

张校铭 主 编
刘春辛 翟胜楠 副主编



高低压电工

超实用技能全书

全面的高低压电工基础知识 ■

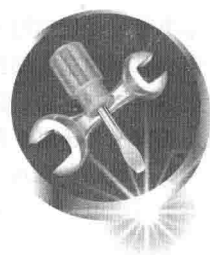
实用的高低压电工操作技能 ■

突破难点，一看就懂，轻松上岗 ■



化学工业出版社

张校铭 主 编
刘春辛 翟胜楠 副主编



高低压电工

超实用技能全书



化学工业出版社

· 北京 ·

本书着眼于低压电工和高压电工的岗位工作要求和实际情况,全面介绍了低压电工和高压电工胜任现场工作需要掌握的基本知识和实用技能。主要包括高低压电工通用基础,高低压配电线路敷设、安装与故障排除,电动机控制电路、机床电气控制电路等低压电气控制电路识读与故障排除,高压电气部件、二次回路与继电保护以及高压电工操作技术,高低压电工安全操作与触电急救等内容。帮助高低压电工从业人员扫清工作中遇到的难题和障碍,提供全面而实用的指导。

本书可供电工及电工技术初学者学习使用,同时也可作为大中专院校、中高等职业技术学校的教学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

高低压电工超实用技能全书/张校铭主编. —北京:
化学工业出版社, 2015. 11
ISBN 978-7-122-25250-0

I. ①高… II. ①张… III. ①高电压-电工技术 ②低
电压-电工技术 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 227583 号

责任编辑: 刘丽宏
责任校对: 吴 静

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 刘丽华

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: 三河市延风印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 32 字数 751 千字 2016 年 1 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: 98.00 元

版权所有 违者必究

前言

我们所处的时代是一个知识大爆炸的新时代。新产品、新技术层出不穷，尤其是电气技术的发展更是日新月异。可以毫不夸张地说，电气技术的应用无处不在。各种实用技术也正在不断地改变着我们的生活，改变着我们的世界。

高低压电工主要负责高低压供配电系统的维护、点检，保证高低压电气设备的正常运行。因而各类电气设备的正常运行都离不开高低压电工。很多人非常想学好高低压电工技术，但由于种种原因，常常望而却步。由于高低压电工包含的内容较多，涉及知识面广，电路复杂，理解难度大，为了帮助更多的电工技术人员和初学者全面掌握电工技能，我们编写了本书。

本书具有以下特点：

(1) 内容全面，体系完备。本书给出了电工爱好者学习高低压电工技能的全方位解决方案，既有初学者必须掌握的电路基础、基本电路安装技术，又有高级电工必备的技能及电气自动化控制技术。

(2) 通俗易懂，实用性强。全书力争用图表说话，尽可能地把复杂的理论通俗化和实用化，将烦琐的公式简易化，再辅以简明的分析，既能为初学者入门提供便利，又能在学习中有所提高，全面掌握必备的知识和技能，更好地胜任电工岗位工作。

本书由张校铭主编，刘春辛、翟胜楠副主编，参加编写的还有王继芳、荆树奇、王加兴、赵岩、王志永、吴亚男、陈彩学、张雪娇、凌雪燕、车正凯、孙金楠、王芳、张智鑫、张晔、王光、张洪娇、王金侠、刘伟娜、潘志燕、齐悦、杨凯、张华、张校珩等。全书由张伯虎统稿。

在本书编写过程中，得到了相关同事朋友的热心帮助，在此对参与本书编写及校对的相关工作人员表示感谢。同时本书借鉴了部分资料的内容，在此不作一一说明，一并对这些资料的有关作者表示衷心的感谢！

由于水平所限，书中不足之处难免，请读者批评指正。

编者

目录

第一篇 高低压电工通用知识与技能

第一章 电工图形符号与常用电气识图

2

第一节 电工常用图形符号	2	一、电气图的基本表示方法	9
一、电气图的概念	2	二、看电气图的基本要求	13
二、识图的基本要求	2	三、直流电路的分析方法	14
第二节 电气识图	9		

