



数据加载失败，请稍后重试！



数据加载失败，请稍后重试！



数据加载失败，请稍后重试！



数据加载失败，请稍后重试！

编者的话

1987年2月17日,劳动人事部颁发的《蒸汽锅炉安全技术监察规程》中规定:“额定蒸发量大于或等于2t/h的锅炉,应装设高低水位报警器(高、低水位警报信号须能区分)、低水位连锁保护装置;额定蒸发量大于或等于6t/h的锅炉,还应装蒸汽超压的报警和连锁保护装置”。“额定蒸发量大于4t/h的锅炉,应装设自动给水调节器”。

一个水位,一个压力,是锅炉安全运行的两个关键,现在是由电气和机械双重控制的。报警、连锁、自动装置,它是由电气控制的。由此可见,电气控制对于锅炉安全经济运行是至关重要的。

锅炉诞生二百多年来,从低级到高级,不断发展,不断完善。为了锅炉安全经济运行,为了减轻司炉工人的劳动强度,随着科学技术的进步,锅炉正在向机械化、电气化迈进。

大家知道,现在锅炉的电气控制是比较复杂的:引风机和鼓风机的连锁;出渣机和炉排的连锁;水位和给水泵的连锁;压力和电气设备的连锁;故障报警;危险停炉等等。本书详细介绍了工业锅炉的一些典型电路,分析了0.5t/h~20t/h不同型号的16台锅炉的控制电路,这对于锅炉安全监察、制造、安装、管理、司炉和电气维修人员,都是有所收益的。

70年代,对司炉工进行培训和发证工作,大大减少了锅炉爆炸等恶性事故的发生。80年代,各级领导狠抓了水处理普及工作,有力地促进了锅炉安全经济运行。90年代,努力普及锅炉电气控制知识,将会在锅炉安全经济运行和减轻司炉劳动强度方面作出新的成绩。为祖国的四化建设添砖加瓦。

在本书编写过程中,得到了熊汉亨、张志裕、周怀先、周笃帮、王月桂、赵志才、田洪生、田幸福等工程师的大力支持;劳动部《锅炉压力容器安全》杂志社的同志对编写和出版工作提供了不少方便和做了很多工作;劳动部锅炉压力容器安全监察局沈元令高级工程师看了初稿后,提出了许多宝贵意见;劳动部劳动保护科学研究所吕武轩高级工程师对初稿、二稿进行了细致审查。对于为本书操劳过的同志们,我们表示衷心感谢。

由于编写时间仓促,水平有限,难免有错,欢迎广大读者来信批评指正,以便今后修改。

湘西土家族苗族自治州劳动局 方盛奎

湖南省劳动厅 周宝湘

1990年9月9日

目 录

第一章 常用电气设备与元器件	(1)
第一节 开关.....	(1)
第二节 熔断器.....	(13)
第三节 交流接触器.....	(15)
第四节 继电器.....	(17)
第五节 变压器.....	(26)
第六节 信号装置.....	(29)
第七节 启动器.....	(31)
第八节 晶体管元件.....	(34)
第九节 三相鼠笼式异步电动机.....	(57)
第二章 安全装置与仪表	(65)
第一节 高低水位报警器电路.....	(65)
第二节 双色水位计电路.....	(71)
第三节 锅炉水位显示与控制装置.....	(78)
第四节 引风机和鼓风机的安全程序联锁.....	(82)
第五节 炉排电动机和出渣电动机的安全程序联锁.....	(84)
第六节 油泵电动机和机电联锁.....	(87)
第七节 给水泵的水电联锁.....	(88)
第八节 上煤机的电气安全联锁.....	(90)
第九节 断相保护.....	(93)
第十节 保护接零和重复接地.....	(95)
第十一节 常用仪表.....	(96)
第十二节 动圈式温度指示仪电路.....	(107)
第十三节 远传压力二次表电路.....	(109)
第十四节 电接点压力表和压力控制器电路.....	(111)
第十五节 电动操作器和电动执行器.....	(113)
第十六节 差压变送器和水位显示装置.....	(115)
第十七节 蒸汽流量计.....	(120)
第三章 电动机起动电路	(123)
第一节 手动控制电路.....	(123)
第二节 直接起动控制电路.....	(123)
第三节 Y— Δ 换接起动控制电路.....	(124)
第四节 自耦变压器降压起动控制电路.....	(126)
第五节 限位开关起动控制电路.....	(127)

