

JG 技工简明速查手册系列

维修电工 简明速查 手册

邱立功 主编



國防工業出版社
National Defense Industry Press

技工简明速查手册系列

维修电工简明速查手册

邱立功 主编

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

维修电工简明速查手册 / 邱立功主编. —北京:国防工业出版社, 2010.5

(技工简明速查手册系列)

ISBN 978-7-118-06758-3

I. ①维… II. ①邱… III. ①电工-维修-技术手册
IV. ①TM07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 064616 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 880 × 1230 1/32 印张 14½ 字数 422 千字
2010 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

随着国民经济和现代科学技术的迅猛发展,我国电工的设计、制造、运行和控制技术发生了深刻的变革,一大批新原理、新材料、新结构、新工艺、新技术、新性能的产品得到广泛开发和应用,新的应用和新的需求同时也推动着电工技术本身的迅速发展。面对新的形势,广大维修电工人员迫切需要知识更新,特别是学习和掌握与新的应用领域有关的新技能。为此,我们组织编写了《维修电工简明速查手册》。

本书编写时综合考虑实际需要和篇幅容量,在取材上,遵循实用和精炼;在形式上,力争做到通俗易懂的原则。本书系统地介绍了有关的最新国家标准、最必要的电工知识、最实用的产品资料、最有效的维护技术。本书具有公式数据可靠、资料技术翔实、方法理论实用的特点。本书共分8章,包括维修电工基础知识、电动机、变压器、低压电器、电力电缆、现代照明装置、常用机械电气控制线路、维修电工安全用电等,涵盖了维修电工国家职业技能需求的主要内容。

本书由邱立功高级工程师主编,参加编写的有王新华、王吉华、张军、龙俊。本书在编写过程中引用了大量的国内外出版的有关文献等,在此谨向有关作者、厂家和科研单位表示衷心的感谢!

由于水平有限,错误在所难免,热忱欢迎读者批评指正。

作 者

2010年1月

目 录

第一章 维修电工基础知识	1
第一节 电工识图	1
一、电工图纸中的电气符号	1
二、电工图纸的构成	4
三、电路图的分类	6
四、电工识图的基本要求	8
第二节 常用电工材料	9
一、绝缘材料	9
二、导电材料	17
三、磁性材料	19
第三节 常用电子元器件	21
一、电阻器	21
二、电容器	31
三、电感器	35
四、半导体二极管	40
五、半导体三极管	49
六、场效应半导体管	54
第四节 常用工具及仪表	59
一、常用电工安全用具	59
二、常用电工用具	70
三、常用电工仪表	90
第五节 维修电工基本操作	116
一、钳工基本操作技能	116
二、导线的加工	126

第二章 电动机	137
第一节 三相异步电动机	137
一、三相异步电动机的结构	137
二、三相异步电动机的工作原理	139
三、三相异步电动机的检查和测试	143
四、三相异步电动机的常见故障和处理方法	156
五、三相异步电动机的绕组故障的检修	159
六、三相异步电动机的拆装	167
第二节 直流电动机	170
一、直流电机的构造	171
二、直流电机的基本工作原理	172
三、直流电机拆装和试验	175
四、直流电机选用	178
五、直流电机维护保养	179
六、直流电机常见故障和处理方法	184
第三节 单相异步电动机	193
一、单相异步电动机的基本结构与工作原理	193
二、单相异步电动机的运行与维护	199
三、单相异步电动机的常见故障及排除方法	203
四、单相异步电动机的修理	205
第三章 变压器	210
第一节 变压器的分类和原理	210
一、变压器的分类和用途	210
二、变压器的原理	211
三、变压器的铭牌参数	213
第二节 变压器的结构与绕组连接	214
一、变压器的结构	214
二、变压器绕组的极性测定	217
三、三相变压器绕组的连接	218
第三节 变压器的安装	220
一、变压器开箱检查	220

二、变压器的安装	221
第四节 变压器异常及故障分析处理	231
一、变压器跳闸故障	231
二、变压器异常及轻瓦斯报警	234
三、变压器冷却器异常	236
四、变压器油流故障	238
五、变压器油温升高	239
六、变压器有载调压装置故障	240
七、充油设备油位异常	241
第五节 电力变压器	242
一、电力变压器的选择	242
二、变压器的检查和测试	244
三、电力变压器的运行和维护	245
第四章 低压电器	249
第一节 常用低压电器简介	249
一、熔断器	249
二、开关	251
三、断路器	253
四、按钮	256
五、交流接触器	257
六、中间继电器	260
七、热继电器	260
八、电动机综合保护器	261
第二节 低压电器的安装	262
一、低压电器安装的有关规定	262
二、刀开关及熔断器的安装	263
三、低压断路器的安装	264
四、接触器及启动器的安装	265
五、按钮、行程开关及转换开关的安装	265
第三节 低压电器常见故障和修理	266
一、低压电器安装、日常维护保养	266

