

交流异步电机变频调速的分析及应用

常坡辉

胜帮科技股份有限公司 上海 201210

摘要: 交流异步电动机作为工业生产中一个非常重要的驱动设备, 在实际应用中, 存在着一些问题。例如, 由于其自身特性, 交流异步电机无法直接通过交流电源进行调速。为了克服这个问题, 并为了满足现代工业大生产的需要, 人们也开发出了多种调速的方式, 使交流异步电机可以更加灵活和可控。本篇文章将对交流异步电机变频调速进行深入的分析 and 探讨, 分别从其原理和应用两个方面, 做出详细的介绍。

关键词: 交流异步电机; 变频调速; 控制方式

引言

交流异步电动机由于结构简单、容易制造、价格便宜、维护简便等多种优点, 在国民生产各行各业和人们日常生活中得到广泛应用。交流异步电动机与直流电动机相比启动性能和调速性能较差, 交流异步电动机的调速方式有变极对数调速、变频调速、串级调速、液力耦合器调速、电磁调速等, 论文主要探究了交流异步电机变频调速的应用, 控制方式以及注意事项。

1 交流异步电机变频调速系统的优势

1) 效率提高。交流异步电机变频调速可以使电机在低转速时保持相同的功率输出, 从而达到能耗的降低和运转效率的提高。这一特性能够在传动系统的性能增加的同时, 减少成本和能耗。2) 高效控制^[1]。交流异步电机变频调速的高效控制特性, 能够精确控制电机的负载电流和转速, 从而使得整个系统的操作更加稳定和可靠。同时, 其高效的控制系统也能够更精确地利用电机驱动的机械部分, 使之运作更加平稳。3) 减少噪音。交流异步电机变频调速也能够减少工作过程中产生的噪音。这一特性被广泛应用于工作环境相对安静的场合, 例如医院、电影院、办公室、住宅楼等场所。4) 低用电成本和维修费用。交流异步电机变频调速可以在保证电机运行效率的同时, 大大减少了用电成本和维修费用。其更加精细的控制方式可以使电机输出转矩和输出功率与负载所需相匹配, 从而让电机能够以较小成本进行运营, 达到节能效果。

2 交流异步电机变频调速原理

2.1 变频调速概述

变频调速是通过变换电源频率, 从而实现交流异步电机的调速。根据电机的负载情况, 通过调节输出电压和电流的大小和相位来调节电机的转速。因此, 变频调速可以实现更加灵活、可控的电机运行状态, 大大提高

了其运用的范围和效率。

2.2 交流异步电机的基本结构

交流异步电机由定子和转子两部分组成。定子上绕有三相对称的绕组通电后, 在定子绕组内产生旋转磁场, 而转子内也会由于感应的电动势和电流, 在旋转磁场的作用下稳定地旋转。在运行过程中, 电机的旋转速度受到电源电压和频率的影响, 直接影响到电机的输出转矩和维持电机稳定工作所需要的负载电流大小^[2]。当负载变化时, 电机的输出转矩也需要随之变化, 进而影响电机的转速, 因此需要采用变频调速技术来实现调节电机的转速, 以及保证电机的运转平稳性。

2.3 变频调速原理

交流电机变频调速系统以变频器为核心控制设备, 在其内部实现电源频率的变换和输出电压和电流的控制。当电机的转速需要调节时, 变频器内部的控制单元探测电机的实时速度和负载情况, 从而根据特定的转速条件, 输出带有特定频率和幅值的交流电源供应到交流异步电机中。其中, 变频器的输出电压和电流的特性与电机需要调节的转速配合协同运作, 以达到最佳的运行状态。通过变频调速技术, 就可以实现对交流异步电机的频率和电压进行精确调节, 从而达到控制转矩和电机转速的目的。这种调整方式可以使电机运行平稳, 转速控制更准确, 增加了电机的寿命, 并且降低其在工作时所产生的噪音, 增强了电机的灵活性, 使其可以适应更多种应用场合。