第六节	点动可逆起动控制电路	(128)
第七节	联锁起动控制电路	(128)
第八节	断续起动控制电路	(129)
第九节	双速电动机起动控制电路	(130)
第十节	三速电动机起动控制电路	(131)
第十一节	电磁调速电动机控制电路	(133)
第十二节	两台互为备用的电动机起动控制电路	(135)
第十三节	单相异步电动机起动控制电路	(136)
第十四节	直流电动机控制电路	(136)
第四章	电控柜电路	(141)
第一节	一般要求	(141)
第二节	0.5吨/时锅炉控制电路	(144)
第三节	1吨/时锅炉控制电路	(147)
第四节	2吨/时锅炉控制电路	(153)
第五节	4吨/时锅炉控制电路	(159)
第六节	6吨/时锅炉控制电路	(175)
第七节	10吨/时锅炉控制电路	(182)
第八节	AZD20—2.45/400锅炉控制电路(济南)	(189)
第九节	20吨/时煤粉锅炉电路	(199)
附录一	GB3805—83《安全电压》	(206)
附录二	蒸汽锅炉电气设备一览表	(208)
附录三	Y5—48离心引风机性能表	(210)
附录四	G4—72—12离心鼓风机性能表	(222)
附录五	给水泵	(236)
附录六	三相异步电动机	(240)
附录七	导线	(244)
附录八	水和蒸汽的比容及焓值	(245)
附录九	蒸汽锅炉型号编制方法	(246)
附录十	常用单位及其换算	(247)
附录十一	常用计算公式	(249)
附录十二	本书主要参考资料	(251)

第一章 常用电气设备与元器件

第一节 开 关

在锅炉电气控制电路中，常常使用闸刀开关、转换开关、自动开关、行程开关、水银开关、钥匙开关和按钮。这些都是通断电路的电气元件。

一、闸刀开关

闸刀开关有单极、双极、三极三种。

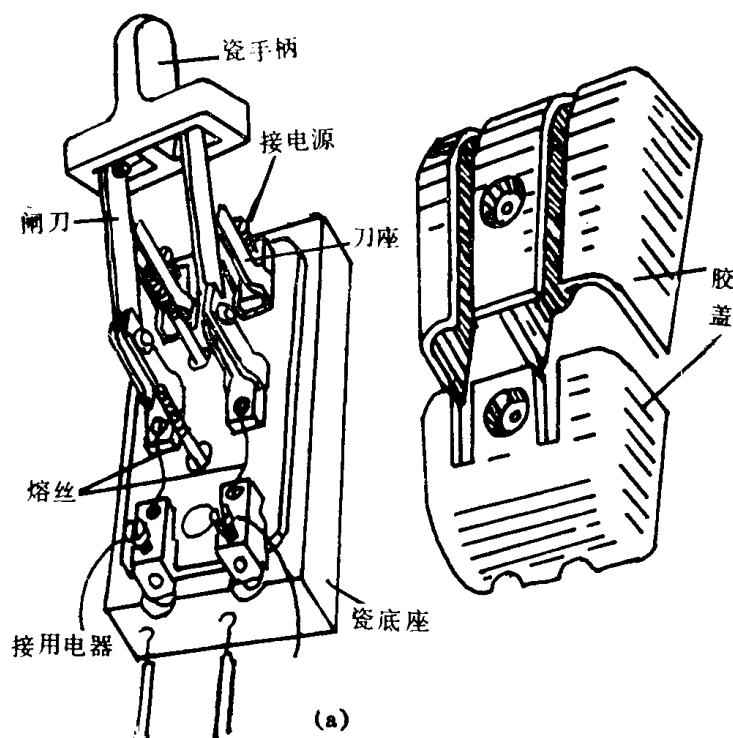
单极开关用于单根导线电路的通断，如试车电路中的试车开关等。

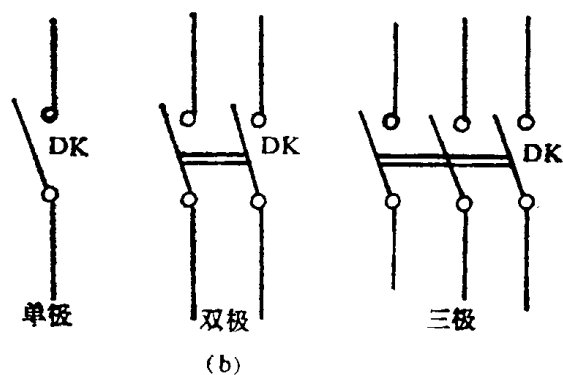
双极开关用作单相电路（例如单相电动机、单相变压器、照明电路等）的通断之用。

三极闸刀开关常用作 1 吨/时以下锅炉房三相电源的进线开关，以方便检修锅炉房内电路，并具有短路保护作用。对于不频繁起动的容量不大于 3 千瓦的三相交流异步电动机和蒸发量小于 0.5 吨/时锅炉的鼓风机和给水泵的电动机，亦可用三板闸刀开关手动控制。

闸刀开关主要由胶盖、瓷手柄、瓷底座、闸刀、刀座和熔丝组成。断路位置时，手柄向下，闸刀与刀座脱离。通路位置时，手柄向上，闸刀与刀座接触。电源由上部接线端接入，下部接线端接出。安装时应顺向、立式，不能反向或横向安装。

