

电气与PLC控制技术及应用

绪论

本课程主要内容：主要分为两部分内容

1. 继电器接触逻辑控制基础，作为PLC控制的基础

(1) 常用低压电器设备的结构、工作原理、功能、图形符号、文字符号

(2) 电气控制基本线路的构成、原理与用途。

(3) 一般电气控制线路的分析与设计方法。

2. 可编程控制器 (PLC) 的基本知识。

(1) PLC的基本构成、工作原理、特点及其应用发展

(2) 以S7-200 (西门子) 系列PLC为例，介绍其硬件组成、指令系统、程序设计方法、通信与网络等。

本课程→电动机或其他执行元件 (电动机)

电动机调速等为控制对象, 旨在培养学生独立分析和设计电气控制系统的能力, 是一门实践性很强的专业课。

学习要求: 1. 做笔记 2. 作业 3. 考勤
4. 实验。

期末: 闭卷考试, 设计分析阻型调速

二. 电气控制技术的发展概况

电气控制技术随着科学技术的不断发展, 对生产上是不断提出新的要求而迅速发展。电气控制系统一要满足市场需求, 能够适应经常变化的工作条件。

工厂电气控制方式	} 继电、接触器	- 一次电路 (主电路)
		= 二次电路
	PLC: 控制回路 (= 二次电路)	

1831年, 美国科学家约瑟夫·亨利发明了继电器的

电路的单元“亨利”

自动化的概念：用机口（包括计算机）不仅代替人的体力劳动而且还代替或辅助脑力劳动。→ 自动地完成特定的作业。

电机控制 { 单台：点动、连续运行、正-反转调速
多台：调速、顺序控制、某种工艺原本的控制

实现方式 | 继电器接触器：物理之器件、逻辑程序
PLC：用户程序。

现代工业的特点：1. 设备众多 2. 工艺复杂 3. 使用多种原材料、半成品或产成品 4. 生产过程复杂

地域不断扩大，4. 知识密集、技术密集。

对控制系统的要求：1. 科学合理 (DCS)

先进控制策略 (特殊功能模块)

通信联网功能 (总线技术)

人机交互功能 (组态软件)

第一章 常用低压电器

本章重点介绍常用低压电器的用途、基本结构、工作原理，主要技术参数及其图形符号、文字符号。

1. 低压电器的基本知识

电器的意义：凡是能自动或手动接通和断开电路，从而实现对电路或非电对象切换、控制、保护、检测、变换和调节等的电气元件。

2. 电器的分类

额定电压 1200V 以下 交流 1500V 以下

按工作电压分：低压电器、高压电器

按用途：配电电器、控制电器、主令电器、

保护电器、执行电器

按工作原理：电磁式电器、非电量控制电器

电磁式电器的基本结构与工作原理

组成 { 感应部分: 电磁机构
执行部分: 触点系统

工作原理: 电磁感应定律

电磁机构

组成: 吸引线圈, 铁心, 衔铁

作用: 将电磁能 → 机械能, 带动触点动作

从而实现电路接通和分断

工作原理: 反力特性, 吸力特性

交流电磁机构上短路环的作用

消除振动和噪声

触点系统

触点是电器的执行部分, 起接通和分断电路

的作用

结构: 桥式触点 (点接触, 面接触)

指形触点

中. 继电器

利用磁场的原理驱动继电器动作。

第二章 常用电气控制电路分析与设计

本章首先介绍由继电器、接触器组成的基本电气控制电路，对由基本电路构成的复杂电路的设计与分析方法也做了介绍。

电气控制系统图：

由电气原理图、电器布置图、安装接线图

电气图常用的图形与文字符号。

附录 B.

电气原理图：表示电路中电气元件的相互连接关系和工作原理的图形

绘制电气原理图的原则：① ② ③ ④ ⑤ ⑥

2. 电的布置图

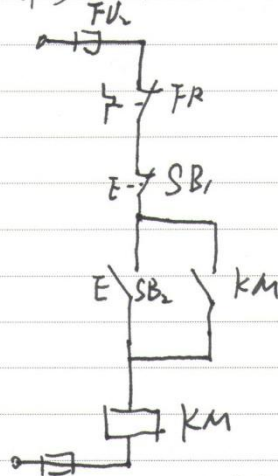
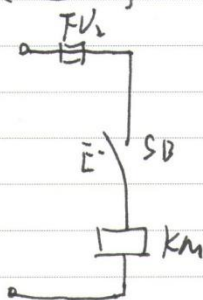
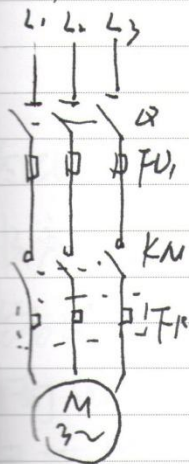
用来表明电气原理图中各元件的实际安装位置

