

低压电控设备选型与使用

200 例

主编 孙克军 副主编 闫和平 宋军方



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

低压电控设备选型与使用

200 例

主 编	孙克军	
副 主 编	闫和平	宋军方
编写人员	孙克军	闫和平
	宋军方	孙丽君
	石 卉	闫彩虹
	赵 静	



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书以实例的形式,向读者介绍了低压电控设备基础知识、选型、使用等方面的技术知识。

本书共分 17 章,内容包括电气控制基础知识、低压电器基础知识、低压熔断器、闸刀开关、隔离器及熔断器组合电器、低压断路器、接触器、继电器、起动器、主令电器、电磁铁、漏电保护器、电气接线材料和零部件、变频器、可编程控制器、传感器、工业控制仪表、电动机综合保护装置。

本书可供从事低压电控设备设计、管理、维修、安装方面的工程技术人员使用,也可供高等职业院校、高、中等专科学校有关专业的师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

低压电控设备选型与使用 200 例/孙克军主编. —北京:
中国电力出版社, 2007
ISBN 978-7-5083-5880-2

I. 低… II. 孙… III. 低压电器-电气控制装置-基
本知识 IV. TM52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 096448 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 9 月第一版 2007 年 9 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16 印张 376 千字

印数 0001—3000 册 定价 30.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

随着我国电力工业的飞速发展,低压电控设备在工农业生产和人们的生活中应用越来越广泛,设备类型也越来越多。以前的一些有关书籍,因为内容陈旧等原因,已经不能满足广大从事低压电控设备工作人员的需要,为此,我们组织编写了本书,以帮助读者提高理论水平,并着重培养解决实际问题的能力。

本书在编写的过程中,本着低压电控设备的工作实际,搜集、查阅大量的有关技术资料,内容以基础知识、选型、使用和维护为重点,具有较强的实用性与针对性,理论与实际相结合,图文并茂,通俗易懂。

本书在写作方法上,以实例的形式讲解。条目清楚,重点突出。结合基础内容,着重解决低压电控设备选型、使用与维护中出现的各种问题。没有现场经验的读者,读过本书便可对现场各种实际状况有比较全面的了解和认识,对培养解决实际问题的能力起着至关重要的作用。而对于有相当实际经验的读者,通过阅读本书,除了可以进一步提高工作能力外,如在工作实际中遇到问题,本书的写作方法和编排也便于其查阅。

本书由孙克军主编,闫和平、宋军方为副主编。第1、10、17章由孙克军编写,第2、3、4章由闫和平编写,第13、14、15章由宋军方编写,第11、16章由孙丽君编写,第5、7章由石卉编写,第6、8章由闫彩红编写,第9、12章由赵静编写。编者对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请广大读者和同仁批评指正。

编 者

2007年10月1日

目 录

前 言

第1章 电气控制基础知识

1

- 1-1 什么是电气控制?什么是电气控制线路? 1
- 1-2 电气控制线路有哪几种类型?各有什么特点? 1
- 1-3 什么是电气原理图、接线图和电气设备安装图?
它们有什么区别? 1
- 1-4 电气控制线路的设计方法有哪几种?怎样用一般设计法设计控制线路? 7
- 1-5 绘制电气原理图应遵循哪些原则? 9
- 1-6 绘制接线图应遵循哪些原则? 10
- 1-7 怎样把电气原理图划分成图区?怎样对电器元件进行位置编号? 10
- 1-8 怎样阅读电气原理图? 11

