

# 高精度铝带切边机的电气自动化控制策略与实践

聂其坡

河南中孚实业高精铝材公司 河南 巩义 451200

**摘要:** 本文探讨了高精度铝带切边机的电气自动化控制策略,从硬件选型、控制系统设计、控制策略实施等方面进行了详细论述。通过合理的设计与实施,实现了高精度铝带切边机的自动化控制,提高了生产效率和产品质量。

**关键词:** 高精度铝带切边机; 电气自动化控制; 控制策略; 生产效率

## 引言

随着铝加工行业的快速发展,对铝带切边的精度和效率要求越来越高。高精度铝带切边机的电气自动化控制成为提高生产效率和产品质量的关键。本文将从硬件选型、控制系统设计、控制策略实施等方面进行详细探讨。

### 1 高精度铝带切边机硬件选型

#### 1.1 主传动系统

主传动系统对电机速度控制要求极高,推荐采用西门子S120多传动装置。该装置凭借先进的控制技术,确保电机低速时转矩稳定,避免切割误差,且动态响应迅速,灵活适应切割需求。系统配置两套整流电源模块,分别支持AC690V回馈整流和AC400V基本整流。电机控制由逆变装置实现,每个电机独立控制,确保精度。CU320-2PN控制单元负责指令发送与接收,通过Profinet通讯网络与S7-1500西门子程控器系统无缝连接,提升系统安全、稳定性和响应速度。柜内装电机传动模块,配合S7-1500程控器及分布式子站,实现整个机组的高效控制。

#### 1.2 切割系统选型建议

切割系统的精度和响应速度对切边质量至关重要。因此,建议选用高精度伺服电机作为切割系统的驱动源。伺服电机应具备高速响应、高精度定位、低噪音等特点,以确保切割位置的准确性和稳定性。同时,伺服电机的额定功率和扭矩应根据切割刀具的规格和铝带的厚度来选择,以确保切割过程中的力量足够且稳定<sup>[1]</sup>。为了实现切割位置的精确控制,应构建闭环控制系统。该系统应包括位置传感器、伺服控制器和伺服电机等组件。位置传感器用于实时监测切割刀具的位置,并将数据反馈给伺服控制器;伺服控制器根据反馈数据调整伺服电机的运行,以确保切割位置与预设值一致。

#### 1.3 检测系统选型建议

为了实时监测铝带的移动距离和切割位置,应选用高精度位移传感器。位移传感器应具备高分辨率、高稳定性、易于安装等特点,以确保测量数据的准确性和

可靠性。同时,传感器的测量范围应根据切边机的具体尺寸和切割要求来确定。为了实时监测切边的尺寸和形状,建议采用激光测距仪。激光测距仪应具备高精度、非接触式测量、易于校准等特点,以确保测量数据的准确性和稳定性。同时,激光测距仪的测量范围应覆盖整个切边区域,以确保对切边质量的全面监测<sup>[2]</sup>。

### 2 高精度铝带切边机自动化控制系统设计

#### 2.1 S7-1500西门子程控器

在精度铝带切边机的自动化控制系统中,可以选用西门子程控器S7-1500作为核心控制器。S7-1500不仅编程灵活、可靠性高,而且能够完美满足切边机复杂且高精度的控制需求。系统通过Profinet现场总线,实现程控器S7-1500与西门子交流传动模块S120、ET200SP子站的高效通讯。这一设计确保了控制指令的准确传达与实时反馈,使得整个系统更加安全、稳定且响应迅速。在控制逻辑方面,S7-1500程控器负责接收并处理来自各类传感器的实时数据,如铝带位置、切边尺寸等关键信息。这些数据经过精确计算后,转化为对电机转速、切割位置等核心参数的精细控制指令,从而确保切边机能够按照预设的精度要求稳定运行。此外,S7-1500程控器还支持模块化、结构化的编程理念,便于将复杂的控制逻辑分解为多个易于管理和维护的功能模块。这不仅提高了程序的可读性和可维护性,还为后续的功能扩展和升级提供了极大的便利。在硬件配置上,程控器柜内放置了S7-1500 CPU主站,负责控制辅助泵站、自润滑电机、废料运输车、废料提升电机等所有交流恒速电机。同时,伺服电机控制柜则完成了废边压辊电机、圆盘剪侧隙调整电机和圆盘剪重叠量调整电机的伺服控制,确保整个切边过程的精准与高效。

