

目录

摘要 2

ABSTRACT3

第 1 章前言 4

1.1 电镀行车控制系统的种类 4

1.2 电镀行车控制系统的发展与现状 5

第 2 章电镀行车控制系统的总体方案 6

2.1 电镀行车概述 6

2.2 对电镀行车控制系统的设计要求 10

第 3 章控制系统硬件设计 11

3.1 电气控制线路的设计 11

3.2 PLC 控制系统硬件部分的设计 12

第 4 章控制系统软件设计及实现 15

4.1 PLC 梯形图总体方案设计 15

4.2 公用程序设计 17

4.3 单周/连续程序设计 19

4.4 手动程序设计 19

4.5 信号显示及故障报警程序设计 19

总结 20

摘要

电镀行车生产线自动化结合其他行业自动控制技术的应用情况，提出了基于 PLC 的电镀行车自动生产线的设计，并通过应用机械、可编程序控制器 (PLC) 等多项专门技术开发的自动生产系统。本文首先分析和制定了该生产线的整体设计思想和方案，确保了该生产线系统具备真正的自动化生产能力且结构简单。李利用西门子 PLC S7-200 进行自动化电镀生产线控制，重点分析了系统软硬件设计部分，并给出了系统硬件接线图、PLC 控制 I/O 端口分配表以及整体程序流程图等，实现了电镀生产自动化，提高了生产效率，降低了劳动强度。在该生产线的控制系统中，采用了高可靠性，高稳定性，编程简单，易于使用，而且广泛应用于现代工业企业生产线过程控制中的控制器 PLC 详细分析了输送系统设备保护控制电动机原理图、程序框图、PLC 系统外部接线图。分层次详细阐述了整个高度自动化输送系统的目标及功能，使高度自动化输送系统的结构更加清晰，层次更加分明，具有非常强的实用性。

关键词：自动电镀生产线；自动控制技术；可编程控制器 <PLC。组态王

Design of galvanization production line control system based on PLC

ABSTRACT

The galvanization driving production line automation unifies other professions on automatic control technology the application situation, proposed based on the PLC galvanization driving automatic production line's design, and through application mechanical, programmable controller (PLC) and so on many skill development automatic production system. This article first analyzed and has formulated this production line's overall design thought and the plan, had guaranteed this production line system had the true automation productivity and the structure is simple. It carries on the automated galvanization production line control using Siemens PLC S7-200, the selective analysis system software and hardware design part, and gave the system hardware wiring diagram, PLC to control the I/O port distribution list as well as the overall program flow diagram and so on, has realized the galvanization production automation, raised the production efficiency, reduced the labor intensity. In this production line's control system, has used the redundant reliability, the high stability, the programming is simple, easy to use, moreover widely applies in the modern enterprise production line process control controller PLC. Multi-analysis expulsion system equipment protection control motor schematic diagram, flow chart, PLC system exterior wiring diagram. Elaborated in detail in administrative levels the entire highly automation expulsion system's goal and the function, cause the automation expulsion system's structure to be highly clearer, the level is more distinct, has the very strong usability.

第 1 章前言

1.1 电镀行车控制系统的种类

1.1.1 继电器接触器控制系统

继电器问世以来，一直是电气控制的主流，目前国内仍有不少厂家应用继电器接触器控制系统。其中输入单元为按钮开关等主令电器、逻辑单元是支配控制系统的“程序”，它是由各种继电器的触点通过导线连接，并具有一定的逻辑功能的控制线路。输出单元包括各种阀门的控制线圈、各类接触器控制线圈及信号指示等执行元件。这种控制系统的特点是：价格便宜、性能价格比低。由于存在继电器抖动、打弧、吸合不良等现象，因此控制系统寿命短，可靠性差。因为它的自动控制功能是靠继电器的辅助触点动作来实现，而触点动作一次需要几十毫秒，所以控制速度慢；由于需要改变控制逻辑就要改变各触点间的连线，故技改难度大，同时体积大，耗能高。因此继电器接触器控制方案，适用控制逻辑比较简单，所需继电器数量较少，程序固定的场合。

