

# 基于PLC的电解锌剥片控制系统设计

顾国良<sup>1</sup>, 辅小荣<sup>2</sup>

<sup>1</sup>盐城市电子设备厂有限公司, 江苏 盐城

<sup>2</sup>盐城工学院电气工程学院, 江苏 盐城

收稿日期: 2023年7月29日; 录用日期: 2023年8月31日; 发布日期: 2023年9月7日

## 摘要

近年来我国经济的迅速发展, 对于金属锌的需求量也在与日俱增。目前生产锌的企业采用了低水平的加工生产过程, 导致锌产量不足, 锌市场出现短缺, 如何提高锌的生产效率成为电解锌生产行业关注的热点问题。传统电解锌生产过程中的剥片主要是通过手工完成, 劳动强度大, 生产效率低。电解锌的生产工艺经过多年的开发研究, 相对成熟。本文结合电解锌后期处理的剥片生产工艺, 提出以西门子可编程逻辑控制器S7-1200为控制核心, 配备输入输出扩展模块、传感器、电机及驱动器等硬件, 并选用组态软件实现系统的人机交互界面, 完成了电解锌自动剥片电气控制系统设计。整个系统采用PLC为主控, 上位机作为监控, 减少了生产现场的操作人员, 提高了电解锌的生产效率和品质。

## 关键词

可编程逻辑控制器, 电解锌, 剥片, 控制系统

# Design of Electrolytic Zinc Control System Based on PLC

Guoliang Gu<sup>1</sup>, Xiaorong Fu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yancheng Electronic Equipment Factory Co., Ltd., Yancheng Jiangsu

<sup>2</sup>School of Electrical Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu

Received: Jul. 29<sup>th</sup>, 2023; accepted: Aug. 31<sup>st</sup>, 2023; published: Sep. 7<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

In recent years, with the rapid development of the Chinese economy, the demand for metallic zinc is also increasing day by day. At present, zinc production enterprises adopt low-level processing and production processes, resulting in insufficient zinc production and a shortage in the zinc

文章引用: 顾国良, 辅小荣. 基于 PLC 的电解锌剥片控制系统设计[J]. 仪器与设备, 2023, 11(3): 233-240.

DOI: 10.12677/iae.2023.113031

market. How to improve the production efficiency of zinc has become a hot issue of concern in the electrolytic zinc production industry. The stripping process in traditional electrolytic zinc production is mainly completed by hand, which has high labor intensity and low production efficiency. The production process of electrolytic zinc has been developed and researched for many years, and is relatively mature. This article combines the stripping production process of electrolytic zinc post-processing, with Siemens programmable logic controller S7-1200 as the control core. The system is equipped with hardware such as input and output expansion modules, sensors, motors, and drivers. Configuration software is selected to achieve human-computer interaction, and the design of the automatic stripping electrical control system for electrolytic zinc is completed. The entire system adopts PLC as the main control and upper computer as monitoring, reducing the number of operators on the production site and improving the production efficiency and quality of electrolytic zinc.

## Keywords

PLC, Electrolytic Zinc, Peeling, Control System

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

锌能与多种金属制成性能优良的合金, 主要以镀锌、锌合金、氧化锌的形式广泛应用于汽车、建筑、家用电器、船舶、轻工、机械和电池等行业。目前, 我国电解锌行业设备落后, 剥片过程主要是通过手工完成, 劳动强度大, 生产效率不高, 操作人员需要加防护措施, 电解锌的生产设备和环保治理措施方面有待加强[1]。为了改善传统手工剥片工艺存在的不足, 文献[2]分析了电解锌的生产技术水平较低的现状, 提出亟需深入分析当前电解锌的生产工艺制定自动剥片方案, 但是没有涉及到具体的自动化方案如何实现。所以, 研究如何实现自动化的电解锌剥片系统成为了当前电解锌生产技术领域的关注热点。可编程逻辑控制器(PLC)具有可靠性高、抗干扰能力强、配套齐全、功能完善、适用性强和体积小等优点, 它用存储逻辑代替接线逻辑, 减少了控制设备外部的接线, 使控制系统设计及建造周期缩短, 后期维护也变得方便[3]。可编程控制器完成数据采集和控制任务, 利用以太网通信实现与上位机的人机交互, 用户可以通过上位机监控软件实时监测, 并且可以自由选择控制模式来实现控制任务, 其通过对各个参数的实时监测和精确控制, 可以使工业生产过程更加稳定和高效, 从而提高生产效率和产品质量[4] [5] [6] [7]。

