



高新技术技能系列丛书

GAOXINJISHU JINENG XILIE CONGSHU

从入门到

CONG RUMEN
DAO
JINGTONG



—— 西门子S7-300/400 PLC技术与应用

广东省职业技能鉴定指导中心

华南理工大学工业培训中心PLC培训部 组编

张运刚 宋小春 郭武强 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



高新技术技能系列丛书

GAOXINJISHU JINENG XILIE CONGSHU

从入门到

CONG RUMEN
DAO
JINGTONG

精通

—— 西门子S7-300/400
PLC技术与应用

广东省职业技能鉴定指导中心

华南理工大学工业培训中心PLC培训部 组编

张运刚 宋小春 郭武强 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

从入门到精通. 西门子 S7-300/400 PLC 技术与应用 / 张运刚, 宋小春, 郭武强编著.
—北京: 人民邮电出版社, 2007.8 (2007.12 重印)
(高新技术技能系列丛书)
ISBN 978-7-115-16448-3

I. 从... II. ①张...②宋...③郭... III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 092520 号

内 容 提 要

本书以西门子 S7-300/400 PLC 为例, 简要说明了 S7-300/400 PLC 的基本概念及编程软件的安装和使用, 详细介绍了 S7-300/400 PLC 硬件和面板操作、内部资源、梯形图和指令表指令, 以实例形式讲解 S7-300/400 PLC 的编程及调试, 同时也详细地介绍 S7-300/400 PLC 的通信网络知识。书中各部分内容都是使用实例进行讲解, 并辅以大量的图表, 通俗易懂, 初学者可以快速入门。

本书可作为工业自动化领域技术人员的入门读物, 也可供大中专院校自动化、机电一体化专业师生参考, 同时还适合作为职业培训学校 PLC 的培训教材。

高新技术技能系列丛书

从入门到精通——西门子 S7-300/400 PLC 技术与应用

- ◆ 组 编 广东省职业技能鉴定指导中心
华南理工大学工业培训中心 PLC 培训部
- 编 著 张运刚 宋小春 郭武强
- 责任编辑 张 伟
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 31.25
字数: 769 千字
印数: 5 001—8 000 册
- 2007 年 8 月第 1 版
2007 年 12 月北京第 2 次印刷

ISBN 978-7-115-16448-3/TN

定价: 56.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前 言

IT 产业的迅速发展,带领人类进入了信息时代。随着信息技术与计算机技术的飞速发展,可编程控制器(PLC)在工业自动化领域应用也越来越广泛。

可编程控制器作为工业自动控制的核心控制部分,PLC 程序很大程度上决定了整个系统的稳定性。合理的程序会使整个控制系统运行得更快,从而使系统的控制精度更高、反应速度更快、系统稳定性更强。很多学习 PLC 的读者反映西门子的 PLC 很难学,为了让工业自动化控制的技术人员快速掌握西门子 PLC 的编程与维护技术,我们组织编写了本书。

“我梦想有一本从一步一步梯形图到几步梯形图再到完成复杂功能的梯形图——从简单到复杂层层引导,能做‘老师’的书,这是我最需要的。”……

上面是一些网友在聊天时说出的肺腑之言,这或许代表了部分在学习 PLC 知识方面已经费了九牛二虎之力,但还是没有入门而又非常渴望入门的读者们的心声。

很多网友都会问我一个同样的话题“张老师你是怎样入门的?”,我回答说:“要想入门很容易:方法是实操、再实操、最后还是实操。”但很多网友苦于不知道怎样实操,那么本书一定是你的“指导老师”了。

本书最大的一个特点就是“动了再说”,也就是先编写程序上机实操,然后从实操中理解指令及为什么这样编写,再作小改动再上机实操,分析可行或不行的原因,最后作大改动再上机实操。这也是我学习 PLC 从入门到精通的心得。

本书还有一个特点就是以图文形式表达,力求通俗易懂。书中内容全部以实例引导,从简单到复杂,让读者一读就会,达到举一反三的作用。

全书共 3 章,分别介绍了西门子 S7-300 /400 PLC 快速入门、快速提高及快速精通的知识,从简单到复杂,从广到深分层次实例引导。本书附赠光盘,光盘中包括 STEP7 V5.3 中文编程软件试用版,STEP7 V5.3 语句表编程手册、梯形图编程手册、编程手册、使用入门、硬件组态和通讯连接手册,S7-300/400 安装和调试手册,S7-300/400 系统软件 and 标准功能,同时还包括各章节的例子程序。

华南理工大学工业培训中心的宋小春教授、郭武强、陈耀老师,华南理工大学工业装备与控制工程学院的宋建老师,河北华北工程建设公司的黄文涛,广东省职业技能鉴定指导中心傅鹤和杨帆,广东省商业学校的邓事宜老师对本书的编写和审稿付出了辛勤的汗水,在此致以诚挚的感谢!

无论你是工业自动化领域的技术人员还是高校自动化及相关专业的师生,本书一定是你的良师益友,为你的成功助一臂之力。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中错漏在所难免,恳请广大读者批评指正(编者 E-mail:200828029@qq.com),衷心感谢!