二、低压电器常见故障的修理	267
三、部分低压电器的故障和处理方法	272
四、常用低压电器线圈参考数据	277
第五章 电力电缆	286
第一节 电力电缆的基本组成	286
一、线芯	286
二、绝缘层	293
第二节 电力电缆的故障	302
一、电力电缆故障发生的原因及其特征	302
二、电力电缆故障的分类	306
第三节 电力电缆故障性质	309
一、运行故障	309
二、预试故障	311
第四节 电缆故障的精测定点	312
一、声测定点法	313
二、音频感应定点法	317
三、特殊定点法	322
第五节 低压电缆线路故障维修	325
一、低压架空线路的运行维护和检修	325
二、低压电缆线路故障及检修	328
三、低压防雷保护装置的运行与检查	334
四、低压防雷保护装置的检修	336
第六章 现代照明装置	339
第一节 电气照明基础知识	339
一、常用电光源	339
二、常用照明电气线路	346
第二节 照明线路的安装和维修	349
一、室内照明线路安装的基本要求	349
二、室内照明线路安装的工序	350
三、典型照明灯具的安装	351
四、临时照明线路的安装	360

第七章 常用机械电气控制线路	362
第一节 常用电动机控制电路	362
一、三相异步电动机的运行与控制	362
二、直流电动机的运行与控制	369
第二节 常用电气控制电路	382
一、启动控制电路	382
二、步进、步退控制电路	385
三、自动往返控制电路	385
四、具有联锁作用的控制电路	387
五、点动控制电路	388
六、过流保护控制电路	388
七、制动控制电路	390
第三节 常用机床电气控制线路检修	392
一、常用电气控制线路检修	392
二、常用机床电气控制线路故障检修	401
第八章 维修电工安全用电	423
第一节 维修电工安全作业规程	423
一、保证安全的组织措施	423
二、保证安全的技术措施	426
三、低压带电工作的安全措施	429
第二节 漏电保护及接地装置	430
一、漏电保护	430
二、接地装置	432
第三节 触电及急救知识	438
一、触电	438
二、触电急救	441
第四节 电气灭火常识	448
一、切断电源	448
二、带电灭火的安全要求	449
三、灭火器的使用	450
参考文献	453

第一章 维修电工基础知识

第一节 电工识图

工程图样是工程技术人员通用的技术语言。电工图纸是根据电气工作原理或安装、配线等电力工程的要求,按电源、各电气设备和负载之间连接的关系而绘制的图纸。它是从事电气工程的技术人员进行技术交流和生产活动所必须掌握的语言。

电工识图就是要看懂电工图纸,掌握识图的基本知识,了解电路图的构成、种类、特点以及在工程中的作用,要较熟练地认识各种电气符号,即文字符号、图形符号所代表的含义和回路标号的标注原则,学会识图的基本方法、步骤以及电工图纸中的有关规定。

一、电工图纸中的电气符号

电工图纸中的电气符号可分为文字符号、图形符号和回路标号三种。

1. 文字符号

文字符号是用来表示电气设备、装置和元器件的种类和功能的代号,又可分为基本文字符号和辅助文字符号。

(1) 基本文字符号可用单字母符号或双字母符号表示。例如:“K”代表继电器,“KA”代表电流继电器,“KV”代表电压继电器;“Q”代表电力开关,“QS”代表隔离开关,“QF”代表断路器;“T”代表变压器,“TA”代表电流互感器,“TV”代表电压互感器等。

(2) 辅助文字符号常加在基本文字符号之后,可进一步表示电气设备装置和元器件的功能、特征及状态等。例如“RD”表示红色,“GN”表示绿色。辅助文字符号也可以标注在图形符号处。辅助文字符号还可以单独使用。例如:“ON”和“OFF”分别表示接通和断开,“YB”表示电磁制动器等。

此外,若基本文字符号和辅助文字符号仍不够使用时,还可以采用补充文字符号,但也要遵循国家有关规定原则。如“1G”(或“G1”)表示1号发电机,“2T”(或“T2”)表示2号变压器等。