第二章 常用工具和仪表与材料

17

第一节 通用工具	17	十四、扳手	22
一、验电器	17	十五、手动压接钳	22
二、螺丝刀（螺钉旋具）	18	十六、游标卡尺	22
三、钢丝钳	18	十七、电锤	23
四、尖嘴钳	18	第二节 通用仪表	24
五、断线钳	19	一、万用表	24
六、电工刀	19	二、绝缘电阻表	29
七、紧线器	19	三、钳形表	31
八、剥线钳	19	第三节 常用材料	33
九、梯子	20	一、常用导电材料	33
十、电工包和电工工具套	20	二、电热材料	36
十一、腰带、保险绳和腰绳	20	三、保护材料	36
十二、脚扣	21	四、常用绝缘材料	37
十三、电烙铁	21	五、常用磁性材料	38

第三章 通用电器的分类与常用电气部件

39

第一节 通用电器的分类与代号	39	五、低压断路器	47
一、低压控制器件的分类	39	六、交、直流接触器	49
二、低压控制器件的代号	39	七、时间继电器	54
第二节 常用电气器件与部件	40	八、按钮	56
一、熔断器	40	九、凸轮控制器	57
二、刀开关	42	十、频敏变阻器	58
三、中间继电器	44	十一、行程开关	59
四、热继电器	45	十二、电磁铁	60

第一节 变压器的作用、种类和工作		
原理	63	
一、变压器的用途和种类	63	
二、变压器的工作原理	64	
第二节 电力变压器的主要结构及铭牌	65	
一、电力变压器的结构	65	
二、电力变压器的型号与铭牌	69	
第三节 变压器的保护装置	71	
一、变压器的熔断丝保护	71	
二、变压器的继电保护	71	
第四节 变压器的安装与接线	72	
一、杆上变压器台	72	
二、杆上变压器台的安装接线	75	
三、落地变压器安装	80	
第五节 变压器的试验与检查	81	
一、变压器的绝缘油	81	
二、变压器取油样	82	
三、变压器补油	83	
四、变压器分接开关的调整与检查	83	
五、变压器的绝缘检查	84	
第六节 变压器的并列运行	85	
一、变压器并列运行的条件	85	
二、变压器并列运行条件的含义	86	
三、变压器并列运行应注意的事项	86	
第七节 变压器的检修与验收	87	
一、变压器的检修周期	87	
二、变压器的检修项目	87	
三、变压器大修后的验收检查	87	

第一节 电动机的分类、型号与性能	89	
一、电动机的分类	89	
二、电动机的型号	89	
三、额定功率及效率	90	
四、电压与接法	91	
五、额定转速	91	
六、温升及绝缘等级	91	
七、定额（或工作方式）	91	
八、功率因数	92	
九、额定频率	92	
十、功率因数	92	
十一、启动电流	92	
十二、启动转矩	92	
十三、最大转矩	92	
第二节 电动机选择与安装	92	
一、电动机容量的选择	92	
二、电动机种类的选择	93	
三、电动机电压的选择	93	
四、电动机转速的选择	93	
五、电动机结构形式的选择	93	
六、传动方式的选择	94	
七、电动机的安装与校正	94	
第三节 三相电动机结构与检修	95	
一、三相异步电动机的结构	95	
二、三相交流异步电动机的工作		
原理	97	
三、三相异步电动机的铭牌标注	99	
四、电动机检修项目标准	103	
五、电动机的故障判断及处理	104	
六、三相异步电动机常见故障一览表	110	
第四节 单相电动机结构与检修	111	
一、单相异步电动机的结构	111	
二、单相异步电动机的工作原理	113	
三、单相异步电动机的绕组	115	
四、单相异步电动机的应用	115	
五、单相异步电动机的故障及处理方法	116	
第五节 单相串励电动机的结构与检修	118	
一、单相串励电动机的结构工作		
原理	118	
二、单相串励电动机的电枢绕组常见故障及其处理方法	120	
第六节 直流电动机结构与检修	129	
一、用途与分类	129	
二、直流电动机的结构	130	
三、直流电动机常见故障及检查	132	
第七节 其他电动机结构与维修	136	
一、微型直流电动机维修	136	
二、罩极式电动机维修	138	
三、同步电动机维修	139	

