

电工电路识图

入门全图解

贺 鹏◎编著

全彩印刷
还原真实

定制视频
倾囊相送

中国铁道出版社有限公司
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE CO., LTD.

电工电路识图 入门全图解

贺 鹏◎编著

中国铁道出版社有限公司
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE CO., LTD.

内 容 简 介

本书由资深电工高级技师精心编写，重点讲解了电工识图基础知识、电气原理图的识图方法、电气接线图识图方法、电气仪表和工具操作方法、高低压供配电系统识图方法、电动机控制识图方法、工业控制电路识图方法、建筑电气系统识图方法等。另外，还讲解了 PLC 控制及其组成原理和接线方法、PLC 编程语言和编程方法，详细解读了 PLC 可编程控制器的应用实例。

本书结合实操讲解，对电工识图知识的讲解全面详细，内容由浅入深，通俗易懂。全书配备了微视频，通过扫描二维码可以下载观看教学视频，结合彩色图解，读者可以轻松掌握相关识图技术，并增加实践经验。

本书适合刚入行的电工人员扎实掌握电路原理之用，也可供中、高等职业技术教育电气等专业师生选修和从事电气技术的人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工电路识图入门全图解 / 贺鹏编著. —北京:
中国铁道出版社有限公司, 2019. 4
ISBN 978-7-113-25609-8

I. ①电… II. ①贺… III. ①电路图 - 识图 - 图解
IV. ① TM02-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 040358 号

书 名：电工电路识图入门全图解
作 者：贺 鹏

责任编辑：荆 波
责任印制：赵星辰

读者热线：010-63560056
封面设计：MXK DESIGN
STUDIO

出版发行：中国铁道出版社有限公司（100054，北京市西城区右安门西街8号）
印 刷：中国铁道出版社印刷厂
版 次：2019年4月第1版 2019年4月第1次印刷
开 本：787 mm×1 092 mm 1/16 印张：12.5 字数：288 千
书 号：ISBN 978-7-113-25609-8
定 价：49.80 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书，如有印制质量问题，请与本社教材图书营销部联系调换。电话：(010) 51873174

打击盗版举报电话：(010) 51873659

一、为什么写这本书

电气图是电气技术人员和电气工人在工作中经常使用的技术资料，如何看懂并在实际工作中使用好电气图纸是一位合格的电气技术人员和电气工人的基本要求。

随着时代的发展和科技的进步，各种新型电气设备也随之增加。目前，用电脑控制的先进电气设备和自动生产线的大量出现，使得电气线路越来越复杂。同时，在生产实践中，广大电工人员都要接触到各种各样的电气图。这就需要电气技术人员和电气工人具有扎实的理论基础和丰富的实践经验。

这就需要通过学习来掌握电工识图的基本技能，而学习就需要一本好的电工识图实践的学习资料，不但有丰富的电工识图知识、还有大量的电工识图实操用于增加读者的经验。这也是作者写本书的目的。

本书围绕电工实际工作需要，以电工行业的工作要求和规范作为依据，采用全彩图解的方式，全面系统地讲解了电工识图技能。本书是专为电工用户而编写的，为电工学习人员提供师傅带徒弟式的教程，使其快速成长为专业的电工。

二、全书学习地图

本书开篇首先介绍电工识图的基本知识，然后分篇讲解了电气原理图的识图方法、电气接线图识图方法及电气仪表和工具操作方法；接着深入讲解了高低压供配电系统识图方法、电动机控制识图方法、工业控制电路识图方法、建筑电气系统识图方法；最后讲解了PLC控制器组成原理、接线方法、PLC编程语言及编程方法、PLC可编程控制器的应用实例等。

