



机床电气与 *PLC*实训教程

唐方红 李忠文 李新亮 于剑锋 编著

JICHUANG
DIANQI
YU PLC SHIXUN
JIAOCHENG



化学工业出版社

机床电气与 PLC 实训教程

唐方红 李忠文 李新亮 于剑锋 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书内容包括机床电气控制和可编程控制器指令与应用,编写了电动机各种常见控制方式、流水灯、LED 数码显示、交通灯、电梯、水塔水位、装配流水线、液体混合装置、机械手、传送带、自动配料系统、轧钢机、邮件分拣、自动售货机、加工中心等 33 个自动控制实训任务,对每个任务的控制要求、仪器仪表、电路原理、安装接线、操作步骤进行了介绍,同时对技术问题的深入思考做了引导。

本书可供高职高专机械、电气、自动化专业实训教学和电工培训使用,也可供自动控制设计人员和电工爱好者从事开发工作参考,并可供有相关专业的院校图书馆收藏。

图书在版编目 (CIP) 数据

机床电气与 PLC 实训教程/唐方红等编著. —北京:化学工业出版社, 2014. 3
ISBN 978-7-122-19614-9

I. ①机… II. ①唐… III. ①机床-电气控制-教材②plc 技术-教材 IV. ①TG502.35②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 016355 号

责任编辑:李玉晖

文字编辑:云雷

责任校对:王素芹

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 9¼ 字数 141 千字 2014 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 26.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

我国现代化工业正处在产业升级发展、企业转型和技术升级结构调整时期，高职院校也在加快职业教育和职业培训发展速度，加快高技能人才培养模式的研究。职业技术学院根据企业 and 市场急需，设置了机电自动化、机械制造、机械加工、模具制造、数控加工、电工电子、电气自动化、计算机应用等专业，培养企业 and 市场急需的高技能人才，为提高地区企业的持续发展提供帮助，推动高职院校的建设和发展，为社会经济发展服务，促进社会技术进步。

职业技术学院从区域实际情况出发，定位各专业职业技能能力范围，制定培训实施方法；实行学工结合，能力为本，培养面向生产实际和管理服务一线岗位的高技能人才；落实国务院关于大力推动职业教育改革与发展的决定，遵循理论联系实际，将专业技术与技能实训联系起来，提高学生的职业技能水平。针对职业教育和职业技能培训与考核的需要，我们编写了专业技能实训教程，与职业技能鉴定考核挂钩，依托国家职业标准，制定技术专业及工种的培训内容和要求，既可满足职业院校实训培训的需要，又可满足技术岗位工作人员的需要。

本书在编写过程中，得到东莞职业技术学院副教授、高级技师李龙根主任和高级工程师、高级技师颜新宁主任的支持和帮助，在此表示感谢。

由于编著者水平有限，本书涉及实践操作的范围较广，难免存在不足之处，诚恳希望专家和读者批评指正。

编著者

2014年2月

目录

CONTENTS

第一篇 电气控制 1

项目一 基础电工要求	1
任务一 电气制图基本知识	1
任务二 低压电器基本知识	8
项目二 电动机控制	18
任务一 电机点动控制	18
任务二 电动机正转控制电路	22
任务三 电动机正、反转控制电路	26
任务四 自动往返行程控制	29
任务五 Y/ Δ 降压启动控制电路	33

第二篇 可编程控制器指令与应用 37

项目一 可编程控制器概述	37
项目二 流水灯	46
任务一 流水灯流动显示 (1)	46
任务二 流水灯流动显示 (2)	49
任务三 流水灯流动显示 (3)	51
任务四 天塔之光	55
项目三 LED 数码显示	59
任务一 显示“1”	59
任务二 显示“0~9” (1)	62
任务三 显示“0~9” (2)	64

