

# 智能电表在密炼机炼胶中的应用

蔡超, 张志强, 蔡翔, 杨凡

(益阳橡胶塑料机械集团有限公司, 湖南 益阳 413000)

**摘要:** 在密炼机的生产中, 生产厂家需要运行人员, 每天对生产中密炼机的电能表进行所用的电能进行手工抄录, 并结合对比每天密炼机的产量的用电量, 单车次炼胶的用电量都是否一致, 并进行分析, 从而分析高设备的运行情况。然而人工抄表效率低, 生产线越多, 每天的人工耗时就越长, 通常耗时在一小时以上, 而且手工抄录数据, 精度较差。通过使用智能电表, 解决了人工抄表效率低, 及人工抄表无法抄读出电表内部小时段分项数据的问题, 并配合密炼机控制系统 SIMATIC S7-1500 PLC 进行 PN 通讯, 并快速准确的将电能表的信息传给用户的 MES 系统, 使用户更加精确科学的分析用电量, 从而提高设备的安全运行水平。

**关键词:** 智能电表; PLC; 密炼机

**中图分类号:** TQ330.493

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1009-797X(2024)08-0071-05

**DOI:** 10.13520/j.cnki.rpte.2024.08.015

随着工业技术的不断发展, 智能电表作为一种新型的电力计量设备, 可以实现对电能消耗的高精度测量和监控, 在制造业领域中得到了广泛的应用。同时, 在橡胶加工行业中, 密炼机是一种重要的橡胶生产设备, 其高能耗、高负荷的特点也给电力计量带来了很大的挑战。因此, 研究智能电表在密炼机中的应用, 对于提高橡胶加工行业的节能减排水平, 推动智能电表技术的发展, 具有重要的意义。

## 1 智能电表概述

### 1.1 智能电表的功能和特点

智能电表是一种集电力计量、通信、控制于一体的新型智能化电能检测设备。智能电表具有多种功能, 如电能计量、功率因数监测、负荷控制和故障检测等。与传统电表相比, 智能电表具有测量精度高、数据反映快、远程监控方便等特点, 可以为企业实现节能减排、提高能源利用效率等方面提供帮助。

### 1.2 智能电表在密炼机中的应用

密炼机作为一种在橡胶加工中广泛使用的设备, 根据其工艺配方的要求, 将橡胶材料进行混炼和预处理, 以达到所需的物理性能和化学性能。在其炼胶过程在, 电能消耗量大, 且电能负荷变化复杂, 因此需要对其进行精确的电能监测和管理。而智能电表可以应用于以下几个方面:

(1) 电能计量 智能电表可以精准读取每台设备的

电气参数信息, 包括电压、电流、功率和耗能等, 并将这些信息自动记录并转化为各类统计分析报告, 方便企业进行运营管理决策。

(2) 功率因数监测 智能电表可以实时监测功率因数, 使控制系统能够更精确地跟踪每个单元的能耗情况, 提高轮胎生产过程中原材料与能源的利用效率。

(3) 负荷控制 智能电表可以通过实时监控网络中的数据累积, 自动生成能耗曲线, 并通过把握负载规律调整生产节奏与产能, 达到最优的节能目标。

## 2 智能电表的设计与应用

### 2.1 系统配置

本次设计选用高精度的智能电表, 通过 profinet 通讯协议与西门子 S7-1500 PLC 进行数据交换, 构建密炼机电能监测系统。具体配置如下:

(1) 西门子 SIMATIC S7-1500 系列 PLC, S7-1513, 自带 PN 网口。

(2) 安科瑞 ADW300 系列智能电表, 软件版本 V1.2。

(3) 北京开疆智能 KJ-PNG-101 型协议转换网关、调试软件及 GSD 文件。

作者简介: 蔡超 (1987-), 男, 工程师, 本科, 主要从事密炼机电气控制系统的研究, 设计及电气调试工作。已发表论文 1 篇, 授权发明专利 4 项。

收稿日期: 2024-01-28

## 2.2 设计应用

安科瑞智能电表安装在密炼机炼胶用的高压变频器的进线柜上,通过 Modbus (RS-485) 与北京开疆智能 KJ-PNG-101 型协议转换网关进行网络之间的数据通讯,北京开疆智能 KJ-PNG-101 型协议转换网关通过 ProfiNet 与西门子 SIMATIC S7-1500 PLC 进行网络之间的数据通讯,具体拓扑图如下(见图 1)所示:

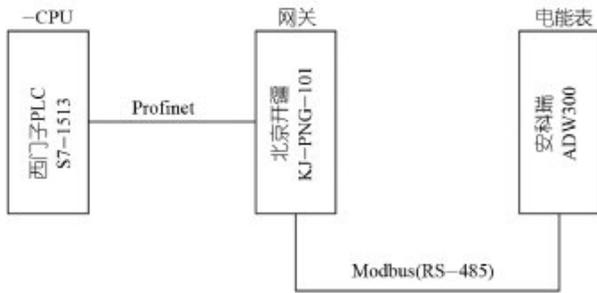


图 1 PLC 及网关网络拓扑图

根据上述拓扑图,我们进一步对本次设计中的硬件进行具体配置:

### 2.2.1 安科瑞智能电表

根据安科瑞智能电表安装使用说明书中的接线图,其端子 1 和端子 2 分别用于 220V AC 电源连接,同时,端子 21 和 22 和北京开疆智能 KJ-PNG-101 型协议转换网关连接,进行 Modbus (RS-485) 通讯。(见图 2),端子 11、12、14 则分别连接高压变频器预充柜 PT 二次侧的 A 相、B 相和 C 相,以支持电量测量。电流采样霍尔元件的 A 相、B 相和 C 相分别通过端子 4 和 5、6 和 7、8 和 9 与智能电表相连,并利用高压电流互感器 CT 的二次侧串联接入电流霍尔,以提高准确度(见图 3)。此外,还需在电表中设置好 PT 变比及 CT 变比(本设计中,PT 变比为 100,CT 变比为 1)。

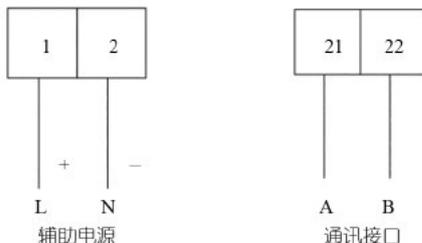


图 2 智能电表的辅助电源及通讯端口接线

### 2.2.2 西门子 SIMATIC S7-1500

首先,在西门子 TIA 软件的密炼机程序中,安装好北京开疆智能 KJ-PNG-101 型协议转换网关的 GSD 文件并完成组态,其中,图 4 为北京开疆智能

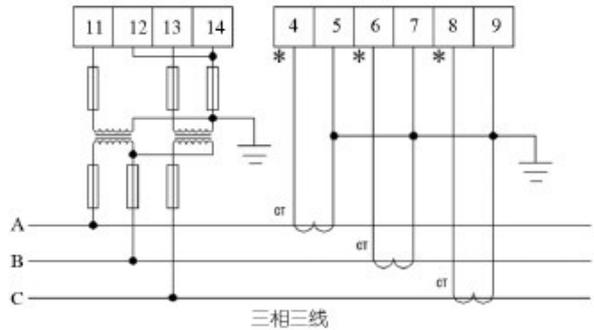


图 3 智能电表测量接线

KJ-PNG-101 型协议转换网关的 GSD 文件,图 5 为北京开疆智能 KJ-PNG-101 型协议转换网关在 PLC 中的组态。



图 4 北京开疆智能 KJ-PNG-101 型协议转换网关的 GSD 文件

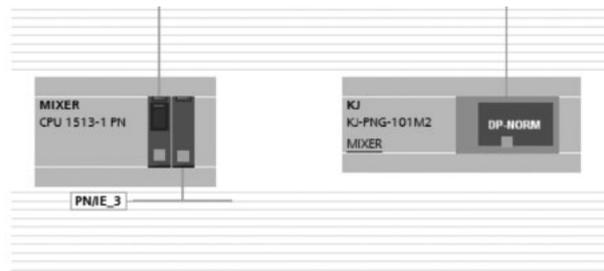


图 5 北京开疆智能 KJ-PNG-101 型协议转换网关在 PLC 中的组态

并组态好读取的总数据量(见图 6)(本设计组态了 512 个字节)。

模块	机架	插槽	I 地址	Q 地址	类型
KJ	0	0			KJ-PNG-101M2
Interface	0	0 X1			KJ
Input 512 bytes_1	0	1	866...1377		Input 512 bytes
	0	2			
	0	3			
	0	4			

图 6 PLC 中读取电表数据长度设置

再次,组态好 Modbus 转 ProfiNet 网关的 IP 地址及设备名称(见图 7)。(网关配置时,要与西门子 TIA 软件中保持一致,名称要使用 TIA 中转换的名称)。