本书全部结合实操和图解来讲，方便初学者快速掌握电工的操作方法。

三、本书特色

- 技术实用，内容丰富

本书讲解了电工工作中涉及的各种电气图识图方法，同时还总结了电动机

控制、工业控制、建筑电气系统及PLC控制器应用等重要的识图技能，内容非常丰富实用。

- 大量实训，增加经验

本书结合了大量的电工环境，配备了大量的实践操作图，总结了丰富的实践经验，读者学过这些实训内容，可以轻松掌握电工识图技能。

- 实操图解，轻松掌握

本书讲解过程使用了直观图解的同步教学方式，上手更容易，学习更轻松。读者可以一目了然地看清电工操作过程，快速掌握所学知识。

四、读者定位

本书适合刚入行的电工人员扎实掌握电路原理之用，也可供中、高等职业技术教育电气等专业师生选修和从事电气技术的人员参考。

五、扫码获取资源包

专门为本书定制了包含25段电工知识与技能讲解视频的资源包，读者可通过封底二维码或下载链接获取使用。

六、本书作者团队

本书由贺鹏编著，参加本书编写的人员还有韩海英、付新起、韩佶洋、多国华、多国明、李传波、杨辉、连俊英、孙丽萍、张军、刘继任、齐叶红、刘冲、多孟琦、王伟伟、田宏强、王红丽、高红军、马广明、丁兰凤等。

由于作者水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请业界同行及读者朋友提出宝贵意见。

七、感谢

一本书的出版，从选题到出版，要经历很多环节，在此感谢中国铁道出版社有限公司以及负责本书的荆波编辑和其他没有见过面的编辑，不辞辛苦，为本书出版所做的大量工作。

编者
2019年3月

目录

第1章 电工识图基础	1
1.1 怎样看懂电工电气图	2
1.2 掌握电工识图基础知识	3
1.2.1 常用电气图有哪几种	3
1.2.2 电气图中区域如何划分	5
1.3 电气图中常用的电气符号	6
1.3.1 电气图中常用文字符号有哪些	6
1.3.2 电气图中常用图形符号有哪些	9
1.3.3 电气图中的项目代号	13
1.4 电气图的表示方法	14
1.4.1 电气元件的3种表示方法	14
1.4.2 电气图中导线的表示方法	14
1.4.3 电气图中导线标识读识方法	15
1.4.4 电气图单线及多线表示法	16
1.4.5 电子元器件单线及多线表示法	18
1.5 电路图识图方法	19
第2章 怎么读识电气原理图	21
2.1 电气原理图中的主电路和辅助电路	22
2.1.1 通过电流大小识别电气原理图中的主电路	22
2.1.2 通过电流大小识别电气原理图中的辅助电路	23
2.1.3 读识主电路的基本方法和步骤	23
2.1.4 读识辅助电路的基本方法和步骤	24
2.2 识别电气原理图中的元器件	26
2.2.1 识别电气元件符号及其实物	26
2.2.2 识别电气元件的不同部分	26
2.3 电气图中自锁环节、互锁环节及保护环节	27
2.3.1 电路中的自锁环节	27
2.3.2 电路中的互锁环节	28
2.3.3 电路中的保护环节	30

2.4	电气原理图识图实战	31
2.4.1	三相鼠笼式异步电动机直接启动控制电路	31
2.4.2	水塔水位自动控制电路	33
第3章	怎么阅读电气接线图	35
3.1	电气接线图基本知识	36
3.1.1	电气接线图与电气原理图之间的关系	36
3.1.2	电气接线图中电气设备、装置和控制器件的画法与位置安排	37
3.2	读识电气接线图的方法和步骤	39
3.2.1	读识电气接线图的方法与步骤	39
3.2.2	电路接线的方法和步骤	41
3.3	电气接线图识图示例及方法总结	44
3.3.1	照明电路接线图识图	44
3.3.2	电力拖动电路接线图识图	46
第4章	电气仪表接线方法及工具使用实战	48
4.1	电气电路中常用仪表接线方法	49
4.1.1	直流电流表接线方法	49
4.1.2	交流电流表接线方法	50
4.1.3	直流电压表接线方法	54
4.1.4	交流电压表的接线方法	54
4.1.5	单相电度表接线方法	57
4.1.6	三相电度表接线方法	59
4.2	常用电工检测工具与仪表使用操作实战	64
4.2.1	两种验电笔使用操作实战	64
4.2.2	数字万用表和指针万用表测量实战	66
4.2.3	钳形表使用操作实战	74
4.2.4	兆欧表使用操作实战	75
第5章	高、低压供配电系统识图	78
5.1	高、低压供配电线路有何特点	79
5.1.1	供配电线路与一般电工线路有何区别	79
5.1.2	高压供配电线路有哪些重要部件	80
5.1.3	低压供配电线路有哪些重要部件	87
5.2	高压供配电线路识图	89
5.2.1	供配电系统一次系统接线种类	89