任务四 显示“0~9”(3)	68
任务五 LED 数码显示控制	70
项目四 可编程控制器应用	76
任务一 三相笼型异步电动机点动控制和自锁控制	76
任务二 三相笼型异步电动机联锁正反转控制	77
任务三 三相笼型异步电动机带延时正反转控制	80
任务四 三相笼型异步电动机 Y/ Δ 换接启动控制	82
任务五 不带数字显示交通灯	84
任务六 带计时显示交通灯	87
任务七 三层电梯控制模拟	93
任务八 水塔水位控制模拟	101
任务九 装配流水线控制模拟	102
任务十 液体混合装置控制模拟	105
任务十一 机械手动作模拟	109
任务十二 四节传送带模拟	111
任务十三 自动配料系统控制模拟	115
任务十四 轧钢机控制系统模拟	118
任务十五 邮件分拣系统模拟	121
任务十六 自动售货机控制模拟	124
任务十七 加工中心控制模拟	129

第一篇

电气控制

项目一 ▶ 基础电工要求

任务一 电气制图基本知识

一、引导问题

要求在阅读相关知识后，回答下述问题：

电气制图中电气图的国家标准是什么？

电气制图中国家标准的使用规则是什么？

电气简图的基本绘制技能是什么？

如何绘制电子技术图？

如何识读电气图？

二、相关知识

1. 什么是电气图

电工电子技术通常是靠电气线路图来进行各种信息的传递和交流。

人们习惯将电气线路图定义为强电系统图和弱电系统；强电系统的电路图通常指电气系统图、电气原理图、电气布局图、电气接线图等；弱电系统的电路图通常指电原理图、工艺图、功能逻辑图等，而工艺图包括

印制电路板图、印制板装配图、布线图及面板图等；无论如何，电气线路图的识读和绘制能力，电气线路的焊接和组装技能，是电气技术技能最重要的基础内容。

2. 电气制图国家标准

电气制图现行国家标准如下。

GB/T 6988.1—2008

GB/T 6988.5—2006

GB/T 4728.1—2005

GB/T 4728.2—2005

GB/T 4728.10—2008

GB/T 4728.11—2008

GB/T 4728.12—2008

GB/T 4728.13—2008

GB/T 5465.1—2009

GB/T 5465.11—2007

GB/T 5465.2—2008

3. 电气图的表达形式

电气图表达形式分为四种：图、简图、表图和表格。

① 图 包括各种机械图和各种用图形符号绘制的电气图等。

② 简图 用图形符号、带注释的围框或简化外形表示系统或设备中各组成部分之间相互关系及连接关系。简图在电气图中广泛采用，例如系统图、框图、电路图、逻辑图和接线图都是简图。

③ 表图 表示两个或两个以上变量、动态或状态之间关系的一种图。表图包括曲线图、时序图、波形图等。

④ 表格 把数据等内容按纵横排列的一种表达形式，用以说明系统、成套装置或设备中各组成部分相互关系或连接关系，或用以提供工作参数。表格简称为表，表格可以作为图的补充，也可以代替图。

4. 电气图的表示方法

电气图常用三种类型的表示方法，即电路的表示方法，元件的表示方法，简图的布局方法。

电路的表示方法有两种：单线表示法和多线表示法。

元件的表示方法有三种：集中表示法、板集中表示法和分开表示法。

简图的布局方法有两种：功能布局法和位置布局法。

5. 常用电气图

电气图种类很多，经过综合和统一，按照用途可划分 16 种类型。在实际工作中，常用的有系统图、框图、电路原理图、接线图或接线表、位置图、印制板电气图等。

① 电路原理图 电路原理图是用图形符号，按照工作顺序排列，详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成和连接关系，不考虑其实际位置的一种简图。电路图以图形符号代表电气元件，以实线表示电气性能的连接，按电路、设备或成套装置的功能原理绘制。图 1-1-1 是电路原理图示例。