第2章 低压电器基础知识

12

- 第1节 概述 12
 - 2-1 什么是电器?什么是低压电器? 12
 - 2-2 低压电器有哪些种类?其主要用途是什么? 12
 - 2-3 低压电器的型号表示法及含义是什么? 14
 - 2-4 低压电器的常用使用类别有哪些? 16
 - 2-5 低压电器的安装类别有几种? 17
 - 2-6 低压电器的正常工作条件是怎样规定的? 17
 - 2-7 低压电器的外壳防护型式有几种?其防护等级是怎样规定的? 18
- 第2节 电磁机构 19
 - 2-8 什么是电磁机构?常用电磁机构有哪些类型? 19
 - 2-9 什么是交流电磁铁的短路环?它有哪些作用? 21
 - 2-10 什么是吸引线圈?它有哪些类型? 21
 - 2-11 为什么电磁机构的吸力特性和反力特性要进行良好的配合? 21
- 第3节 电接触 22
 - 2-12 触头的种类有哪些?触头的基本参数有哪些? 22
 - 2-13 什么是电接触?触头的接触形式有哪几种? 23

2-14	什么是接触电阻? 影响接触电阻的因素有哪些? 应当怎样避免?	23
第4节	灭弧装置	24
2-15	电弧是怎样产生的? 常用的灭弧方法有哪些? 交流电弧和直流电弧有哪些不同?	24
2-16	常用的灭弧装置有哪些?	25

第3章

熔断器

27

第1节	概述	27
3-1	什么是熔断器? 它是怎样工作的? 其主要用途有哪些?	27
3-2	熔断器的熔体熔断时的物理过程分几个阶段? 常用的熔体材料有几种? 它们各有什么特点?	27
3-3	熔断器一般分为哪些种类?	28
3-4	熔断器的主要技术参数有哪些?	29
第2节	常用熔断器介绍	30
3-5	什么是插入式熔断器? 其结构有什么特点? 插入式熔断器主要用于哪些场合?	30
3-6	RC1A 型熔断器的技术数据和型号含义是什么?	30
3-7	什么是螺旋式熔断器? 其结构有什么特点?	31
3-8	常用的螺旋式熔断器有哪些类型? 它主要用于哪些场合?	31
3-9	什么是无填料密闭管式熔断器? 其结构有什么特点? 无填料密闭管式熔断器主要用于哪些场合?	32
3-10	RM10 系列无填料密闭管式熔断器的技术数据和型号含义是什么?	33
3-11	什么是有填料封闭管式熔断器? 其结构有什么特点?	34
3-12	常用有填料封闭管式熔断器有哪些类型? 分别用于哪些场合?	34
3-13	常用有填料封闭管式熔断器的技术数据有哪些? 其型号含义是什么?	36
3-14	什么是快速熔断器? 其结构有什么特点? 主要适用于哪些场合?	37
3-15	常用快速熔断器的技术数据有哪些? 其型号含义是什么?	38
第3节	低压熔断器的选用	39
3-16	熔断器应当怎样选用?	39
3-17	熔断器的选型实例	42
3-18	熔断器应如何安装?	42
3-19	熔断器在运行维护中有哪些注意事项?	43

第1节 闸刀开关和隔离器	44
4-1 什么是开关、刀开关、隔离器、隔离开关?	44
4-2 闸刀开关和隔离器有哪些种类? 其型号含义是什么?	45
4-3 闸刀开关和隔离器的主要技术参数有哪些?	47
4-4 怎样选用闸刀开关和隔离器?	47
4-5 闸刀开关和隔离器应当怎样安装、使用和维护?	47
4-6 闸刀开关选型实例	48
第2节 开启式负荷开关	48
4-7 什么是开启式负荷开关? 其结构主要由哪几部分组成? 它主要适用于哪些场合?	48
4-8 常用的开启式负荷开关有哪些类型? 其型号含义是什么?	49
4-9 怎样选用开启式负荷开关?	50
4-10 开启式负荷开关的选型实例。	50
4-11 开启式负荷开关应当怎样安装、使用和维护?	50
第3节 封闭式负荷开关	51
4-12 什么是封闭式负荷开关? 封闭式负荷开关的结构有什么特点? 它是怎样工作的?	51
4-13 封闭式负荷开关有哪些类型? 它主要适用于哪些场合?	51
4-14 怎样选用封闭式负荷开关?	52
4-15 封闭式负荷开关应当怎样安装、使用和维护?	53
4-16 封闭式负荷开关的选型使用举例	53
第4节 熔断器式闸刀开关	53
4-17 什么是熔断器式闸刀开关? 其结构有什么特点? 熔断器式闸刀开关是怎样工作的?	53
4-18 常用的熔断器式闸刀开关有哪些类型? 分别适用于哪些场合?	54
4-19 怎样选用和安装封闭式熔断器式闸刀开关?	55