闸刀开关的图形符号、文字符号、结构示意图如图 1-1 所示。





(a) 结构示意图；(b) 图形符号、文字符号

图1-1 闸刀开关

表1-1 HK1、HK2闸刀开关技术数据

型 号	额定电流 (安)	极 数	额定电压 (伏)	电动机容量(千瓦)	熔丝规格
					熔体线径 (毫米)
HK1	15	2	220	1.5	1.45~1.59
	30	2	220	3.0	2.3 ~2.52
	60	2	220	4.5	3.36~4
	15	3	380	2.2	1.45~1.59
	30	3	380	4	2.3 ~2.52
	60	3	380	5.5	3.36~4
HK2	10	2	250	1.1	0.25
	15	2	250	1.5	0.41
	30	2	250	3.0	0.56
	15	3	380	2.2	0.45
	30	3	380	4.0	0.71
	60	3	380	5.5	1.12

注：闸刀开关的熔丝由用户自备。

二、转换开关

给水泵有“手动”、“停止”、“自动”三种运行方式。上煤机有“提升”、“停止”、“下降”三种运行方式。炉排电动机有“连续”、“停止”、“断续”三种运行方式。凡需要在多种运行方式中选择其一时，均由转换开关来实现。

转换开关的动触点称“刀”，静触点称“掷”，旋转“刀”的位置，使“刀”与不同的“掷”接通或断开实现电路转换。控制电路一般采用单刀多掷转换开关。主电路一般采用多

刀多掷转换开关（不带负载操作）。图形符号、文字符号、外形、结构示意图如图 1—2 所示。

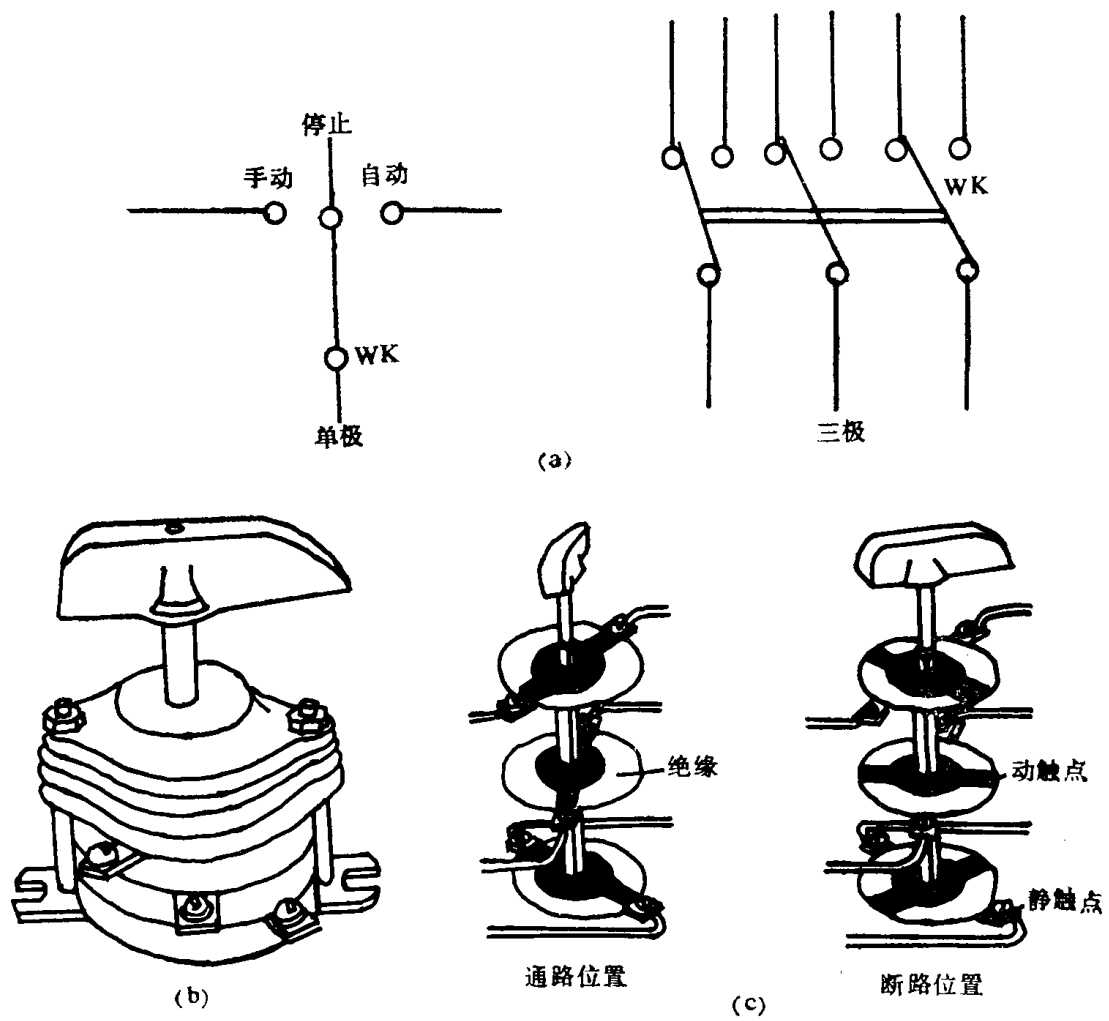


图1-2 转换开关

表1-2 HZ3转换开关的性能

型 号	额定电流 (安)	电 动 机 容 量 (千瓦)		
		220 (伏)	380 (伏)	500 (伏)
HZ3—133	10	2.2	3	3
HZ3—161	35	5.5	7.5	7.5

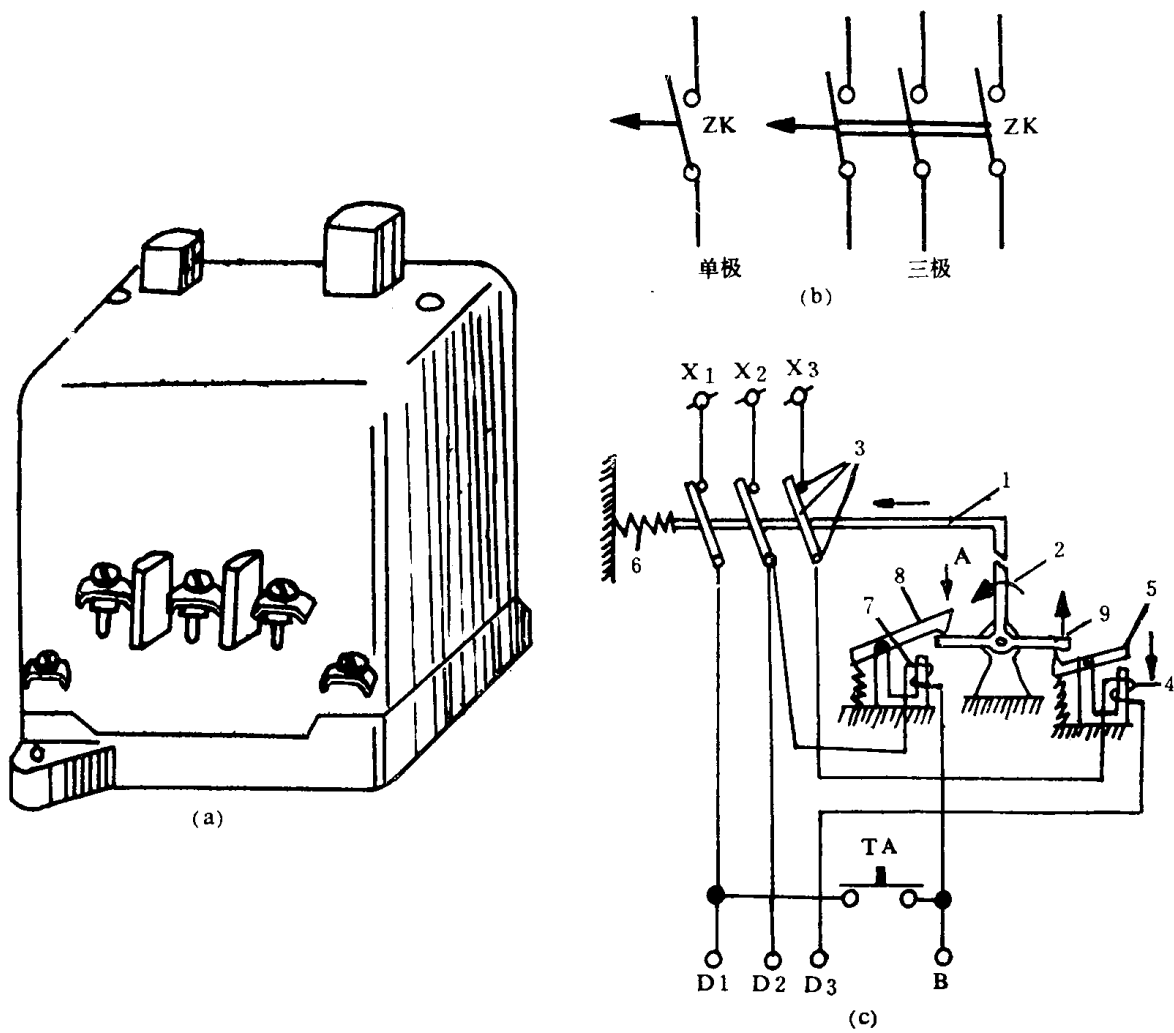
三、自动开关

自动开关有单极、双极和三极三种。

单极自动开关用于控制电路中,有过载和短路保护元件,以防止元器件因过电流而烧毁。
三极自动开关用于三相主电路中,亦有过载和短路保护元件,以防止用电设备（如：电

动机) 因过电流而损坏。

自动开关图形符号、文字符号、工作原理、外形, 如图 1—3 所示。



1. 传动杆 2. 杠杆 3. 主触点 4. 电磁线圈 5. 杠杆 6. 弹簧
7. 分励线圈 8. 杠杆 9. 杠杆

图1-3 自动开关

自动开关的工作原理如下:

