干扰 电磁敏感性

电磁兼容(EMC)是指设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力^[1],即设备或系统要有一定的抗电磁干扰能力,设备自身产生的电磁骚扰也应抑制在一定水平。它包括两个方面:电磁干扰(EMI)和电磁敏感性(EMS)。

如果设备的电磁兼容性能不好,可造成互相之间的干扰,从而导致设备或系统不能正常运转,甚至酿成重大事故。世界各工业发达国家对电磁环境问题都很重视,如 1989 年欧共体就颁布了 89/336/EEC 指令,明确规定自 1996 年 1 月 1 日起,所有电子、电器产品须通过 EMC 检测方可进入欧洲市场;否则,将禁止其在欧共体市场销售。2004 年欧盟又将 89/336/EEC 指令修订为 2004/108/EC 指令,以进一步提高欧洲市场的电器、电子产品准入要求。目前对出口产品需根据不同的国家或地区执行不同的 EMC 标准。如出口到欧洲,执行 EN/VDE 标准;出口到美国执行 FCC 标准;不指明具体地区或国家的产品,则按 CISPR/IEC 标准执行。在我国,2003 年 8 月 1 日开始实施的中国强制性产品认证(即 3C 认证)也将电子、电器产品的 EMC 作为认证的核心内容之一,明确规定自 2005 年 5 月 1 日起凡列入国家强制性产品认证目录的产品未经认证不得生产、进口和销售。

虽然目前注塑机的 EMC 问题由于技术原因和我国注塑机行业现状暂时未纳入强制性产品认证目录,但是随着注塑行业的不断发展,注塑机引入的电控手段越来越多,尤其是变频节能改造和全电动注塑机的广泛使用,注塑机的 EMC 问题已不可忽视。

1 注塑机的 EMC 测试

1.1 EMI 测试

EMI 测试是测量受试设备(EUT)向外界发射的骚扰,包括传导发射(CE)和辐射发射(RE)。CE 测

试是测量 EUT 通过电源线或信号线向外发射的骚扰电压和电流。根据骚扰的性质,CE 测试可分为连续骚扰电压测量、骚扰功率测量、断续骚扰喀喇声测量、谐波电流测量、电压波动和闪烁测量。RE 测试是测量 EUT 通过空间传播的辐射骚扰场强。

对于注塑机来说,传统注塑机的主传动是液压系统,变频节能型注塑机是将注塑机和变频器配合使用,全电动注塑机是利用电动机加滚珠丝杠作为传动机构,虽然它们的结构有所不同,但其锁模、注射保压、塑化、开模及顶出的工作过程是一致的,这种工作方式导致不连续的从电网吸取能量,加上电源电路自身是非线性的,产生了谐波电流,需进行谐波电流测试。

注塑机功率一般较大,而且一般多台同时使用。工作时会造成电网电压突变,产生传导型电磁骚扰,通过电源线传导返回到配电系统,造成电网的 EMI。骚扰水平可采用电源端子骚扰电压进行度量。

同时,注塑机在其工作过程中不可避免地会产生电磁骚扰,低于 30 MHz 的电磁骚扰主要以传导形式返回电网,而高于 30 MHz 的电磁骚扰大多沿着电源线向外辐射,另外也会通过机箱表面向外辐射。1 GHz 以下的辐射骚扰一般采用辐射场强来度量;1 GHz 以上的辐射骚扰一般采用辐射功率来度量。

1.2 EMS 测试

随着注塑机从机械控制、电磁控制发展到电子控制,注塑机已经从传统的机电产品转变为现代的电子产品。特别是近几年来,单片机和可编程逻辑控制器(PLC)在注塑机控制系统中的大量采用,注塑机中存在很多的弱电信号电路,这些弱电信号稍

^{*} “十一五”国家科技支撑计划重点项目(2006BAK10B03)

收稿日期:2008-02-13

被干扰,轻则影响注塑机控制精度,严重者则可能造成安全事故。

进行 EMS 测试的目的就是确定产品的敏感度。对于注塑机,抗扰度测试的主要关注点是设备在测试过程中能否保证安全,而所有的抗扰度标准都对具体的测试项目规定了相应的性能判据。对于注塑机 EMS 测试的特定性能判据,可由制造商和 EMC 实验室一起确定。但是测试时,注塑机必须满足 GB/T 17799.2-2003《电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验》中规定的下列测试项目要求^[2]:①静电放电抗扰度试验:参考 GB/T 17626.2-1998。②射频电磁场辐射抗扰度试验:参考 GB/T 17626.3-1998。③电快速瞬变脉冲群抗扰度试验:参考 GB/T 17626.4-1998。④浪涌(冲击)抗扰度试验:参考 GB/T 17626.5-1999。⑤射频场感应的传导骚扰抗扰度:参考 GB/T 17626.6-1998。⑥工频磁场抗扰度试验:参考 GB/T 17626.8-1998。⑦电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验:参考 GB/T 17626.11-1999。