第1节 概述	57
5-1 什么是断路器? 它有哪些用途? 有哪些种类?	57
5-2 断路器的结构由哪几部分组成?	58
5-3 断路器的主要技术参数有哪些?	61
第2节 万能式断路器	63
5-4 什么是万能式断路器? 其结构有什么特点?	63
5-5 常用的万能式断路器有哪些类型? 主要用在什么场合?	64
第3节 塑料外壳式断路器	66

5—6	什么是塑料外壳式断路器？其结构有什么特点？塑料外壳式断路器与万能式断路器相比有什么区别？	66
5—7	常用的塑料外壳式断路器有哪些类型？分别用在什么场合？	68
第4节	限流式断路器	70
5—8	什么是限流式断路器？限流式断路器的结构有哪些特点？	70
5—9	常用的限流式断路器有哪些类型？它主要用在什么场合？	71
第5节	断路器的选用	72
5—10	怎样选用交流断路器？	72
5—11	怎样选用直流断路器？	74
5—12	断路器的选型实例	74

第6章

接触器

76

第1节	概述	76
6—1	什么是接触器？如何分类？	76
6—2	接触器的主要技术参数有哪些？	76
第2节	直流接触器	77
6—3	直流接触器有什么用途？如何分类？	77
6—4	直流接触器的型号含义如何？常用直流接触器有哪些系列？分别适用于什么场合？主要技术数据有哪些？	78
第3节	交流接触器	80
6—5	交流接触器与直流接触器有哪些不同？交流接触器为什么不能作为直流接触器使用？	80
6—6	交流接触器的型号含义如何？常用交流接触器有哪些系列？分别适用于什么场合？主要技术数据有哪些？	81
第4节	接触器的选用、安装和维护	85
6—7	怎样选择接触器？	85
6—8	交流接触器的选型实例	86
6—9	接触器安装前及安装时应注意哪些事项？	86
6—10	怎样对接触器进行维护？	87

第7章

低压继电器

88

第1节	概述	88
7—1	什么是继电器？什么是继电器的继电特性？继电器有哪些用途？	88
7—2	继电器的结构有什么特点？其主要技术参数有哪些？	89
7—3	继电器有哪些类型？	90
第2节	电磁式继电器	91
7—4	什么是电磁式继电器？其基本结构主要由哪几部分	

组成?它是怎样工作的?	91
7-5 电磁式继电器有哪些类型?主要用在什么场合?	91
7-6 什么是通用继电器?其结构有什么特点?	92
7-7 常用通用继电器有哪些型号?分别适用于哪些场合?	93
7-8 什么是电流继电器?其结构有什么特点?	94
7-9 常用电流继电器有哪些型号?分别适用于哪些场合?	94
7-10 什么是电压继电器?其结构有什么特点?	95
7-11 常用电压继电器有哪些型号?主要用在什么场合?	95
7-12 什么是中间继电器?它有哪些用途?	96
7-13 中间继电器的结构有什么特点?主要用于什么场合?	96
7-14 常用中间继电器有哪些型号?各有什么特点?	96
第3节 时间继电器	97
7-15 什么是时间继电器?它有哪些用途?	97
7-16 空气阻尼式时间继电器的结构由哪几部分组成? 它是怎样工作的?	98
7-17 常用空气阻尼式时间继电器有哪些型号?主要用在什么场合?	100
7-18 什么是晶体管时间继电器?它有哪些类型?	100
7-19 晶体管时间继电器的结构主要由哪几部分组成? 它是怎样工作的?	101
7-20 常用晶体管时间继电器有哪些型号?各有什么特点?	102
7-21 什么是同步电动机式时间继电器?它有什么特点?	103
第4节 热继电器	103
7-22 什么是热继电器?它有哪些用途?主要分哪些种类?	103
7-23 双金属片式热继电器的结构主要由哪几部分组成? 它是怎样工作的?	104
7-24 什么是热继电器的安秒特性和保护特性?	105
7-25 常用热继电器有哪些型号?分别用于什么场合?	105
第5节 继电器的选用	108
7-26 怎样选用电磁式继电器?	108
7-27 怎样选择时间继电器?	109
7-28 怎样选择热继电器?	110
7-29 继电器的选型实例	110