#### 2.2 人机界面

在精度铝带切边机的自动化控制系统中,人机界面(HMI)作为操作人员与机器之间沟通的桥梁,其设计至关重要。我们提议采用触摸屏作为人机界面的核心

组件, 以提供直观、易用的操作体验和全面、实时的状态显示功能。为了确保人机界面的稳定性和可靠性, 我们还应选择高质量的触摸屏组件和先进的控制系统软件。触摸屏应具备高分辨率、高亮度、抗干扰能力强等特点, 以确保在各种环境下都能提供清晰的显示效果。控制系统软件则应具备完善的权限管理、数据加密和故障恢复功能, 以确保系统的安全性和稳定性。触摸屏设计能够极大地简化操作人员的操作流程。通过直观的图形界面和触控操作, 操作人员可以轻松完成参数设置、模式选择等任务。这种设计不仅降低了操作难度, 还提高了工作效率, 使得即使是非专业操作人员也能在短时间内掌握设备的操作方法。在状态显示方面, 触摸屏能够实时展示切边机的各项运行参数和状态信息, 如电机转速、切割位置、切割速度、系统压力等。这些信息以图形、数字或动画的形式呈现, 使得操作人员能够一目了然地了解设备的当前状态, 从而及时作出调整或决策。此外, 触摸屏还支持历史数据查询功能, 操作人员可以随时查看过去的运行记录, 为生产管理和故障分析提供有力支持。故障诊断功能是人机界面的另一大亮点。当切边机出现故障时, 触摸屏会立即显示故障信息, 包括故障类型、故障位置以及可能的故障原因等。这有助于操作人员迅速定位问题并采取相应的解决措施, 从而缩短故障处理时间, 减少生产损失。同时, 触摸屏还支持远程故障诊断功能, 通过与远程技术支持团队的连接, 可以更快地解决复杂故障问题。

### 2.3 网络通信

在高精度铝带切边机的自动化控制系统中, 网络通信作为连接S7-1500西门子程控器、人机界面(HMI)及上位机的关键纽带, 其性能和稳定性直接关系到整个控制系统的运行效率和可靠性。因此, 推荐采用工业以太网作为网络通信的核心技术, 以实现数据的高速、可靠传输。工业以太网以其高传输速率和低延迟特性著称, 能够确保控制指令的实时传输和执行。在高精度铝带切边机的控制过程中, S7-1500西门子程控器需要实时接收来自HMI的操作指令和上位机的监控指令, 并根据这些指令对切边机进行精确控制。工业以太网的高速率传输能力能够确保这些指令在极短的时间内被S7-1500西门子程控器接收并处理, 从而实现切边机的快速响应和精确控制。除了高速率外, 工业以太网还具有极高的可靠性。它采用了先进的网络协议和冗余设计, 能够有效抵抗网络中的干扰和故障, 确保数据的稳定传输。在高精度铝带切边机的生产过程中, 任何网络中断或数据传输错误都可能导致生产中断或产品质量问题。因此, 工

业以太网的可靠性对于保障生产过程的连续性和产品质量的稳定性至关重要。此外, 工业以太网还支持多种通信协议和拓扑结构, 使得控制系统的组网更加灵活和方便。在高精度铝带切边机的控制系统中, 可以根据实际需求选择合适的通信协议和拓扑结构, 以实现S7-1500西门子程控器、HMI和上位机之间的最优连接。同时, 工业以太网还支持远程访问和监控功能, 使得操作人员可以在任何地点对切边机进行远程监控和调试, 进一步提高了生产效率和管理便利性。

## 3 高精度铝带切边机的电气自动化控制策略的实现

### 3.1 速度控制策略

在高精度铝带切边机的电气自动化控制中, 速度控制策略的实施是确保切边质量的关键环节。我们采用速度闭环控制策略, 并依托先进的变频器技术, 实现对主传动系统电机速度的精确调控。速度闭环控制策略的核心在于实时反馈与调整。具体而言, 通过在主传动系统中集成高精度编码器或速度传感器, 实时监测电机的实际转速。这些传感器将采集到的速度信号迅速反馈给S7-1500西门子程控器, 控制器则根据预设的速度曲线与实际转速的偏差, 通过算法计算出调整量, 并即时向变频器发出指令, 调整电机的输出转速。速度曲线的设定需严格依据切边工艺的要求。在切边过程中, 不同的铝带材质、厚度以及切割要求, 均会对速度曲线提出不同的需求。因此, 需通过大量的实验与数据分析, 结合切边机的机械特性与切割刀具的性能, 为每种切边任务量身定制最优的速度曲线。这条曲线不仅确保了切割过程的平稳性, 即避免了因速度突变引起的铝带抖动或切割误差, 还通过精确控制加速度与减速度, 有效保护了切割刀具与铝带边缘, 延长了设备的使用寿命<sup>[3]</sup>。变频器的选择与应用同样至关重要。选用的变频器需具备高精度的速度控制能力、快速的响应速度以及稳定的性能表现。通过变频器的矢量控制或直接转矩控制等先进技术, 可以实现对电机转速的高精度调节, 即使在低速运行状态下也能保持稳定的转矩输出, 从而确保切边过程的精确控制。此外, 还需关注速度控制策略的动态调整能力。在生产过程中, 若遇到铝带材质变化、切割要求调整等突发情况, 控制系统应能迅速调整速度曲线与变频器参数, 以适应新的切边条件, 确保切边质量的持续稳定。

