

Design and Installation of Inverter Control System

Mei Bin

Shandong Electronic Vocational and Technical College, Jinan

Abstract: In order to solve the problems caused by the unreasonable arrangement of components, irregular arrangement of wires and poor ventilation in the installation and use of frequency converter, this paper analyzes the ventilation path selection, heat dissipation and anti-interference measures of frequency converter, and puts forward corresponding solutions.

Key words: Frequency converter; Control system; Design and installation; Electromagnetic interference

Received: 2020-04-04; Accepted: 2020-04-19; Published: 2020-04-21

变频器控制系统的设计与安装

梅 彬

山东电子职业技术学院, 济南

邮箱: bmei.2002@sina.com.cn

摘 要: 为了解决变频器安装、使用中存在的元件布置不合理、导线排列不规范、通风不畅等现象导致的问题,对变频器的通风路径选择、散热问题、防干扰措施等进行分析,提出相应的解决办法。

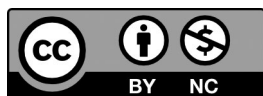
关键词: 变频器; 控制系统; 设计安装; 电磁干扰

收稿日期: 2020-04-04; 录用日期: 2020-04-19; 发表日期: 2020-04-21

Copyright © 2020 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 引言

随着变频调速技术的不断推广与应用,变频器控制系统的设计、安装、调试及日常维护问题越来越多地凸显在人们面前,成为变频器制造、销售、维护、使用者关注的焦点。本文以应用实践为基础,分析变频器系统设计、安装中存在的问题,并探讨相应的解决办法。

2 变频器安装环境要求

变频器在使用中对环境条件要求较高,必须安装在不受阳光直射,空气湿度较低,且无粉尘和纤维物,无易燃易爆气体、腐蚀性气体及液体飞溅的场合。由于变频器发热量远大于其他常见电器元件,因此其周围环境必须通风良好;另外,由于变频器输入端抗干扰能力差,易受谐波干扰,同时,变频器输出端输出的 PWM 基波中含有的谐波分量干扰相邻电子设备,因此安装时要考虑配置附加外围设备;变频器安装位置必须便于检修,

对于长期运行的变频器,通常其环境温度需在 $-10 \sim 50^{\circ}\text{C}$,相对湿度需在 $5\% \sim 90\%$ (无结露现象)。对于工作环境特差的变频器,一定要定期清洁通风口卫生。

3 变频器的通风散热要求

变频器在使用过程中约有 $2\% \sim 3\%$ 的电能转变热能,产生的热量远大于(箱)柜内各类其他电器元件。对于设计时没有考虑大器件散热问题的配电(箱)柜,在其内安装变频器时就需要认真布置内部底盘元件,以确保变频器工作时通风散热良好。在电控(箱)柜内布置变频器时,一定要考虑变频器通风问题,而且通风回路的空气流向应通畅,符合流体力学原理,并且在电控(箱)柜顶必须加装通风设备或安装空调机对变频器进行冷却处理。在环境条件特别差的情况,电控(箱)柜进风口需设过滤网,并注意定期清扫过滤网以防堵塞。专业人员需对电控(箱)柜内气流路径进行规划设计,以保证变频器散热效果良好,必要时还可以在电控(箱)柜内安装导风板和挡风板。柜内变频器安装可作参考图1。

单台变频器安装时需与周围电器(箱)柜壁保持一定距离,变频器前方、左、右空间至少大于 $4 \sim 5\text{ cm}$ 。当变频器工作温度过高时,应去掉变频器通风盖,以保证良好散热。墙体固定式电控箱的箱体顶部安装抽风机如图1(a)所示;小型电控柜上部安装抽风机如图1(b)所示;中型电控柜顶部安装大容量抽风机时,地沟和柜体下部要有良好的进风口,如图1(c)所示;大型电控柜顶部安装大容量抽风设施或空调机对变频器进行冷却处理如图1(d)所示;多个变频器上下安装时,要考虑下方变频器工作时产生的热量对上方变频器正常工作的影响,所以要考虑设置导热板,如图1(c)所示。

