

实用电工 控制线路及应用

王兰君 张景皓 谭亚林 编
黄海平 审校

TM571.2/14

2008

实用电工控制 线路及应用

王兰君 张景皓 谭亚林 编
黄海平 审校

科学出版社
北京

内 容 简 介

本书运用简洁的语言,结合大量的插图和实例,由浅入深地介绍电工控制线路及应用。内容包括:电气图形符号、常用器件的结构及动作方式、顺序图的画法、基本电路解析、顺序控制具体实例、电动机启动控制和正反转控制电路、电动机启动控制和正反转控制电路故障检修、常用机床控制电路及其故障检修等。

本书适合广大电工人员,特别是初级电工人员,工科院校相关专业师生等阅读、参考、应用。

图书在版编目(CIP)数据

实用电工控制线路及应用/王兰君,张景皓,谭亚林编;黄海平审校.

—北京:科学出版社,2008

ISBN 978-7-03-021431-7

I. 实… II. ①王…②张…③谭…④黄… III. 电气控制-控制电路
IV. TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 037579 号

责任编辑:杨 凯 / 责任制作:魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:璩 佳

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 4 月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2008 年 4 月第 一 次印刷 印张:10 1/2

印数:1—5 000 字数:321 000

定 价:25.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈长虹〉)

前 言

电气控制是用电能装置驱动生产机械的一门技术,它已经成为现代工业生产高度电气化、自动化的基础和核心,具有安全性高,运转操作容易、可靠,机械装置大容量化等优点,其广阔的发展前景是不言而喻的。

我国目前正在大力发展工业,而快速的发展势必面临技术人员的短缺,特别是高级技术工人的短缺。要想在日益严峻的就业形势中脱颖而出,就必须掌握一门重要技术。

本书即是为了很好地满足想要学习电工技术的人员编写的。

本书将简洁明了的语言和显而易懂的插图相结合,辅以实际应用举例和经验,使复杂的理论容易被读者接受和理解,让读者在直观、轻松的阅读中得到启发,并很快地应用到实际工作当中,以取得较好的经济效益和社会效益。

在本书编写过程中,得到了科学出版社的编辑给予的鼎力帮助及精心指导,在此深表谢意。参加编写的人员还有王文婷、张铮、曲海波、凌玉泉、张玉春、高惠瑾、于荣宁、张玉娟、张钧皓、鲁娜、张学洞、刘东菊、张永奇、李志平、李燕、黄鑫等。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不足,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 电气图形符号	1
1.1 常用器件的图形符号	1
1.2 开闭触点图形符号	5
1.3 触点功能符号和操作机构符号	6
1.3.1 开闭触点中限定图形符号	6
1.3.2 使用触点功能符号(限定图形符号)的开闭器类图形符号	7
1.3.3 开闭触点的操作机构符号	8
1.3.4 使用操作机构符号的开闭器类图形符号	9
1.4 顺序控制符号	10
1.4.1 顺序控制符号与控制器件编号	10
1.4.2 顺序控制符号的组合方式	11
1.4.3 表示器件的顺序控制符号	11
1.4.4 表示功能的顺序控制符号	14
1.5 控制器件编号	15
1.5.1 控制器件编号	15
1.5.2 基本器件编号、辅助符号	16
1.5.3 控制器件编号的构成方法	16
1.6 基本器件编号与辅助符号	17
第 2 章 常用器件结构及动作方式	22
2.1 主令电器	22
2.1.1 按钮开关	22
2.1.2 凸轮开关	25
2.1.3 钮子开关	26
2.1.4 波动开关	26
2.1.5 脚踏开关	27