合闸后, 传动杆 1 与杠杆 2 在 A 处紧扣。负荷正常时, 电磁线圈 4 中的电流产生的磁场不足以吸动杠杆 5, 杠杆 9 处于平衡状态。

当电路中过电流时, 电磁线圈 4 产生的较强磁场将杠杆 5 吸动, 致使杠杆 9 的右端产生向上推力, 使杠杆 2 逆时针方向转动。在弹簧 6 的拉力作用下, 传动杆 1 向左移动, 三个动触点断开, 主电路断电。

若需要断开电源，可揿按钮TA，在分励线圈7中产生磁场，吸动杠杆8，杠杆9左端承受压力，使杠杆2逆时针方向转动，自动开关跳闸。也可以由B点外接保护触点，与三相中的D₁相接，动作同上，实现联锁保护。

热脱扣器的整流电流，应按不大于电动机的额定电流进行调整，以实现过载保护。

自动开关自动跳闸后，应查明原因，消除故障，然后手动合闸。

表1-3 DZ5单极自动开关的技术数据

型 号	触点额定电流(安)	额定电压(伏)	脱扣器类别	辅助触点类别	脱扣器额定电流(安)
DZ5—10	10	220	复 式	无	0.5,1,1.5,2,3,4,6,10
DZ5—10F	10	220	复 式	1常开、1常闭	0.5,1,1.5,2,3,4,6,10
DZ5—25	25	380	复 式	无	0.5,1,1.6,2.5,4,6,10,15,20,25

表1-4 DZ5单极自动开关的保护特性

1.2倍额定电流（冷态开始）	1.75倍额定电流（热态开始）	3.5倍额定电流（冷态开始）	5~6倍额定电流
1小时内不动作	20分钟内动作	0.2~40秒动作	小于0.2秒动作

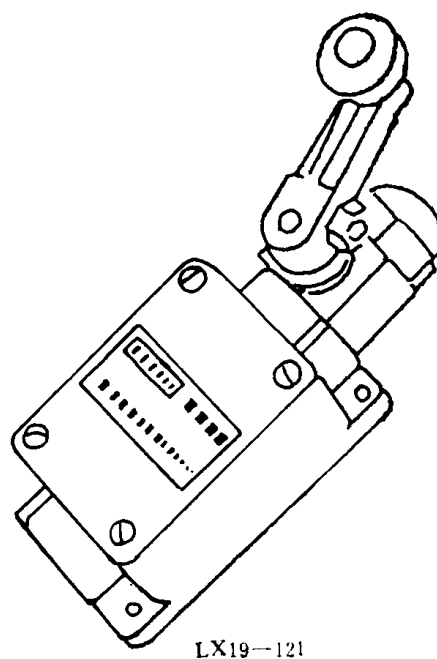
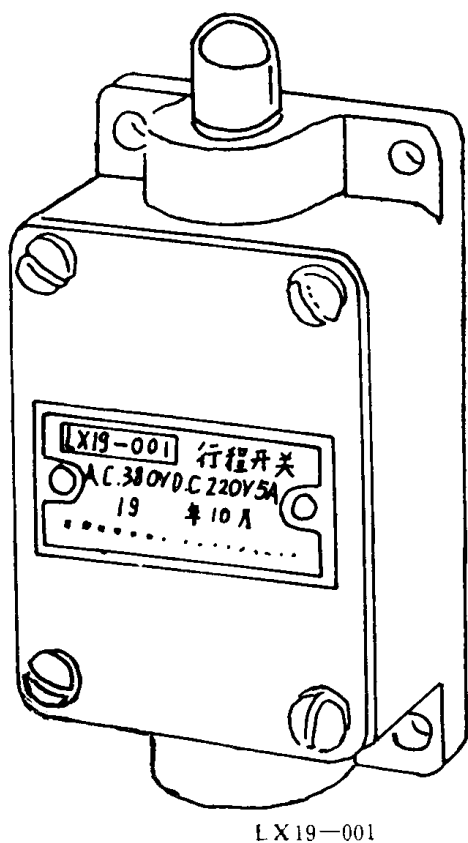
表1-5 DZ10自动开关技术数据

