



电气自动化控制类

大学生职业技能培训教材

(PLC应用技术及电气传动应用技术卷)

钱 平 赵金荣 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

电气自动化控制类
大学生职业技能培训教材
(PLC 应用技术及电气传动应用技术卷)

钱 平 赵金荣 主编

高等教育出版社

内容简介

为了促进国家实施制造业信息化工程,培养高级技能人才,依据上海市教委和上海市职业技能鉴定中心对高校学生职业资格鉴定和技能培训在 PLC 应用技术和电气传动应用技术等项目考核的要求,我们编写了这本 PLC 应用技术和电气传动应用技术培训教材。使学生能够:根据一般自动化系统的生产工艺要求,合理选择可编程程序控制器(包括型号、主机模块、I/O 接口通道模块),组成自动控制系统;根据一般电气自动控制系统的要求,合理选择交直流电动机及其控制器,通过参数设置、接线,完成系统调试运行、系统分析及其故障排除。高校学生技能培训不同于一般 PLC 和电气传动课堂教育,它是在 PLC 和电气传动课堂教育的基础上,强化学生分析、解决实际问题的能力和实际动手能力。

本教材可作为各类高校电气自动化类培训教材,也可供从事电气自动化技术方面工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气自动化控制类大学生职业技能培训教材.
(PLC 应用技术及电气传动应用技术卷)/钱平,赵金
荣主编.北京:高等教育出版社,2005.6

大学生职业技能鉴定培训教材

ISBN 7-04-016756-5

I. 电... II. ①钱...②赵... III. ①可编程序
控制器-职业技能鉴定-高等学校-教材②电气传
动-职业技能鉴定-高等学校-教材 IV. TP2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 048491 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 北京蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京新丰印刷厂

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>

开 本 787×1092 1/16
印 张 15.75
字 数 380 000

版 次 2005 年 6 月第 1 版
印 次 2005 年 6 月第 1 次印刷
定 价 20.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 16756-00

前 言

随着我国教育事业的不断发展,高等教育的结构实现多元化发展已势在必行。教育的根本目的是培养人才,社会人才的合理结构是社会和经济正常运行和发展的基础,而社会教育类型的合理结构是社会人才合理结构的根本保证。目前从我国社会的发展和市场的需要来看,对人才的需求总体上分为两大类:一类是发现和研究客观规律的人才;一类是应用客观规律为社会谋取直接利益的人才。前者为学术型人才,后者为应用型人才。具体而言,人才又可分为以下四种类型:学术型(科学型、理论型)、工程型(设计型、规划型、决策型)、技术型(工艺型)和技能型(技艺型、操作型)人才。

上述四类人才对社会和经济的运行和发展都是必不可少的。目前,前两类人才的重要性已得到社会的普遍认同,但后两类人才的作用尚未得到社会的充分认识和应有的重视。事实上,这两类人才是社会财富的直接创造者,是实现科学技术转化为现实生产力的一支十分重要的力量。随着科学技术的进步和社会经济的飞速发展,生产过程中的技术含量大幅度增加,社会对技术型、技能型(即应用型)人才提出了十分迫切的要求。正是在这种社会需求的背景下,许多高等院校把学校定位在着重培养技术型和技能型(即应用型)人才上,这是一种十分明智的举措。那么,如何通过理想的方法和途径来培养出合格的应用型人才呢?这是高等院校,特别是相当一部分非学术型、研究型高等院校所面临的一个十分重要的课题。

在国际上,发达国家十分重视技术型、技能型人才的培养,设立了区别于学术型、研究型院校的各类培养应用型人才的高等院校,这类院校在社会上享有较高的声誉。美国人称赞他们的社区学院是“高等教育中一支最有生气的力量”,“在高等教育历史上对国家起最基本、最重要的贡献”;德国人把他们的高等专科学校视为“经济腾飞的秘密武器”;英国人把他们的多科性技术学院看作“对世界高等教育的最大贡献”。各国都通过重视培养技术型、技能型人才来满足经济和社会发展对该类人才的迫切需求。

在强化对技术型和技能型人才的培养过程中,国际上普遍推行双证并举的制度,即作为一名合格的技术型、技能型人才,不仅需要有高等学校的毕业证书,而且还需有相应的职业资格鉴定证书。推行职业资格鉴定证书的目的是为了建立一个对学生的技术和技能水平进行客观认定的质量评价体系。这种社会化的职业资格鉴定体系为技术和技能的资格认定制定了科学合理标准,为人才脱颖而出创造了十分有利的条件。高等学校在对教育结构进行重大改革,在大力提倡培养技术型、技能型人才的同时,大力推行双证并举制度势在必行。