2. 图形符号

图形符号是电气图纸或其它文件中用来表示电气设备或概念的图形记号或符号。它是电工图纸中的基本符号。图形符号的含义只由其形式决定,不受符号大小和图线粗细的影响,但同一份图纸中图形符号的尺寸和图线粗细应保持一致。有些图形符号还注以文字符号或物理量符号作为补充。

表1-1~表1-3分别列出新国标电气符号中常用电气设备的文字符号,常用的一次、二次电气设备的图形符号和常用的辅助文字符号。

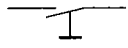
表1-1 主要电气设备的文字符号

文字符号	中文名称	文字符号	中文名称
A	放大器	GB	蓄电池
AV	电压调节器	GM	励磁机
C	电容器	GS	同步发电机
EL	照明灯	HA	声响指示器(蜂鸣器、电铃、警铃)
F	过电压放电器件、避雷器	HL	指示灯、光字牌、信号灯
FR	热继电器	HLC	绿色指示灯
FU	熔断器	HLR	红色指示灯
G	发电机、振荡器	HLY	黄色指示灯
KA	电流继电器	RP	电位器
KM	中间继电器、接触器	SA	控制开关、选择开关
KT	时间继电器	SB	按钮开关
KV	电压继电器	TA	电流互感器
L	电感、电感线圈、电抗器、消弧线圈	TAN	零序电流互感器
M	电动机	TM	电力变压器
N	绕组、线圈、中性线	TV	电压互感器
PA	电流表	U	变流器、整流器
PE	保护导体、保护线	V	二极管、三极管、稳压管、晶闸管、各种晶体管
PV	电压表	X	接线柱
Q	电力开关	XB	连接片、切换压板
QF	断路器	XT	端子板、端子排
QL	负荷开关	YA	电磁铁线圈
QS	隔离开关	YA-N	合闸电磁铁
R	电阻、电位器、变阻器	YA-F	跳闸电磁铁

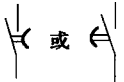
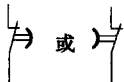
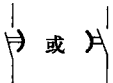
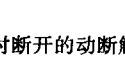
表 1-2 常用一次电气设备的图形符号

图 形	名 称	图 形	名 称
 或 	三相感应电动机	 或 	电流互感器
 或 	双绕组变压器	 或 	电压互感器
 或 	电抗器		熔断器
	避雷器	 或 	刀熔开关
 或 	隔离开关	 或 	断路器
 或 	负荷开关		接触器

表 1-3 常用二次电气设备的图形符号

名 称	图 形	名 称	图 形
开关电器 一般符号	 或 	按钮开关(动合)	
动断(常闭)触点		按钮开关(动断)	
动合(常开)触点	 或 	操作器件或继电器的绕组(线圈)	 或 
手动开关		热继电器	
接触器动合触点		熔断器	

(续)

名 称	图 形	名 称	图 形
延时闭合的 动合触点		延时闭合的动断触点	
延时断开的动合触点		延时断开的动断触点	

3. 回路标号

为了表示电路图中各回路的种类和特征,通常用文字符号和数字标注出来,叫回路标号。回路标号要按照“等电位”的原则进行标注,即回路中凡连接在同一节点上的所有导线,它们都具有同一电位,因而应标注以同一回路标号,只有经过线圈、绕组、触头、电阻、电容等各元件或部件所间隔的线段才标注不同的回路标号。回路标号中的数字通常用三位或三位以下数字来表示。

在交流一次回路中用个位数字的顺序区分回路的相别,用十位数字的顺序区分回路中的不同线段。如U相回路按1、11、21、31,……顺序标号;V相回路按2、12、22、32,……顺序标号;W相回路按3、13、23、33,……顺序标号,对不同供电电源的回路也可以用百位数字的顺序标号进行区分。如三相交流电源端用 L_1 、 L_2 、 L_3 标号,经开关电器后用 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{13} 标号,再经熔断器以后用 L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23} 标号。而三相交流异步电动机定子绕组首端用 U_1 、 V_1 、 W_1 标号,尾端用 U_2 、 V_2 、 W_2 标号。

