青工职业操作技能实训图解系列

维修电工【初、中级工】操作技能实训图解

总 主 编　孙德山　王功山
本书主编　姚丙申
副 主 编　陈章侠
编　　者　殷淑英　闫学敏　李　敏
　　梁　强　王玉梅

山东科学技术出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内容提要

本书以国家劳动和社会保障部《国家职业标准——维修电工》为依据编写而成，主要介绍初、中级维修电工应掌握的基本理论知识和操作技能。内容包括电工识图、常用电工仪表、安全用电、常用低压电器及拆装与维修、电工基本操作、电子线路安装、电动机构造与故障维修、变压器构造与故障维修、三相异步电动机基本控制线路安装调试与故障维修、常见机床电气控制控制线路安装调试与故障维修。书后附有初、中级维修电工技能鉴定考试题库和模拟试题。本书形式新颖、独特、内容使用，文字简练，图文并茂，通俗易懂，在众多维修电工书籍中独具特色，是广大技术爱好者的良师益友，也可作为各类维修电工培训机构的参考书和教学用书。

出版说明

现在，各行各业对从业人员都有职业操作技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的职业操作技能，具备一定的包括职业操作技能在内的职业素质，才能胜任本职工作，并把工作做好，为社会做出更大的贡献，实现人生的价值。

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划并组织编写了这套与国家劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》相配套的培训教材。

本套培训教材本着“以职业活动为导向，以职业技能为中心”的指导思想，以国家劳动和社会保障部颁布的职业资格鉴定标准中的初级（国家资格5级）、中级（国

家资格4级）内容为主，以“实用、够用”为宗旨，突出操作技能，以图解的形式，配以简明的文字来说明具体的操作过程与操作工艺，有很强的针对性和实用性，克服了传统培训教材中理论内容偏深、偏多、抽象的弊端，增添了“四新”知识，突出了理论与实践的结合。让读者既学到真本事，又能应对技能鉴定考试，体现了科学性和实用性。

本套培训教材介绍的内容是从业人员应掌握的基本知识和基本操作技能，书中的典型实例都是成熟的操作工艺，便于读者模仿和借鉴，减少了学习的弯路，能更方便、更好地运用到实际生产中去，是读者从业和再就业的良师益友。

为了满足培训、鉴定、考工和自学者的需要，在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的每章末配有训练题，书末附有与之配套的试题库和答案，以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷。

由于编写时间仓促，书中所述内容难免存在错漏和不足之处，诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教，提出宝贵的建议，以便重印或再版时加以修正和补充。我们真诚希望与您携手，共同打造职业培训教材的精品。

目　录 contents

第一章　电工识图……（1）
第一节　电路图基本知识和要求……（6）
第二节　电工识图方法步骤……（12）
第二章　常用电工仪表……（16）
第一节　万用表……（17）
第二节　钳形电流表……（22）
第三节　兆欧表……（24）
第四节　直流双臂电桥……（27）
第五节　功率表……（31）
第三章　安全用电……（41）
第一节　电工安全知识……（41）
第二节　触电及急救……（48）
第三节　防电火灾、防爆、防雷击……（56）
第四章　常用低压电器……（59）
第一节　常用低压电器分类……（60）
第二节　开关电器……（66）
第三节　保护电器……（76）
第四节　控制电器……（78）
第五节　时间继电器……（82）
第五章　电工基本操作……（86）
第一节　常用电工工具……（86）
第二节　导线的连接与绝缘恢复……（96）
第三节　室内电气布线……（107）
第四节　配电板的安装……（118）
第五节　电气照明的安装……（123）
第六节　接地装置的安装与维修……（135）

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第六章　电子线路安装……（144）
第一节　常用电子元件……（144）
第二节　电子线路识图与安装要点……（176）
第三节　整流、滤波电路……（185）
第四节　晶闸管电路……（195）
第七章　电动机……（201）
第一节　电动机概述……（201）
第二节　电动机的拆装……（212）
第三节　三相异步电动机绕组重绕与嵌装……（217）
第四节　三相异步电动机测试……（219）
第五节　三相异步电动机常见故障与维修……（223）
第六节　同步电动机常见故障与维修……（226）
第七节　直流电动机常见故障与维修……（229）
第八节　电磁调速电机常见故障与维修……（231）
第八章　变压器……（233）
第一节　变压器概述……（233）
第二节　小型变压器绕制及故障维修……（238）
第三节　电力变压器、低压配电装置及其常见故障维修……（241）
第四节　电焊机构造与常见故障维修……（253）
第五节　电流互感器及其常见故障维修……（255）
第九章　三相异步电动机基本控制线路……（261）
第一节　三相异步电动机简单控制线路……（263）
第二节　三相异步电动机降压启动控制线路……（286）
第三节　三相异步电动机制动控制线路……（291）
第四节　三相异步电动机调速控制线路……（296）
第十章　常见机床电气控制线路……（303）
第一节　机床电气系统概述……（304）
第二节　C6140车床电气控制线路……（314）