5.2.2	35kV变电所一次系统识图	91
5.2.3	10kV高压配电所一次系统识图	93
5.3	低压供配电线路识图	94
5.3.1	三相电源双路互备自动供电线路识图	95
5.3.2	小区楼宇供配电线路识图	95
5.3.3	工厂低压供配电线路识图	96
第6章	电动机控制电路识图	98
6.1	交流异步电动机	99
6.1.1	三相交流异步电动机怎样产生动力	99
6.1.2	单相交流异步电动机怎样产生动力	101
6.1.3	三相交流异步电动机如何接线	103
6.1.4	单相交流异步电动机如何接线	104
6.2	交流同步电动机	109
6.3	直流电动机	110
6.3.1	有刷直流电动机如何工作	110
6.3.2	无刷直流电动机如何工作	112
6.4	掌握电动机常用电气控制元件	114
6.4.1	按钮开关	114
6.4.2	刀开关	114
6.4.3	断路器	116
6.4.4	接触器	118
6.4.5	继电器	124
6.4.6	熔断器	128
6.5	电动机的控制电路识图	128
6.5.1	三相异步电动机接触器控制启动电路识图	128
6.5.2	三相异步电动机Y- Δ 启动控制电路识图	129
6.5.3	三相异步电动机连续运行带点动控制电路识图	130
6.5.4	三相异步电动机两地控制连续运行电路识图	131
6.5.5	三相异步电动机正、反向连续运行控制电路识图	132
6.5.6	两台三相异步电动机顺序启动、顺序停止控制电路识图	133
6.5.7	单相交流电动机正、反向连续运行控制电路识图	135
第7章	工业控制电路识图	136
7.1	工业常用控制电路识图	137
7.1.1	皮带运输线自动控制电路识图	137
7.1.2	中间继电器控制的动力配电箱电路识图	139

7.2	机床控制电路识图	139
7.2.1	普通卧式机床控制电路识图	140
7.2.2	卧式万能铣床控制电路识图	141
7.2.3	普通卧式镗床控制电路识图	141
7.2.4	摇臂钻床控制电路识图	142
7.2.5	平面磨床控制电路识图	143
7.3	起重机械控制电路识图	145
7.3.1	电动葫芦控制电路识图	145
7.3.2	天车控制电路识图	146
7.3.3	桥式起重机控制电路识图	149
7.3.4	塔式起重机控制电路识图	150
第8章 建筑电气系统识图		153
8.1	建筑供配电系统识图	154
8.1.1	建筑供电系统采用的供电方案	154
8.1.2	建筑配电系统识图	155
8.2	电气照明系统识图	157
8.3	电梯控制系统识图	159
8.4	中央空调控制系统识图	161
8.5	保安监控系统识图	163
第9章 PLC控制系统		164
9.1	PLC控制器的组成原理与接线方法	165
9.2	PLC的编程语言	171
9.2.1	梯形图LAD编程	171
9.2.2	语句表STL编程	172
9.2.3	逻辑功能图LFD编程	173
9.3	PLC控制技术的应用	173
9.3.1	电动机Y/ Δ 启动控制系统	174
9.3.2	运料小车控制系统	176
9.3.3	交通信号灯控制系统	178
9.3.4	传输带控制系统	182
9.3.5	液体混合装置控制系统	184
9.4	利用PLC改造传统继电器控制电路	185
9.4.1	电动机双向(正、反转)继电器-接触器系统控制改造 为PLC控制	186
9.4.2	摇臂钻床的继电器接触器控制系统的PLC技术改造	188

第 1 章

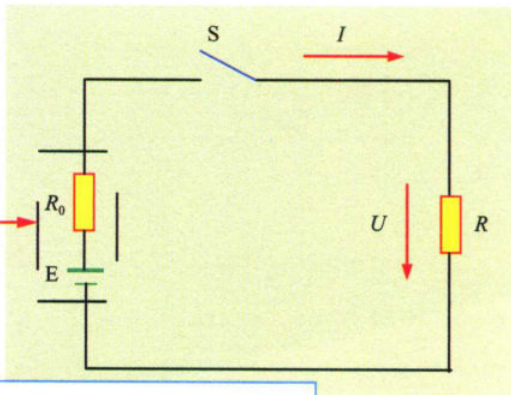
电工识图基础

电工作业前，首要的事项是先看懂电路图，只有熟悉了电路图，才能知道下面的线路如何布置，才能完成后续的工作。本章将从电路图分类、符号、继电图分析等方面培养大家的识图能力。