编 者

目 录

| | |
|--------------------------------------|----|
| 第 1 章 PLC 快速入门 | 1 |
| 1.1 概述 | 1 |
| 1.1.1 PLC 的组成 | 1 |
| 1.1.2 PLC 的工作过程 | 2 |
| 1.1.3 PLC 的发展 | 3 |
| 1.2 S7-300/400 PLC 的硬件和地址分配 | 4 |
| 1.2.1 S7-300 PLC 的主架硬件结构 | 4 |
| 1.2.2 S7-300 PLC 的常用模块 | 5 |
| 1.2.3 S7-300 的扩展及地址分配 | 5 |
| 1.2.4 S7-400 PLC 的机架 | 9 |
| 1.2.5 S7-400 PLC 的常用模块 | 17 |
| 1.2.6 S7-400 PLC 的默认地址分配 | 20 |
| 1.3 STEP 7 V5.3 编程软件的安装 | 22 |
| 1.3.1 STEP 7 V5.3 编程软件对 PC 的要求 | 22 |
| 1.3.2 STEP 7 V5.3 编程软件的功能 | 22 |
| 1.3.3 STEP 7 V5.3 标准软件包的安装 | 23 |
| 1.3.4 安装自动化许可证管理器 | 30 |
| 1.3.5 卸载 STEP 7 | 31 |
| 1.4 STEP 7 V5.3 编程软件的使用 | 31 |
| 1.4.1 STEP 7 V5.3 编程软件概述 | 31 |
| 1.4.2 在项目中使用时 STEP 7 的基本步骤 | 34 |
| 1.4.3 STEP 7 编程界面的 SIMATIC 管理器 | 35 |
| 1.4.4 硬件组态 (配置机架) | 37 |
| 1.4.5 使用符号定义变量 | 44 |
| 1.4.6 在 OB1 中创建程序 | 46 |
| 1.4.7 下载和上载 | 50 |
| 1.4.8 模块参数设置 | 59 |
| 1.4.9 打印和项目归档 | 72 |
| 1.5 S7-300/400 CPU 的面板及操作 | 75 |
| 1.5.1 S7-300 CPU 的面板 | 75 |
| 1.5.2 S7-300 CPU 的工作模式 | 78 |
| 1.5.3 S7-400 CPU 的面板 | 78 |
| 1.5.4 S7-400 CPU 的面板指示 | 79 |
| 1.5.5 S7-400 CPU 的操作 | 80 |

| | | |
|--------------|-----------------------------------|------------|
| 1.5.6 | S7-400 CPU 的存储卡 | 82 |
| 1.5.7 | 备用电源（也称记忆电源） | 82 |
| 1.6 | S7-300/400 的存储区及数据类型 | 83 |
| 1.6.1 | CPU 存储区的区域 | 83 |
| 1.6.2 | 系统存储区（System Memory） | 84 |
| 1.6.3 | S7-300/400 的数据类型 | 92 |
| 1.7 | S7-300/400 的梯形图指令 | 95 |
| 1.7.1 | S7-300/400 指令概述 | 95 |
| 1.7.2 | 位逻辑指令 | 97 |
| 1.7.3 | 定时器指令 | 123 |
| 1.7.4 | 计数器指令 | 129 |
| 1.7.5 | 数据处理指令 | 133 |
| 1.7.6 | 程序控制指令 | 161 |
| 第 2 章 | PLC 快速提高 | 167 |
| 2.1 | 寻址方式 | 167 |
| 2.1.1 | 寻址概述 | 167 |
| 2.1.2 | 立即寻址 | 167 |
| 2.1.3 | 直接寻址 | 168 |
| 2.1.4 | 间接寻址 | 171 |
| 2.2 | S7-300/400 的指令表指令 | 173 |
| 2.2.1 | 概述 | 173 |
| 2.2.2 | 位逻辑 | 174 |
| 2.2.3 | 定时器指令 | 180 |
| 2.2.4 | 计数器指令 | 186 |
| 2.2.5 | 数据处理指令 | 188 |
| 2.2.6 | 程序控制指令 | 211 |
| 2.3 | S7-300/400 的程序结构 | 224 |
| 2.3.1 | 概述 | 224 |
| 2.3.2 | 组织块（OB） | 225 |
| 2.3.3 | 功能、功能块和数据块（FC、SFC、FB、SFB 和 DB、DI） | 284 |
| 2.3.4 | STL 源文件 | 317 |
| 2.4 | S7-300/400 的诊断、调试和维护 | 329 |
| 2.4.1 | 建立 PC/PG 与 CPU 的连接 | 329 |
| 2.4.2 | 诊断 | 333 |
| 2.4.3 | 程序测试 | 337 |
| 2.4.4 | 变量表测试 | 344 |
| 2.4.5 | 断点测试 | 349 |
| 2.4.6 | 使用 PLCSIM（模拟程序 S7 是可选软件包）进行测试 | 350 |

