

电工自学上岗 万事通

每日
一讲

DIANGONG ZIXUE SHANGGANG

WANSHITONG

电气控制线路的 识读与接线

孙克军 主编

王忠杰 韩宁 副主编



化学工业出版社

电工自学上岗
万事通

每日一讲



DIANGONG ZIXUE SHANGGANG

WANSHITONG

电气控制线路的 识读与接线

孙克军 主编

王忠杰 韩宁 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

电气控制线路的识读与接线/孙克军主编. —北京: 化学工业出版社, 2010. 12

(电工自学上岗万事通)

ISBN 978-7-122-09673-9

I. 电… II. 孙… III. 电气控制-控制电路-基本知识
IV. TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 200800 号

责任编辑: 卢小林

文字编辑: 孙 科

责任校对: 陈静

装帧设计: 王晓宇

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 装: 三河市延风印装厂

850mm×1168mm 1/32 印张 8 $\frac{1}{4}$ 字数 231 千字 2011 年 2 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: 24.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着经济建设的蓬勃发展,电气技术应用的日益广泛,越来越多的人希望从事电工职业。电工作为特种作业,需要通过行业的准入考试,这就需要透彻理解和掌握电工技术的知识和技能。为了帮助读者系统清晰地学习电工技术,化学工业出版社组织编写了这套《电工自学上岗万事通》,这套书将从事电工作业必备的知识技能分成了《电工基础》、《常用电工仪表》、《常用低压电器》、《电气照明与电气线路》、《异步电动机与变压器》、《电气控制线路的识读与接线》和《电气安全》7个分册进行介绍。

本套书考虑到读者的学习条件和学习时间,将学习内容归纳为一个小时以内就可掌握的独立的知识点和技能点,采用一日一讲的形式进行讲解,整套书深入浅出、通俗易懂、突出实用,是初学者全面掌握电工技术的良师益友。

本书是《电气控制线路的识读与接线》分册,全书系统地介绍了电气图识读的基本知识,三相异步电动机基本控制电路、三相异步电动机启动、调速与制动控制电路、直流电动机控制电路、电动机保护电路、常用电气设备控制电路、常用电工经验电路、常用机床电气控制电路的识读方法和接线方法等内容。

本书由孙克军主编,王忠杰、韩宁为副主编。第1、2章由孙克军编写,第3章由方松平编写,第4章由韩宁编写,第5、7章由郑慧琼编写,第6章由彭萍编写,第8章由张颖编写,第9章由王忠杰编写。编者对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 电气工程图识图基础知识 / 1

- 第 1 讲 阅读电气工程图的基本知识 2
- 第 2 讲 绘制电气工程图的一般原则 7
- 第 3 讲 电气原理图、接线图和电气设备安装图的区别 11
- 第 4 讲 绘制电气工程图应遵循的原则 15
- 第 5 讲 绘制电气原理图的有关规定 17
- 第 6 讲 电气工程图的阅读 19

第 2 章 电气控制电路基本知识 / 21

- 第 1 讲 电气控制电路的一般设计方法 22
- 第 2 讲 电气控制电路的逻辑设计方法 26

第 3 章 三相异步电动机基本控制电路 / 33

- 第 1 讲 电动机单向启动、停止控制电路 34
- 第 2 讲 电动机的保护电路 37
- 第 3 讲 电动机的电气联锁控制电路 41
- 第 4 讲 电动机正反向运行控制电路（一） 45
- 第 5 讲 电动机正反向运行控制电路（二） 50
- 第 6 讲 电动机点动与连续运行控制电路 53
- 第 7 讲 电动机多地点控制电路和多台电动机顺序控制电路 57
- 第 8 讲 行程控制电路 61