为能真正培养出各种应用型技术人才,在高等教学中,除了让学生掌握各种专业知识外,还必须让学生掌握各种职业技能,为此,必须编写各种相应的教材,本教材正是为满足这种需要而编写的。

1999年,上海市教委及上海市劳动和社会保障局率先在国内推出“高校职业资格鉴定证书”制度。上海市教委及市社会和劳动保障局组织高校和相关行业的有关专家进行多次研讨,反复论证,根据“电气自动化控制类”专业各相关行业生产第一线的实际需求,制定了本专业的职业资

格标准。并在此基础上,确定了本专业的考核内容,包括电子电路应用技术、单片机应用技术、PLC 应用技术和电气传动应用技术四大模块。为此,本培训教材相应地有上、下两册。上册有两篇,第一篇是电子电路应用技术,第二篇是单片机应用技术;下册也有两篇,第一篇是 PLC 应用技术,第二篇是电气传动应用技术。

本教材的特点是,不再像一般教材那样讲授各门课程的各种理论知识,而是在学生已了解各课程基本知识的基础上,强调各种专业知识的实际应用,介绍各种应用实例,传授各种职业技能,并力求在传授各种职业技能的过程中能涵盖该课程的所有知识点,真正做到理论联系实际。

本书为 PLC 应用技术及电气传动应用技术卷,由钱平、赵金荣、孙国琴、马立华、柴绍宽编写。钱平、赵金荣担任主编。书中第一篇由赵金荣执笔,第二篇由钱平、孙国琴执笔,马立华、柴绍宽参加了部分内容的编写,全书由钱平负责统稿、整理。本书第一篇 PLC 应用技术由上海鉴定中心张毓麟老师担任主审,第二篇电气传动应用技术由上海海事大学李勇老师担任主审。

本教材除作为大学生职业技能培训教材外,也可在高校“电气自动化控制类”专业的实践教学(如大型实验、课程设计、专业实训)中使用。同时,也可作为电类专业应用技术人员实用参考书。

本教材在编写过程中,得到了上海市教委、上海市劳动和社会保障局以及许多同行专家的大力支持和热情帮助。特别是上海市教委及上海市劳动和社会保障局为推动大学生的职业资格鉴定工作的深入开展,在近期举办了“电气自动化控制类”教师培训班,本教材初稿在该培训班试用,得到了各高校教师的热忱欢迎,并提出了许多宝贵意见,在此一并致谢。

由于作者首次尝试编写大学生职业技能培训教材,错误和不妥之处在所难免,欢迎广大读者和同行专家批评指正。

编 者

2005 年 2 月

目 录

第一篇 PLC 应用技术

第 1 章 绪论	3	功能的实现	41
1.1 PLC 技术在电气自动化控制中 的应用	3	3.1.1 与、或、非控制	41
1.2 大学生职业资格鉴定对 PLC 应用技术的要求	9	3.1.2 正、负逻辑控制	41
第 2 章 Modicon Micro PLC 的结构及 基本指令	10	3.1.3 异或逻辑功能的实现	41
2.1 概述	10	3.1.4 保持 - 清除功能(RS 触发器功能) 的实现	42
2.2 Modicon Micro PLC 的外形结构	10	3.1.5 具有边沿触发功能及保持 - 清除功 能(D 型触发器功能)的实现	42
2.3 Modicon Micro PLC 的 I/O 编址 系统	10	3.1.6 长延时功能的实现	42
2.4 Modicon Micro PLC 的梯形图 结构	14	3.1.7 延迟断开电路逻辑功能的实现	43
2.5 Modicon Micro PLC 的组态和 I/O 扩展技术	15	3.1.8 单稳态逻辑功能的实现	43
2.5.1 Modicon Micro PLC 的组态	15	3.1.9 微分电路(含正跳变触发和负跳变 触发)逻辑功能的实现	44
2.5.2 Modicon Micro PLC 的 A120 模块 I/O 扩展法	16	3.1.10 分频电路(含 N 分频电路)逻辑功 能的实现	44
2.5.3 Modicon Micro PLC 的一体化 Micro I/O 扩展法	16	3.1.11 振荡电路(含尖脉冲输出、周期和 脉宽可调的方波输出两种)	46
2.6 Modicon Micro PLC 的基本指令 介绍	20	3.1.12 译码(显示)功能的实现	46
2.7 Modicon Micro PLC 编程器 (Modsoft Lite)的使用	30	3.2 简单梯形图控制程序的设计	48
2.7.1 概述	30	3.2.1 绕线式异步电动机转子串电阻起动 控制	48
2.7.2 LModsoft 编程器主菜单的功能 及使用	31	3.2.2 抢答控制	49
2.7.3 LModsoft 梯形图编辑器菜单的 功能及使用	33	3.2.3 异步电动机定子串电阻起动控制	51
第 3 章 梯形图编程技巧	41	3.2.4 异步电动机 Y - Δ 起动控制	51
3.1 与门、或门、非门等基本逻辑		3.2.5 汽车方向灯控制	53
		第 4 章 开关量逻辑控制	54
		4.1 按时间原则实现 PLC 逻辑控制 的应用实例	54
		4.1.1 日历电子钟控制	54
		4.1.2 皮带传输线控制	55
		4.1.3 洗衣机控制	57
		4.1.4 单时段十字路口交通信号灯控制系	

