

深圳市技成培训学员专用参考资料

变频器在工程应用中需要注意的几个问题

1 引言

随着通用变频器市场的日益繁荣，不包括 OEM 进口变频器，中国通用变频器年用量超过 25 亿元人民币，变频器及其附属设备的安装、调试、日常维护及维修工作量剧增，给用户造成重大直接和间接损失。本文就针对造成以上问题的原因，根据大量用户的实际应用情况，从应用环境、电磁干扰与抗干扰、电网质量、电机绝缘等方面进行了分析，提出了一些改进的建议。

2 工作环境问题

在变频器实际应用中，由于国内客户除少数有专用机房外，大多为了降低成本，将变频器直接安装于工业现场。工作现场一般是灰尘大、温度高，在南方还有湿度大的问题。对于线缆行业还有金属粉尘，在陶瓷、印染等行业还有腐蚀性气体和粉尘，在煤矿等场合，还有防爆的要求等等。因此必须根据现场情况做出相应的对策。

2.1 变频器的安装设计基本要求

(1) 变频器应该安装在控制柜内部。

(2) 变频器最好安装在控制柜内的中部；变频器要垂直安装，正上方和正下方要避免安装可能阻挡排风、进风的大元件。

(3) 变频器上、下部边缘距离控制柜顶部、底部、或者隔板、或者必须安装的大元件等的最小间距，应该大于 300mm。

柜内安装变频器的基本要求

(4) 如果特殊用户在使用中需要取掉键盘，则变频器面板的键盘孔，一定要用胶带严格密封或者采用假面板替换，防止粉尘大量进入变频器内部。

(5) 对变频器要进行定期维护, 及时清理内部的粉尘等。

(6) 其它的基本安装、使用要求必须遵守用户手册上的有关说明; 如有疑问请及时联系相应厂家技术支持人员。

2.2 防尘控制柜的设计要求

在多粉尘场所, 特别是多金属粉尘、絮状物的场所使用变频器时, 采取正确、合理的防护措施是十分必要的, 防尘措施得当对保证变频器正常工作非常重要。总体要求控制柜整体应该密封, 应该通过专门设计的进风口、出风口进行通风; 控制柜顶部应该有防护网和防护顶盖出风口; 控制柜底部应该有底板和进风口、进线孔, 并且安装防尘网。

(1) 控制柜的风道要设计合理, 排风通畅, 避免在柜内形成涡流, 在固定的位置形成灰尘堆积。

(2) 控制柜顶部出风口上面要安装防护顶盖, 防止杂物直接落入; 防护顶盖高度要合理, 不影响排风。防护顶盖的侧面出风口要安装防护网, 防止絮状杂物直接落入。

(3) 如果采用控制柜顶部侧面排风方式, 出风口必须安装防护网。

(4) 一定要确保控制柜顶部的轴流风机旋转方向正确, 向外抽风。如果风机安装在控制柜顶部的上部, 必须确保防护顶盖与风机之间有足够的高度; 如果风机安装在控制柜顶部的内部, 安装所需螺钉必须采用止逆弹件, 防止风机脱落造成柜内元件和设备的损坏。建议在风机和柜体之间加装塑料或者橡胶减振垫圈, 可以大大减小风机震动造成的噪音。

(5) 控制柜的前、后门和其他接缝处, 要采用密封垫片或者密封胶进行一定的密封处理, 防止粉尘进入。

(6) 控制柜底部、侧板的所有进风口、进线孔, 一定要安装防尘网。阻隔絮状杂物进入。防尘网应该设计为可拆卸式, 以方便清理、维护。防尘网的网格要小,

能够有效阻挡细小絮状物(与一般家用防蚊蝇纱窗的网格相仿);或者根据具体情况确定合适的网格尺寸。防尘网四周与控制柜的结合处要处理严密。

(7) 对控制柜一定要进行定期维护,及时清理内部、外部的粉尘、絮毛等杂物。维护周期可根据具体情况而定,但应该小于2~3个月;对于粉尘严重的场所,建议维护周期在1个月左右。

防尘控制柜的安装要求

2.3 防潮湿霉变的控制柜的设计要求

多数变频器厂家内部的印制板、金属结构件均未进行防潮湿霉变的特殊处理,如果变频器长期处于这种状态,金属结构件容易产生锈蚀,对于导电铜排在高温运行情况下,更加剧了锈蚀的过程。对于微机控制板和驱动电源板上的细小铜质导线,由于锈蚀将造成损坏,因此,对于应用于潮湿和含有腐蚀性气体的场合,必须对于使用变频器的内部设计有基本要求,例如印刷电路板必须采用三防漆喷涂处理,对于结构件必须采用镀镍铬等处理工艺。除此之外,还需要采取其它积极、有效、合理的防潮湿、防腐蚀气体的措施。

