

摘要 介绍了城市轨道交通变电所电磁干扰的危害,分析了轨道交通系统电磁干扰的产生源。从变电所设备的设计、制造、组装及其安装现场等方面提出解决系统抗干扰的有效

措施。重点介绍了轨道交通变电所微机监控系统的抗干扰措施,从而达到抑制干扰的目的。

关键词 城市轨道交通;变电所;电磁干扰;抗干扰措施

变电所设备是由大量电气、电力、电子元器件集成的综合产品。电子元器件对电磁干扰的敏感度较高。特别是变电所二次设备安装在高压开关柜上,靠近高压电源,受到强电磁干扰。各种干扰可通过不同的耦合途径作用到二次系统,产生许多错误信息,可能导致通信、保护单元不能正常运行,影响对站内设备的运行监视及操作,严重时将引起保护误动,甚至造成设备损坏。如微机监控系统既有数字部件,又有模拟部件,而干扰对数字部件和模拟部件所造成的后果是不同的。模拟电路在干扰作用下往往使开关电路误翻转,在没有完善闭锁措施时将会导致动作;数字电路受干扰作用时往往造成数据或地址传送错误,从而导致装置运行故障或功能故障。因此,必须对变电所设备采取电磁抗干扰防护措施,以保证设备正常工作。

1 主要电磁干扰源

1.1 外界干扰

变电所附近的大功率通信基站、电视发射塔、超高压输电线等设施或自然界产生的雷电等,它们发出的电磁信号会对变电所通信、信号设备产生影响。

1.2 高压设备

变电站内断路器、隔离开关等高压设备在进行分、合闸操作时,通过设备的电流在短时间内增加或减少;变化的电流会产生变化的电磁场,在设备周围形成频率极高的振荡电压而辐射出脉冲电磁场。电磁场会影响附近的通信、信号等弱电设备。

1.3 变电所二次设备

变电所二次设备电压比较低,设备电路板的布线比较集中。由于元器件选型、主板走线以及外界电磁没有采取屏蔽措施等原因,造成强电回路与弱电回路相互交错,线路间由于电容性耦合、电感性耦合,使干扰信号串进弱电回路,对通信、信号造成影响。

1.4 接地

变电所一次、二次设备采用了不正确的接地方法,从而产生电磁干扰。例如:变电所二次设备接地点选择不当,漏电流使各点之间存在电压差,使二次设备产生不确定的故障信号;通讯电缆的屏蔽层采用了两端接地的方式,当地电位不平衡时屏蔽层出现电压差,干扰正常通讯。

2 电磁干扰的一般防护措施

电磁干扰是由电磁干扰源、干扰传播途径和敏感设备这三部分因素的存在而产生的。因此,应针对这三部分采用不同的措施加以防护,即:通过屏蔽、接地及采用滤波等方式抑制干扰源产生的电磁干扰;切断干扰的传播途径;提高敏感设备抗电磁干扰的能力。

变电所电磁干扰一般可分为辐射性干扰、导电性干扰、电感性干扰、静电放电干扰等。

辐射性干扰防护措施:电子设备的安装远离高辐射干扰源,设备机箱尽量采用具有电磁兼容级别的机箱并与小电阻接地网可靠连接,模件、信号线尽量采用磁场屏蔽线,电脑尽量使用液晶显示器等。

导电性干扰防护措施:供电设备采用不间断电源(UPS),信号线尽量采用光纤,信号输入、输出接口开关量采集输入回路采用光耦合器件隔离,配置消抖动电路,交流量采集输入回路采用高精度小型化变压器隔离等。

电感性干扰防护措施:信号线与供电线并列敷设时要注意有足够的距离,电源线与信号线要严格分开,交叉点尽量造成直角,外部保护如线管或线槽采用高导电性金属材料,接地线或电缆屏蔽网与地网可靠连接等。

静电放电干扰防护措施:维修人员个人配备防静电手套,避免在弱电设备用房内铺设地毯,采用防静电的物料,控制室内湿度等。

3 轨道交通变电所设备电磁干扰防护措施



轨道交通变电所主要由高压开关柜、交直流系统、杂散电流系统、变电所微机监控系统等组成。由于变电所产生的电磁干扰对微机监控系统影响最大,因而本文重点介绍变电所微机监控系统的抗干扰措施。

