

PLC 在高压断路器控制中应用

陈海军

(广州铁路职业技术学院 电气系,广东 广州 510430)

摘要: 针对高压断路器控制及信号回路二次接线较复杂的情况,改进控制方法,利用可编程逻辑控制器 PLC(Programmable Logic Controller)实现对其控制。以单相高压真空断路器为例,改进断路器二次接线,设计了控制程序,实现断路器的分、合闸操作及正常信号的显示,以及自动跳闸后的事故信号动作显示,并实现控制电路的闭锁要求。采用 PLC 控制,元件数量及种类减少,简化了二次接线,故障查找及修改二次接线容易,同时提高了控制的可靠性,简化了操动机构。

关键词: 高压断路器; 可编程逻辑控制器; 控制

中图分类号: TM 762;TM 561 文献标识码: B 文章编号: 1006-6047(2006)08-0101-03

在传统的变电所中,高压断路器控制及信号电路采用电磁型继电器为主要元件。为实现各种逻辑电路,采用了大量的电磁元件,其种类繁多,众多电磁元件的机械触点降低了可靠性,同时接线复杂、检修困难,并占用较大空间^[1]。目前,可编程逻辑控制器(PLC)的应用,解决了存在的诸多问题,处理各种逻辑关系正是 PLC 的强项^[2],PLC 内部大量的软继电器可以替代众多的实物元件,可在实现原有控制电路功能的途径上有更好的选择^[3]。PLC 本身的可靠性很高,用来控制断路器也具有高可靠性。

1 控制基本要求^[4]

为保证变电所设备的安全运行和方便运行人员监视,高压断路器控制电路通常需满足可进行正常的手动分、合闸操作,操作正常分、合闸完毕,给出相应指示信号,不能正常操作时应给出相应指示信号,正常分、合闸完毕应自动切断分、合闸回路;事故时可自动分闸,并给出事故的音响和闪光信号;具备必要的闭锁措施,防止断路器“跳跃”。

2 控制接线及程序设计

现有 ZN42-27.5 户内单相高压真空断路器一

台,为手车式结构,采用弹簧操动机构^①。其操动机构控制电路见图 1,操动机构控制元件参数见表 1。

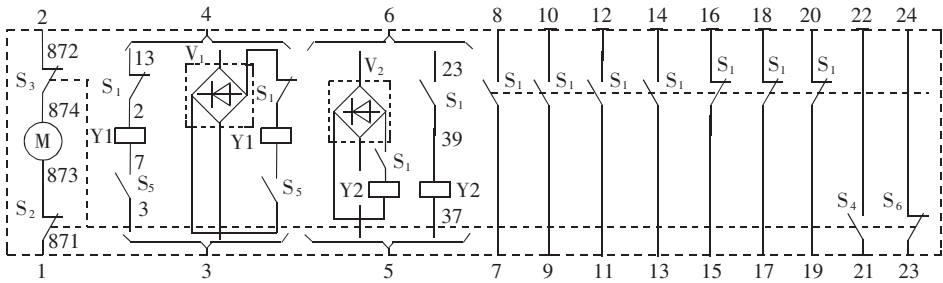
表 1 操动机构控制元件参数
Tab.1 Control element parameters

名 称	U/V		I/A	R/Ω (20℃)
	交流	直流		
分、合闸电磁铁	110	110	1.90	57.5±5.7
	220	220	1.13	194±19

该断路器原采用 110 DC 控制电源,使用 LW2-2-1a、4、6a、40、20、20/F8 万能转换开关控制。按照前述控制电路的基本要求,采用电磁型元件接线,接线复杂,而且还需要配备专门的闪光电源。

现应用三菱 FX_{2N} 系列 PLC^②实现上述控制要求,其输入/输出各 16 点,PLC 的外部接线及断路器操动机构箱的端子排接线如图 2 所示。图 2 中机构箱的端子排编号为原有编号(其左侧为插头编号,右侧为机构箱内部元件端子号),无需改动其编号,只在左侧用电缆引出接线即可,7~8 端子(辅助接点 S₁常开接点)接入 PLC 的 X12 输入端,23~24 端子为操动机构行程开关 S₆常闭接点。PLC 的 I/O 分配及内部元件安排见表 2(X 为输入、输出元件代号)。