统设计与调试	67	5.1.2 按从小到大的原则对数据表中的数 据重新排列	110
4.1.5 多时段十字路口交通信号灯控制系 统设计与调试	70	5.1.3 按从大到小的原则对数据表中的数 据重新排列	113
4.2 按空间位置原则实现 PLC 逻辑控 制的应用实例	74	5.2 PLC 模拟量输出通道的应用及函 数控制功能的实现	114
4.2.1 自动门控制装置	74	5.2.1 锯齿波电压信号的生成和输出 控制	114
4.2.2 电梯控制	76	5.2.2 三角波电压信号的生成和输出 控制	115
4.3 脉冲控制及其应用实例	99	5.2.3 梯形波电压信号的生成和输出 控制	116
4.3.1 三相六拍步进电动机控制程序的设 计与调试	99	5.3 多时段线性控制函数电压波形的 生成和输出控制	119
4.3.2 五相十拍步进电动机控制程序的设 计与调试	104	5.4 其他控制函数电压波形——正弦 波函数电压波形的生成和输出 控制	121
第 5 章 PLC 模拟量输入/输出通道的应 用	110		
5.1 PLC 模拟量输入通道的应用及数 据的采集和处理	110		
5.1.1 温度数据的采集和处理	110		

第二篇 电气传动应用技术

第 1 章 绪论	125	2.3.4 TL494、TL495 集成电路及其应用简 单介绍	146
1.1 电气传动技术在电气自动化控制 中的应用	125	2.4 实践	149
1.2 大学生职业资格鉴定对电气传动 技术的要求	126	2.4.1 直流电动机开环调速系统	149
第 2 章 直流脉宽调速系统	127	2.4.2 双闭环直流调速系统中转速及 电流环的调试	149
2.1 直流电动机概述	127	2.4.3 转速、电流双闭环直流电动机调速 系统调试	150
2.1.1 直流电动机的基本结构	127	2.4.4 双闭环可逆直流电动机脉宽调速 系统	151
2.1.2 直流电动机的工作原理	127	2.4.5 无刷直流电动机控制器	151
2.1.3 直流电动机的基本方程式	127	2.4.6 无刷直流电动机功率驱动电路	152
2.2 直流脉宽调速控制系统	129	2.4.7 直流电动机脉宽可逆调速系统	152
2.2.1 概述	129	2.4.8 双闭环可逆直流 PWM 调速系统中 转速及电流环的调试	153
2.2.2 脉宽调制的理论及 PWM 变换器	130		
2.2.3 PWM 伺服系统的开环机械特性	137	第 3 章 异步电动机变频调速系统	155
2.2.4 脉宽调制器	138	3.1 异步电动机变频调速系统	155
2.3 直流脉宽调速系统实践	138	3.1.1 概述	155
2.3.1 系统框图	139	3.1.2 变频调速基本原理	155
2.3.2 线路简介	140	3.1.3 正弦波脉宽调制 (SPWM) 逆变器	157
2.3.3 IR2110——高性能 MOSFET 和 IGBT 驱动集成电路	143		

3.2 变频调速系统的设计	161	4.2 典型变频器产品的技术性能	
3.2.1 变频调速系统设计的基本要求	161	介绍	210
3.2.2 变频调速时电动机的有效转矩线 ...	162	4.2.1 SIEMENS 公司的 Micro Master 交	
3.2.3 恒转矩负载变频调速系统的设计 ...	164	流变频器	210
3.2.4 恒功率负载变频调速系统的设计 ...	168	4.2.2 台达公司的 VFD - M 系列交流	
3.2.5 平方律负载变频调速系统的设计 ...	171	变频器	217
3.3 智能型 PWM 发生器在变频器中		4.3 范例	225
的应用	173	4.4 实践	230
3.3.1 SA4828 增强型三相脉宽调制波		4.4.1 交流变频器参数设定及基本操作 ...	230
发生器	173	4.4.2 交流电动机的正、反转运行及多段	
3.3.2 SA866AE/AM 三相 PWM 波形发生		固定频率运行	232
器	188	4.4.3 变频器的面板操作及主要参数	
3.4 实践	196	设定	234
3.4.1 SA866AE 的主要特点及控制方法 ...	196	4.4.4 异步电动机的制动及变频器控制	
3.4.2 ST93C06 的接口和程序	198	端子的使用	234
第 4 章 通用变频器实践	203	4.4.5 简易 PLC 运转模式选择	236
4.1 通用变频器的应用	203	思考和模拟题	237
参考文献	242		

