

伺服电机的安装与调试方法研究

张扶民

中国船舶集团有限公司第七一三所研究所 河南郑州 450000

摘要: 伺服电机, 这类转速可调的传动设备, 在众多领域如制造业、自动化控制、建筑施工之中拥有极其重要的地位。此种电机虽非特殊类型之马达, 其设计和应用却专注于达成极高的定位准确度、迅速的方向变换及满足一些独特性能需求。通过本篇文章, 我们对伺服电机的基本概念、各异型号以及安装与调整技巧进行了详尽阐述, 意在为相关领域的专业技术人员提供实质性的支持与指导。在此, 我们深入探讨了伺服电机, 一类在制造业、自动化技术以及建筑工程等众多领域得到广泛应用的可变速度传动机械装置。它们虽然并非某种特异性质的动力机, 但其设计与用途却专门针对确保极致的定位精确度、快速的方向切换以及满足特定的性能要求而来。通过对伺服电机基础知识、多样的机型分类以及配套的安裝及调试技术的介绍, 本文旨在向工程技术人员提供宝贵的参考信息和技术指导, 助力他们在相关领域的技术应用与实践中取得成功。

关键词: 伺服电机; 安装; 调试; 控制

引言

随着工业自动化技术的飞速发展, 伺服电机因其优异的控制性能、高效的能量转换以及良好的动态响应特性, 在各种精密控制系统中得到了广泛应用。从机器人技术到数控机床, 再到包装机械和纺织设备, 伺服电机的安装与调试技术已成为确保系统精度和稳定性的关键环节。因此, 深入研究伺服电机的安装与调试过程, 对于提升自动化设备的整体性能, 降低故障率, 延长使用寿命具有重要意义。然而, 伺服系统的安装与调试是一个复杂的过程, 涉及到机械安装、电气连接和软件参数设置等多个方面。不当的安装或者调试不仅会降低设备的运行效率, 还可能造成设备损坏, 给生产带来不必要的损失^[1]。鉴于此, 本文首先回顾了伺服电机的工作原理及其在自动化系统中的关键作用, 明确了研究的背景和意义。随后, 系统地分析了伺服电机安装与调试的技术要点, 包括但不限于机械安装准则、电气接线技巧及调试过程中的参数优化方法, 旨在为伺服电机的有效应用提供理论依据和操作指南。通过对这些关键技术的讨论, 本文期望为工程技术人员在实际操作中遇到的问题提供解决思路, 进而推动自动化技术的进步和应用。

一、伺服电机概述

伺服电机, 这种被广泛应用于闭环系统中的直线或旋转驱动装置, 以其快速与高精度的定位能力著称。区

别于传统的大型工业用电动机, 它并不适合于执行持续的能量转换作业。得益于其较低的转动惯量和较小的长形转子, 该电机能够实现迅速响应。其核心工作原则基于通过位置反馈机制来调控电机的转速和最终停止位置的一种高级控制系统。从组成结构上看, 伺服电机内置了反馈回路、控制单元以及其它必要的电子组件, 通过如编码器或转速感应器等装置来实现对转速和位置的精确控制。这一反馈机制将实际位置信号与设定的目标位置(即负荷所需的电机位置)进行比较, 从而检测两者间的偏差。若检测到位置误差, 一个专门的故障检测器会发出信号, 但这一信号本身并不足以直接驱动电机。因此, 紧接着在误差检测环节之后, 伺服放大器将介入, 对误差信号的电压和能量级别进行放大处理, 最终确保电机轴向调整至所期望的精确位置^[2-3]。

在这个高度专业化的执行装置中, 伺服电机被设计用于执行闭环控制系统下的直接或旋转动作, 它通过快速而准确的反应实现目标定位。与常见的重型工业用电动机不同, 此类电机不适合持续进行动能转换, 它的设计突出了快速响应的特性, 这得益于它较轻的惯性和特制的细长转子。伺服电机的运作机制基于一种能够通过反馈信号来调整其转速和最终位置的先进控制系统。内部结构包括了反馈回路、控制器以及其他关键的电子设备, 利用编码器或转速感应器等元件精确地控制转速和定位。当反馈信号与预设的目标位置发生偏差时, 系统会通过

