



21世纪高职高专**自动化类**实用规划教材

工厂电气控制技术

何亚平 主 编
董圣英 副主编

梁苏芬 李开阳



免费赠送
电子课件

以工作任务分析为基本手段，从工作结构中获得“以项目课程为主体”的职业教育课程内涵。工作情景的设计由浅入深、循序渐进，以达到培养学生职业能力的目的。网上提供完备的电子课件、习题参考答案等教学资源，适合教学需要。



清华大学出版社

21 世纪高职高专自动化类实用规划教材

工厂电气控制技术

何亚平 主 编

梁苏芬 李开阳 董圣英 副主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书以项目课程的形式介绍了工厂常用的低压电器、继电—接触器控制的基本环节与系统；企业典型生产设备的电气控制系统；突出了以工作任务为中心、以项目课程为主体的教学内容。工作情景的设计由浅入深、循序渐进，以达到培养学生职业能力的目的。

本书可作为高职高专电气信息等专业的教学用书，也可供从事电气控制方面工作的工程技术人员和技术工人参考学习。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

工厂电气控制技术/何亚平主编；梁苏芬，李开阳，董圣英副主编. --北京：清华大学出版社，2012
(21 世纪高职高专自动化类实用规划教材)

ISBN 978-7-302-28015-6

I. ①工… II. ①何… ②梁… ③李… ④董… III. ①工厂—电气控制—高等职业教育
IV. ①TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 019488 号

责任编辑：李春明 陈立静

装帧设计：杨玉兰

责任校对：周剑云

责任印制：何 芊

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社 总 机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载：<http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 装 者：三河市金元印装有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm 印 张：16.5 字 数：400 千字

版 次：2012 年 3 月第 1 版 印 次：2012 年 3 月第 1 次印刷

印 数：1~4000

定 价：33.00 元

产品编号：043767-01

前 言

为了落实教育部《关于加强高职高专人才培养工作的意见》的精神,适应我国高职教育培养面向生产第一线的实用型、技能型人才的需要,编者根据多年的教学实践和职业技能培训经验编写了本书。

本书立足高职高专教育培养目标,遵循社会经济与企业发展需求,突出职业岗位应用性和针对性的职业教育特色,注重实践能力与创业能力的培养。本书编写以国家电工技能鉴定标准为依据,理论知识以“必须、够用”为度,加强实践技能的培养,重点突出电工基本技能,培养读者分析与解决实际问题的能力。本书内容的组织由浅入深、循序渐进、层次分明,以工程项目为教学主线,将知识点与技能训练融入各项目中,符合教育部关于职业教育工学相结合的要求,切实体现高职教育的特点。

本书适用于高职高专机电一体化、机械设备自动化、电气自动化、生产过程自动化及其他相关专业,同时对相关工程技术人员也是一本较好的参考书和自学教材。本课程参考教学时数为 90 学时。

本书由贵州工业职业技术学院何亚平老师主编,负责内容的组织与统稿工作,并编写了项目 1、2、3、10、16、17、18;贵州工业职业技术学院梁苏芬、李开阳,山东德州职业技术学院董圣英为副主编,其中梁苏芬编写了项目 11、12、13、14、15,李开阳编写了项目 4、5、6,董圣英编写了项目 7、8、9。教材部分内容的编写参考了有关资料(见参考文献),在此对参考文献的作者表示衷心感谢。

由于时间仓促,书中难免有疏漏与错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一单元 常用的低压电器

项目 1 常用手动控制电器认识..... 1	【相关知识】 12
学习情景 1.1 低压电器的基本知识 2	学习情景 2.2 继电器的基本知识 16
【问题的提出】 2	【问题的提出】 16
【相关知识】 2	【相关知识】 16
学习情景 1.2 手动控制电器与主令 电器 6	学习情景 2.3 熔断器的基本知识 25
【问题的提出】 6	【问题的提出】 25
【相关知识】 6	【相关知识】 25
实训操作 10	学习情景 2.4 低压断路器的基本知识 28
课后练习 10	【问题的提出】 28
	【相关知识】 28
项目 2 常用自动控制电器认识..... 11	实训操作 30
学习情景 2.1 接触器的基本知识 12	课后练习 31
【问题的提出】 12	单元小结 32