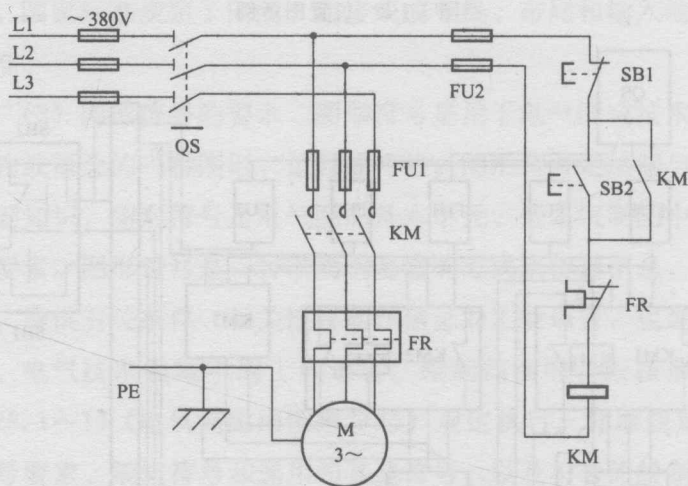


图 1-1-1 电路原理图示例

② 位置图 位置图是表示成套装置、设备或装置中各个项目的位置的一种简图。位置图也叫做布置图，是根据电气设备或电气元件在控制台或屏上的实际安装位置也简化的外形符号绘制。图 1-1-2 是位置图示例。

③ 接线图 接线图是表示设备、成套装置或装置连接关系的简图，接线图是在电路图和位置图的基础上编制的，它可以单独使用，也可组合使用。图 1-1-3 是接线示意图示例。

