

基于PLC技术的油气田自动化应用研究

自动化生产一直是油气田发展目标，传统自动化控制技术无法满足实际应用要求，为此提出了基于PLC技术的油气田自动化系统。选用西门子S7-300 PLC来提升油气田自动化水平，其分布式、模块化的结构有利于油气田自动化应用系统进行新功能组建，使用STEP7进行油气田生产进程的结构化编程，给出控制指令，油气田生产设备根据控制指令循环进行自动化生产。结果表明，该系统可有效节约成本，降低故障次数，在故障产生后快速恢复正常生产。

马旭斌 唐秀清 袁先义/华北石油通信公司

0 引言

自动化应用的发展离不开对受控方物理参数、工艺结构和工作原理的研究^[1]。对于油气田自动化应用的研究早在2000年就已经步入正轨，目前可进行自动化监控与通信，数据采集与监视控制系统（Supervisory Control And Data Acquisition，SCADA）是主要应用对象，这种油气田自动化系统采用分布式控制与布局手段，在地面监控中心建立远程管理终端单元，可实现对油气田生产设备的遥控，在恶劣的采油环境中能够发挥巨大的管理优势，并兼具数据集中处理和定时巡逻的自动化科技性能^[2]。但与英国油气田的自动化应用系统相比，SCADA并不能有效减少工作者的劳动强度，增加油气产量，因此具有较大的可提升空间。

1 基于PLC技术的油气田自动化应用

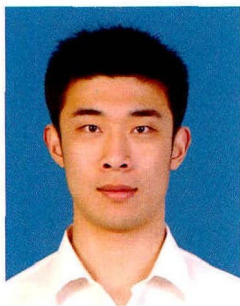
可编程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller，PLC）的本质是可编程

序存储器，可以使用数字以及模拟信息管理生产进程，它兼容了计算机、自动化和通信等多种技术原理，是一种多功能、稳定性强以及应用便捷的小型控制器，经常在工业环境中使用，油气田自动化应用系统也不例外。下面将对基于PLC技术的油气田自动化应用系统进行深入研究。

1.1 PLC选型

西门子公司生产的PLC-S7系列PLC于目前而言是最为著名、性价比超高的PLC技术系统，包括S7-200、S7-300和S7-400三种可供用户选择的PLC。其中，S7-200 PLC最先推出，技术比较成熟，但对编程软件限制较多，其性能已被逐渐淘汰，SCADA中应用的就是S7-200。另外，西门子公司新研制了一种S7-1200 PLC，是S7-200的性能替代品。

按照体积与功能区分，S7-300是中小型体积的PLC，其对数据的处理灵活且通信便捷，并具备自由扩展与集成功能，抗振荡冲击性能优异，但这些功能使得S7-300不适合在大规模生产进程中使用，原因是其过强的灵活性在进行过多生产设备的控制中极易产生奇异数据。S7-400是大体积PLC，其最大特色是处理资源丰富，计算速率极快；缺点是灵活性不如S7-300，功能欠缺时需要适量增加PLC组件，同时要保证新组件与旧组件的兼容性。S7-1200 PLC的功能定位介于S7-200和S7-300之间，增加了运动控制、计数、中断和脉冲输出



马旭斌/助理工程师

关键词/Keywords

PLC ·
模块化 ·
油气田 ·
自动化生产 ·

等功能，实时特性强。就现有国情来看，我国油气田以中小型居多，而且作业能力普遍采取人工与机械协同方式，因此，S7-400的大体积和S7-1200的繁多功能并不适合在我国油气田自动化应用系统中使用，故选用S7-300。

1.2 西门子S7-300 PLC的结构与功能

西门子S7-300是一种分布式、模块化结构的PLC，其模块化结构实物如图1所示，主要包含模块和机架两部分，供电单元、导轨和数据接口也是必不可少的PLC结构。模块内又包含处理器模块、数据模块以及各类功能模块，可依据生产情况的不同任意增减功能模块。

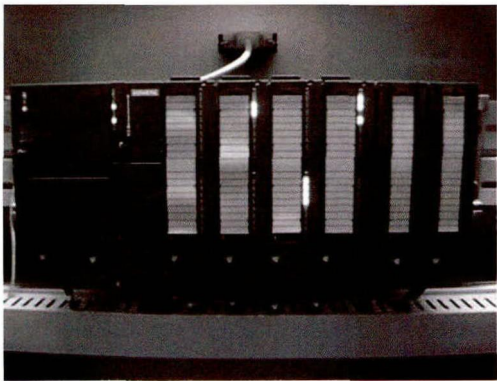


图1 西门子S7-300 PLC模块化结构实物

分布式可给予PLC模块灵活扩展性，并能增益PLC的网络连接能力，减轻处理器模块运作负载，使S7-300 PLC能够连接多种类型的工业专用网络并进行成功通信，同时支持“点对点”通信和总线通信。S7-300 PLC内在结构紧凑，模块化令其在有限空间内可任意组合组件数量和型号，通过导轨将这些组件连接并将功能兼容在机架上。