型 号	额定电流 (安)	额定电压 (伏)	极 数	复 式 脱 扣 器		电 磁 脱 扣 器	
				额定电流(安)	电磁脱扣器动作 电流整定倍数	额定电流(安)	动作电流整定倍数
DZ10-100	100	直流 220 或交流 500	2~3	15	10	15	10
				20		20	
				25		25	
				30		30	
				40		40	
				50		50	
				60		100	6~10
				80			
				100			
DZ10-250	250	直流 220 或交流 500	2~3	100	5~10	250	2~6
				120	4~10		2.5~8
				140	3~10		
				170	3~10		
				200	3~10		3~10
				250	3~10		

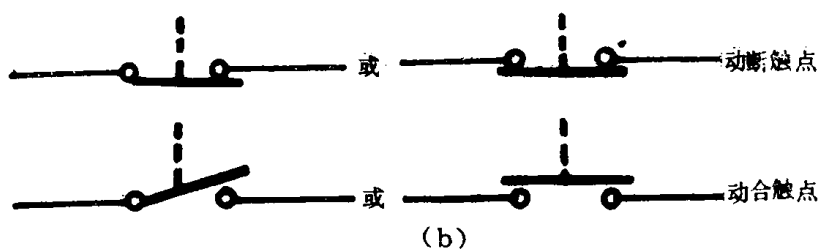
四、行程开关

上煤机的两个终端位置（提升极限和下降极限），常常使用行程开关来控制。最常用的有LX19-001型和LX19-121型两种。

行程开关图形符号、文字符号、外形、结构示意图如图1-4所示。



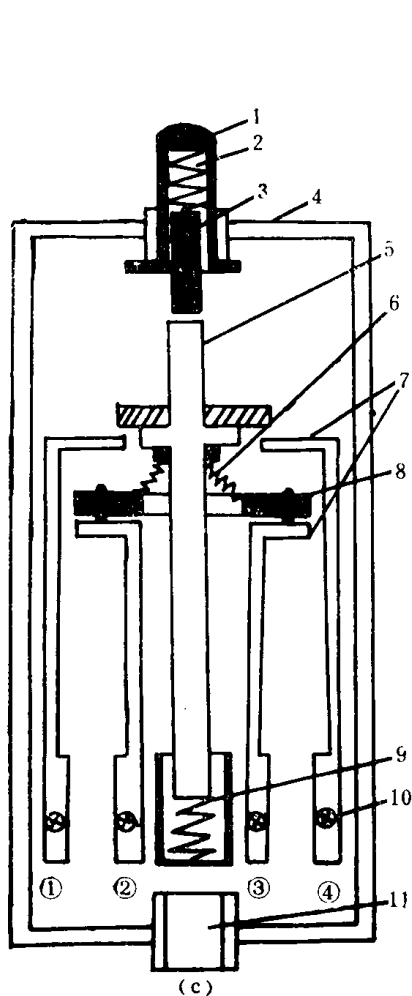
(a)



(b)

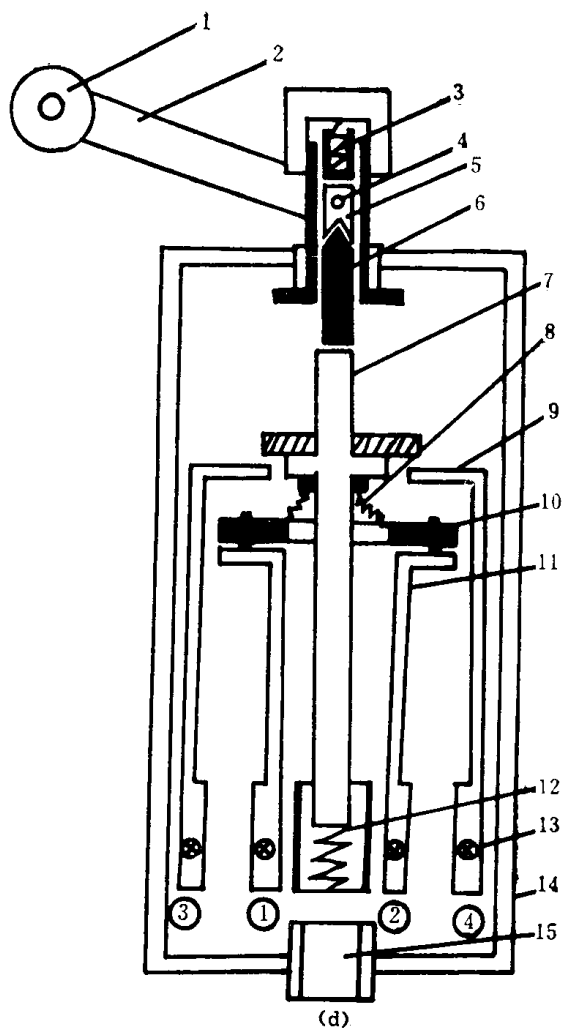
(a) 外形；(b) 图形符号、文字符号

图1-4 行程开关



1. 撞击杆 2. 弹簧 3. 活动栓
4. 开关盒 5. 传动杆 6. 弹簧
7. 静触点 8. 动触点 9. 弹簧
10. 接线端 11. 出线口

(c) LX19-001结构示意图



1. 滚轮 2. 活动臂 3. 弹簧 4. 轴
5. 滑动块 6. 活动栓 7. 传动杆 8. 弹簧
9. 静触点 10. 动触点 11. 静触点 12. 弹簧
13. 接线端 14. 开关盒 15. 出线口