第二单元 典型继电—接触器控制电路

项目 3 三相笼型异步电动机点动、 连续运转控制 33	实训操作 45
学习情景 3.1 电气控制系统的图形与 标识 34	课后练习 46
【问题的提出】 34	
【相关知识】 34	项目 4 两台电动机的顺序控制 47
学习情景 3.2 三相笼型异步电动机点动、 连续运转控制 43	学习情景 4.1 两台电动机的顺序起动 控制 48
【问题的提出】 43	【问题的提出】 48
【相关知识】 43	【相关知识】 48
学习情景 3.3 多地点与多条件控制 44	学习情景 4.2 两台电动机的顺序停止 控制 49
【问题的提出】 44	【问题的提出】 49
【相关知识】 44	【相关知识】 50
	实训操作 51
	课后练习 53



项目5 三相笼型异步电动机正反转控制 55

学习情景 5.1 具有双重互锁的电动机	
正反转控制	56
【问题的提出】	56
【相关知识】	56
学习情景 5.2 常用低压电器的故障与检修	58
【问题的提出】	58
【相关知识】	58
学习情景 5.3 工作台自动循环控制	61
【问题的提出】	61
【相关知识】	61
实训操作	62
课后练习	64

项目6 三相笼型异步电动机降压启动控制 65

学习情景 6.1 串电阻(电抗器)启动控制	66
【问题的提出】	66
【相关知识】	66
学习情景 6.2 星形/三角形启动控制	67
【问题的提出】	67
【相关知识】	67
学习情景 6.3 延边三角形启动控制	69
【问题的提出】	69
【相关知识】	69
学习情景 6.4 自耦变压器启动控制	71
【问题的提出】	71
【相关知识】	71
实训操作	73
课后练习	74

项目7 三相笼型异步电动机的电气制动 75

学习情景 7.1 反接制动控制	76
【问题的提出】	76
【相关知识】	76

学习情景 7.2 能耗制动控制 78 |

【问题的提出】	78
【相关知识】	78
实训操作	81
课后练习	82

项目8 三相笼型异步电动机的调速控制 83

学习情景 8.1 变极调速控制	84
【问题的提出】	84
【相关知识】	84
学习情景 8.2 变频调速控制	88
【问题的提出】	88
【相关知识】	88
实训操作	100
课后练习	101

项目9 绕线转子异步电动机启动控制 103

学习情景 9.1 电流原则串电阻启动	
控制	104
【问题的提出】	104
【相关知识】	104
学习情景 9.2 时间原则串电阻启动	
控制	105
【问题的提出】	105
【相关知识】	105
学习情景 9.3 时间原则串频敏变阻器	
启动控制	106
【问题的提出】	106
【相关知识】	107
实训操作	108
课后练习	109

项目10 直流电动机的电气控制 111

学习情景 10.1 直流电动机启动控制	112
【问题的提出】	112
【相关知识】	112
学习情景 10.2 直流电动机制动控制	114

【问题的提出】	114
【相关知识】	114
实训操作	116

课后练习	117
单元小结	118

第三单元 常用生产机械的电气控制

项目 11 车床的电气控制 119

学习情景 11.1 车床电气控制电路	
分析	120
【问题的提出】	120
【相关知识】	120
学习情景 11.2 车床电气故障的排除	122
【问题的提出】	122
【相关知识】	122
实训操作	123
课后练习	126

项目 12 磨床的电气控制 127

学习情景 12.1 磨床电气控制电路	
分析	128
【问题的提出】	128
【相关知识】	128
学习情景 12.2 磨床电气故障的排除	131
【问题的提出】	131
【相关知识】	132
实训操作	133
课后练习	136

项目 13 钻床的电气控制 137

学习情景 13.1 钻床电气控制电路	
分析	138
【问题的提出】	138
【相关知识】	138
学习情景 13.2 钻床电气故障的排除	142
【问题的提出】	142
【相关知识】	142
实训操作	143
课后练习	145

项目 14 铣床的电气控制 147

学习情景 14.1 铣床电气控制电路分析 ...	148
【问题的提出】	148
【相关知识】	148
学习情景 14.2 铣床电气故障的排除	152
【问题的提出】	152
【相关知识】	152
实训操作	154
课后练习	155

项目 15 镗床的电气控制 157

学习情景 15.1 镗床电气控制电路	
分析	158
【问题的提出】	158
【相关知识】	158
学习情景 15.2 镗床电气故障的排除	161
【问题的提出】	161
【相关知识】	161
实训操作	162
课后练习	164