2.1.6 限位开关	27
2.2 低压开关及熔断器	30
2.2.1 胶盖刀开关	30
2.2.2 铁壳开关	33
2.2.3 熔断器式刀开关	35
2.2.4 转换开关	37
2.2.5 低压断路器	39
2.2.6 低压熔断器	45
2.3 新型开关	53
2.3.1 接近开关	53
2.3.2 磁接近开关	53
2.3.3 光电开关	54
2.3.4 温度开关	55
2.3.5 微型开关	55
2.3.6 电压换相开关和电流换相开关	58
2.4 继电器和接触器	60
2.4.1 时间继电器	60
2.4.2 中间继电器	63
2.4.3 速度继电器	64
2.4.4 预置数数显计数继电器	66
2.4.5 热继电器	67
2.4.6 电磁继电器	72
2.4.7 水银开关和水银触点继电器	76
2.4.8 电磁接触器	77
2.4.9 交流接触器	79
2.5 定时器	87
2.5.1 电动机式定时器与电子式定时器	87
2.5.2 空气式定时器	88
2.5.3 注油壶式定时器	90
2.6 启动器	91
2.6.1 星-三角启动器	91
2.6.2 自耦减压启动器	93

2.6.3 磁力启动器	96
2.7 控制器	98
2.7.1 凸轮控制器	98
2.7.2 电磁调速控制器	101
2.8 指示器件和报警器件	104
2.8.1 指示灯	104
2.8.2 警报铃	105
第3章 顺序图的画法	106
3.1 画法规定	106
3.2 有开闭触点的图形符号	106
3.2.1 手动操作触点的状态及图形符号	106
3.2.2 电磁继电器触点的状态及图形符号	107
3.3 电磁继电器和电磁接触器的表示方法	110
3.3.1 电磁继电器的表示方法	110
3.3.2 电磁接触器的表示方法	112
3.4 竖画法与横画法	114
3.4.1 竖画法	114
3.4.2 横画法	115
3.5 控制母线的画法	116
3.5.1 直流控制电源母线的画法	116
3.5.2 交流控制电源母线的画法	117
3.6 连接线的画法	118
3.7 由各种符号组成的顺序图的表示方法	120
3.7.1 由文字符号、控制元件编号组成的顺序图的表示方法	120
3.7.2 由分级符号组成的顺序图的表示方法	121
第4章 基本电路解析	122
4.1 自保电路解析	122
4.1.1 自保电路的动作方式	122
4.1.2 自保电路时序图	125
4.2 互锁电路解析	126
4.2.1 互锁电路的动作方式	126
4.2.2 电动机正反转控制的互锁电路	128

4.3	选择电路解析	130
4.4	指示灯电路解析	131
4.4.1	1 灯式指示灯电路的动作方式	131
4.4.2	2 灯式指示灯电路的动作方式	131
第 5 章	顺序控制具体实例	133
5.1	基于电动机的现场和远程操作的启动与停止控制电路 ...	133
5.1.1	基于现场和远程操作的启动与停止控制电路的实际布线	133
5.1.2	启动和停止控制电路的顺序图	134
5.1.3	由现场和远程对电动机进行操作	134
5.2	电容启动电动机的正反转控制电路	135
5.2.1	电容启动电动机的正反转控制电路的实际布线	135
5.2.2	电容启动电动机的正转与反转方法	136
5.2.3	电容启动电动机正转与反转控制电路顺序图	136
5.3	电动机的微动运转控制电路	137
5.3.1	电动机微动运转控制电路的实际布线	137
5.3.2	电动机的微动运转及控制电路顺序图	138
5.4	电动机的反接制动控制电路	139
5.4.1	电动机的反接制动控制电路的实际布线	139
5.4.2	电动机的反接制动及控制电路顺序图	140
5.4.3	延时继电器的功能	140
5.5	由光电开关组成的防盗报警装置	141
5.5.1	防盗报警装置的实际配线	141
5.5.2	防盗报警装置的顺序图与时序图	142
5.6	采用温度开关的报警电路	142
5.6.1	采用温度开关的报警电路的实际布线	142
5.6.2	采用温度开关的报警电路的顺序图	143
5.7	三相加热器的温度控制电路	144
5.7.1	三相加热器温度控制电路的实际布线	144
5.7.2	三相加热器温度控制电路的顺序图	145
5.8	采用压力开关的报警电路	146
5.9	压缩机的压力控制电路(手动和自动控制)	147
5.9.1	压缩机的压力控制	147

