

S7-400 PLC 在舰船消磁控制系统中的应用

柯常国 王劲

(中船重工集团公司 712 研究所, 武汉 430064)

摘 要：本文叙述了 SIEMENS 公司 S7-400 系列 PLC 在舰船消磁控制系统中的成功应用, 采用自顶向下模块化设计思路编程, 从而实现对整个系统各设备的管理监控。

关键词：PLC 消磁 监控

1 引言

长期来往于海区的舰船, 受地磁及其它磁场作用的影响, 将会被磁化而成为一个庞大的极易被各种磁性探测装置侦测到的运动目标, 舰船消磁的问题由此而生。本文介绍的消磁系统是某型消磁船的重要组成部分, 它由两台柴油发电机组, 中央控制台, 消磁控制台, 励磁控制柜, 继电柜, 磁力站等设备组成。它为消磁船提供消磁电源, 通过使用临时消磁线圈为其它舰船消磁。

本文中, 消磁系统关键的控制设备采用西门子(SIEMENS)公司的可编程序控制器 S7-400 PLC。它运算速度快, 存储容量大, I/O 扩展功能强, 有极强的通讯能力, 容易实现分布式结构和冗余控制系统, 可以通过钥匙开关和口令实现安全保护, 诊断功能强, 并具有良好的人机接口功能。

由于引入 PLC 控制技术, 整个消磁系统减少了人为误操作的可能性; PLC 能自动监测整个系统的运行状态, 并通过人机接口界面进行显示。当出现故障时, PLC 程序能自动保护系统并报警, 提高了消磁系统的可靠性; 同时采用 PLC 控制技术使得整个系统的硬件连线大大简化, 当设备故障时, PLC 能自动故障定位, 整个消磁系统的维护变得很容易。

2 消磁控制要求

目前, 根据消磁船的不同情况, 可以选取“一般消磁”和“综合消磁”等方法。本消磁系统采用两台柴油发电机组单独输出, 能同步控制, 输出正负相间、单向偏置、间歇、逐级衰减的矩形消磁电流波形。

一般消磁时。两台发电机能够单独或同步输出规定幅值的单个脉冲; 综合消磁时, 两台发电机的输出脉冲电流差值能在一定范围内调节。脉冲电流能按要求逐级递减; 脉冲给定时间可调, 间歇时间可调, 间歇时间衰减可以设定, 单向偏置可设, 最后一级脉冲电流不大于规定值。波形示意图如图 1 所示。

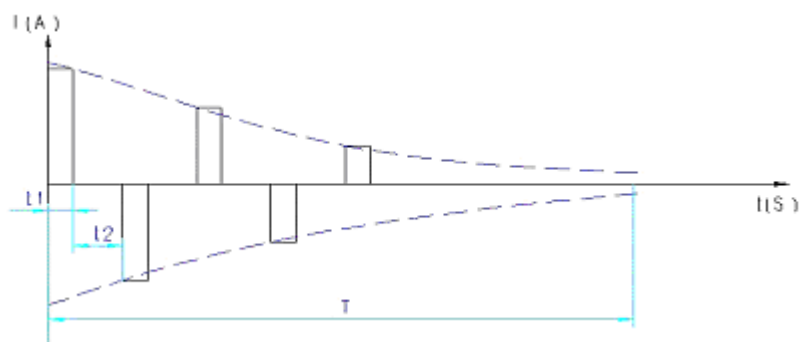


图 1 消磁电流波形

3 S7-400 PLC 控制系统

S7-400 PLC 是整个消磁控制系统的核心。它包括电源模块，CPU 模块，开关量输入模块，继电器输出模块，模拟量输入模块，模拟量输出模块；集中安装在一个机架上组成一个完整的控制系统，完成整个消磁系统的控制管理。消磁系统的控制分为主回路控制和励磁回路控制。主回路的控制包括接收中央控制台或消磁控制台用户消磁指令，并控制各种指示灯和报警装置，控制主回路负荷开关合分并读取其状态、控制中间继电器，接触器分合并读取状态，读取消磁给定设定，以及主回路各电压，电流和发电机组温度，转速的监测；同时将各种状态和监控数据送给模拟显示屏和人机接口界面（MP370）进行显示；励磁回路主要包括给发电机励磁绕组提供励磁电流的全数字控制的可控整流装置（6RA70）。PLC 主要参与管理 6RA70 的交流供电接触器、直流输出接触器、控制回路供电接触器、发出“运行允许”、“起/停”等指令、以及参数组选择，提供发电机电流给定等。PLC 控制系统示意图如图 2 所示。

