



识图快捷通系列

电工识图与操作

快捷通

主 编 黄北刚

副主编 董博武

上海科学技术出版社

识图快捷通系列

电工识图与操作快捷通

主 编 黄北刚

副主编 董博武

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工识图与操作快捷通/黄北刚主编. —上海:上海科学技术出版社, 2007. 4

(识图快捷通系列)

ISBN 978—7—5323—8781—6

I. 电... II. 黄... III. 电路图—识图法 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 155207 号

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版、发行

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 14.25

字数 330 千字

2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—5 100

定价 29.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内 容 提 要

本书详细地介绍了有关电工识图的基本知识、方法和技巧。全书内容丰富,图形和文字符号与实际开关及各种电气设备的实物图片相结合,具有图文并茂的特点,有利于初学电工阅读。书中系统地介绍了电流互感器、接触器、时间继电器、中间继电器、热继电器、闸刀开关、按钮开关、电动机保护器等方面的技术资料,同时,也介绍了怎样阅读各种电气工程用图的方法,配线、接线,电路工作原理,以及供配电系统中有关停、送电的倒闸操作和有关的电气规程方面的内容。

本书由浅入深,通俗易懂,是一本可供具有初中以上文化水平的厂矿初级电工以及电工技术业余爱好者自学的读本,也可作为电工岗位技能培训教材。

前 言

当前在各行业中刚刚开始从事电工工作的青年迅速增加,面对着电工技术的学习,有些人感到不知从何处着手。

我经历了从电工学徒到退休的全过程,初学者的心理和我当时一样,渴望得到通俗易懂并能作为实际操作指南、快速提高电工实用技能方面的书籍。

结合四十年工作中对高低压电动机控制,照明及其高低压开关设备安装、检修、维护,故障处理过程中积累的一些实践经验,我认识到要提高电工实际技能首先必须学会看图。考虑到当前青年电工经验不足和实际需要,将取得的点滴经验与看图体会进行系统整理,参考有关规程与必要的技术资料编写了《电工识图与操作快捷通》这本书。本书面向实际,通俗易懂。

本书在讲述识图方法与实用电路工作原理的同时,也讲述了常见的各类电气故障现象,判断、处理方法,对提高在操作故障与停电事故处理中的应变能力和电工技能方面会起到有益的帮助作用。书中将部分电气设备的实物图片插入章节中,力求达到图文并茂,为读者学会识图起到抛砖引玉的作用。

在编写过程中,杜敏、鲍晓峰、黄义峰、刘世宏、祝传海、黄义曼、李庆海、姚琴、刘涛等同志参与了部分电路图的绘图及文字录入方面的工作,也得到许多同行热情的支持与帮助,在此一并表示衷心的感谢。由于水平有限,书中难免出现许多不足甚至错误,恳切希望读者批评指正。

黄北刚

目 录

第一篇 电气施工用图的基本内容	1
第一章 电气图的基本要素	2
第一节 电路图中文字符号	5
第二节 电路图中表示电气设备的文字符号	6
第三节 图形符号定义	10
第四节 电气设备图形符号	11
第二章 电气图其他方面的基本知识	22
第一节 图面的基本知识	22
第二节 设计说明与设备材料表	24
第三节 电气图的分类	25
第三章 阅读电气图纸的顺序与方法	27
第一节 阅读电气工程图的一般规律	27
第二节 电路图中部分触点定义	28
第三节 电气设备(器件)动作的外部条件	31
第四节 看图方法与顺序	32
第二篇 认识电气设备与识图	35
第一章 了解电气设备动作原理是识图的基础	35
第一节 刀闸开关	35
第二节 断路器	38
第三节 低压熔断器	40
第四节 交流接触器	42
第五节 热过载继电器	47
第六节 电流互感器与电工仪表	53
第七节 接线端子排	55
第八节 控制按钮	56