项目 16 组合机床的电气控制 165

学习情景 16.1 机械动力滑台控制	
电路	167
【问题的提出】	167
【相关知识】	167
学习情景 16.2 液压动力滑台控制	
电路	168
【问题的提出】	168
【相关知识】	169
实训操作	172
课后练习	173



项目 17 桥式起重机的电气控制	175	【相关知识】	181
学习情景 17.1 桥式起重机的运行		学习情景 17.3 桥式起重机的整机控制	
特点	176	电路	203
【问题的提出】	176	【问题的提出】	203
【相关知识】	177	【相关知识】	203
学习情景 17.2 桥式起重机的控制电路		实训操作	208
分析	181	课后练习	211
【问题的提出】	181	单元小结	212

第四单元 电气控制系统的电路设计

项目 18 电气控制系统的设计	213	【相关知识】	224
学习情景 18.1 电气控制系统设计的		学习情景 18.3 电气控制系统设计	
内容、程序、原则	214	实例	233
【问题的提出】	214	【问题的提出】	233
【相关知识】	214	【相关知识】	234
学习情景 18.2 电气控制系统设计的		课后练习	238
方法	223	单元小结	239
【问题的提出】	223		
附录 1 电气图常用的图形与文字			
符号	241		
附录 2 中级维修电工考试资料	245		

第一单元 常用的低压电器

项目 1

常用手动控制电器认识

知识要求

- 掌握常用低压电器的基本知识。
- 认识常用手动控制电器的结构、特点。

技能要求

- 掌握常用手动控制电器好坏的判别方法。
- 掌握常用电工工具和电工仪表的使用。



学习情景 1.1 低压电器的基本知识

【问题的提出】

低压电器是电力拖动自动控制系统的基本组成元件。自动控制系统性能的优劣与所用低压电器直接相关。从业人员必须熟悉常用低压电器的原理、结构、型号、规格和用途，并能正确地选择、使用与维护。

【相关知识】

低压电器是指工作在直流 1200V、交流 1500V 及以下的电路中，以实现对接电路或非电路对象的接通、断开、保护、控制和调节作用的电器。

1. 低压电器的分类

低压电器的种类较多，分类方法有多种，就其在电气线路中所处的地位、作用以及所控制的对象可分为低压配电电器和低压控制电器两大类。

1) 低压配电电器

低压配电电器主要用于低压配电系统中。对这类电器的要求是系统发生故障时，动作准确、工作可靠，在规定的时间内，通过允许的短路电流时，其电动力和热效应不会损坏电器，如刀开关、断路器和熔断器等。

2) 低压控制电器

低压控制电器主要用于电气传动系统中。对这类电器的要求是有相应的转换能力，操作频率高，电寿命和机械寿命长，工作可靠，如接触器、继电器、主令电器等。

2. 电磁式电器

电磁式电器在低压电器中占有十分重要的地位，在电气控制系统中应用最为普遍。如接触器、自动空气开关(断路器)、电磁式继电器等，它们的工作原理基本上相同。就结构而言，电磁式电器主要由电磁机构和执行机构组成，电磁机构按其电源种类可分为交流和直流两种，执行机构则可分为触点系统和灭弧装置两部分。

电磁机构由线圈、铁芯(静铁芯)和衔铁(动铁芯)等几部分组成。从常用铁芯的衔铁运动形式上看，其结构形式大致可分为拍合式和直动式两大类，如图 1-1 所示。图 1-1(a)为衔铁沿棱角转动的拍合式铁芯，其铁芯材料由电工软铁制成，它广泛用于直流电器中；图 1-1(b)为衔铁沿轴转动的拍合式铁芯，铁芯形状有 E 形和 U 形两种，其铁芯材料由电工硅钢片叠成，多用于触点容量较大的交流电器中；图 1-1(c)为衔铁直线运动的双 E 形直动式铁芯，它也是由硅钢片叠压而成，也分为交、直流两大类。

电磁机构的作用原理：当线圈中有工作电流通过时，电磁吸力克服弹簧的反作用力，使得衔铁与铁芯闭合，由连接机构带动相应的触点动作。在交流电流产生的交变磁场中，

为避免因磁通经过零点造成衔铁的抖动,需在交流电器铁芯的端部开槽,嵌入一铜短路环,使环内感应电流产生的磁通与环外磁通不同时过零,使电磁吸力 F 总是大于弹簧的反作用力,因而可以消除交流铁芯的抖动。