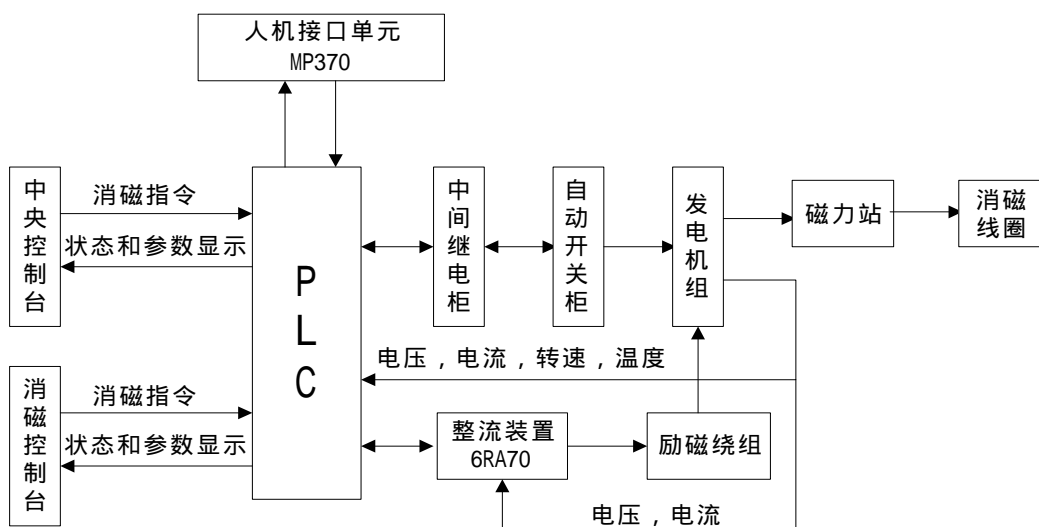


图 2 PLC 控制系统示意图

4 人机接口 MP370

为了方便系统监视和操作,本控制系统采用 MP370 操作面板与 PLC 连接成人机接口系统。通过使用 ProTool 组态软件实现 MP370 与 S7-400 PLC 之间的通讯和数据共享。在 MP370 操作面板上能进行各种系统参数设定和输出相关的操作指令,同时能以图形的方式显示各种监视参数的大小和当前系统运行状态,并能实时显示和保存系统运行过程中出现的报警和故障信息。

5 消磁控制系统流程设计

控制系统的总体设计主要涉及到 PLC 的选型、接口设计、系统集成和 PLC 控制软件的编制,MP370 监控软件的编写以及 6RA70 全数字直流传动装置的参数设置。

根据消磁工况要求,系统运行分为自检,初始化,等待,顺序合闸,消磁,顺序分闸几个状态。系统运行时只可能处于其中一种状态,在编写 PLC 程序时决不允许同时存在两种运行状态标志位都为 1 的情况,系统启动时,首先自动执行初始化,初始化通过后进入等待状态,等待用户输入指令,接收到用户的相应消磁命令后,系统进入顺序合闸状态,合闸完成后,进入消磁工况状态。如果接收到停机命令或因发生故障而停机时,系统自动转入顺序分闸状态,顺序分闸完成后回到等待状态。系统在接到自检指令时,还可以自动进行设备自检。每种状态均有相应的人机界面与之对应指示。系统运行状态转换如图 3 所示。