第九节	信号灯	57
第十节	行程开关	57
第十一节	时间继电器	58
第二章	怎样识读电气照明系统图与配线	63
第一节	照明灯具的种类	63
第二节	照明回路中最简单的控制接线	64
第三节	照明配置图中线路与灯具的标注	66
第四节	配置图中常用的图形符号	67
第五节	照明配电箱与内装开关设备	69
第六节	照明系统图与配置图	71
第七节	识图实例	73
第三章	怎样看识电气动力系统图和动力配置图	78
第一节	配置图中表示电器设备的图形符号	78
第二节	电缆型号中各字母的含义	80
第三节	动力系统图	80
第四节	动力系统图与动力配置图的顺序	82
第五节	识图实例	83
第四章	怎样看电气设备配线图与接线图	88
第一节	电气设备接线图	88
第二节	通用的电动机基本接线图	93
第三节	看图分线配线与连接	95
第四节	外部设备的连接	96
第五节	接线图不同的表达形式	96
第六节	电动机控制电路的工作原理	99
第七节	一处启动与两处停止的电动机控制电路	100
第八节	两处启动与停止的电动机控制电路	102
第九节	双重联锁制约的电动机正反转控制接线	105
第十节	手动与自动操作的自耦降压启动水泵控制电路	109
第五章	厂矿室外及路灯照明集中控制电路	114
第一节	ELC 系列工业照明电脑控制器的技术指标及特点	114
第二节	ELC 系列工业照明电脑控制器的显示器及各功能键布置	115
第三节	键盘上的各功能键的用途	115
第四节	ELC 工业照明电脑控制器外部接线与要求	115
第五节	ELC 工业照明电脑控制器与路灯(户外照明)基本接线	116

第六节	采用交流接触器控制的 ELC 照明电脑控制器电路	117
第七节	照明备用电源自动投入控制电路	118
第八节	用于自动与手动操作的照明控制电路	119
第九节	参数显示器上首位数值代表参数域的具体内容	121
第十节	ELC 工业照明电脑控制器开灯、关灯时间数据的设定	122
第十一节	根据需要随时进行程序设定	123
第十二节	修改参数时的操作	123
第十三节	合上电源开关后 ELC 控制器版面状态	124
第六章	电工常用工具、仪表及安全用具	126
第一节	随身携带的工具	126
第二节	低压验电笔	127
第三节	高压验电器	128
第四节	电工常用的检测仪表	131
第五节	安全用具与标志	136
第三篇	怎样看变、配电系统图与倒闸操作	141
第一章	变、配电系统图	141
第一节	系统图作用	141
第二节	变电所主接线图	142
第三节	高压配电所	144
第四节	低压变电所与配电所	145
第二章	变、配电所的倒闸操作与有关规定	147
第一节	厂矿变、配电所站值班电工	147
第二节	完成在管辖区域内倒闸操作	148
第三节	倒闸操作常用术语	148
第四节	倒闸操作与有关规定	149
附：某一厂矿倒闸操作与有关规定		150
第一节	倒闸操作的基本要求	150
第二节	倒闸操作的具体要求	151
第三节	倒闸操作的有关人员责任	151
第四节	倒闸操作规范及要求	152
第三章	9 号变电所的运行方式与停送电倒闸操作	155
第一节	简述 9 号变电所高、低压系统运行方式	156
第二节	9 号变电所 35 kV 进线停送电的倒闸操作	157
第三节	9 号变电所 35 kV 1 号主变压器停送电的倒闸操作	160

第四节	9 号变电所 35 kV 一段母线停送电倒闸操作	164
第五节	9 号变电所 6 kV 一段母线停送电倒闸操作	170
第六节	19 号变电所 19-2 变压器停送电的倒闸操作顺序	178
第七节	19 号低压变电所 380 V 二段母线停送电倒闸操作	181
第四章	7 号配电所的运行方式与停送电倒闸操作	189
第一节	手车推入和退出开关柜操作	190
第二节	7 号配电所 6 kV 进线停送电的倒闸操作	192
第三节	7 号配电所 6 kV 一段母线停送电的倒闸操作	197
第四节	7 号配电所 8-1 变压器停送电的倒闸操作顺序	208
第五章	供电系统的接地方式与要求	212
第一节	TT 接地系统	212
第二节	IT 接地系统	212
第三节	TN 接零系统	213
第四节	TN-S 接地(供电)系统	215
第五节	接地用图形符号	217