5.9.2 压缩机压力控制电路的实际布线	147
5.9.3 压缩机压力控制电路的顺序图	149
5.10 蜂鸣器的定时鸣叫电路	149
5.11 电动送风机的延迟运行运转电路	151
5.11.1 电动送风机的实际设备图	151
5.11.2 电动送风机的延迟运行运转电路的实际布线	151
5.11.3 电动送风机的延迟运行运转电路的顺序图	151
5.12 采用无浮子液位继电路的供水控制	153
5.12.1 采用无浮子液位继电器的供水控制电路实际布线图	153
5.12.2 采用无浮子液位继电器的供水控制电路顺序图	155
5.12.3 水箱水位与电动泵的启动及停止方法	156
5.13 带有缺水报警的供水控制	156
5.13.1 带有缺水报警的供水控制电路实际布线	156
5.13.2 带有缺水报警的供水控制电路的顺序图	156
5.14 采用无浮子液位继电器的排水控制	158
5.14.1 采用无浮子液位继电器的排水控制电路实际布线	158
5.14.2 采用无浮子液位继电器的排水控制电路的顺序图	159
5.14.3 排水箱水位与电动泵的启动和停止方法	160
5.15 带有涨水报警的排水控制	161
5.15.1 带有涨水报警的排水控制电路的实际布线	161
5.15.2 带有涨水报警的排水控制电路的顺序图	162
5.16 传送带的暂时停止控制	162
5.16.1 传送带的暂时停止控制实际布线	162
5.16.2 传送带的暂时停止控制电路的顺序图	164
5.17 货物升降机的自动反转控制	164
5.17.1 货物升降机的自动反转控制实际布线	164
5.17.2 货物升降机的自动反转控制电路的顺序图	164
5.18 泵的反复运转控制	166
5.18.1 泵的反复运转控制的实际布线	166
5.18.2 泵的反复运转控制电路的顺序图	167
5.19 泵的顺序启动控制	168
5.19.1 泵的顺序启动控制电路实际布线	168

5.19.2 泵的顺序启动控制电路的顺序图	169
5.20 电热毯的控制电路	169
5.21 电动吸尘器的控制电路	170
5.22 卷帘门的自动开闭控制电路	172
5.23 停车场卷帘门的自动开闭控制电路	173
5.23.1 停车场卷帘门的自动开闭控制	173
5.23.2 停车场卷帘门自动开闭控制的顺序运行	174
5.24 含饮料杯类自动售货机的控制电路	175
第6章 电动机启动控制和正反转控制电路	177
6.1 电动机控制的主线路构成方式	177
6.1.1 电动机的启动与停止	177
6.1.2 远距离控制电动机	178
6.2 电动机的启动控制电路	179
6.2.1 电动机的启动控制电路的实际配线图	179
6.2.2 全压启动控制电路	180
6.2.3 减压启动控制电路	194
6.3 电动机制动控制电路	210
6.3.1 电磁抱闸制动控制电路	210
6.3.2 改进的电磁抱闸制动电路	211
6.3.3 单向运转反接制动控制电路	211
6.3.4 单向运转半波整流能耗制动电路	213
6.3.5 单向运转全波整流能耗制动电路	214
6.3.6 电容制动电路	214
6.3.7 电容-电磁制动电路	215
6.4 电动机正反转控制电路	216
6.4.1 电动机的正转与反转	216
6.4.2 正转时的顺序动作	218
6.4.3 反转时的顺序动作	224
6.4.4 采用倒顺开关的正反转控制电路	232
6.4.5 按钮联锁的正反转控制电路	232
6.4.6 接触器联锁的正反转控制电路	233
6.4.7 按钮、接触器复合联锁的正反转控制电路	233