第8章

起动器

111

第1节 概述	111
8-1 什么是起动器?如何分类?	111
8-2 常用起动器有哪些用途?	111
第2节 常用起动器简介	112
8-3 什么是电磁起动器?它有哪些类型?	112

8-4	什么是星—三角起动器？它有哪些特点？	114
8-5	什么是自耦减压起动器？它有哪些特点？	115
8-6	常用的自耦减压起动器有哪些种类？各用在什么场合？	115
8-7	什么是延边三角形起动器？它有哪些特点？	117
8-8	什么是软起动器？它有哪些特点？	118
第3节	起动器的选用	120
8-9	怎样选择起动方式？	120
8-10	选用起动器时应注意哪些事项？	121
8-11	起动器应当怎样安装和调试？	123
8-12	起动器应当怎样维护？	123

第9章

主令电器

124

第1节	概述	124
9-1	什么是主令电器？可分为哪几类？	124
9-2	主令电器有哪些特性和技术参数？	124
第2节	按钮	124
9-3	什么是按钮？如何分类？型号含义如何？	124
9-4	常用按钮的主要技术数据有哪些？	125
9-5	按钮的选择应注意哪些事项？	127
9-6	按钮的使用和维护应注意哪些事项？	127
第3节	行程开关	127
9-7	什么是行程开关？如何分类？型号含义如何？	127
9-8	常用行程开关的主要技术数据有哪些？	129
9-9	行程开关的选择应注意哪些事项？	129
9-10	行程开关的使用和维护应注意哪些事项？	130
第4节	接近开关	130
9-11	什么是接近开关？如何分类？型号含义如何？	130
9-12	接近开关的主要技术指标有哪些？	130
9-13	常用接近开关的主要技术数据有哪些？	131
9-14	接近开关的选择应注意哪些事项？	132
9-15	接近开关的安装和维修应注意哪些事项？	132
第5节	万能转换开关	132
9-16	什么是万能转换开关？如何分类？型号含义如何？	132
9-17	万能转换开关的选择应注意哪些事项？	133
9-18	万能转换开关安装和维修应注意哪些事项？	133
第6节	主令控制器	134
9-19	什么是主令控制器？如何分类？型号含义如何？	134
9-20	常用主令控制器的主要技术数据有哪些？	135
9-21	选择主令控制器时应注意哪些事项？	135

9-22	主令控制器的安装和保养应注意哪些事项?	135
------	---------------------	-----

第10章	电磁铁	136
-------------	------------	-----

第1节	概述	136
10-1	什么是电磁铁?	136
10-2	电磁铁是如何分类的?	136
10-3	直流电磁铁和交流电磁铁各有什么特点?	137
第2节	常用电磁铁简介	137
10-4	什么是牵引电磁铁?	137
10-5	什么是制动电磁铁?	138
10-6	什么是起重电磁铁?	140
10-7	什么是阀用电磁铁?	141
第3节	电磁铁的选用、安装和维护	142
10-8	如何选用电磁铁?	142
10-9	电磁铁的选型使用举例	143
10-10	怎样安装和维护电磁铁?	145