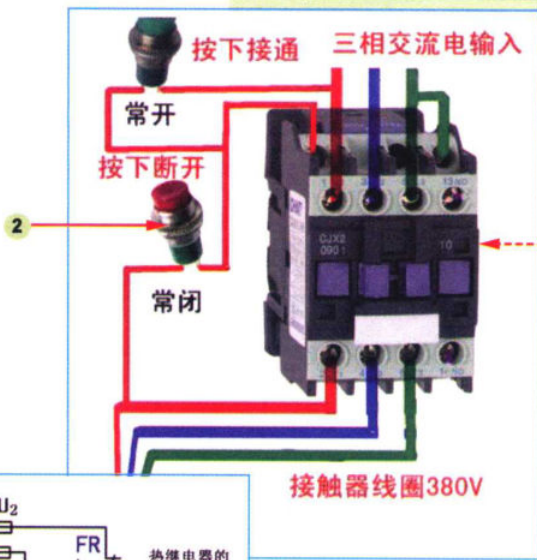
1.1 怎样看懂电工电气图

在电工的维修作业中，电气图无论什么时候都起到至关重要的作用，可以毫不夸张地说，电路原理图是电工原理的基础。一个合格的电工，必须会看电气图。那么怎么学会看懂电气图呢？需要从如图1-1所示的五个方面进行学习。

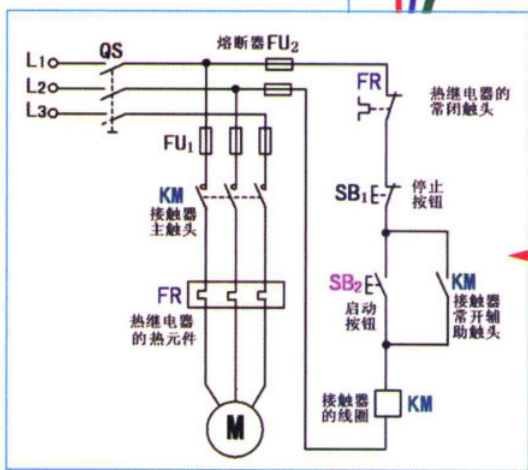
积累理论知识。万丈高楼平地起，电工看电气图是需要一定的知识积累的。例如：单相电和交流电，电路的基本原理，电流的方向，电压的计算，额定功率的定义等，这些基础的电工理论知识都需要积累，因为这是基础的基础。



掌握电路的元器件组成和作用。一般而言，电气图都是由各种电气元器件组成，如热继电器、保险、交流接触器、按钮开关、时间继电器、行程开关等。首先要认识这些元器件，了解它们在电路中的作用。

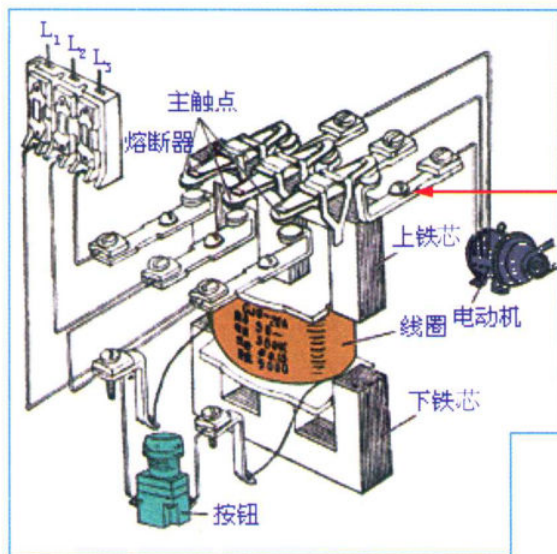


例如：热继电器在电路中主要起到过载保护作用，保险主要起到短路保护作用，交流接触器起到小电流控制大电流，间接控制电路的运行等作用。



熟悉和了解电路中常用元器件的符号。电气图都是由电气元器件的图形符号通过导线连接而成的，所以要看懂电路图，就需要先了解每个电气元器件的图形符号，这样才能认出电气图中的各种设备。