| | |
|--|------------|
| 2.4.7 联网站的调试 | 357 |
| 2.4.8 使用参考数据 | 357 |
| 第 3 章 PLC 快速精通 | 362 |
| 3.1 S7 Graph 语言 | 362 |
| 3.1.1 S7 Graph 概述 | 362 |
| 3.1.2 初次认识 S7 Graph (实例引入) | 362 |
| 3.1.3 使用 S7 Graph 的“Control Sequencer”工具调试 | 372 |
| 3.1.4 分支程序 (交通灯程序例) | 374 |
| 3.1.5 多个顺序器程序 | 377 |
| 3.1.6 监控的编程 | 382 |
| 3.1.7 S7 Graph 功能块输入和输出参数 | 384 |
| 3.2 模拟量及闭环控制 | 388 |
| 3.2.1 模拟量模块的作用 | 388 |
| 3.2.2 模拟量输入模块 | 388 |
| 3.2.3 模拟量输出模块 | 391 |
| 3.2.4 模拟量的表示 | 394 |
| 3.2.5 模拟量模块的典型应用 | 398 |
| 3.2.6 闭环控制 | 400 |
| 3.3 S7-300/400 的工业通信网络 | 408 |
| 3.3.1 S7-300/400 的工业通信网络概述 | 408 |
| 3.3.2 AS-i 网络总线 | 409 |
| 3.3.3 PROFIBUS 现场总线 | 435 |
| 3.3.4 MPI 网络 | 454 |
| 3.3.5 工业以太网 | 474 |

第 1 章 PLC 快速入门

1.1 概述

1.1.1 PLC 的组成

PLC 的应用领域非常广，可以简单地这样描述：PLC 无处不在。

PLC 具有容易使用、性能稳定、系统开发周期短、维护方便等优点。

PLC 型号品种繁多，但实质上是一种工业控制计算机。学习 PLC 的编程无需深入细致了解其内部结构，PLC 的结构大致上按图 1.1.1 所示几部分组成。

(1) 中央处理器 (CPU)

CPU 进行逻辑运算及数学运算，并协调整个系统的工作。

(2) 存储器

用于存放系统编程程序及监控运行程序、用户程序、逻辑及数学运算的过程变量及其他所有信息。

(3) 电源

包括系统电源、备用电源及记忆电源。

(4) 输入/输出单元

输入单元用来进行输入信号的隔离滤波及电平转换；输出单元用来对 PLC 的输出进行放大及电平转换，驱动控制对象。输入单元接口是 PLC 获取控制现场信号的输入通道。输入接口电路由滤波电路、光电隔离电路和输入内部电路组成，如图 1.1.2 所示。

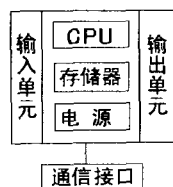


图 1.1.1 PLC 的组成

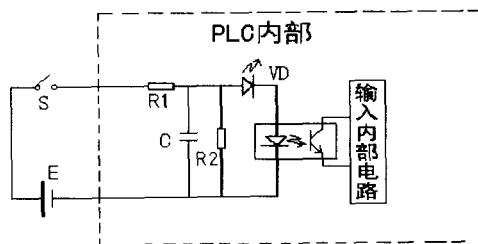


图 1.1.2 输入接口电路

光电耦合电路的核心是光电开关电路，由发光二极管及光敏三极管组成，工作原理描述如下。

当 PLC 外面开关 S 接通时，VD 及光电开关的发光管会发光，光敏三极管因得基极电流会导通，集电极电平变低；当 PLC 外面开关 S 不接通时，VD 及光电开关的发光管无电流流过而不发光，光敏三极管因无基极电流而截止，集电极输出高电平。图 1.1.2 中 R1、C 及 R2 组成输入滤波电路，消除高频干扰。

输入接口电路由输入数据寄存器、脉冲选通电路及中断请求逻辑电路组成。当 PLC 扫描在允许输入阶段时，发出允许中断请求信号，选通电路选中对应输入数据寄存器，在允许输入后期通过数据总线把输入数据寄存器的数据成批输入至输入映像存储区，供 CPU 进行逻辑运算用。

PLC 通过输出接口电路向现场控制对象输出控制信号。输出接口电路由输出锁存器、电平转换电路及输出功率放大电路组成。PLC 功率输出电路有 3 种形式：继电器输出、晶体管输出和晶闸管输出，如图 1.1.3 所示。

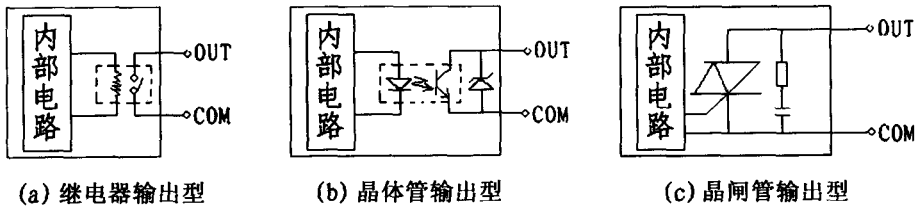


图 1.1.3 输出内部电路

继电器输出型：负载电流大于 2A，响应时间为 8~10ms，机械寿命大于 10^6 次。根据负载需要可接交流或直流电源。内部参考电路图如图 1.1.3 (a) 所示。

晶体管输出型：负载电流约为 0.5A，响应时间小于 1ms，电流小于 $100\mu\text{A}$ ，最大浪涌电流约为 3A。负载只能选择 36V 以下的直流电源。内部参考电路图如图 1.1.3 (b) 所示。

晶闸管输出型：一般采用三端双向晶闸管输出，其耐压较高，负载能力大，响应时间为微秒级。但晶闸管输出应用较少。内部参考电路图如图 1.1.3 (c) 所示。

1.1.2 PLC 的工作过程

PLC 系统通电后，首先进行内部处理，包括：①系统的初始化：设置堆栈指针，工作单元清零，初始化编程接口，设置工作标志及工作指针等。②工作状态选择，如编程状态、运动状态等。至于 PLC 系统工作过程对用户编程来说影响不大。但是 PLC 在运行用户程序状态时的工作过程对于用户编程者来说关系密切，务必引起用户编程人员注意。