第三节　Z3050钻床电气控制线路……（323）
第四节　X62W万能铣床电气控制线路……（329）
初、中级维修电工考试题库（应知部分）……（341）
维修电工（初级）理论试题库……（341）
维修电工（初级）理论试题库部分答案……（349）
维修电工（中级）理论试题库……（358）
维修电工（中级）理论试题库部分答案……（366）
初、中级维修电工考试题库（应会部分）……（373）
维修电工技能试卷（一）……（373）
维修电工技能试卷（二）……（377）
维修电工技能试卷（三）……（381）
维修电工技能试卷（四）……（386）
维修电工技能试卷（五）……（391）
职业技能鉴定国家题库统一试卷模拟试题……（397）
维修电工（初级）知识试卷……（397）
维修电工（初级）技能试卷……（402）
维修电工（中级）知识试卷……（407）
维修电工（中级）技能试卷……（417）
职业技能鉴定国家题库统一试卷模拟试题答案……（422）
维修电工（初级）知识试卷……（422）
维修电工（中级）知识试卷……（425）
参考书目……（426）

第一章　电工识图

[学习要求]

1. 熟练掌握电气图中常用的电气符号含义。
2. 掌握电气图的绘图要求。
3. 掌握读图的方法步骤。

电路图是电气工程技术人员之间的通用语言。电路图一般由电路、技术说明和标题栏三部分组成。电路通常采用规定的图形符号、文字符号并按功能布局绘制组成。通过电路图可以了解电路的工作原理，并可以用于测试和寻找故障。技术说明中含文字说明和元件明细表等，在电路图的右上方。标题栏画在电路图的右下角，其中注有工程名称、图名、图号、设计人等内容。

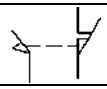
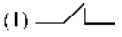
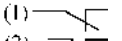
电路图的种类繁多，常见的有电气原理图、安装接线图、展开接线图、平面布置图和剖面图。对维修电工来说，电气原理图和安装接线图最为重要。电工识图是每个维修电工必须掌握的技能。在掌握了电路的基本构成、种类和电气符号（表 1–1）的基础上，再学习识图的基本要求和步骤。

表 1–1　　电气图常用图形符号及文字符号

名称		新标准		旧标准	
		图形符号 GB 4728—84 GB 4728—85	文字符号 GB 7159—87	图形符号 GB 312—64	文字符号 GB 315—64
开关	开关一般符号	(1) (2)	SA		K
	手动开关一般符号		SA		DK
	三极隔离开关		QS		GLK
	三极负荷开关（负荷隔离开关）		QS		FK
	手动闭锁开关（铁壳开关）		QS		DK
	旋转开关（组合开关）		QS		HK
	闭锁的推动开关		SA		AN
	自动空气开关		QS		ZK
	控制器或操作开关	暂时采用右边符号	SA	后 前 2 1 0 1 2	ZK
按钮	常开按钮		SB		OA
	常闭按钮		SB		TA
	复合按钮		SB		AN

需要全本请访问 www.ertongbook.com

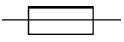
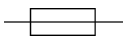
（续表）

名称		新标准		旧标准	
		图形符号 GB 4728—84 GB 4728—85	文字符号 GB 7159—87	图形符号 GB 312—64	文字符号 GB 315—64
位置和限制开关	位置开关动合（常开）触点		SQ		XWK
	位置开关动断（常闭）触点		SQ		XWK
	位置开关复合触点		SQ		XWK
触点元件	动合（常开）触点		同所属电气元件		同所属电气元件
	动断（常闭）触点				
	先断后合转换触点				
	中间断开的双向触点				
继电器	操作器件一般符号（线图）		KM		C
	动合（常开）主触点		KM		C
	瞬时接触继电器线圈（中间继电器）		KA		ZJ
	欠电压继电器线圈		FV		QYJ
	过电流继电器线圈		FA		QLJ
热继电器	热驱动器		FR		RJ
	热操作动断（常闭触点）		FR		RJ