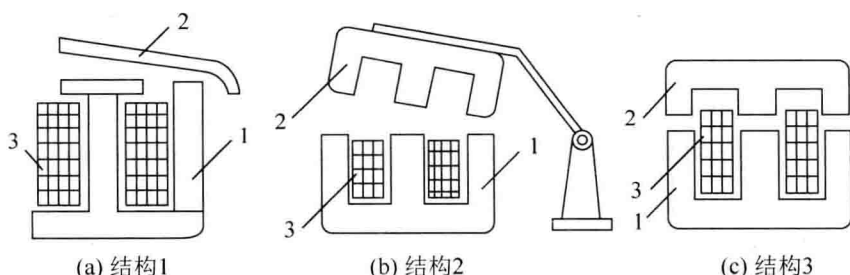


图 1-1 电磁机构的三种结构形式

1—铁芯 2—衔铁 3—吸引线圈

需要指出的是,对电磁式电器而言,电磁机构的作用是使触点实现自动化操作,但电磁机构实质上就是电磁铁的一种,电磁铁还有很多用途,例如牵引电磁铁,有拉动式和推动式两种,可以用于远距离控制和操作各种机构;阀用电磁铁,可以远距离控制各种气动阀、液压阀以实现机械自动控制;制动电磁铁,用来控制自动抱闸装置,实现快速停车;起重电磁铁,用于起重搬运磁性货物工件等。

3. 电器的触点系统

在工作过程中可以分开与闭合的电接触称为可分合接触,又称为触点。触点是成对的,一为动触点,一为静触点。触点有时也包含主触点、副触点。

触点的作用是接通或分断电路,因此要求触点要具有良好的接触性能,电流容量较小的电器(如接触器、继电器)常采用银质材料作触点,这是因为银质材料的氧化膜电阻率与纯银相似,可以避免表面氧化膜电阻率增加而造成接触不良。

触点的结构有桥式和指式两类,如图 1-2 所示。图 1-2(a)所示是两个点接触的桥式触点,图 1-2(b)是两个面接触的桥式触点。桥式触点的两个触点串联于同一电路中,电路的接通与断开由两个触点/面共同完成,点接触形式适用于电流不强,且触点压力小的场合;面接触形式适用于电流较强的场合。图 1-2(c)所示是为指式触点,其接触区为一直线,触点接通或分断时产生滚动摩擦,以利于去掉氧化膜,故其触点可以用紫铜制造,特别适合于触点分合次数多、电流大的场合。

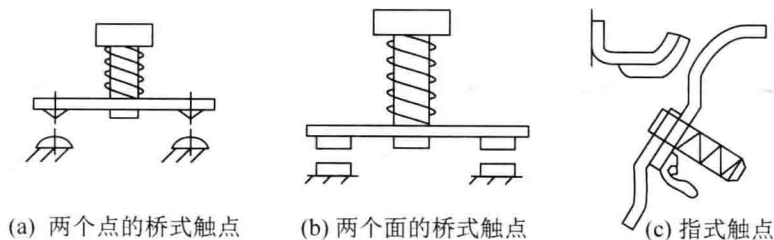


图 1-2 触点的结构形式

4. 低压电器的主要技术参数

电器要可靠地接通和分断被控电路,而不同的被控电路工作在不同的电压或电流等级、不同的通断频繁程度及不同性质负载的情况下,对电器提出了各种不同的技术要求。如触点在分断状态时要有一定的耐压能力,防止漏电或介质击穿,因而电器有额定工作电压这一基本参数;触点闭合时,总有一定的接触电阻,负载电流在接触电阻时产生的降压和热量不应过大,因此对电器触点规定了额定电流值;被控负载的工作情况对电器的要求有着重要的影响,如笼型异步电动机反接触制动及反向时的电流峰值约为原来的两倍,所以电动机频繁反向时,控制电器的工作条件较差,于是,有些控制电器被制成能在较恶劣的条件下使用,而有些不能,这就使得电器有不同的使用类别。配电电器担负着接通和分断短路电流的任务,相应地规定了极限通、断能力。电器在分断电流时,出现的电弧要烧损触点甚至熔焊,因此电器都有一定的使用寿命。