1.1.2 单片机控制系统

用单片机可以构成各种工业控制系统。有不少控制系统是利用通用 PC 单片机或通用计算机。大部分都可以用单片机系统或单片机加通用机系统来代替计算机系统，特别是较大型的工业测控系统。单片机的控制逻辑由软件组成，同时软件的编写和修改方便，设计安装接线工作量相对较少，设计周期较短，其适应性较强。但其缺点是对工作环境条件要求较高，抗干扰能力不强，它适应于工作环境条件比较好的各种控制领域，如机械、冶金、纺织、国防、民用等。除通用外设（如打印机、硬盘、磁盘等）外，还有许多外部通信、采集、多路分配管理、驱动控制等接口，而这些外设与接口完全由主机进行管理，必然造成主机负担过重，因而出现了新的控制手段，即可编程控制器。

1.1.3 可编程序控制器控制系统

一、可编程序控制器的特点

- <1> 可靠性高，抗干扰能力强；
- <2> 适应性强，应用灵活；
- <3> 编程方便，易于使用；
- <4> 功能强，扩展能力强；

- <5) PLC 空制系统设计、安装、调试方便;
- <6) 维修方便, 维修工作量少;
- <7) PLC 体积小, 重量轻, 易于实现机电一体化。

二、可编程序控制器的应用领域

随着微电子技术的快速发展, PLC 的制造成本不断下降, 而功能却大大加强。目前, 在先进工业国家中 PLC 已成为工业控制的标准设备, 应用的领域已覆盖了所有的工业企业。概括起来主要应用在以下几个方面:

- <1) 顺序控制;
- <2) 运动控制;
- <3) 闭环过程控制;
- <4) 数据处理;
- <5) 通信和联网。

1.2 电镀行车控制系统的发展与现状

在工业控制的各个领域里, 小到一个简单的机电一体化设备、大到整个生产线, 以及大型的工程领域里, 都存在 PLC 控制系统的技术存在。PLC 已不在是局限在逻辑上, 应该理解成过程控制器, 如西门子全集成自动化 TIA 的概念。在整个自动化领域, PLC 和传动是组成自动控制的两个非常重要的部分。

在主流 PLC 往大型化、集成化、多功能化、网络化发展的同时, 还有很 多分支在并列发展。我们还有很多单体化、一体化的设备, 现在越来越微型化离散的控制也在同步进行。比如西门子 S7-200 功能强大, 1000 多块一个, 原来是不能想象的。为满足自动控制领域各层面的不同要求, 微型机、小型机的发展势头也很猛。

现在, PLC 不仅能进行逻辑控制, 在模拟量的闭环控制、数字量的智能控制、数据采集、监控、通信联网及集散控制方面都得到广泛的应用。如今大、中型、甚至小型 PLC 都配有 A/D、D/A 转换及算术运算功能, 有的还具有 PID 功能。这些功能使 PLC 应用于模拟量的闭环控制、运动控制、速度控制等 具有了硬件基础; PLC 具有输出和接收高速脉冲的功能,

配合相应的传感器及伺服装置，PLC 可以实现数字量的智能控制； PLC 配合可编程终端设备（如触摸屏），可以实时显示采集到的现场数据及分析结果，为分析、研究系统提供依据；利用 PLC 的自检信号可实现系统监控； PLC 具有较强的通信功能，可与计算机或其他智能装置进行通信和联网，从而能方便地实现集散控制。功能完备的 PLC 不仅能满足控制的要求，还能满足现代化大生产管理的需要。

总之为了进一步扩大 PLC 在工业自动化领域的应用范围，适应大、中、小型企业扩印不同需要， PLC 产品大致向以下几方面发展：

- 〈1〉向小型化方向发展；
- 〈2〉向高速度、大容量和智能化方向发展；
- 〈3〉 PLC 编程工具与编程语言的多样化、高级化、标准化；
- 〈4〉向网络化方向发展；
- 〈5〉发展容错技术和故障诊断。