本文提出了基于可编程控制器的电解锌剥片控制系统, 实现了对电解锌生产过程的自动化控制, 解决了传统电解锌生产过程中技术落后导致的人为操作的误差和失误等问题, 使用可编程逻辑控制器和上位机能够让操作员可以实时了解现场的生产情况, 不但能够降低工人的劳动强度, 提高生产效率和质量, 还能够减少生产过程中对环境的污染, 确保生产过程的安全性和可靠性, 增加企业的经济效益, 具有很大的实用性。

## 2. 系统总体设计方案

电解锌的生产工艺经过多年的开发研究, 相对成熟, 工艺上没有太多变化, 于是提高锌片从阴极板上剥离的效率便成为了一个突破口。本文提出的基于可编程控制器的电解锌剥片控制系统总体设计方案

包含主控制器的选择及系统的组件功能分配与模块设计。

## 2.1. 系统主控制器的选择

主控制器的选择在电解锌剥片控制系统中十分重要。主控制器是一种集中控制单元, 通常用于监视和控制一个系统或者整个设备。主控制器通常包括一个主控板和一系列 I/O 模块。主控板可接受传感器和其他信号设备提供的数据, 确定设备或系统状态, 并从 I/O 模块中发出指令控制设备或系统的操作。主控制器基于预先编写的程序来实现这些操作, 这些程序可以根据需要进行修改或添加。主控制器的作用非常重要, 它可以根据外部传感器收集到的数据和事先设定的控制逻辑来实现高效的自动控制操作。例如, 一个主控制器可以通过接收温度、湿度、压力和位置等传感器的数据, 通过对数据进行处理和分析而来控制一个复杂的工业自动化系统的各个部分, 并且可以及时报告系统的运行状态。

总之, 主控制器是控制和管理一个设备或系统的核心部分, 它能够使系统达到高效、安全、自动化的运作状态。根据控制系统的不同, 主控制器可以选择 PLC、单片机、工业控制器 IPC 等。主控制器通常需要满足以下几个方面的要求: 控制能力高、可编程性强、运算速度快、稳定可靠等。综合比较三种控制器, PLC 最适合作为本控制系统的主控制器, PLC 作为下位机能够很好实现数据的输入输出并完成控制任务。

## 2.2. 控制系统主体结构

本文提出的基于 PLC 的电解锌剥片控制系统以西门子公司生产的 S7-1200PLC 为核心, 连接开关、光电传感器、各类电机及驱动部件等, 组成了整个控制系统。当电解锌板进入时光电传感器把光信号转换成电信号并传输给 PLC 进行处理, 然后 PLC 再控制相应执行机构的一系列动作, 最终实现锌的剥离。

系统总体结构如图 1 所示, 设计用到了光电传感器、各种电机、组态软件、按钮、开关, 继电器隔离电路等, 当各种电信号输入 PLC 时, PLC 会对输入的电信号进行处理转换并按照控制规律来控制系统的运行。系统可以实现自动和手动运行的自由切换, 在系统发生故障时手动运行可以更方便的找出问题所在。