下面就控制电器的主要技术参数作一介绍,供选用电器时参考。

1) 使用类别

按国标 GB 2455—85,将控制电器主触点和辅助触点的标准使用类别列于表 1-1 中。

表 1-1 控制电器触点的标准使用类别

触 点	电流种类	使用类别	典型用途举例
主触点	交流	AC-1	无感或微感负载、电阻炉
		AC-2	绕线转子异步电动机的起动、分断
		AC-3	笼型异步电动机的起动、运转中分断
		AC-4	笼型异步电动机的起动、反接制动、反向、点动
	直流	DC-1	无感或微感负载、电阻炉
		DC-3	并励电动机的起动、点动、反接制动
		DC-5	串励电动机的起动、点动、反接制动
辅助触点	交流	AC-11	控制交流电磁铁
		AC-14	控制容量 $\leq 72\text{VA}$ 的电磁铁负载
		AC-15	控制容量 $\geq 72\text{VA}$ 的电磁铁负载
	直流	DC-11	控制直流电磁铁
		DC-13	控制直流电磁铁,即电感与电阻的混合负载
		DC-14	控制电路中有经济电阻的直流电磁铁负载

2) 主参数——额定工作电压和额定工作电流

额定工作电压是指在规定条件下,能保证电器正常工作的电压值,通常是指触点的额定电压值。有的电磁机构的控制电器还规定了电磁线圈的额定工作电压。

额定工作电流是指根据电器的具体使用条件确定的电流值,它和额定电压、电网频率、额定工作制、使用类别、触点寿命及防护等级等因素有关,同一开关电器可以对应不同使

用条件以规定不同的工作电流值，CJX2 系列小容量交流接触器的额定工作电流等技术数据见表 1-2。

表 1-2 CJX2 系列小容量交流接触器技术数据

型 号	操作频率 (次/h)		通 电 持 续 率 (%)	AC-3 使用类别						辅助触点		吸引线圈			
				额定工作电流 I_N (A)		可控制三相异步电动机的功率 P (kW)				控制 功率		功率 P (W)		额定控制电 压 U_N (V)	
	AC-3	AC-4		380V	660V	220V	380V	500V	660V	AC (VA)	DC (W)	起 动	吸 持		
CJX2-9	1200	300	40	9	7	2.2	4	5.5	5.5	300	300	80	8	24、36	
CJX2-12	1200	300		12	9	3	5.5	5.5	7.5			80	8	48、110	
CJX2-16	600	120		16	12	4	7.5	9	9			100	9	127、220	
CJX2-25	600	120		25	18.5	5	11	11	15			100	9	380、660	

3) 通断能力

通断能力以“非正常负载”时能接通和分断的电流值来衡量，见表 1-3。接通能力是指开关闭合时不会造成触点熔焊的能力；分断能力是指开关断开时能可靠灭弧的能力。

表 1-3 相应于使用类别的接通与分断条件

类 别	正常负载						非正常负载					
	接 通			分 断			接 通			分 断		
	I/I_N	U/U_N	$\cos\phi$	I/I_N	U/U_N	$\cos\phi$	I/I_N	U/U_N	$\cos\phi$	I/I_N	U/U_N	$\cos\phi$
AC-1	1	1	0.95	1	1	0.95	1.5	1.1	0.95	1.5	1.1	0.95
AC-2	2.5	1	0.65	1	0.4	0.65	4	1.1	0.65	4	1.1	0.65
AC-3	6	1	0.35	1	0.17	0.35	10	1.1	0.35	8	1.1	0.35
AC-4	6	1	0.35	6	1	0.35	10	1.1	0.35	8	1.1	0.35