第 2 章 电镀行车控制系统的总体方案

2.1 电镀行车概述

2.1.1 电镀行车的用途

本电镀行车是某企业电镀车间为了提高工作效率，促进生产自动化和减轻劳动强度而制造的一台起吊设备。该设备采用远距离控制，起吊物品是有待进行电镀或表面处理的各种产品零件。另外，本电镀行车拥有手动、单周和连续 3 种工作方式，用户可根据实际需要选择其中工作方式进行电镀产品零件，这样就大大增加了电镀行车操作的灵活性。

2.1.2 电镀行车的基本组成结构

本电镀行车机械部分由传送带 A、传送带 B、行车和电镀槽等 4 部分组成，而行车又由大车、小车和吊钩等部分组成，如图 2.1 所示。传送带 A、传送带 B、大车、小车和吊钩分别由电动机 M1 M5 动。其中，大车、小车和吊钩在电动机的拖动下可分别作前后、左右、上下运动，行车的起吊重量在 500kg 以下，起吊物品是待进行电镀和表面处理的各种产品零件。用来进行电镀和表面处理的容器是 1 5

号槽，每个槽内从左到右都有 5 个位置依次称为 1 号位、2 号位……5 号位，每个位置都可以放置一个吊篮，因此，每个槽内共可以放置 5 个吊篮。1-5 号槽内依次装有酸液、清水、锌液、铬液、镍镉液，可分别用来对产品零件进行除锈、清洗、镀锌、镀铬和镀镍镉等处理（但在同一时间内，只需对产品零件进行镀锌或镀铬或



图 2.1 电镀车间平面示意图

镀镍镉处理）。完成对产品零件的除锈、清洗、镀锌、镀铬和镀镍镉处理所需的时间分别为 5 分钟、2 分钟、10 分钟、15 分钟、20 分钟。

2.1.3 电镀行车的主要技术参数

根据工厂生产实际情况可得：

〈1〉电镀行车传送带 A 和传送带 B 最大载重为 $M_{n_{ax}}=2500\text{kg}$ ，其传送带摩擦系数 $\mu=0.2$ ，传送带速度要求为 $v=15\text{m}/\text{min}$ 。

〈2〉电镀行车大车最大载重为 $M_{n_{ax}}=5000\text{kg}$ ，其大车与导轨的摩擦系数 $\mu=0.15$ ，大车的速度要求为 $v=30\text{m}/\text{min}$ 。

〈3〉电镀行车小车最大载重为 $M_{n_{ax}}=1500\text{kg}$ ，其小车与大车的摩擦系数 $\mu=0.1$ ，小车的速度要求为 $v=15\text{m}/\text{min}$ 。

