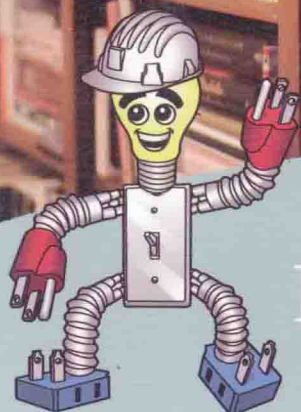




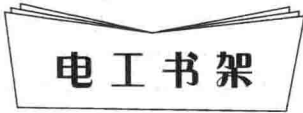
电工书架
Electrician shelves

王建 主编

电工线路实例 详解

DIANGONG XIANLU SHILI
XIANGJIE





电工书架

电工线路实例详解

王 建 主编

河南科学技术出版社

• 郑州 •

内 容 提 要

本书从生产、生活实际出发,搜集整理了大量的电工实用电路,根据不同的功能进行归纳、分类和筛选,从中精选了百余例电路进行分析,其目的是帮助人们分析电路原理,从而解决实际工作中的技术问题。本书主要内容包括:电气图的识读与绘制、照明与配电电路、电动机控制电路、电动机保护电路、常用机床控制电路、电气测量电路、PLC与变频器应用电路。

本书可作为广大电气安装与维修人员的技术用书,也可作为有关电气技术人员的参考用书,还可作为有关机构针对电气工作人员的培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

电工线路实例详解/王建主编. — 郑州:河南科学技术出版社, 2012. 12
(电工书架)

ISBN 978-7-5349-5379-8

I. ①电… II. ①王… III. ①电路—基本知识 IV. ①TM13

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第025539号

出版发行:河南科学技术出版社

地址:郑州市经五路66号 邮编:450002

电话:(0371) 65737028 65788613

网址:www.hnstp.cn

策划编辑:孙 彤

责任编辑:孙 彤

责任校对:崔春娟 张景琴

封面设计:张 伟

责任印制:朱 飞

印 刷:郑州文华印务有限公司

经 销:全国新华书店

幅面尺寸:140 mm×202 mm 印张:10 字数:280千字

版 次:2012年12月第1版 2012年12月第1次印刷

定 价:25.00元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系并调换。



随着科学技术的迅猛发展, 各行各业的电气化程度日益提高, 涉足电工领域的人员越来越多, 能够掌握一些常用电工线路的结构性能和安装使用方法, 使其更好地应用于生产和生活实际中, 是电工技术人员及电工爱好者的迫切需要。作为长期从事电工培训的技术人员, 我们根据读者的需求, 编写了这本《电工线路实例详解》。本书从工农业生产和人们日常生活实际出发, 根据我们的工作经验, 精选常用电工线路百余实例进行分析介绍, 对每个电路不仅叙述工作原理、使用调试方法, 而且将电路适用范围和需要注意的问题进行简要说明, 以便帮助大家快速、正确地处理工作中遇到的问题, 希望读者能从中得到启发。

全书共分七章, 分别介绍了电气图的识读与绘制、照明与配电电路、电动机控制电路、电动机保护电路、常用机床控制电路、电气测量电路、PLC 与变频器应用电路。

本书文字力求通俗易懂, 叙述由浅入深, 图形和文字符号都采用国家最新标准, 电路翔实可靠, 既体现实用性、典型性, 又有新技术的融合。不仅可供专职电工和电气技术人员阅读, 而且可供职业学校学生学习参考, 还可作为初学者的入门用书。

本书由开封技师学院王建教授主编, 广东工程技术职业学院张文凡副教授和山东省新泰市职业学校仇学金, 以及徐丕兵、樊慧贞、刘来员、林尔付、朱彦齐任副主编, 闫凤琴、屈琨、侯燕