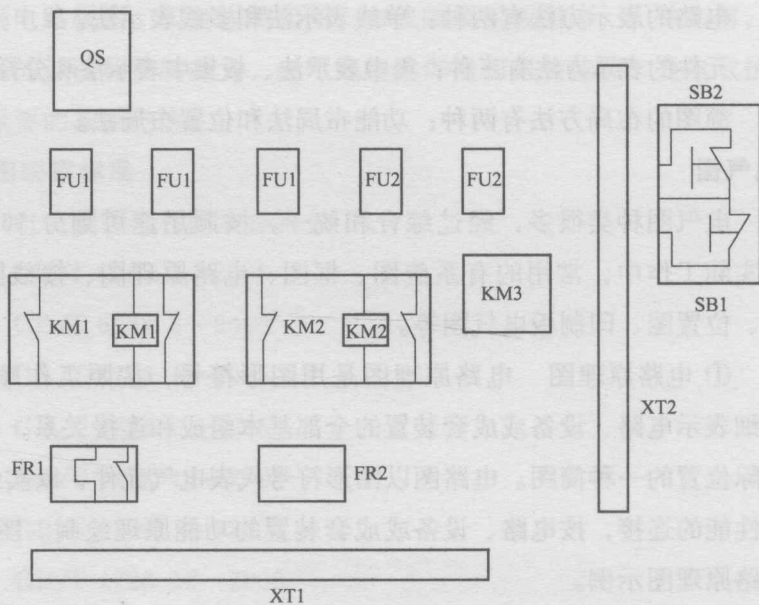


图 1-1-2 位置图示例

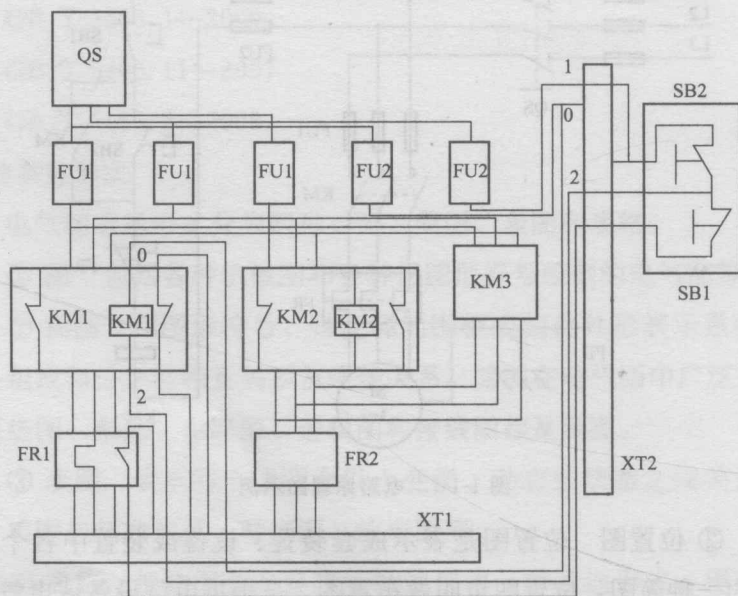


图 1-1-3 接线示意图示例

三、基本技能训练计划和实施

1. 绘制电气线路图

(1) 电气制图的一般规定 电气制图的一般规定包括图纸、图线、

字体、箭头和指引线、比例等项,其中图纸中的内容较多,图纸包括图纸幅面、图纸格式、图纸幅面分区、图纸编号。

图纸幅面:图纸短边和长边所确定的尺寸。

图纸格式:主要包括图框、标题栏、图幅分区等内容。

图线:绘制电气图所用的各种线条的统称。

字体:与机械制图中的字体要求相同,主要有汉字、字母和数字等。

箭头和指引线:电气图上有两种箭头表示形式,即开口箭头和实心箭头;指引线是用来指示注释的对象,采用细实线,在末端加注标记。

比例:是指图形与实物的相应要素的线性尺寸之比。

(2) 简图的布局要求 电气图中大部分都是简图,对简图的布局要求是要利于对图的理解,做到布局合理、排布均匀、图面清晰、便于识图。国家标准规定了间隔、连接线或导线、布局和输入输出引线的制图标准。

(3) 图形符号的要求 图形符号是用于电气图或技术文件中的表示实物或概念的一种图形、记号或符号。图形符号是绘制与识读电气图的基础知识,图形符号是电气图的基本单元,是电气制图中必不可少的基本要素。图形符号是一种以简明易懂的方式来传递信息,表示实物或概念,提供有关条件、相关性及动作信息的工业语言,也是电气技术文件中、电气技术领域中的工程语言。绘制简图时,应按照国家标准 GB 4728.1~13《电气简图用图形符号》规定执行。标准规定了一般符号、符号要素、限定符号和通用的其他符号,以及符号的绘制方法和使用规则。具体规定有符号的选择、符号的大小、符号的取向、符号的引线以及符号的绘制。

(4) 连接线的要求 在电气图上,各种图形符号之间的相互连线(如导线、信号通路、电缆线、元器件之间的连线及设备的引线)称为连接线。连接线是用来传输能量、传输信息的导线,表示设备中各组成部分和元器件的连接关系,是构成电气图的重要组成部分。国家标准规定了连接线的一般要求,连接线的标记、中断线,单线表示法及围框等内容要求。

(5) 项目代号和端子代号的要求 项目代号是用以识别简图、表图、表格和其他技术文件中以及设备上的项目的一种特定关系的代码,标注在各个图形符号近旁,以便在图形符号和实物之间建立明确的一一对应关系,为装配和维修提供方便。端子代号是用以同外电路进行电气连接的电器的导电件的代号,用于现场连接或用于测试、寻找故障位置的连接点,端子、端子板、插头插座等需要标注端子代号。国家标准规定了项目代号的标注、端子代号的标注等。

(6) 其他规定 其他规定包括注释和标志、技术数据、图形符号或元件在图纸上的位置。

(7) 文字符号的要求 电气系统或电气设备、装置除了用图形符号在电气图上或技术文件中来表示外,还必须用文字符号和项目代号来表示,以便区别其名称、功能、状态、相互关系、安装位置等。文字符号是以文字形式作为代码或代号,来表明项目种类和线路的特征、功能、状态或概念,标注在电气系统、设备、装置和元器件上或其图形符号的旁边。电气技术中位置符号分为基本文字符号和辅助文字符号。位置符号除有关标准规定外,还采用物理量符号、单位代号和化学元素符号等。

2. 绘制和识读电子技术图

(1) 电子技术图定义 电子技术图是技术文件的统称,电子技术图主要包括电子电路图和电子工艺图。电子电路图是由系统图、电原理图、功能图、逻辑图、流程图、明细表和技术说明书等组成;电子工艺图是由装配图、印制板装配图、实物装配图、安装工艺图、布线图、印制板图、机壳底板图、操作面板图等组成。电子电路图用来说明其系统的工作原理、工作过程及功能;电子工艺图是电子电路系统的加工、生产、制作、检验和调校的重要依据。电子技术图也是产品在设计、制造、检验、储运、销售服务、使用维修过程中的重要依据。电子技术图有严格的标准,严谨的格式,严格的管理。电子技术文件还涉及核心技术,是生产制造厂家的重要资产。