〈4〉电镀行车吊钩最大负重为 $M_{n_{ax}}=500\text{kg}$ ，其吊绳的摩擦系数可忽略不

计，吊钩上升与下降的速度要求为 $v = 15\text{m/min}$ 。

2.1.4 电镀行车的工作原理

要求本电镀行车对产品零件的传送过程如下：

〈1〉将吊篮从传送带 A 送到 1 号槽，以对产品零件进行除锈处理。

在电镀行车启动前的初始状态下，吊钩在大车和小车的拖动下处于传送带 A 的 1 号位的上方。

当按下启动按钮后，传送带 A 向前，将装满待电镀和表面处理的产品零件的吊篮送到 1—5 号位。传送到位后，吊钩下降。

下降到位后，小车向右一小段距离，以使吊钩钩住吊篮。

钩住吊篮后，吊钩上升。

吊钩将吊篮提升到位后，大车向前（小车不动），将吊篮送到 1 号槽的 1 号位的上方。

将吊篮送到位后，吊钩下降，将吊篮送到 1 号槽中的 1 号位，以对产品零件进行除锈处理。

吊钩下降到位后，小车向左一小段距离，以使吊钩脱离吊篮。

吊钩脱离吊篮后，吊钩上升。

上升到位后，大车向后，小车向左，拖动吊钩到传送带 A 的 2 号位的上方。

吊钩到达传送带 A 的 2 号位的上方后，吊钩下降。

以后重复上述过程，依次将各吊篮从传送带 A 的 2—5 号位送到 1 号槽的 2—5 号位。

当行车将第 5 个吊篮送到 1 号槽的 5 号位后，重复上述第 〈7〉、〈8〉步的过程，使吊钩脱离吊篮并上升

上升到位后，大车不动，小车向左，拖动吊钩回到 1 号槽的 1 号位的上方。等待下一步传送工作的进行。

〈2〉将吊篮从 1 号槽送到 2 号槽，以对产品零件进行清洗。

当 1 号槽 1 号位的吊篮中的产品零件经酸液进行了 5 分钟的除锈处理后，重复类似于上述〈1〉—〈13〉步的过程，依次将各吊篮从 1 号槽中的 1—5 号位送到 2 号槽的 1—5 号位，以对产品零件进行清洗。将各吊篮送到位后，应使吊钩回到 2 号槽的 1 号位的上

方。等待下一步传送工作的进行。

〈3〉将吊篮从 2 号槽送到 3 号槽，以对产品零件进行镀锌处理。

当 2 号槽 1 号位的吊篮中的产品零件经清水进行了 2 分钟的清洗后，若需对产品零件进行镀锌处理，则应重复类似于上述 〈1〉 〈13〉 步的过程，依次将各吊篮从 2 号槽中的 1 5 号位送到 3 号槽的 1 5 号位，以对产品零件进行镀锌处理。将各吊篮送到位后，应使吊钩回到 3 号槽的 1 号位的上方。等待下一步传送工作的进行。

〈4〉将吊篮从 2 号槽送到 4 号槽，以对产品零件进行镀铬处理。

当 2 号槽 1 号位的吊篮中的产品零件经清水进行了 2 分钟的清洗后，若需对产品零件进行镀铬处理，则应重复类似于上述 〈1〉 〈13〉 步的过程，依次将各吊篮从 2 号槽中的 1 5 号位送到 4 号槽的 1 5 号位，以对产品零件进行镀铬处理。将各吊篮送到位后，应使吊钩回到 4 号槽的 1 号位的上方。等待下一步传送工作的进行。

〈5〉将吊篮从 2 号槽送到 5 号槽，对产品零件进行镀镍镉处理。

当 2 号槽 1 号位的吊篮中的产品零件经清水进行了 2 分钟的清洗后，若需对产品零件进行镀镍镉处理，则应重复类似于上述 〈1〉 〈13〉 步的过程，依次将各吊篮从 2 号槽中的 1 5 号位送到 5 号槽的 1 5 号位，对产品零件进行镀镍镉处理。将各吊篮送到位后，应使吊钩回到 5 号槽的 1 号位的上方。等待下一步传送工作的进行。

〈6〉将吊篮从 3 或 4、5 号槽送到传送带 B，以将经镀锌或镀铬、镀镍镉处理过的产品零件运走。

当 3 或 4、5 号槽的 1 号位的吊篮中的产品零件经过了 10 或 15、20 分钟的镀锌或镀铬、镀镍镉处理后，重复类似于上述 〈1〉 〈13〉 步的过程，依次将

各吊篮从 3 或 4、5 号槽中的 1 5 号位送到传送带 B 的 1 5 号位，以将经镀锌或镀铬、镀镍镉处理过的产品零件运走。将各吊篮送到传送带 B 后，应使吊钩回到传送带 A 的 1 号位的上方。等待下一个循环的传送工作的进行。