在 TIA 软件中配置完成后,下载到西门子 SIMATIC S7-1500 PLC 中。

### 2.2.3 北京开疆智能 KJ-PNG-101 型协议转换网关

网关的硬件安装完成后,我们开始为其进行通讯

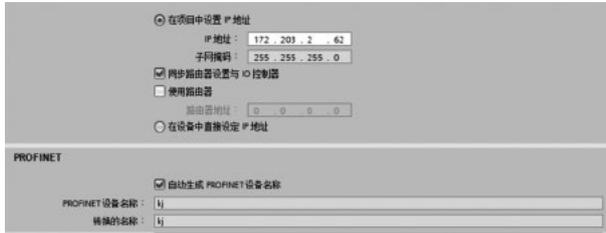


图 7 PLC 中网关 IP 地址及设备名称设置

配置。需要注意的是，该网关的电源为 24 V DC。接下来，我们将按照特定步骤设置 Modbus RTU 通讯参数，以确保该网关能够准确地连接到密炼机设备并收集数据。

打开软件，新建项目，选择 PN2MRM，设置好网关型号（见图 8）。



图 8 网关调试软件中设置设备型号

组态西门子 PLC 侧 PN 通讯：IP 地址（见图 9）及名称（见图 10），需注意，此处需与西门子 TIA 中要保持一致。



图 9 网关调试软件中设置 PLC 的 IP 地址

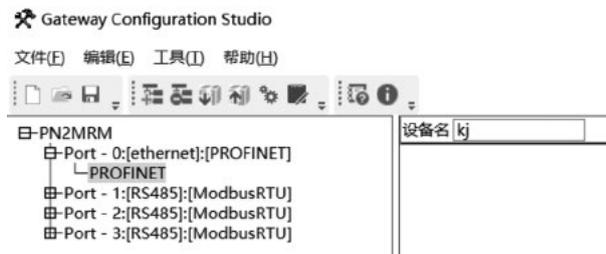


图 10 网关调试软件中设置设备名称

组态智能电表侧 Modbus（RS-485）通讯，根据安科瑞智能电表安装使用说明书中对 Modbus 地址的说明（见表 1）。

表 1 智能电表 Modbus 地址的说明

起始地址	数据项名称	长度(字节)
20	A 相电压	2
21	B 相电压	2
22	C 相电压	2
23	AB 线电压	2
24	BC 线电压	2
25	CA 线电压	2
26	A 相电流	2
27	B 相电流	2
28	C 相电流	2
29	三相电流矢量和	2
30	A 相有功功率	4
32	B 相有功功率	4
34	C 相有功功率	4
36	总有功功率	4
38	A 相无功功率	4
40	B 相无功功率	4
42	C 相无功功率	4
44	总无功功率	4
46	A 相视在功率	4
48	B 相视在功率	4
50	C 相视在功率	4
52	总视在功率	4
54	A 相功率因数	2
55	B 相功率因数	2
56	C 相功率因数	2
57	总功率因数	2
58	DI 状态	2
59	电源频率	2
60	组合有功总电能	4
62	正向有功电能	4
64	反向有功电能	4
66	正向无功电能	4
68	反向无功电能	4
70	A 相总电能	4
72	A 相正向有功电能	4
74	A 相反向有功电能	4
76	A 相正向无功电能	4
78	A 相反向无功电能	4
80	B 相总电能	4
82	B 相正向有功电能	4
84	B 相反向有功电能	4
86	B 相正向无功电能	4
88	B 相反向无功电能	4
90	C 相总电能	4
92	C 相正向有功电能	4
94	C 相反向有功电能	4
96	C 相正向无功电能	4
98	C 相反向无功电能	4
100	当月正向有功最大需量	4

