

文章编号:1671-251X(2014)10-0106-03

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.10.029

刘会军.一种基于控制序列的矿用水泵控制器逻辑编程技术[J].工矿自动化,2014,40(10):106-108.

一种基于控制序列的矿用水泵控制器逻辑编程技术

刘会军

(神华新疆能源有限责任公司,新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要:提出了一种基于控制序列组态的控制工艺编程技术,详细介绍了该技术的组态、编码和解码实现方法。将该技术应用于矿用水泵监控系统的控制器中,通过组态软件,用户可以根据现场的水泵控制工艺和要求,高效地配置和维护被控对象的各种控制逻辑,实现多泵联动、无人值守、避峰填谷等多种复杂功能,有效地提高矿用水泵控制器的易用性和可维护性。

关键词:矿用水泵;控制器;嵌入式系统;控制序列;逻辑编程

中图分类号:TD67

文献标志码:B

网络出版时间:

网络出版地址:

A logic programming technology for mine-used water pump controller
based on control sequence

LIU Huijun

(Shenhua Xinjiang Energy Co., Ltd., Urumqi 830000, China)

Abstract: A control process programming technology based on control sequence configuration was presented, the implementation methods of configuration, encoding and decoding of the technology were introduced in details. Applying the technique to mine-used water pump controller of monitoring system, user can efficiently configurate and maintain various control logic of controlled object through the configuration software and according to water pump control process and requirements in field, so as to realize complex functions such as linkage of multiple water pumps, unattended, a peak valley, and effectively improve usability and maintainability of the mine-used water pump controller.

Key words: mine-used water pump; controller; embedded system; control sequence; logic programming

0 引言

矿用水泵监控系统用控制器工作于煤矿井下,通常采用传统的 PLC 控制器对矿井排水系统进行集中监测和控制,工程部署以及控制工艺更改时需要利用基于 PC 的编程软件对 PLC 进行程序编制。此外,梯形图、指令表等传统 PLC 编程技术对用户而言具有较高的学习、使用和维护成本。

相比传统的基于单片机系统的 PLC 控制器,基于嵌入式系统的控制器具有开放的体系结构、强大

的本地编程和配置能力、可本地化^[1]的特点,能较好地满足日益复杂的矿用监控系统的需求,同时,其控制程序的编制能通过控制器本机完成,避免了 PLC 控制器依赖外部非本安设备的问题。为此,针对基于嵌入式系统的控制器,本文提出了一种基于控制序列组态的控制工艺编程技术,并将其应用于矿用水泵监控系统的控制器中,相比传统的 PLC 控制器,无需复杂的上位机编程和工程部署,降低了设备的使用和维护难度。

收稿日期:2014-04-18;修回日期:2014-07-15;责任编辑:张强。

作者简介:刘会军(1974—),男,新疆乌鲁木齐人,工程师,现主要从事电力自动化方面的研发与管理工作,E-mail:380740376@qq.com。

1 基于控制序列的控制器逻辑编程技术

基于控制序列的控制器具有强大的数据处理和网络通信能力并具有开放的体系结构,控制程序的部署、维护和运行均可在控制器本机完成,极大降低了用户的使用难度,已经成为矿用控制器技术发展的趋势。

不同于传统的 PLC 梯形图逻辑^[2],基于控制序列的控制器,采用可编程的控制序列来描述控制逻辑,这种控制序列是基于现场的物理测点而非控制器的端口变量,使用的逻辑关系简单明了,具有很高的可读性、可配置性,应用这种技术的水泵控制器可实现面向普通水泵司机,而不是工程师的现场维护。

基于控制序列的控制器一般由组态系统和运行系统组成,组态系统完成控制逻辑的组态、编译和目标代码转换等工作,运行系统实现目标代码的解释执行和逻辑控制功能^[3]。组态系统和运行系统可同时部署于水泵系统用本安型控制器中,也可根据现场需求分别运行于上位机和本安控制器中。