第二篇 高低压配电线路

第六章 室内外配电线路的敷设及安装

142

第一节 室外配电线路的敷设	142	二、瓷夹板配线	152
一、架空线的敷设	142	三、槽板配线	154
二、架空室外线路的一般要求	145	四、线管配线	156
三、登杆	146	第四节 照明灯具安装	161
第二节 电缆线路的敷设	147	一、白炽灯照明线路	161
一、电力电缆分类及检查	147	二、照明线路的安装	162
二、室内敷设	147	三、日光灯的安装	165
三、室外敷设	148	四、其他灯具的安装	167
第三节 室内外线路配线	150	五、插座与插头的安装	168
一、绝缘子配线	150	六、照明电路故障的检修	169

第七章 低压配电屏与功率补偿

170

第一节 低压配电屏	170	路器	188
一、低压配电屏的用途、结构特点	170	一、概述	189
二、低压配电屏的安装与检查维护	171	二、NA1-2000~6300 万能式断路器安装	190
三、小型变电所的配电系统及配电线路连接方式	172	三、NA1-2000~6300 万能式断路器控制电路的接线	191
第二节 低压电力网功率因数补偿	174	四、NA1-2000~6300 万能式断路器的使用	192
一、电力电容器	174	五、断路器的维护和检修	193
二、低压无功补偿控制器	177	六、断路器常见故障和解决方法	194
第三节 计量仪表的接线技术	180	第五节 NA1 智能控制器的使用	195
一、电压互感器与电流互感器	180	一、智能控制器界面介绍	196
二、电压测量电路	183	二、智能控制器基本功能	198
三、电流测量电路	183	三、操作说明	198
四、电度表的接线	184	四、智能控制器的参数设置操作及显示	199
五、配电屏上的功率表、功率因数表的测量线路接线	188	五、故障动作和故障查询操作及显示	201
第四节 承担低压线路总负荷的万能断			

第八章 高压架空线路及电力电缆

204

第一节 高压架空线路的分类与材料	204	的选择	210
一、架空线路的分类	204	二、架空线路导线的连接	212
二、架空线路的构成	204	三、导线在电杆上的排列方式	213
三、主要材料	205	四、10kV 及以下架空线路导线固定的要求	213
第二节 高压架空线路的安装要求	210		
一、10kV 及以下架空线路导线截面积			

五、10kV 及以下架空线路同杆架设时横担之间的距离及安装要求	214	第四节 高压配电线路常用的电力电缆安装	219
六、10kV 及以下架空线路的档距、弧垂及导线的间距	215	一、概述	219
七、架空线路的交叉跨越及对地面距离	215	二、高压配电线路常用的电力电缆	219
八、电杆埋设深度及电杆长度的确定	216	三、电缆线路安装的一般要求	221
九、10kV 及以下架空线路拉线安装的规定	216	四、直埋电缆的安装要求	222
第三节 高压架空线路的检修	217	五、电缆线路竣工后的验收	222
一、检修周期	217	第五节 电力电缆的运行与常见故障及处理	223
二、一般性维修项目	218	一、电力电缆投入运行	223
三、停电清扫检查内容	218	二、电力电缆的日常巡视检查	223
四、户外柱上变压器的检查与修理	218	三、电力电缆的定期检查	223
		四、电力电缆试验	224
		五、电缆线的故障	224
		六、终端头及中间接头的故障	224

