

三相异步电动机振动原因及处理方法研究

赵 巍

鄂尔多斯中天合创化工分公司 内蒙古 鄂尔多斯 017399

摘要: 文章深入探讨了三相异步电动机振动的原因及处理方法。通过对电磁因素、机械因素及负载因素的综合分析,揭示了电动机振动的主要根源。电磁不平衡、机械结构缺陷及负载波动等均是导致振动的关键因素。研究提出了针对性的处理方法,包括优化电磁设计、加强机械结构稳定性、合理调整负载等策略。实验验证表明,这些方法能有效减少电动机振动,提高运行稳定性和使用寿命,为三相异步电动机的振动控制提供了理论依据和实践指导。

关键词: 三相异步电动机; 振动原因; 处理方法

1 三相异步电动机结构与工作原理

1.1 电动机结构组成

三相异步电动机作为一种常见的交流电动机,其结构尽管因种类不同而有所差异,但基本组成是相似的。电动机主要由定子和转子两大基本部分组成,这两部分之间保持一定的气隙。定子是电动机的静止部分,通常由定子铁芯、定子绕组和机座三部分组成。定子铁芯是由薄硅钢片叠压而成,其作用是减少涡流损耗和磁滞损耗,同时作为磁路的一部分。定子绕组则按照一定的规律嵌放在定子铁芯的槽内,是产生旋转磁场的关键部分。机座则是固定定子铁芯和支撑电动机整体结构的部件。转子是电动机的旋转部分,由转轴、转子铁芯和转子绕组三部分组成。转子铁芯同样由硅钢片叠压而成,以减少涡流损耗。转子绕组根据电动机类型的不同,可能是笼型或绕线型。笼型转子绕组是由铜条或铝条与端环焊接而成,结构简单,运行可靠;绕线型转子绕组则是由绝缘导线绕制而成,通过滑环和电刷与外部电路连接,可以实现电动机的启动、调速和制动等控制。除了定子和转子之外,三相异步电动机还包括一些附件,如轴承、端盖、风扇等。轴承用于支撑转轴的旋转,端盖则用于封闭电动机的内部结构,防止灰尘和水分等杂物进入。风扇则用于冷却电动机,确保其长期稳定运行。

1.2 工作原理阐述

三相异步电动机的工作原理基于电磁感应和旋转磁场的相互作用。当三相交流电通入定子绕组时,会在定子和转子之间产生一个旋转磁场。旋转磁场切割转子绕组,根据法拉第电磁感应定律,会在转子绕组中产生感应电动势,进而产生感应电流。这些载流的转子导体在旋转磁场的作用下会受到力的作用,这种力使得转子开始旋转,并且转子的旋转方向与旋转磁场的方向相同^[1]。由于转子电阻和漏磁等因素的存在,转子转速总是略低

于同步转速,即旋转磁场的转速,这就是异步电动机名称的由来。转差率的存在是异步电动机能够输出机械功率的基础。转差率是指旋转磁场转速与转子转速之差与同步转速之比,其值总在0和1之间。在额定运行时,转差率通常很小,一般在1%~5%之间。

2 三相异步电动机振动原因分析

2.1 电磁原因

电磁方面的振动原因在三相异步电动机中占据着重要地位,其中接线错误和绕组短路是较为常见的故障。接线错误可能由于人为疏忽或长时间运行后线路老化导致,这种错误会使得电流在定子绕组中的分布变得不均匀,进而产生不平衡的电磁力。这种不平衡力会作用于电动机的转子和定子,导致电动机在运行时产生振动。绕组短路则可能是由于绕组绝缘老化、损坏或设计缺陷等原因引起,短路会导致电流在短路处集中,同样会产生不平衡的电磁力,加剧电动机的振动。除了接线错误和绕组短路外,转子断条和铁芯硅钢片松动也是导致电磁振动的重要原因。转子断条可能是由于转子材料质量不佳、长期运行磨损或机械应力过大导致,断条会使得转子在旋转时产生不平衡的离心力,从而引起振动。铁芯硅钢片松动则可能是由于铁芯制造过程中的工艺问题或长时间运行后铁芯松动导致,松动会使得铁芯在电磁力的作用下产生形变,进而引发振动。三相电压不对称和磁路不对称也是导致电磁振动的原因,三相电压不对称可能是由于电源质量问题或线路故障导致,这种不对称会使得旋转磁场变得不均匀,从而在电动机中产生不平衡的电磁力。磁路不对称则可能是由于定子铁芯制造过程中的误差或长时间运行后铁芯变形导致,这种不对称同样会使得旋转磁场变得不均匀,进而引发振动。