6.4.8 接触器联锁的点动和长动正反转控制电路	234
6.4.9 防止正、反向转换期间相间短路的三接触器控制电路 ...	235
6.4.10 自动往返控制电路	236
6.5 电动机保护电路	237
6.5.1 电动机过电流保护电路	237
6.5.2 晶闸管断相保护电路	237
6.5.3 零序电压断相保护电路	239
6.5.4 穿心式互感器与电流继电器组成的断相保护电路	239
6.6 电动机调速电路	240
6.6.1 双速电动机定子线圈的联结方式	240
6.6.2 接触器控制的双速电动机调速电路	241
6.6.3 时间继电器控制的双速电动机自动加速电路	241
6.6.4 三速电动机定子线圈的联结方式	243
6.6.5 接触器控制的三速电动机调速电路	243
6.6.6 时间继电器控制的三速电动机自动加速电路	244
6.7 直流电动机控制电路	245
6.7.1 并励直流电动机单向运转启动电路	245
6.7.2 并励直流电动机正反转控制电路	246
6.7.3 串励直流电动机正反转控制电路	247
6.7.4 并励直流电动机单向运转能耗制动电路	247
第7章 电动机启动、正反转控制电路的故障检修	249
7.1 电动机单向控制电路及其故障检修	249
7.1.1 电动机单向控制电路及工作原理	249
7.1.2 电动机单向控制电路故障检修	250
7.2 电动机点动、长动正反转控制电路及其故障检修	253
7.2.1 电动机点动、长动正反转控制电路及工作原理	253
7.2.2 电动机点动、长动正反转控制电路故障检修	254
7.3 电动机能耗制动控制电路及其故障检修	257
7.3.1 电动机能耗制动控制电路及工作原理	257
7.3.2 电动机能耗制动控制电路故障检修	258
第8章 常用机床控制电路及其故障检修	262
8.1 C620 型车床	262

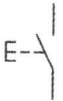
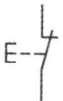
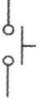
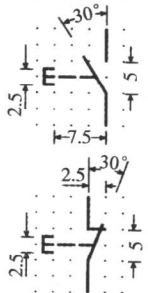
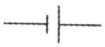
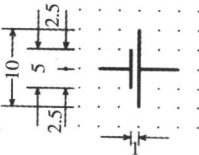
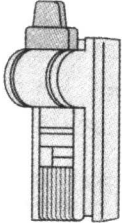
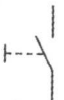
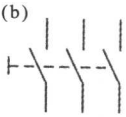
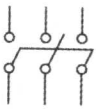
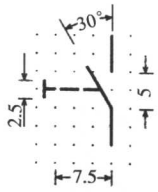
8.1.1	C620 型车床的电气控制电路及工作原理	262
8.1.2	C620 型车床的常见故障及检修方法	263
8.2	Z35 型摇臂钻床	267
8.2.1	Z35 型摇臂钻床的电气控制电路及工作原理	267
8.2.2	Z35 型摇臂钻床的常见故障及检修方法	269
8.3	Z525 型立式钻床	273
8.3.1	Z525 型立式钻床的电气控制电路及工作原理	273
8.3.2	Z525 型立式钻床的常见故障及检修方法	274
8.4	M7120 型平面磨床	277
8.4.1	M7120 型平面磨床的电气控制电路及工作原理	277
8.4.2	M7120 型平面磨床的常见故障及检修方法	279
8.5	M1432A 型外圆磨床	286
8.5.1	M1432A 型外圆磨床的电气控制电路及工作原理	286
8.5.2	M1432A 型外圆磨床的常见故障及检修方法	287
8.6	简易导轨磨床	292
8.6.1	简易导轨磨床的电气控制电路及工作原理	292
8.6.2	简易导轨磨床的常见故障及检修方法	293
8.7	T68 型卧式镗床	300
8.7.1	T68 型卧式镗床的电气控制电路及工作原理	300
8.7.2	T68 型卧式镗床的常见故障及检修方法	301
8.8	X62W 型万能铣床	306
8.8.1	X62W 型万能铣床的电气控制电路及工作原理	306
8.8.2	X62W 型万能铣床的常见故障及检修方法	307
8.9	X8120W 型万能工具铣床	313
8.9.1	X8120W 型万能工具铣床的电气控制电路及工作原理	313
8.9.2	X8120W 型万能工具铣床的常见故障及检修方法	315
8.10	Y3150 型滚齿机	318
8.10.1	Y3150 型滚齿机的电气控制电路及工作原理	318
8.10.2	Y3150 型滚齿机的常见故障及检修方法	319