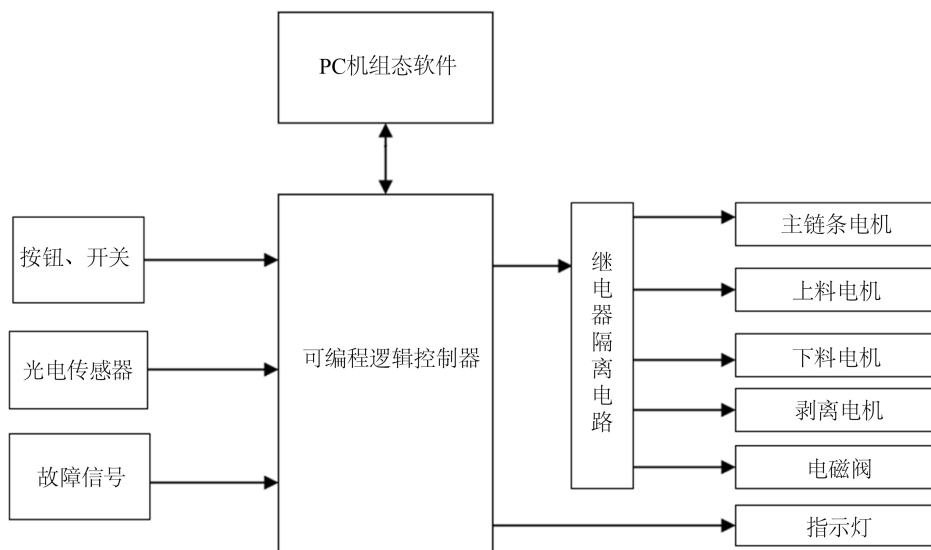


Figure 1. Diagram of overall system structure

图 1. 系统总体结构图

### 3. 系统的硬件系统设计

#### 3.1. PLC 的选型

本设计使用西门子 S7-1200 系列 PLC 作为下位机。S7-1200 是西门子推出的一种用于自动化控制的可编程逻辑控制器，采用了模块化设计，不同的模块可以进行灵活组合，适应不同的应用场景。西门子 S7-1200 的硬件结构如图 2 所示，其主要模块如下：



Figure 2. Siemens S7-1200PLC  
图 2. 西门子 S7-1200PLC

1) CPU 模块: CPU 是 S7-1200 的主模块, 它可以独立工作或者作为整个 S7-1200 的控制中心。S7-1200 的 CPU 模块拥有多种型号, 包括基础型号、标准型号、高级型号, 每种型号都拥有不同的性能、容量和通讯能力, 可以满足不同应用场景下的需求。

2) 输入输出模块: S7-1200 的数字输入/输出模块、模拟输入/输出模块是其功能强大的模块, 可以读取和输出数字信号、模拟信号, 涉及到工业控制中的传感器信号、执行器信号等。

3) 通讯模块: S7-1200 通讯模块拥有多种类型, 包括以太网通讯模块、Profibus 通讯模块、Profinet 通讯模块等, 具有高速稳定的通讯能力, 可以满足不同应用场景下的数据交换需求。

4) 电源模块: S7-1200 电源模块提供可靠的电源支持, 能够确保整个 S7-1200 系统的稳定运行, 并具有多种电源供应方式, 可以灵活适配各种工业现场的电源环境。

5) 内存卡模块: S7-1200 内存卡模块能够为用户提供可靠的数据备份和恢复功能, 随时存储、调用自己的程序和数据, 也可用于程序传递和备份。

6) 附加模块: S7-1200 还提供了多种附加模块, 如时钟模块、安全模块、加密芯片等, 可以在保证系统安全的同时, 满足不同客户的特殊需求。

因此, 基于模块化设计的 S7-1200 可以根据客户的具体需求进行灵活选择, 满足不同场景下的需求, 同时也能够保证了系统的稳定和可靠运行。

#### 3.2. 主电路设计

主电路如图 3 所示, M1 为主链条电机, M2 为上料电机, M3 为下料电机, M4 为剥离电机。FR1、FR2、FR3、FR4 均为热过载继电器, 热过载继电器的工作原理是利用电流的热效应原理, 在出现电动机不能承受的过载时切断电动机电路, 为电动机提供过载保护的电器。PE 是保护接地线。保护接地是一种保护电器金属部分的接线方式, 将其与接地体连接, 以防止电气装置的金属外壳、配电装置的构架和线路杆塔等带电危及人身和设备安全。KM1、KM2、KM3、KM4、KM5、KM6、KM7 均为接触器。

接触器能接通和切断电路, 而且还具有低电压释放保护作用。接触器控制容量大, 适用于频繁操作和远距离控制, 是自动控制系统中的重要元件之一。QF1、QF2、QF3、QF4、QF5 均为断路器。对电源线路及电动机等实行保护, 当它们发生严重的过载或者短路及欠压等故障时能自动切断电路。要使主链条电机工作, 首先合上闸刀开关 QF1 和 QF2, 当接触器 KM1 及 KM2 接通时, 电机启动。要使上料电机工作, 首先合上闸刀开关 QF1 和 QF3, 当接触器 KM3 及 KM4 接通时, 电机启动。要使下料电机工作, 首先合上闸刀开关 QF1 和 QF4, 当接触器 KM5 及 KM6 接通时, 电机启动。要使剥离电机工作, 首先合上闸刀开关 QF1 和 QF5, 当接触器 KM7 接通时, 电机启动。