第九章 接地与接零

226

第一节 接地	226	五、接地电阻值的要求	236
一、接地的基本概念	226	六、接地体选用和安装的一般要求	236
二、接地种类	229	七、接地线选用和安装的一般要求	237
三、电气设备接地故障分析	229	八、接地线连接的一般要求	238
第二节 接地方式的应用与安装	232	九、人工接地体的布置方式	238
一、工作接地的应用	232	十、土壤高电阻率地区降低接地电阻的技术措施	240
二、保护接地的应用	233		
三、保护接零的应用	233		
四、重复接地的应用	235		

第三篇 低压电气控制

第十章 单相电动机控制电路

242

第一节 单相异步电动机启动元件	242	电路	246
一、离心开关	242	一、单相电动机的运行方式	246
二、启动继电器	243	二、单相异步电动机正反转控制电路	249
三、启动运行电容器	244	第三节 单相异步电动机调速控制电路	253
四、PTC 启动器	245		
第二节 单相电动机的运行方式及控制			

第一节 三相异步电动机的启动控制		二、联锁或互锁线路分析	264
线路	256	三、多点控制线路分析	266
一、直接启动控制线路分析	256	四、工作循环自动控制分析	266
二、降压启动控制线路分析	257	第五节 三相异步电动机的调速控制	267
第二节 三相异步电动机正反转控制		一、双速电动机高低速控制线路	
线路	260	分析	267
一、三相异步电动机正反转线路		二、多速电动机的控制线路分析	268
分析	260	第六节 三相绕线转子异步电动机控制	
二、正反转自动循环线路分析	261	电路	271
第三节 三相异步电动机制动控制		一、绕线转子异步电动机的自动控制	
线路	262	线路	271
一、能耗制动控制线路分析	262	二、绕线转子异步电动机的正反转及	
二、反接制动控制线路分析	263	调速控制线路	272
第四节 三相异步电动机点动控制和联动		第七节 三相异步电动机的保护电路	272
控制线路	264	一、保护方式	273
一、点动控制线路分析	264	二、保护电路分析	274

第一节 直流电动机的启动与制动控制		系统	277
电路	275	一、直流发电机-电动机系统	277
一、串励直流电动机的控制电路	275	二、电机扩大机的自动调速系统	278
二、并励直流电动机的控制电路	276	三、晶闸管-直流电动机调速	281
三、直流电动机的保护电路	277	四、开环直流电动机调速器	284
第二节 直流电动机电气控制自动调速		五、闭环直流调速器	286

第一节 通用变频器的工作原理	290	六、欧姆龙 3G3RV 变频器选购卡的	
一、变频器的基本结构	290	安装与接线	311
二、通用变频器的控制原理及		七、安邦信 AMB-G9 端子排的	
类型	292	排列	317
第二节 常用变频器的接线	294	八、安邦信 AMB-G9 各回路端子	
一、欧姆龙 3G3RV 变频器的接线	294	功能	318
二、欧姆龙 3G3RV 变频器控制回路		九、安邦信 AMB-G9 标准接线	319
端子的排列	296	十、艾默生 TD1000 主回路输入输出	
三、欧姆龙 3G3RV 变频器主回路端		端子介绍	320
子的接线	297	十一、艾默生 TD1000 控制板端子	
四、欧姆龙 3G3RV 变频器控制回路		介绍	321
端子的接线	306	十二、艾默生 TD1000 基本配线	
五、欧姆龙 3G3RV 变频器的接线		知识	322
检查	311		

十三、中源矢量变频器主回路端子 接线	322
十四、中源矢量变频器控制回路 接线	323
十五、中源矢量变频器总体接线 介绍	324
第三节 变频器的应用电路	325
一、变频器的基本控制功能与 电路	325

二、起重机械专用变频器电路 分析	328
三、车床变频调速系统电路分析	329
四、龙门刨床控制电路分析	331
五、风机变频调速电路分析	333
六、变频器一控多电路分析	334
七、通用变频器的维护保养	335
八、通用变频器的基本检测	339