第1章 电气图形符号

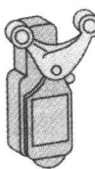
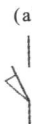
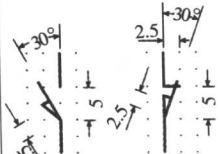
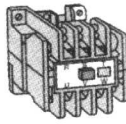
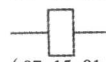
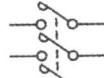
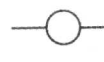
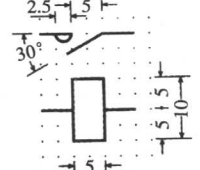
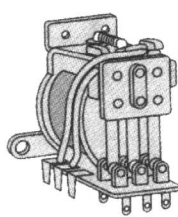
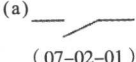
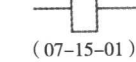
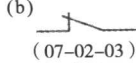
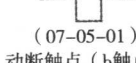
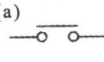
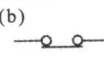
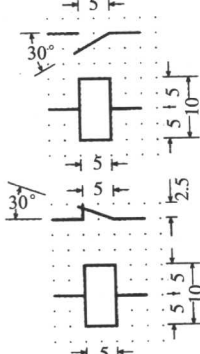
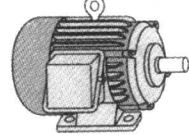
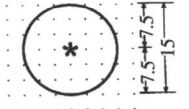
1.1 常用器件的图形符号

电气图形符号的对比(JIS 图形符号与旧图形符号)及画法如表 3.1 所示。

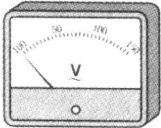
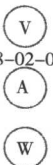
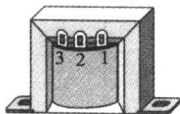
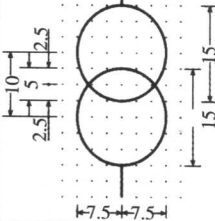
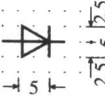
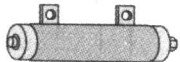
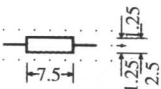
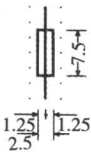
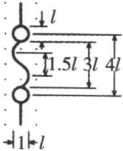
表 1.1 电气图形符号的对比及画法

器件名	JIS 图形符号 (JIS C 0617)	JIS 旧图形符号 (旧 JIS C 0301)	图形符号的画法 (JIS C 0617)
按钮开关 	(a)  (07-07-02) 动合触点 (a触点) (b)  动断触点 (b触点)	(a)  动合触点 (a触点) (b)  动断触点 (b触点)	
电池 	 (06-15-01)		
刀开关 	(a)  (07-07-01) (手动操作开关) (b) 	(a)  (b) 	

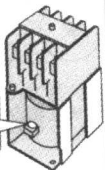
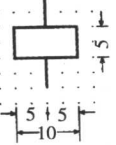
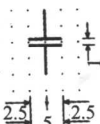
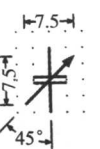
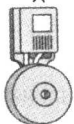
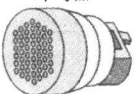
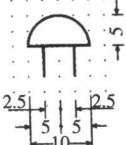
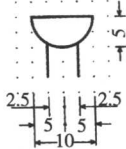
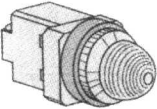
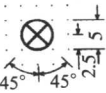
续表 1.1