3.1 高压开关柜电磁干扰防护措施

变电所的进线柜和馈线柜内均装设避雷器,以限制雷电侵入的冲击波电压,防止雷电干扰。

开关设备一般采用铠装金属封闭式气体绝缘金属封闭开关。由金属隔板组成的全封闭式标准模块单元为屏蔽非环磁式结构,对光纤差动保护和综合保护测控装置起到屏蔽效果,具有良好的抗干扰功能。

主回路功能模块单元全部采用不锈钢材料。不锈钢为非导磁材料,无涡流式结构,并能对高压功能模块单元实现屏蔽,避免高压设备对综合保护设备的电磁干扰。各自独立的低压仪表控制模块单元和操作机构模块单元全部由良好接地的金属隔板封闭,为屏蔽非环磁式结构,有效地防止了弹簧操作机构直流电机和地下接触网对综合保护单元的电磁干扰。

3.2 交直流系统电磁干扰防护措施

各功能单元均为具有独立中央处理器(CPU)的智能化单元,自身均具有自诊断能力。监控装置与各功能单元之间应采用串行总线结构,输入输出电气隔离,且全部采用数字通信,并采用纠错能力强的校验算法。任一功能单元故障时,不影响其他功能单元的正常工作,确保在恶劣环境下的任何干扰不会使系统产生误动作。具体的抗扰能力有:通过结构处理、保证绝缘度、增加爬电距离,以及对敏感电路采取滤波、钳位等措施,实现静电放电抗扰;通过模块输入部分的滤波,实现射频传导抗扰;通过线间加压敏电阻、线地间加压敏电阻及压敏电阻与气体放电管相结合的形式,同时加差模、共模滤波吸收,实现浪涌抗扰(浪涌包括差模、共模方式,干扰能量大,对机器极具破坏性);通过电路原理设计、产品的印刷电路板(PCB)设计,实现工频磁场抗扰(如 PCB 走线尽量减小环路面积);通过模块输入端的滤波电路,实现振荡波抗扰。

3.3 杂散电流防护系统电磁干扰防护措施

设备外壳屏蔽加上可靠的接地可有效屏蔽地铁现场的电场、磁场以及电磁场辐射。装于柜内的检测控制单元有单独的金属壳,其壳体与柜体可靠连接,可保证其正常运行。柜内所有电流、电压传感器与检测控制单元的连接电缆及通信电缆全都采用屏蔽电缆,屏蔽层处理严格遵循工艺技术要求,保证数据采集及通信不受干扰。柜体设有专门的接地端子,避免因漏电危及人身安全。检测控制单元遵循数字与模拟分开、在一点接地的原则,保证数据采集的准确性。对于排流柜信号电路中的传导干扰,可采用无源滤波器进行抗干扰。由二次电源引入检测控制系统的干扰,可通过设置电源滤波器有效滤除。对于牵引所内触点开关断开或闭合的瞬间产生的电流、电压的浪涌,排流柜主回路设置有过电压及过电流保护装置,可有效避免损坏。

3.4 变电所微机监控系统电磁干扰防护措施

变电所微机监控系统中的智能测控保护装置、监控和数据采集(SCADA)系统软件、电子元器件、蓄电池、高频开关电源模块、接触器、逆变电源、监控保护单元、电子计算机、液晶显示器、打印机、UPS、系统操作电源等主要监控设备、器件,在设计、制造以及安装等各个环节中均要采取电磁干扰防护措施。

3.4.1 元、器件电磁干扰防护措施

1)集成电路抗干扰措施:将多余端口接地或通过电阻接电源,以防止端口感应干扰;并接电容或涂静电防护层,可防止端口静电感应;对多端口延迟的不一致,可采取同步逻辑电路来避免;可用施密特电路对波形整形,来消除前沿、后沿产生的振荡。数字电路对干扰十分敏感并能记忆存储,它对由电源线、地线引入的干扰的抵御能力很差,因此必须合理布线,并采取加滤电容、级间加缓冲存储器、引线间加屏蔽隔离、管脚涂防静电层等方法予以解决。

2)动态随机存取存储器(RAM)的抗干扰措施:RAM 是数字系统的关键部位,如微机监控的主存储器、显示器的刷新存储器等。存储器对温度敏感,不能过热,故应有散热措施;为防止被静电击穿,其输入、输出不能直接接入印刷板电路;模板上的电源地线应设计成网状,减少每块芯片所在支路的电源地线瞬间干扰;地址总线 and 数据驱动器应尽可能靠近芯片,以防止线长而引入电感,造成延时引起的误动作等。