第十四章 加工机床电气控制线路

344

第一节 车床的电气控制线路	344
一、C616 车床电气控制线路	344
二、CA6140 控制电路	346
第二节 钻床的电气控制线路	348
一、Z3040 摇臂钻床线路	348
二、Z35 摇臂钻床线路	350
第三节 磨床电气控制线路	353
一、M7130 型磨床电路	353
二、M1432A 万能外圆磨床电路	356
第四节 镗床的电气控制线路	358
一、主电动机的启动控制电路	359
二、主电动机的反接制动控制 电路	359
三、主轴或进给变速时主电动机的瞬 时点动控制电路	360
四、主轴箱、工作台或主轴的快速移 动分析	360
五、主轴进刀与工作台互锁分析	360

第五节 刨床的电气控制线路	361
一、主电路	361
二、控制电路	361
三、工作照明电路	361
第六节 齿轮加工机床电气控制线路	361
一、Y3150 型齿轮机床主电路	362
二、Y3150 型齿轮机床控制电路	363
三、Y3150 型齿轮机床冷却泵电动机 的控制电路	363
第七节 万能铣床电路	363
一、主电路	364
二、主轴电动机电路	364
三、进给运动的电气控制电路	364
四、快速行程的电气控制电路	365
五、主轴上刀制动的控制电路	365
六、圆工作台的回转控制电路	366
七、电气线路的联锁和保护电路	366

第十五章 中高频电加热炉控制电路

367

第一节 中频炉电路	367
一、电路分析	367
二、常见故障分析	377
第二节 高频炉电路	378
一、主电路原理	378

二、继电器控制部分	378
三、高频功率电路	380
四、交流调压控制	381
五、GP100-C3A 高频感应加热设备 常见故障分析	384

第十六章 焊接设备电路

386

第一节 普通焊接机电路	386
一、动铁芯或焊机技术参数及 构造	386
二、动铁芯或焊机构造	386

三、动铁芯或焊机工作原理	386
第二节 直流焊机电路	388
一、三相硅整流二极管型弧焊机结构 原理	388

二、ZX5 系列晶闸管整流输出 焊机	389
第三节 逆变焊接电路	393

一、焊机逆变电路整机原理	393
二、各电路分析	393

第四篇 高压电气与高压电工操作

第十七章 高压电力网基础与单位的供电系统

400

第一节 高压电力网基础知识	400	五、电力负荷的分类	402
一、电力供电系统	400	第二节 用电单位的供电系统	403
二、电力网	400	一、用电单位常用变、配电所的类型	403
三、构成大型电力供电系统的 优点	401	二、变、配电所电源引入方式	404
四、电力供电系统的生产特点	402	三、变、配电所的主接线	404

第十八章 高压电气部件

408

第一节 高压隔离开关	408	一、户外型高压熔断器的结构及工作 原理	413
一、高压隔离开关的结构	408	二、跌开式熔断器的型号及技术 数据	414
二、高压隔离开关的型号及技术 数据	409	三、跌开式熔断器的用途	414
三、高压隔离开关的技术性能	409	四、跌开式熔断器的安装	415
四、高压隔离开关的用途	410	五、跌开式熔断器的操作与运行	415
五、高压隔离开关的安装	410	第四节 高压开关操动机构	415
六、高压隔离开关的操作与运行	410	一、高压开关操动机构	415
七、高压隔离开关的检修	411	二、弹簧操动机构	416
第二节 高压负荷开关	411	第五节 高压开关的联锁装置	419
一、负荷开关的结构及工作原理	411	一、装设联锁装置的目的	419
二、负荷开关的型号及技术数据	412	二、联锁装置的技术要求	419
三、负荷开关的用途	413	三、联锁装置的类型	420
四、负荷开关的维护	413		
第三节 户外型高压熔断器	413		