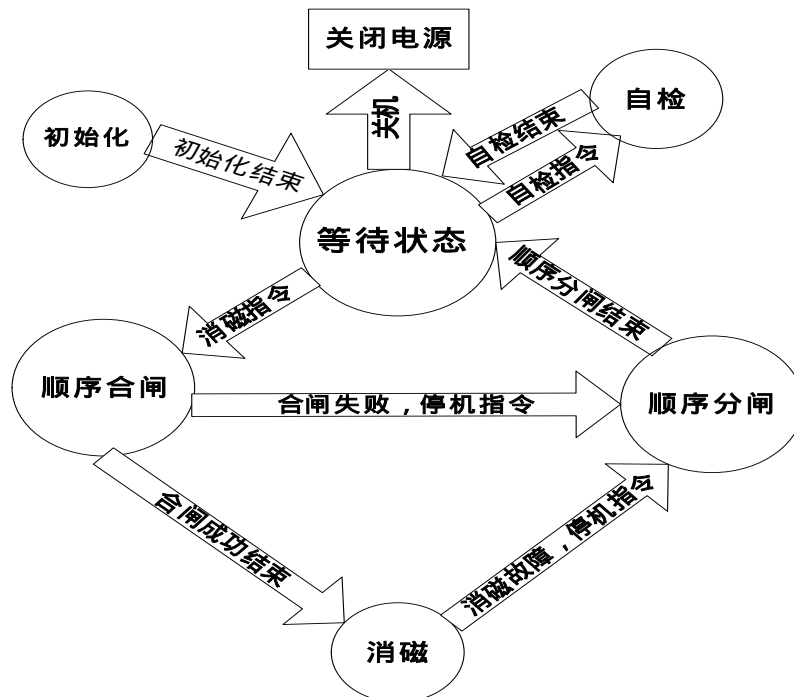


图 3 工况转换示意图

PLC 将根据输入的情况,自动完成对自动开关、磁力站、发电机选择轴、励磁调节器的电

子板电源、动力电源交流接触器、动力电源直流接触器，风机磁力启动器等的控制，组成适当的主回路，将合适的设备投入运行。

6 软件设计

本消磁控制系统采用的西门子 S7-400 PLC 通过 SIEMENS STEP 7 V5.1 来描述控制任务、编制程序，实现各种控制功能的。STEP 7 提供一个项目管理器 SIMATIC MANAGER，它引用了结构化程序设计思想，采用模块化构造程序。模块分组织块 OB、功能块 FB、功能 FC、数据块 DB。组织块 OB 是操作系统与用户的接口，用以管理用户程序，可用于循环、中断驱动或定时驱动。PLC 系统在运行时实际上是循环调用组织块 OB1 的，这样用户就是从 OB1 开始自顶向下构造程序。功能块 FB 是在逻辑操作块内的功能或功能组，在操作块内分配有存储器，并存储有变量，需要背景数据块。功能 FC 是类似于 FB 的逻辑操作块，但是不分配存储区，不需要背景数据块。有许多标准功能块 FB 和功能 FC 由 OEM 提供。数据块 DB 存储用户数据。软件块可用嵌套调用。PLC 程序通过 Step 7 软件包实现程序编制、调试等功能。

在系统程序设计和编写过程中，首先必须全面深入地了解系统的运行过程，熟悉受控对象，反复推敲其逻辑关系，并与相关的技术人员广泛的交流，了解整个系统的工艺和技术要求，以确定 PLC 的任务和 DI/DO、AI/AO 的点数以及特种控制输入输出，保证各种功能和参数的正确无误，确定系统程序控制安全可靠。然后定义输入输出表，确定各输入输出的地址对应关系。写出各个控制任务的具体控制对象，包括每一步的名称，调用的功能或功能块，以及各种互锁控制要求，时序要求。最后要合理划分各功能模块，画出程序结构框图。根据本系统工艺和技术要求画出程序结构框图如图 4 所示。

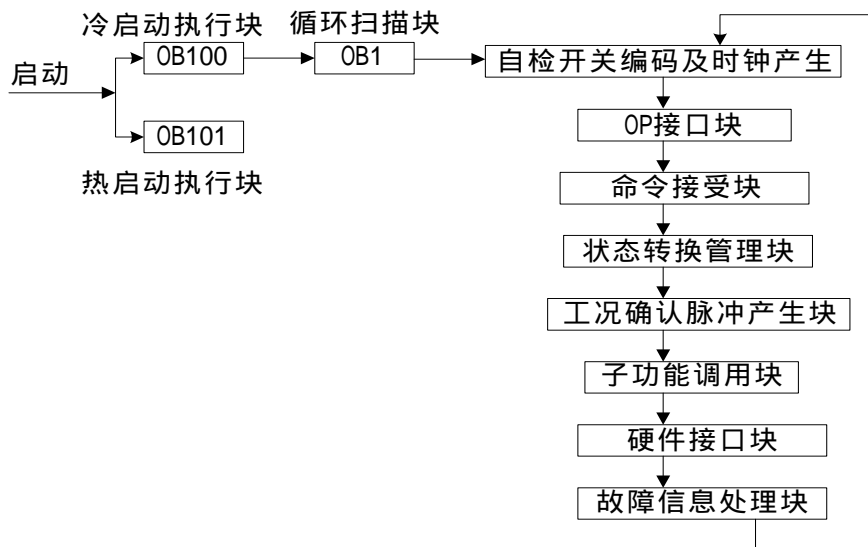


图 4 程序结构框图

PLC 程序设计普遍采用状态转换图来设计。在任一状态，程序只接受对这一状态有效的命令输入，有效地防止了误操作的发生。PLC 程序设计中一直把系统运行可靠性放在第一位。

所以在程序中大量工作用在故障检查、分析、处理上，这为运行可靠提供了坚实保障。

为达到令人满意的消磁效果，本消磁系统提供综合消磁和手动一般消磁两种消磁方式，手动消磁一次输出一个脉冲，综合消磁为一次输出一串幅值按规律递减的脉冲。由于系统程序采用模块化设计，所以编有专门的消磁脉冲产生功能 FC 程序块，用户可以根据自己的要求设定综合消磁的各种消磁参数，程序就能产生符合要求的消磁脉冲电流给定。选定消磁电机进入消磁状态后，在消磁任何时候都可改变消磁地址和消磁方式的选择。消磁各子状态的状态转换示意图如图 5 所示。