第一篇

PLC 应用技术

第1章 绪 论

1.1 PLC 技术在电气自动化控制中的应用

可编程序控制器(Programmable Logic Controller)简称 PLC,是以微处理器为基础,综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术而发展起来的一种新型、通用的自动控制装置。它具有结构简单、编程方便、性能优越、灵活通用、使用方便、可靠性高、抗干扰能力强等一系列优点,在电气控制和工业生产过程自动控制领域得到广泛的应用,是现代工业自动化的三大支柱之一。随着微电子技术及计算机技术的发展,可编程序控制器的运算功能、接口功能越来越强。A/D 及 D/A 技术引入 PLC 系统后,使它不再局限于简单的逻辑控制。因此,对一名电气工程技术人員来讲,掌握 PLC 的基本原理、编程技巧和应用技术是十分必要的。

1. PLC 的特点

与一般的控制装置相比较,PLC 具有以下特点:

(1) 通用性强、使用方便

由于 PLC 产品的系列化和模块化,PLC 配备有品种齐全的各种硬件装置供用户选用,可以组成能满足各种要求的控制系统,用户不必再自己设计和制作硬件装置。在硬件确定以后,可以通过编制或修改用户程序,方便快速地适应工艺条件的要求。

(2) 功能强、适应面广

现代 PLC 不仅具有逻辑运算、计时、计数、顺序控制等功能,而且还具有 A/D 及 D/A 转换部件、数值运算的数据处理等功能。因此,它既可对开关量进行控制,也可对模拟量进行控制;既可控制一台生产机械、一条生产线,也可控制一个生产过程。PLC 还具有通信连网的功能,可与上位计算机构成分布控制系统。用户只需根据控制的规模和要求,适当选择 PLC 的型号和硬件配置,就可以组成所需要的控制系统。

(3) 可靠性高、抗干扰能力强

绝大多数用户都把提高系统的可靠性作为选择控制装置的首要条件,针对 PLC“专为在工业环境下应用而设计的”这一宗旨,PLC 在硬件和软件上,采取了一系列抗干扰措施。硬件方面:隔离是抗干扰的主要措施之一。PLC 的输入与输出电路之间,一般采用光电耦合器来传递信号,使外部电路与 CPU 之间完全没有电路上的联系,从而有效地抑制了外部干扰对 PLC 造成的影响,同时还可以防止外部高电压窜入 CPU 模块。滤波是抗干扰的另一主要措施。在 PLC 的电源电路和 I/O 模块中,都设置有多种滤波电路,它们对高频干扰信号有良好的抑制作用。PLC 内部对 CPU 供电的电源,采取了多级滤波和稳定措施,有效地防止了干扰信号通过供电电源进入 PLC。为了消除空间电磁场干扰的影响,用良好的导电、导磁材料,屏蔽 CPU 等重要模块。此外,还设置了连锁、环境检测与诊断电路。软件方面:设置故障检测与诊断程序。PLC 在扫描过程中的内部处理期间,检测系统硬件是否正常,检测锂电池电压是否过低,外部环境是否正常(如交流电源

是否断电、输入电路电压是否超过允许值)。PLC 还要检查用户程序的语法是否有错误。如果发现问题,立即自动做出相应的处理,如报警、保护数据、封锁输出等。采用以上措施后,PLC 的抗干扰能力得到大大提高。

(4) 编程方法简单、容易掌握

考虑到企业中一般电气技术人员和技术工人的传统读图习惯和应用微机的实际水平,几乎所有型号的 PLC 都配备有最容易接受和掌握的梯形图语言。梯形图语言编程元件的符号和表达方式与继电器控制电路图接近。某些仅有开关量逻辑控制功能的小型 PLC,只有一二十条指令。通过阅读 PLC 的使用手册或短期培训,电气技术人员和技术工人很快就可以熟悉梯形图语言,并用来编制一般的用户程序。这一特点也是 PLC 近年来获得迅速普及和推广的原因之一。梯形图语言的出现,体现了高新技术领域内相关专业的分工与合作,即由计算机专业人员研制 PLC 的硬件和编程语言,并用汇编语言设计 PLC 系统程序,使 PLC 成为一种通用的控制装置。而工厂从事自动控制的电气技术人员根据被控设备的具体情况和工艺要求,用最容易掌握的梯形图语言编制用户程序。这样,即使不熟悉电子线路,不懂计算机原理和汇编语言的人,也能方便地使用这种带微处理器的新型设备,这就大大推动了微机控制技术的普及与应用。梯形图语言实际上是一种面向用户的高级语言,PLC 在执行梯形图程序时,用解释程序将它“翻译”成汇编语言后再去执行。与直接用汇编语言编写的用户程序相比,执行的时间要长一些,但是对于大多数机电控制设备来说,这些时间是微不足道的,完全可以满足它们的控制要求。