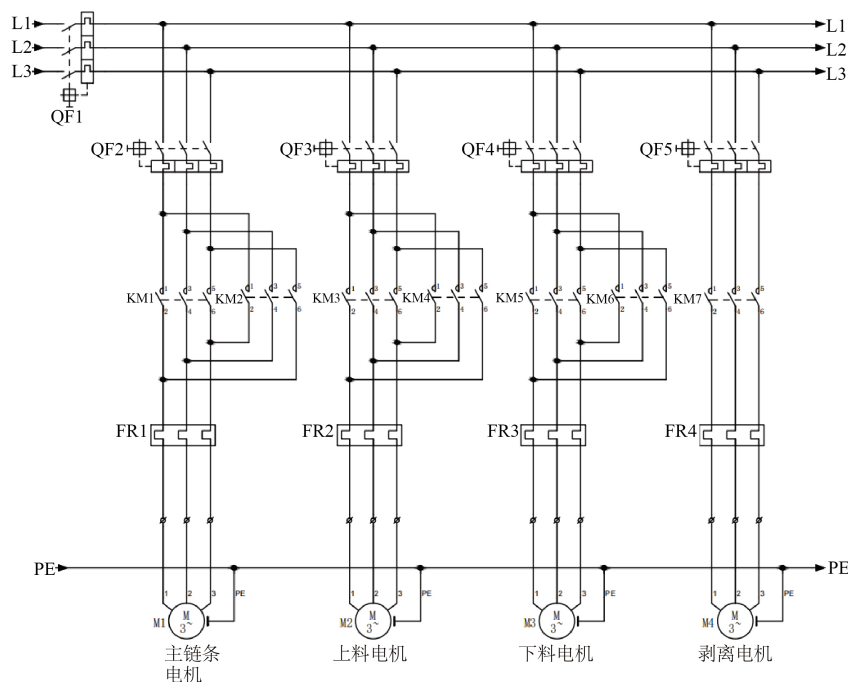


Figure 3. Diagram of main circuit  
图 3. 主电路图

### 3.3. PLC 接线图

PLC 接线图如图 4 所示, I0.0 接手动/自动开关, I0.1 接启动按钮, I0.2 接停止按钮, I0.3 接上料光电, I0.4 接下料光电, I0.5 接上料气缸光电, I0.6 接下料气缸光电, I0.7 接上切口气缸光电, I1.0 接下切口气缸光电, I1.1 接拍打处光电, I1.2 接切口处光电, I1.3 接剥离处光电, I1.4 接主链条电机故障, I1.5 接上料电机故障, Q0.0 接主链条电机正转, Q0.1 接主链条电机反转, Q0.2 接上料电机正转, Q0.3 接上料电机反转, Q0.4 接下料电机正转, Q0.5 接下料电机反转, Q0.6 接剥离电机, Q0.7 接拍打 1 气缸, Q1.0 接拍打 2 气缸, Q1.1 接上切口气缸。图中的 KA 是中间继电器, 通常用来传递信号, 其结构和工作原理与交流接触器基本相同, 与交流接触器的主要区别是触点数目多些, 且触点容量小, 有时也可用来直接控制小容量电动机或其他电气执行元件。在选用中间继电器时, 主要考虑触点的额定电压和电流应等于或大于所接电路的电压和电流, 触点类型及数量应满足电路的要求, 绕组电压应与所接电路电压相同。

要实现系统的功能就要分配相应的 I/O 接口。本系统主要实现的功能有上下料电机及主链条电机的正转和反转、剥离电机和拍打电机的运作、电机的故障信号、光电传感器的运作、切口气缸的工作等。因此, I/O 接口的分配如表 1 所示。

