

## 简述工业控制中 PLC 的一些关键应用技术

周 辉 陈寒清 蒋宇锋

常州智控教育信息咨询有限公司, 江苏 常州 213002

[摘要] 现在及未来 10-20 年, 电气自动化将会越来越体现出它的作用与重要性! 电气自动化为什么会在工业控制中起到如此重要的作用, 正是因为它的灵活性、基于电子技术及互联网开发的控制器的先进性, 往往在非标机械实现控制应用的场合中代替机械所不能实现的一些功能; 在电气自动化控制中通讯技术的作用更为突出, 它能实现设备与设备之间数据的传输、随着技术的发展, 通讯的方式多种多样, 速度越来越快, 稳定性也越来越高, 在工业控制中大大降低了投入成本; 本次论述主要围绕 PLC 在工业控制中的一些关键技术的应用, 进而表明它的重要性。

[关键词] PLC; 电气自动化; 通讯

DOI: 10.33142/ec.v5i5.5938

中图分类号: TP273

文献标识码: A

### Briefly Describe Some Key Application Technologies of PLC in Industrial Control

ZHOU Hui, CHEN Hanqing, JIANG Yufeng

Changzhou Zhikong Education Information Consulting Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, 13002, China

**Abstract:** Now and in the next 10-20 years, electrical automation will increasingly reflect its role and importance! Why does electrical automation play such an important role in industrial control? It is precisely because of its flexibility and the advanced nature of controllers developed based on electronic technology and Internet that it often replaces machinery in the occasions where non-standard machinery realizes control applications. Some functions that cannot be realized; the role of communication technology in electrical automation control is more prominent, it can realize the transmission of data between equipment and equipment, with the development of technology, communication methods are various, and the speed is getting faster and faster. The stability is also getting higher and higher, which greatly reduces the input cost in industrial control; this discussion mainly focuses on the application of some key technologies of PLC in industrial control, and then shows its importance.

**Keywords:** PLC; electrical automation; communication

#### 1 PLC 的概述

PLC 是可编程逻辑控制器的英文缩写, 是融合了继电器控制功能和计算机运算功能而开发的, 自 20 世纪 70、80 年代发展至今, 已经从最初的只能实现简单的逻辑控制、运算处理发展到现在以智能化、网络化和集成化为主要特色的层面。PLC 紧紧跟随计算机和集成电路技术的发展历程而发展, 融合了继电器控制功能和计算机运算功能而开发, 自 20 世纪 70、80 年代发展至今, 从小规模集成电路到超大规模集成电路, 从 8 位 CPU 微处理器到 32 位 CPU 微处理器, 从最初的只能实现简单的逻辑控制、运算处理发展到现在以智能化、网络化和集成化为主要特色的层面, 其功能和应用领域可以说是得到了巨大的发展。PLC 的主要特点为可靠性高, 接口电路电气隔离、输入滤波、屏蔽干扰、自诊断功能; 可灵活编程、传统的计数器、定时器、继电器变成了编程变量, 使得控制更简单, 更容易实现, 同时在线监控功能大大提高了排查效率; 丰富的接口扩展, 可实现通讯、数字量、模拟量、运动控制扩展功能; 模块化的结构可根据现场需求自由组合; 安装简单、维修方便、结构紧凑。

#### 2 故障诊断功能概述

在工业控制中最为头疼的也是 PLC 出现故障, 导致停机, 那如何快速诊断这些故障, 及时解决呢? 以西门

子推出的小型 PLC S7-200SMART 为例, 在这里主要介绍一些诊断方法, 主要有通过模块指示灯、CPU 信息、读取 S7-200 SMART CPU 特殊寄存器 (SM) 的数值这三种方式来诊断 S7-200 SMART PLC 的硬件故障。

##### 2.1 模块指示灯

S7-200 SMART CPU 有一个 ERROR 状态指示灯, EM 扩展模块有一个 DIAG 状态指示灯, SB 电池信号板上有一个 Alarm 指示灯。这些指示灯都具有故障报警功能。(但这种方式只能看到故障, 并不能明确什么故障)



图 1 模块指示灯

##### 2.2 CPU 信息

S7-200 SMART CPU 具有一定的自诊断功能, 通过查看 CPU 信息的方式能快速有效地得到 CPU 的状态信息。查看方法: 在 STEP 7-Micro/WIN SMART 软件菜单功能区选择“PLC”选项, 在 PLC 选项中的“信息”部分选择“PLC”,