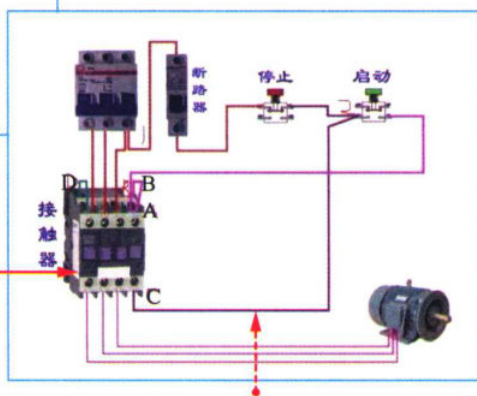
图1-1 如何看懂电路图



掌握电路元器件的基本动作原理和使用技巧。任何电路元器件都有其结构和动作原理，熟悉和掌握元器件的使用方法十分必要。

例如：交流接触器动作吸合时，相应的主触点由常开变为闭合，辅助触点开点变为闭合，辅助触点常闭点变为断开。

电工电路图需要“动态”分析。在分析电路图时，不能“静止”分析，电路是一个动态的分析过程，需要采用动态的思维来分析。



例如：当合上空开后，按下启动按钮，A点得电，B点得电，由于合上空开，所以D点也有电，D点和B点都有电，所以电磁铁吸合，接触器动作，电机得电转动，启动按钮按下再松开后，接触器还能吸合，是因为在刚按下启动的一刹那，常开辅助触点C点接通A点，B点即得电。即使启动按钮断开，电流从1到2到C到A再到B点，所以启动按钮松开后接触器仍然吸合，直到按下停止按钮后，B点失电，所以计数器断开。

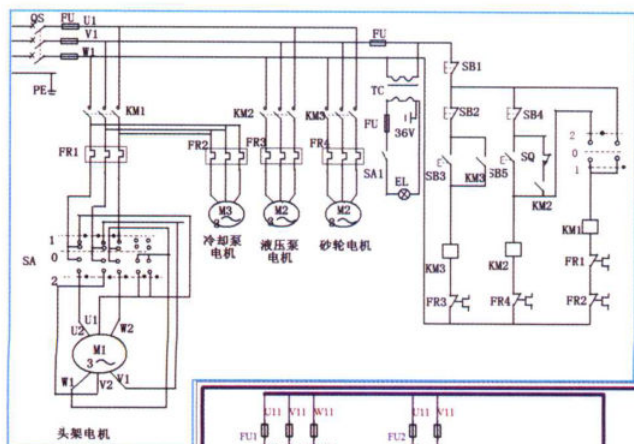
图1-1 如何看懂电路图（续）

1.2 掌握电工识图基础知识

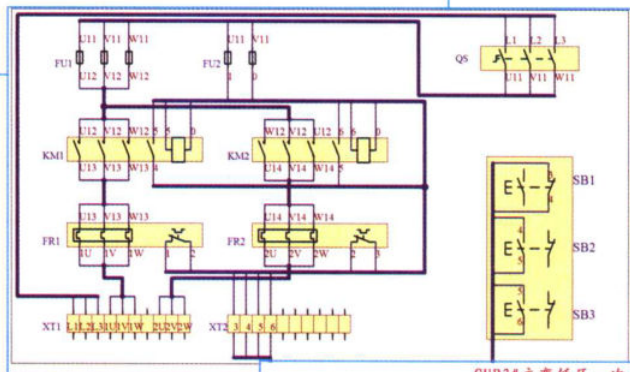
电气图是用来阐述电气工作原理，描述电气产品的构造和功能，并提供产品安装和使用方法的一种简图，主要以图形符号、线框或简化外表来表示电气设备或系统中各有关组成部分的连接方式。下面详细分析如何掌握电气图识图技巧。