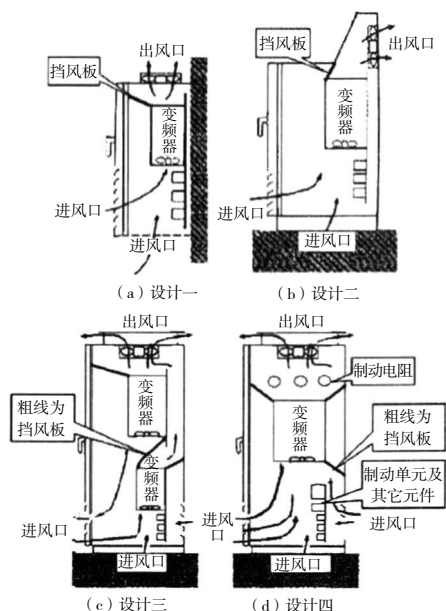


图1 电控箱（柜）侧向变频器通风路线图

Figure 1 Ventilation route of side frequency converter of electric control box
(cabinet)

4 变频器的外部布线要求

主回路线径的选择除需考虑电机容量外，还需注意线路发热和电压降。变频器工作时频率下降，输出电压跟着下降；在输出电流不变的情况下，导线越长（ $L \geq 20 \text{ m}$ ），低压输出时线路的电压降 ΔU 在输出电压中所占的比例就越高，加到电机上的电压就将进一步减小；在保持相同功率情况下，电压减小电流就会增大，低速运行引起电机发热。由此可知，决定主回路线径的决定因素是 ΔU 。通常，要求 ΔU 不大于（2% ~ 5%） U_x （ U_x 为电机的最高工作电压，V）。 ΔU 的计算式为：

$$\Delta U = \sqrt{3} I_n R_0 = \sqrt{3} I_n \rho L S$$

式中， I_n 为电机的额定电流，A； R_0 为导线的电阻， Ω ； L 为导线长度，m； ρ 为电阻率，通常铜取 $0.01851 \text{ mm}^2/\text{m}$ ； S 为导线的截面积， mm^2 。

变频器输入三相电源和输出了相负载采用套管布线时，如果采用金属线管，

那么必须将三相电源线置于同一管内,以减少不对称电流产生的涡流磁通,从而降低损耗造成的管壁发热。当布线长度超过 25 m(有管)或 10 m(无管)时,变频器的电源输入端需配置交流电抗器。当一台变频器控制多台电机时,输出导线长度不得超过 350 m,否则必须配置输出端交流电抗器。在整理变频器线路时,主回路与控制线必须保持一定距离,一般需相距 20 cm 以上。变频器输入信号线需使用双绞线或屏蔽线,以有效减弱外界电磁场造成的干扰,双绞线与输出主回路的间距需超过 20 cm,绞合线应保持每厘米 1 绞以上。尽量避免变频器远距离控制,如果确实需要,那么可用中间继电器将距离分段,通过继电器触点实现变频器控制,以降低外界对变频器控制线的干扰。用中间继电器完成的远距离控制接线如图 2 所示。

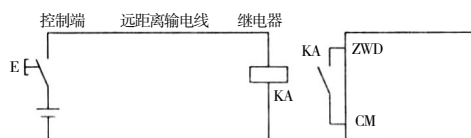


图 2 用继电器解决远距离干扰示意图

Figure 2 Schematic diagram of using relay to solve remote interference

通常,变频器的操作键与液晶显示屏为一体,称作操作面板。专业人员可将操作面板拆卸后进行长距离操控。但是,用于长距离操控的电缆及排线必须进行屏蔽处理,并且必须远离电力线和输入/输出主回路。

变频器电气柜中其他电器元件(如电源与变压器、交流空开、交流接触器、变频器、输入/输出电抗器、电机)的接线端子必须使用标准的冷压端头并连接牢固,严防因接线端头接触不良而引起发热,造成事故。控制电路的各种电子、开关类元器件必须选用质量优良、正规生产厂家产品。

元器件安装时,一定要按工艺要求规范施工,控制线及信号线必须做好屏蔽处理,以避免受外界干扰影响变频器正常工作。整体施工完毕后,要根据接线图进行全面、认真、仔细的检查,以防止接线错误引发短路事故。安装直流电抗器时,要注意选型匹配,并去掉变频器上 P1、P+ 上的短路铜件,接入直流电抗器。制动单元的母线接到变频器的直流母线(P+、N 端),制动单元和制动电阻使用双绞线连接,导线截面应不小于主回路线径的 1/2、1/3,长度不大于

4 m。不接外部制动电阻时,不能将 P+ 端与 DB 端短路。变频器由 PLC 直接控制,变频器模拟信号传入 PLC 时,PLC 接地线不可与变频器接地线接在一起,要独立接地。

