

嵌入式同步运动控制器在飞剪系统中的应用

固高科技（深圳）有限公司 李晓卉 潘诚 吴宏 蒋仕龙 吕恕 龚小云

摘要：

本文讨论了基于嵌入式同步运动控制器应用于飞剪系统的体系结构。通过对其深入研究，开发出相应的飞剪系统控制软件，给出了运动控制软件的基本功能模型。实现了嵌入式同步运动控制器通过 Profibus-DP 模块与 PLC 同时应用于飞剪系统的应用模式。

关键词：

飞剪、嵌入式运动控制器、PLC、Profibus-DP

1. 前言

钢铁加工业是我国国民经济基础产业，带材同步剪切设备是钢铁加工中的重要设备，长期来我国主要依赖进口，国产设备在精度和速度等重要指标上与国外设备差距明显。本文研究了一种飞剪系统的控制架构，提出了一种应用于飞剪系统的控制模式，利用嵌入式运动控制技术、现场总线技术（Profibus-DP），实现专用控制器+PLC 的控制模式，简化了控制结构，减少了故障，降低了维护难度。通过实验证明，该系统具有优良性价比和控制性能，从速度和精度指标来看，该系统最高送料速度可达 100m/min，剪切精度达到了 $\pm 0.3\text{mm}$ 。目前国内同类产品送料速度只有 70m/min，剪切精度只有 $\pm 1\text{mm}$ 。该系统的成功开发，有望解决长期困扰我国钢铁加工行业在钢板剪切轧制方面精度和速度不高的难题。

2. 系统架构

该体系结构的核心是固高公司自主开发的嵌入式同步运动控制器。该控制器核心是具有 PC-104 总线并自带高速 DSP 芯片的开放式同步运动控制卡，与固高公司自主开发的通讯从卡，符合 Profibus-DP 协议，构成具有现场总线通讯功能的嵌入式控制器。该控制器提供 4 路 16 位 D/A 模拟电压（ $\pm 10\text{V}$ ）输出，6 路 4 倍频差动式光电编码器反馈信号接口，输入信号频率最高可达 8MHz。可编程数字 PID+速度前馈+加速度前馈滤波方式，卡上 DSP 芯片具有专用同步控制程序，可以通过对送料计数编码器、剪刀位置编码器的监测，高频实时调整剪刀驱动电机，使剪刀在高速运动板材到达设定剪切

长度的同时运动到剪切点，并在同步区域保持与板材的同步运动。通过 PC-104 与运动控制卡连接的 Profibus 通讯从卡，和通讯主卡构成典型的 Profibus-DP 单主从控制系统。从卡通过 PC-104 与运动控制器通讯，一方面将运动控制器采集的数据、状态送给主机进行监视，另一方面将主机的参数设置、电机调整、误差补偿指令发送到运动控制器，以实现送料、剪切电机的控制。由于符合 Profibus-DP 协议，这一对主从模块可以与标准的 PLC 逻辑控制一起实现远距离、高速通讯。该系统硬件接线简单，满足了系统要求。

由于开卷电机、辗平电机、传送带电机，与主控柜距离较远，控制地点分散，综合考虑生产线的布局特点，本文作者采用了带有触摸屏（人一机接口）的 PLC 分布式控制方案。使现场布线、调试、维护十分便利。系统架构见图 1 所示：