如下图所示，PLC 信息的查找方法所示。在 CPU 信息中，除了能够得到 CPU 的硬件信息、运行状态，还可以得到当前程序的扫描周期等其它有用信息。

### 2.3 读取特殊寄存器 (SM) 的数值

表 1 特殊寄存器诊断地址

诊断对象	特殊寄存器地址	功能
IO 信息	SMB5	I/O 错误状态
	SMW98	I/O 扩展总线通信错误
CPU	SMB6~SMB7	CPUID\错误状态和数字量 I/O
	SMW100	CPU 诊断报警代码
	SMB1300~SMB1049	CPU 硬件/固件 ID
EM 扩展模块	SMB8~SMB19	EM(扩展模块) ID 和错误
	SMW104~SMW114	EM(扩展模块) 诊断报警代码
	SMB1100~SMB1399	EM(扩展模块) 硬件/固件 ID
SB 信号板	SMB28~SMB29	SB(信号板) ID 和错误
	SMW102	SB(信号板) 诊断报警代码
	SMB1050~SMB1099	SB(信号板) 硬件/固件 ID

S7-200 SMART CPU 内部有特殊寄存器 SM，用户可以借以查看或是更改 CPU 的系统参数。其中有一些 SM 区域用来表示 CPU 硬件状态，包括 CPU 订货号、序列号、硬件版本、CPU 故障信息，以及 EM 扩展模块和 SB 信号板的订货号、序列号、硬件版本、故障信息等。通过在线监控相应 SM 的数值可以得到信息参数来诊断硬件故障。

### 3 编程语言的多样性

大家都有这样的经历，出行会选用不同的交通方式，有时步行，骑自行车，有时乘坐公交、地铁、开车或者打车，这取决于路途的远近、路况等实际情况，当然也取决于你拥有什么样的交通工具。TIA 中同样也为自动化项目程序设计提供了不同的编程语言，提供了不同的编程选择。在很多工控论坛上或者实际项目程序设计过程中，一直有工程师对究竟该选用哪种编程语言比较好，孰优孰劣或者哪种语言是今后的发展趋势的相关话题的讨论。其实，就像交通工具一样，不能说任何一种出行方式就是绝对的好或者不好，它们都有自己的特点和适用人群、适用场合。同样的编程语言也是一样的，TIA 各种编程语言(LAD、FBD、STL、SCL、GRAPH、HiGraphy、CFC 等)有不同的应用场合、应用对象及各自鲜明的特点。

#### 3.1 梯形图语言

比如说电机启停连锁控制以及其他的非顺序逻辑控制，选用 FBD 或 LAD 方式可以提高控制程序开发效率，还能增加准确性。

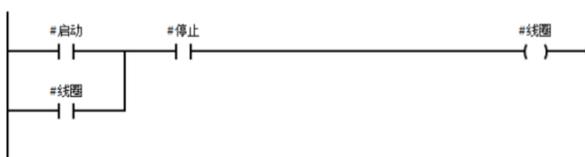


图 2 梯形图语言

#### 3.2 SCL 语言

SCL (Structured Control Language, 结构化控制语言) 是一种类似于 PASCAL 语法的高级编程语言，如果您熟悉 PASCAL、BASIC 语言或 C/C++ 等语言，那么 SCL 是很容易掌握的。不过如果您不熟悉这些也没关系，因为小编在学习的时候对这些语言也不是非常熟悉，多用多练肯定是没有问题的。在学习 SCL 时需要摆脱以前使用梯形图时养成的思维逻辑习惯。接下来小编给大家介绍一下使用最多的梯形图编程方式与我们要了解的 SCL 编程语言的各自特点：

梯形图语言是使用最广泛的一种 PLC 图形编程语言，它类似于传统式的继电器控制电路的控制形式，在常用的继电器、接触器逻辑控制基础上简化了符号演变而来，具有形象、实用、直观等特点，这是因为 PLC 在以前基本上是电气专业的人使用，而梯形图正因为这些特点而使得 PLC 很容易被市场接受。但是小编认为这种编程方式比较适合于逻辑控制，随着控制要求的越来越高，它对于处理复杂的控制算法已显得力不从心；

现在 PLC 的性能已得到极大提升，它已不仅仅是一台可编程逻辑控制器，而是集成了逻辑控制、过程控制、运动控制、网络通信于一体的智能控制平台，有的品牌 PLC 甚至采用 Intel i7 作为核心 CPU，现在的 PLC，下可控制所有生产设备，上可直达工厂 MES 系统，可想而知现在 PLC 的性能是多么强大。