第11章	漏电保护器	147
-------------	--------------	-----

第1节	概述	147
11-1	什么是漏电保护电器?它有哪些功能?	147
11-2	漏电保护器有哪些类型?各有什么特点?	147
11-3	漏电保护器的主要技术性能指标有哪些?	149
11-4	电磁式与电子式漏电保护器有什么异同?	150
第2节	常用漏电保护器简介	150
11-5	DZ15L系列、DZL18-20系列漏电断路器有什么特点? 主要用在什么场合?主要技术数据有哪些?	150
11-6	JD1系列、JD3-40系列、JD2系列电磁式电流动作型 漏电保护继电器各有什么特点?主要用在什么场合?	152
11-7	漏电保护插头与插座有什么特点?主要用在什么场合?	154
第3节	漏电保护器的选用、安装和维护	154
11-8	怎样选用漏电保护电器?	154
11-9	安装漏电保护电器时应注意哪些事项?	157
11-10	漏电保护器的使用与维护应注意哪些事项?	158

第12章	电气接线材料和零部件	160
-------------	-------------------	-----

12-1	什么是绝缘材料?它有什么功能和作用?	160
12-2	常用绝缘材料有哪些?各有什么用途?	161
12-3	如何选用绝缘材料?	163

12-4	常用绝缘材料选用实例	163
12-5	电气装备用电线电缆有哪些种类? 各有什么用途?	164
12-6	如何选择电气装备用电线电缆?	164
12-7	仪器仪表、电子设备连接线有哪些种类? 各有什么用途?	164
12-8	使用仪器仪表、电子设备连接线时应注意什么?	165
12-9	常用电气连接件有哪些? 各有什么特点? 应该怎样选用?	165
12-10	常用的电气安装附件有哪些? 各有什么用途?	166

第 13 章

变频器

168

第 1 节	概述	168
13-1	什么是变频器? 它有什么用途?	168
13-2	变频器有哪些基本类型? 各有什么特点?	168
13-3	变频调速的控制方式有哪几种? 各有什么特点?	171
13-4	通用变频器有哪些主要技术性能?	172
第 2 节	变频器的选用、安装和维护	175
13-5	如何选择变频器的类型?	175
13-6	如何选择变频器的容量?	177
13-7	当通用变频器用于特种电动机时, 选用应注意什么?	178
13-8	变频器的选用实例	179
13-9	怎样正确安装变频器?	180
13-10	调试变频器的基本步骤有哪些?	181
13-11	如何维护保养变频器?	182

第 14 章

可编程控制器

185

第 1 节	概述	185
14-1	可编程控制器由哪几部分组成, 各起什么作用?	185
14-2	PLC 是如何工作的?	186
14-3	PLC 的技术性能指标有哪些?	188
第 2 节	编程	189
14-4	PLC 的编程语言有哪些?	189
14-5	PLC 的主要指令的功能是什么, 应如何使用?	192
14-6	什么是梯形图, 如何用梯形图编程?	195
14-7	怎样进行梯形图的等效变换?	196
第 3 节	PLC 的选用和维护	198
14-8	怎样选择 PLC 的机型?	198
14-9	PLC 的选型使用举例。	199
14-10	使用 PLC 时应注意哪些问题?	200
14-11	怎样对 PLC 进行维护和检修?	201

- 15-1 什么是传感器,它有何特点,如何分类? 203
- 15-2 传感器有哪些特性与性能? 204
- 15-3 选用传感器时应注意哪些事项? 207
- 15-4 什么是热电阻?什么是热电偶?它们有什么用途? 207
- 15-5 温度传感器有哪些类型?各有何特点?如何选用
温度传感器? 209
- 15-6 力敏传感器有哪些类型,它们有哪些主要性能参
数,如何选用压力传感器? 211
- 15-7 流量传感器有哪些类型?各有何特点?如何选用
流量传感器? 213
- 15-8 频率式传感器和数字式传感器各有何特点,如何分类? 215
- 15-9 传感器与微型计算机系统有何关系,两者结合起来对
提高自动化有何重大意义? 215
- 15-10 传感器的应用范围有哪些? 216
- 15-11 什么是变送器,什么是压力变送器,压力变送器分几类? 217