1.2.1 常用电气图有哪几种

电工中常用的电气图主要有：电气原理图、电气安装接线图、电气系统图、方框图等，如图1-2所示。

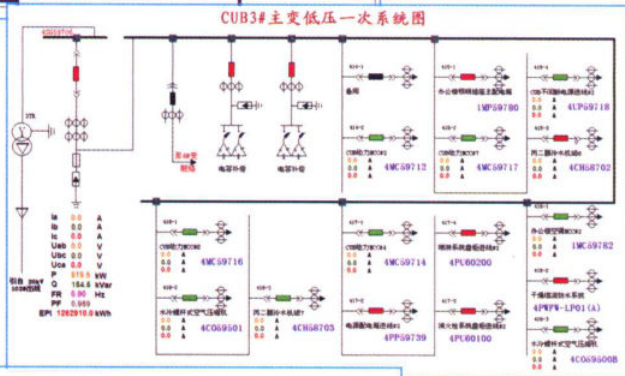


(1) 电气原理图是用电气符号、按工作顺序排画的。详细表示了电路中电气元件、设备、线路的组成以及电路的工件原理和连接关系。而不考虑电气元件、设备的实际位置和尺寸的一种简图。其作用是便于详细理解电路原理、分析和计算电路特性。



(2) 电气安装接线图是根据电气设备和电器元件的实际位置和安装情况绘制的，只用来表示电气设备和电器元件的位置、配线方式和接线方式，而不明显表示电气动作原理。主要用于安装接线、线路的检查维修和故障处理的指导。