严格地讲，一个扫描周期主要包括：为保障系统正常运行的公共操作占用时间、系统与外界交换信息占用时间及执行用户程序占用时间 3 部分，如图 1.1.4 所示。对于用户编程者来说，没有必要详细了解 PLC 系统的动作过程，但对 PLC 在运行状态执行用户指令的动作过程务必了解。

PLC 在运行状态执行用户指令的动作过程可分为 3 个时间段。第一阶段是输入信号采样阶段，第二阶段是用户指令执行阶段，第三阶段是结果输出阶段。

输入信号采样阶段又叫输入刷新 (I 刷新) 阶段。PLC 以扫描方式顺序读入外面信号的输入状态 (接通或断开状态), 并将此状态输入到输入映像存储器中。PLC 工作在输入刷新阶段, 只允许 PLC 接受输入口的状态信息, PLC 的第二、三阶段的动作是处于屏蔽状态。

执行用户程序阶段: PLC 执行用户程序总是根据梯形图的顺序先左而右, 从上到下地对每条指令进行读取及解释, 并从输入映像存储器和输出映像存储器中读取输入和输出的状态, 结合原来的各软元件的数据及状态, 进行逻辑运算, 运算出每条指令的结果, 并马上把结果存入相应的寄存器 (如果是输出 Q 的状态就暂存在输出映像存储器) 中, 然后再执行下一条指令, 直至“END”。

在进行用户程序执行阶段, PLC 的第一、三阶段动作是处于屏蔽状态的, 即在此时, PLC 的输入口信息即使变化, 输入数据寄存器的内容也不会改变, 输出锁存器的动作也不会改变。

结果输出阶段, 也叫输出刷新 (O 刷新)。当 PLC 指令执行阶段完成后, 输出映像存储器的状态将成批输出到输出锁存寄存器中, 输出锁存寄存器一一对应着物理点输出口, 这时才是 PLC 的实际输出。在 O 刷新时, PLC 对第一、二阶段是处于屏蔽状态的。

输入刷新、程序执行及输出刷新构成 PLC 用户程序的一个扫描周期。在 PLC 内部设置了监视定时器 (平时说的看门狗), 用来监视每个扫描周期是否超出规定的时间, 一旦超过, PLC 就停止运行, 从而避免了由于 PLC 内部 CPU 出故障使程序运行进入死循环 (死机现象)。

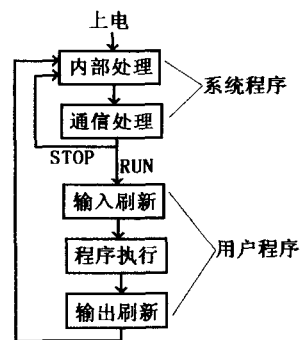


图 1.1.4 PLC 典型的扫描周期

1.1.3 PLC 的发展

目前 PLC 的生产厂家及 PLC 的型号很多, 在中国应用较多的有 SIEMENS、MITSUBISHI、NATIONAL、LG、A-B、OMRON、SCHNEIDER、GE-FANUC 和我国的一些产品。

各厂家 PLC 的硬件结构和软件系统都是封闭的, 与个人电脑相比, PLC 的标准化和互换性做得很差。例如大部分厂家使用专用的控制总线和网络协议, 不同厂家 PLC 的编程语言在表达方式和程序语法上都不相同。虽然国际电工委员会 (IEC) 专门为 PLC 制定了一个标准——IEC1131 标准, 但是很多 PLC 厂家还是按照他们原来的指标生产 PLC, 只是少部分 PLC 生产厂家开始部分或逐步使用 IEC1131 标准生产 PLC。

对于用户来讲, 主要关心的是如何使用 PLC 完成对象控制的任务, 要求实现这种任务用户需要做的工作就是硬件接线和控制系统编程。

硬件接线的主要任务是 I/O 接线和网络接线。I/O 接线分数字量 I/O 接线和模拟量 I/O 接线, 要完成接线任务最好能够了解接线部分的 PLC 内部硬件结构。特别是数字量 I/O 接口, 几乎大部分 PLC 厂家都是使用光电耦合的接口, 接口硬件结构比较有统一性。

对于控制系统的编程, 虽然不同厂家使用各自专用的编程软件, 但是对于系统编程所使用的方法一般有两种: 线性化编程和结构化编程。对于简单的控制系统使用线性化编程可能会更加方便; 但是对于复杂的控制系统如果使用线性化编程, 可能很难完成控制任务的编程, 使用结构化编程相对容易完成控制任务。

结构化编程的最重要的优点是: 按照特定控制系统进行控制任务分类, 然后针对各项分

类任务独立编程调试，最后把各分类任务集成起来就可以完成整个系统的控制；把复杂的控制系统分为多个简单的控制任务可以进行分工合作，可以同时进行各分类任务的编程和调试，这种工作方式效率较高，非常符合现在企业强调的团队精神，也非常符合当今的发展步伐。