(5) 设计、安装、调试和维修方便

PLC 控制系统的设计、安装、调试和维修工作量少,极为方便。控制程序变化方便,具有很好的柔性。

由于 PLC 已实现了产品系列化、标准化和通用化,用 PLC 组成的控制系统在设计、安装、调试和维修等方面,表现出明显的优越性。设计部门能在规格繁多、品种齐全的 PLC 系列产品中,精选他们所需要的类型,使选定的 PLC 具有较高的性能价格比。PLC 用软件功能取代了继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等逻辑器件,控制柜的设计安装和接线工作量大大减少。PLC 的用户大都可以在实验室内对实际控制过程进行模拟调试,用模拟试验开关代替输入信号,其输出状态可通过 PLC 上有关的发光二极管进行观察。模拟调试好以后再将 PLC 控制系统安装到生产现场,进行联机统调。这样,既安全,又快速、方便,大大缩短了应用设计和调试周期。在用户维修方面,由于 PLC 的故障率很低,并且有较为完善的诊断和显示功能,如果 PLC 外部的输入装置、执行机械发生故障,可以根据 PLC 上的发光二极管或编程器上提供的信息,迅速地查明原因;如果是 PLC 本身的故障,可以用更换模块的方法,迅速排除 PLC 的故障,因此维修也极为方便。当生产工艺流程改变或生产线设备更新时,不必改变 PLC 的硬件设备,只需改变控制程序就可以满足要求。

(6) 体积小、重量轻、功耗低

由于 PLC 是将微电子技术应用于工业控制设备的新型产品,因而 PLC 的结构紧凑、坚固,体积小、重量轻、功耗低。以 FX2N-48M 型 PLC 为例,其外形尺寸仅为 182 mm × 90 mm × 40 mm,质量为 0.85kg,电源容量仅为直流 24 V/460mA,而且具有很好的抗振、适应环境温湿度变化的能力。因此,PLC 很容易装入机械设备的内部,是实现机电一体化最为理想的控制设备。

2. PLC 的应用

随着 PLC 性能价格比的不断提高,PLC 已广泛应用于冶金、化工、电力、机械制造、轻纺、石油、环保等领域。PLC 的应用大致可以归纳为以下几种:

(1) 开关量逻辑控制

这是 PLC 最广泛、典型的应用领域,它可以用来取代继电器控制系统,实现逻辑控制、顺序控制。如机床电气控制;冲床、铸造机械、运输带、包装机械的控制;电梯的控制;冶金企业的高炉上料系统、轧机、连铸机的控制;电镀生产线、啤酒灌装生产线、汽车装配线、电视机和收音机的生产线控制等。

(2) 运动控制

PLC 可用于对直线或圆周运动进行控制。早期直接采用开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机械,现在一般使用专用的运动控制模块。世界上各主要 PLC 厂家生产的 PLC 几乎都有运动功能。PLC 的运动控制功能广泛地用于各种机械,如金属成型机械、装配机械、机器人和电梯等。

(3) 闭环过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。PLC 通过模拟量 I/O 模块实现模拟量与数字量之间的 A/D、D/A 转换,并对模拟量进行闭环 PID 控制。现代的大、中型 PLC,一般都有 PID 闭环控制功能,这一功能可采用 PID 子程序来实现,也可以使用专用的 PID 指令来实现。PLC 的模拟量控制功能已经广泛地应用于塑料挤压成型机、加热炉、热处理炉、锅炉等设备。

(4) 数据处理

现代的 PLC 一般都具有数学运算(包括矩阵运算、函数运算、逻辑运算)、数据传递、排序和查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析和处理。这些数据可以与存储在存储器中的参考值比较,也可以用通信功能传送到别的智能装置,或者将它们打印制表。数据处理一般用在大、中型控制系统中,如柔性制造系统、过程控制系统和机器人的控制系统。

(5) 通信连网

PLC 的通信包括 PLC 之间的通信、PLC 与上位计算机的通信、PLC 与智能设备之间的通信。PLC 和计算机都具有 RS-232 接口,用双绞线、同轴电缆将它们连成网络,以实现信息的交换,并可构成“集中管理、分散控制”的集散控制系统。并不是所有的 PLC 都具有上述的全部功能,有的小型 PLC 只具有上述的部分功能,但是价格较低,易于推广应用。