(3) 电气系统图即电气系统控制图。是用来表明供电线路与各设备工作原理及其作用，相互间关系的一种表达方式。



(4) 方框图表示电路、程序、工艺流程等内在联系的图形。方框内表示各独立部分的性能、作用等，方框之间用线连接起来，表示各部分之间的相互关系。

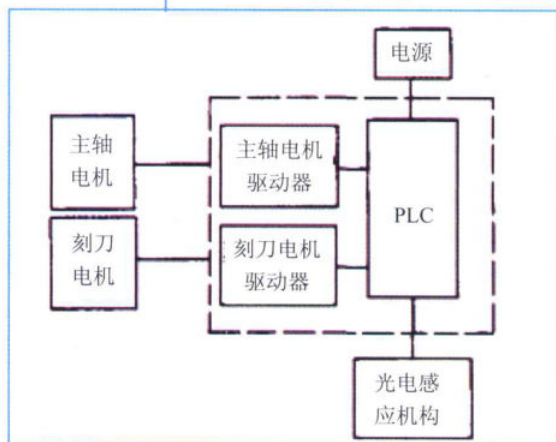


图1-2 电工中常用的电气图

1.2.2 电气图中区域如何划分

标准的电气图（电气原理图）对图纸的大小（图幅）、图框尺寸和图区编号均有一定的要求。如图1-3所示为电气图构成。

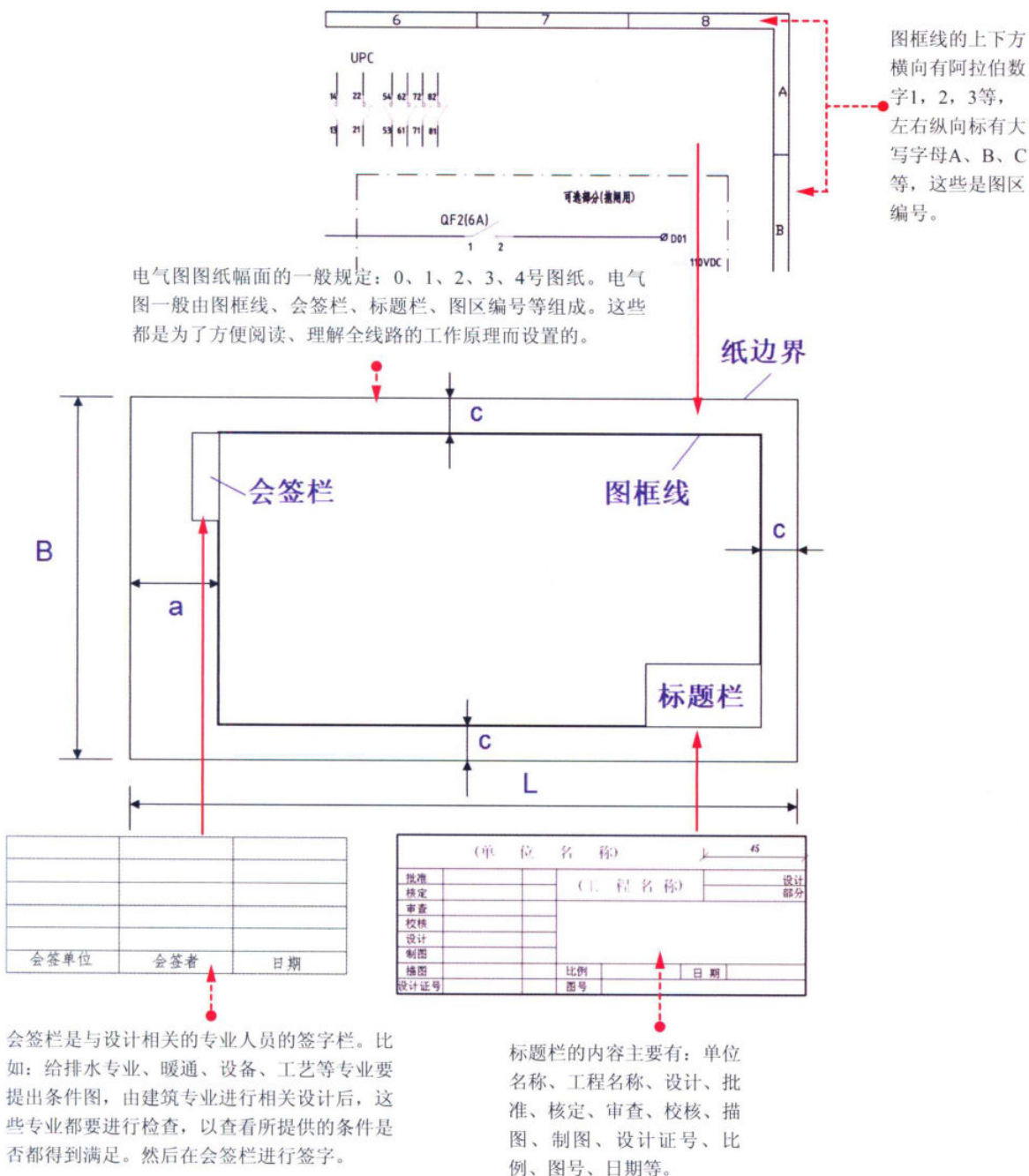


图1-3 电气图中区域如何划分

1.3 电气图中常用的电气符号

电路图中电气符号是必不可少的，要读懂电路图就必须正确、熟练地掌握、理解各种电气符号所表示的意义，否则就不知所措。电气符号包括图形符号、文字符号、项目代号等。

1.3.1 电气图中常用文字符号有哪些

电气设备常用的基本文字符号、辅助文字符号、照明电气图符号及常用电缆规格符号如表1-1、表1-2、表1-3、表1-4所示。

表1-1 基本文字符号

名称	符号	名称	符号	名称	符号
调节器	A	电度表	PJ	调压器	TVR
隔离开关	AS	有功电度表	PJ	变频器	UF
频率调节器	AFR	无功电度表	PJR	逆变器	UI
变换器	B	转速表	PR	整流器	UR
电容器	C	电压表	PV	二极管	VD
集成块	D	记录仪	PZ	稳压管	VS
热元件	EH	功率表	PW	晶闸管	VT
照明灯	EL	无功功率表	PWR	母线	W
空气调节器	EV	开关	Q	直流母线	WB
避雷器	F	接地开关	QE	控制小母线	WC
热继电器	FR	断路器	QF	合闸小母线	WCL
熔断器	FU	刀开关	QK	应急照明支线	WE
发电机	G	负荷开关	QL	应急照明干线	WEM
蓄电池	GB	电机保护开关	QM	闪光小母线	WF
声响器	HA	隔离开关	QS	事故音箱小母线	WFS
蓝色指示灯	HB	电阻器	R	直插式母线	WI
指示灯	HL	电位器	RP	照明分支线	WL
绿色指示灯	HG	热敏电阻	RT	照明干线	WLM
红色指示灯	HR	转换/控制开关	SA	电力分支线	WP
黄色指示灯	HY	按钮	SB	信号小母线	WS
白色指示灯	HW	带灯旋钮	SBL	电压小母线	WV
继电器	K	旋钮开关	SBT	端子/接线柱	X
中间继电器	KA	限位开关	SL	压力继电器	KP
接触器	KM	钥匙开关	SK	干簧继电器	KR