4) 寿命

控制电器的寿命包括机械寿命和电寿命。机械寿命是电器在无电流通过的情况下能操作的次数；电寿命是指按所规定的使用条件不需要修理或更换零件的负载操作次数。



学习情景 1.2 手动控制电器与主令电器

【问题的提出】

手动控制电器与主令电器在控制电路中用于发布命令,使控制系统的状态发生改变。其包括刀开关、按钮、转换开关、行程开关、主令控制器等,属于非自动切换的开关电器。

【相关知识】

下面介绍四种常用的非自动切换开关电器。

1. 刀开关

刀开关是一种手动控制电器,主要用来手动接通与断开交、直流电路,通常只作电源隔离开关使用,也可用于不频繁地接通与分断额定电流以下的负载,如小型电动机、电阻炉等。

刀开关按极数划分有单极、双极与三极几种。其结构由操作手柄、刀片(动触点)、触点座(静触点)和底板等组成。

刀开关常用的产品有 HD11-HD14 和 HS11-HS13 系列刀开关;HK1、HK2 系列开启式负荷开关;HH3、HH4 系列封闭式负荷开关;HR3 系列熔断器刀开关等。

刀开关在安装时,手柄要向上,不得倒装或平装,只有安装正确,作用在电弧上的电力和热空气的上升方向一致,才能促使电弧迅速拉长而熄灭;反之,两者方向相反,电弧就不易熄灭,严重时会使触点及刀片烧灼,甚至造成极间短路。此外,如果倒装,手柄可能会因自动下落而误动作合闸,可能造成人身和设备的安全事故。

在安装使用铁壳开关时应注意安全,既不允许随意放在地上操作,也不允许面对着开关操作,以免万一发生故障,而开关又分断不了时铁壳爆炸飞出伤人,应按规定把开关垂直安装在一定高度处。开关的外壳应妥善地接地,并严格禁止在开关上方搁置金属零件,以防它们掉入开关内部酿成相间短路事故。刀开关的图形及文字符号如图 1-3 所示。

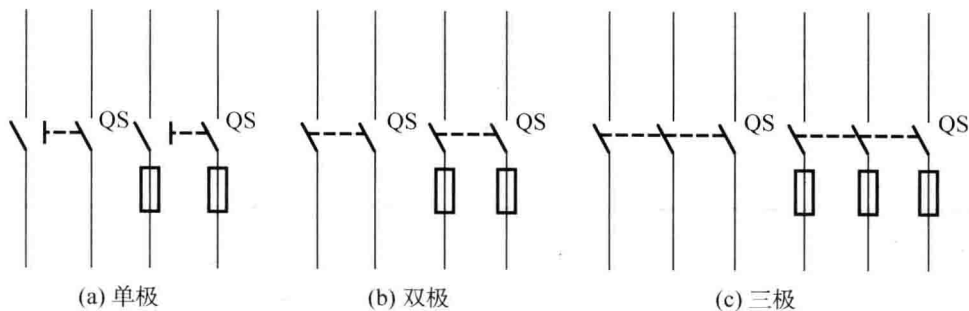


图 1-3 刀开关的图形及文字符号

2. 转换开关

转换开关又称组合开关,一般用于电气设备中不频繁通断电路、换接电源和负载,以及小功率电动机不频繁地起停控制。转换开关实际上是由多极触点组合而成的刀开关,即由动触片(动触点)、静触片(静触点)、转轴、手柄、定位机构及外壳等部分组成。其动、静触片分别叠装于数层绝缘壳内,当转动手柄时,每层的动触片随方形转轴一起转动。

转换开关内部结构示意图及图形文字符号如图 1-4 所示,用转换开关可控制 7kW 以下电动机的起动和停止,其额定电流应为电动机额定电流的 3 倍;也可用转换开关接通电源,另由接触器控制电动机时,其转换开关的额定电流可稍大于电动机的额定电流。

HZ10 系列为早期全国统一设计产品,适用于额定电压 500V 以下,额定电流 10A、25A、100 A 几个等级,极数有 1~4 极。HZ15 系列为新型的全国统一设计的更新换代产品。