杰、徐小明、赵昆亮、盛国荣、吴晨睿、吴鹏等参加了本书的编写并做了大量审核工作。

由于时间仓促，加上作者的水平有限，书中难免有不足之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

编者

2012 年 1 月

编委名单

主 编 王 建

副主编 张文凡 仇学金 徐丕兵 樊慧贞

刘来员 林尔付 朱彦齐

参 编 闫凤琴 屈 琨 侯燕杰 徐小明

赵昆亮 盛国荣 吴晨睿 吴 鹏



第一章 电气图的识读与绘制	(1)
第一节 电气图的基础	(1)
一、电路图	(1)
二、布置图	(2)
三、接线图	(2)
第二节 电气图的识读	(4)
一、常见电气符号	(4)
二、电气图的识读原则	(6)
三、识读电气图的基本步骤	(7)
第三节 电气图的绘制	(10)
一、绘制原则	(10)
二、绘制方法	(13)
第二章 照明与配电电路	(17)
第一节 照明电路	(17)
一、白炽灯照明电路	(17)
二、荧光灯照明电路	(33)
三、其他电光源电路	(41)
四、应急照明电路	(41)

五、彩灯控制电路	(44)
第二节 低压配电电路	(51)
一、低压供电系统	(51)
二、动力配电电路	(54)
三、家庭配电电路	(61)
第三节 高压供配电电路	(71)
一、高压变(配)电所主接线电路	(71)
二、企业一次供电电路	(78)
三、企业二次供电电路	(83)
四、补偿电路	(110)
第三章 电动机控制电路	(115)
第一节 三相交流异步电动机典型控制电路	(115)
一、点动控制电路	(115)
二、自锁控制电路	(116)
三、连续与点动混合控制电路	(118)
四、正反转控制电路	(119)
五、顺序控制电路	(124)
六、多地控制电路	(126)
七、位置控制电路	(127)
八、自动往返控制电路	(129)
九、降压启动控制电路	(131)
十、电气制动控制电路	(144)
十一、调速控制电路	(152)
第二节 三相交流异步电动机典型控制电路	(158)
一、三相绕线转子异步电动机的启动控制电路	(158)
二、转子绕组串联频敏变阻器启动的电路	(162)
第三节 单相交流异步电动机典型控制电路	(165)
一、单相交流异步电动机正反转控制电路	(165)
二、单相交流异步电动机调速控制电路	(167)

第四节 直流电动机典型控制电路	(169)
一、他励（并励）直流电动机的控制电路	(169)
二、串励直流电动机的控制电路	(173)
第四章 电动机保护电路	(178)
第一节 电动机缺相保护电路	(178)
一、电动机熔断器、继电器断相保护电路	(178)
二、欠流继电器电动机断相保护电路	(179)
三、零序电压电动机断相保护电路	(179)
四、具有节电功能的电动机缺相保护电路	(183)
五、采用热继电器的电动机缺相保护电路	(184)
六、Y 形连接电动机断相保护电路	(185)
七、 Δ 形连接电动机断相保护电路	(186)
第二节 过载、过电流保护电路	(187)
一、过载保护电路	(187)
二、过电流保护电路	(188)
第三节 安全保护电路	(190)
一、漏电保护电路	(190)
二、接地、接零和防雷保护	(192)
第五章 常用机床控制电路	(195)
第一节 车床控制电路	(195)
一、CA6140 车床控制电路	(195)
二、CA6150 车床控制电路	(198)
第二节 钻床控制电路	(199)
一、Z37 摇臂钻床电气控制电路	(199)
二、Z3050 钻床电气控制电路	(204)
第三节 M7120 磨床控制电路	(209)
一、机床对电路的主要要求	(209)
二、控制电路原理分析	(210)
第四节 T68 型镗床控制电路	(212)