通电调试发现电路存在问题需改接线时,应打开电源开关等待一段时间,完全释放掉直流回路电容上的电能后再操作,以防发生操作人员触电和余压放电事故。

5 变频控制与基本维护

一台变频器控制多台电机或变频器出现故障或需要进行日常维护时,应立即将负荷切换到工频电源。变频器变频 / 工频切换电路如图 3 所示

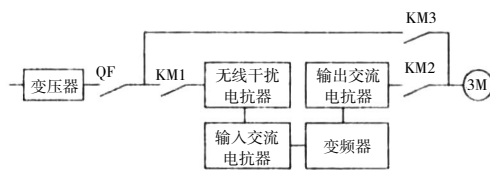


图 3 变频 / 工频切换电路图

Figure 3 Frequency conversion / power frequency switching circuit diagram

交流接触器与按钮配合对变频器供电较单一的断路器供电增加了失压、欠压保护功能,并且可确保变频器长时间不工作时主回路处于断电状态。但是,该交流接触器不可作为变频器日常运行的启 / 停开关,如果确实需要,那么操作时间间隔应大于 1 h。

变频器面板上的电机转向操作键标识需与所接电机的转向一致,按正转键时电机应正转,按反转键时电机应反转,否则应调整接线端子上的任意两相接线。

对变频器进行日常维护时,应先切断设备总电源,并在变频器显示完全消失 5 ~ 20 min (根据变频器的功率)后再进行。在变频器的日常使用中,要经常检查电网电压,发现问题及时处理。要改善变频器、电机及线路的周边环境,定期清除变频器内部灰尘,通过加强设备管理,最大限度地降低变频器故障率。

6 变频器的抗干扰措施

6.1 外部电磁干扰的处理方法

如果变频器周围存在干扰源,那么它们将通过辐射或电源线侵入变频器内部,引起控制回路误动,造成工作不正常或停机,严重时甚至损坏变频器。虽然提高变频器自身的抗干扰能力很重要,但是受装置成本限制,在外部采取噪声抑制措施消除干扰源显得更加合理和必要。

(1) 在变频器周围所有继电器、接触器的控制线圈上加装防止冲击电压的吸收装置,如RC吸收器。

(2) 尽缩短控制回路的配线距离,并使其与主回路分离。

(3) 对于指定需要采用屏蔽线的回路,必须按规定执行,若线路较长,则应采用合理的中继方式。

(4) 变频器接地端子最好设置独立接地,不与电焊、动力接地混用;如果采用公共接地端,那么不能经过其它装置的接地线接地,要独立走线,如图4所示。

(5) 在变频器输入端安装噪声滤波器,以避免干扰由电源进线引入。

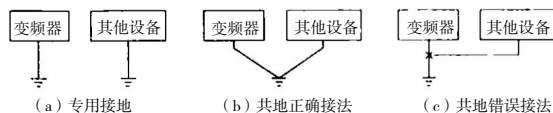


图4 变频器接地图

Figure 4 Inverter connection map

6.2 变频器对周边设备的影响及防范措施

目前,变频器几乎都采用PWM调制方式。这种脉冲调制方式使得变频器运行时在电源侧产生高次谐波电流,引起电网电压畸变(变频器产生的谐波引起的电压畸变率在10%~40%左右),从而影响电网供电质量。变频器输出部分由于采用IGBT等开关器件,因此在输出能量的同时也将在输出线上产生较强的电磁辐射干扰,影响周边电器的正常工作。针对以上情况,通常采用以下处理措施。

(1) 采用专用隔离变对变频器供电, 可将大部分的传导干扰阻隔在隔离变前, 同时还可兼有电源电压变换器的作用。

(2) 在变频器输入侧使用电抗器, 可降低高次谐波分量, 使进线电流的谐波畸变率降低 30% ~ 50% 左右; 在输出侧使用电抗器, 可减少变频器输出能量时对线路产生的电磁辐射。电抗器必须安装在离变频器最近的地方, 以尽量缩短其与变频器间的引线。

对于有进线电容器的场合, 高次谐波电流会使电容器发热严重, 为此必须在电容器前串接电抗器, 以减小谐波分量。

7 结束语

变频器实际使用情况表明, 变频器调速系统设计、安装、控制符合行业标准, 不仅可以提高生产质量、生产效率, 获取好的生产效益, 还可以在节能、环保等方面起到重要的作用。

参考文献

- [1] 姜艳姝, 刘宇, 徐殿国, 等. PWM 变频器输出共模电压及其抑制技术的研究[J]. 中国电机工程学报, 2005(9): 49-55.
- [2] 黄立培, 张学. 变频器应用技术及电动机调速[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1998.
- [3] 张燕宾. 变频调速应用技术(七)第四讲设计电路控变频(上)[J]. 变频器世界, 2006(5): 118-123.