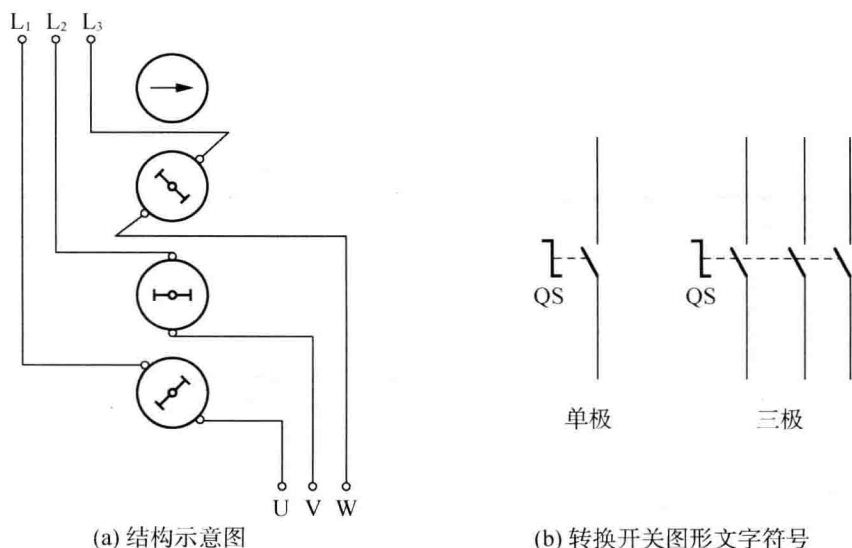


图 1-4 转换开关结构示意图及图形文字符号

3. 控制按钮

控制按钮是用人力操作,具有储能(弹簧)复位的主令电器。它的结构虽然简单,却是应用很广泛的一种电器,主要用于远距离操作接触器、继电器等电磁装置,以切换自动控制电路。

控制按钮的一般结构示意图及图形文字符号如图 1-5 所示。操作时,当按钮帽的动触点向下运动时,先与常闭静触点分开,再与常开静触点闭合;当操作人员将手指放开后,在复位弹簧的作用下,动触点向上运动,恢复初始位置。在复位的过程中,先是常开触点分断,然后是常闭触点闭合。

为了标明各种按钮的作用,避免误动作,通常将按钮帽做成不同的颜色,以示区别。

按钮的颜色有红、绿、黑、黄、蓝以及白、灰等多种,供不同场合选用。国标 GB 5226—85 对按钮的颜色作如下规定:“停止”和“急停”按钮的颜色必须是红色,当按下红色按钮时,必须使设备停止工作或断电;“起动”按钮的颜色是绿色;“起动”与“停止”交替动作的按钮的颜色必须是黑白、白色或灰色,不得用红色和绿色;“点动”按钮的颜色必

须是黑色；复位按钮的颜色(如保护继电器的复位按钮)必须是蓝色，当复位按钮还具有停止的作用时，则必须是红色。LA25 系列控制按钮技术数据见表 1-4。

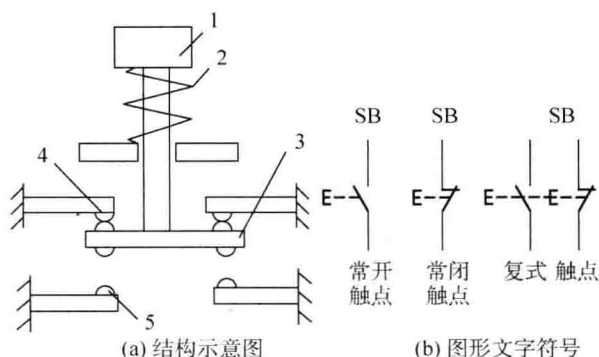


图 1-5 按钮结构示意图及图形文字符号

1—按钮帽 2—复位弹簧 3—动触点 4—常闭静触点 5—常开静触点

表 1-4 LA25 系列控制按钮技术数据

额定绝缘电压 $U_i(V)$	AC 380				DC 220	
额定工作电压 $U_N(V)$	220	380	220	380	110	220
约定发热电流 $I_{th}(A)$	5		10		5、10	
额定工作电流 $I_N(A)$	1.4	0.8	4.5	2.6	0.6	0.3
通断能力	8.7A(418V, $\cos\varphi=0.7$)50 次		46A(418V, $\cos\varphi=0.7$)		0.8A(242V, $T_{0.95}=300ms$)	
按钮形式	平钮	蘑菇钮	带灯钮		旋钮	钥匙钮
操作频率(次/h)	120				12	
电寿命(万次)	AC: 50, DC: 25				AC: 10; DC: 10	
机械寿命(万次)	100				10	
工作制	断续周期工作制, TD=40%					
额定极限短路电流	1.1 U_N 、 $\cos\varphi=0.5\sim0.7$ 、1000A、3 次					
触点对数	1~6(根据需要可以加接)					