强调结构化编程的典型 PLC 是 SIEMENS 公司的，所以本书专门介绍 SIEMENS 公司的 PLC。

西门子 S7 系列 PLC 有 S7-200、S7-300 和 S7-400。S7-200 PLC 是由美国德州仪器公司的小型 PLC 发展起来的。S7-300/400 PLC 是由西门子老式的 S5 发展过来的。S7-200 PLC 与 S7-300/400 PLC 区别比较大，体现在指令系统、程序结构和编程软件上。

S7-200 PLC 针对低性能的系统使用；S7-300 PLC 是西门子公司的中型 PLC，最多可以扩展 32 个模块；S7-400 PLC 是西门子公司的大型 PLC，可以扩展 300 多个模块。

S7 系列的 PLC 的通信功能非常强大，可以方便地接入 MPI 网、PROFIBUS 网和工业以太网等。

西门子（中国）有限公司自动化与驱动集团中文网址是 <http://www.ad.siemens.com.cn>，进入网站首页后点击下载中心栏目中的“资料”或“软件”，可以进入相应的画面下载资料 and 软件。

对于很多刚入门或准备学习 PLC 的读者可能疑惑：究竟怎样学习 PLC，学习哪种 PLC 呢？我的经验是专门学习有代表性的 PLC，如 SIEMENS（西门子）和 MITSUBISHI（三菱）公司的 PLC，把这两种 PLC 钻研精通，重点掌握其编程语言和编程方法，特别是编程方法，然后再看其他的 PLC 资料很快就可以掌握了。

1.2 S7-300 /400 PLC 的硬件和地址分配

1.2.1 S7-300 PLC 的主架硬件结构

S7-300 PLC 是模块式中小型 PLC，电源、CPU 和其他模块都是独立的，可以通过 U 形总线把电源（PS）、CPU 和其他模块紧密地固定在西门子 S7-300 标准的导轨（Rail）上。S7-300 组合单元和装配示意图如图 1.2.1 所示。

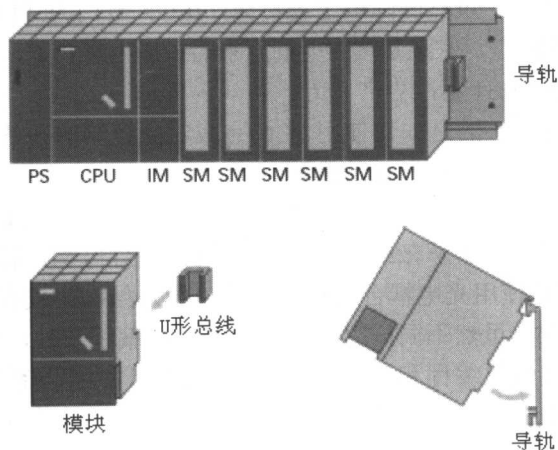


图 1.2.1 S7-300 组合单元及装配示意图

图 1.2.1 中, PS 可以选择西门子 S7-300 的电源, 也可以选择其他的 24V 直流电源, 如果是选择西门子 S7-300 的电源, 一定要放在导轨的最左边, 紧靠 CPU 的位置, 电源往右边一定是 CPU (如果是主架导轨); CPU 的右边是可以选择的 IM 接口模块, 如果只用主架导轨而没有使用扩展支架可以不选择 IM 接口模块。

S7 编程软件组态主架导轨硬件时, 电源、CPU 和 IM 分别放在导轨的 1 号槽、2 号槽和 3 号槽上。一条导轨共有 11 个槽号: 1 号槽至 11 号槽, 其中 4 号槽至 11 号槽可以随意放置除电源、CPU 和 IM 以外的其他模块。

1.2.2 S7-300 PLC 的常用模块

除电源、CPU 和 IM 外, S7-300 可以选择的其他模块有 DI (数字量输入)、DO (数字量输出)、AI (模拟量输入)、AO (模拟量输出)、FM (功能模块) 和 CP (通信模块) 等, 如图 1.2.2 所示。其中:

PS 电源模块将市电转换成 24V 直流电供给 PLC 系统使用, 常用 S7-300 电源有 PS305 和 PS307。

CPU 模块是控制系统的核心, 负责系统的中央控制责任, 存储并执行程序, 实现通信功能, 为 U 形总线提供 5V 电源。S7-300 CPU 大致分为以下 6 类。