与以往的 PLC 编程人员大部分是电气出身，不同的是现在更多计算机专业的人开始涉足 PLC 编程，此时迫切需要一种更强大、更先进的类似高级编程语言来满足需求、而 SCL 正满足以上要求；SCL 用于实现高级算法具有高效的同时，在一定程度上复杂算法的可读性(相比 STL 语言)；例如自己开发 PID 或其它一些高级算法程序 SCL 依赖于 TIA Portal 编程环境，不但可以用来编写 OB、FB、FC 等程序，也可以调用其它语言如 LAD、FBD 编写的程序块。现在的 TIA Portal 甚至允许使用 SCL 和 LAD/FBD 混合编程。和 LAD、FBD 相比，它更擅长于编写那些数学计算类的程序，如数据处理、控制算法等。但对于复杂的逻辑程序显得不太直观，不便于监视及排查逻辑错误。如图 1 所示，可以看出各种语言都有各自的优缺点，因此在编程语言的选择上小编认为没有好与不好之分，只有合适与不合适之分。

#### 常用编程语言比较

表 2 (选自西门子)

编程语言	直观性	功能	程序体积	易用性	适用领域
SCL	中	较强	稍大	中	数学运算、高级功能
LAD	高	低	稍大	容易	逻辑控制
FBD	高	低	稍大	容易	逻辑控制
STL	高	强	小	难	复杂功能，如指针等
Graph HiGraph	高	单一	大	中	顺序控制

由上面表 2 可看出, 经过各方面的综合比较, SCL 的长处在于编写算法, 而对于逻辑控制并不擅长, 但是对于逻辑控制 LAD 和 FBD 具有先天优势。使用 SCL 编写算法其代码非常简洁, 如果使用 LAD 去编写需要大篇幅的程序而 SCL 可能只要几步就能搞定。当然如前所述, 使用什么样的语言最终取决于个人习惯及喜好;

### 3.3 SFC 语言

对于大项目建议使用 PCS7 软件。利用 SFC 编程, 融入 TIA 全集成自动化理念, 实现自底而上的系统开发; 再加上 SFC 相关选件, 非常容易实现工程顺序控制可视化; 集成的面板开发工具, 工程人员能够快速高效的开发适用于自己行业的专业操作界面; 利用 Graph 或 SFC 实现顺序控制, 可读性好! 例如机械手控制程序, 编写时, 工艺过程被划分为若干个顺序出现的步, 每步中包括控制输出的动作, 从一步到另一步的转换由转换条件来控制, 特别适合于生产制造过程。

由此可见以上例举的语言并没有优劣之分, 只有适合于不适合之分。

但是西门子的 PLC 并不是每一种型号都支持这些语言, 例如: S7-200SMART 就只支持 LAD 与 STL 与 FBD, 这些需要我们去查询西门子的手册了。

## 4 丰富的通讯方式

plc 的通讯协议就是 PLC 为连接不同操作系统和不同硬件体系结构的通信支持协议。

### 4.1 PPI 通讯

PPI 协议是专门为 S7-200 开发的通信协议。S7-200 CPU 的通信口 (Port0、Port1) 支持 PPI 通信协议, Micro/WIN 与 CPU 进行编程通信也通过 PPI 协议。

PPI 是一个主站-从站协议: 主站设备将请求发送至从站设备, 然后从站设备进行响应, 从站设备不发消息, 只是等待主站的要求并对要求作出响应。主站靠一个 PPI 协议管理的共享连接来与从站通讯。PPI 不限制可与任何从站通讯的主站数目; 然而, 不能在网络上安装超过 32 个主站; 如果在用户程序中使能 PPI 主站模式, S7-200 CPU 在运行模式下可以作主站。在使能 PPI 主站模式之后, 可以使用网络读写指令来读写另外一个 S7-200。当 S7-200 作 PPI 主站时, 它仍然可以作为从站响应其它主站的请求。

PPI 高级允许网络设备建立一个设备与设备之间的逻辑连接。对于 PPI 高级, 每个设备的连接个数是有限的。所有的 S7-200 CPU 都支持 PPI 和 PPI 高级协议, 而 EM277 模块仅仅支持 PPI 高级协议。

### 4.2 PROFINET 通讯

PROFINET 由 PROFIBUS 国际组织 (PROFIBUS International, PI) 推出, 是新一代基于工业以太网技术的自动化总线标准, 全球已经使用 PROFINET 非常多了, 仅仅中国就有 140 多家

PROFINET 为自动化通信领域提供了一个完整的网络解决方案, 囊括了诸如实时以太网、运动控制、分布式自动化、故障安全以及网络安全等当前自动化领域的热点问题, 并且, 作为跨供应商的技术, 可以完全兼容工业以太网和现有的现场总线 (如 PROFIBUS) 技术, 保护现有投资。是新一代基于工业以太网技术的自动化总线标准。作为一项战略性的技术创新。