3) A/D 转换器的抗干扰措施:采用积分或双积分式的 A/D 转换器;同步采样低通滤波可滤除 50Hz 的低频干扰;采用浮地技术降低共模电流;采用屏蔽法和电容接地法改善高频共模干扰;采用光耦合器解决 A/D、D/A 转换器配置引入的多种干扰,或采用软件法提高 A/D 转换器抗工频干扰的能力。

4)接口电路的抗干扰措施:采用多输入通道抗干扰接口电路和光耦合的远距离脉冲信号抗干扰接口电路。

5)微型计算机总线的抗干扰措施:采用三态门式总线提高抗干扰能力;总线接收端加施密特电路做缓冲器抗干扰;缩小选通时间以防止在总线上发生数据冲突等。



3.4.2 传输线电磁干扰防护措施

对传输线要求物理隔离法,即传输线以 90° 相交,室内室外电缆相互隔离;尽量减少传输信号的种类和根数;线间避免平行,合理接地;传输往返信号线要分开或加一根地线屏蔽;始端门电路接长线后,近处不允许再带其他负载;触发器需经隔离后才去驱动长线等。

3.4.3 屏蔽法电磁干扰防护措施

机房需全屏蔽;所有电源线必须滤波,尽量使用高抗干扰电源;采用良好的接地,接地分别设置,互不相连,互不代替;每一级电路,分系统、分单元或结构设计中均采用屏蔽、隔离措施等。

3.4.4 电源电磁干扰防护措施

计算机的电源变压器是重要干扰源,一次、二次绕组要加以隔离;加低通滤波器;开关电源要加散热器;开关管两端要并联小电容,以消除振荡;采用隔离变压器阻断共模干扰;计算机的多种直流电源要分别由不同绕组供电,且隔离屏蔽,采用浪涌抑制器、反激变压器等高性能的抗干扰稳压方案等。

3.4.5 电磁泄漏防护措施

为了尽量减少计算机视频信息电磁泄漏的危险,必须采取安全的防护措施。即采取信号干扰、电磁屏蔽及低辐射等技术防止电磁泄漏。

4 实例分析

在变电所直流操作系统中,由于继电器触点跳动或断路器辅助触点开、合以及高压直流断路器在合闸过程中产生弹跳,会产生强烈的暂态过电压干扰。暂态过电压通过线间耦合和传导,将在其他二次回路激发起频率更高的干扰电压,从而影响其他电器元件的正常运行。如在电磁式中间继电器线圈的两端并联二极管或在断路器分、合闸线圈上并联适当的电阻,可明显地抑制这种操作过电压的幅值。

在变电所微机监控 A/D 转换器中都提供了独立的模拟地和数字地。模拟地与数字地分别连接,它们之间仅在一处相连,以消除数字信号对模拟信号产生的干扰。然而,当模拟地、数字地采用同一地线回路(即连接不当)时,则将产生共阻抗耦合电压,并叠加在被测电压上产生一定的测量误差。多次试验证明,如当模拟地与数字地相混时,测量误差在 4%左右;如接地正确,则测量误差仅在 0.05%左右,因此,接地对抗电磁干扰有重要的作用。

5 结语

电磁干扰防护是城市轨道交通中一项非常重要的工作。对地铁变电所微机监控系统、杂散电流系统等存在的电磁干扰源进行研究,通过各种模拟试验,找出抗干扰的途径、方法和结果,找出二次系统在抗干扰上存在的薄弱环节和不足以及相应的改进措施,并从电路、结构、工艺和组装等方面控制电磁干扰,促进高性能元器件、功能模块和防护材料的更新发展,才能保证轨道交通安全、可靠、稳定地运行。

参考文献

- [1]何 宏,张宝丰,张大建,等.电磁兼容与电磁干扰[M].北京:国防工业出版社,2007.
- [2]李景禄.电力系统电磁兼容技术[M].北京:中国电力出版社,2007.
- [3]黄晓涛.变电站综合自动化系统抗电磁干扰的措施[J].农村电气化,2004(1):17.(收稿日期:2008-01-29)