S7-300 PLC的模块扩展空间有8个，使用的是模内转印工艺，如果用它来扩展机架功能，可增加4个机架位，S7-300 PLC机架扩展形式示意图如图2所示。以指示流量计为例，S7-300 PLC要求指示流量计的扩展必须与中央处理器放置于同一个机架中，使用型号为IM361的扩展接口进行频率调制，将扩展机架连接到S7-300 PLC主机中。S7-300 PLC的扩展形式有利于随时向油气田自动化应用系统中加入新功能组件，并且不用担

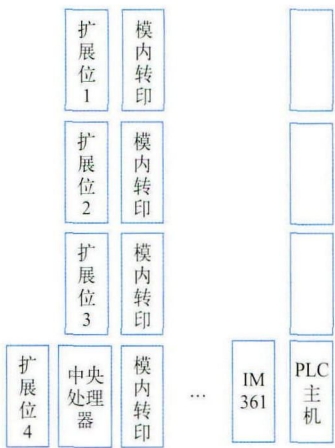


图2 S7-300 PLC机架扩展形式示意图

心兼容性问题。

1.3 西门子S7-300在油气田自动化中的应用

基于S7-300 PLC的油气田自动化应用系统的建立原则是：尽可能完整地控制生产现场设备操作进程，利用PLC技术使油气田生产跟上现代化的发展。主要由输入/输出设备和S7-300 PLC技术平台构成的油气田应用系统，通过电气传动手段执行控制指令，S7-300 PLC技术平台包含西门子S7-300 PLC和PLC维护设备，控制指令的执行进程用如图3所示。通过分析控制需求确定输入/输出设备的生产流程和接线形式。所谓输入设备就是油气田生产中使用的能够对生产设备进行控制与管理的设备，输出设备是指直接参与一线生产的设备。将输入/输出设备看作节点分配在S7-300

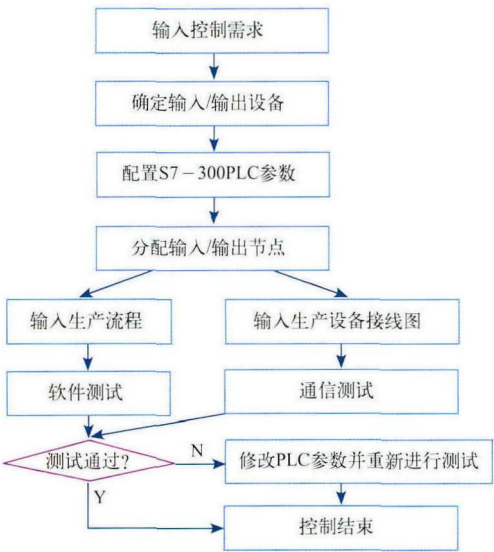


图3 自动化应用系统的控制指令执行进程

PLC技术平台的控制节点上，用图表形式将生产流程和接线形式输入S7-300 PLC技术平台，当PLC维护设备对S7-300 PLC参数配置结束随即进行生产流程的软件测试以及生产设备接线的通信测试。

S7-300 PLC的自动化控制指令包括四个阶段参数配置、矛盾处理、输入刷新和输出刷新。通常，如果前两个阶段不出错的话，后两个阶段是不需要进行的。所以，如果软件测试和通信测试均通过，S7-300 PLC发出的控制指令也会同时结束，接下来油气田生产设备只要按照当前控制指令无限循环便可实现自动化生产。假设测试未通过，S7-300 PLC则进入管理进程，需要不断刷新PLC参数、更新输入/输出设备信息，一直到测试通过。

1.4 油气田自动化应用系统的编程

使用STEP7进行结构化编程，STEP7是西门子公司为S7-300 PLC和S7-400 PLC专门设计的编程软件，支持梯形图、顺序功能图和流程框图三种编程语言。在油气田自动化应用系统中，S7-300 PLC的控制指令编程使用最为直观的梯形图，可方便用户理解，增强人机交互能力。S7-300 PLC控制指令在STEP7内被划分成三种结构编程块，分别是OB、FB和FC，依次表示管理块、功能调取块和功能供给块，S7-300 PLC编程结构如图4所示。