(d) LX19-121结构示意图

图1-4 行程开关

其工作原理如下：

若将LX19-001安装于上煤机的上行极限。上煤机提升时，动触点8在下方，接线端①②通路。即正转控制电路接通，上煤机提升。当上煤机的提煤斗撞块撞到撞击杆1时，带动传动杆5向下移动。在弹簧6的推力作用下，动触点8被推向上方。①②端断路，③④端通路（实际接线时，只接①②端）。上煤机只能下降，不能提升。上煤机下降后，撞块脱离撞击杆1，在弹簧9的推力作用下，动触点8又复位到下方。如此循环，保证了提煤斗不会超越提升极限位置，防止了事故的发生。

弹簧2的作用是缓冲，以避免动触点机构直接承受机械撞击。

若将行程开关安装于下降极限，其工作原理同上。

LX19-121行程开关工作原理与LX19-001行程开关基本一样，只是传动部分略有区别：当上煤机的提煤斗撞块撞滚轮1时，带动活动臂2绕转轴4转动一个角度，滑动块5亦转动一个角度，滑动块5与活动栓6发生滑动。活动栓6向下移动，带动传动杆7向下位移，

①②端即可断路。

上煤机的提煤斗撞块离开后,在复位弹簧3和12作用下,滚轮复位,①②端又呈通路状态。

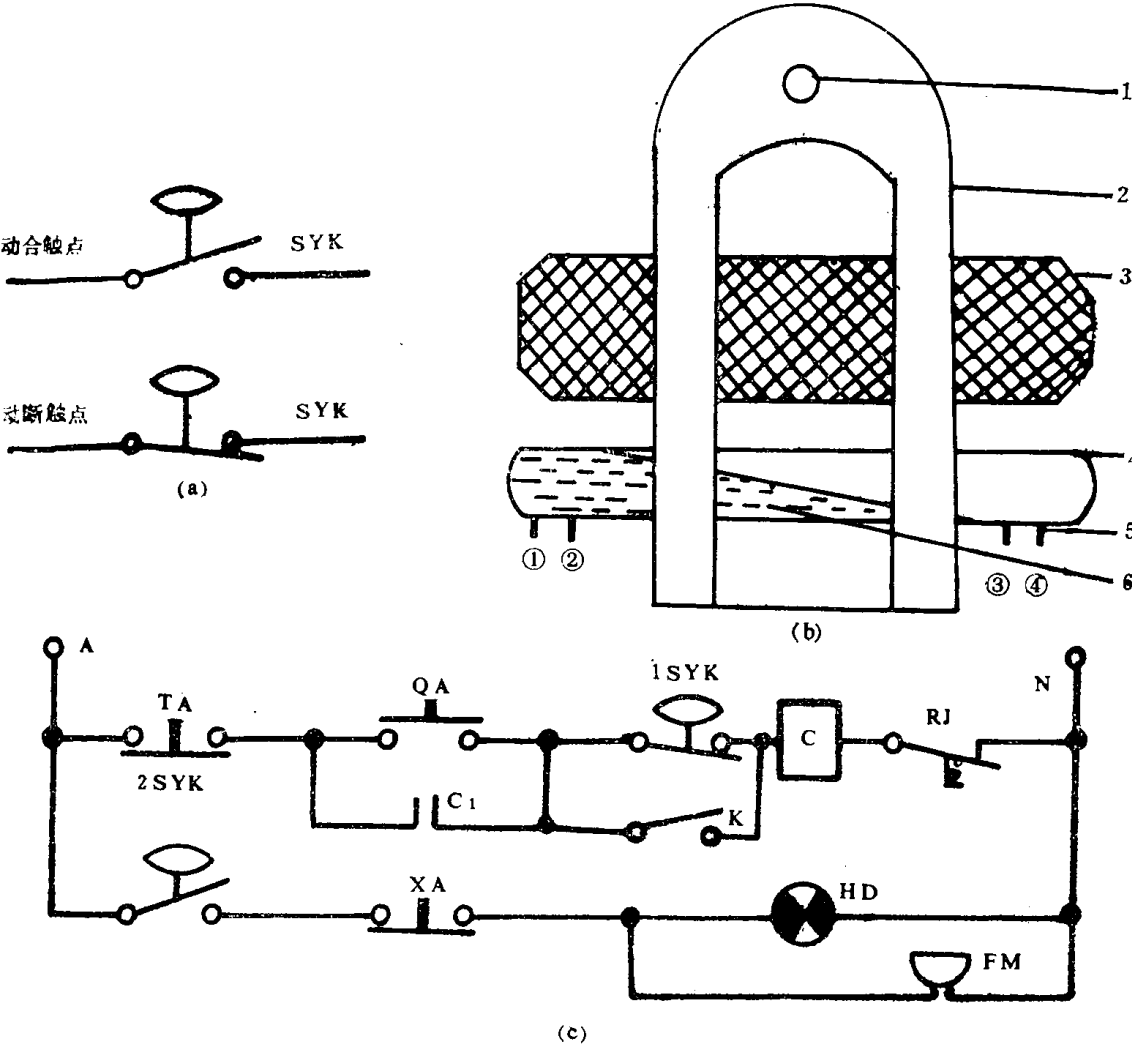
表1-6 LX19行程开关技术数据

型 号	规 格	结 构	触点对数		工作行程	超行程	触点转换时间(秒)
			常开	常闭			
LX19K	380伏5安	元件	1	1	3mm	1mm	≤0.04