（续表）

名称		新标准		旧标准	
		图形符号 GB 4728—84 GB 4728—85	文字符号 GB 7159—87	图形符号 GB 312—64	文字符号 GB 315—64
时间继电器	缓慢吸合线圈（通电延时）		KT		SJ
	缓慢释放线圈（断电延时）		KT		SJ
	延时闭合动合（常开）触点		KT		SJ
	延时断开动断（常闭）触点		KT		SJ
	延时断开动合（常开）触点		KT		SJ
	延时闭合动断（常闭）触点		KT		SJ
变压器	单相变压器		T		B
	单相自耦变压器		TM		ZOB
	三相电力变压器		TM		LB
交流电动机	三相鼠笼式异步电动机		M		D
	三相绕线转子异步电动机		M		D
	单相鼠笼式异步电动机		M		D
	串励式直流电动机		M		D

（续表）

名称		新标准		旧标准	
		图形符号 GB 4728—84 GB 4728—85	文字符号 GB 7159—87	图形符号 GB 312—64	文字符号 GB 315—64
直流电动机	并励式直流电动机		M		D
半导体管	二极管一般符号		V		D
	电压调整（稳压）二极管		V		DW
	晶体闸流管		V		DW
	PNP型三极管		V		BG
	NPN型三极管		V		GB
其他	熔断器		FU		RD
	接插器		XS（插座） XP（插头）		CZ
	电磁铁		YA		CT
	电磁吸盘		YH		DX
	指示灯		HL		ZSD
	照明灯		EL		ZD

第一节　电路图基本知识和要求

一、绘制、识读电气控制线路图的原则

生产机械电气控制线路常用电路图、接线图和布置图来表示。

1. 电路图

电路图是根据生产机械运动形式对电气控制系统的要求，采用国家统一规定的电气图形符号和文字符号，按照电气设备和电器的工作顺序，详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成和连接关系，而不考虑其实际位置的一种简图。

电路图能充分表达电气设备和电器的用途、作用和工作原理，是电气线路安装、调试和维修的理论依据。

绘制、识读电路图时应遵循以下原则：

（1）电路图一般分电源电路、主电路和辅助电路三部分绘制。

电源电路画成水平线，三相交流电源相序U、V、W自上而下依次画出，中线N和保护地线PE依次画在相线之下。直流电源的“+”端画在上边，“-”端画在下边。电源开关要水平画出。

主电路是指受电的动力装置及控制、保护电器的支路等。它由主熔断器、接触器的主触头、热继电器的热元件以及电动机等组成。主电路通过的电流是电动机的工作电流，电流较大。主电路图要画在电路图的左侧并垂直电源电路。

辅助电路一般包括控制主电路工作状态的控制电路、显示主电路工作状态的指示电路、提供机床设备局部照明的照明电路等。它由主令电器的触头、接触器线圈及辅助触头、继电器线圈及触头、指示灯和照明灯等组成。辅助电路通过的电流都较小，一般不超过5A。画辅助电路图时，辅助电路要跨接在两相电源线之间，一

般按照控制电路、指示电路和照明电路的顺序依次垂直画在主电路图的右侧，且电路中与下边电源线相连的耗能元件（如接触器和继电器的线圈、指示灯、照明灯等）要画在电路图的下方，而电器的触头要画在耗能元件与上边电源线之间。为读图方便，一般应按照自左至右、自上而下的排列来表示操作顺序。

（2）电路图中，各电器的触头位置都按电路未通电或电器未受外力作用时的常态位置画出。分析原理时，应从触头的常态位置出发。

（3）电路图中，不画各电器元件实际的外形图，而采用国家统一规定的电气图形符号。

（4）电路图中，同一电器的各元件不按它们的实际位置画在一起，而是按其在线路中所起的作用分画在不同电路中，但它们的动作却是相互关联的，因此，必须标注相同的文字符号。图中相同的电器较多时，需要在电器文字符号后面加注不同的数字，以示区别，如KM_1、KM_2等。

（5）画电路图时，应尽可能减少线条和避免线条交叉。对有直接电联系的交叉导线连接点，要用小黑圆点表示；无直接电联系的交叉导线则不画小黑圆点。

（6）电路图采用电路编号法，即对电路中的各个连接点用字母或数字编号。

主电路在电源开关的出线端按相序依次编号为U_{11}、V_{11}、W_{11}。然后按从上至下、从左至右的顺序，每经过一个电器元件后，编号要递增，如U_{12}、V_{12}、W_{12}；U_{13}、V_{13}、W_{13}……单台三相交流电动机（或设备）的三根引出线按相序依次编号为U、V、W。对于多台电动机引出线的编号，为了不致引起误解和混淆，可在字母前用不同的数字加以区别，如1U、1V、1W；2U、2V、2W……

辅助电路编号按“等电位”原则从上至下、从左至右的顺序用数字依次编号，每经过一个电器元件后，编号要依次递增。控制电路编号的起始数字必须是1，其他辅助电路编号的起始数字