第 9 讲	自动往复循环控制电路	64
第 10 讲	无进给切削的自动循环控制电路	67

第 4 章 三相异步电动机启动、调速与制动控制电路 / 69

第 1 讲	三相笼型异步电动机定子绕组串电阻 (或电抗器) 启动的控制电路 (一)	70
第 2 讲	三相笼型异步电动机定子绕组串电阻 (或电抗器) 启动的控制电路 (二)	74
第 3 讲	三相笼型异步电动机的自耦变压器 (补偿器) 降压启动的控制电路 (一)	78
第 4 讲	三相笼型异步电动机的自耦变压器 (补偿器) 降压启动的控制电路 (二)	80
第 5 讲	三相笼型异步电动机的星形-三角形 (Y- Δ) 降启启动控制电路 (一)	83
第 6 讲	三相笼型异步电动机的星形-三角形 (Y- Δ) 降启启动控制电路 (二)	86
第 7 讲	三相笼型异步电动机的延边三角形降压启动控制 电路	89
第 8 讲	三相绕线式异步电动机转子回路串接电阻启动控制 电路 (一)	92
第 9 讲	三相绕线式异步电动机转子回路串接电阻启动控制 电路 (二)	94
第 10 讲	三相绕线式异步电动机转子绕组串接频敏变阻器启 动控制电路	96
第 11 讲	单绕组双速变极调速异步电动机的控制 电路 (一)	98
第 12 讲	单绕组双速变极调速异步电动机的控制 电路 (二)	102
第 13 讲	三相绕线式异步电动机转子回路串电阻调速 控制电路	105

第 14 讲	电磁调速异步电动机控制电路	108
第 15 讲	三相异步电动机反接制动控制电路 (一)	111
第 16 讲	三相异步电动机反接制动控制电路 (二)	114
第 17 讲	三相异步电动机能耗制动控制电路 (一)	116
第 18 讲	三相异步电动机能耗制动控制电路 (二)	121

第 5 章 直流电动机控制电路

/ 127

第 1 讲	他励和并励直流电动机启动控制电路	128
第 2 讲	串励直流电动机启动控制电路	130
第 3 讲	直流电动机正反向 (可逆) 运行控制电路	133
第 4 讲	他励和并励直流电动机能耗制动控制电路	135
第 5 讲	他励和并励直流电动机反接制动控制电路	137
第 6 讲	串励直流电动机能耗制动控制电路	140
第 7 讲	串励直流电动机反接制动控制电路	142

第 6 章 电动机保护电路

/ 145

第 1 讲	电动机过载保护电路 (一)	146
第 2 讲	电动机过载保护电路 (二)	149
第 3 讲	电动机过载保护电路 (三)	151
第 4 讲	电动机断相保护电路 (一)	153
第 5 讲	电动机断相保护电路 (二)	155
第 6 讲	电动机断相保护电路 (三)	159
第 7 讲	电动机断相保护电路 (四)	162
第 8 讲	电动机断相保护电路 (五)	164
第 9 讲	电动机断相保护电路 (六)	167
第 10 讲	由负温度系数热敏电阻构成的电动机保护 电路	170
第 11 讲	由正温度系数热敏电阻器构成的电动机保护 电路	172
第 12 讲	电动机保护接地和电动机保护接零电路	175

第 13 讲	直流电动机失磁、过电流保护电路 (一)	177
第 14 讲	直流电动机失磁、过电流保护电路 (二)	180
第 15 讲	电动机内部进水保护电路	182

第 7 章 常用电气设备控制电路 / 185

第 1 讲	电磁抱闸制动控制电路	186
第 2 讲	常用建筑机械电气控制电路 (一)	189
第 3 讲	常用建筑机械电气控制电路 (二)	192
第 4 讲	常用农副产品加工机械电气控制电路	195
第 5 讲	自动供水控制电路	198
第 6 讲	液压机用油泵电动机控制电路	200
第 7 讲	排水泵控制电路	203
第 8 讲	无塔增压式供水控制电路	206

第 8 章 常用电工经验电路 / 211

第 1 讲	电动机轻载节能电路	212
第 2 讲	电动缝纫机空载节能电路	216
第 3 讲	交流接触器应急接线电路与低电压启动电路	219
第 4 讲	单相异步电动机调速控制电路 (一)	221
第 5 讲	单相异步电动机调速控制电路 (二)	223
第 6 讲	单相异步电动机调速控制电路 (三)	225
第 7 讲	单相异步电动机离心开关代用电路	227
第 8 讲	交流接触器实用电路	230
第 9 讲	电焊机空载自停控制电路	232