第一篇 电气施工用图的基本内容

当您从学校毕业,经医师鉴定,无妨碍工作的病症,才能分配到电工岗位上。按其职务和工作性质,熟悉《电业安全工作规程》(发电厂和变电所电气部分、电力线路部分、热力和机械部分)的有关部分,学会紧急救护法,特别要学会触电急救。并经考试合格,才能从事电工方面的安装、检修、维护、运行值班及倒闸操作等工作。

当您有机会走进电业局所管辖的不同等级的变、配电所、站(图 1-0-1 所示)或大中型厂矿企业(如油田、采油泵站、炼油厂、石油化工、化工厂、炼钢厂、机械制造厂等)的变、配电所内,将会看到排列整齐的开关柜、配电盘(屏)。图 1-0-2 所示为 6 kV 变电所内的高压 10 kV 开关柜,在开关柜的表面上安装有电流表、信号灯、按钮开关、控制开关等。打开开关柜的门会看到柜内的设备,如断路器、端子排等。

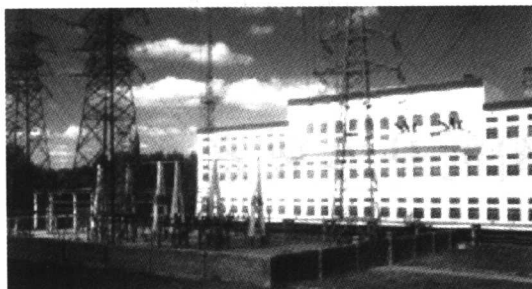


图 1-0-1 110 kV 变、配电站、所外景

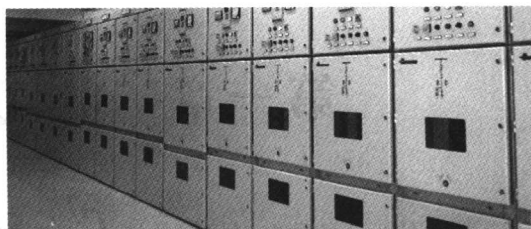


图 1-0-2 安装在 10 kV 配电所内的高压开关柜



图 1-0-3 安装在低压变电所内的低压配电盘
1—合闸状态手柄的位置; 2—拉闸后的手柄位置

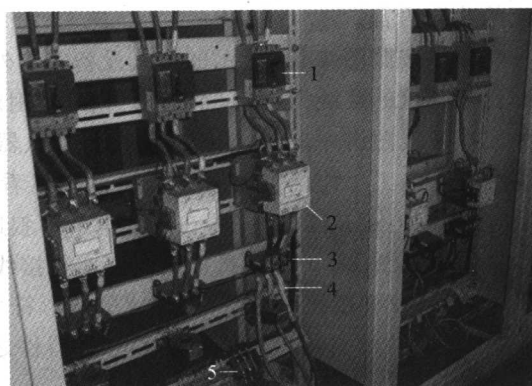


图 1-0-4 变电所低压配电盘上安装的电气器件
1—空气断路器; 2—交流接触器; 3—热继电器;
4—主回路电缆; 5—操作熔断器



图 1-0-3 是低压变电所内的配电盘,在配电盘的前面能够看到的是闸刀开关的操作把手和电流表、电压表。打开配电盘的前门或在盘后看到盘的上面装有许多形状不一,大小不同的继电器、接触器、母线、断路器等电气器件,如图 1-0-4 所示,而且各器件之间都有许多导线连接着。而这些连接不是随便进行的,是按照电气图纸上的电路图和技术要求进行并通过安装电工来完成的。