我们进行以下组态：设置与电表对应的 Modbus（RS-485）参数（见图 11）。

设置与电表对应的通讯地址及长度（见图 12，图 13，图 14）。

组态完成后，下载到北京开疆智能 KJ-PNG-101



图 11 网关调试软件中设置与电表对应的 Modbus (RS-485) 参数



图 12 网关调试软件中设置电表通讯地址 20~51



图 13 网关调试软件中设置电表通讯地址 52~83



图 14 网关调试软件中设置电表通讯地址 84~115

网关。

通过上述配置，我们成功完成了整个智能电表的应用设置。现在，智能电表与西门子 SIMATIC S7-1500 已实现了数据交换。电能、电压、功率和功率因

数等信息可直接通过网络传输到 PLC 控制器，并保存为历史数据。在 PLC 中的对应关系如下所示(见表 2)。

表 2 PLC 中智能电表读取数据的对应地址

数据项名称	PLC 地址	数据项名称	PLC 地址	数据项名称	PLC 地址
A 相电压	IW866	C 相无功功率	ID910	反向无功电能	ID962
B 相电压	IW868	总无功功率	ID914	A 相总电能	ID966
C 相电压	IW870	A 相视在功率	ID918	A 相正向有功电能	ID970
AB 线电压	IW872	B 相视在功率	ID922	A 相反向有功电能	ID974
BC 线电压	IW874	C 相视在功率	ID926	A 相正向无功电能	ID978
CA 线电压	IW876	总视在功率	ID930	A 相反向无功电能	ID982
A 相电流	IW878	A 相功率因数	IW934	B 相总电能	ID986
B 相电流	IW880	B 相功率因数	IW936	B 相正向有功电能	ID990
C 相电流	IW882	C 相功率因数	IW938	B 相反向有功电能	ID994
三相电流矢量和	IW884	总功率因数	IW940	B 相正向无功电能	ID998
A 相有功功率	ID886	DI 状态	IW942	B 相反向无功电能	ID1002
B 相有功功率	ID890	电源频率	IW944	C 相总电能	ID1006
C 相有功功率	ID894	组合有功总电能	ID946	C 相正向有功电能	ID1010
总有功功率	ID898	正向有功电能	ID950	C 相反向有功电能	ID1014
A 相无功功率	ID902	反向有功电能	ID954	C 相正向无功电能	ID1018
B 相无功功率	ID906	正向无功电能	ID958	C 相反向无功电能	ID1022
				当月正向有功最大需量	ID1026

由表 2 我们可以看到，PLC 可以实时读取到密炼机在运行期间产生的诸多数据，包括电能、功率、电压和电流等数据。据此，用户可以针对不同需求选择所要获取的数据信息，并实现精准、实时地监测和管理每一车炼胶的能耗水平。另外，通过储存这些数据，

可以方便后续归档和分析比对，促进生产管理的精益化和数字化。同时，PLC 采集的数据可以与用户的 MES 系统进行对接，以实现更加全面性和常态化的生产监控，从而助推密炼机炼胶向着更为智能化、可持

续化方向发展。

### 3 小结

综上所述，相较于传统手抄电表，智能电表具有更高的数据采集精度、更快的数据处理速度和更便捷全面的数据查询与管理功能。通过对密炼机的能耗监控和控制，在提高生产效率和降低能源消耗方面显著地增强了企业的竞争力和盈利能力。此外，作为工业自动化程度不断提升的必然趋势，智能电表技术将会

逐渐向着数字化、网络化、智能化的方向发展，并以其灵活性、安全性和可靠性在工业设备管理层面扮演越来越重要的角色。

总之，智能电表技术具有广泛的应用前景和发展空间。我相信随着科技水平的不断提高和产品逐步成熟，智能电表在未来的密炼机炼胶领域中也必将得到广泛应用，进一步推动行业创新和发展，为促进经济可持续发展和守护环境做出积极贡献。

## Application of intelligent electric meter in internal mixer rubber mixing

Cai Chao,Zhang Zhiqiang ,Cai Xiang ,Yang Fan

(Yiyang Rubber&Plastics Machinery Group Co. LTD., Yiyang 413000, Hunan, China)

**Abstract:** In the production of internal mixers, manufacturers require workers to manually record the electricity meter of the mixer every day, and compare the daily electricity consumption (or single rubber mixing electricity consumption) of the mixer to determine if it is consistent, in order to analyze the operation of the equipment. However, manual meter reading has low efficiency, and the more production lines there are, the longer the time consumption, usually exceeding one hour. Moreover, the accuracy of manually copying data is poor. By using smart meters, the problem of low efficiency in manual meter reading and inability to read hourly sub item data within the meter has been solved. By using the SIMATIC S7-1500 PLC for PN communication in the mixing machine control system, the information of the electricity meter can be quickly and accurately transmitted to the user's MES system, enabling the user to analyze the electricity consumption more accurately and improve the safe operation level of the equipment.

**Key words:** smart meter; PLC; internal mixer

(R-03)



## 三大轮胎项目，先后备案

### Three major tire projects have filed successively

据了解，山东正通过增量扩张、存量提升、绿色环保改进工作，鼓励中小企业转型升级，推动轮胎业稳步提升。

7月份，三大轮胎项目，在相关平台备案。包括“倍耐力轮胎有限公司年产400万套子午线轮胎生产线智能化绿色化升级改造项目”、“通力轮胎有限公司全钢子午线轮胎生产线智能化绿色化升级改造项目”、“三角轮胎股份有限公司高性能商用车轮胎数字化绿色化升级改造项目”先后备案。

三个项目的具体投资细节暂未披露，不过可以肯定的是，随着山东九部门联合发布《关于促进轮胎铸造行业转型升级调整优化项目管理的通知》，将进一步推动山东轮胎行业的高质量发展。据了解，通力轮胎拥有“陆通”（Roadone）品牌，主要生产中高端工业轮胎。产品覆盖中长途标载、中长途重载、中短途、矿山等多个系列。倍耐力轮胎，由华勤集团与世界500强企业意大利倍耐力集团合资组建。2021年，华勤启动超高性能轮胎项目，一期年产能为600万条。项目全部达产后，年产能将达到1200万条。

编自“中国轮胎商务网”

(R-03)