3. 安装接线图

是根据电气设备和元件之间的实际连接和实际位置一一相互之间的电气连接而绘制的。

2. 电气控制电路基本控制规律

启动与连续运行 (三相异步电动机降压启动)



自锁. 自锁触点. 自锁电路

分析图 a.8 (b). a.8 (c) : 复合按钮 SB1, SB2

SB

5. 之中“触点”竞争“问题
6. 尽量减少触点数目
7. 尽量减少导线
8. 尽量避免之中长期通电
9. 防止寄生电路。

第3章 可编程控制口基础

本章重点介绍可编程程序控制口的基本组成。

2. 工作原理及编程软件

3. 可编程程序控制口概述

4. 可编程程序控制口的产生。

1968年美国通用汽车公司 10 条. 根本指标

1969年美国数字设备公司研制出第一台 PLC. 开

创了工业控制的新局面

2. PLC 的意义.

1987 年 IEC 对 PLC 的定义.

3. PLC 的特点.

1) 可靠性高, 抗干扰能力强: 大规模集成电路技术
之问世, 用严格的制造工艺, 内印电路, 用先进
的抗干扰技术, 软件代替了大量的机械、时间继
电器, 冗余, 自诊断

2) 通用性强, 使用灵活.

3) 编程简单, 容易掌握

4) 维护方便, 容易改造.

5) 体积小, 重量轻, 功耗低

4. PLC 的应用

1) 开关量的逻辑控制. (2) 模拟量控制.

3) 运动控制. (4) 过程控制: PID.

第4章 S7-200系列 PLC 的系统配置与编程基础

本章重点介绍西门子 S7-200 系列 PLC 的硬件组成及编程基础。

2.1 S7-200 系列 PLC 的系统配置

1. S7-200 系列 PLC 的基本组成

如图 4.1

1) 基本单元：主机

① CPU: CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU 224XP, CPU 226

② 存储器

③ 通信口: RS-485 通信口, 通过 PC/PPI 电缆与上位机相连。

④ 电池: 锂电池

⑤ LED 指示灯: POWER, RUN, PROG, TEST, ERROR

⑥ I/O 端子: 输入-输出扩展接口。

2) 编程设备: 对CPU单元进行编程. 调试的设备
手持式编程器. PC. (STEP7 Micro/WIN)

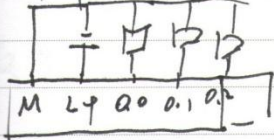
3) STEP7 - Micro/WIN 编程软件.

通信电缆: PC/PP2. CP. MPI.

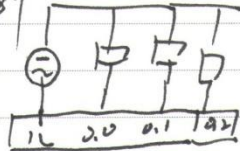
人机界面: 操作员界面. TP200. TD200

2 CPU模块的输出结构及性能

晶体管. 继电器: 表如表1



24V DC.



3) S7-200系列PLC的36个模块.

1. 数字量模块

型号与性能: 表A.

EM221: 8路输入. EM222: 8路输出

EM223: 8I/0. 16I/0. 32I/0.

- 用户程序结构：主程序、子程序、中断程序

- 编程的一般规则

- 网络

- 梯形图 (LAD) 与功能块图 (FBD)

- 允许输入端、允许输出端

- 条件或无条件输入

- 无允许输出端的指令

第五章 S7-200 系列 PLC 的基本指令

本章重点介绍 S7-200 系列 PLC 的常用指令。定时

与计数 (T) 指令和数据运算指令

- 常用指令及其应用

- LD：常开指令，动合触点与母线相连。

- LDI：常闭指令，动断触点与母线相连。

- =：线圈驱动指令

连续输出. 重复输出.

S: 置位指令 ① 同时使用
R: 复位指令 ② 对 T 或 C 复位. 当前值清 0.

① S, R 指令中的 2 表示从指令的 Q0.0 开始的两个触点. 即 Q0.0 与 Q0.1

RS: 复位优先锁存器 ① 置位. 复位输入均有效
SR: 置位优先锁存器. 电平状态有效

② RS, SR 指令只有梯形图格式. 无指令表格式

EU: 正跳变触点. ① 在 U, EU 指令子无限次使用

ED: 负跳变触点. ② E, 负跳变指令常用于启动或关断条件的判断, 一旦配合功能指令完成逻辑控制任务.

NOP N 空操作指令, 常用于程序控制.

A: 单个动合触点串联连接指令. 执行与运算

AN: 单个动断触点串联连接指令

分析图 5-9.

① 多个触点串联连接时可连续使用

② 使用完 = 指令后, 仍可继续用 A, AN 指令.

分析图 5-7, 5-8. (堆栈指令)

O: 单个动合触点并联连接指令. 执行或运算

ON: 单个动断触点并联连接指令.

分析图 5-11.