按钮的型号意义如图 1-6 所示。

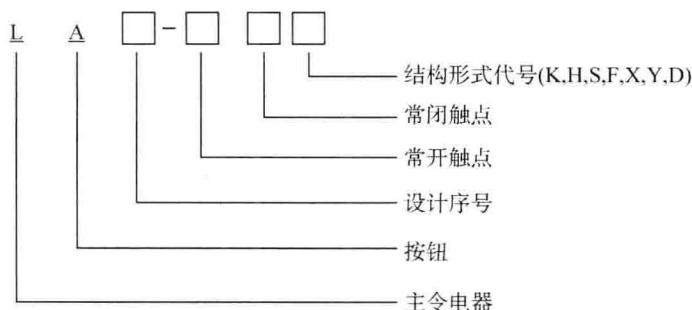


图 1-6 按钮的型号意义

K—开启式 H—保护式 S—防水式 F—防腐式 X—旋钮式 Y—钥匙式 D—带指示灯式

4. 行程开关

行程开关又称限位开关，能将机械位移转变为电信号，以控制机械运动。行程开关的种类按运动形式分为直动式、转动式；按结构形式分为直动式、滚动式、微动式。

一般行程开关由执行元件、操作机构及外壳等部件组成。图 1-7 所示为直动式行程开关结构图与图形文字符号。其动作原理与控制按钮类似，只是行程开关是用运动部件上的撞块来推动行程开关的推杆，经传动机构使推杆向下移动，到达一定行程时，改变了弹簧力的方向，其垂直方向的力由向下变为向上，则动触点向上跳动，使常闭触点分断，常开触点闭合；当外力去掉后，在复位弹簧的作用下顶杆上升，动触点又向下跳动，恢复初始状态。其优点是结构简单，成本较低；缺点是触点的分合速度取决于撞块移动的速度，若撞块移动的速度太慢，则触点就不能瞬时切断电路，使电弧在触点上停留的时间过长，易于烧蚀触点，因此，这种开关不宜用在撞块移动速度小于 0.4m/min 的场合。

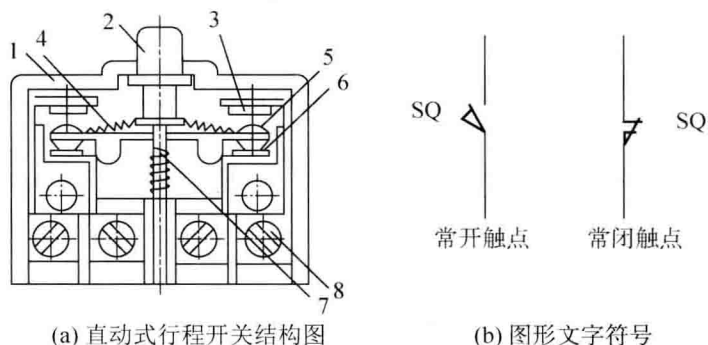


图 1-7 直动式行程开关结构图与图形文字符号

1—外壳 2—顶杆 3—常开静触点 4—触点弹簧 5—动触点 6—常闭静触点 7—恢复弹簧 8—螺钉

目前，行程开关生产的产品有 LX19、LX22、LX32 及 LX33，还有 JLXK1 系列。

行程开关的型号意义如图 1-8 所示。

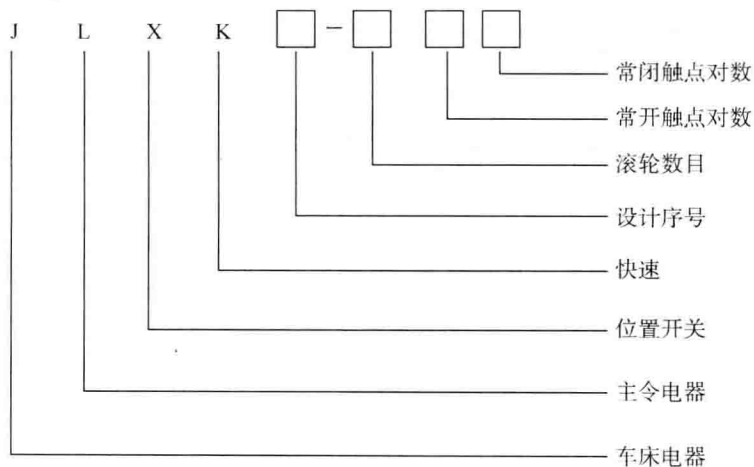


图 1-8 行程开关型号意义