

AB Micro850在逻辑无环流可逆直流调速系统实验教学中的应用

将AB Micro850 PLC应用于逻辑无环流可逆直流调速系统的本科实验教学环节，引导学生通过理论学习、实物测试和结果分析等过程，自主完成对无环流逻辑控制器（DLC）的梯形图程序设计及调试，并最终实现对直流调速系统的逻辑无环流控制。

张 磊/北京航空航天大学自动化科学与电气工程学院

0 引言

逻辑无环流可逆直流调速系统实验是北京航空航天大学电气工程及其自动化专业本科生在电力传动与自动控制系统课程学习过程中所要完成的一个重要实验内容^[1]，学生以传统直流调速系统教学实验台为基础进行实验，往往是依照实验指导书完成线路连接、参数测试和系统调试等实验步骤，而忽视了对逻辑无环流可逆直流调速系统控制原理的理解与学习。将AB Micro850 PLC应用于该实验教学环节^[2]，引导学生通过理论学习、实物测试和结果分析等过程，自主完成对无环流逻辑控制器（DLC）的梯形图程序设计及调试，并最终实现对传

统直流调速系统的逻辑无环流控制，极大地提高了学生对课程内容的理解与实践能力。

1 系统组成及原理

逻辑无环流可逆直流调速系统结构框图如图1所示，系统主要由主电路和控制电路两部分组成。其中主电路由两组反并联晶闸管整流桥（VF/VR）、电动机（M）及平波电抗器（ L_d ）构成；控制电路在转速调节器（ASR）、电流调节器（ACR）所构成的双闭环调速结构基础上，增加DLC等部件实现逻辑无环流控制，可见在逻辑无环流可逆直流调速系统实验教学过程中，如何引导学生熟悉并掌握DLC的输入输出逻辑关系是该教学环节的核心问题^[3]。

传统直流调速系统实验台中的DLC采用运放构成电平检测电路，通过采集ASR输出的电流给定信号 U_i 、电枢绕组零电流检测器输出信号 U_{i0} 判断系统对电枢电流极性（即转矩极性）的要求和电



张 磊/实验师

关键词/Keywords

AB Micro850 ·
逻辑无环流 ·
实验教学 ·

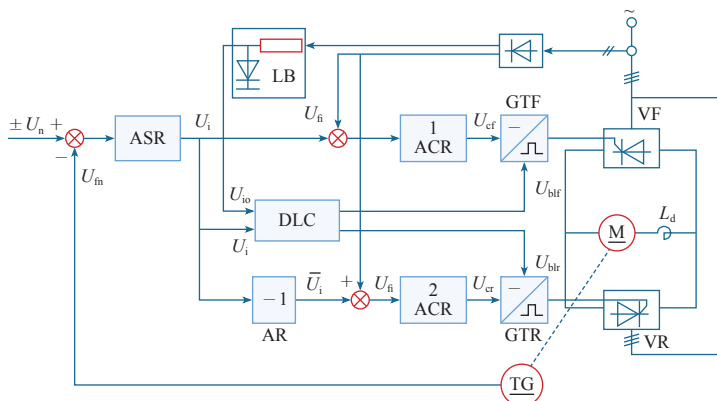


图1 逻辑无环流可逆直流调速系统结构框图

枢内电流的实际状态,并通过逻辑判断、延时及逻辑联锁等功能电路实现对两组反并联晶闸管整流桥的自动切换。由于传统直流调速系统实验台中上述功能电路的硬件结构及参数已固定,学生只能依照指导书中所给出的输入输出逻辑关系对DLC的功能进行测试,而且在后续实验过程中只要按照接线图将其接入系统,即可实现对直流调速系统的逻辑无环流控制,可见学生在此实验过程中缺乏对DLC工作原理的深入理解,尤其是对两组晶闸管整流桥切换过程中,DLC逻辑控制功能与系统内各参数实时状态缺乏整体性的认识。

2 Micro850在系统中的应用

2.1 梯形图设计与调试

所采用的Micro850控制器型号为2080-LC50-24QWB,直流输出,I/O数量为24个,支持添加功能性插件和扩展I/O模块,是能够实现个性化定制并具备较高灵活性的新型控制器。以其为控制器完成逻辑无环流可逆直流调速系统实验过程中,学生首先需要深入学习理解系统的各种工作状态,分析研究各状态下DLC的工作模式,才能依据如下表所示实验指导书中提供的DLC输入输出关系真值表在Connected Components Workbench (CCW)设计与组态软件中完成梯形图程序编辑设计,如图2所示。

表 逻辑控制器输入与输出关系逻辑真值表

输入		输出	
U_i	U_f	$U_Z(U_{br})$	$U_r(U_{br})$
1	1	0	1
1	0	0	1
0	0	0	1
0	1	1	0
0	0	1	0
1	0	1	0

学生完成程序设计后,可将其编译下载到Micro850控制器中并运行程序,通过控制器上的指示灯观察实验结果,检验PLC输入输出逻辑关系,对实验结果中出现的问题进行相应的调整,直至梯形图程序符合实际需求。