第十九章 高压电器互感器

423

第一节 互感器的构造及型号	423	三、电压互感器的接线方式	434
一、仪用互感器的构造工作原理	423	四、电流互感器的接线方式	435
二、电压互感器的型号及技术 数据	424	五、电压、电流组合式互感器 接线	436
三、电流互感器的型号及技术 数据	428	第三节 电压互感器的熔丝保护	436
第二节 互感器的极性与接线	433	一、电压互感器一次侧（高压侧）熔 丝熔断的原因	436
一、仪用互感器极性的概念	433	二、电压互感器一、二次侧熔丝熔断 后的检查与处理方法	437
二、仪用互感器极性测试方法	433		

第四节 电压互感器的绝缘监察作用	438
一、中性点不接地系统一相接地故障	438
二、绝缘监察作用	440
第五节 电流互感器二次开路故障	443

一、电流互感器二次开路的后果	443
二、电流互感器二次开路的现象	443
三、电流互感器二次开路的处理方法	443

第二十章 高压电气中的继电保护装置

444

第一节 继电保护装置原理及类型	444
一、继电保护装置的任务	444
二、对继电保护装置的基本要求	445
三、继电保护装置的基本原理及其框图	446
四、保护类型	447

第二节 变、配电继电保护常用的继电器	449
一、感应型 GL 系列有限、反时限电流继电器	449
二、电磁型继电器	451

第二十一章 高压电器二次回路与保护措施

452

第一节 继电保护装置的操作电源与二次回路	452
一、交流操作电源	452
二、直流操作电源	453
三、继电保护装置的二次回路	454
第二节 电流保护回路的接线特点	457
一、三相完整星形接线	457
二、三相不完整星形接线（V 形接线）	458
三、两相差接线	458
第三节 电流速断保护和过电流保护	459
一、电流速断保护	459
二、过电流保护	459

第四节 多种保护的实施	460
一、主保护	461
二、后备保护	461
三、辅助保护	461
第五节 继电保护装置的运行与维护	461
一、继电保护装置的运行维护工作的主要内容	461
二、继电保护装置运行中的巡视与检查	462
三、继电保护及其二次回路的检查和校验	462
四、运行中继电保护动作的分析、判断及故障处理	463

第二十二章 电力电容器的应用

465

第一节 电力电容器的结构与补偿原理	465
一、电力电容器的种类	465
二、低压电力电容器的结构	465
三、电力电容器的型号	465
四、并联电容器的补偿原理	466
五、补偿容量的计算	466
六、查表法确定补偿容量	466
第二节 电力电容器的安装	467
一、安装电力电容器的环境与技术要求	467

二、电力电容器搬运的注意事项	468
三、电容器的接线	468
第三节 电力电容器的安全运行	469
一、新装电容器组的投运条件	469
二、电力电容器组的投入和退出运行	469
三、电容器组的运行检查	470
四、电力电容器的保护	471
五、电力电容器的常见故障和排除	471

第一节 绝缘电阻的测试方法	473	一、接地电阻的测量	480
一、变压器、电压互感器绝缘电阻的 测试方法	473	二、土壤电阻率的测量	481
二、并联电容器绝缘电阻测试	474	第四节 变、配电所的倒闸操作	482
三、阀型避雷器绝缘电阻测试	475	一、操作用术语	482
四、母线系统绝缘电阻测试	476	二、倒闸操作的要求、步骤及注意 事项	483
五、电力电缆绝缘电阻测试	477	三、停、送电倒闸操作	483
第二节 断路器导电回路电阻测试		第五节 高压电度计量装置的故障判断和 测试技术	487
方法	478	一、高压电度计量装置常见故障的 种类	487
一、准备工作	478	二、高压电度计量装置的故障 判断	488
二、标准	478	三、用三相高压电度表测算电路 测试技术	489
三、使用器材	479	第六节 高压系统接地故障的处理	491
四、采用直流双臂电桥测试断路器接 触电阻的接线方法	479	一、单相接地故障的分析判断	491
五、操作步骤	479	二、处理步骤及注意事项	492
六、注意事项	479		
七、处理	479		
第三节 接地电阻和土壤电阻率的测量			
方法	480		

