

传感器接口电路抗干扰技术措施研究

程秀玲 鄢立

(长沙航空职业技术学院 湖南省长沙市 410007)

摘要: 传感器由多种元件组成, 主要包括传感元件、敏感元件和辅助元件等, 通过合理连接形成传感器。接口电路主要是指能够对信号进行调节和转换的电路, 由于传感器的输出信号通常是小信号, 传感器的接口电路普遍存在干扰问题, 导致信号缺乏可靠性和准确性, 传感器丧失功能。基于此, 本文就传感器接口电路抗干扰技术措施进行了分析。

关键词: 传感器; 接口电路; 抗干扰技术

在现代信息技术发展过程中, 传感器技术取得了显著的成果, 通常被称之为信息技术的“大脑”。传感器在系统控制方面具有重要作用, 能够提取和处理信号, 使系统执行操作。传感器主要由传感元件、敏感元件等组成, 接口电路可以将传感器输出的电信号进行转换。由于传感器的输出以小信号为主形式, 信号容易受到干扰, 导致信号失真, 传感器无法正确执行命令, 影响系统运行的准确性。因此, 应加强对传感器接口电路抗干扰技术进行探究, 进一步提升传感器运行的稳定性。

一、传感器接口电路的干扰形式

(一) 供电干扰

供电干扰是供电系统对控制设备中形成的干扰。目前, 工业生产领域大多采用 220V、50Hz 的电源, 由于电机的启停发生负载变化, 电源电压出现强波动, 甚至导致设备无法运转。此外, 控制器通常配有一个专用直流电源, 但交流供电网发出的干扰信号也会使电源电压丧失稳定性^[1]。供电干扰主要来自大容量电气设备的负荷变化和开关时的电压波动, 设备启动瞬间降低电压, 停机时电流冲击较大, 产生的干扰容易使数据丢失, 严重时会导致系统出现故障, 无法正确运作。

(二) 强电干扰

强电干扰是指驱动电路中的电磁铁、继电器、接触器等感性负载产生冲击电流, 干扰形式往往作用于电路本身, 还以电磁感应对其它线路信号产生干扰。这种强电干扰信号可以对控制器中 I/O 接口状态形成影响, 造成传感器失灵。

(三) 接地干扰

接地干扰主要是指接地问题直接影响系统的运转, 正确接地点可以防止控制系统各部分的串扰, 牢固接地能够尽可能使接地点保持在零阻抗, 以避免电压下降情况出现在接地线上^[2]。如果接地电路不正确, 就会使接地干扰产生。主要原因是不同的点作用于不同位置的接地点, 导致出现了电位差干扰。当串联公共地线时, 由于设备负载不平衡, 产生了电位差, 低电平干扰电路形成。

(四) 辐射型干扰

辐射干扰主要有电磁和静电干扰两种, 以空间感应形式作用于控制器, 如果磁场、电磁场、静电场或电磁辐射源出现在控制系统附近, 就有可能对控制器、驱动接口等造成干扰, 主要以空间感应形式出现, 从而引起设备电平的变化。感性负载是一种常见的干扰源, 主要在系统内或系统附近出现, 开启和关闭操作都会导致电磁场变化。静电现象主要表现在人体和浮动装置中, 可能出现不同的电荷, 或者重新分配导体上的原始电荷, 这些因素都会造成干扰。

(五) 电网干扰

经过滤波和稳压后的交流电源是大多数电子电路直流电源形式, 如果电源系统稳定性不足, 就会干扰系统。同时, 靠近传感器系统的大型交流电源设备的启动和停止, 将产生高频率浪涌电压。

传感器接口电路如果有干扰信号进入, 会使传感器的正常工作受到干扰, 系统无法有效运转。

(六) 信号通道干扰

传感器通常安装在生产现场, 而显示装置则安装在控制室内, 离现场较远, 需要长信号传输线满足系统运作, 而信号在长距离传输过程中容易受到干扰, 导致信号失真。长线信号传输遇到的干扰受多种因素影响, 包括周围空间电磁感应的干扰; 信号线间串扰。当强信号线靠近弱信号线时, 线路之间的分布电容产生线间干扰。信号线越长, 地线电阻越大, 导致电位差越大^[3]。此外, 空间电磁辐射的干扰也作用于传感器, 但这种干扰通常影响较小, 只要对干扰源采取屏蔽措施, 或者是拉开距离, 即可避免出现干扰。

二、传感器接口电路抗干扰技术措施

(一) 供电系统抗干扰技术措施

鉴于交流电源网络是干扰源, 可加装电子交流稳压器, 进一步提高 220V 电源电压的稳定性; 高频分量或脉冲电流用低通滤波器滤除; 加装隔离变压器, 彻底将干扰信号的传导路径阻断; 提升进线电源的稳定性, 高负荷变化和高压设备应避免与控制接口电源的连接; 不停电电源安装在可靠性要求较高的位置, 将瞬时电压危害规避。供电干扰的抗干扰措施可以采用稳压、滤波和隔离方式, 避免电感器失去功能。为了提高抗干扰能力, 可以将分布参数低通滤波器由双扭线组成, 导线长度需要几十米以上, 利用线圈之间的分布参数对电流干扰脉冲进行滤波^[4]。由于没有潜在的磁饱和和铁芯, 因此滤波效果更好, 从而使低通滤波器的电感处于非饱和状态。在阻断干扰信号的传导方面, 可以采用正弦波恒压变压器进行处理。由于一次侧与二次侧的耦合电容很小, 不仅可以稳定电源, 而且可以抑制干扰信号。