PROFINET 是适用于不同需求的完整解决方案, 其功能包括 8 个主要的模块, 依次为实时通信、分布式现场设备、运动控制、分布式自动化、网络安装、IT 标准和信息安全、故障安全和过程自动化。

### 4.3 以太网通讯

工业以太网是基于 IEEE 802.3 (Ethernet) 的强大的区域和单元网络。工业以太网, 提供了一个无缝集成到新的多媒体世界的途径。企业内部互联网 (Intranet), 外部互联网 (Extranet), 以及国际互联网 (Internet) 提供的广泛应用不但已经进入今天的办公室领域, 而且还可以应用于生产和过程自动化。继 10M 波特率以太网成功运行之后, 具有交换功能, 全双工和自适应的 100M 波特率快速以太网 (Fast Ethernet, 符合 IEEE 802.3u 的标准) 也已成功运行多年。采用何种性能的以太网取决于用户的需要。通用的兼容性允许用户无缝升级到新技术。

工业以太网是应用于工业控制领域的以太网技术, 在技术上与商用以太网 (即 IEEE 802.3 标准) 兼容, 但是实际产品和应用却又完全不同。这主要表现普通商用以太网的产品设计时, 在材质的选用、产品的强度、适用性以及实时性、可互操作性、可靠性、抗干扰性、本质安全性等方面不能满足工业现场的需要。故在工业现场控制应用的是与商用以太网不同的工业以太网。

## 5 PLC 的一些特殊数据类型

### 5.1 VARIANT 数据类型的介绍

Variant 可以指向不同数据类型的变量或参数; Variant 指针可以指向结构和单独的结构元素。Variant 指针不会占用存储器的任何空间。如果你想做一个通用功能的函数 (FC)、函数块 (FB), 而被处理的数据类型是不确定的, 被处理数据可能是整数; 也可能是实数等, 但程序执行的功能是一样的时候, 就可以使用 Variant 数据类型进行处理。

Variant 主要用函数 (FC)、函数块 (FB) 的接口处和它们的局部变量中。(如果是一个专用的函数、函数块, 数据类型都是确定的, 就不需要 Variant。)

### 5.2 博途软件中的 UDT

UDT 是 User-Defined Data Type 用户定义的数据类型的简称。

假设有 n 个电机, 它们的控制都是基本相同的: 如“正转 (BOOL) ”、“反转 (BOOL) ”、“速度 (INT) ”、“加速度 (INT) ”、

“减速度(INT)”等,如果程序中你需要用到这些属性,那么你可能需要为n个电机都建立这些变量,如果是单独建立,你就需要建立 $n*5=5n$ 个变量;如果用UDT来处理,那就简单多了。UDT的重要应用在为上位机服务时,上位机只要调用一个DB块就可以使用所有的变量了。

## 6 结语

未来,数字化网络一定会在自动化设备和项目中发展的越来越快;以机器人为代表的智能设备将会越来越多的代替许多岗位的工作;控制要求一定是朝着精度、速度、安全性、可靠性、可查阅与修改功能越来越高的方向发展;远程维护与监控功能需求会更加急迫;网络接入标准功能也越来越完善等等,控制层与MES的无缝连接必然使我们要面对的。除了控制层,我们还需要把设备层与传感器层的大量数据传送到控制层,不然控制层与MES的网络连接就没有太大的意义了。那么,我们的:变频器,伺服驱动,机器人,各种执行机构,各种传感器与仪器仪表等就必须更多的通过网络数据的传送形式与控制层进行连接,虽然

模拟量信号现在还在许多场合应用,但发展的趋势一定是:数字化网络控制,因为随着技术的发展,数字设备的性价比会越来越高,需求越来越高;作为电气自动化从业人员来说,在掌握了PLC的相关技术外,仍然要不断学习,应对未来更多的变化。

## [参考文献]

- [1]黄立忠. 电气工程自动化控制中 PLC 技术的应用[J]. 世界有色金属,2018(24):161-163.
  - [2]李洪波. 智能化技术在电气工程自动化控制中的应用探讨[J]. 南方农机,2019,51(16):168-169.
  - [3]杨杰. PLC 技术在电气工程及其自动化控制[J]. 建材与装饰,2020(21):255-257.
  - [4]刘慧. 电气工程自动化控制中 PLC 技术的应用策略[J]. 智库时代,2018(48):223-232.
- 作者简介:周辉(1985.10)男,常州工学院,电气工程及其自动化专业,常州智控教育信息咨询有限公司,副总经理,维修电工高级技师。