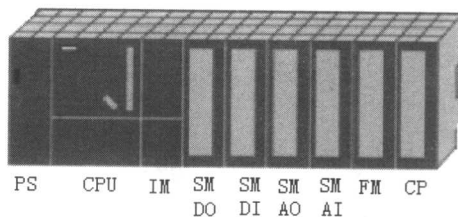


图 1.2.2 S7-300 的模块

① 紧凑型 CPU: CPU312C、CPU313C、CPU313C-PtP、CPU313-2DP、CPU314C-PtP 和 CPU314-2DP。

② 革新的标准型 CPU: CPU312、CPU314 和 CPU315-2DP。

③ 标准型 CPU: CPU312、CPU313、CPU314、CPU315、CPU315-2DP 和 CPU316-2DP。

④ 户外型 CPU: CPU312 IFM、CPU314 IFM、CPU314 户外型和 CPU315-2DP。

⑤ 大容量高端型 CPU: CPU317-2DP 和 CPU318-2DP。

⑥ 主/从接口安全型 CPU: CPU315F-2DP。

IM 接口模块负责主架导轨与扩展导轨之间的总线连接。IM 模块有 IM365、IM360 和 IM361。

SM 信号模块是 DI (数字量输入)、DO (数字量输出)、AI (模拟量输入) 和 AO (模拟量输出) 模块的总称。

FM 功能模块是可以实现特殊功能的模块, 常用的有高速计数、定位控制、闭环控制和占位模块等。

CP 通信模块是组态网络使用的接口模块, 常用的网络有 PROFIBUS、工业以太网及点对点等连接网络。

1.2.3 S7-300 的扩展及地址分配

S7-300 CPU 型号不同允许扩展模块的数量有差异, 比较低端的 CPU 是不能扩展的; 能够扩展的 CPU 最多可以扩展到 32 个模块, 如图 1.2.3 所示, 每个导轨上最多可以安装 8 个模块, 连 CPU 本身的导轨在内分别接在 4 条导轨上, 如图中的主架 0、扩展架 1、扩展架 2 和扩展架 3。

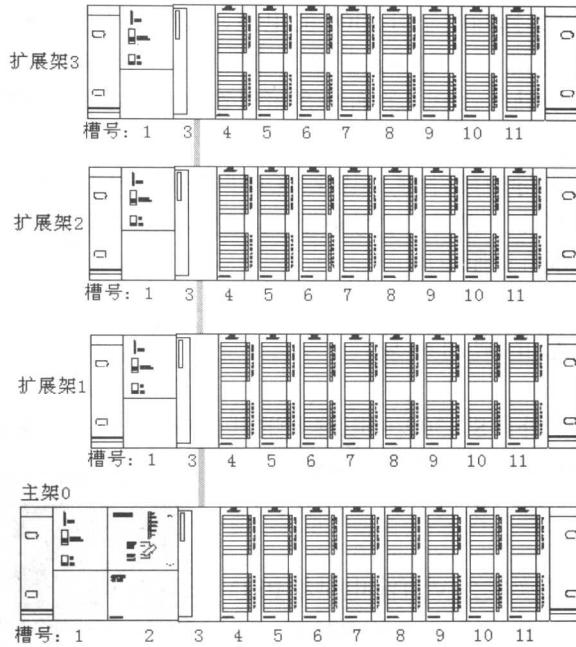


图 1.2.3 S7-300 最大扩展能力

主架上槽 1 是电源、槽 2 是 CPU、槽 3 是 IM 接口模块，槽 4 至槽 11 是除电源、CPU 和 IM 模块以外的其他模块；扩展架上槽 1 是电源、槽 3 是 IM 接口模块，槽 4 至槽 11 是除电源、CPU 和 IM 模块以外的其他模块。不同架之间通过 IM 接口模块连接。

主架上选择 IM360 接口模块，扩展架上选择 IM361 接口模块，每一个扩展架上 IM361 接口模块需要供给 24V 电源，主架上 IM360 的电源由 CPU 提供。连接示意图如图 1.2.4 所示。

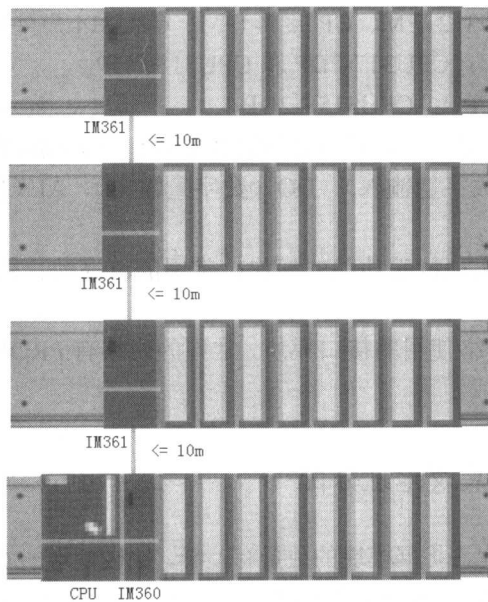


图 1.2.4 使用 IM360 和 IM361 连接扩展架

如果只需扩展一个导轨而且扩展架上不需要安装智能或通信模块，可以选择价格便宜的IM365接口模块，连接示意图如图1.2.5所示。两个架子上的5V电源由CPU提供，注意模块需要的总电流不能超出CPU能够提供的最大电流，具体连接情况请查看相关模块手册的具体参数。

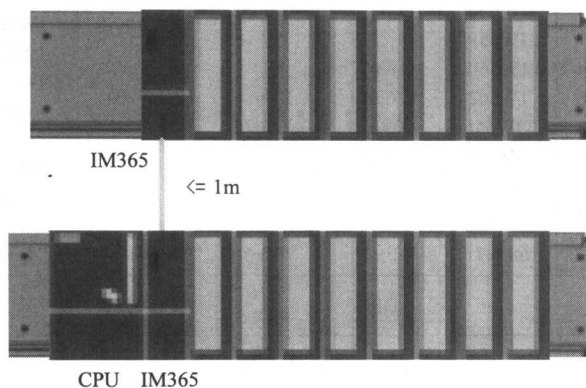


图 1.2.5 使用 IM365 连接扩展架

部分 S7-300 PLC 的地址分配允许用户使用编程软件在硬件组态时定义，但一般主张使用默认的地址分配。S7-300 PLC 的地址的默认分配是非常有规律的，如表 1.2.1 所示，表中的导轨架号和模块槽号对应于图 1.2.3。