2.2 对电镀行车控制系统的设计要求

2.2.1 对工作方式的设计要求

〈1〉为了适应电镀行车控制系统的调试、检查和操作方便的需要，应使电镀行车控制系统具备手动、单周和连续三种工作方式。

〈2〉应具有对上述三种工作方式的自由选择功能。

〈3〉为了避免程序混乱，应能避免在同一时间内电镀行车按两种或两种以上的工作方式运行。

2.2.2 对单机控制的设计要求

在电镀产品零件的过程中，要求能按下某一步就运行某一步，即当遇到电镀特殊工艺要求时能实现人工单步操作。

2.2.3 对全机控制的设计要求

〈1〉在单周和连续工作方式下，当下述初始条件中的任何一个不具备时，应避免电镀行车启动运行：

- ① 行车大车在初始位置；
- ② 行车小车在初始位置；
- ③ 吊钩在初始位置。

〈2〉在单周和连续工作方式下，应能使电镀行车按照预先规定的工艺流程运行。

〈3〉在电镀产品零件的过程中，如遇到任何一步不能正常完成，应能使电镀行车立即自动停车。

〈4〉在连续工作方式下，应能对电镀行车工作循环次数和一个循环完成时间进行累计，具备计数和计时功能。

〈5〉应能保证操作人员随时都能使电镀行车紧急停车。

2.2.4 对控制系统保护的要求

为了能够保障电镀行车及其控制系统的安全，应使控制系统具备以下保护功能：

- 〈1〉短路保护；
- 〈2〉过载保护；
- 〈3〉失压保护；
- 〈4〉吊钩紧急制动。

2.2.5 对信号显示和故障报警的设计要求

〈1〉在任何工作方式下，信号显示系统都能显示电镀行车及其传送带运行的全过程。

〈2〉信号显示系统应能显示控制系统的电源的工作状态，电动机的工作状态，控制系统的工作方式。

〈3〉当任何一台电动机的过载保护动作时，信号显示系统应能显示发生 过载故障电动机，故障报警系统应能发出音响故障信号。

第 3 章控制系统硬件设计

3.1 电气控制线路的设计

本自动线中的电动机控制线路，采用交流 380/220V 电源供电，电源开关采用刀开关与自动开关串连的组合形式，其中刀开关起隔离电源、安全检修 的作用，自动开关起短路保护作用。电动机控制线路中各电机主电路接于 380V 电源，控制电路接于 220V 电源。各电机主电路采用接触器控制，并采用 热继电器作过载保护，其中大车电机、小车电机和吊钩电机采用电磁抱闸制 动。因实际需要，吊钩电机采用转子串电阻起动。因此，电镀行车电动机的主电路、局部照明电路、向 PLC 负载供电的直流稳压电源如附录 A 中的图 A.1 所示。

在附图 A.1 所示主电路中，根据前面所确定的控制方案，各主轴电机的 接触器 KM1 KM10 勺线圈由 PLC 控制。因此，在该图中不再给出这些接触器的 线圈控制回路。

信号和故障显示采用 DC24V 发光二极管，因此，电路中配备了一台 AC220V/DC24V 压器向该二极管电路提供 24V 直流电源。

在附图 A.1 的自动开关 QF2 乍为稳压电源和 PLC 及其负载的短路保护，接 触器 KM 作为 PLC 及其负载的电源控制电器。

3.2 PLC 控制系统硬件部分的设计

3.2.1 PLC 输入/输出元件确定

一、所需 PLC 输入元件及输入点的统计

预开按钮 SB11、启动 按钮 SB12 和预停按钮 SB13, 占用 PLC 的 3 个输入 点。

工作方式选择开关 SA2 用来选择手动、单周、连续三种工作方式的一 种，占用 PLC 的 3 个输入点。

电镀种类选择开关 SA3 用来选择镀锌、镀铬、镀镍镉三种电镀中的一种，占用 PLC 的 3 个输入点。

电镀行车及传送带的手动操作按钮 SB1、SB2、SB3、SB4、SB5、SB6、SB7、SB8、SB9、SB10 均为一个常开触点，它们共占用 PLC 的 10 个输入点。