一、主轴启动及点动电气控制电路原理分析	(212)
二、主轴制动电气控制电路原理	(214)
三、主轴变速或进给变速电气控制电路原理	(214)
四、T68 型镗床刀架升降电路原理	(215)
五、主轴箱、工作台和主轴机动进给联锁	(215)
六、辅助电路（照明、指示电路）	(215)
第六章 电气测量电路	(216)
第一节 电流的测量	(216)
一、直流电流的测量	(216)
二、交流电流的测量	(219)
第二节 电压的测量	(224)
一、直流电压的测量	(224)
二、交流电压的测量	(226)
第三节 功率测量电路	(230)
一、直流电路功率的测量	(230)
二、单相功率表测量单相功率电路	(231)
三、三相有功功率的测量	(231)
四、三相无功功率的测量	(234)
第四节 电能测量电路	(237)
一、单相有功电能测量电路	(237)
二、三相有功电能测量电路	(238)
三、单相无功电能表测量电路	(240)
四、三相无功电能的测量	(241)
第七章 PLC 与变频器应用电路	(245)
第一节 PLC 应用电路	(245)
一、正反转控制电路	(245)
二、三相交流异步电动机的 Y- Δ 启动控制电路 ..	(247)
三、具有循环次数控制的自动往返电路	(248)
四、运料小车控制电路	(251)

五、大小铁球分拣控制系统	(253)
六、电镀生产线	(256)
七、用 PLC 控制机床电路	(261)
第二节 变频器应用电路	(273)
第三节 PLC 与变频器综合应用电路	(275)
一、工业洗衣机控制系统	(275)
二、恒压供水控制系统	(279)
三、中央空调控制系统	(285)
四、注塑机电气控制系统的 PLC、变频器改造 ...	(290)
五、离心机变频控制系统	(298)
参考文献	(302)

第一章 电气图的识读与绘制

第一节 电气图的基础

电气图是用电气图形符号绘制的图，它是电工领域中最主要的信息提供方式，其信息内容包括功能、位置、设备制造及接线等。

电气控制系统图一般有三种：电气原理图（电路图）、电气接线图、电器元件布置图。电气控制系统图是根据国家电气制图标准，用规定的图形符号、文字符号以及规定的画法绘制的。

一、电路图

电路图是根据生产机械运动形式对电气控制系统的要求，采用国家统一规定的电气图形符号和文字符号，按照电气设备和电器的工作顺序，详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成的连接关系，而不考虑其实际位置的一种简图。

电路图能充分表达电气设备的用途、作用和工作原理，是电气线路安装、调试和维修的理论依据。

电路图上将主电路画在一张图样的左侧；控制电路按功能布置，并按工作顺序从左到右或从上到下排列；辅助电路（如信号电路）与主电路、控制电路分开。在电路图上连接线、设备或元

器件图形符号的轮廓线、可见轮廓线、表格用线都用实线绘制，一般一张图样上选用两种线宽。虚线是辅助用图线，可用来绘制屏蔽线、机械联动线、不可见轮廓线及连线、计划扩展内容的连线。点画线用于各种围框线。双点画线用作各种辅助围框线。具有过载保护的自锁正转控制电路如图 1-1-1a 所示。

二、布置图

电器元件布置图主要用来表明各种电气设备在机械设备上和电气控制柜中的实际安装位置，为机械电气控制设备的制造、安装、维修提供必要的资料。各电器元件的安装位置是由机床等设备的结构和工作要求决定的，如电动机要和被拖动的机械部件在一起，行程开关应放在要取得信号的地方，操作元件要放在操纵台及悬挂操纵箱等操作方便的地方，一般电器元件应放在控制柜内。

机床电器元件布置图主要由机床电气设备布置图、控制柜及控制板电气设备布置图、操纵台及悬挂操纵箱电气设备布置图等组成。布置图是根据电器元件在控制板上的实际安装位置，采用简化的外形符号（如正方形、矩形、圆形等）而绘制的一种简图。它不表达各电器元件的具体结构、作用、接线情况以及工作原理，主要用于电器元件的布置和安装。图中各电器的文字符号必须与电路图和接线图的标注相一致。在绘制电气设备布置图时，所有能见到的以及需表示清楚的电气设备均用粗实线绘制出简单的外形轮廓，其他设备（如机床）的轮廓用双点画线表示。具有接触器自锁控制电路的元件布置图如图 1-1-1b 所示。