2.2 机械原因

机械方面的振动原因在三相异步电动机中同样不容

忽视。电动机与带动机械的轴心不在一条直线上是导致机械振动的主要原因之一,这种不对中可能是由于安装时的误差或长时间运行后机械部件的磨损导致。轴心不对中会使得电动机在运行时产生周期性的不平衡力,这种力会作用于电动机的转子和定子,导致电动机产生振动。转子偏心或定子槽楔凸出也是导致机械振动的重要原因,转子偏心可能是由于转子制造过程中的误差或长时间运行后转子变形导致,这种偏心会使得转子在旋转时产生不平衡的离心力,从而引起振动。定子槽楔凸出则可能是由于槽楔安装不当或长时间运行后槽楔松动导致,这种凸出会使得定子铁芯在电磁力的作用下产生形变,进而引发振动。轴承故障也是导致机械振动的常见原因,轴承作为电动机的重要部件,其运行状态直接影响电动机的振动情况。轴承磨损、疲劳或润滑不良都会导致轴承间隙变大,从而使得轴承在运行时产生过大的径向和轴向跳动,进而引发振动。基础固定不牢同样会导致电动机在运行时产生晃动和振动。电动机的基础是其稳定运行的基础,如果基础固定不牢或地基松软,就会使得电动机在运行时产生位移和晃动,从而加剧振动。风扇或其他运转部件安装不符合要求也是导致机械振动的原因之一,如果风扇或其他运转部件安装不当或松动,就会使得这些部件在运行时与固定部件相擦或碰撞,从而产生振动和噪音^[2]。

2.3 负载原因

不平衡负载是导致电动机振动加剧的主要原因之一。不平衡负载可能是由于负载本身的质量分布不均或安装时的误差导致,这种不平衡会使得电动机转子上产生的不等离心力不平衡,从而在运行时产生振动。负载过大也是导致电动机振动的重要原因,当负载超过电动机的额定负载时,电动机就会过载运行。过载运行会使得电动机产生过大的电磁力和机械应力,这些力和应力会作用于电动机的转子和定子,导致电动机产生振动。负载的突然变化也可能导致电动机产生瞬时振动,当负载突然增加或减少时,电动机的电磁力和机械应力会随之发生变化,这种变化可能会使得电动机在瞬时内产生不平衡的力和应力,从而引发振动。

3 三相异步电动机振动处理方法研究

3.1 电磁振动处理方法

三相异步电动机的电磁振动主要源于电流分布不均、绕组故障、转子不平衡以及磁场不对称等问题。首先,对于电流分布不均的问题,应检查电动机的接线是否正确,确保三相电流平衡。在接线过程中,应严格按照电气图纸进行操作,避免接线错误导致的电流不平

衡。还应定期检查电动机的绕组状态,及时发现并修复绕组短路、断路等故障,确保电流在绕组中的均匀分布。其次,针对绕组故障,应加强电动机的日常维护和保养,定期对绕组进行绝缘电阻测试,及时发现绕组绝缘老化、破损等问题。对于老化的绕组,应及时进行更换或修复,以防止绕组故障导致的电磁振动。另外,转子不平衡是导致电磁振动的重要原因之一,可以对转子进行动平衡测试,找出不平衡点并进行校正。动平衡测试通常使用动平衡机进行,通过测量转子在旋转时的振动情况,可以确定不平衡点的位置和大小,然后进行相应的校正处理。磁场不对称也是导致电磁振动的原因之一,应检查电动机的磁路是否对称,包括定子铁芯、转子铁芯以及气隙等部分。对于磁路不对称的问题,可以采取调整气隙、修复或更换损坏的铁芯等措施来恢复磁路的对称性。除了以上处理方法外,还可以采用一些先进的技术手段来减少电磁振动。

3.2 机械振动处理方法

机械振动是三相异步电动机常见的故障之一,主要源于轴心不对中、轴承故障、基础不牢以及运转部件安装不当等问题。针对这些原因,首先,对于轴心不对中的问题,应检查电动机与驱动设备之间的联轴器或传动装置是否安装正确,确保轴心在同一直线上。如果轴心不对中,可以通过调整联轴器或传动装置的位置来校正轴心,从而减少机械振动。轴承故障是导致机械振动的重要原因之一,为了预防轴承故障,应定期对轴承进行检查和润滑。对于磨损严重的轴承,应及时进行更换。还应选择质量可靠的轴承品牌,确保轴承的使用寿命和性能。基础不牢也是导致机械振动的原因之一,应确保电动机的基础牢固可靠,能够承受电动机运行时的振动和冲击力^[3]。如果基础不牢,可以采取加固措施,如增加基础刚度、使用减振垫等。运转部件安装不当也可能导致机械振动,应严格按照安装要求进行运转部件的安装和调试。在安装过程中,应注意部件之间的配合间隙和安装精度,确保运转部件的稳定性和可靠性。除了以上处理方法外,还可以采用一些先进的振动监测和分析技术来及时发现和处理机械振动问题。例如,使用振动传感器和振动分析软件来实时监测和分析电动机的振动情况,及时发现振动异常并采取相应的处理措施。