用于检测传送带吊篮位置的光电开关为 SP1、SP2、SP3，它们共占用 PLC 的 3 个输入点。

用于吊钩拖动电机串电阻起动的欠电流继电器为 KI1、KI2、KI3，它们共占用 PLC 的 3 个输入点。

用于检测电镀行车大车运行位置的行程开关为 SQ1、SQ2、SQ3、SQ4、SQ5、SQ6、SQ7、SQ8、SQ9，它们共占用 PLC 的 9 个输入点。

用于检测电镀行车小车运行位置的行程开关 SQ10、SQ11、SQ12、SQ13、SQ14、SQ15、SQ16、SQ17，它们共占用 PLC 的 8 个输入点。

用于检测吊钩升降位置的行程开关 SQ18，占用 PLC 的一个输入点。

用于电镀行车各电动机过载保护的热继电器为 FR1、FR2、FR3、FR4、FR5，它们均为一个常开触点，共占用 PLC 的 5 个输入点。

综上所述，共需 PLC 输入触点 48 个。

二、所需 PLC 输出元件及输出点的统计

控制电镀行车各个电机运行的接触器线圈为 KM1、KM2、KM3、KM4

KM5 KM6 KM7 KM8 KM9 KM10, 它们共占用 PLC 的 10 个输出点。

在吊钩拖动电机转子回路中, 用于接入和切除三段附加电阻的接触器为 KM11、KM12 KM13, 用于防止三台接触器同时通电动作的中间继电器为 KA, KM11、KM12 KM13 和 KA 的线圈与 PLC 输出点的连接关系如图 3.1 所示, 由该图可知, KM11、KM12 KM13 和 KA 的线圈共占用 PLC 的 2 个输出点。