2 注塑机 EMC 问题的一些解决方法

良好的结构设计是解决 EMC 问题的重要途径。在产品的设计中,屏蔽设计、接地设计和滤波设计等都不能独立存在,都要借助于良好的结构设计。总的来说,结构的 EMC 设计要尽量避免共模干扰电流流过敏感电路或高阻抗的接地途径,要避免额外的容性耦合或感性耦合,要设计良好的、低阻抗的瞬态干扰泄放路径。

2.1 接地

接地除了使电路系统中各接地点之间没有电位差,保证电路系统能稳定地工作之外,还可防止外界电磁场的干扰。当工频交流电源的输入电压因绝缘不良或其它原因直接与机壳相通时,良好的接地可避免操作人员触电。机壳接地为瞬态干扰提供了泄放通道,当发生对雷电的直接电磁感应时,可避免电子器件被损坏,也可使因静电感应而积累在机壳上的大量电荷通过大地释放。否则,这些电荷形成的高压可能引起设备内部的火花放电而造成干扰。对于注塑机来说,接地措施需做到以下几点:①首先其金属外壳必须接地,而且接地电阻越小越好。②接地点需尽量靠近电源输入口,否则接地路径变长,接地效果大大降低。③接地点需靠近信号线,不然当干扰电流施加在电源输入线和信号线上时,共模电流流经整体印刷电路(PCB)板中的电路和互连排

线,互连排线有着较高的阻抗,大大加大了 EMC 风险。④如果注塑机电控系统采用了多点接地连接方式,各个接地点之间的等电位连接对 EMC 非常重要。⑤避免悬空金属存在。悬空金属将造成噪声源与悬空金属之间较高的共模电压,在此共模电压的驱动下,悬空金属将造成较强的辐射。特别是金属面积大时,其分布电容也大,容易产生电场耦合。任何金属件间如果存在电位差就可能产生共模辐射,必须把它们良好地就近接地。散热片、金属屏蔽罩、金属支架、PCB 板上没被利用的金属件都应该接地。⑥PCB 板上的集成电路芯片上有时有些闲置的门电路引脚,这些引脚相当于小天线,可以接收或发射干扰,所以应该把它们就近接回流地或电源线。⑦去掉绝缘漆,使静电泄放通道保持良好的电连续性。实践证明,具有长宽比小于 5 且没有任何缝隙、通孔的单一金属导体具有良好的电连续性^[3]。

2.2 电缆、布线、连接器与接口电路

电缆因为长度的原因,是高效的电磁波接收天线和辐射天线,同时也是干扰传导的良好通道。电缆产生的辐射尤其严重,要降低电缆的辐射,可以减小高频共模电流强度,缩短电缆长度,或者选择屏蔽电缆。在使用屏蔽电缆的情况下,屏蔽层需接地良好,并避免将电缆屏蔽层拧成猪尾巴状。

减小电缆上高频共模电流的一个有效方法是合理地设计电缆端口的接口电路或在电缆的端口处使用低通滤波器或抑制电路,滤除电缆上的高频共模电流。接口电路滤波设计为了达到降低系统通过接口及电缆对外产生的辐射,抑制外界辐射和传导噪声对整机系统干扰的目的,应遵循下面的基本设计原则:①接口芯片,包括相应的滤波、防护、隔离器件等,应尽可能沿信号流方向成直线放置在接口连接器处,相应的信号连接线必须尽可能短。②模拟信号接口和数字信号接口、低速逻辑信号接口和高速逻辑信号接口之间要间隔一定距离放置。当连接器之间存在相互干扰的可能时,必须采取隔离、屏蔽等措施。同一接口连接器里存在不同类型的信号时,必须用地针隔离这些信号,特别是对于一些比较敏感的信号。③接口信号线走线的线宽应始终一致。对于高速信号线,如果走线有需要弯曲的地方,则应采用圆弧平滑弯曲走线。所有的信号走线不能跨平面走线,除非已经过隔离滤波器^[3]。

连接器是接口电路与电缆之间的通道,它的主要作用是给电缆或接口电路提供一个良好的互联,

并保证良好的接地。选用连接器时,需考虑阻抗匹配、接地和静电放电(ESD)等问题。如果是塑料封装的连接器的,要保证表面缝隙到内部金属导体之间有足够大的空气间隙。建议选用带屏蔽外壳的连接器的,尤其是高频信号连接器。连接器的金属外壳应与机壳保持良好的电连续性,对于能够 360° 环绕的连接器的,则必须 360° 环绕连接,而且通常连接阻抗要小于 $1\text{ M}\Omega$ 。如果连接器安装在线路板上,并且通过线路板上的地线与机壳相连,则要注意为连接器提供一个无电磁污染的地,这个地与线路板上的信号地分开,仅通过一点连接,并且要与机壳保持良好的搭接。