3. PLC 的组成和工作过程

虽然 PLC 的制造厂家很多,其品种规格更是琳琅满目,但一般来说,PLC 的基本组成都是一样的。它们都由中央处理单元(CPU 板)、输入、输出和电源部件四部分组成,如图 1-1-1 所示。虽然编程器没有列入基本组成单元,它不直接参与现场控制,但是,它是 PLC 重要的组成部件之一,因为将用户程序写入 PLC、对用户程序的调试等,都得依靠编程器来完成。当然,不一定每一台 PLC 都要配一台编程器,也可以几台 PLC 合用一台编程器。CPU 板是 PLC 的核心,起着神经中枢的作用,相当于司令部。I/O 部件是连接现场设备与 CPU 板之间的接口电路。电源部件为 PLC 内部电路提供能源。对于整体式结构的 PLC,这四个部件装在同一机壳内;对于模块式结构的 PLC,各部件独立封装,称为模块,各模块通过机架和总线连接而成。PLC 的 I/O 能力,可以按照用户需要,进行扩展与组合。PLC 一般都配有开关式稳压电源,供内部电路使用。有些机型还

向外提供直流 24 V 稳压电源,用于对外部传感器进行供电。这样,可以避免由于电源污染或不合格电源产品而引起的故障,同时也减少了外部连线,给用户带来方便。为了防止外部电源突然发生故障情况下,PLC 内部重要数据丢失,PLC 还带有备用电池(锂电池)。

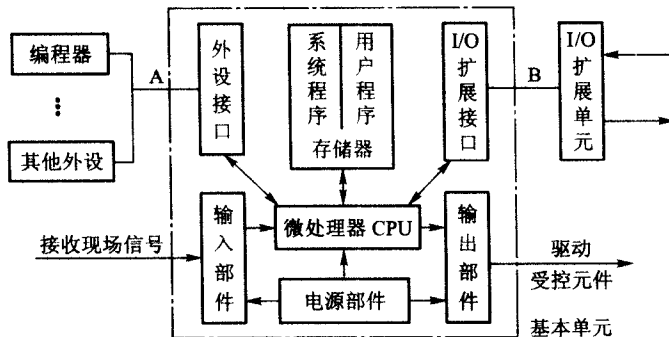


图 1-1-1 PLC 的基本组成

可编程序控制器的工作过程实际上是对用户程序周期性的扫描过程。PLC 在运行时,内部要进行一系列的操作,这些操作大致可分四大类:故障诊断、处理为主的公共操作;联系工业现场的数据输入和输出操作;执行用户程序操作;服务于外部设备的操作(如果外部设备有服务要求或中断申请的话)。详细请参见图 1-1-3。

PLC 是不能同时去执行多个操作的,它只能按分时操作的原理,每一时刻执行一个操作,随着时间的延伸,一个动作接一个动作顺序地进行。这种分时操作过程,称为 CPU 对用户程序的扫描过程。CPU 扫描程序的过程也就是 PLC 的工作过程,如图 1-1-2 所示。PLC 在刚通电还没有进行扫描之前,PLC 首先应该确定自身的完好性,这就是接通电源时的初始操作,又称上电操作。它的主要内容是:通电后,消除各元件状态的随机性,进行清零或复位处理,并检查 I/O 单元连接是否正确,再做一道题目,使它涉及到各种指令和内存单元,如果解题的时间不超过 T_0 ,则可以证明自身的完好(若超过 T_0 ,则系统关闭)。解题完毕后,将监控定时器 T_0 复位,才允许开始扫描用户程序。

(1) 公共操作

公共操作是在每次扫描程序前的又一次自检,若发现故障,除了显示灯亮之外,还判断故障性质。对于一般性故障,只报警,不停机,等待处理;对于严重故障,则停止运行用户程序,并且切断 PLC 的一切输出联系。

(2) 数据输入/输出

数据输入/输出操作又称为 I/O 状态刷新。它包括两种操作:一是取样输入信号(即刷新输入状态表的内容),二是送出处理结果(即按输出状态表的内容刷新输出电路)。为了更清楚地理解这类操作,我们可以通过图 1-1-3 来分析 PLC 处理 I/O 信号的全过程。

① 输入映像存储器及其刷新。大家知道,PLC 的神经中枢 CPU 是不能直接与外部接线端子通信的。送到 PLC 端子上的输入信号,必须经过调理电路(包括光电隔离、电平转换、滤波处理等),才能进入缓冲器,等待取样,没有 CPU 取样“允许”信号,外界输入信号是不能进入 PLC 内存的。在 PLC 的存储器中,有一个专门存放 I/O 状态的数据区,其中对应于输入端子状态的数据区称为输入映像存储器,对应于输出端子状态的数据区称为输出映像存储器。当 CPU 取样