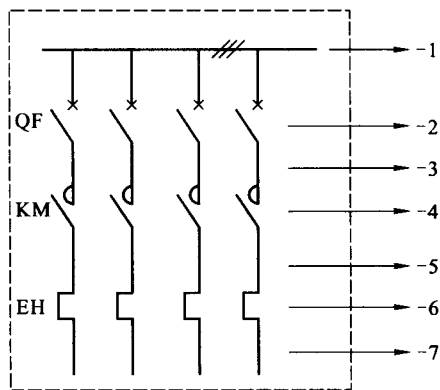


图 1-0-5 动力系统图

1—母线(斜线表示三条); 2—空气断路器; 3—连接用小母线;
4—交流接触器; 5—连接用小母线;
6—热继电器; 7—负荷电缆(去电动机)

用统一规定的符号(表示电气器件、导线的图形和文字符号)把图 1-0-4 中器件之间的连接关系画出来,这样的图就是主电路图也是常说的系统图,如图 1-0-5 所示。学习识图就要从认识电气设备,了解电气设备工作原理开始。了解每个图形符号和文字符号所代表的设备名称、触点状态等。

要在头脑中建立电路图中电气器件的代表符号与实际器件的对应关系,就要通过实物图片来认识常用的开关电器外貌、型号及用途。

如刀闸开关、断路器、熔断器、交流接触器、热继电器、控制按钮、端子排等。在这一篇中,简要介绍一些构成电气图纸的基本内容。

第一章 电气图的基本要素

电气图纸是各种电工用图的统称,种类繁多。电气图纸是电工对电气设备进行安装、配线、分析判断电路故障等各方面工作的主要依据,同时又是设计人员与电工之间进行技术交流的共同语言。

如果按照图 1-1-1 所示的电气设备实物外形,用线条代表连接用的导线,进行连接构成一台电动机的接线图,画起来是相当麻烦、困难的。对于没有专业知识的人员,只要看到这种实物接线图讲一遍,就能大致明白是什么器件,但面对电气图纸则没有那么简单,尤其对刚刚走向电工工作岗位的青年来说是难以看懂的。能够看懂与本岗位相关的各种电气图纸,是提高电工技能的基础,在以下章节中叙述识图方面的基本知识。

如果把图 1-1-1 电动机控制线路实物接线图中的刀闸开关、空气开关、接触器、端子板、热继电器、控制按钮,按照统一规定的图形符号、线型符号、文字符号绘制出的实际接线图,如图 1-1-2 所示。用这样的图表示电气器件之间的连接关系及其特征就容易表达了,电工一看就明白。