FX_{2N} 系列 PLC 的继电器输出每点电流值为 2 A,



注: S₁ 为辅助接点; S₂~S₆ 为行程开关; Y₁ 为合闸线圈; Y₂ 为分闸线圈; 1~24 为机构端子顺序号; 871~874 为回路编号。

图 1 控制机构电路图
Fig.1 Circuit diagram of control mechanism

收稿日期: 2005-10-20; 修回日期: 2006-01-18
① ZN42-27.5 户内单相高压真空断路器安装使用说明书。
② FX 系列 PLC 说明书。

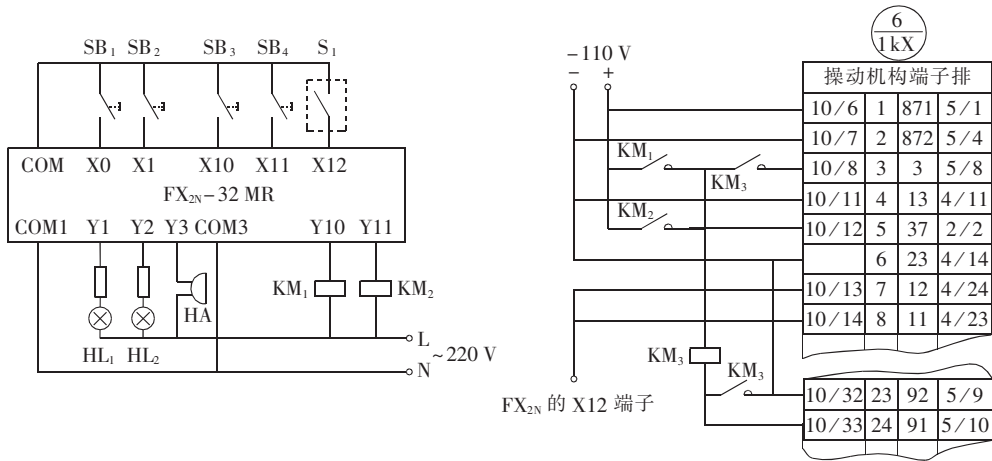


图 2 PLC 的外部接线及操动机构端子排接线图

Fig.2 PLC external wiring and terminal block wiring of control mechanism

而由表 1 可知,操动机构控制元件采用 110 V 操作电源时的电流最大值约达到 2 A,为了 PLC 长期工作的安全性和可靠性^[5],分、合闸输出执行元件采用接触器 KM₂ 和 KM₁,由其常开触头分别控制操动机构的分、合闸线圈。

编制断路器控制程序如表 3 所示。

3 控制过程分析^[5]

3.1 手动合闸

按下合闸按钮 SB₃, X10 常开接点闭合,M10 受电动作并保持,同时 M10 常开接点上升沿使 Y10 线圈受电动作,其常开接点闭合,则合闸接触器 KM₁ 动作,其常开触头接通断路器操作机构箱合闸线圈,断路器合闸。合闸成功后断路器辅助接点 S₁ 闭合,其常开接点 X12 接通,Y2 线圈受电动作,红灯 HL₂ 亮平光。若断路器没有合闸动作,则 M10 常开接点与 X12 常闭接点接通闪光回路,Y1 线圈周期性受电动作,绿灯 HL₁ 闪光,按下分闸按钮 SB₄(X11 常开接通)即可复归。

3.2 手动分闸

按下分闸按钮 SB₄,X11 常开接通,M11 受电动作,M11 常开接点上升沿使 Y11 线圈受电动作,其常开接点使分闸接触器 KM₂ 动作,KM₂ 常开触头接通断路器操作机构箱的分闸线圈,断路器分闸。同时 S₁ 断开,X12 常闭接点接通,Y1 线圈受电动作,绿灯 HL₁ 亮平光。若断路器不能分闸,则 M11 常开接点与 X12 常闭接点接通闪光回路,Y2 线圈周期性受电动作,红灯 HL₂ 闪光。

表 2 PLC 的 I/O 分配及内部元件

Tab.2 PLC I/O assignment and internal elements

X	输入端	说明
SB ₁	X000	音响复归按钮
SB ₂	X001	音响试验按钮
SB ₃	X010	合闸按钮
SB ₄	X011	分闸按钮
S ₁	X012	断路器辅助接点
内部元件	说明	
M1	自动跳闸状态	
M10	合闸命令	
M11	分闸命令	
T1	音响延时自动复归	
T2、T3	闪光继电器(绿灯)	
T4	合闸回路自动切断	
T5	分闸回路自动切断	
T6、T7	闪光继电器(红灯)	
X	输出端	说明
HL ₁	Y001	绿灯(分闸)
HL ₂	Y002	红灯(合闸)
HA	Y003	蜂鸣器
KM ₁	Y010	合闸输出
KM ₂	Y011	分闸输出