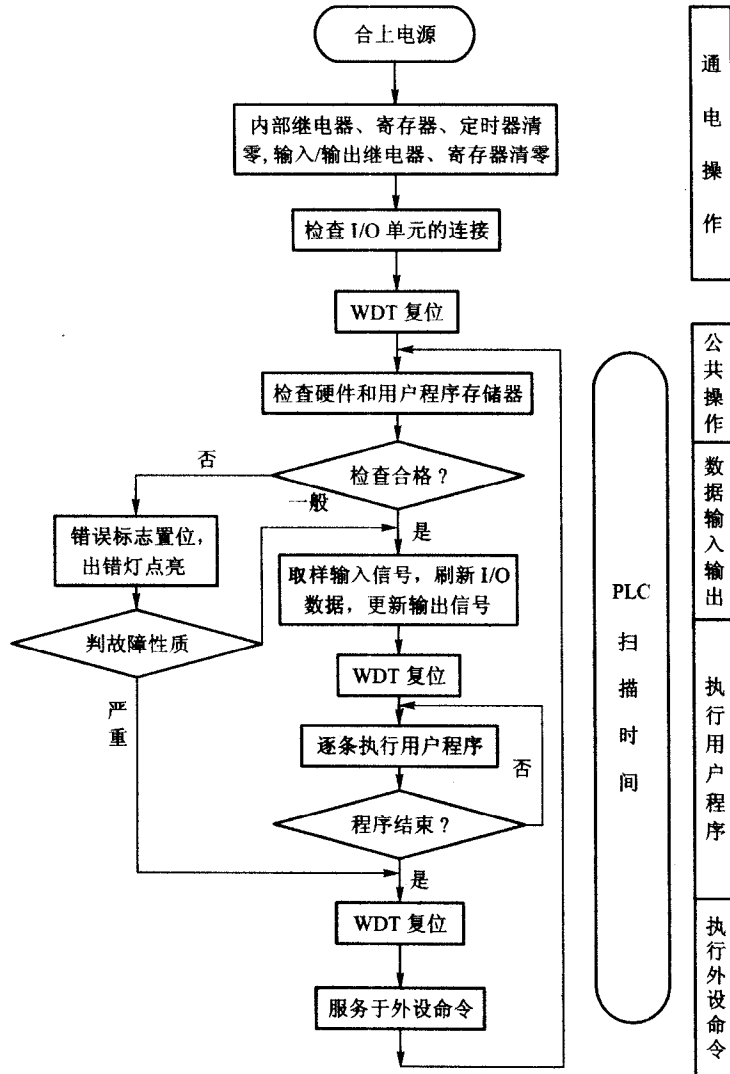


图 1-1-2 PLC 的工作过程流程图

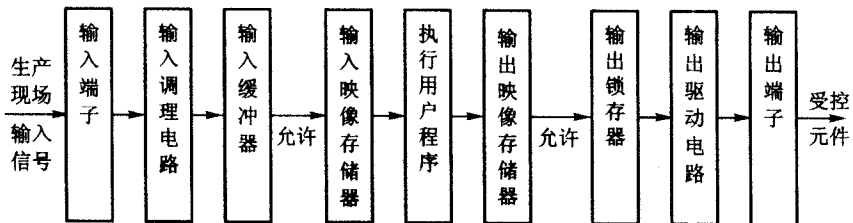


图 1-1-3 PLC I/O 的处理示意图

时,输入端子的信号由缓冲器进入输入映像存储区,这就是数据输入状态的刷新(取样)时刻,输入映像存储器中的内容才与输入端子信号一致(不考虑电路固有惯性及滤波带来的滞后影响);其他时间范围内输入信号变化是不会影响输入映像存储器内容的。由于 PLC 扫描周期一般只有几十毫秒,所以两次取样之间时间间隔很短,对于一般开关量信号来说,可以认为没有因取样间断而引起误差。即认为:输入信号一旦变化,就能立即进入到输入映像存储器。

② 输出映像存储器及输出状态刷新。同样道理,CPU 不能直接驱动负载。按用户程序要求及当前输入状态,处理后的结果是放在输出数据区(即图中输出映像存储器)中的。在程序执行结束(或下次扫描用户程序前),才将输出映像区中保存的内容,通过锁存器输出到输出端子上。此操作又称为输出状态刷新,刷新后的输出状态,要保持到下次输出刷新为止。同样,对于变化较慢的控制过程来说,因为两次刷新的时间间隔才几十毫秒,即使考虑输出电路的电气惯性时间,也可以认为输出信号是及时的。