1. 图中的①箭头方向所指的线条就是线型符号。
2. 图中的②箭头方向所指不同形状的图是图形符号。
3. 图中的③箭头方向所指不同的字母是文字符号。

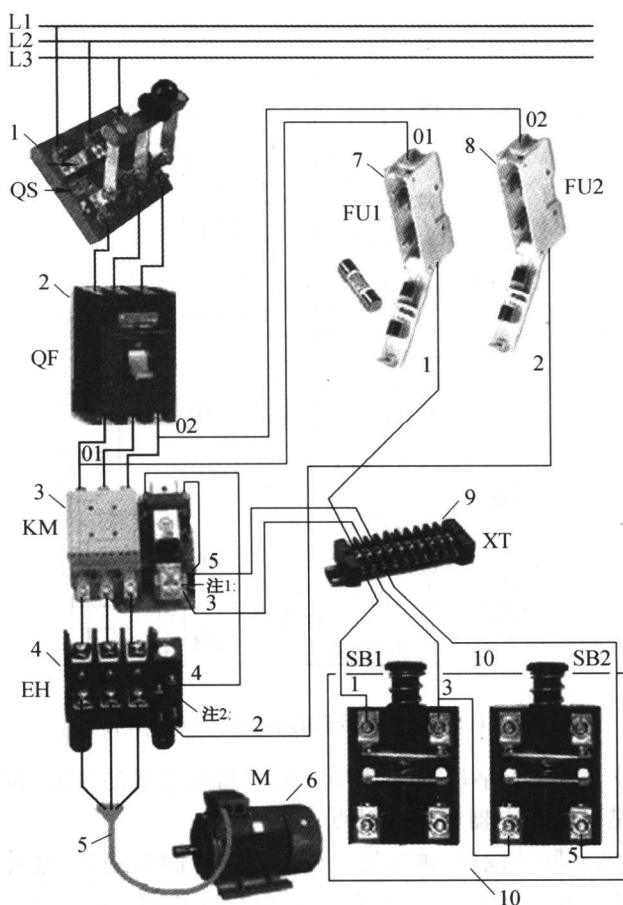


图 1-1-1 电动机主电路和控制回路实物连接图

1—刀闸开关；2—空气断路器；3—接触器；4—热继电器；5—电缆；6—电动机；7、8—控制熔断器；9—端子排；10—按钮开关
注 1：接触器的常开触点(图 1-1-2 示)；2：热继电器的常闭触点

(图 1-1-2 示)

4. 图中的④箭头方向所指不同的号数是数字符号。
5. 图中的⑤箭头方向所指的文字符号就是电动机。
6. 图中的⑥箭头方向所指的是按钮开关。
7. 图中的⑦箭头方向所指的三条短斜线，表示这是三根线。

通过图 1-1-2 清楚看出电路图主要由图形符号、线型、文字符号、数字构成。只用图形符号不能明确地表示出电气设备的名称与特征，如交流接触器及各种继电器线圈的图形符号(一般符号)是相同的。

要区别相同的图形符号表示的不同电气设备，必须配以相应的文字符号，线圈的图形符号上面加上字母 KM，表明这是交流接触器的线圈，在触点符号旁边加上字母 KM，表示触点是接触器 KM 上所带的触点。

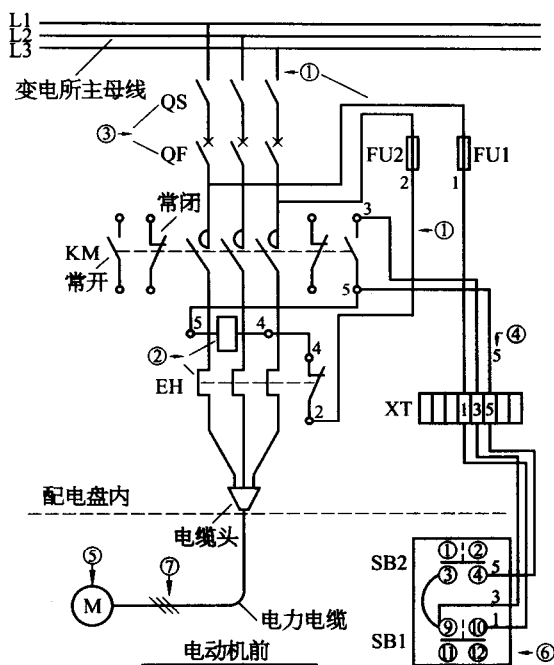


图 1-1-2 单方向转动的电动机实际接线图

线圈的图形符号上面加上字母 KT, 表明这是时间继电器的线圈, 在触点符号旁边加上字母 KT, 表示触点是时间继电器所带的触点。

把图 1-1-2 所示的实际接线图, 画出另一种形式的控制电路图, 这就是电工在分析电路时常用的一种电路图。画法简单、层次清晰、容易看出电路的工作原理, 如图 1-1-3 所示。

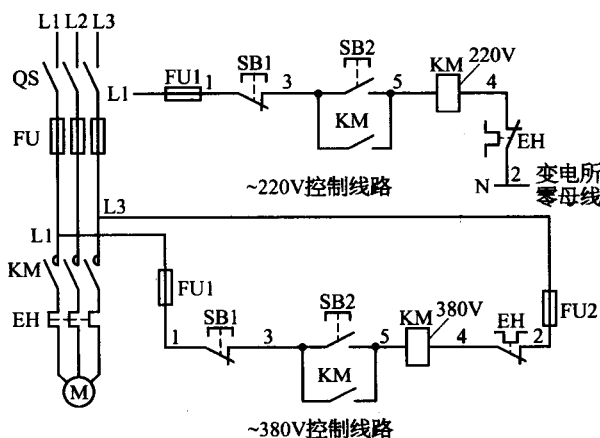


图 1-1-3 单方向转动的电动机控制电路图

图的主电路与~220 V 控制电路是分开画出的, ~380 V 控制电路采用与主电路连接的画法。控制电路一般称之为原理展开图, 主电路一般称之为系统图。用这样的图来表示电气器