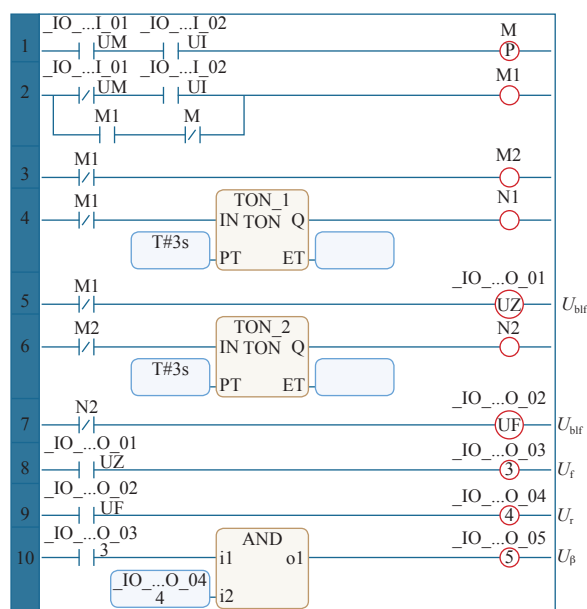
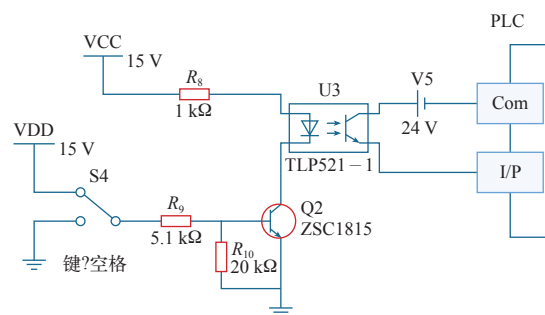


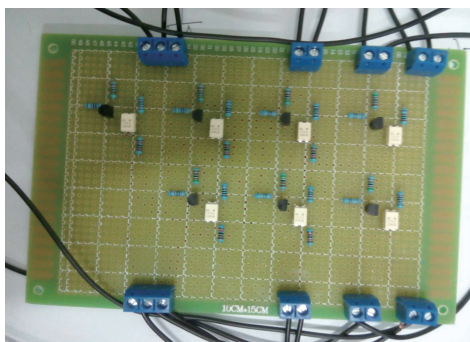
图2 无环流逻辑控制器DLC梯形图

2.2 接口电路的设计与搭建

若想利用Micro850控制器有效完成对传统实验台中基于硬件设备的直流调速系统的逻辑无环流控制,学生还需要学习并掌握Micro850控制器的硬件原理,尤其是I/O端口的使用及灌入型、拉出型接线方式的特点,设计并搭建实验台与PLC间的接口电路,从而完成以Micro850为控制核心直流调速系统的构建。其中Micro850主要输入技术参数如下:标称通态电流为7.6 mA,标称阻抗为3 k Ω ;主要输出技术参数如下:最小负载电流为10 mA,最大负载电流为2.0 A,每个公共端的最大电流为5 A,根据此参数由学生自行设计并调试接口电路,如图3所示。



(a) 调试电路图



(b) 焊接实验板

图3 PLC输入输出接口电路调试电路图与焊接实验板

3 系统调试

学生在利用PLC完成逻辑无环流可逆调速系统实验时，需使用输入输出接口电路连接Micro850控制器与实验台，如图4所示，并将预先调试好的梯形图程序下载至控制器，在确认实验台中系统其他元件设备接线正确后，起动实验台主电路电源并调节电动机转速至1 500 r/min，待系统转速稳定后改变输入信号极性调节转速至-1 500 r/min，之后可直接通过改变输入信号极性自由切换电动机转速方向。由图5转速传感器实测波形可见，系统不但快速性好、静差小，而且实现了逻辑无环

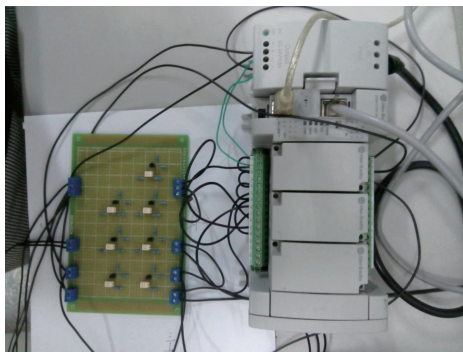


图4 调速系统接线图

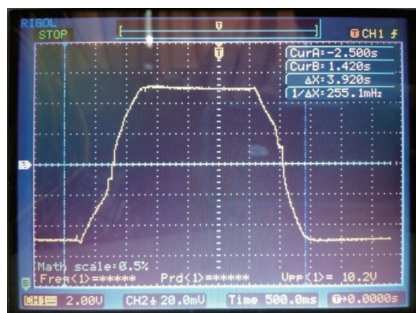


图5 系统转速传感器实测波形图

流可逆运行。

4 结束语

本文利用AB Micro850 PLC对传统直流调速系统教学实验台进行了改造，并以此为基础更新了电力传动与自动控制系统课程相关实验内容，学生通过该过程可加深对系统所包含专业理论知识的理解，而且有条件将自己的想法转化为梯形图程序下载至Micro850控制器中调试运行。更加重要的是需自行设计并搭建实验台与PLC间接口电路来解决二者的信号耦合问题，有效提高了学生分析并处理复杂系统当中具体工程问题的能力。

参考文献

- [1] 周元钧, 孙静. 电力传动与自动控制系统 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [2] 王华忠. 工业控制系统及应用——PLC与组态软件 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2016.
- [3] 高蕾娜, 喻洪平, 刘飞, 等. “电机控制技术与应用”实验教学实践研究——以逻辑无环流直流调速系统为例[J]. 教育与教学研究, 2007, 31(2): 115-119.

(收稿日期: 2017-02-10) EA

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告