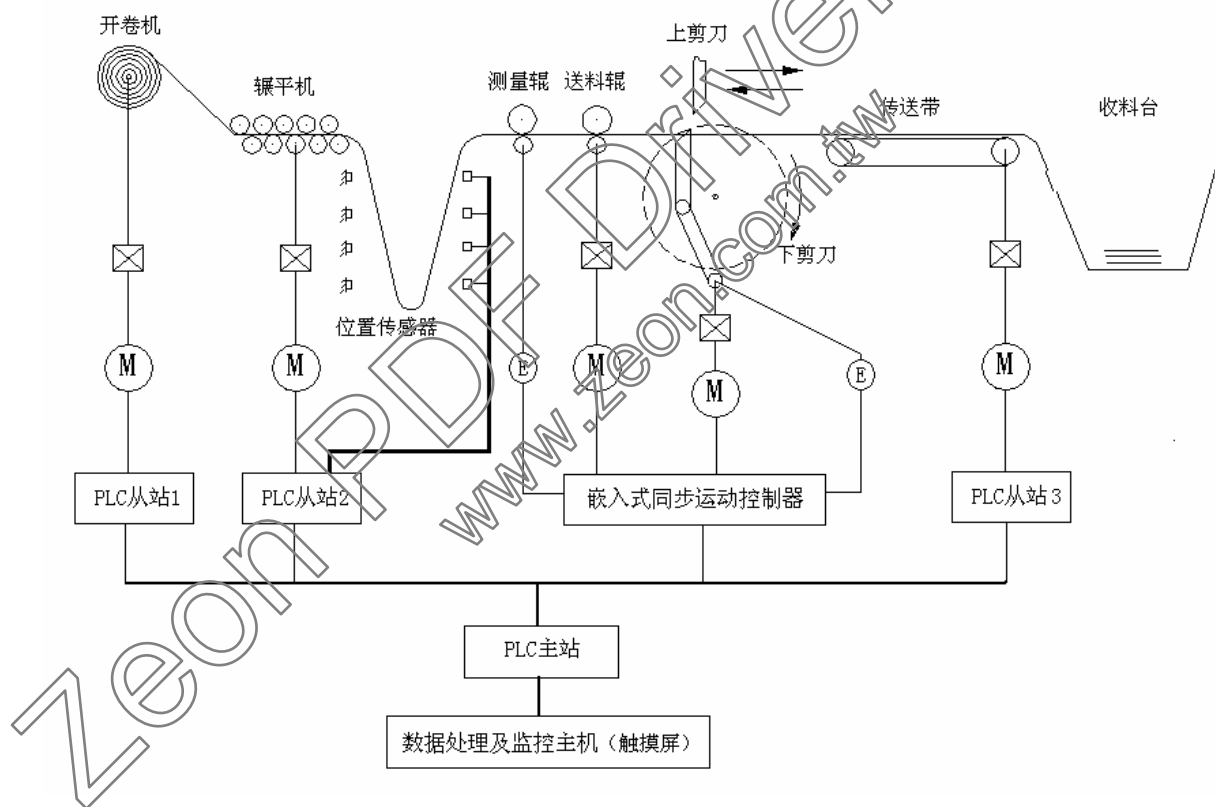


图 1 飞剪系统架构图

3. 系统控制软件

本系统控制软件是在纯 DOS 下用 C 语言开发的，DOS 系统的单任务性、准确的时钟中断管理，及其长期运行的稳定性，为工业生产提供可靠的保证。

飞剪控制系统由同步剪切控制分系统、辅助设备控制分系统、异常情况处理分系统组成。其中同步剪切控制分系统是控制同步剪切的专业功能模块。飞剪系统的功能树见图 2 所示。为了方便系统维护和生产管理，本文作者设计了辅助设备控制分系统和异常情况处理分系统。用户在生产的时候只需要输入需要剪切的长度，送料的速度和 PID 参数就可以进行生产了，操作非常简单，系统自动化程度高。整个系统的内外关系及边界见图 3 所示：

