

# 皮带输送机智能化保护控制系统

高鹏飞（华阳集团一矿选煤厂，山西 阳泉 045000）

**摘要：**文章结合相关案例就皮带输送机智能化保护控制系统进行讨论，并对该系统的设计加以探讨和描述，希望能够为相关系统的设计与应用提供支持，使皮带输送机能够得到更好的应用，从而为相关领域的发展提供支持。

**关键词：**皮带输送机；智能化；保护控制系统

随着现代社会的发展，皮带输送机逐渐在各行业中得到了广泛的应用，并对相关行业的发展产生了一定的推动作用。但在对皮带输送机进行具体应用的过程中，受到诸多因素的影响，往往会出现各种各样的故障问题，而如果不能对这些故障问题进行有效的防控，不仅会对皮带输送机的平稳运行造成不利影响，还可能影响到相关单位的综合效益，而想要对这种情况加以改善，还需要相关领域针对皮带输送机做好智能化保护控制系统的研发工作，从而为皮带输送机的有效应用奠定坚实的基础。

## 1 案例分析

某单位在日常生产活动中，主要应用多组皮带输送机构建的运输系统来进行材料的输送活动，但由于该运输系统是由独立的皮带输送机构成，相互之间未能进行连锁，也没有设置相应的保护措施，所以系统当中存在着一定的安全隐患问题，具体如下：第一，电机与电动摆线滚筒主要采用柱销连接的方式进行练习。在实际生产当中，连接柱销经常会出现断裂的情况，而在此期间，电机仍然在运转，皮带则会在滚筒停止以后停止，因为没有设置必要的停机保护措施，在后续皮带持续运行的情况下，会在故障皮带上出现材料大量堆积的情况，进而导致皮带磨损、断裂，对生产活动的正常开展造成不利影响。第二，在皮带出现堵煤现象以后，虽然并不会造成柱销的损坏，但因材料大量堆积超出皮带输送机的承受能力，会造成“打滑”问题，即皮带停止运行，但摆线滚筒以及电机仍在运行，而这会使皮带磨损、断裂风险急剧攀升。第三，该单位在皮带输送机的应用过程中只设置了基本的过电流保护措施，且在电机电流数值设置方面，仅对模拟数据进行了应用，这也导致很多数据缺乏准确性。再加上皮带输送机之间缺乏密切的逻辑连锁关系，为了对皮带输送机的运行情况进行有效的监控，单位在现场进行了摄像头的设置，但由于现场环境较为恶劣，导致视频出现了信号传输质量不高的情况。最重要是，在皮带运行和停止时会出现较大的视觉差异，因此，并不能通过监控设备对运行的皮带输送机的运行状况进行有效的监控。

## 2 皮带输送机智能化保护控制系统

### 2.1 系统总体方案

本文设计的皮带输送机智能化保护控制系统，实际就是一种通用于皮带输送机的智能化诊断保护系统，通

过该系统能够自动检测皮带输送机运行期间的问题，包括，柱销断裂、过载、断带以及打滑等。并在发现问题以后可以发出声光报警，在关停故障皮带机的同时，将前面的皮带输送机连锁停机。系统的功能设计具体如下：

#### 2.1.1 集中监控机功能

首先，需要通过工业组态软件开发，和现场当中的智能仪表展开数据通讯。其次，要实现各电机运行参数的有效采集，包括温度、振动、电压以及电流等。同时对各皮带的速度以及状态进行采集。再次，能够将相关监测结果通过历史报表、实时报表以及工艺流程图等方式，从系统图形界面传递给用户；最后，需要结合各智能仪表的运行工况，对软件逻辑以及逻辑连锁进行处理，并能够对电机跳闸工作加以控制。

#### 2.1.2 智能仪表功能

主要选用智能仪表为皮带输送机的有效保护提供支持，各智能仪表需要采集滚筒电机的温度、电压、电流以及运行速度等。与此同时，智能仪表需要具备与 PLC 相似的继电器开关功能，能够与电机控制回路进行有效的连接，以此来满足电机连锁控制的相关需求。此外，智能仪表在逻辑处理功能方面应该具有较高的完善性，能够对电机当中的多种参数进行分析和处理。并且要配备标准化的通讯接口，便于组网及远程控制。