三、接线图

用来表示电气控制系统中各电器元件的实际安装位置和接线情况。一般包括元器件的相对位置、元器件的代号、端子号、导线号、导线类型、导线截面积、屏蔽及导线绞合等内容。

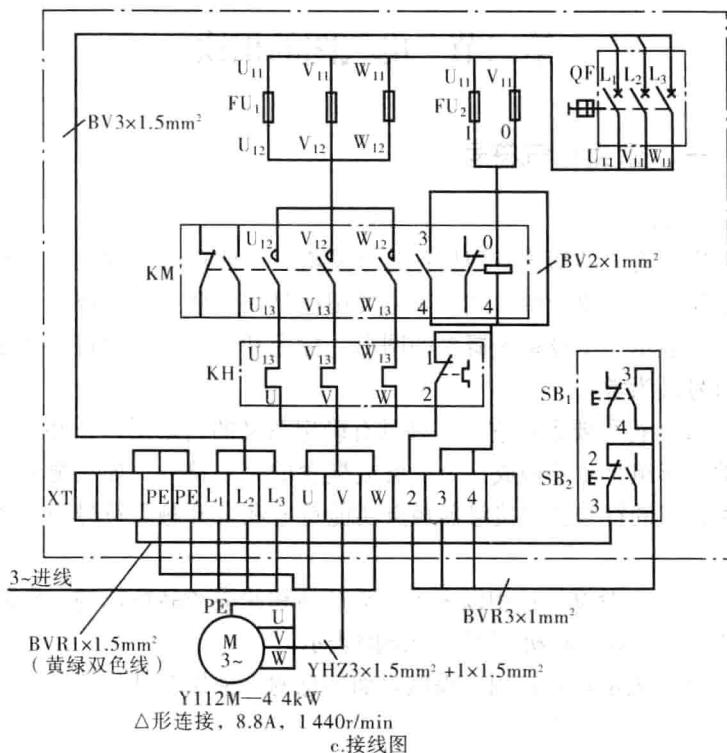
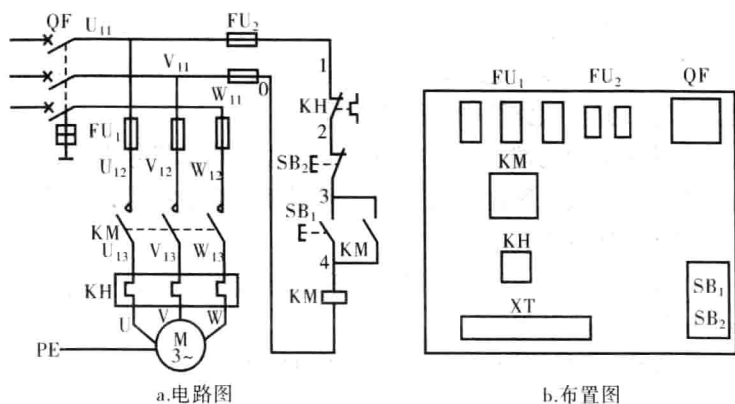


图 1-1-1 具有过载保护的自锁正转控制电路

在接线图中的元器件应采用简化外形（如正方形、矩形、圆形等）表示，必要时也可用图形符号表示，元器件符号旁应标注项目代号，并与电路图中的标注一致。

在接线图中的端子，一般用图形符号和端子代号表示，当用简化外形表示端子所在的项目时，可不画出端子符号，用端子代号格式及标注方法表示。

在接线图中的导线可用连续线和中断线来表示，导线、电缆等可用加粗的线条表示。

具有接触器自锁控制电路的接线图如图 1-1-1c 所示。

第二节 电气图的识读

一、常见电气符号

1. 图形符号

图形符号的形式有四种：符号要素、一般符号、限定符号和方框符号。不论何种形式，其主要用途是在图样或其他技术文件中用来表示一个设备或概念的图形、标记和字符。一般符号和限定符号最为常用。