比较两者差异来生成误差信号。然而，直接从故障检测器得到的信号强度不足以激活电机，需要经过误差放大器对信号进行放大，以确保电机能够调整至所需的精确位置^[4]。

二、伺服电机类型

在各种应用背景中，伺服电机的选型多样化，主要分为交流伺服电机与直流伺服电机两大类。对于伺服电机的评估，通常会基于以下三个关键维度进行考虑：首先是电机使用的电流类型，即是交流电还是直流电；其次是电机的换向机制，即电机内部是否使用了电刷进行换向；最后则是电机的转动方式，关注转子是进行同步运转还是异步运转。伺服电机的应用多样，可根据其工作原理分为交流伺服电机与直流伺服电机两大类。在评估伺服电机时，需综合考虑电流类型、换向机制以及转子的运动方式等关键因素。电流类型涉及交流与直流两种基本形式，其中，电机的转速控制方式根据电流种类有所不同：直流电机的转速与供电电压直接相关，而交流电机的转速则依赖于电压频率和磁极数量。换向机制分为有刷与无刷两种，直流伺服电机可以通过机械或电子方式实现换向。最后，转子的同步性或异步性也是重要的考量点。同步电机中，转子速度与电源频率同步；而异步电机，也称为感应电机，转子速度略低于电源频率。此外，直流伺服电机由多部分组成，包括直流电机本体、位置传感器、齿轮装置和控制电路。其控制机制依靠电位器输出的电压，通过改变PWM变换器上的脉冲宽度来调节电机转速或位置，以达到精确控制的目的。数字控制则通过PLC等设备产生控制脉冲，进一步提升控制精度。反馈机制确保电机能够精确到达或保持在指定位置，通过比较当前位置与目标位置的差异来调节电机运行，以消除误差^[5]。

电流类型是划分伺服电机最基本的标准，涉及到交流（AC）与直流（DC）电机。这两种电机在转速控制机制上存在显著差异：在直流电机中，其转速与施加的电压大小在一定负载条件下呈正比关系；而交流电机的转速则受到施加电压及其磁极数目的影响。虽然交流和直流电机都适用于伺服系统，但由于交流电机能够承受更高的电流，它们更频繁地被应用于需要高度重复性和精度的环境中，如机器人技术、在线生产等场合。

换向机制的选择涉及到电机是否采用电刷。在直流伺服电机中，换向可以通过机械电刷和换向器实现，也可以采用电子方式进行。这一点在选择电机时尤为重要，

因为它影响到电机的维护需求、寿命及运行效率。电刷式电机虽然在某些应用中仍有其优势，但无刷电机因其更高的可靠性和更低的维护要求而越来越受到青睐。选择合适的伺服电机时，不仅需要考虑到电机的电流类型，还要综合考量其换向方式和转动范围，以确保电机能够满足特定应用场合的要求。

一般情况下，有刷电机更便宜，操作更容易，而无刷设计则更可靠、更高效。整流器是一种能够周期性地改变转子与传动回路间的电流方向的转动电子开关。该系统包括一个圆柱形的转子和若干金属的接触部分。两个或多个被称作“电刷”的电触头，用诸如碳之类的柔软导电材料，按在整流器上，并在转动时与整流器的各个部件产生滑动接触。尽管目前大部分的伺服电动机采用的是交流无刷电动机，但是由于其结构简单、价格低廉，常被作为伺服电机的应用。在伺服系统中，最常用的就是永磁体。无刷直流电动机是一种以电子形式代替传统的电刷和换向器的换向装置，一般采用霍尔效应传感器或编码器。交流电动机一般采用无刷，但是也有像通用电动机那样能使用交流或直流电。

三、伺服电机的安装与调试

伺服电机的安装与调试是实现其高性能输出的关键环节，涉及到一系列精细操作和技术判断，确保电机能够在各种应用场景中稳定运行。本部分将详细介绍伺服电机的安装与调试流程，并结合实际操作中的技术要点进行分析。

3.1 伺服电机的安装过程

伺服电机的安装首先需要确保机械安装面的平整度和稳固性，避免因安装面的不平整而引起的机械振动。安装时，应先确认电机与驱动器的匹配性，以及电源、信号线的正确连接。在物理安装方面，需使用专业工具按照电机的安装指导手册进行，确保电机轴与负载轴的同心度和平行度，以减少运行时的机械摩擦和噪音。电机固定后，应对电机的编码器进行连接和配置，编码器是伺服系统精确控制的关键，需要根据电机和控制系统的要求正确接线。此外，安装过程中应注意电机的散热行为，采取适当的散热措施，确保电机在长时间运行中的温度稳定^[6]。