表 3 断路器控制程序

Tab.3 Control program for circuit breaker

序号	程 序	序号	程 序	序号	程 序
0	LD M8002	24	ANI T4	56	OR M1
1	AND X012	25	OUT Y010	57	MPS
2	OR X010	26	OUT T4 K10	58	ANI T3
3	OR M10	29	LDP M11	59	OUT T2 K10
4	ANI X011	31	OR Y011	62	MPP
5	LD X010	32	AND X012	63	AND T2
6	AND X011	33	ANI T5	64	OUT T3 K10
7	AND X012	34	OUT Y011	67	LD M11
8	ORB	35	OUT T5 K10	68	ANI X012
9	OUT M10	38	LDF X012	69	OR T2
10	LD M8002	40	OR M1	70	OUT Y001
11	ANI X012	41	AND M10	71	LD M11
12	OR X011	42	OUT M1	72	AND X012
13	OR M11	43	LDP M1	73	MPS
14	ANI X010	45	OR X001	74	ANI T7
15	LD X010	46	OR Y003	75	OUT T6 K10
16	AND X011	47	ANI X011	78	MPP
17	ANI X012	48	ANI X000	79	AND T6
18	ORB	49	ANI T1	80	OUT T7 K10
19	OUT M11	50	OUT Y003	83	LD M10
20	LDP M10	51	OUT T1 K150	84	AND X012
22	OR Y010	54	LD M10	85	OR T6
23	ANI X012	55	ANI X012	86	OUT Y002

3.3 自动跳闸

若断路器在运行过程中,线路发生故障,保护装置动作后使断路器跳闸^[6],S₁ 断开。则 X12 常开接点断开,X12 下降沿使 M1 线圈动作,M1 常开接点接通,其上升沿使 Y3 动作,蜂鸣器发出事故音响。同时 M1 常开接点接通闪光回路,Y1 周期性得电,绿灯闪光,发出事故指示信号。事故音响 15 s 后自动复归,也可在此之前按下按钮 SB₁(X0 常开接通)集中复归。闪光信号则保持,只有按下分闸按钮 SB₄,X11 常开接通,才能复归,使绿灯亮平光。

3.4 闭锁措施

传统控制电路的防跳闭锁是通过接入具有双线圈的跳跃闭锁继电器实现,防止由于控制开关接点粘住或重合闸出口回路粘住,线路又有永久性故障而导致断路器“跳跃”^[7]。本程序中设置了闭锁措施,

由于合闸回路只有在 M10 常开接点的上升沿才有输出,所以即使合闸按钮长时间接通也不会有多次的合闸输出,如设置重合闸,则其启动也可考虑采取上升沿时输出合闸命令的方式。

尽管程序中设置了闭锁措施,为防止各种原因而导致操动机构的合闸回路一直处于接通状态而使断路器“跳跃”,在 PLC 的外部仍要采取闭锁措施^[8]。此处采用接触器 KM₃ 的常闭触头串接在操动机构的合闸回路中,断路器合闸后,其行程开关 S₆ 接通,只要 KM₁ 常开触头仍然闭合而且有电压(合闸命令无法解除),则 KM₃ 线圈动作并保持,其常闭触头断开断路器的合闸回路。电机储能结束后, S₆ 断开,不影响 KM₃ 线圈动作状态,此时断路器由于其他原因而分闸,也不能再合闸。只有 KM₁ 常开触头回路断开, KM₃ 接点才复归,达到了防跳的目的。

由图 1 可知操动机构中有多对常开、常闭辅助接点,用于接入控制电路实现不同闭锁功能。由于 PLC 的软元件可重复使用,实际接入 PLC 只需 1 对实物接点(此处为 S₁ 常开接点),就可不受限制地使用常开、常闭接点的数量,无需像传统控制电路那样接入多对常开、常闭实物接点,省掉了许多连接导线。

因考虑到 ZN42-27.5 真空断路器的分闸时间 ≤ 60 ms,合闸时间 ≤ 150 ms,本程序中设置了分、合闸脉冲输出时间最长维持 1 s(此数据可根据实际情况修改)的措施。无论分、合闸成功与否,输出最多维持 1 s 后均自动切断其相应输出回路,防止 KM₁ 或 KM₂ 线圈长期受电。正常时,断路器分、合闸成功即自动切断其相应的输出回路。