(1) 控制柜可以安装在单独的、密闭的采用空调的机房,此方法适用控制设备较多,建立机房的成本低于柜体单独密闭处理的场合,此时控制柜可以采用如上防尘或者一般环境设计即可。

(2) 采用独立进风口。单独的进风口可以设在控制柜的底部,通过独立密闭地沟与外部干净环境连接,此方法需要在进风口处安装一个防尘网,如果地沟超过5m以上时,可以考虑加装鼓风机。

(3) 密闭控制柜内可以加装吸湿的干燥剂或者吸附毒性气体的活性材料,并定期更换。

3 干扰问题

3.1 变频器对微机控制板的干扰

在注塑机、电梯等的控制系统中，多采用微机或者 PLC 进行控制，在系统设计或者改造过程中，一定要注意变频器对微机控制板的干扰问题。由于用户自己设计的微机控制板一般工艺水平差，不符合 EMC 国际标准，在采用变频器后，产生的传导和辐射干扰，往往导致控制系统工作异常，因此需要采取必要措施。

(1) 良好的接地。电机等强电控制系统的接地线必须通过接地汇流排可靠接地，微机控制板的屏蔽地，最好单独接地。对于某些干扰严重的场合，建议将传感器、I/O 接口屏蔽层与控制板的控制地相连[3]。

(2) 给微机控制板输入电源加装 EMI 滤波器、共模电感、高频磁环等，成本低。可以有效抑制传导干扰。另外在辐射干扰严重的场合，如周围存在 GSM、或者小灵通基站时，可以对微机控制板添加金属网状屏蔽罩进行屏蔽处理。微机控制板的电源抗干扰措施

(3) 给变频器输入加装 EMI 滤波器，可以有效抑制变频器对电网的传导干扰，加装输入交流和直流电抗器 L1、L2，可以提高功率因数，减小谐波污染，综合效果好。在某些电机与变频器之间距离超过 100m 的场合，需要在变频器侧添加交流输出电抗器 L3，解决因为输出导线对地分布参数造成的漏电流保护和减少对外部的辐射干扰。一个行之有效的方法就是采用钢管穿线或者屏蔽电缆的方法，并将钢管外壳或者电缆屏蔽层与大地可靠连接。请注意，在不添加交流输出电抗器 L3 时，如果采用钢管穿线或者屏蔽电缆的方法，增大了输出对地的分布电容，容易出现过流。当然在实际中一般只采取其中的一种或者几种方法。

减小变频器对外部控制设备的干扰措施

(4) 对模拟传感器检测输入和模拟控制信号进行电气屏蔽和隔离。在变频器组成的控制系统设计过程中，建议尽量不要采用模拟控制，特别是控制距离大于 1M，跨控制柜安装的情况下。因为变频器一般都有多段速设定、开关频率量输入输出，可以满足要求。如果非要用模拟量控制时，建议一定采用屏蔽电缆，并在传感器侧或者变频器侧实现远端一点接地。如果干扰仍旧严重，需要实现 DC/DC 隔离措施。可以采用标准的 DC/DC 模块，或者采用 V/F 转换，光藕隔离再采用频率设定输入的方法。

3.2 变频器本身抗干扰问题

当变频器的供电系统附近,存在高频冲击负载如电焊机、电镀电源、电解电源或者采用滑环供电的场合,变频器本身容易因为干扰而出现保护。建议用户采用如下措施:

(1) 在变频器输入侧添加电感和电容,构成 LC 滤波网络。

(2) 变频器的电源线直接从变压器侧供电。

(3) 在条件许可的情况下,可以采用单独的变压器。

(4) 在采用外部开关量控制端子控制时,连接线路较长时,建议采用屏蔽电缆。当控制线路与主回路电源均在地沟中埋设时,除控制线必须采用屏蔽电缆外,主电路线路必须采用钢管屏蔽穿线,减小彼此干扰,防止变频器的误动作。

(5) 在采用外部模拟量控制端子控制时,如果连接线路在 1M 以内,采用屏蔽电缆连接,并实施变频器侧一点接地即可;如果线路较长,现场干扰严重的场合,建议在变频器侧加装 DC/DC 隔离模块或者采用经过 V/F 转换,采用频率指令给定模式进行控制。

(6) 在采用外部通信控制端子控制时,建议采用屏蔽双绞线,并将变频器侧的屏蔽层接地(PE),如果干扰非常严重,建议将屏蔽层接控制电源地(GND)。对于 RS232 通信方式,注意控制线路尽量不要超过 15m,如果要加长,必须随之降低通信波特率,在 100m 左右时,能够正常通信的波特率小于 600bps。对于 RS485 通信,还必须考虑终端匹配电阻等。对于采用现场总线的高速控制系统,通信电缆必须采用专用电缆,并采用多点接地的方式,才能够提高可靠性。