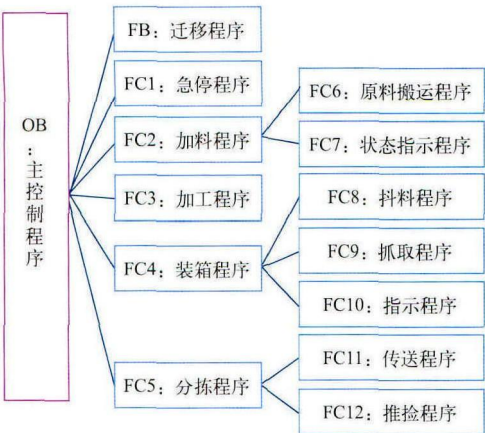


图4 S7-300 PLC编程结构

S7-300 PLC对油气田生产设备的控制采用主

从模式，OB中写入的是主控制程序，FC中写入的是从控制程序。FB中迁移程序的作用是将其他控制设备或S7-300 PLC功能扩展的控制程序迁移到主控制程序中。FC1中的急停程序能够在油气田自动化应用系统遭遇紧急状况时完全切断油气田自动化作业，将损失降至最低。另外，FC中包含加料、装箱、加工和分拣程序，还对一些程序的具体执行进行了详细的补充说明。整个S7-300 PLC的编程结构几乎覆盖所有油气田的生产进程，能够最大限度地提高油气田自动化应用水平，后期的功能完善工作同样便于进行，可完美契合油气田自动化应用系统建立原则。

各程序在交流过程中一般使用现场总线，油气田企业WiFi作为备选。现场总线对数据的接收与发送采用播报式，安装监听器可截获报文，所以S7-300 PLC不以明码形式传递程序，查看程序编程数据前需要先进行解码。一旦控制指令被成功建立，没有管理权限的人员是不能对控制指令进行修改的。

2 仿真实验

实验现场如图5所示，实验场所是新疆省内一个小型油气田控制室。实验将全部采用真实数据构建虚拟环境，全面、精准地评估基于S7-300 PLC的油气田自动化应用系统。



图5 实验现场

由于人工操作失误和以往使用的SCADA控制失效而产生的油气田开采井内断电等不良情况时常出现，下表记录下了实验前此油气田2016年1~10月的不良情况出现次数和使用SCADA恢复正

常生产所用的时间。

在实验组建的虚拟环境中测试基于S7-300 PLC的油气田自动化应用系统，可从下表中看出S7-300 PLC的使用可降低油气田生产过程中不良现象的产生次数，一旦不可避免地出现生产故障，平均4.2 min就能恢复正常生产。虽然虚拟数据与真实数据之间必然存在差异，但仍可以大致看出本文系统可有效降低故障次数，并在故障产生后快速恢复正常生产。

表 油气田不良情况真实数据表

月份	不良情况产生次数/次		平均恢复时间/min	
	SCADA	S7-300PLC	SCADA	S7-300PLC
1	6	3	62.3	8.7
2	5	3	61.5	8.2
3	5	2	60.0	5.9
4	3	1	62.4	5.2
5	2	0	53.0	0.0
6	2	0	58.1	0.0
7	1	0	58.5	0.0
8	5	2	64.9	3.8
9	5	1	68.3	3.7
10	6	2	66.2	6.9
平均值	4	1	61.5	4.2

3 结束语

S7-300 PLC的灵活性强且通信便捷，拥有自由扩展与集成功能，具备优异的抗振荡冲击性能，为此建立基于S7-300 PLC的油气田自动化应用系统，建立原则是尽可能完整地控制生产现场设备操作进程，提高油气田自动化应用水平。实验结果表明，该系统不仅能够有效降低故障次数，并有效节约成本，而且出现生产故障时，恢复正常生产速度快。

参考文献

[1] 赵强, 刘刚, 行花妮, 等. 物联网技术在油气田生产中的应用研究 [J]. 石油化工应用, 2016, 35 (1): 84-85.

[2] 杨东, 雷勇, 涂国强, 等. 基于西门子PLC控制的隧道风机系统设计 [J]. 自动化仪表, 2015, 36 (9): 65-68.

[3] 尹虎, 肖广荣, 辛刚, 等. 基于信息自动化的现代油田发展分析 [J]. 石化技术, 2015, 22 (8): 254-254.

[4] 李永清, 李明江, 赵晓龙, 等. 对提升长庆油田油井功图计产精度的几点思考 [J]. 自动化技术与应用, 2016, 35 (3): 129-131.

[5] 李明江, 李珍, 邱亮, 等. 示功图技术在长庆油田的应用 [J]. 石油化工自动化, 2015, 51 (1): 43-45.

[6] Song J, Ding W, Yang F, et al. An indoor broadband broadcasting system based on PLC and VLC [J]. IEEE Transactions on Broadcasting, 2015, 61 (2): 299-308.

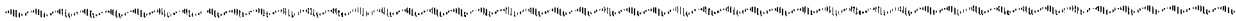
[7] 李慧涓. 油田自动化系统综述 [J]. 石化技术, 2015, 22 (6): 67-67.

[8] 陈宇飞, 武建新. 西门子PLC控制网络的配置策略与应用 [J]. 现代工业经济和信息化, 2016, 6 (3): 83-85.

[9] Galli S, Lys T. Next generation narrowband (under 500 kHz) power line communications (PLC) standards [J]. China Communications, 2015, 12 (3): 1-8.

[10] 龙家文, 刘丛然, 李士相. KVM在大港油田电力自动化系统中的应用 [J]. 工业控制计算机, 2016, 29 (7): 52-52.

(收稿日期: 2016-10-10) EA



欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告