#### 2.1.3 PLC 功能设计

在皮带运行速度以及电机的电流、电压出现超过安全值的情况时，智能仪表会向 PLC 进行开关信号的传递。而借助 PLC 的输入和输出功能对电机控制器进行控制，能够实现故障电机及连锁电机的及时关停。

#### 2.1.4 测量传感器层设计

对于电机参数的测量需要通过各种传感器来实现，而对于传感器的选择，必须要满足以下要求：首先，安装和维护应该具有较高的便利性。其次，能够满足测量精度的相关要求；再次，具有较高的性价比。而需要准备的传感器包括速度传感器、电压互感器以及电流互感器等。

### 2.2 系统硬件设计

案例系统在硬件设计方面主要包含三个部分。即 PLC 控制、智能仪表硬件以及检测部分设计等。

首先，PLC 控制系统。在案例保护系统当中，需要通过 PLC 子系统对保护仪表发送的保护输入信号进行接收，然后根据连锁逻辑，对各皮带输送机的运行情况进

行控制。具体控制要求如下：第一，启动时，需要根据电机编号，按照从大到小的顺序，对牵引电机进行反向牵引，避免在下一级皮带没有平稳运行的情况下，就对上级皮带传送过来的材料进行接收，造成材料堆积的情况。第二，在某条皮带出现故障问题时，应逆着材料走向，针对故障皮带之前的牵引电机实施连锁跳闸，在相关操作完成以后，再关闭故障皮带的牵引电机，避免出现故障恶化的情况。第三，在正常情况下，系统将皮带机组关停，需要根据电机编号，顺着材料走向依次关停，确保皮带上没有材料。在 PLC 系统当中，输入信号除了针对各机组的故障信号以外，还包含整体启动和关停信号。而输出信号信号则包含各皮带输送机的电机接触器控制信号以及报警信号等。

根据案例企业要求，本系统主要对当前最新的微型 PLC 进行应用，由于该 PLC 设计较为紧凑，且具有良好的扩展性，因此，在自动控制领域的应用较为广泛。与此同时，该 PLC 属于独立的 CPU 单元，输入输出分别为 24 点和 16 点，电源输入为 220V 的交流电，而信号输入为 +24V，在输出方面则以继电器开关量输出为主，所以并不需要对相应的扩展模块进行设置，也不需要和其他设备设置通信联系。另外，为了使接触器收到的信号都能具有输出信号增大及隔离的能力，案例系统在接触器以及 PLC 之间设置了一组继电器。

## 2.3 系统软件设计

### 2.3.1 组态软件

在本系统当中，组态软件主要用于过程控制及数据采集，其能够通过各种组态方式的灵活应用，为用户提供相应的开发界面，而借助各种软件模块能够为监控层功能的实现提供相应的支持，并且能够与各硬件厂家生产的 I/O 与计算机产品形成良好的兼容性，确保系统与网络系统以及工控计算机的有效结合。最重要的是，其可以为管理层以及控制层提供相应的软硬件接口，进而实现系统的有效集成。而组态软件的特点具体如下：

#### 2.3.1.1 功能多样性

通过组态软件能够获得控制功能库以及数学模型库，而由于其组态模式较为灵活，能够对用户的测控需求进行有效的满足，并实现测控信息的有效记录、储存、分析、计算以及现实等。

#### 2.3.1.2 丰富的组态画面显示功能

借助组态软件，用户不仅能够获得丰富的作图工具以及编辑工具，还能获得海量的仪表图符、工业设备图符、数据分析图、趋势图以及历史曲线等。最重要是组态软件能够满足用户在界面方面的图形化需要，具体包括监控画面、Windows 风格窗口、滚动条、工具栏、信息区、按钮以及菜单等。而且画面丰富多彩，能够对相关人员的操作以及设备的运行进行有效的监管。另外，组态软件的开放性和通讯功能非常强大，其向上可以借助 TCP/IP 联络高层管理网络，而向下则可以和数据采集硬件进行通信。