(二) 强电抗干扰技术措施

接口电路处在控制器与驱动器之间, 感性负载从弱电流转换为强电流, 对于这种干扰要以吸收方法为主, 抑制干扰的产生。然后, 利用隔离法阻断干扰信号的传导。变换接口电路在控制器和监测器之间, 也可能受到电磁感应的影 响, 对于这种干扰形式需要进行隔离, 避免控制器接受干扰信号。此外, 切断接地回路可以作为接地系统的主要抗干扰措施, 防止接地系统的干扰。

(三) 辐射抗干扰技术措施

将感应体接地是消除静电干扰的最简单方法, 以有效防止接地环路的出现。为了避免电磁干扰, 可以科学使用带有屏蔽层的信号线, 采用单端接地形式处理屏蔽层。同时, 信号线或公用线不得用导线的屏蔽层替换。在实施布线过程中, 信号线不应靠近或平行于电源线, 靠近大型电力变压器或大型负载线圈附近不得设置传感器, 以防止电磁干扰^[5]。公用线不得设置在电源线路与控制线路之间, 模拟电路与数字脉冲电路之间规避使用公用线, 以有效解决相互干扰问题。只有采取有效的措施, 使传感器接口电路不存在干扰,

才能使传感器的可靠性提升,确保系统的平稳运行。

(四) 电源滤波抗干扰技术措施

对电源进行滤波是主要的抑制电网干扰措施,电源变压器可采用双层屏蔽法,主要是在初级线圈和次级线圈之间加一层金属屏蔽层,并将屏蔽层与机壳连接,可以降低分布电容值,从而抑制通过电源变压器的高频干扰信号。滤波技术是抑制干扰最有效的措施之一,主要是利用滤波器形式将各种干扰信号进行滤除,使系统不受信号干扰。滤波技术是一种广泛应用于抑制通过导线耦合到电路中的干扰措施,为了提高抑制干扰效果,应将频带滤波器连接到信号传输通道,以尽可能地滤除干扰信号。滤波器通常用于自动检测系统,当信号源为热电偶时,采用体积小、无源低通滤波器对串扰的抑制效果较好。在干扰环境下,计算机、传感器等应与电源滤波器串联。在选择交流电源滤波器时,滤波器的额定电流必须超过工作电流,使用时可根据需要选用一级、二级甚至三级的电源滤波器。为了避免多个电路互相干扰而引起的功率电阻,应在每个电路中加入退耦滤波器,在热干扰、光干扰等方面也可采用相应的措施,选择性能参数稳定、可靠性高的系统,以保证传感器运行的可靠性。

(五) 屏蔽抗干扰技术措施

任何电流通过线圈都会出现磁场,可能会对传感器产生磁干扰。低频磁屏蔽是隔离低频磁场和固定磁场的有效措施,屏蔽抗干扰技术措施有许多形式,包括静热屏蔽、电磁屏蔽、电屏蔽、低频磁屏蔽等,主要是由导电或导磁体制成的外壳用于屏蔽易受干扰的部分,以阻挡或抑制各种干扰^[6]。屏蔽主要应用有三种类型:第一,静电屏蔽。常选用低电阻材料作为屏蔽盒防止静电耦合干扰,可以利用铜或铝等导电性好的金属材料,制成封闭的金属容器接地,在其中放置屏蔽电路,使其不收外部电场干扰。布线实施中,如果在布线中两导体之间敷设接地线,两导体之间的静电耦合将显著减弱。静电屏蔽不仅可以防止静电干扰,还可以消除交变电场的干扰,因此可以看到许多仪器都用导电材料制作外壳,并进行接地处理。虽然当前许多仪器都是由工程塑料制成外壳,但是内壁上仍然有一层金属薄膜,起着静电屏蔽的作用。第二,电磁屏蔽。高频电磁场的干扰可以用涡电流产生的反磁场抵消,达到静电屏蔽的良好效果,应注意的是屏蔽罩需要接地处理。第三,磁屏蔽。低频磁通干扰可以使用高磁性材料屏蔽罩实施抵抗,屏蔽罩的类型、尺寸和壁厚应根据干扰频率进行选择。为了防止磁场耦合干扰,需要使用高磁导率磁性材料作为屏蔽层,使低频干扰磁力线能够穿过低磁阻的磁屏蔽层,保护低频磁屏蔽层内部的电路不受磁场的干扰。电磁屏蔽也是由导电性好的金属材料制成,将电路屏蔽其中不受干扰。当干扰源产生的高频磁场遇到传导良好的电磁屏蔽层时,会产生相同频率的电涡流,使高频干扰能量消耗减少。根据楞次定律,电涡流产生的磁场方向与干扰源方向完全相反,使干扰能够抵消,电磁屏蔽层免受高频干扰磁场的影响。