第一节 防雷装置	493	四、接地装置	496
一、接闪器	493	第二节 线路及变压器的防雷措施	497
二、避雷器	494	一、架空线路的防雷措施	497
三、引下线	496	二、变、配电所的防雷措施	497

第一篇

高低压电工通用知识与技能

- 第一章 电工图形符号与常用电气识图
- 第二章 常用工具和仪表与材料
- 第三章 通用电器的分类与常用电气部件
- 第四章 变压器
- 第五章 电动机

第一章

电工图形符号与常用电气识图

第一节 电工常用图形符号

一、电气图的概念

1. 电气图的组成

电气图由电路、技术说明和标题栏三部分组成。

电路分为主电路和辅助电路。主电路是电源向负载输送电能的部分。辅助电路是对主电路进行控制、保护、监测、指示等的电路。

2. 电气图的种类

电气图分为电气原理图、安装接线图、展开接线图、平面布置图和剖面图等。维修电工必须会识读电气原理图和安装接线图，并能够绘制一般的原理图和接线图。

二、识图的基本要求

1. 结合电工基础理论知识读图

要想读懂电气图，特别是电气原理图，必须扎实学好电工基础知识，否则就不能读懂和绘制原理图。

2. 结合电气元件的结构和工作原理读图

电路中有多种电气元件，如高压隔离开关、断路器、熔断器、互感器、继电器、接触器和控制开关等。读电路图时，首先要弄清楚这些电气元件的性能、相互控制关系及其在电路中的地位和作用，这样才能弄清工作原理，不然无法读懂电路图。

3. 结合典型电路读图

典型电路多是基本电路，复杂的电路由若干典型电路组成，熟悉各种典型电路对看懂复

杂电路图有很大帮助。

例如，电动机的启动、制动、正（反）转控制电路，继电保护电路，联锁电路，时间和行程控制电路，整流和放大电路等，都是一些典型电路。

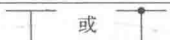
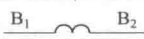
4. 结合电路图的绘制特点读图

绘制电路图时，通常根据元件的动作顺序或电源到用电设备的元件连接顺序排列回路，水平方向从左到右，垂直方向从上到下画出。

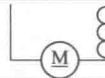
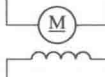
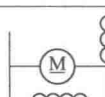
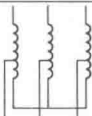
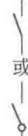
电路图中，各类电气元件的图形符号、文字符号、接线端子等要采用国家标准绘制。电气元件的各部件可以不画在一起，但文字符号要相同，所有电器的按钮、触点按没有通电和无外力作用时的初始开闭状态画出。有接线关系的十字交叉线要用黑圆点表示。无关系的交叉点可不画黑圆点。

识读和绘制各种电路图，遵循的主要国家标准有 GB/T 4728、GB/T 6988、GB/T 5094。常用的电气图形符号及名称与说明见表 1-1。

表 1-1 常用电气图形符号和文字符号

编号	名称	新国标	
		图形符号	文字符号
1	直流		
	交流		
	交直流		
2	导线的连接		
	导线的多线连接		
	导线的不连接		
3	接地一般符号		
4	电阻的一般符号		R
5	电容器一般符号		C
	极性电容器	 优选型	
6	半导体二极管		V
7	熔断器		FU
8	换向绕组		
	补偿绕组		
	串励绕组		
	并励或他励绕组		
	电枢绕组		
9	发电机		G
	直流发电机		GD
	交流发电机		GA

续表

编号	名称	新国标	
		图形符号	文字符号
10	电动机		M
	直流电动机		MD
	交流电动机		MA
	三相笼型异步电动机		M
	三相绕线型异步电动机		M
	串励直流电动机		MD
	他励直流电动机		
	并励直流电动机		
	复励直流电动机		
11	单相变压器		T
	控制电路电源用变压器		TC
	照明变压器	或	T
	整流变压器		
	三相自耦变压器		T
12	单极开关		QS
	三极开关		
	刀开关		
	组合开关		
	手动三极开关一般符号		
	三极隔离开关		