2 控制序列的组态

控制序列是一种从物理测点(控制系统的输入输出点)角度来描述控制工艺和控制逻辑的方法和技术,使用条件点和动作点来描述控制逻辑。控制序列是多个控制步骤行的集合,一个步骤行包含一个条件行和一个动作行^[4]。

一个条件行由若干串联的条件块组成,一个条件块由若干串/并联的条件块或条件点构成,条件点可以是输入输出测点的状态和数值表达式、定时器等。一个动作行包括若干并联(同步执行)的动作点,动作点可以是输出测点、其他控制序列等。

控制序列中一个步骤行如图 1 所示。X0, X1,...,X7 代表条件点,其中 X0,X1 并联构成了一个条件块,进而和 X2 串联构成了一个条件块,并与 X3,X4 串联的条件块并联,最后串联 X5,X6,X7 组成的条件块(X5,X6 串联,再和 X7 并联),它们组成了条件行。Y0 代表仅有的一个动作点,它组成了动作行。

基于控制序列的水泵控制器安装了组态软件,通过友好的图形配置界面,用户可以根据现场的水泵控制工艺进行高效的控制序列配置,配置一个步骤行包括配置条件点、条件关系、动作点、工作关系、时间参数等。用于水泵控制的一个控制步骤行的配置界面如图 2 所示。

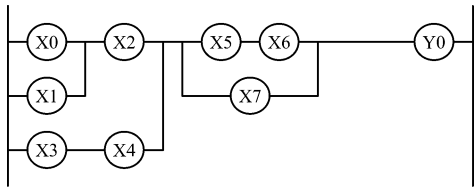


图 1 控制序列中一个步骤行



图 2 用于水泵控制的一个控制步骤行的配置界面

通过对整个控制序列增加、修改、删除步骤行,用户可构建完整的控制序列。用于水泵控制的控制序列组态如图 3 所示。

步...	条件点	类型...	超时	是动作点	类...	下一步
20	1号水泵1号出水压力	<=6.000	250	1号水泵1号电动闸阀1号闸阀开	无效	21
	或1号水泵1号电动闸阀1号开到位	有效				
21	1号水泵1号电动闸阀1号开到位	>=7.000	360	无动作	无	30
22	1号水泵1号出水压力	<=4.000				23
	或1号水泵1号出水压力	>=7.000	0	1号水泵1号电动闸阀1号闸阀开	有效	20
23	1号水泵1号出水压力	>=7.000	0	1号水泵1号电动闸阀1号闸阀开	有效	20

图 3 用于水泵控制的控制序列组态

为提高易用性和可维护性,针对水泵控制系统的特点,软件提供了启停、保护、循环、事件等多种类型的控制序列^[5],用户可根据现场需要进行组态。

3 控制序列的编码

组态完成后需要控制序列进行编码,形成下装到运行环境中供控制器解析和执行的代码。控制序列的编码步骤如下:

- (1) 转换测点至变量。将所有的条件点和动作点转换为控制器可识别的变量,如条件点为“1 号电动闸阀开到位”测点,首先查询与该开入测点关联的接线端口或通信寄存器标志,再转换为相应的变量。
- (2) 生成条件二叉树。扫描条件行,从左至右扫描,每扫描到 2 个并联的条件块/点就生成一个加性“+”节点,每扫描到 2 个串联的条件块/点就生成一个乘性“×”节点,新生成的这个“+”或“×”节点继续参与构造二叉树,作为后序节点(如果有的话)的子节点。例如图 4 的条件行, X0,X1 构成一个“+”节点,该节点和 X2 构成一个“×”节点,依此类推,生成的条件二叉树如图 4 所示。
- (3) 生成逻辑编码式。经过扫描和错误检查,