(2) 电子技术图绘制的一般规定 电原理图也称作电子电路图、电子线路图,是电子技术图的核心部分。电原理图用图形符号和辅助文字表达设计思想,描述电路原理及工作过程,它使用各种图形符号,按照

一定的规则表达元器件之间的连线及电路各部分的功能。电原理图的绘制具有严格的要求并且应当布置均匀、条理清楚。

印制电路板图也称作电子线路板图,简称印制板图或PCB板图。印制板是由覆有铜箔的绝缘层基板制成,主要用于各种元器件的插接,并且起着电气连接和结构支撑的作用。提供印制板加工制作、焊接和装配的图样的是印制板图。印制板图是采用正投影法和符号法进行绘制;尺寸采用尺寸线法和坐标网格法标注进行绘制;绘制要求按照国家标准GB 5489—1985印制板制图的规定绘制外,还要符合机械制图及其他有关标准的规定进行绘制。印制板图分为印制板零件图和印制板装配图。印制板零件图主要表示印制板的电气元器件的布置和接线,是表示印制板结构要素、导电图形、标记符号、技术要求和有关说明的图样;印制板装配图主要表示印制板的各种元器件、结构件等与印制板连接、装配关系的图样。印制电路板的应用,提高了产品的一致性、重现性,易于实现机械化、自动化,生产效率提高,生产质量保证,降低生产成本,方便维护修理,并且PCB技术制板,使得电子产品设计、装配向标准化、规模化、机械化、自动化方向发展,使得产品或设备体积小、成本低、可靠性高、性能稳定、装配方便、维修简单。电子技术向着高密度、高精度、高可靠性方向发展。

四、检查与评比

① 绘制一张具有正、反转控制电气原理图。

② 绘制一张单相半控调速电路的电路原理图。

③ 检查与评比。

见表1-1-1,表1-1-2。

表 1-1-1 绘制具有正、反转控制电气原理图检查评比表

序号	完成情况(10-9-7-5-0分)	评估		
		学生	组长	老师
1	绘制原理图			
2	存档			
3	总分			

表 1-1-2 绘制一张单相半控调速电路的电路原理图检查评比表

序号	完成情况(10-9-7-5-0 分)	评估		
		学生	组长	老师
1	绘制原理图			
2	存档			
3	总分			

思考题

1. 电气制图中电气图的国家标准有哪些?
2. 电气图有哪几种表达形式?
3. 电气简图的布局要求是什么?
4. 图形符号和连接线的要求是什么?
5. 简述电子技术图的绘制一般规定。

任务二 低压电器基本知识

一、引导问题

要求在阅读相关知识后,回答下述问题:

低压电器中按有无触点分哪些类?

低压电器中电磁式电器结构特点是什么?

电气原理图的绘制原则是什么?

二、相关知识

1. 低压电器的基本知识

(1) 低压电器的分类 低压电器按电器的动作性质分为手动电器和自动电器;按电器的性能和用途分为控制电器和保护电器;按有无触点分为有触点电器和无触点电器;按工作原理分为电磁式电器和非电量控

制电器。

(2) 电磁式电器 电磁机构——将电磁能转换为机械能并带动触头动作。组成原理如下。

① 线圈通入电流，产生磁场，经铁芯、衔铁和气隙形成回路，产生电磁力，将衔铁吸向铁芯；

② 短路环——减小衔铁吸合时产生的振动和噪声；

③ 触头系统——通过触头的开合控制电路通、断；

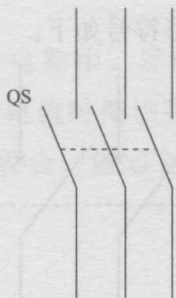
④ 灭弧系统。电弧：开关电器切断电流电路时，触头间电压大于10V，电流超过80mA时，触头间会产生蓝色的光柱，即电弧。灭弧措施：吹弧、拉弧、长弧割短弧、多断口灭弧、利用介质灭弧、改善触头表面材料。