在交流二次回路中,回路的主要压降元件、部件两侧的不同线段分别按奇数和偶数的顺序标号。如一侧按1、3、5、7,……顺序标号,另一侧按2、4、6、8,……顺序标号。

二、电工图纸的构成

电工图纸一般由电路、技术说明和标题栏三部分所构成。

1. 电路

用导线将电源、各种电气设备以及负载之间连接起来所构成的闭合回路叫电路,它表明各种配电方式的原理。电路是电工图纸的主要构成部分。电路通常可分为主电路和辅助电路两部分。

(1) 主电路也叫一次回路,它是从电源至负载输送电能时电流所经过的电路。一次回路中的各电气设备叫一次设备,它们包括各种开关、接触器、熔断器和用电设备等。通常主电路中通过的电流较大,导线线径较粗。

(2) 辅助电路也叫二次回路,它是对主电路进行控制、保护、监视和测量等的电路。二次回路中的各电气设备叫二次设备,它们包括各种操作控制开关、继电器接触器线圈及其辅助接点信号指示灯和监视测量仪表等。通常辅助电路中通过的电流较小,导线线径较细。

2. 技术说明

电路图中文字说明和元件明细表等总称为技术说明。其中文字说明应注明电路的某些要点及安装要求等。文字说明一般以条文的形式写在电路图的右上方。元件明细表列出电路中各元器件的名称、符号、规格、单位和数量等。元件明细表一般以表格的形式列于标题栏的上方,元件明细表的序号自下而上编排。

3. 标题栏

标题栏画在电路图右下角,其中注有工程名称、图名、图号、设计人、制图人、校核人和审批人的签名和日期等。标题栏是电工图纸的重要技术档案,栏目中的各签名者要对图纸中的各项技术内容各负其责。

图 1-1 中示出 $\times \times$ 车间电气照明电路图。其中图 1-1(a) 为原理图。它表示由单相 220V 交流电源供电,电源经开关 QS 和熔断器 FU 接入后分成为四个支路配电,每个支路都有各自的开关 QS 和熔断器,进行控制和保护,图中实线为相线,虚线为工作零件。图 1-1(b) 为照明配线平面图。它表示照明配电箱和灯具安装位置及线路的敷设方式。电源引入线标注为 BX—500, 2×4 —MDG, 意义是两根截面为 4mm^2 的橡皮绝缘铜线,绝缘耐压等级为 500V 穿电线管(DG)明敷(M)。电源引至规格为 XM—7—6/OA 的照明配电箱,从照明箱分四路配线,配线标注为 BX—500, 2×2.5 —CP—YL, 意义是指各路均以两根截面为 2.5mm^2 的橡皮绝缘铜线,用瓷瓶(CP)沿梁(YL)敷设。灯具情况第一路配电线路上共有四盏灯,标注符号为 $4\text{—pd} \frac{1 \times 150}{3}\text{L}$, 意义

是四盏普通灯; 1×150 是每盏灯具有一个 150W 功率的灯泡; 分母“3”表示安装高度距地面 3m ; “L”表示用吊链安装方式, 其余三路共 10 盏灯其意义可参照上述说明。

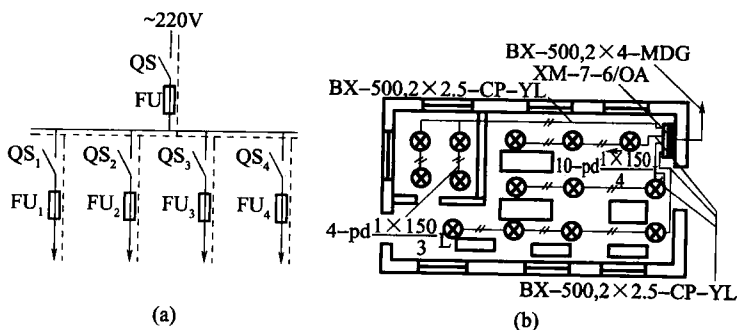


图 1-1 $\times \times$ 车间电气照明电路图

(a) 照明工作原理图; (b) 照明配线平面图。

三、电路图的分类

电气工程上所用的电路图通常可分为电气原理图、展开接线图、安装接线图、平面布置图和剖面图。

1. 电气原理图

电气原理图也叫原理接线图。它以完整的电器为单位, 画出它们之间的接线情况, 从而表示出电气回路的动作原理, 但不表示各电气设备元件的结构尺寸、安装位置和实际配线方法。阅读原理图可以了解电源和负载的工作方式、各电气设备和元件的功能等。电气原理图是购置电气设备和绘制展开接线图、安装接线图等的基本依据。