2.3 滤波与抑制

滤波器件一般包括电阻、电容、电感、共模扼流圈、铁氧体磁珠和磁环、滤波器等。滤波可有效去除系统的高次谐波。滤波大致可分为有源滤波和无源滤波,无源滤波又可分为L型滤波和II型滤波两种。在变频器的输入端外接交流电抗或在变频器直流排上接直流电抗是电压型变频调速系统中最直接有效的滤波形式。电抗器的配置可构成L型滤波,抑制高次谐波,改善主回路波形,减小主回路电流,延长变频器寿命,且能降低变频器对系统及系统对变频器的干扰。当电缆传输线较长、输出频率较高或对静音要求较高的场合,可在变频器的输出侧加装电机滤波器。电机滤波器应靠近变频器安装,安装电机滤波器可改善输出波形且无需采用屏蔽电缆^[4]。

在被干扰部分电路的关键信号电缆处可串绕锰锌铁氧体或镍锌铁氧体磁环。锰锌铁氧体的磁导率高,通过增加穿过磁环的匝数,其磁导率更高,对低频传导干扰信号呈现的阻抗也越大,此时,由于寄生电容增加,其高频阻抗减少,对高频辐射干扰效果不明显,故锰锌铁氧体一般用来抑制低频传导干扰。镍锌铁氧体串绕匝数一般为3匝左右,主要用于抑制高频辐射干扰。这是由于镍锌铁氧体的磁导率低,低频阻抗少,高频阻抗大^[5]。

2.4 去耦与旁路

去耦是通过在信号线和电源平面间提供一个低阻抗的电源来实现的。在频率升高到自谐振点之前,随着频率的提高,去耦电容的阻抗会越来越低。这样,高频噪声会有效地从信号线上释放,余下的低频射频能量就没有什么影响了。旁路是把不必要的共模RF能量从元件或线缆中泄掉,它的实质是产

生一个交流支路。旁路一般发生在电源与地之间、信号与地之间或不同的地之间,它与去耦的实质有所不同,但是去耦与旁路通常都是通过电容来实现,这些电容的值可通过特定的公式计算得到^[3]。

2.5 PCB设计

无论设备产生EMI发射还是受到外界干扰的影响,或者电路之间产生相互干扰,PCB都是问题的核心。PCB板中的器件布局和线路布线都会对产品整体的EMC性能产生本质影响。PCB设计的目的就是降低PCB板上的电路产生的电磁辐射和对外界干扰的敏感性,减小PCB板上电路的相互影响。

PCB板上的金属体一定要直接或间接地接到地平面上,不要悬空。另外,对于较敏感的电路或芯片,在PCB布局时要尽量远离静电放电点。因为静电放电的过程是一个高频能量的释放与传输过程,在传输的路径中一切敏感的电子线路或器件都将受到干扰,引起设备的误动作。

对PCB或系统分区时,应使高带宽的噪声电路与低频电路分开。设计PCB板时养成良好的布线习惯是最省钱的办法,不能只注重提高密度或追求美观,在接口电路中适当增加瞬态抑制器件和滤波电路就可以同时解决大部分抗扰度和骚扰问题。

3 结语

开展EMC认证,有利于改善电磁环境,改善设备与系统的运行可靠性。现阶段我国相应的质量管理部门主要以下列几种方法来展开对EMC的质量管理:①对列入3C目录的产品,通过3C认证的方式进行管理;②对未列入3C目录的产品,则通过自愿认证的方式进行管理;③无论产品是否列入3C目录,只要在国内生产或销售,都需要接受国家或地方的行业或质量管理部门组织的产品质量市场监督抽查和行业监督抽查,对抽查产品的EMC检测按国家相应的强制性标准进行。

随着电力电子技术和EMC技术的不断进步,解决注塑机的电磁兼容性问题已经具备了技术上的可实现性。为了提高我国注塑机在国际市场上的竞争力,保护我国市场,改善我国的电磁环境,建立我国的技术壁垒,需要大力推行注塑机EMC性能的自愿认证工作。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 4365—2003《电工术语 电磁兼容》[S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 17799.2

- 2003《电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验》[S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [3] 郑军奇. EMC(电磁兼容)设计与测试案例分析[M]. 北京:电子工业出版社,2007.
- [4] 王梅生. 变频起重机电磁兼容问题的探讨[J]. 港口装卸, 2002(1): 14-16.
- [5] 廖湘衡. 注塑机变频节能系统 EMC 解决方案[J]. EMC 及抗干扰技术, 2006(11): 109-111.