（1）符号要素：它是一种具有确定意义的简单图形，必须同其他图形组合才能构成一个设备或概念的完整符号。如接触器常开主触点的符号就由接触器触点功能符号和常开触点符号组合而成。

（2）一般符号：用以表示一类产品和此类产品特征的一种简单的符号。如电动机可用一个圆圈表示。

（3）限定符号：用于提供附加信息的一种加在其他符号上的符号。

2. 文字符号

文字符号适用于电气技术领域技术文件的编制，用来标明

电气设备、装置和元器件的名称及电路的功能、状态和特征。其目的是为项目代号提供电气设备、装置和元器件种类字母代码和功能字母代码；是作为限定符号与一般图形符号使用，以派生新的图形符号。

文字符号由基本文字符号和辅助文字符号组成。

(1) 基本文字符号：

1) 单字母符号：单字母符号是按拉丁字母将各电气设备、装置和元器件划分为 23 大类，每个大类用一个专用字母符号表示，如“R”表示电阻，“T”表示变压器。

2) 双字母符号：双字母符号是由一个表示种类的单字母与另一字母组成，其组合形式应以单字母在前另一字母在后的顺序列出。

(2) 辅助文字符号：辅助文字符号是用来表示电气设备、装置和元器件以及电路的功能、状态和特征的。如“RD”表示红色，“L”表示限制等。辅助文字符号也可以放在表示种类的单字母符号之后组成双字母符号，如“SP”表示压力传感器，“YB”表示电磁制动器等。为了简化文字符号，若辅助文字符号由两个以上字母组成时，允许只采用第一位字母进行组合，如“MS”表示同步电动机。辅助文字符号还可以单独使用，如“ON”表示接通，“M”表示中间线等。

(3) 补充文字符号的原则：规定的基本文字符号和辅助文字符号如不够用，可按国家标准中文字符号组成规律和下述原则予以补充：

1) 在不违背国家标准文字符号编制原则的条件下，可采用国家标准中规定的电气技术文字符号。

2) 在优先采用基本文字符号和辅助文字符号的前提下，可补充国家标准中未列出的双字母文字符号和辅助文字符号。

3) 文字符号可由电气名词术语国家标准或专业技术标准中规定的英文术语缩写而成。

4) 基本文字符号不得超过两位字母, 辅助文字符号一般不得超过三位字母。文字符号采用拉丁字母大写正体字, 且拉丁字母中“I”和“O”不允许单独作为文字符号使用。

二、电气图的识读原则

1. 结合电工基础知识识图

在生产实际的各个领域内, 所有的电路如变电所、电力拖动和照明电路等, 都建立在电工学的基础理论之上。因此, 要准确、迅速地识读好电气图, 就必须有电工的基础知识。如欲实现笼型异步电动机的正反转控制, 只需改变电动机三相电源的相序。所以, 体现在电路中就必须用两个接触器进行换接来改变三相电源的相序, 以达到电动机正转或反转的目的。

2. 结合电器元件的结构和工作原理识图

构成电路的主要要素是电器元件、器件。如在供电电路中常用高压隔离开关、断路器、熔断器、互感器等, 在低压电路中常用的各种继电器、接触器和控制开关等。因此, 识图时首先搞清这些元件的性能结构、原理及相互控制关系, 在电路中可起的作用, 才能看懂电流在整个回路中的流动过程, 即工作原理。

3. 结合典型电路看图

所谓典型电路, 就是指常用的基本电路。如电动机的启动电路、制动电路、正反转控制电路、继电保护电路、联锁电路、整流和放大电路等。一张复杂的电路图, 就是由这些典型电路组成的。因此, 熟悉各种典型电路, 对于看复杂的电气图帮助很大, 不仅在看图时能很快抓住主要矛盾, 分清主次环节, 而且不易搞错并节省时间。

4. 结合电气图的绘制特点识图

掌握电气图的绘制原则和特点, 对识读电路图起到很大的帮助作用。如从线条的粗细, 图形符号的简化、图面的布局, 插图、表格及绘制的位置等。