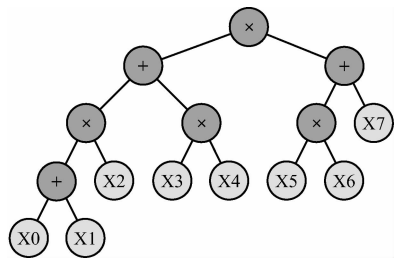


图 4 扫描某个步骤行生成条件二叉树

建立条件二叉树结构后,对二叉树进行遍历即可转化为逻辑编码式。根据先前构造二叉树时所建立起来的顺序可知,树的遍历顺序是后序遍历,也就是先访问左子节点,然后访问右子节点,最后访问根节点。对图 4 的二叉树结构进行后序遍历所得到的逻辑编码式如式(1)所示:

$$Y0=X0X1+X2\times X3X4\times +X5X6\times X7+\times \quad (1)$$

该表达式即为控制序列一个步骤行的编码。

4 控制逻辑的解码

对于控制序列编码生成的逻辑表达式,控制器需要在运行时进行加载、解析和执行。控制逻辑表达式可以使用栈作为数据结构来解码。首先定义一个栈结构,然后从左至右扫描逻辑关系式。每遇到一个运算变量,就将其进栈,遇到运算符,则将栈顶的 2 个变量出栈,对其实施运算,并将运算结果代替进栈,最后留在栈顶的就是逻辑运算的结果。

对式(1)对应的逻辑表达式进行解码的过程见表 1。

5 结语

基于嵌入式系统的控制器采用开放式体系结构,具有良好的网络通信能力,能够完成比较复杂的控制任务,可以满足和实现当前和今后工业自动化领域控制系统的开放性要求。本文将基于控制序列的控制器逻辑编程技术应用到矿用水泵监控系统中,通过界面友好、操作简单的组态软件,用户可以根据现场的水泵控制工艺和要求,高效地配置和维护被控对象的各种控制逻辑,实现多泵联动、无人值守、避峰填谷等多种复杂功能,有效地提高矿用控制系统的易用性和可维护性。基于控制序列的矿用水泵控制器现已在平煤集团八矿、十一矿等现场使用,取得了良好的效果。

参考文献:

[1] 吴玉香,郭建勋,周建香. 嵌入式软 PLC 编程系统的设计[J]. 控制工程,2010,17(3):363-366.

表 1 对式(1)对应的逻辑表达式进行解码的过程

步骤	对象	栈操作及运算	栈内容
1	变量 X0	进栈	X0
2	变量 X1	进栈	X0,X1
3	运算符 +	栈顶两元素出栈,或运算,进栈	(X0+X1)
4	变量 X2	进栈	(X0+X1),X2
5	运算符 ×	栈顶两元素出栈,与运算,进栈	((X0+X1)×X2)
6	变量 X3	进栈	((X0+X1)×X2)、X3
7	变量 X4	进栈	((X0+X1)×X2)、X3、X4
8	运算符 ×	栈顶两元素出栈,与运算,进栈	((X0+X1)×X2)、(X3×X4)
9	运算符 +	栈顶两元素出栈,或运算,进栈	((X0+X1)×X2)+(X3×X4)
10	变量 X5	进栈	((X0+X1)×X2)+(X3×X4)、X5
11	变量 X6	进栈	((X0+X1)×X2)+(X3×X4)、X5、X6
12	运算符 ×	栈顶两元素出栈,与运算,进栈	((X0+X1)×X2)+(X3×X4)、(X5×X6)
13	变量 X7	进栈	((X0+X1)×X2)+(X3×X4)、(X5×X6)、X7
14	运算符 +	栈顶两元素出栈,或运算,进栈	((X0+X1)×X2)+(X3×X4)、((X5×X6)+X7)
15	运算符 ×	栈顶两元素出栈,与运算,进栈	((X0+X1)×((X3×X4)×((X5×X6)+X7))
16	—	栈顶一元素出栈,复制给 Y0	—

[2] 郑凤翼,郑丹丹,赵春江. 图解 PLC 控制系统梯形图和语句表[M]. 北京:人民邮电出版社,2006.

[3] 高进,秦付军. 解释型软 PLC 编译系统设计[J]. 机电工程技术,2010,39(6):96-99.

[4] 葛芬,吴宁. 基于 AOV 图及二叉树的梯形图与指令表互换算法[J]. 南京航空航天大学学报,2006,38(6):754-758.

[5] 李瑞. 井下排水系统的监测与控制研究[D]. 太原:太原理工大学,2006.