### 2.3.1.3 资源共享和数据管理

组态软件主要是以 Windows 系统为基础的，对面向对象的相关技术以及动态连接库技术进行有效的应用，能够使控制系统的编程环境以及画面显示变得更为丰富，进而满足多任务的操作需求。

由于皮带机组的智能化保护系统在数据采集方面具有较高的要求，需要保证监控数据的实时性与可靠性，而这也要求组态软件必须要具备加强的时效性和可靠性。而在智能化系统当中，人际交互画面有着非常重要的作用，根据工程实际对组态软件的特点进行综合的考虑，所以将其作为系统的监管平台。

## 2.3.2 仪表控制软件设计

### 2.3.2.1 软件结构

本系统在控制程序方面，主要包含通信子程序、中断服务程序以及主程序等内容，在具体设计当中需要对模块化的设计技术进行应用，结合系统功能，可以将软件划分成多个具有独立功能的模块，如初始程序模块、人机接口模块、串行通信模块、数据采集模块以及输出控制模块等等。其中，初始模块能够对系统资源进行初始分配，具体包括显示、I/O、变量、ADC、时钟以及串行口等内容的初始化。在完成初始化以后，通过功能键的操作能够进入到相应的子程序当中，并结合键值选择按键功能。案例系统中，其仪表能够提供的参数多达 45 个，如电流、电压、报警时间设定、开机信号检测、模式变换以及速度限定调整等等。

### 2.3.2.2 按键显示程序

该程序涉及到参数设置、运行状态检测等功能，因为案例单位的情况，并不需要显示按键程序具有太高的实时性。所以，系统将显示案件程序设置成了查询方式，在达到查询采样等候时间以后，系统就会对按键程序进行执行和显示。

### 2.3.2.3 A/D 采样模块

在 A/D 转换模块当中设有采样保持电路以及电平发生器，其采样速率最大能够达到 200Ksps，并且其本身的抗干扰能力相对较强，能够对系统需求进行有效的满足。为了在采样周期相同的情况下完成采样工作，系统对采样定时中断法进行了应用。而数据的采集主要是借助单片机自带 A/D 实现的，通过内部 A/D 能够将外部硬件电路有效简化。系统的采样输入信号主要是经过转换的传感器电压信号，由于其具有较高的采样速率，因此，在实时显示的情况下，数值会出现较大的变动，所以需要对其进行滤波处理。

### 2.3.2.4 数据处理和数据控制模块

在对相关数据进行处理时，需要按照特定的顺序对各项采样值，确认其与正常范围是否相符。若出现数值超标的情况，输出控制模块会结合故障标志位的实际情况对继电器输出进行控制。通常皮带处在正常运行速度时，不需要应用模糊算法进行运算，这样能够将程序运行时间有效缩短。而如果皮带运行速度比正常值低，

则需要通过模糊运算对相关原因进行分析,并实施更正处理。

### 2.3.3 通信软件设计

当前阶段,单片机和组态网主要是借助动态数据交换来进行通信的,当然也可以通过相关通讯驱动程序的开发来实现通信。在 Windows 平台当中,动态数据交换是一个具有较强完整性的通讯协议,借助动态数据交换能够在应用程序间实现指令的发送及数据交换。但在对动态数据交换进行使用的过程中,会影响系统的可靠性和实时性,尤其是在多参数传送方面,容易导致部分数据的丢失。而如果自己对通讯驱动程序进行开发,具有较高的难度,且需要较长的开发周期。在本系统当中,下位机主要通过智能仪表来充当,而上位机则使用市面上较为先进的工控机来实现。

#### 2.3.3.1 通信接口

案例系统当中应用差分接收以及平衡驱动等方式进行信号的传输,能够将信号接地影响有效避免,从而保证了系统的抗干扰能力,使其传输速率能够达到 10Mb/s,而传输距离则可以达到 1200m,能够满足多数据连通设备的有效连接。

#### 2.3.3.2 通信协议

案例系统主要对 EIARS485 通信协议进行应用,其通讯方式以命令/响应为主。在通讯当中主动权由主局占据,主局通过呼叫能够与子局形成通讯连接,其可以通过相关命令的发送,对数据传输方向和内容进行传输。而子局则会根据主局的呼叫传输数据。