4 电网质量问题

在高频冲击负载如电焊机、电镀电源、电解电源等场合,电压经常出现闪变;在一个车间中,有几百台变频器等容性整流负载在工作时,电网的谐波非常大,对于电网质量有很严重的污染,对设备本身也有相当的破坏作用,轻则不能够连续正常运行,重则造成设备输入回路的损坏。可以采取以下的措施:

集中整流的直流共母线供电方式

(1) 在高频冲击负载如电焊机、电镀电源、电解电源等场合建议用户增加无功静补装置, 提高电网功率因数和质​​量。

(2) 在变频器比较集中的车间, 建议采用集中整流, 直流共母线供电方式。建议用户采用 12 脉冲整流模式。优点是, 谐波小、节能, 特别适用于频繁起制动、电动运行与发电运行同时进行的场合。

(3) 变频器输入侧加装无源 LC 滤波器, 减小输入谐波, 提高功率因数, 成本较低, 可靠性高, 效果好。

(4) 变频器输入侧加装有源 PFC 装置, 效果最好, 但成本较高。

5 电机的漏电、轴电压与轴承电流问题

变频器驱动感应电机的电机模型, C_{sf} 为定子与机壳之间的等效电容, C_{sr} 为定子与转子之间的等效电容, C_{rf} 为转子与机壳之间的等效电容, R_b 为轴承对轴的电阻; C_b 和 Z_b 为轴承油膜的电容和非线性阻抗。

高频 PWM 脉冲输入下, 电机内分布电容的电压耦合作用构成系统共模回路, 从而引起对地漏电流、轴电压与轴承电流问题。

变频器驱动感应电机的电机模型

漏电流主要是 PWM 三相供电电压极其瞬时不平衡电压与大地之间通过 C_{sf} 产生。其大小与 PWM 的 dv/dt 大小与开关频率大小有关, 其直接结果将导致带有漏电保护装置动作。另外, 对于旧式电机, 由于其绝缘材料差, 又经过长期运行老化, 有些在经过变频改造后造成绝缘损坏。因此, 建议在改造前, 必须进行绝缘的测试。对于新的变频电机的绝缘, 要求要比标准电机高出一个等级。

轴承电流主要以三种方式存在: dv/dt 电流、EDM(Electrical Discharge Machining) 电流和环路电流。轴电压的大小不仅与电机内各部分耦合电容参数有关, 且与脉冲电压上升时间和幅值有关。 dv/dt 电流主要与 PWM 的上升时间 t_r 有关, t_r 越

小, dv/dt 电流的幅值越大; 逆变器载波频率越高, 轴承电流中的 dv/dt 电流成分越多。EDM 电流出现存在一定的偶然性, 只有当轴承润滑油层被击穿或者轴承内部发生接触时, 存储在电子转子对地电容 C_{rf} 上的电荷 ($1/2 C_{rf} \times U_{rf}$) 通过轴承等效回路 R_b 、 C_b 和 Z_b 对地进行火花式放电, 造成轴承光洁度下降, 降低使用寿命, 严重地造成直接损坏。损坏程度主要取决于轴电压和存储在电子转子对地电容 C_{rf} 的大小。

环路电流发生在电网变压器地线、变频器地线、电机地线及电机负载与大地地线之间的回路(如水泵类负载)中。环路电流主要造成传导干扰和地线干扰, 对变频器和电机影响不大。避免或者减小环流的方法就是尽可能减小地线回路的阻抗。由于变频器接地线(PE 变频器)一般与电机接地线(PE 电机 1)连接在一个点, 因此, 必须尽可能加粗电机接地电缆线径, 减小两者之间的电阻, 同时变频器与电源之间的地线采用地线铜母排或者专用接地电缆, 保证良好接地。对于潜水深井泵这样的负载, 接地阻抗 Z_E 电机 2 可能小于 Z_E 变压器与 Z_E 变频器之和, 容易形成地环流, 建议断开 Z_E 变频器, 抗干扰效果好。

在变频器输出端串由电感、RC 组成的正弦波滤波器是抑制轴电压与轴承电流的有效途径。目前有多家厂家可提供标准滤波器。

6 结束语

本文从变频器实际应用系统中出现的问题出发, 从应用环境、电磁兼容、电网质量、电机绝缘等方面, 有针对性地提出了一些解决问题的方法及改进的建议, 对于变频器在实际工程中的应用有一定的参考价值。

远程教学系列课程：

- ★西门子 S7-200 PLC 编程与应用从入门到提高
- ★西门子触摸屏应用技术
- ★西门子 S7-300 PLC 编程与应用初级
- ★西门子 S7-200 PLC 快速入门
- ★欧姆龙 PLC 应用中级
- ★三菱 PLC 通信基础及应用
- ★三菱 FX 系列 PLC 高级应用-模拟量及 PID 应用
- ★变频器功能应用从入门到精通
- ★变频器维护与故障处理从入门到提高
- ★三菱 FX PLC 编程与应用入门

深圳技成培训 (www.jcpeixun.com)

报名热线：0755-86227567 或 0755-86227467