- 16-1 双金属温度计有什么用途?有何特点?如何分类? 218
- 16-2 双金属温度计的主要技术数据有哪些? 218
- 16-3 非接触式温度计有什么用途?有何特点? 218
- 16-4 非接触式温度计维护和使用注意事项有哪些? 219
- 16-5 如何正确选择和使用电流表和电压表? 219
- 16-6 什么是电流互感器?它的型号含义是怎样的?主
要技术参数有哪些? 220
- 16-7 什么是电流互感器的误差?运行中哪些因素影响
电流互感器的误差? 221
- 16-8 怎样选用电流互感器? 222
- 16-9 电流互感器选择实例 222
- 16-10 什么是电压互感器?它的型号含义是怎样的?
主要技术参数有哪些? 223
- 16-11 什么是电压互感器的误差?运行中哪些因素
影响电压互感器的误差? 224
- 16-12 压力表有什么用途?如何分类? 225
- 16-13 压力表的型号是怎样规定的?其测量范围有哪些? 226
- 16-14 压力表的选择及选择实例 227
- 16-15 什么是智能仪器?可分哪几类?有何特点? 227

16-16	什么是自动测试系统?有何特点?	229
16-17	什么是控制仪表及装置?可分为哪几类?	229

第 17 章

电动机综合保护装置

231

17-1	什么是电动机综合保护装置?它有哪些保护功能?	231
17-2	电动机综合保护装置有哪些选用原则?	232
17-3	如何选用通用电动机电子保护器?	232
17-4	电动机星—三角转换节能保护器有什么特点?	233
17-5	微机监控电动机保护器有什么特点?	234
17-6	如何选用数显智能电动机保护器?	235
17-7	电动机综合保护装置选型使用举例	236
参考文献		240

第1章

电气控制基础知识



1—1 什么是电气控制？什么是电气控制线路？

电气控制是指通过电气自动控制方式来控制生产过程。在工业、农业、交通运输等行业中都需要各种生产机械，这些生产机械大都以电动机作为动力来进行拖动。电动机是通过某种自动控制方式来进行控制的，最常见的是继电接触器控制方式。因此，电气控制通常称为继电接触器控制。

电气控制线路是把各种有触点的接触器、继电器、按钮、行程开关等电器元件，用导线按一定方式连接起来组成的控制线路。

电气控制线路又称为电气控制电路，它的作用是：实现对电动机或其他执行电器的启动、正反转、调速和制动等运行方式的控制，以实现生产过程自动化，满足生产工艺的要求。

继电接触器控制的优点是电路图较直观形象，装置结构简单，设计、安装、调整、维修方便，便于掌握，价格低廉，抗干扰能力强。因此被广泛用于各类生产设备及控制系统中。但是，继电接触器控制也存在一定的缺点，主要是由于采用固定接线形式，其通用性和灵活性较差，在生产工艺要求提出后才能制作，一旦做成就不易改变。另外，由于采用有触点的开关电器，触点易发生故障，维修量较大。尽管如此，目前继电接触器控制仍然是各类生产机械最基本的电气控制形式之一。

1—2 电气控制线路有哪几种类型？各有什么特点？

电气控制线路根据通过电流的大小可分为主电路和控制电路。主电路是流过大电流的电路，一般指从供电电源到电动机或线路末端的电路；控制电路是流过较小电流的电路，如接触器、继电器的吸引线圈以及消耗能量较少的信号电路、保护电路、连锁电路等。