第 9 章 常用机床电气控制电路 / 235

第 1 讲	C620-1 型车床电气控制电路	236
第 2 讲	CA6140 型车床电气控制电路	238
第 3 讲	M7120 型平面磨床电气控制电路	239
第 4 讲	M1432A 型万能外圆磨床电气控制电路	242

第 5 讲	Z35 型摇臂钻床电气控制电路	246
第 6 讲	Z3040 型摇臂钻床电气控制电路	250
第 7 讲	X52K 型立式升降台铣床电气控制电路	253
第 8 讲	X62W 型万能铣床电气控制电路	257
第 9 讲	T68 型卧式镗床电气控制电路	261
第 10 讲	Y3150 型滚齿机电 气控制电路	264

第1章 DI YI ZHANG

电气工程图识图基础知识

- 第1讲 阅读电气工程图的基本知识
- 第2讲 绘制电气工程图的一般原则
- 第3讲 电气原理图、接线图和电气设备安装图的区别
- 第4讲 绘制电气工程图应遵循的原则
- 第5讲 绘制电气原理图的有关规定
- 第6讲 电气工程图的阅读

第1讲 阅读电气工程图的基本知识

电气工程图是根据国家颁布的有关电气技术标准和通用图形符号绘制而成的。它是电气安装工程的“语言”，可以简练而直观地表明设计意图。

电气工程图种类很多，各有其特点和表达方式，各有规定画法和习惯画法，但有一些规定则是共同的，还有许多基本的规定和格式是各种图纸都应共同遵守的。

1. 图纸的幅面

图纸的幅面是指短边和长边的尺寸。一般分为六种。即0号、1号、2号、3号、4号和5号。具体尺寸如表1-1所示。表中代号的意义如图1-1所示。

表 1-1 图幅尺寸 mm

幅面代号	0	1	2	3	4	5
宽×长(B×L)	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
边宽(c)	10	10	10	5	5	5
装订侧边宽(a)	25	25	25	25	25	25

2. 标题栏

用以标注图样名称、图号、比例、张次、日期及有关人员签署等内容的栏目，称为标题栏。标题栏的位置一般在图纸的右下方。标题栏中的文字方向为看图的方向。图1-2为图纸标题栏示例，其格式目前我国还没有统一规定。

3. 比例

比例即工程图样中的图形与实物对应线性尺寸之比。大部分电

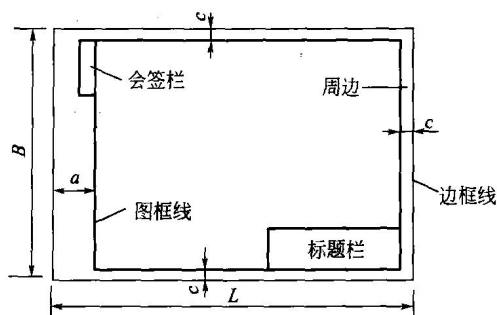


图 1-1 图面的组成

40	设计单位名称				×××工程	
	总工程师		主要设计人		(图名)	
	设计总工程师		校核			
	专业工程师		制图			
	组长		描图			
	日期		比例		图号	电×××
180						

图 1-2 标题栏格式 (单位 mm)

气工程图不是按比例绘制的，只有某些位置图按比例绘制或部分按比例绘制。常用的比例一般有 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200, 1 : 500。

4. 字体

工程图纸中的各种字，如汉字、字母和数字等，要求字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀，以保证图样的规定性和通用性。汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布的简化字。字母和数字可以用正体，也可以用斜体。字体的高度（单位为 mm）分为 20、14、10、7、5、3.5 等几种，字体的宽度约等于字体高度的 2/3。