2. 展开接线图

展开接线图也叫展开图。它的特点是将电路图中有关设备元件解体, 即将同一元件的各线圈、触点和接点等分别画在不同的功能回路中。但同一元件的各线圈、触点和接点要以同一文字符号标注。画回路排列时, 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, 水平方向从左到右, 垂直方向自上而下画出。

图 1-2 就是三相笼型异步电动机控制原理图。图中接触器 KM 的主触头画在交流主电路中,而其线圈和辅助触头则画在交流辅助电路中,但均分别标注以“KM”;热继电器 FR 的发热元件和动断触点分别画在交流主电路和交流辅助电路中,而元件与触点均分别标注以“FR”。

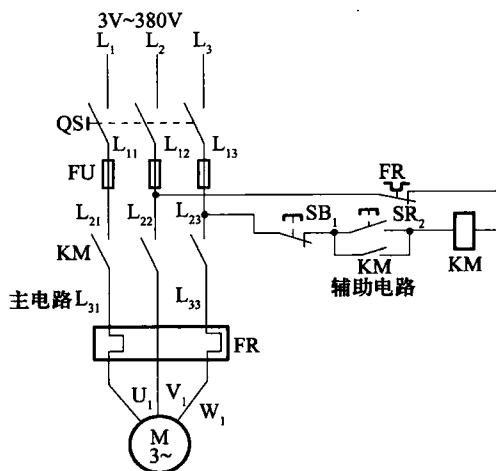


图 1-2 三相笼型异步电动机控制原理图

3. 安装接线图

安装接线图也叫安装图,它是电气原理图具体实现的表现形式,可直接用于施工安装配线,图中只表示电气元件的安装地点和实际外形、尺寸、位置和配线方式等,但不能直观地表示出电路的原理和电气元件间的控制关系。安装图通常分为盘(屏)面布置图、盘(屏)后接线图和端子排图三种,它们之间相互对应、相互补充。

盘(屏)面布置表明各电气设备元件在配电盘(控制盘、保护盘)正面的实际布置情况;盘(屏)后接线图表明各电气设备元件端子之间应如何用导线连接起来;端子排是用来表明盘内设备与盘外设备之间电气上相互连接的关系,采用端子排连接有利于电路的改换,有利于进行电气试验。有关端子排和盘(屏)后的接线原则在后面二次回路图中再进行叙述。

4. 平面布置图和剖面图

平面布置图和剖面图相当于对各电气设备布置的顶视和前视图。它们从不同方向表示对各电气设备具体实际的安装位置,图中要标明位置和有关尺寸距离,用以对各电气设备进行安装施工。

四、电工识图的基本要求

(1) 结合电工图纸文字说明和技术说明,分清电工图纸的种类、特点和用途。

(2) 结合电工基础理论了解电路图中各电气元件的基本工作原理、主要结构、动作性能以及各设备之间的关系。

(3) 各类电工图纸中,原理图是绘制其它图纸的依据,为此可以对照原理图来识读其它图纸。

(4) 可参照电气设备文字符号表、常用一次电气设备和二次电气设备图形符号表、回路标号规定和辅助文字符号表,掌握电路图中各文字符号和图形符号所代表的意义进行识读,并应熟记那些常用的图形和文字符号。对图纸中特殊标注的文字和图形符号,可查阅有关电工手册,理解其相应含义。

(5) 分清主电路和辅助电路,一般情况下,先看主电路,后看辅助电路。看主电路中用电设备是怎样引入和取得电源的,经过哪些设备和元件部件而达到负载的;看辅助电路分清是交流回路还是直流回路,是控制回路、保护回路、信号回路还是测量回路。识图时对控制回路、保护回路和信号回路等各条回路中各元件、线圈接点等的动作顺序通常遵循自上而下和自左至右的原则。要注意动作元件的接点常常接在其它各条回路中,看图时应划出对应的文字符号,不得遗漏接点,否则动作情况就会不全面,甚至无法分析。

(6) 电工图纸中对各开关设备元器件的触点、接点等所表示的状态都对应于正常运行状态,或各开关设备及元器件不带电的状态下画出的。如某继电器的动合或动断触点系指该继电器线圈不带电时打开或闭合的触点。而该继电器线圈带电后就动作闭合或动作断开触点。

(7) 一个完整的甚至复杂的电工图纸,实质上都是由一些典型和常用电路按一定规律结合而成。为此可结合典型和常用电路进行对比分析。