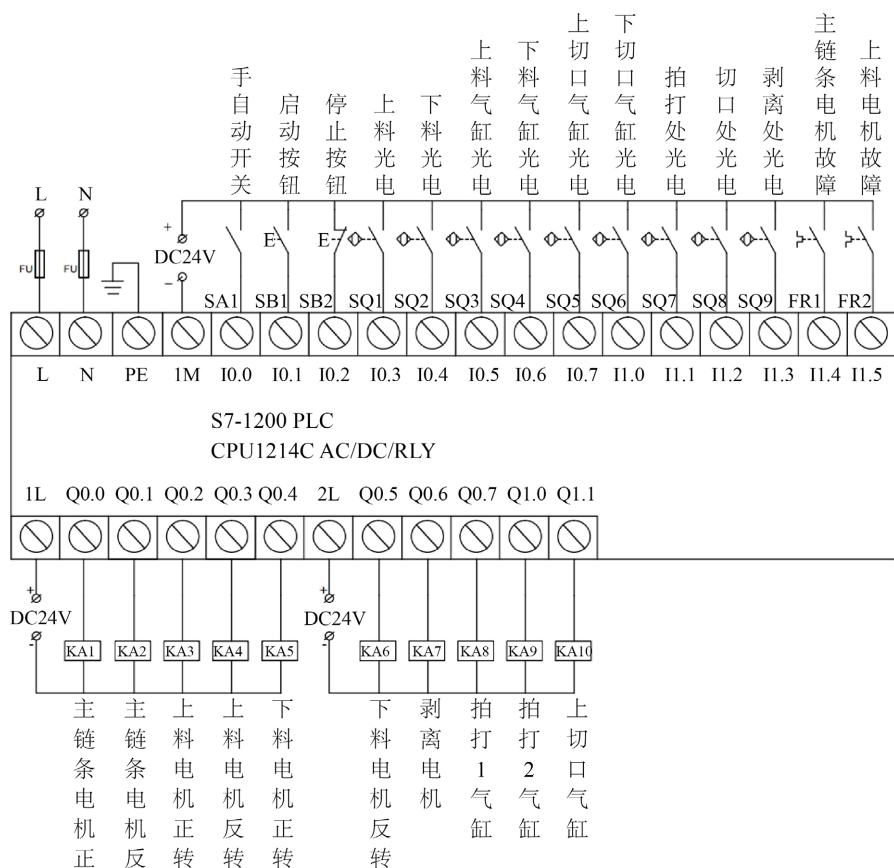


Figure 4. Diagram of PLC wiring  
图 4. PLC 接线图

Table 1. System I/O allocation table  
表 1. 系统 I/O 分配表

输入系统			输出系统		
符号	地址	名称	符号	地址	名称
SA1	I0.0	手自动切换开关	KA1	Q0.0	主链条电机正转
SB1	I0.1	启动按钮	KA2	Q0.1	主链条电机反转
SB2	I0.2	停止按钮	KA3	Q0.2	上料电机正转
SQ1	I0.3	上料光电传感器	KA4	Q0.3	上料电机反转
SQ2	I0.4	下料光电传感器	KA5	Q0.4	下料电机正转
SQ3	I0.5	上料气缸光电	KA6	Q0.5	下料电机反转
SQ4	I0.6	下料气缸光电	KA7	Q0.6	剥离电机
SQ5	I0.7	上切口气缸光电	KA8	Q0.7	拍打 1 气缸
SQ6	I1.0	下切口气缸光电	KA9	Q1.0	拍打 2 气缸
SQ7	I1.1	拍打处光电传感器	KA10	Q1.1	上切口气缸
SQ8	I1.2	切口处光电传感器			
SQ9	I1.3	剥离处光电传感器			

## 4. 系统的软件设计

### 4.1. 控制软件

西门子 S7-1200PLC 用到的编程软件 TIA 博途是全集成自动化软件 TIA portal 的简称, 是西门子工业自动化集团发布的一款全集成自动化软件。它是业内首个采用统一的工程组态和软件项目环境的自动化软件, 几乎适用于所有自动化任务。借助该工程技术软件平台, 用户能够快速、直观地开发和调试自动化系统, 可以使电脑通过网线直接与 S7-1200PLC 连接, 然后对该 PLC 进行设置。控制软件的程序流程如图 5 所示。