5. 图线

绘制电气工程图所用的各种线条统称为图线。工程图纸中采用

不同的线型、不同的线宽来表示不同的内容。电气工程图样中常用的图纸名称、图线形式及应用见表 1-2。

表 1-2 图纸名称、图线形式及应用

图线名称	图线形式	图线应用	图线名称	图线形式	图线应用
粗实线		电气电路,一次电路	点划线		控制线,信号线,围框线
细实线		二次电路,一般电路	双点划线		辅助围框线,36V 以下电路
虚线		屏蔽线,机械连线			

6. 方位

电气工程图一般按上北下南、左西右东来表示建筑物和设备的位置和朝向。但在许多情况下都是用方位标记表示。方位标记如图 1-3 所示,其箭头方向表示正北方向 (N)。

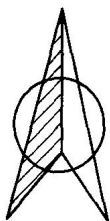


图 1-3 方位标记

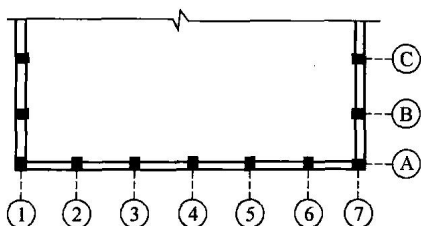


图 1-4 定位轴线的标注方法

7. 安装标高

电气工程图中用标高来表示电气设备和电路的安装高度。标高有绝对标高和相对标高两种表示方法,其中绝对标高又称为海拔;相对标高是以某一平面作为参考面(零点)而确定的高度。建筑工程图样一般以室外地坪为 $\pm 0.00\text{mm}$ 。

在电气工程图上有时还标有另一种标高,即敷设标高,它是电气设备或电路安装敷设位置与该层地坪或楼面的高差。

8. 定位轴线

建筑电气工程图通常是在建筑物断面上完成的。而建筑平面图中,建筑物都标有定位轴线。凡承重墙、柱子、大梁或屋架等主要

承重构件，都应画出定位轴线并对轴线编号确定其位置。定位轴线编号的原则是：在水平方向采用阿拉伯数字，由左向右注写；左垂直方向上采用汉语拼音字母由下向上注写，但其中字母 I、Z、O 不得用作轴线编号，以免与阿拉伯数字 1、2、0 混淆。数字和字母用点划线引出，通过定位轴线可以很方便地找到电气设备和其他设备的具体安装位置。图 1-4 所示为定位轴线的标注方法。

9. 图幅分区

电气图上的内容有时是很多的，对于幅面大且内容复杂的图，需要分区，以便在读图时能很快找到相应的部分。图幅分区的方法是将相互垂直的两边框分别等分，分区的数量视图的复杂程度而定，但要求必须为偶数，每一分区的长度一般为 25~75mm。分区线用细实线。每个分区内，竖边方向分区代号用大写拉丁字母和数字表示，字母在前，数字在后，如 B4、C5 等。图 1-5 为图幅分区示例。

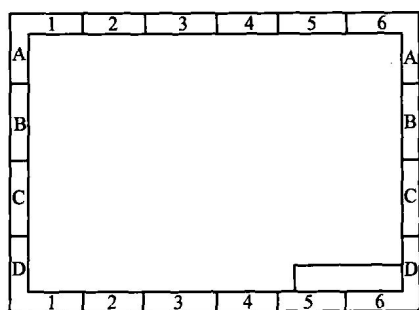
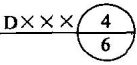
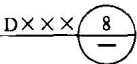


图 1-5 图幅分区示例

10. 详图

电气设备中某些零部件、连接点等的结构、做法、安装工艺要求无法表达清楚时，通常将这些部分用较大的比例放大画出，称为详图。详图可以画在同一张图纸上。也可以画在另一张图纸上。为便于查找，应用索引符号和详图符号来反应基本图与详图之间的对应关系，如表 1-3 所示。

表 1-3 详图的标示方法

图 例	示 意	图 例	示 意
	2 号详图与总图画 在一张图上		5 号详图被索引在第 2 号图样上
	2 号详图画在第 3 号 图样上		图集代号为 D×× ×, 详图编号为 4, 详图 所在图集页码编号为 6
	5 号详图被索引在 本张图样上		图集代号为 D×× ×, 详图编号为 8, 详图 在本页(张)上