续表

名称	符号	名称	符号	名称	符号
信号继电器	KS	温度传感器	ST	插头	XP
时间继电器	KT	变压器	T	插座	XS
电感器	L	电流互感器	TA	端子排	XT
电动机	M	自耦变压器	TAV	日光灯	Y
测量设备	P	控制变压器	TC	电磁铁	YA
电流表	PA	照明变压器	TL	电磁制动器	YB
计数器	PC	电力变压器	TM	电磁锁	YL
功率因数表	PFR	调压变压器	TTC	电动阀	YM
压力开关	SP	电压互感器	TV	电磁阀	YV
接近开关	SQ	连接片	XB		

表1-2 辅助文字符号

名称	符号	名称	符号	名称	符号
电流、模拟	A	紧急	EM	保护接地与中性线共用	PEN
交流	AC	快速	F	不接地保护	PU
自动	AUT	反馈	FB	记录、右、反	R
加速	ACC	正, 向前	FW	红色	RD
附加	ADD	绿	GN	复位	RST
可调	ADJ	高	H	备用	RES
辅助	AUX	输入	IN	运转	RUN
异步	ASY	增	INC	信号	S
制动	BRK	感应	IND	启动	ST
黑	BK	限制、低、左	L	置位, 定位	SET
蓝	BL	闭锁	LA	饱和	SAT
向后	BW	中间线、主、中	M	步进	STE
控制	C	手动	MAN	停止	STP
顺时针	CW	中性线	N	同步	SYN
逆时针	CCW	断开	OFF	温度、时间	T
延时(延迟)、差动、数字、降	D	接通(闭合)	ON	无噪声接地	TE
直流	DC	输出	OUT	真空、速度、电压	V
减	DEC	压力、保护	P	白	WH
接地	E	保护接地	PE	黄	YE

表1-3 照明电气图符号

导线敷设方式	符 号	导线敷设部位	符 号	灯具安装方式	符 号
用绝缘子敷设	K	沿柱或跨柱敷设	CLE	吊线器式	CP
用塑料线槽敷设	XC	沿墙面敷设	WE	链吊式	Ch
用水煤气管敷设	RC	沿顶棚面或顶板面 敷设	CE	管吊式	P
用焊接钢管敷设	SC	在能进入的吊顶内 敷设	ACE	壁装式	W
用电线管敷设	TC	暗敷设在梁内	BC	吸顶或直附式	S
用电缆桥架敷设	CT	暗敷在柱内	CLC	嵌入式	R
用聚氯乙烯硬质管敷设	PC	暗敷设在墙内	WC	顶棚内安装	CR
用聚氯乙烯半硬质管敷设	FPC	暗敷设在地面内	FC	墙壁内安装	WR
用聚氯乙烯塑料波纹电线 管敷设	KPC	暗敷设在顶板内	CC	台上安装	T
用瓷夹敷设	PL	暗敷设在不能进入的 吊顶内	ACC	支架上安装	SP
用塑料夹敷设	PCL	线吊式	CP	柱上安装	CL
用金属软管敷设	SPG	自在器线吊式	CP	座装	HM
沿钢索敷设	SR	固定线吊式	CP		
沿屋架或跨屋架敷设	BE	防水线吊式	CP		

表1-4 常用电缆规格符号

电 缆 名 称	符 号	电 缆 名 称	符 号
铜芯聚氯乙烯绝缘电缆（电线）	BV	铜芯聚氯乙烯绝缘平型连接软电线	RVB
铜芯聚氯乙烯绝缘软电缆（电线）	BVR	铜芯聚氯乙烯绝缘绞型连接软电线	RVS
铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套圆型电缆 （电线）	BVV	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套平型连接 软电缆（电线）	RVV
铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套平型电缆 （电线）	BVVVB	实心聚乙烯绝缘射频同轴电缆	SYV
铜芯耐热105℃聚氯乙烯绝缘电线	BV-105	聚氯乙烯护套安装用软电缆	AVVR
铜芯阻燃型聚氯乙烯绝缘电线	BV-ZR	双绞线传输电话、数据及信息网	SFTP
铜芯阻燃型聚氯乙烯绝缘软电线	BVR-ZR	有线电视、宽带网专用电缆	SYWV