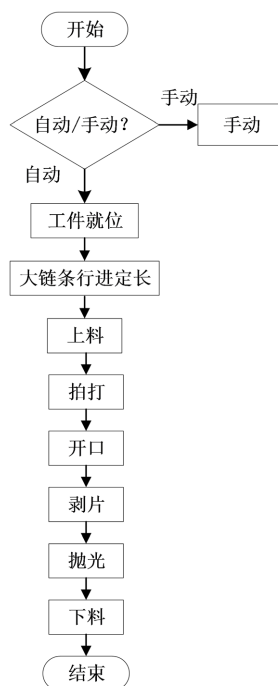


Figure 5. Flowchart of control procedure

图 5. 控制程序流程图

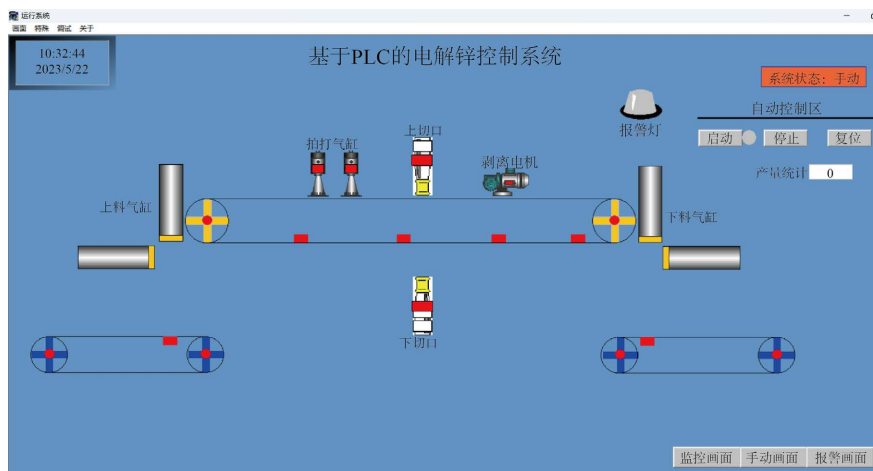


Figure 6. Diagram of the System human-machine interface

图 6. 系统人机界面图

## 4.2. 人机交互界面设计

本系统采用可编程控制器作为主控制器, 采集现场所有光电开关信号, 经过运算输出控制所有电机和执行机构的运行, 图 6 所示的人机交互界面通过组态王软件实现并实时监控设备的运行状态, 保护设备的安全运行。人机交互系统操作便捷, 整个界面由上料电机、上料气缸、拍打气缸、传送带、上下切口机、剥离电机、下料气缸、下料电机等组成。当原料进入时, 会被上料电机运送至上料气缸下面, 由上料气缸把原料输送至传送带, 在传送带上经过拍打气缸拍打和切口气缸切口, 最后由剥离电机进行剥离。在完成剥离后, 由下料气缸输送至下料电机完成整个过程, 并进行计数。

## 5. 结束语

本文为了解决目前我国电解锌产量不足的情况, 顺应大型电解设备机械化和自动化的趋势, 根据电解锌生产工艺, 发挥了可编程逻辑控制器可靠性高、抗干扰能力强、适用性强和体积小等优点, 把 PLC 作为本控制系统的主控制器, 设计了电解锌剥片的电气控制系统, 实现了对电解锌生产过程的自动化控制, 应用组态软件设计的人机交互系统实现可编程逻辑控制器和上位机通讯, 能够让操作员可以实时了解现场的生产状态, 降低工人的劳动强度, 还能够减少生产过程中对环境的污染和操作员身体伤害, 确保生产过程的安全可靠, 有效避免人为操作的误差和失误, 提高生产效率, 促进产品质量提升。展望未来, 在后继的技术改进中要不断结合先进自动化技术, 引入数据库、人工智能和云技术等, 实现远程监控与数据分析处理, 进一步提高设备智能化程度。

## 参考文献

- [1] 王从荣, 聂巨峰. 改善电解锌剥离状况的研究与应用[J]. 中国设备工程, 2018(6): 209-210.
- [2] 吴颖靖, 汤小群, 毛龙满, 等. 锌灰生产电解锌工艺过程及污染防治措施[J]. 江西化工, 2010, 26(2): 83-88.
- [3] 黄鸿喜, 梁冬生, 司妞, 等. 在工业自动化控制中 PLC 应用存在的问题[J]. 中国设备工程, 2021(5): 225-226.
- [4] 江琳, 李宏. 基于 PLC 的电解电源监控系统设计[J]. 电子设计工程, 2009, 17(2): 75-76.
- [5] 陈元招. PLC 在电解加工中的应用[J]. 福建电脑, 2006(6): 81+110.
- [6] 马元庆. PLC 在铜冶炼过程中的生产应用[J]. 科技资讯, 2009(9): 99.
- [7] 丁鑫. PLC 在机械电气控制装置中的应用探讨[J]. 中国设备工程, 2023(8): 100-102.