3 交流异步电机变频调速的应用

异步电机变频调速技术是应用领域非常广泛的一类电气控制技术。由于其相

对较低的成本和良好的性能, 异步电机变频调速技术在工业控制、特殊领域应用、节能以及环保措施中都具有非常广泛的应用。下文将详细探讨异步电机变频调

速的具体应用场景。

3.1 电力系统应用

1) 风力发电。异步电机变频调速技术在风力发电中具有极为重要的地位。

风力发电需要对风能捕捉、调节和转换系统进行优化,因此需要利用异步电机变频调速技术,实现对各个阶段的调控,从而使设备更加稳定和高效。2) 发电机控制。针对发电机启动、同步和控制等需求,异步电机变频调速技术可以实现发电机启动、同步、运行和负荷调节等操作。通过监测电机的输出量来调整电机的转速和转矩,以达到更加稳定和高效的运行状态^[1]。3) 水泵系统。异步电机变频调速技术可以广泛应用于各种水泵系统中。通过对泵电源变频加以控制,可以减少无效工作和能源消耗,增强泵的稳定性和效率。异步电机变频调速可以达到更高的水泵输出量和效率。4) 冷却塔。冷却塔是工业生产和商业场所中的一种重要的热交换设备。异步电机变频调速可以用于对冷却塔的电机进行控制,以实现对塔运行的灵活性和更高的控制精度,使设备的运行更加节能、稳定和可靠。

3.2 工业应用

1) 制药生产。制药生产过程中需要对各种机械设备进行精确定量的调控。

异步电机变频调速在制药生产中可以用于传送系统、混合机、分离机、干燥机、切片机和包装机等设备的控制和调节,以实现生产过程的自动化、精准和高效。

2) 纺织生产。纺织生产的需要对各种机器进行自动化和高效能的控制,例如高速缝纫机、织布机、细节雕刻机、印花机和绣花机等。异步电机变频调速技术可以帮助纺织行业工程师实现对这些设备的高效控制,从而提高生产效率、降低成本和提升产品质量。3) 自动化物流仓储系统。物流仓储系统需要对设备进行更加高效、精确的运作。异步电机变频调速技术可以控制输送带、搬运设备和货架机器等设备,减少能耗,使系统更加灵活可控,有利于提高设备的使用寿命和生产效率。4) 电线电缆生产。异步电机变频调速技术在电线电缆生产中应用广泛,常用于旋转机、捻合机、抽包机和挤出机等。5) 钢铁冶金行业。钢铁冶金行业是一个重要的制造业领域,异步电机变频调速技术在这个行业中的应用也非常广泛。例如,在产线中钢铁热轧生产设备中,异步电机变频调速技术可以实现对轧机转速、张力、卷取张力等全范围、全过程的控制,从而提高钢铁生产的效率和品质。

3.3 节能环保应用

1) 建筑节能。建筑节能是一个复杂的过程,需要考

虑许多不同因素。由于建筑物内的温度变化、人员流动性和环境策略等不同因素,异步电机变频调速在建筑节能中得到广泛应用。异步电机变频调速可以实现高效的节能管理,控制供应的热量、水和电的供给等,从而减少耗能和减少排放。2) 水处理。异步电机变频调速可以广泛应用于各种水处理场合,例如水泵、水处理设备和污水处理设备等。通过对水泵的控制和变频,可以实现高效的水泵控制,使水处理的效率更高,同时也可以降低能耗和保护环境。3) 振动控制。振动控制是一种可持续发展的节能环保技术,异步电机变频调速技术在这方面也有重要的应用。异步电机变频调速可以用于减少机器震动、控制噪音和减少运动摩擦,从而减少机器的磨损和能耗。

3.4 农业养殖

电机在农业养殖业中是非常重要的动力源,尤其是交流异步电机。它们常用在饲料机、插秧机、通风机、水泵、转鼓等设备上。然而,在传统的电机驱动系统中,常常存在能源浪费、运行效率低、机械损失较大等问题。变频调速技术的应用则可以解决这些问题,并具有更广泛的应用前景。1)对于饲料机的应用,因为需要精确控制饲料的配比和数量,传统的电机供电方式通常是通过滑阀调整出料量,这种供电方式比较粗糙,不仅需要大量能源,还容易导致操作不便,操作误差大等问题。而采用变频调速技术,则能够通过调整电机的转速,减少能源消耗、提高运行效率,同时实现精准的饲料比例控制,使饲料调配更加科学、精准和高效。2)对于通风系统的应用,变频调速技术也能够起到很好的节能效果,尤其是在夏季,通风系统使用率比较高时。此时,变频调速技术可以根据室内降温要求,自动调节电机的转速,使得通风效果更优化,同时减少能源浪费^[4]。3)对于转鼓驱动的应用,变频调速技术也可以使其安全运行,同时提高效率。有些转鼓的运行效率较低,使用传统的电机驱动方式常常只能在高负荷情况下使用,这样常会导致转鼓过早损坏。采用变频调速技术,可以使转鼓在低负荷运行状态下也能实现高效运行,有效保护转鼓,延长使用寿命,减少投入成本。