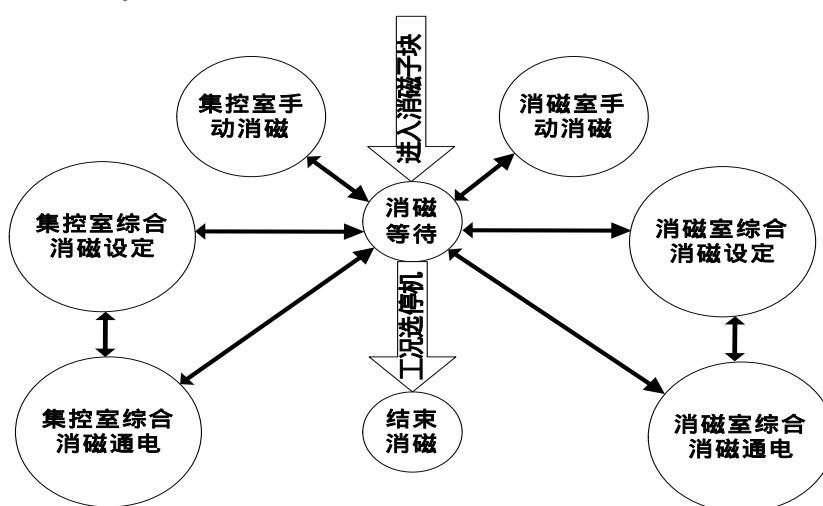


图 5 消磁状态转换示意图

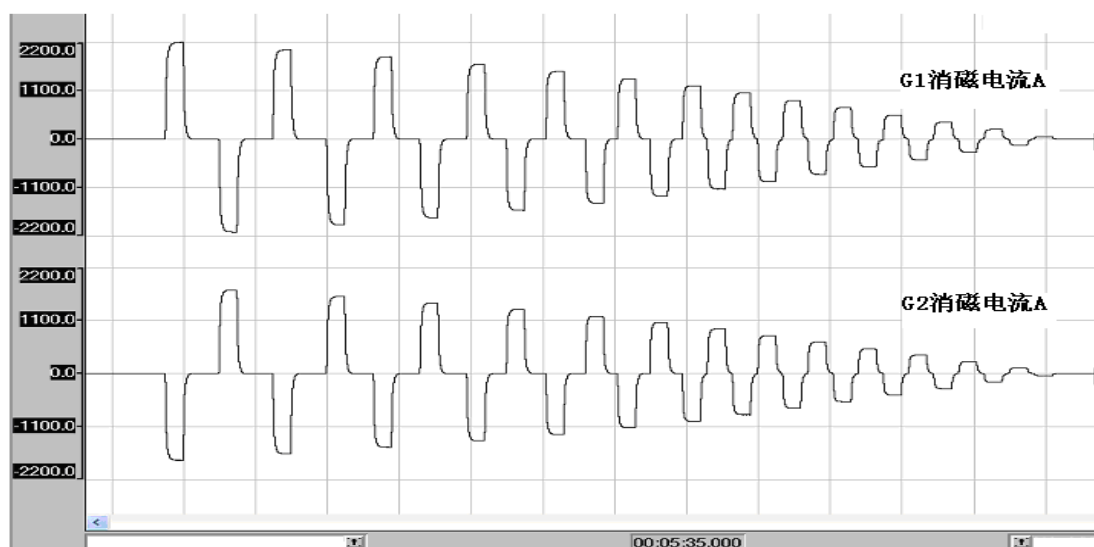


图 6 双机消磁电流波形

7 试验记录与结论

本消磁系统通过试验得到了符合要求的消磁波形，波形记录如图 6 所示。由于 PLC 的引入，实现了整个消磁系统全数字控制，自动化程度较高，系统自运行调试通过后，工作稳定可靠，

控制精度有了大幅提升,由于采取模块化设计系统维护也更加方便。试验证明本消磁系统达到了设计要求,设计合理可行,可以应用于实际的舰船消磁。

参考文献:

- [1] SIMATIC S7-400 Programmable Controller Configuration and Application, Siemens, 2001.6
- [2] SIMATIC STEP 7 语句表参考手册, Siemens, 1996
- [3] 廖常初. S7-300/400 PLC 应用技术. 北京:机械工业出版社, 2005.1
- [4] 肖昌汉, 卢庆芳. 舰船任意姿态下消磁系统电流变化关系「J」. 海军工程大学学报, 2002, 14(1):14-18.
- [5] 袁任光. 可编程序控制器选用手册. 北京:机械工业出版社, 2002.7
- [6] 陈春雨, 李景学. 可编程序控制器应用软件设计方法与技巧, 北京:电子工业出版社, 1992-
- [7] 王兆义. 可编程控制器教程【M】. 北京:机械工业出版社, 2001