器件名	JIS 图形符号 (JIS C 0617)	JIS 旧图形符号 (旧 JIS C 0301)	图形符号的画法 (JIS C 0617)
限位开关 	(a)  (07-08-01) 动合触点 (a触点) (b)  (07-08-02) 动断触点 (b触点)	(a)  动合触点 (a触点) (b)  动断触点 (b触点)	
电磁接触器 	 (07-13-02)  (07-15-01) 动合触点 (a触点)	  动合触点 (a触点)	
电磁继电器 	(a)  (07-02-01)  (07-15-01) 动合触点 (a触点) (b)  (07-02-03)  (07-05-01) 动断触点 (b触点)	(a)  动合触点 (a触点) (b)  动断触点 (b触点)	
电动机  发电机	(例)  (06-04-01)	电动机  发电机 	 *星号替换为表示回转机种类的文字符号

续表 1.1

器件名	JIS 图形符号 (JIS C 0617)	JIS 旧图形符号 (旧 JIS C 0301)	图形符号的画法 (JIS C 0617)
计量仪器(一般) 	(例)  (08-01-01)	 (08-02-01)	 * 星号替换为表示测量的量或测定量的单位的文字符号
变压器 	(a)  (06-09-01)	(b)  (06-09-02)	(a) 
整流器 	(a)  (05-03-01)		
电阻器 	(a)  (04-03-01)	(b)  (JIS旧图形符号)	(a) 
	(c)  (JIS旧图形符号)		(b) (JIS旧图形符号) 
熔断器 开放型 	(a)  (07-21-01)		(a) 
包装型 	(b)  (JIS旧图形符号)	(c)  (JIS旧图形符号)	(b) (JIS旧图形符号) 

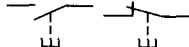
续表 1.1

器件名	JIS 图形符号 (JIS C 0617)	JIS 旧图形符号 (旧 JIS C 0301)	图形符号的画法 (JIS C 0617)
继电器线圈 	(a)  (07-15-01)	(a) (b) (c) 	
电 容 	(a)  (04-02-01) (c)  (04-02-05) (有极性)	(b)  (04-02-07) (可变) (d)  (04-02-09) (半固定)	(a)  (b) 
铃  蜂鸣器 	 (08-10-06)  (08-10-10)		 
灯 	 (08-10-01) 颜色编码符号 <参考> RD-红 GN-绿 RL-红 GL-绿 BU-蓝 OL-红黄 BL-蓝 YE-黄 WH-白 YL-黄 WL-白		

1.2 开闭触点图形符号

主要开闭触点的图形符号如表 1.2 所示。

表 1.2 主要开闭触点图形符号

开闭触点名称		电气图形符号				说 明
		JIS图形符号 (JIS C 0617)		JIS旧图形符号 (旧JIS C 0301)		
		常开触点 a触点	常闭触点 b触点	常开触点 a触点	常闭触点 b触点	
手动操作 开闭器触点	电力用 触点	 (07-02-01)	 (07-02-03)			• 无论是开路或闭路，触点的操作都用手动进行。 • 开路或闭路通过手动操作，手放开后由于弹簧力等的的作用，JIS图形符号中，按钮开关的触点一般都能自动复位，所以不对自动复位特别表示。 
	自动复 位触点	 (07-06-01)	 (07-06-03)			
电磁继 电器触点	继电器 触点	 (07-02-01)	 (07-02-03)			• 当电磁继电器外加电压时，a触点闭合，b触点打开。去掉外加电压时回到原状态的触点。一般的电磁继电器触点都属于这一类。
	残留功 能触点	 (07-06-02)				• 电磁继电器外加电压时，a触点或b触点动作，但即使去掉外加电压后，机械或电磁状态仍然保持，即使用手动复位或电磁线圈中无电流也不能回到原状态的触点。
限时继 电器触点	限时动 作触点	 (07-05-01)	 (07-05-03)			• 对电磁继电器施加规定输入后，触点虽然有开路或闭路动作，但必需经过一定时间间隔的继电器称为定时器。 • 限时动作触点：当定时器动作时，会产生时间延迟的触点。 • 限时复位触点：当定时器复位时，会产生时间延迟的触点。
	限时复 位触点	 (07-05-02)	 (07-05-04)			