件之间的连接关系及其特征,电工容易看懂电路工作原理。

图形符号和文字符号在电路图中表示的是什么电气设备、附件、器件,是电工必须熟悉和掌握的基本知识。

第一节 电路图中文字符号

文字符号是一些用来标明电气设备装置和元器件的名称、功能状态和特征的拉丁字母,分为基本文字符号和辅助文字符号。现简要介绍文字符号及其组合方式。

1. 基本文字符号

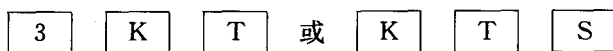
电气设备种类繁多,每个类别规定 1 或 2 个字母表示,用来表示电气设备的基本名称,如“M”表示电动机,“G”表示发电机,“R”表示电阻,“K”表示接触器或继电器,“C”表示电容器,“T”表示变压器。进一步分类时,用双字母符号组合形式,应以单字母在前的次序列出,如“TM”表示电力变压器,“KT”表示时间继电器,“KM”表示交流接触器,“KA”表示交流继电器。

2. 辅助文字符号

用以表示电气设备装置元件以及线路功能状态和特征的文字符号称为辅助文字符号,辅助文字符号可放在表示种类的单字母符号后组成双字母符号,如“L”表示限制,“RD”表示红色,“SP”表示压力传感器。辅助符号也可单独使用,如“ON”表示接通,“M”表示中间,“PE”表示保护接地等。

3. 数字符号

它是用数字来表示回路中相同设备的排列顺序的编号,可以写在设备名称符号的前面或后面,如下所示:



其中“3”就是数字符号,KT 表示时间继电器,数字 3 表示的是第 3 个时间继电器。

4. 补充文字符号的原则

基本文字符号和辅助文字符号如不敷使用,可按本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 GB7159—87 标准编制原则的条件下,可采用国际标准中规定的电气技术文字符号。

(2) 在优先采用 GB7159—87 标准中规定的单字母符号、双字母符号和辅助文字符号的前提下,可补充本标准为列出的双字母符号和辅助字母符号。

(3) 文字符号应按有关电器名词术语国家标准或专业标准中规定的英文术语缩写而成。同一设备若有几种名称时,应选用其中一个名称。当设备名称、功能、状态或特征为一个英文单词时,一般采用该单词的第一位字母构成文字符号,需要时也可以用前两位字母,或前两个音节的首位字母,或采用常用缩略语或约定俗成的习惯用法构成。当设备名称、功能、状态或特征为两个或三个英文单词时,一般采用该两个或三个单词的第一个字母,或采用常用缩略语或约定俗成的习惯用法构成文字符号。基本文字符号不得超过两位字母,辅助文字符号一般不能超过三位字母。