(六) 接地抗干扰技术措施

接地是指在一个点与一个等电位点或等位面之间,使用低电阻导体共同形成一个基准电位。合理接地是消除公共地线阻抗引起的共阻抗耦合干扰的主要途径,使传感器所受磁场和电位差影响规避,即避免接地电流环路产生。接地包括信号接地、安全接地、负载接地等,是防止干扰、保证设备运行的一种有效方法。合理选择接地方式是抑制耦合减少干扰的重要措施,传感器一次仪表和二次仪表由于传输线长、仪器间距离大,数据会跳变,误差也会增大^[7]。这些问题的解决必须以一点接地原则为基础,主要是指在电路中采用多点接地时,由于每个接地点的电位不同,干扰信号对传感器造成影响,因此尽可能在电路中进行一点接地,如果无法落实,

应尽可能加宽接地线,使每个接地点的电位接近,以免干扰的出现。

(七) 双绞线传输抗干扰技术措施

当传感器远离装置时,通常使用双绞线来传输信号。也就是说,每个信号通过两条双绞线传输,分别作为信号线和接地线。双绞线可有效抑制空间电磁干扰、串扰和地线干扰。空间电磁场在每个环中产生相同的电压,每一条线的感应电动势可以相互抵消,传输信号没有影响产生。同时,双绞线上的信号电流大小相等、方向相反,双绞线与其它信号线的互感为零,串扰现象获得有效抑制。在长线传输中,双绞线特性阻抗与负载阻抗应协调,以避免信号的传输缺乏准确性。

(八) 隔离抗干扰技术措施

隔离是消除干扰的主要途径,可以切断信道。在传感器接口电路中,两点以上接地会出现共阻抗耦合干扰和接地环路干扰,可以采用隔离技术加以抑制。隔离抗干扰技术措施通常有两种方式,包括电磁隔离和光电隔离。其中,电磁隔离主要是将环流用隔离变压器切断,输出信号耦合到电路,并切断地环路。每个电路都有自己的接地电位基准,彼此独立,有效避免了干扰。采用隔离变压器后,切断两个电路之间的连接,信号以耦合形式传输。光电隔离在数字接口电路中有广泛的应用,主要用光电耦合器切断两个电路之间的连接,用光路传输信号,二极管发光强度随电路输出电流的变化而改变,从而改变光电晶体管的电流。为了提高系统的抗共模干扰能力,目前越来越多的光电合成器被应用于传感器系统中。光电耦合器是一种电光耦合器件,输入端和输出端都为电流,但两端之间处于绝缘状态,保证了隔离效果。光电耦合器的主要特点是光沿一个方向传播,输出信号不会反馈,可以很好地解决隔离传输之间的不同电位。

结束语:

综上所述,干扰问题的解决较为复杂,应根据不同的技术要求、干扰源类型等,充分考虑干扰问题,采取有针对性的抗干扰技术措施,使系统可靠运行。为了保证抗干扰技术充分发挥作用,应考虑各种因素的影响,加强技术研究,使抗干扰技术能够满足实际使用需求。

参考文献:

- [1] 孙子文,徐宜敏.无线传感器网络的混合抗干扰攻击方法[J].系统工程与电子技术,2019,41(9):2132-2140.
 - [2] 李春东,卞振宇,高源,等.基于SAW抗干扰传输的无线传感器网络测温方法[J].压电与声光,2020,42(4):471-476.
 - [3] 陈晓芳,刘崇伟,王崇,等.TMR电流传感器复杂电磁环境抗干扰技术研究[J].仪表技术与传感器,2020(1):13-16.
 - [4] 李益广,张足生,吴晓鸽,等.一种抗干扰的磁阻传感器车辆检测算法[J].东莞理工学院学报,2021,28(5):38-44.
 - [5] 周伟,荆建平.压电传感器频响及抗干扰特性多物理场分析研究[J].噪声与振动控制,2019,39(4):108-113.
 - [6] 邓富成,赵嫣菁,张辰,等.声表面波温度传感器抗干扰技术研究[J].包装工程,2018,39(19):98-104.
 - [7] 王庆华.高压开关柜局部放电超声波传感器的研制及其抗干扰的研究[J].电气技术,2017(8):21-26.
- 作者简介:程秀玲(1979-),女,湖南省长沙市人,汉,籍贯河南,湖南长沙航空职业技术学院航空电子设备维修学院讲师,-----物理电子学硕士,研究方向为电子工程。
- 鄢立,女,湖南省长沙市人,汉,籍贯湖南,湖南长沙航空职业技术学院航空电子设备维修学院工程师,-----电子通信工程硕士,研究方向为应用电子。