为了防止 M10 和 M11 出现同时受电动作的情况,采取了在 M10 和 M11 线圈回路中分别串接 X11 常闭接点和 X10 常闭接点的闭锁措施。

由于分、合闸输出采取了脉冲上升沿时动作的方式,而且分、合闸命令使用软元件记忆,所以分、合闸控制不再需要采用控制开关来切换“分闸”、“分后”、“合闸”、“合后”位置,在此控制开关的各种位置均由按钮和程序实现,本接线直接采用不带自锁的 2 个按钮直接实现分、合闸控制。事故信号采用 X12 常开接点下降沿动作的方式,很方便地实现了传统中央信号装置中的冲击继电器的功能^[9]。

4 结语

高压断路器采用了 PLC 控制后,简化了二次接

线,因为 PLC 的输入、输出的接线很有规律,输入、输出均各有公共端,所有元件的另一端接入相应的输入端或输出端,接线不易出错。原有繁琐的二次接线及逻辑电路现被 PLC 的内部元件取代,无需再配备专门的闪光电源,原有硬件参数的调整(如动作时间等)也改由程序参数设定,只要编制符合要求的控制程序,通过简单的接线即可达到要求。对于断路器的操动机构而言,其辅助开关数目也可简化。同时由于修改程序方便,只需选择合适型号的 PLC,修改控制程序,便能实现变电所中多台断路器的控制及信号显示功能。由于二次接线的简化,变电所的维护和检修工作量也相应减少。

参考文献:

- [1] 王国光. 变电站综合自动化系统二次回路及运行维护[M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [2] 汤以范,叶真,陈小异,等. 电气与可编程控制器技术[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [3] 顾孙伟,高顺利,徐家强. 应用 PLC 编程改造设备的继电器控制[J]. 机械制造与自动化,2005,34(3):99-101.
ZHUAN Sun-wei,GAO Shun-li,XU Jia-qiang. Using PLC Programming to transform the equipment control[J]. Machine Building & Automation,2005,34(3):99-101.
- [4] 林永顺. 牵引变电所[M]. 北京:中国铁道出版社,2005.
- [5] 金太东. 提高 PLC 控制系统可靠性的措施[J]. 机电一体化,2004,10(4):90-91.
JIN Tai-dong. Measures of improving PLC control system reliability[J]. Mechatronics,2004,10(4):90-91.
- [6] 高钦和. 可编程控制器应用技术与设计实例[M]. 北京:高等教育出版社,2004.
- [7] 上海超高压输变电公司. 常用中高压断路器及其运行[M]. 北京:中国电力出版社,2004.
- [8] 郑志进. 微机保护装置双重化配置的二次接线[J]. 电力自动化设备,2004,24(4):68-69,88.
ZHENG Zhi-jin. Electrical secondary wiring of dual-disposition microcomputer protective device[J]. Electric Power Automation Equipment,2004,24(4):68-69,88.
- [9] 刘学军,宋印海,孙铁军,等. 用 PLC 设计大型变电所中央信号装置[J]. 吉林化工学院学报,2004,21(3):42-44.
LIU Xue-jun,SONG Yin-hai,SUN Tie-jun,et al. Using PLC to design the central signal device in power plant and substation[J]. Journal of Jilin Institute of Chemical Technology,2004,21(3):42-44.
- [10] 谈笑君,尹春燕. 变配电所及其安全运行[M]. 北京:机械工业出版社,2003.

(责任编辑:康鲁豫)

作者简介:

陈海军(1971-),男,广东化州人,讲师,硕士,研究方向为电力系统自动化(E-mail:chjun2008@sina.com)。

Application of PLC in high-voltage circuit breaker control

CHEN Hai-jun

(Guangzhou Institute of Railway Technology, Guangzhou 510430, China)

Abstract: To simplify the secondary wiring and control of high-voltage circuit breaker, an improved control scheme based on PLC (Programmable Logic Controller) is presented. With the single phase high-voltage vacuum circuit breaker as an example, the secondary wiring is modified, and its control program is designed to realize the on-off switching control of circuit breaker, signal display during normal operation and after automatic trip and control circuit blocking. The application of PLC decreases the number and type of elements, simplifies the secondary wiring, makes the trouble shooting and wiring modification easy, reduces the control mechanism and enhances the control reliability.

Key words: high-voltage circuit breaker; programmable logic controller; control