第二节 电路图中表示电气设备的文字符号

表 1-1-1 电气设备的常用基本文字符号

设备、装置和元 器件,中文名称	基本文字符号		设备、装置和元 器件,中文名称	基本文字符号		设备、装置和元 器件,中文名称	基本文字符号	
	单字母	双字母		单字母	双字母		单字母	双字母
电动机	M		自耦变压器	T	TA	差动继电器	K	KD
同步电动机		MS	整流变压器		TR	时间继电器		KT
笼型电动机		MS	电力变压器		TM	极化继电器		KP
异步电动机		MA	降压变压器		TD	接地继电器		KE
力矩电动机		MT	电压互感器		TV	逆流继电器		KR
定子绕组		WS	电流互感器		TA	簧片继电器		KR
转子绕组		WR	控制电源变压器		TC	交流继电器		KA
励磁线圈		LF	晶体管	V		信号继电器		KS
发电机	G		电磁制动器	Y	YB	热继电器		KH EH
异步发电机		GA	电磁离合器		YC	瓦斯继电器		KB
同步发电机		GS	电磁铁		YA	电压继电器		KV
测速发电机		BR	电动阀		YM	电流继电器		
逆变器	U		电磁阀		YV	差动继电器		KD
控制开关	S	SA	电磁吸盘	Y	YH	温度继电器		
选择开关		SA	气阀		Y	压力继电器		KPF
按钮开关		SB	电容器	C		指示灯	H	HL
刀闸开关		QS QA	电力电容器		CE	光指示器		HL
行程开关		LS	电抗器、电感器	L		声响指示器		HA
限位开关		SQ	熔断器	F	FU			
接近开关		SP	快速熔断器		RP	真空断路器		QY
脚踏开关		SF	跌落式熔断器		FF	温度传感器	S	ST
自动开关		QA	热敏电阻器	R	RT	转速传感器		SR
转换开关			电位器		RP	接地传感器		SE
负荷开关		QL	电阻器			位置传感器		SQ
终点开关			变阻器			压力传感器		SP

(续表)

设备、装置和元 器件,中文名称	基本文字符号 单字母 双字母		设备、装置和元 器件,中文名称	基本文字符号 单字母 双字母		设备、装置和元 器件,中文名称	基本文字符号 单字母 双字母	
蓄电池		GB	压敏电阻器	R	RV	蓄电池		GB
避雷器	F		测量分路表		RS	端子板	X	XT
限流保护器件		FA	液位标高传感器	S	SL	插头		XP
限压保护器件		FV	低电压保护			插座		XS
电流表	P	PA	隔离开关	Q	QS	连接片		XB
电能表		PJ	电动机保护开关		QM	测试插孔		XJ
电压表		PV	断路器		QF	激光器	A	
(脉冲)计数器		PC	接触器		KM	电桥		AB
操作时间表(时钟)		PT	压力变换器	B	BP	晶体管放大器		AD
发热器件	E	EH	位置变换器		BQ	磁放大器		AM
照明灯		EL	旋转变换器		BR	电子管放大器		AV
空气调节器		EV	温度变换器		BT	印刷电路板		AP
电子管		VE	速度变换器		BV	抽屉柜		AT
变频器	U		旋转变压器		B	支架盘		AR

表 1-1-2 电路图中常用的辅助文字符号

序 号	文字符号	名 称	序 号	文字符号	名 称
1	A	电流	12	BL	蓝
2	A	模拟	13	BW	向后
3	AC	交流	14	C	控制
4	A, AUT	自动	15	CW	顺时针
5	ACC	加速	16	CCW	逆时针
6	ADD	附加	17	D	延时
7	ADJ	可调	18	D	差动
8	AUX	辅助	19	D	数字
9	ASY	异步	20	D	降
10	B, BRK	制动	21	DC	直流
11	BK	黑	22	DEC	减



(续表)

序 号	文字符号	名 称	序 号	文字符号	名 称
23	E	接地	48	R	记录
24	EM	紧急	49	R	右
25	F	快速	50	R	反
26	FB	反馈	51	RD	红
27	FW	正,向前	52	R, RST	复位
28	GN	绿	53	RES	备用
29	H	高	54	RUN	运转
30	IN	输入	55	S	信号
31	INC	增	56	ST	启动
32	IND	感应	57	S, SET	置位,定位
33	L	左	58	SAT	饱和
34	L	限制	59	STE	步进
35	L	低	60	STP	停止
36	LA	闭锁	61	SYN	同步
37	M	中间线	62	T	温度
38	M,MAN	手动	63	T	时间
39	N	中性线	64	TE	无噪声(防干扰)接地
40	OFF	断开	65	V	真空
41	ON	闭合	66	V	速度
42	OUT	输出	67	V	电压
43	P	压力	68	WH	白
44	P	保护	69	YE	黄
45	PE	保护接地	70	M	主
46	PEN	温度	71	M	中
47	PU	不接地保护	72		