#### 2.3.4 PLC 控制软件设计

因为皮带输送机当中应用的保护系统主要是以原有系统为基础进行改造的,因此,PLC 控制电路是与原有控制系统相连的,两者之间能够形成联锁控制关系。在这种情况下,一旦某个电机产生故障问题,则故障电机与其相连电机都会随之停止。

## 2.4 系统抗干扰设计

### 2.4.1 光电隔离技术

将光电耦合器设置在输入输出通道当中,对于信息传输是非常有利的,其可以将微机系统与执行机构、开关以及各种传感器隔离开来,从而有效阻挡一部分的干扰问题。而光电耦合器件并不会影响到数字信号的传输,但对模拟信号,则需要通过线性光电耦合器件进行传输才能获得良好的隔离效果。本案例在电路设计当中,光电隔离技术的应用都是为了提高系统的抗干扰能力。而由于电压跟随器具有较高的输入阻抗,但输出阻抗相对较低,所以其在系统当中能够发挥提高带负载、隔离以及缓冲等作用。

### 2.4.2 硬件滤波电路

通常会在一些信号频率较低的传送电路当中应用低通滤波器,通过这种方法能够将高频干扰信号有效削弱。在本案例当中,仪表放大器当中的信号输出,也是通过低通滤波电路来降低高频干扰信号的,使得系统的监测

精度得到了极大的提升。

### 2.4.3 电源抗干扰

电网上的干扰能够通过电源线进入到相关设备当中,进而对设备正常运行造成不利影响。此外,设备本身形成的干扰信号也会通过电源线进入到电网当中,进而危害到网络当中的其他设备。为了避免上述情况的发生,可以将 LC 高频滤波网络设置在电源入口处,从而将高频干扰有效降低。

### 2.4.4 软件陷阱

在单片机失控的情况下,会导致程序错乱进入非程序所处区域当中,而应用软件陷阱则可以在未使用的程序储存器区域中,设置相应的跳转指令或者是海量的空操作,在这种情况下,程序进入到未用区域当中,无条件跳转指令就会自动运行,将其转到“跑飞”处理程序。而系统则会结合“跑飞”影响,确定是否对现场进行自动恢复或报警复位。

## 3 结语

综上所述,对皮带输送机加强智能化保护控制系统的开发与应用,能够实现皮带输送机的有效监控和保护,这对于皮带输送机的安全、稳定运行有着非常积极的作用,因此,相关领域应该对该系统保持高度的重视,要结合设备使用的具体需求及实际情况对保护系统进行合理的设置,使其能够在设备运行当中发挥更大的作用。

### 参考文献:

- [1] 徐迎曦,李传锋,舒云星.皮带输送机智能化保护控制系统[J].仪表技术与传感器,2019,12(6):3.
- [2] 张鑫,高兴昌.皮带输送机智能化保护控制系统概述[J].科学与信息化,2018,36(5):2.
- [3] 丁宇晶.带式输送机智能化保护控制系统[J].煤矿机械,2019,33(2):2.
- [4] 张艳红.探究皮带输送机 PLC 智能控制系统[J].中国化工贸易,2020(22).
- [5] 金从兵,余铭.管状皮带输送机跑偏扭曲保护控制系统:中国,CN104291089B[P].2018.
- [6] 张亮,方晋晋.带式输送机保护控制系统设计[J].山西煤炭管理干部学院学报,2019,27(3):2.
- [7] 郝志伟.基于人工智能的皮带输送控制系统优化研究[C]//煤矿自动化与信息化——第 28 届全国煤矿自动化与信息化学术会议暨第 9 届中国煤矿信息化与自动化高层论坛论文集,2019.
- [8] 李铁梅.智能液力偶合器为皮带输送系统智能化,无人值守添砖加瓦[C]//2019 冶金智能制造暨设备智能化管理高峰论坛会,2019.
- [9] 李传锋.胶带输送机智能化保护控制系统的研究[D].武汉:华中科技大学,2007.

### 作者简介:

高鹏飞(1986-),男,山西繁峙人,毕业于太原理工大学,本科,电气工程师。