随着人们对环保和节能的需求不断增加,异步电机变频调速技术也将面临更多的机遇和挑战。未来,该技术将不断改进和升级,以满足更高的精度控制、更广泛的应用范围和更严格的环境要求等多方面的需求。在实践应用过程中,异步电机变频调速技术存在一定的安全风险和技术门槛。因此,在使用异步电机变频调速技术时,需要认真了解技术的基本原理和应用方法,同时需

要严格遵守相关的安全措施和规范。只有这样,才能保证异步电机变频调速得到更加稳定和安全的應用。

4 交流异步电机变频调速的控制方式

4.1 V/f控制

V/f控制是交流异步电机变频调速的一种主要控制方式。所谓V/f控制,即通过变频器来控制电机的电压和频率,从而实现对电机转速的控制。在V/f控制中,利用变频器中的电压源逆变器单元对直流电压进行控制,以达到实现不同转速的目的。V/f控制简单易行,系统构成简单,控制精度相对较低,适用于一些低精度、笼型异步电机的调速应用,如家电、机械加工、输送等领域。同时,V/f控制还具有自保护功能,如过电流、过载等故障出现时会自动停车,保护电机不受损害。然而,V/f控制也存在一些限制和不足,例如在低速运行时容易出现振荡和噪音;在高载和高转速运行时发挥效果不佳,且高精度调速难以实现等。因此,在实际应用中,需要根据运行条件和要求选择最适合的控制方式。

4.2 转差频率控制

转差频率控制是交流异步电机变频调速的一种控制方式。在转差频率控制模式下,电机的变频器控制器输出的是电机的差速转速,即设定电机的转速与现在电机运行转速之间的差值。随着差值的变化,控制器调整变频器的输出电压和频率,使电机的实际转速和设定转速相等,从而实现电机的稳定转速控制。在转差频率控制下,电机转速具有高度的稳定性和可靠性,并且可以实现较高的运行效率和节能效果。该控制方式适用于中小功率异步电机的精密控制,如工业自动化控制、风机、水泵、机床等设备。

4.3 矢量控制

矢量控制是通过矢量坐标电路控制电动机定子电流的大小和相位,以达到对电动机的励磁电流和转矩电流分别进行控制,进而达到控制电动机转矩的目的^[6]。通过控制各矢量的作用顺序和时间以及零矢量的作用时间,又可以形成各种PWM波,达到各种不同的控制目的^[5]。目前在变频器中实际应用的矢量控制方式主要有基于转差频率控制的矢量控制方式和无速度传感器的矢量控制方式两种。基于转差频率的矢量控制方式比转差频率控

制方式在输出特性方面能得到很大的改善,这种控制方式属于闭环控制方式,需要在电动机上安装速度传感器,应用范围受到限制。

4.4 直接转矩控制

直接转矩控制是依靠测量到的电机电压及电流,去计算电机磁通和转矩的估测值,在控制转矩后,从而控制电机的速度。直接转矩控制与矢量控制的区别是,它不是通过控制电流、磁链等量间接控制转矩,而是把转矩直接作为被控量控制,其实质是用空间矢量的分析方法,以定子磁场定向方式,对定子磁链和电磁转矩进行直接控制。与矢量控制相比省去了复杂的变换计算,系统直观、简洁,计算速度和精度都比矢量控制方式有所提高。

总体来说,异步电机变频调速的控制方式主要包括:V/f控制、转差率控制、矢量控制、直接转矩控制等。不同的控制方式适用于不同的工业生产环境和生产需求。通过深入了解这些方法,可以有效地优化异步电机的运行和控制,提高工业生产的效率和质量。

结语

交流异步电机变频调速在现代工业生产中具有非常重要的作用,它可以为生产过程提供更加高效的动力支持,同时还可以满足特殊负载的需求。从理论上讲,变频调速实现了电机功率的最大利用率,是利用现代科技推动经济和社会进步的必不可少的手段之一。

参考文献

- [1]韩亮.PLC的通讯功能在异步电机变频调速中的应用[J].工业控制计算机,2019,30(5):145-146.
- [2]刘彦华,乔建伟,吴宣东.YVF315~630系列高压变频调速三相异步电动机[J].电机与控制应用,2018,44(9):44-47.
- [3]朱延清,姜国平.“异步电机变频调速系统中的矢量控制策略及应用研究.”控制工程,2019:46-51.
- [4]张福荣,陈少坤.“基于双闭环控制的异步电机变频调速系统.”电力系统及其自动化,2018:95-99.
- [5]章启洪.交流异步电动机调速系统控制策略综述[J].通讯世界,2019,26(7):221-222.
- [6]孙彬.交流异步电动机故障综合诊断方法研究[J].百科论坛电子杂志,2019,(8):798.