第2讲 绘制电气工程图的一般原则

1. 连接线的表示法

连接线在电气图中使用最多，用来表示连接线或导线的图线应为直线，且应使交叉和折弯最小。图线可以水平布置，也可以垂直布置。只有当需要把元件连接成对称的格局时，才可采用斜交叉线。连接线应采用实线，看不见的或计划扩展的内容用虚线。

(1) 中断线 为了图面清晰，当连接线需要穿越图形稠密区域时，可以中断，但应在中断处加注相应的标记，以便迅速查到中断点。中断点可用相同文字标注，也可以按图幅分区标记。

对于连接到另一张图纸上的连接线，应在中断处注明图号、张次、图幅分区代号等。如图1-6、图1-7所示。

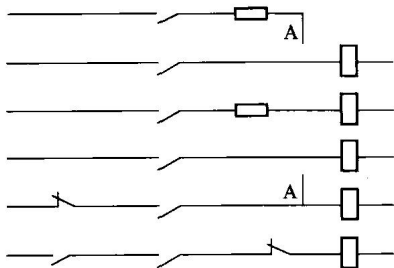


图 1-6 带标记 A 的中断线示例

(2) 单线表示法 当简图中出现多条平行连接线时，为了使图面保持清晰，绘图时可

用单线表示法。单线表示法具体应用如下。

① 在一组导线中，如导线两端处于不同位置时，应在导线两端实际位置标以相同的标记，可避免交叉线太多，如图1-8所示。

② 当多根导线汇入用单线表示的线组时，汇接处应用斜线表示，斜线的方向应能使看图者易于识别导线汇入或离开线组的方向，并且每根导线的两端要标注相同的标记，如图1-9所示。

③ 用单线表示多根导线时，如果有时还要表示出导线根数，可用图1-10所示的表示方法。

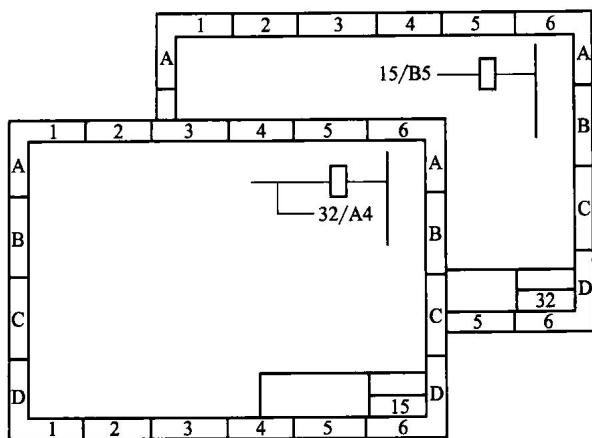
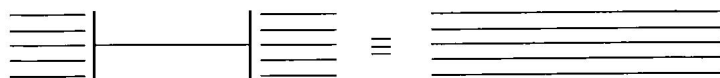
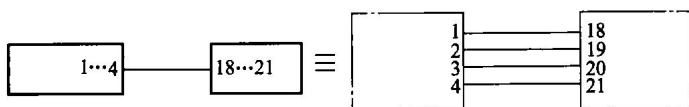


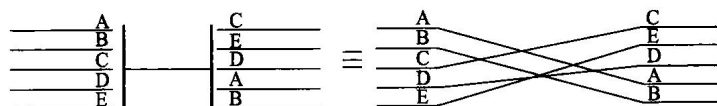
图 1-7 中断线标记方法示例



(a) 平行线表示法1



(b) 平行线表示法2



(c) 交叉线表示法

图 1-8 单线表示法示例

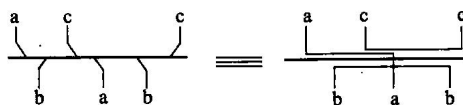


图 1-9 导线汇入线组的单线表示法