依次递增100，如照明电路编号从101开始；指示电路编号从201开始等。

2. 接线图

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。

绘制、识读接线图应遵循以下原则：

（1）接线图中一般示出如下内容：电气设备和电器元件的相对位置号、导线号、导线类型、导线截面积、屏蔽和导线绞合等。

（2）所有的电气设备和电器元件都按其所在的实际位置绘制在图纸上，且同一电器的各元件根据其实际结构，使用与电路图相同的图形符号画在一起，并用点画线框住，其文字符号以及接线端子的编号应与电路图中的标注一致，以便对照检查接线。

（3）接线图中的导线有单根导线、导线组（或线扎）、电缆等之分，可用连续线和中断线来表示。凡导线走向相同的可以合并，用线束来表示，到达接线端子板或电器元件的连接点时再分别画出。在用线束来表示导线组、电缆等时可用加粗的线条表示，在不引起误解的情况下也可采用部分加粗。另外，导线及管子的型号、根数和规格应标注清楚。

3. 布置图

布置图是根据电器元件在控制板上的实际安装位置，采用简化的外形符号（如正方形、矩形、圆形等）而绘制的一种简图。它不表达各电器的具体结构、作用、接线情况以及工作原理，主要用于电器元件的布置和安装。图中各电器的文字符号必须与电路图和接线图的标注相一致。

在实际中，电路图、接线图和布置图要结合起来使用。

二、识图的基本要求

1. 结合电工基础理论识图

无论变配电所、电力拖动，还是照明供电和各种控制电路的设计，都离不开电工基础理论。因此，要想搞清电路的电气原理，必须具备电工基础知识。例如，鼠笼式电动机的旋转方向是由电动机的三相电源的相序决定的，所以通常用两个接触器进行切换，改变三相电源的相序，从而达到控制电动机正转或反转的目的。

2. 结合电器元件的结构和工作原理识图

电路中有各种电器元件。例如，在高压供电电路中常用高压隔离开关、断路器、熔断器、互感器、避雷器等；在低压电路中常用各种继电器、接触器和控制开关等。因此，在看电路图时，首先应该搞清这些电器元件的性能、相互控制关系以及在整个电路中的地位和作用，才能搞清工作原理。否则，无法看懂电路图。

3. 结合典型电路识图

所谓典型电路，就是常见的基本电路，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。一张复杂的电路图，细分起来不外乎是由若干典型电路组成。因此，熟悉各种典型电路，对于看懂复杂的电路图有很大帮助，能很快地分清主次环节、抓住主要矛盾，而且不易搞错。

4. 结合电路图的绘制特点识图

电气原理图也叫电气控制线路图。它表示电流从电源到负载的传送情况和电器元件的动作原理，不表示电器元件的结构尺寸、安装位置和实际配线方法。阅读原理图可以了解负载的工作方式和功能，电气原理图是绘制安装接线图的基本依据，在调试和寻找故障时有重要作用。

三、继电控制电路绘制要求

绘制继电控制电路电气原理图时，通常把主电路和辅助电路分开。主电路可用粗实线画在辅助电路的左侧或上部，辅助电路可用细实线画在主电路的右侧或下部。

如图1–1所示为鼠笼式（笼型）电动机启动控制电气原理图。图中，左侧粗实线图是主电路，右侧细实线图是辅助电路。主电路的构成：三相电源经开关QS→熔断器FU→交流接触器主触头KM→热继电器发热元件FR→电动机M。辅助电路的构成：停止按钮SB_1→启动按钮SB_2→接触器线圈KM→热继电器动断触头FR，构成回路。从该原理图中可以知道：①启动、停止按钮控制电动机的启动或停机；②熔断器作为短路保护；③热继电器作为过载保护。

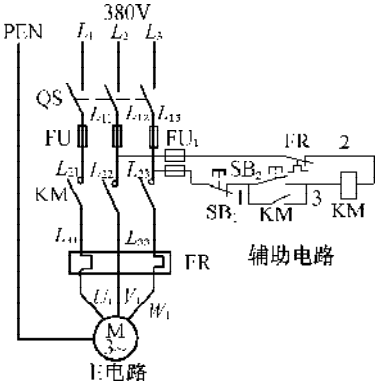


图 1 – 1　电动机启动控制电气原理图

在绘制电气原理图时，有时将同一元件分解成几个部分，画在不同的回路中，但以同一文字符号标注。图1–1中，接触器的主触头、辅助触头、线圈均用“KM”标注，热继电器的发热元件和动断触头均用“FR”标注。回路的排列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

需要全本请访问 www.ertongbook.com