③ 输入/输出映像存储器中的内容,又称为 I/O 状态表。I/O 状态表中的内容,是执行用户程序计算处理的依据,其中输入状态在取样时刷新,输出状态在扫描执行用户程序时逐个更新。每一逻辑(或算术)计算,都以当前 I/O 状态表中的内容为依据,每一计算的结果,又都送至相应的输出状态表中,中间结果不能作输出的依据,上面的结果只能作为下面计算的依据。对于整个控制系统而言,只有执行完用户程序的 I/O 状态,才是该系统的确定状态。

(3) 执行用户程序

这里又包括监视和执行两部分:

① 监控定时器 WDT(Watch Dog Timer)。通常所说的“看门狗”,它是用来监视程序执行是否正常。正常时,执行完用户程序所需要的时间不会超过规定最大值。在程序执行前复位 WDT,随即执行程序并开始计时,执行完用户程序后立即将 WDT 复位,表示程序执行正常。当程序执行过程中因某种干扰而使扫描失控或程序“飞出”正常循环,进入“死循环”,时间将超出规定最大值,则 WDT 会发出超时报警信号,或者使程序重新开始执行。如果是偶然因素造成超时,重新扫描程序时不会再遇到“偶然干扰”,系统便转入正常运行;若由于不可恢复的确定性故障,则系统会自动停止执行用户程序、切断外部负载、发出故障信号并等待处理。

② 执行用户程序。用户程序是放在用户程序存储器中的。扫描时,按顺序从零步开始,逐条解释和执行到 END 指令才结束对用户的扫描。

(4) 执行外设命令

每次执行完用户程序后,就进入服务外设命令的操作。外设的命令反映操作人员的介入,所以不会影响系统正常工作,而且可能更有利于系统的控制和管理。如果没有外设命令,则系统会自动循环地扫描运行。

由此,可以得出简单的结论:

① PLC 以扫描的方式进行操作运行,其输入/输出信号间的逻辑关系,存在着原理上的滞后,扫描周期越长,滞后就越严重。

② PLC 的扫描周期,除了执行用户程序所花费的时间外,还包括系统管理操作所占用的时间,前者与程序的长短及指令操作的复杂程度有关,后者基本不变。

③ 第 N 次扫描执行程序时,所依据的输入数据是该次扫描之前的值 $X_n - 1$,所依据的输出数据有本次扫描前的值 $Y_n - 1$,也有本次解算的结果 Y_n' (中间结果)。送往输出端子的信号,是

本次执行完全部运算后的最终结果 Y_n 。执行运算过程中并不输出,它前面的某些结果可能被后面的计算操作所否定。

④ 如果考虑到 I/O 硬件电路的延时,PLC 响应滞后比扫描原理滞后更大些。PLC I/O 端子上的信号关系,只有在稳态(ON 或 OFF)时才与设计要求相一致。

⑤ 输入/输出响应滞后不仅与扫描方式和电路惯性有关,而且与程序设计安排有关。

1.2 大学生职业资格鉴定对 PLC 应用技术的要求

上海市教委和上海市职业技能鉴定中心对高校学生职业资格鉴定和技能培训在 PLC 应用技术课程上,提出了明确的要求。要求学员能根据一般自动化系统的生产工艺要求,合理选择 PLC (包括型号、主机模块、I/O 接口通道模块),组成自动控制系统。要求学员能根据一般自动化系统的生产工艺流程,设计控制电路和编制梯形图控制程序、调试程序,寻找和排除故障,实现规定的控制功能。并且要学会利用 PLC,改造老式的继电器控制系统,以改进原系统的功能。要求掌握 PLC 模拟量 I/O 通道的应用。因此,高校学生技能培训不同于一般 PLC 课堂教育,而是在 PLC 课堂教育的基础上,强化学生分析、解决实际问题的能力和实际动手能力。

目前,PLC 的品种、型号繁多,但其性能、使用方法大同小异。学员在了解某一种型号 PLC 的基础上,经阅读其他型号 PLC 的用户手册,了解其指令系统、I/O 寻址方式、编程器使用等相关资料后,就能轻松上手,开发使用。为达到这一目的,以最通用的梯形图编程语言作为解题工具,以适应各种型号的 PLC 使用。根据 PLC 应用场合不同,可归纳为开关量控制、模拟量控制和脉冲量控制三种形式。开关量应用场合又分为按时间原则控制和以空间位置控制两种类型。模拟量应用场合又分为模拟量输入和模拟量输出两种类型。本书选用上海市教委自控实训中心的莫迪康 (Modicon) Micro PLC 为蓝本,参插一部分三菱 FX2N 等机型的应用实例,介绍 PLC 的应用。