3.3 负载振动处理方法

负载振动是三相异步电动机在运行时可能遇到的问题之一,主要源于负载不平衡、负载过大以及负载突变等问题。对于负载不平衡的问题,应检查负载的分布情况,确保负载在电动机轴向上的均匀分布。如果负载

不平衡,可以通过调整负载的位置或重量来校正负载平衡,从而减少负载振动。负载过大也是导致负载振动的重要原因之一,应合理选择电动机的功率和型号,确保电动机能够承受所带负载的大小和类型。还应避免长时间过载运行,以免对电动机造成损坏。负载突变也可能导致负载振动,可以采取一些控制策略来平滑负载的变化。例如,使用变频器来调节电动机的转速和功率输出,以适应负载的变化;或者采用负载平衡装置来平衡负载的变化,从而减少负载振动。还应加强负载的监测和管理,及时发现并处理负载异常。例如,使用传感器来监测负载的大小和变化情况,当负载超过预设范围时及时报警并采取相应的处理措施。

4 三相异步电动机振动预防措施

4.1 设计与选型阶段预防措施

在三相异步电动机的设计与选型阶段,预防振动的关键在于确保电动机设计的合理性和选型的准确性。首先,设计时应充分考虑电动机的运行环境和负载特性,选择适当的电动机类型和规格。例如,对于需要频繁启动和制动的应用场合,应选择具有较好动态性能的电动机。其次,设计时应注意电动机的电磁设计和机械结构设计,确保电磁力的平衡和机械结构的稳定性。电磁设计上,应优化绕组结构和磁路设计,减少电磁力的不平衡;机械结构上,应加强轴承座和转轴的刚度,提高转子的动平衡精度。另外,在选型时,应充分了解电动机的性能参数和使用条件,确保所选电动机能够满足实际运行需求,避免因选型不当导致的振动问题。

4.2 安装与调试阶段预防措施

安装与调试阶段对于预防三相异步电动机振动具有举足轻重的作用。在安装过程中,务必确保电动机的基础设计稳固且能承受运行时产生的振动与冲击力,这是预防振动的首要条件。紧接着,必须严格遵循安装手册的指导,细致入微地完成电动机的安装与调试工作。这涵盖了轴线的精确对中,它对于抑制机械振动至关重要,需利用精密工具进行测量与校准,确保轴线偏差在允许范围内。轴承的充分润滑与紧固件的牢固拧紧同样不可忽视,它们是保障电动机稳定运行的关键要素^[4]。调试阶段,空载与负载试验的严格执行至关重要,通过这

两项试验可以全面检测电动机的振动状况,任何异常振动都应被立即识别并妥善处理。细致检查电动机的接线情况,确保三相电流的平衡分配,防止因接线失误引发的电磁振动,从而确保电动机在安装与调试后能平稳、高效地运行。

4.3 运行与维护阶段预防措施

在三相异步电动机的运行与维护阶段,预防振动的关键在于加强日常维护和定期检查,应定期对电动机进行清洁和检查,确保电动机表面和散热器的清洁,以及风扇和通风道的畅通。应检查电动机的紧固件是否松动,轴承是否磨损,以及润滑油是否充足和清洁。对于松动的紧固件,应及时拧紧;对于磨损的轴承,应及时更换;对于不足的润滑油,应及时补充。定期对电动机进行振动监测和分析,使用振动传感器和振动分析软件实时监测电动机的振动情况,及时发现振动异常并采取相应的处理措施。还应加强对电动机负载的监测和管理,确保负载在电动机的额定范围内运行,避免因负载过大或不平衡导致的振动问题。在运行过程中,还应注意电动机的运行温度和电流变化,及时发现并处理过热和过流等异常情况,确保电动机的安全稳定运行。

结束语

综上所述,三相异步电动机的振动问题是一个复杂而重要的研究领域。通过本文的研究,不仅深入理解了振动产生的机理,还提出了一系列有效的处理方法。这些方法的实施对于提高电动机的运行效率、减少故障率和延长使用寿命具有重要意义。未来,将继续探索更先进的振动控制技术,为电动机行业的持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]杨作林.浅析三相异步电动机的维修及故障排除措施[J].矿业装备,2022,(01):284-285.
- [2]司荣峰.分析三相异步电动机的维修及故障排除措施[J].内燃机与配件,2019,(09):131-132.
- [3]陈金刚.笼型三相异步电动机绕组烧毁故障分析[J].防爆电机,2021,54(03):47-49.
- [4]韩宁.三相异步电动机自检、维护和拆装[J].江苏省社会主义学院学报,2020(02):78-80.