表 1.2.1 中数字量和模拟量对应槽号的数值单位是字节 (Byte)；例中对应槽号的是假设在该槽号上放置的模块；地址是该例模块分配的地址，如果是数字量模块使用位址 (Bit) 来表示，如果是模拟量模块使用字址 (Word) 来表示。

从表 1.2.1 可以看出：数字量的分配是 IB0~IB127 (QB0~QB127)，每个槽号分配 4 个字节 (2 个字)；模拟量的分配是 IB256~IB767 (QB256~QB767)，每个槽号分配 16 个字节 (8 个字)。

表 1.2.1 模块地址默认分配表

| 机架号 | 模块类型 | 槽号 | | | | | | | |
|-----|------|---------------------|---------|--|---------|--|--|---------|-------------------|
| | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 3 | 数字量 | 96~99 | 100~103 | 104~107 | 108~111 | 112~115 | 116~119 | 120~123 | 124~127 |
| | 例 | DO8 | | DO32 | | DI32 | DI8+DO8 | | DO4 |
| | 地址 | Q96.0 ~ Q96.7 | | Q104.0~ Q104.7 Q105.0~ Q105.7 Q106.0~ Q106.7 Q107.0~ Q107.7 | | I112.0~ I112.7 I113.0~ I113.7 I114.0~ I114.7 I115.0~ I115.7 | I116.0~ I116.7 Q116.0~ Q116.7 | | Q124.0~ Q124.3 |
| | 模拟量 | 640~655 | 656~671 | 672~687 | 688~703 | 704~719 | 720~735 | 736~751 | 752~767 |

续表

| 机架号 | 模块类型 | 槽号 | | | | | | | |
|-----|------|--|--|----------------------------------|--|--|--|--|----------------------------------|
| | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | 例 | AI8 | AI4+ AO4 | AO4 | AI2 | AO2 | AI4+ AO2 | | AI4 |
| | 地址 | IW640 IW642 IW644 IW646 IW648 IW650 IW652 IW654 | IW656 IW658 IW660 IW662 QW656 QW658 QW660 QW662 | QW672 QW674 QW676 QW678 | IW688 IW670 | QW704 QW706 | IW720 IW722 IW724 IW726 QW720 QW722 | | IW752 IW754 IW756 IW758 |
| 2 | 数字量 | 64~67 | 68~71 | 72~75 | 76~79 | 80~83 | 84~87 | 88~91 | 92~95 |
| | 例 | DO4 | | DI8 | DI16+ DO16 | DO32 | | DI 8+DO8 | |
| | 地址 | Q64.0 ~ Q64.3 | | I72.0~ I72.7 | I76.0~ I76.7 I77.0~ I77.7 Q76.0~ Q76.7 Q77.0~ Q77.7 | Q80.0~ Q80.7 Q81.0~ Q81.7 Q82.0~ Q82.7 Q83.0~ Q83.7 | | I88.0~ I88.7 Q88.0~ Q88.7 | |
| | 模拟量 | 512~ 527 | 528~543 | 544~ 559 | 560~575 | 576~591 | 592~607 | 608~ 623 | 624~639 |
| | 例 | AO4 | AI4+ AO2 | AI4 | | AI8 | AI4+ AO4 | AI2 | AO2 |
| | 地址 | QW512 QW514 QW516 QW518 | IW528 IW530 IW532 IW534 QW528 QW530 | IW544 IW546 IW548 IW550 | | IW576 IW578 IW580 IW582 IW584 IW586 IW588 IW590 | IW592 IW594 IW596 IW598 QW592 QW594 QW596 QW598 | IW608 IW610 | QW624 QW626 |
| 1 | 数字量 | 32~35 | 36~39 | 40~43 | 44~47 | 48~51 | 52~55 | 56~59 | 60~63 |
| | 例 | DO16 | DI32 | | | DO8 | | DI16+ DO16 | |
| | 地址 | Q32.0 ~ Q32.7 Q33.0 ~ Q33.7 | I36.0~ I36.7 I37.0~ I37.7 I38.0~ I38.7 I39.0~ I39.7 | | | Q48.0~ Q48.7 | | I56.0~ I56.7 I57.0~ I57.7 Q56.0~ Q56.7 Q57.0~ Q57.7 | |
| | 模拟量 | 384~ 399 | 400~415 | 416~ 431 | 432~447 | 448~463 | 464~479 | 480~ 495 | 496~511 |
| | 例 | AI4+ AO2 | AO8 | AI2 | AO2 | AI4+ AO2 | AO4 | | AI4+ AO4 |
| | | | | | | | | | |