电气控制线路按控制功能可分为电动机基本控制线路和生产机械控制线路。一般说来，电动机基本控制线路比较简单。生产机械的控制线路一般指整机控制线路，比较复杂。

不同的生产机械有不同的控制线路，不论其控制线路多么复杂，但总可找出它的几个基本控制环节，即一个整机控制线路是由几个基本环节组成的。每个基本环节起着不同的控制作用。因此，掌握基本环节，对分析生产机械电气控制线路的工作情况，判断其故障或改进其性能都是很有益的。

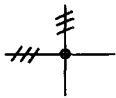
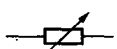
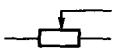
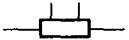
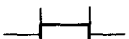
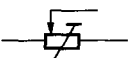
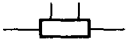
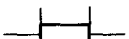
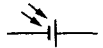
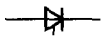
生产机械电气控制线路常用的基本控制环节有点动控制、自锁控制、互锁控制、正反向控制、全压起动、降压起动、调速、制动及零压(失压)保护、过压保护、欠压保护和过电流保护等。

1—3 什么是电气原理图、接线图和电气设备安装图？它们有什么区别？

生产机械电气控制线路图包括电气原理图、接线图、电气设备安装图等。电气控制线路图应该根据简明易懂的原则，用规定的方法和符号进行绘制。一些常用电气图形符号和文字符号分别见表 1-1、表 1-2 和表 1-3。

表 1-1

常用电气图形符号

符 号 名 称	图 形 符 号	符 号 名 称	图 形 符 号
直流		导线的交叉连接 (1)单线表示法	
直流 若上面符号可能引起混乱用本符号		导线的交叉连接 (2)多线表示法	
交流		导线的连接	
交直流		导线的连接 (2)多线表示法	
正极		不需要示出电缆芯数的 电缆终端头	
负极		电阻器	
接地一般符号		可变电阻器	
接机壳或接底板	形式1  形式2 	可调电阻器	
导线		滑动触点电位器	
柔软导线		具有固定抽头的电阻	
导线的连接		分流器	
端子(必要时圆圈可画成圆黑点)		电容器一般符号 注: 如果必须分辨同一电容器的电极时, 弧形的极板表示: ①在固定的纸介质和陶瓷介质电容器中表示外电极; ②在可调 and 可变的电容器中表示动片电极; ③在穿心电容器中表示低电位电极	优 选 形 
可拆卸的端子			其 他 形 
预调电位器		N型沟道结型场效应半 导体管	
具有固定抽头的电阻		P型沟道结型场效应半 导体管	
分流器		光敏二极管	
电容器一般符号 注: 如果必须分辨同一电容器的电极时, 弧形的极板表示: ①在固定的纸介质和陶瓷介质电容器中表示外电极; ②在可调 and 可变的电容器中表示动片电极; ③在穿心电容器中表示低电位电极	优 选 形 	光电池	
	其 他 形 	三极晶体闸流管	

续表

符 号 名 称	图 形 符 号	符 号 名 称	图 形 符 号
极性电容器	优选形	原电池或蓄电池	
	其他形	旋转电机的绕组 (1) 换向绕组或补偿绕组。 (2) 串励绕组。 (3) 并励或他励绕组	
可变电容器	优选形	集电环或换向器上的电刷 注：仅在必要时标出电刷	
可调电容器	其他形		
电感器		旋转电机一般符号。 符号中的星号必须用下述字母代替：C 同步变流机；G 发电机；GS 同步发电机；M 电动机；MS 同步电动机；SM 伺服电机；TG 测速发电机	
带磁心的电感器			
半导体二极管			
PNP 型半导体管			
NPN 型半导体管		三相笼型异步电动机	
他励直流电动机		串励直流电动机	
电抗器、扼流圈		动合(常开)触头开关一般符号, 两种形式	
双绕组变压器			
电流互感器 脉冲变压器		动断(常闭)触头	
三相变压器星形-三角形连接		先断后合的转换触头	
		中间断开的双向触头	
		当操作器件被吸合时, 延时闭合的动合触头形式	
电机扩大机		当操作器件被释放时, 延时断开的动合触头形式	