2. 开关电器

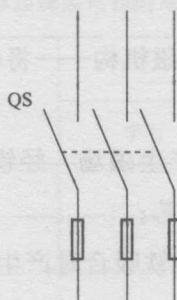
(1) 刀开关

作用：隔离电源，不频繁通断电路。分类：按刀的级数分为单级、双级和三级；按灭弧装置分为带灭弧装置和不带灭弧装置；按刀的转换方向分为单掷和双掷；按接线方式分为板前接线和板后接线；按操作方式分为手柄操作和远距离联杆操作；按有无熔断器分为带熔断器和不带熔断器。

① 开关板用刀开关（不带熔断器式刀开关） 作用：不频繁地手动接通、断开电路和隔离电源用。文字符号 QS；图形符号如下。



② 带熔断器式刀开关 用作电源开关、隔离开关和应急开关，并作电路保护用。文字符号 QS；图形符号如下。

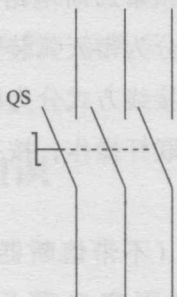


③ 负荷开关 负荷开关分为开启式负荷开关封闭式负荷开关（铁壳开关）。

- a. 开启式负荷开关。用途：不频繁带负荷操作和短路保护用。
- b. 封闭式负荷开关（铁壳开关）。用途：手动通断电路及短路保护。

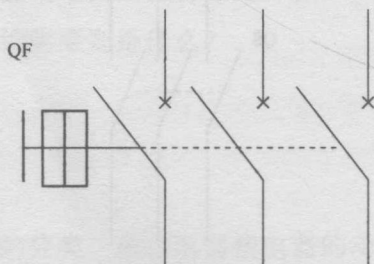
(2) 组合开关（转换开关）

用途：电源的引入开关；通断小电流电路；控制 5kW 以下电动机。
文字符号 QS；图形符号如下。



(3) 低压断路器

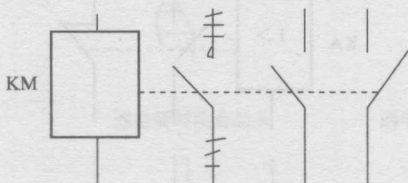
功能：不频繁通断电路，并能在电路过载、短路及失压时自动分断电路。文字符号 QF；图形符号如下。



3. 交流接触器

用途：远距离通断交流电路或控制交流电动机的频繁启停。文字符

号 KM；图形符号如下。



结构：电磁机构、触头系统和灭弧装置。

工作原理：线圈加额定电压，衔铁吸合，常闭触头断开，常开触头闭合；线圈电压消失，触头恢复常态。为防止铁芯振动，需加短路环。结构有触头系统、电磁系统、灭弧系统和辅助系统。

触头系统：主触头、辅助触头；常开触头（动合触头）；常闭触头（动断触头）；动、静铁芯，吸引线圈和反作用弹簧。

灭弧系统：灭弧罩及灭弧栅片灭弧用途。

4. 直流接触器

用途：远距离通断直流电路或控制直流电动机的频繁启停。结

构：电磁机构、触头系统和灭弧装置。工作原理：与交流接触器基本相同。

5. 继电器

作用：控制、放大、联锁、保护和调节。分类：按用途分为控制和保护继电器；按动作原理分为电磁式、感应式、电动式、电子式、机械式；按输入量分为电流、电压、时间、速度、压力；按动作时间分为瞬时、延时继电器。特点：额定电流不大于 5A。

(1) 电流继电器

特点：线圈串接于电路中，导线粗、匝数少、阻抗小。分类：过电流继电器正常工作电流时衔铁释放，触点复位；欠电流继电器正常工作电流时衔铁吸合，触点动作。文字符号 KA，图形符号如下。

(2) 电压继电器

特点：线圈并联在电路中，匝数多，导线细。分类：过电压继电器和欠电压继电器。结构原理：与电流继电器类似。文字符号 KV，图形符号如下。