ANALYSIS AND RESEARCH OF EMC TEST FOR INJECTION MOLDING MACHINE

Wen Zhiying¹, Zhang Fengjie², Lu Wenjun¹, Pu Jianfei¹

(1. Shenzhen Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Shenzhen 518067, China;

2. Husky Injection Molding Systems (Shenzhen) Co. Ltd., Shenzhen 518110, China)

ABSTRACT The definition and significance of electromagnetic compatibility(EMC) are introduced, and the EMI and EMS test items for the injection molding machine are analyzed. Some means to solve the injection molding machine EMC problems are specialized. For safety and environmental protection, the voluntary certification program for the injection molding machine EMC need be introduced.

KEYWORDS electromagnetic compatibility, injection molding machine, electromagnetic interference, electromagnetic sensitivity

国家重点攻关废塑料橡胶利用技术

废旧机电产品和塑胶资源综合利用关键技术与装备开发”重大项目已被列入“十一五”国家科技支撑计划。这是国家首次将再生资源综合利用纳入科技支撑计划,将大力促进废旧资源利用行业的节能减排,推动循环经济发展。

据中国资源综合利用协会介绍,今后3年内,国家将针对资源蕴涵量大的废塑料和橡胶等大宗固体废旧物资,开发综合高效利用新工艺、新方法及新设备,发展相应技术规范与标准。我国将通过技术集成,建立工程化应用示范线和技术集成示范园区,为提高再生资源综合回收利用效率与再生资源产品质量,减少大宗固体废弃物及其控制再利用过程的环境污染提供技术支撑。

废塑料橡胶利用项目共设置了几大课题。一是针对生活垃圾中的废塑料,将开发具有自主知识产权的塑料垃圾高效稳定裂解资源化处理关键技术与装备,提高塑料垃圾的资源化利用率和裂解产品质量,建设年裂解万吨级生活塑料垃圾的技术示范生产线。二是针对废旧橡胶催化裂解,将开发具有独立知识产权的催化裂解高值化利用技术与装备,提高废旧橡胶催化裂解制优质燃油、炭黑及活性炭的技术与质量,并建成年催化裂解15000t废旧橡胶的示范工程。三是针对废橡胶塑料生产改性沥青,将开发万吨级工艺技术与装备,制备高品质公路用沥青,提升我国高速公路用废橡胶塑料材料改性沥青的研究和应用水平,形成废橡胶塑料改性沥青的技术标准与施工规范。同时,针对工程胎再造,该项目将开发具有自主知识产权的可调周长的预硫化环状胎面成型技术与装备,使再造轮胎达到相应规格进口新胎的技术指标,建成具有国际先进水平的年产万套特种工程机械再造轮胎的示范线。

此外,该项目还将针对废旧塑料制取木塑结构复合材料,自主设计专用设备,开发具有国际先进水平的低成本高值化功能性木塑复合材料制备技术与成套装置,建设高品质

木塑复合材料的示范线。

据悉,每个项目的科研资助资金为400万~600万元。

(再生网)

新上聚氯乙烯装置均大型化

我国近期拟建和在建的几套大型电石法聚氯乙烯装置生产能力均为30万~40万t/a,产品性能和生产成本颇具竞争优势。随着扩建项目的完成,一批新近打造的聚氯乙烯行业巨舰将驶入市场,我国氯碱产业中大型生产装置将统领天下,并占据主导地位。这标志着这个产业中集中度低、布局分散、生产成本居高不下的中小型企业左右市场的时代将被终结。

聚氯乙烯产业是最能体现规模效益的产业之一。企业只有达到一定规模后,综合成本才能降低,产品才有市场竞争力。目前国内外聚氯乙烯产业的发展趋势是朝着高度集中和装置大型化方向发展。目前国内新上大型电石法聚氯乙烯装置产能都在30万~40万t/a,而新规划的大型电石法聚氯乙烯装置如淮北矿业集团、河南平煤集团、陕西北元化工有限公司的装置能力均是百万吨级。

2010年前后,随着新建大型项目的建成投产以及业内的资产重组,我国聚氯乙烯产业将有100万t/a航母级生产企业问世。我国聚氯乙烯产业将进入产业规模优势向竞争力优势转化的过程。可以预见,西方发达国家规模化的聚氯乙烯市场发展趋势将在我国逐步显现。与此同时,一些生产企业在工程建设时注意同步配套衍生产品,还有些生产商对相关业务进行了分工合作,建立上下游一体化合作体系,实现了从上游资源到下游产品的产业链整合。经过新一轮投资,我国华东、西北及华北3大区域将形成大型聚氯乙烯装置群。另外,随着我国聚氯乙烯市场开放度的加大,尤其是外资和合资企业的加盟,市场竞争将会进一步白热化。经过大规模的整合,在生产和消费领域拼杀了几十年之久的老、小、旧的生产企业或被淘汰出局,或者被兼并重组。

(中聚网)