续表

| 机架号 | 模块类型 | 槽号 | | | | | | | |
|-----|------|--|--|--------------------------------|--|--|----------------------------------|--|--|
| | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 0 | 地址 | IW384 IW386 IW388 IW390 QW384 QW386 | QW400 QW402 QW404 QW406 QW408 QW410 QW412 QW414 | IW416 IW418 | QW432 QW434 | IW448 IW450 IW452 IW454 QW448 QW450 | QW464 QW468 QW470 QW472 | | IW496 IW498 IW500 IW502 QW496 QW498 QW500 QW502 |
| | 数字量 | 0~3 | 4~7 | 8~11 | 12~15 | 16~19 | 20~23 | 24~27 | 28~31 |
| | 例 | DI16 | DO16 | DI8+DO8 | | DO4 | | DO8 | |
| | 地址 | I0.0~ I0.7 I1.1~ I1.7 | Q4.0~ Q4.7 Q5.0~ Q5.7 | I8.0~ I8.7 Q8.0~ Q8.7 | | Q16.0~ Q16.3 | | Q24.0~ Q24.7 | |
| | 模拟量 | 256~ 271 | 272~287 | 288~ 303 | 304~319 | 320~335 | 336~351 | 352~ 367 | 368~383 |
| | 例 | AI4 | AI4+ AO4 | AO2 | AI8 | AO4 | AI2 | AO8 | AI4+ AO2 |
| | 地址 | IW256 IW258 IW260 IW262 | IW272 IW274 IW276 IW278 QW272 QW274 QW276 QW278 | QW288 QW290 | IW304 IW306 IW308 IW310 IW312 IW314 IW316 IW318 | QW320 QW322 QW324 QW326 | IW336 IW338 | QW352 QW354 QW356 QW358 QW360 QW362 QW364 QW366 | IW368 IW370 IW372 IW374 QW368 QW370 |

1.2.4 S7-400 PLC 的机架

1. S7-400 的机架概述

S7-400 的机架是安装所有模块的基本框架，这些模块通过机架背部总线进行交换数据和供电。S7-400 机架的种类及应用如表 1.2.2 所示。

表 1.2.2 S7-400 机架的种类及应用表

| 机架 | 插槽总数 | 可用总线 | 可用领域 | 说明 |
|-----|------|----------------|---------|--|
| UR1 | 18 | I/O 总线 通信总线 | CR 或 ER | 适用于所有模块类型 |
| UR2 | 9 | | | |
| ER1 | 18 | 受限 I/O 总线 | ER | 适用于 SM、IM 和 PS 模块， I/O 总线受以下限制： ① 不会响应模块中断； ② 不能使用 24V 供电的模块； ③ 模块不使用电源模块的后备电源供电，也不通过在外加给 CPU 或接收 IM 的电压加电 |
| ER2 | 9 | | | |

续表

| 机架 | 插槽总数 | 可用总线 | 可用领域 | 说明 |
|-------|------|---------------------|---------------------------|---|
| CR2 | 18 | 分段 I/O 总线 连续通信总线 | 分段 CR | 适用于除接收 IM 外的所有模块， I/O 总线分 2 段，分别占 10 个和 8 个槽 |
| CR3 | 4 | I/O 总线 通信总线 | 标准系统的 CR | 适用于除接收 IM 外的所有模块， CPU41X-H 仅限单机操作 |
| UR2-H | 2×9 | 分段 I/O 总线 分段通信总线 | 为紧凑安装容错型系 统细分为 CR 或 ER | 适用于除接收 IM 外的所有模块， I/O 总线和通信总线分 2 段，各占 9 个槽 |

交换数据：I/O 总线（P 总线）是机架并行背部总线，用于 I/O 信号交流，对于信号模块的过程数据也是通过 I/O 总线进行。通信总线（C 总线）是机架串行背部总线，用于快速交换与 I/O 信号相关的大量数据。除 ER1 和 ER2 外，其他机架都有一条通信总线。

供电：通过机架背部总线 and 基本连接器，由安装在机架最左侧中的电源模块为机架上的模块提供所需的工作电压（5V 用于逻辑控制，24V 用于接口模块）。对于本地连接，还可以通过 IM460-1/IM461-1 接口模块为 ER 供电。IM460-1 有两个接口，每个接口最多可以通过 5A 的电流，也就是说最多可以为本地连接中的每个 ER 提供 5A 的电流。

2. UR1 机架（通用机架）

UR1 机架：用于装配中央控制器和扩展单元，最多可容纳 18 个模板。

UR1 用于中央控制器时必须具有一个电源模板和一个 CPU 模块，能以集中式配置扩展（最大为 3m）或以分布式配置扩展（最大为 100m）。扩展时需要接口模板（发送 IM），最多可插入 6 个接口模板，最多可连接 21 个扩展单元。

UR1 机架外形如图 1.2.6 所示。

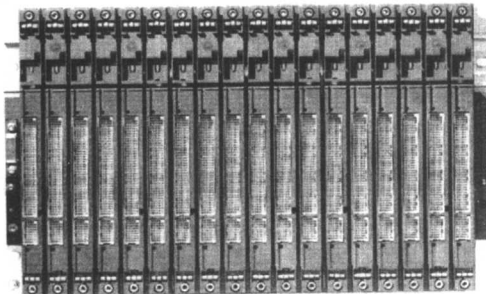


图 1.2.6 UR1 机架（通用机架）外形

UR1 机架中有 I/O 总线和通信总线。图 1.2.7 中①是 I/O 总线连接器，②是通信总线连接器。

如图 1.2.8 所示，在 S7 编程软件组态 UR1（用于中央控制器）硬件时，1 号槽放置标准电源（Standard PS）或冗余电源（Redundant PS），2 号槽（2 号槽至 4 号槽由于电源模块不同有差异）至 18 号槽可以放置 CPU、数字量（DI 和 DO）、模拟量（AI 和 AO）、IP、WF、CP 和发送 IM 等模块（IP 和 WF 模板可专用于 S5 扩展单元，也可直接用于中央控制）。