### 3.2 位置控制策略

在高精度铝带切边机的电气自动化控制系统中, 位置控制策略是确保切边精度的核心环节。可以采用位置闭环控制策略, 并借助高性能的伺服电机与高精度编

码器,实现对切割位置的精确调控。位置闭环控制策略的核心在于对切割位置的实时反馈与精确调整。具体而言,在切割系统上安装高精度编码器,该编码器能够实时监测切割刀具的实际位置,并将位置信号精确反馈至S7-1500西门子程控器。控制器根据预设的切割位置目标与实际位置的偏差,通过先进的控制算法迅速计算出调整量,并向伺服电机驱动器发出指令,驱动伺服电机精确调整切割刀具的位置。伺服电机的选择对于位置控制至关重要。选用的伺服电机具备高响应速度、高精度定位能力以及稳定的性能表现。通过伺服电机的闭环控制特性,即使在复杂的切割环境下,也能确保切割刀具迅速而准确地到达预设位置,从而实现高精度的切边操作。切割位置和速度的设定需严格依据切边尺寸要求和切割工艺特性。通过对铝带材质、厚度以及切割刀具性能的综合分析,结合切割过程中的动态变化因素,为每种切边任务精心设定最优的切割位置和速度参数。这些参数不仅确保了切割过程的稳定性,还有效避免了因位置偏差或速度不当引起的切割误差,从而保证了切边精度的持续稳定。此外,还注重位置控制策略的自适应性和鲁棒性。在生产过程中,若遇到铝带材质变化、切割要求调整或外部干扰等突发情况,控制系统应能迅速调整切割位置和速度参数,以适应新的切割条件,并确保切边精度的稳定性。

### 3.3 反馈控制策略

在高精度自动化控制系统中,反馈控制策略是一种普遍且关键的技术手段,它对于确保系统输出与预期目标的一致性至关重要。对于高精度铝带切边机而言,这一策略同样发挥着核心作用。在该系统中,反馈控制策略主要依赖于一系列高精度的检测元件,这些元件能够实时监测切边过程中的关键参数,如切边位置和尺寸。

它们如同系统的“眼睛”,不断收集着实际运行状态的信息。这些监测数据随后被送入控制系统的核心——通常是一个先进的S7-1500西门子程控器(可编程逻辑控制器)。S7-1500西门子程控器会对这些数据进行快速处理,将其与预设的期望值或标准值进行比较。这一比较过程能够揭示出实际运行状态与理想状态之间的差距,即误差<sup>[4]</sup>。一旦识别出误差,控制系统便会立即启动校正机制。这通常涉及对系统输出(如切割刀具的位置或速度)的精细调整,以逐步减小并最终消除误差。这种调整是基于先进的控制算法和数学模型进行的,它们能够确保调整过程的准确性和高效性。值得注意的是,反馈控制策略并非静态的,而是需要根据实际情况进行动态调整。例如,当铝带的材质、厚度或切割要求发生变化时,控制系统必须能够相应地调整其控制参数和算法,以确保切边精度的持续稳定。

### 结语

高精度铝带切边机的电气自动化控制是提高生产效率和产品质量的关键。通过合理的硬件选型、控制系统设计和控制策略实施,实现了高精度铝带切边机的自动化控制。未来,随着技术的不断发展,将进一步优化控制策略,提高切边精度和生产效率。

### 参考文献

- [1]张柏良,全自动铝镁合金液压切边机.浙江省,浙江万丰科技开发股份有限公司,2018-12-08.
- [2]肖才远,一种铝合金型材切割装置及其使用方法.湖南省,邵阳学院,2020-11-13.
- [3]严继斌.数控等离子切割工艺在铝合金中厚板的应用[J].设备管理与维修,2024,(08):131-133.
- [4]陈勃,一种铝带板切边装置.重庆市,重庆奥博铝材制造有限公司,2018-11-02.