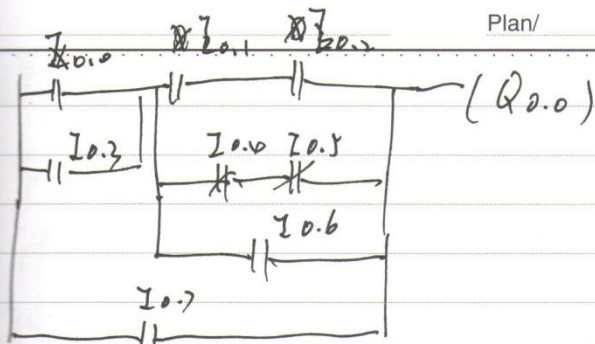
① O, ON 指令可在多个触点并联连接时连续使用.

② 多重并联. 图 5-10.

NOT: 非运算指令. 图 5-12.

ALD: 多个并联指令块执行与运算

OLD: 多个串联指令块执行或运算



包括数据处理的指令、程序控制指令、顺序控制指令、特殊功能的指令

第6章 S7-200 PLC的功能指令

本章重点介绍程序控制指令和顺序控制指令

1. 数据处理指令及其应用

指令介绍：

指令格式：以指令盒的形式表示（梯形图）

格式：助记符 + 数据类型

指令表格式：助记符 + 操作数

IN：源操作数，OUT：目的操作数

EN：指令执行条件，END：使能标志



传送指令 表 6.1.

字节传送: MOV B.	双字传送: MOV D.
字传送: MOV W.	实数传送: MOV R.

比较指令.

将两个操作数按指定条件比较. 当条件成立时. 触点闭合.

6种比较运算: =, >, >=, <, <= 和 <>
分析图 6.11. 图 6.14.

6.2. 程序控制指令及其应用

对程序的流向进行控制.

程序控制指令

END. MEND: 无条件结束. 自动生成.

↳: 有条件结束; 条件成立时结束. 主程序.

STOP: 暂停指令, 条件成立时. 使PLC的这个

方式从RUN → STOP. 并立即终止程序的执行

第 7 章 S7-200 系列 PLC 的通信与网络.

本章首先介绍 S7-200 系列 PLC 的几种常用通信网络.

2.1 S7-200 系列 PLC 的通信接口

1. 通信接口: 工业网络中, 多个用串行的通信方式传递数据.

① RS-232C 接口: 计算机与设备的接口. (15m).

② RS-422 (RS-485): 9 针 D 型接口. 422 全双工
485 半双工

2. 网络连接型: 多个设备连接到网络中.

接在网络两个末端的接口必须有终端电阻和编程电阻. 即将开关放在 ON 位置

3. 通信电缆:

① PROFIBUS 网络电缆: 屏蔽双绞线电缆.

② PC/PPI 电缆: 把 S7-200 PLC 连接到带有 RS-232

接入的设备: 如 PC, 编程设备等.

网络中接口: 在在网络上通信设备, 增加接入网络的设备.

控制解调器: PC (编程口) 与 PLC 主机之间的通信设备通信.

PROFIBUS-DP 通信模块: 把 S7-200 PLC 连接到 PROFIBUS-DP 网络, BM277. (主/从站)

2 站以太网通信接口: 把 S7-200 PLC 连接到 2 站以太网中. CP243-1. CP243-2

7.3. S7-200 PLC 的通信网络.

图 7.10 S7-200 系列 PLC 构成的 2 站以太网通信网络

单主站 PP2 网络: 图 7.11. 单主站与一个或多个从站构成的网络.

第9章 S7-200系列 PLC 控制系统的设计

本章结合例题, 重点介绍 PLC 常用程序设计方法: 经验设计法和顺序控制设计法。

9.1 PLC 控制系统设计的一般方法

设计内容	{	硬件设计: PLC 选型及硬件配置
		软件设计: PLC 的应用程序设计

2) 设计步骤

- ① 确定被控对象及控制范围。
- ② 制定电气控制系统: 全自动, 半自动, 手动。
- ③ 确定控制系统的输入/输出信号: 输入/输出的匹配问题。
- ④ PLC 机型选择: 性能结构, I/O 点数, 存储容量, 通信联网, 特殊功能。
- ⑤ 硬件和软件设计: 地址编号, 外扩接口, 软件设计, 可编程序。

① 模拟调试和现场运行调试

② 投入运行. 图 P-1.

9.2. PLC 控制系统的硬件设计.

- 总纲系统设计

① PLC 控制系统类型

② 单机控制系统.

③ 集中控制系统.

④ 远程 I/O 控制系统: 图 P.2. 本地 I/O. 远程 I/O

⑤ 集散控制系统 (DCS). 图 P.3.

- 系统的运行方式

① 自动运行方式 ② 半自动运行方式

③ 手动运行方式: 与自动运行相辅助方式

- PLC 机型的选择

① 结构的选择: 整体、模块. (2) CPU 为 8 位或 16 位运行

② I/O 点数和接口种类的选择: (10%~20% 冗余) 冗余的选择

③ 通信控制网为知的选择