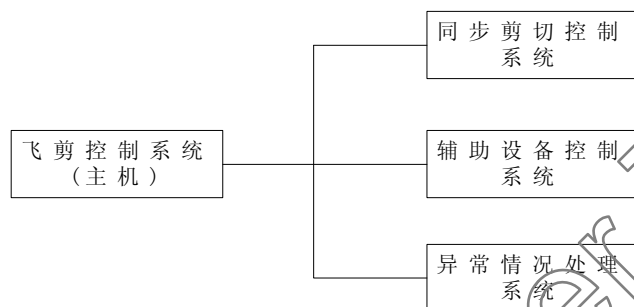


图 2 飞剪系统功能树

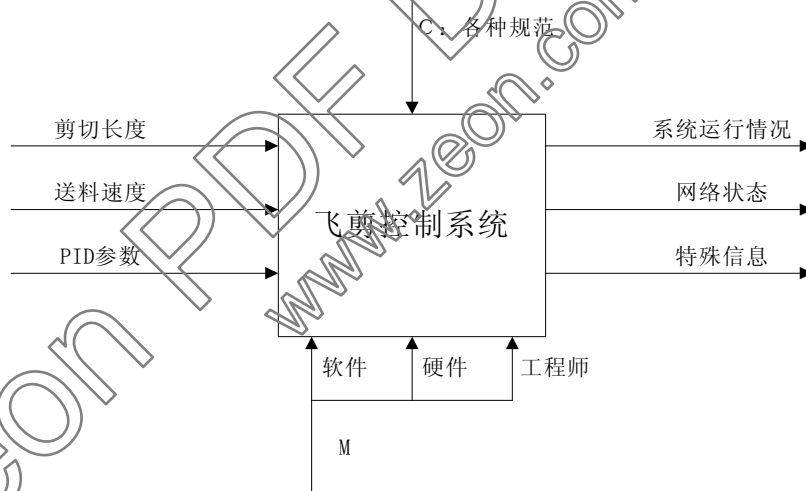


图 3 飞剪系统功能模型

4. 实验结果

下面给出了送料速度 $Vel = 100m/min$ ，剪切长度 $L = 1000mm$ ，加工时剪刀位置跟随误差值图；剪刀的实际速度图；剪刀的实际位置图：

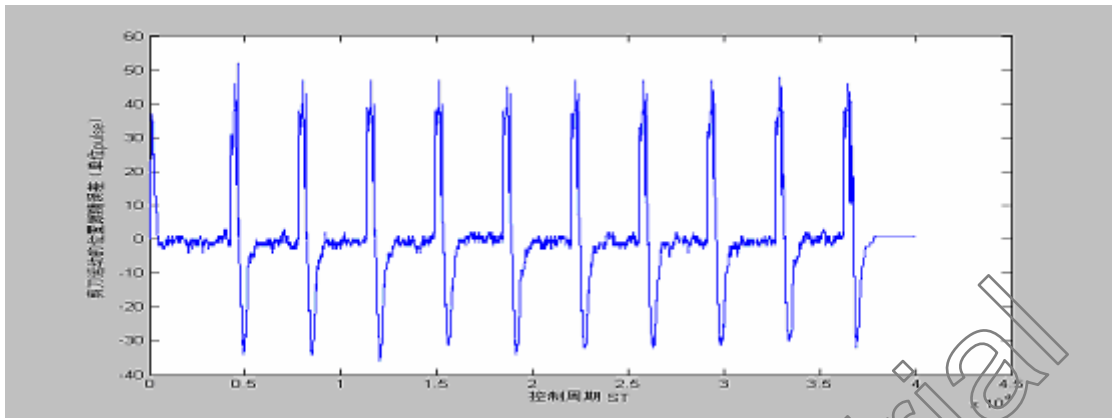


图 4 剪刀的位置跟随误差

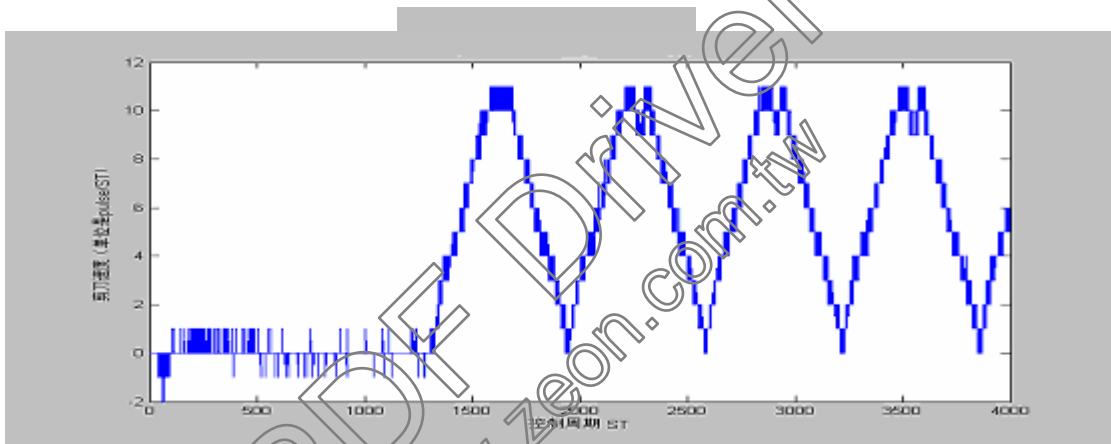


图 5 剪刀的实际速度

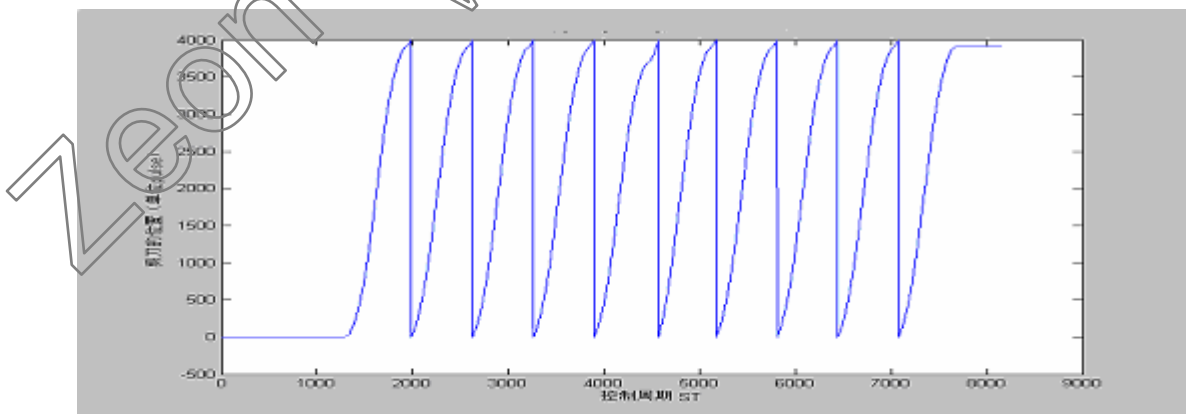


图 6 剪刀的实际位置

从图 4 可以看出剪刀的位置跟随误差收敛速度快，重复精度高，可以满足系统要求。如图 5 所示，剪刀实际速度曲线为梯形曲线规划，平滑、稳定。图 6 所示为剪刀的实际

位置曲线，可以看出对于同一送料速度、剪切长度下，重复精度好。

5. 总结

本控制系统在飞剪生产线得到成功应用，具有以下特点：

- 采用了专用控制器+PLC的控制模式，降低了控制系统的构造难度，缩短了开发、调试周期，提高了可高性；
- 结构配置符合标准化、简单化和模块化原则，提高了整个系统的扩展性、可靠性和可维护性；
- 各控制模块之间通讯采用了高效通讯模块，提高了通讯速度，保证了控制系统的控制精度；
- 采用专用同步控制器，使主机提供高效人机接口，实现状态监控、参数调整以及自诊断。
- 采用现场总线通讯模式，简化了现场布线，降低了维护费用。

6. 参考文献

- [1] Huaming Li. The Application of Microprocessor in the synchronous control system. Electronic Technology, June 2002
- [2] 邹家祥 轧钢机械. 北京: 冶金工业出版社. 2000.2
- [3] 阳惠宪 现场总线技术及其应用. 北京:清华大学出版社,1999
- [4] 吴宏 通用运动控制技术的现状与发展, 2003年中国机械工程协会年会论文集
- [5] 蒋仕龙 开放式运动控制器及其应用, 2003年中国机械工程协会年会论文集
- [6] 曹海笑 同步剪切一站式改进方案. 现代制造, Vol 275, 2003