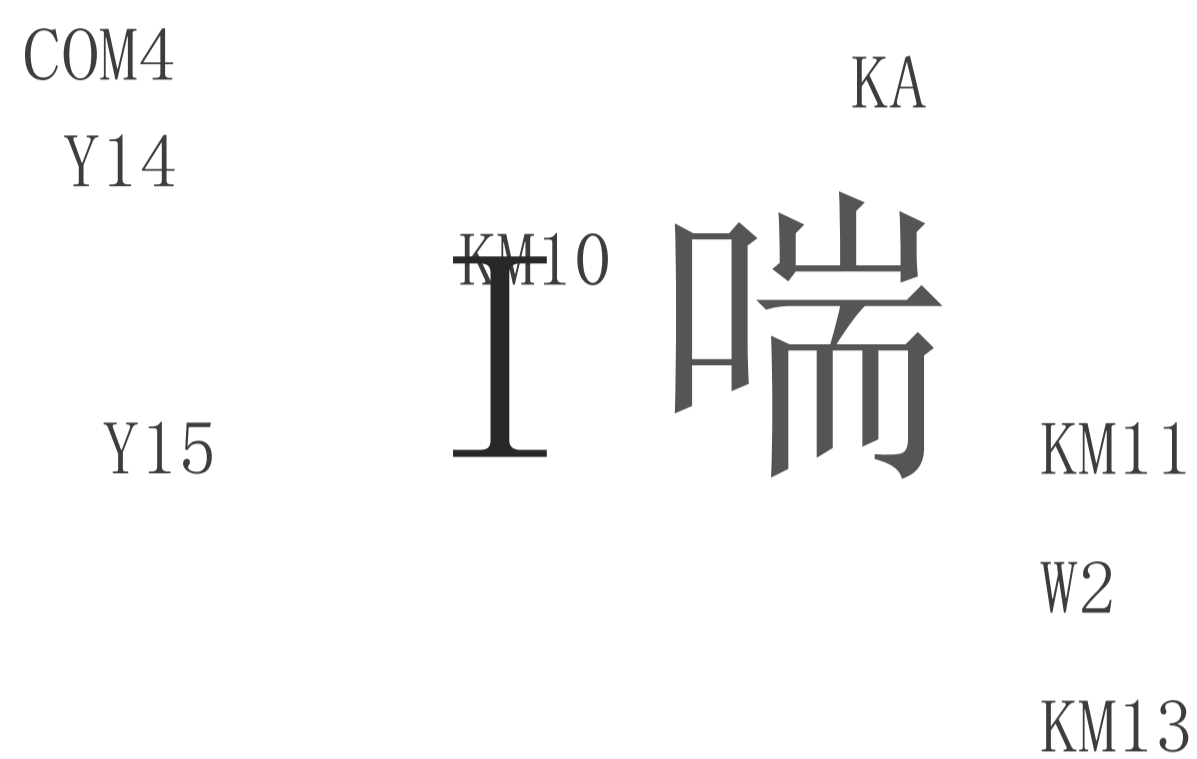


图 3.1 电流继电器控制电路图

用于大车电机、小车电机、吊钩电机制动抱闸的电磁铁的线圈为 YB1、YB2、YB3, 它们共占用 PLC 的 3 个输出点。

预开预告电铃 BE 1 个, 占用 PLC 的 1 个输出点。

故障报警蜂鸣器 BU 1 个, 占用 PLC 的 1 个输出点。

电镀行车各电机运行过程指示灯为 HL1、HL2、HL3、HL4、HL5、HL6、HL7、HL8、HL9、HL10, 它们共占用 PLC 的 10 个输出点。

其中传送带 A 向前指示灯为 HL1; 传送带 A 向后指示灯为 HL2; 传送带 B 向前指示灯为 HL3; 传送带 B 向后指示灯为 HL4; 大车前进指示灯为 HL5; 大车后退指示灯为 HL6; 小车右行指示灯为 HL7; 小车左行指示灯为 HL8; 吊钩上升指示灯为 HL9; 吊钩下降指示灯为 HL10。

用于指示电镀行车各电机过载故障的指示灯为 HL10、HL11、HL12、HL13、HL14, 它们共占用 PLC 的 5 个输出点。

综上所述, 共需 PLC 输出触点 32 个。

3.2.2 PLC 型号的确定

查阅我国各大企业使用较多的 PLC 生产厂家生产的 PLC 的技术手册, 确认日本三菱公司生产的 FX2N-128MR 型基本单元完全能满足上述要求, 因此本课题控制系统的 PLC 选用 FX2N-128MF 型基本单元 1 台。其主要技术性能指标如下: 该型 PLC 为整体式结构, 具有本电镀行车所需的所有指令功能, 其输

入点数为 64 点，输出点数为 64 点，用户存储器容量 8KB, 输入模块电压为 DC24V 输出模块为继电器型。

323 PLC I/O 元件分配表

一、PLC 俞入元件分配表

可将 PLC 电镀行车控制系统中 PLC 的所有输入元件分配到 PLC 的各个输入点上，如表 3. 1 所示

输入元件	输入点	输入元件	输入点	输入元件	输入点
SB11	X0	SP1	X23	SQ10	X42
SB12	X1	SP2	X24	SQ11	X43
SB13	X2	SP3	X25	SQ12	X44
SA2	X3-X5	KI1	X26	SQ13	X45
SA3	X6-X10	KI2	X27	SQ14	X46
SB1	X11	KI3	X30	SQ15	X47
SB2	X12	SQ1	X31	SQ16	X50
SB3	X13	SQ2	X32	SQ17	X51
SB4	X14	SQ3	X33	SQ18	X52
SB5	X15	SQ4	X34	FR1	X53
SB6	X16	SQ5	X35	FR2	X54
SB7	X17	SQ6	X36	FR3	X55
SB8	X20	SQ7	X37	FR4	X56
SB9	X21	SQ8	X40	FR5	X57
SB10	X22	SQ9	X41		

PLC 俞出元件分配

可将基于 PLC 的电镀行车控制系统中 PLC 的所有输出元件分配到 PLC 的各个输出点上，如表 3. 2 所示

表 3. 2 PLC 输出元件分配表

输出元件	输出点	输出元件	输出点	输出元件	输出点
KM1	Y0	KA	Y14	HL6	Y31

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/657105064150006165>