3.2 伺服电机的调试方法

调试伺服电机涉及参数设置、性能测试和故障诊断等多个方面。首先，需要通过控制器对电机进行基本的参数设置，包括电机类型、转矩限制、速度范围、加减

速时间等，确保电机按照预定的工作模式运行。在参数设置完成后，应进行初步的运行测试，检查电机的启动、停止、加速、减速等基本性能是否正常。此阶段，应特别注意电机的噪音和振动情况，异常情况可能是由安装不当或参数设置错误引起。接下来，进行更高级的性能调试，如位置控制、速度控制和转矩控制的精度测试，这需要结合实际应用中的负载条件进行。通过实际运行数据，对控制参数进行细致调整，直至电机能够以最佳状态运行。在整个调试过程中，应利用专业的测试仪器记录电机的运行参数，如电流、电压、转速和位置等，这些数据对于诊断问题和进一步优化电机性能至关重要。

3.3 结合实际的考虑

(1) 工作环境

伺服电机可能被部署在各种环境中，包括但不限于高温、高湿、尘埃多的或者有腐蚀性气体的环境。在高温环境下工作的电机，其内部温度可能会升高，影响电机绝缘材料的老化速度，从而缩短电机的使用寿命。对此，采取有效的散热措施，如增加散热风扇或使用散热片，以及选择适合高温环境的绝缘材料，是确保电机稳定运行的关键。在高湿环境或有腐蚀性气体的工作条件下，电机的防护等级需要特别考虑。防护措施包括使用防水防尘的外壳，以及选用抗腐蚀性能更好的材料制造电机部件。此外，对于电机的通风系统设计也需要考虑环境因素，避免湿气和腐蚀性气体进入电机内部^[7]。

(2) 负载特性

伺服电机的负载特性包括负载的稳定性、变动频率以及最大负载能力，直接影响电机的选择和调试。例如，对于变负载应用，电机的控制系统需要能够快速响应负载的变化，确保电机输出的稳定性。此时，电机和驱动器的参数设置需要精确匹配负载特性，可能包括更细致的加速度和减速度的调整，以及转矩限制的设定等。

(3) 操作频率

操作频率，即电机启动和停止的频率，也是影响电机配置和调试的重要因素。高频率的启停操作会对电机造成更大的磨损，特别是对于有刷电机，频繁的启停会加速电刷和换向器的磨损。因此，针对高操作频率的应用场景，选择无刷伺服电机或采取特殊设计减少磨损，以及通过调试优化启停控制策略，可以有效延长电机的服务寿命。伺服电机的安装与调试不仅仅是技术操作的过程，更是一个全面考虑应用场景需求的解决方案设计

过程。技术人员需要充分考虑电机工作的环境条件、负载特性以及操作频率等因素，通过精确的配置和调试，确保伺服电机能够在各种条件下稳定、高效地工作。

结语

伺服电机的安装与调试是一个复杂而精细的过程，它要求操作者不仅具备相关的专业知识，还需要严格遵循安装指南，确保每一步骤都准确无误。其次，正确的工具与设备对于伺服电机的安装至关重要，合适的工具能够大大提高安装效率，减少可能的故障风险。此外，伺服电机调试的过程中，细致的参数设置和精准的位置调整是保证电机最佳工作状态的关键。通过反复测试和调整，可以确保伺服电机在实际应用中达到预期的性能表现。通过本研究，我们不仅为技术人员提供了一套系统的安装调试指南，还为伺服电机的更广泛应用奠定了坚实的基础。未来，随着技术的进一步发展和实践经验的积累，我们相信伺服电机的安装与调试技术将更加成熟，为各行各业的自动化与智能化升级提供有力支持。

参考文献

- [1] 周俊. 浅议伺服电机的安装与调试[J]. 中国设备工程, 2022, (17): 101-103.
- [2] 张保学. 基于PLC控制的机电一体化设备的安装与调试[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(06): 39-40+44.
- [3] 谭邦俊. FANUC OiT 数控车床进给轴安装与调试[J]. 盐城工学院学报(自然科学版), 2019, 32(03): 46-51.
- [4] 舒雨锋, 范四立, 刘志伟. 基于工作过程的数控机床安装与调试课程改革——三轴伺服电机及行程开关的接线工程化教学案例实施[J]. 教育教学论坛, 2019, (18): 125-126.
- [5] 詹俊钢, 谭娜, 汪海涛. 基于《自动线安装与调试》的项目式课程改革探索[J]. 山东工业技术, 2019, (01): 228+242.
- [6] 李国良, 农胜夫, 陆景安. 一种伺服桌式包边机安装调试方法探讨[J]. 装备制造技术, 2017, (03): 118-120+139.
- [7] 黄蓉, 霍志恒. 伺服泵站系统的工作原理及安装调试步骤[J]. 佛山陶瓷, 2015, 25(06): 39-41.