LX19-111	380伏5安	单轮,滚轮装在传动杆内侧,能自动复位	1	1	~30°	~20°	≤0.04
LX19-121	380伏5安	单轮,滚轮装在传动杆外侧,能自动复位	1	1	~30°	~20°	≤0.04
LX19-131	380伏5安	单轮,滚轮装在传动杆凹槽内,能自动复位	1	1	~30°	~20°	≤0.04
LX19-212	380伏5安	双轮,滚轮装在U形传动杆内侧,不能自动复位	1	1	~30°	~15°	≤0.04
LX19-222	380伏5安	双轮,滚轮装在U形传动杆外侧,不能自动复位	1	1	~30°	~15°	≤0.04
LX19-232	380伏5安	双轮,滚轮装在U形传动杆内、外侧各1,不能自动复位	1	1	~30°	~15°	≤0.04
LX19-001	380伏5安	无滚轮,仅有传动杆,能自动复位	1	1	<4mm	3mm	≤0.04

五、水银开关

水银开关常用于锅炉高低水位报警和水位自动控制。

其图形符号、文字符号、结构示意图如图1-5所示。



1. 活动轴 2. 框架 3. 永久磁钢 4. 玻璃管 5. 触点 6. 水银
(a) 图形符号、文字符号; (b) 结构示意图; (c) 控制电路

图1-5 水银开关

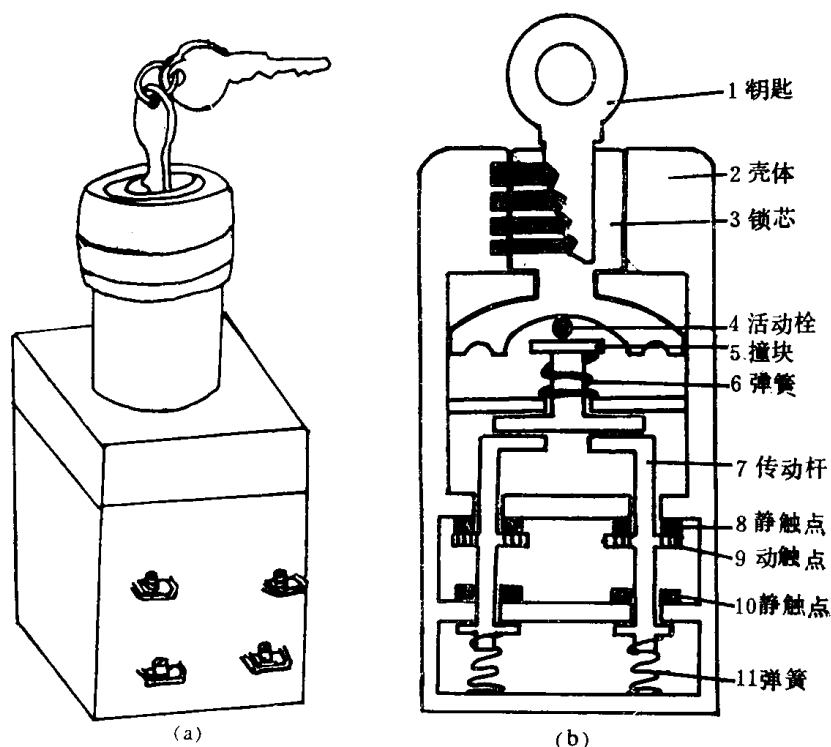
水银开关应和浮筒、浮球、连杆、永久磁钢和铜管配合使用（参看浮球式高低水位报警器章节）。浮筒内水位与锅炉水位计一致。浮球与连杆、永久磁钢连成一体，随锅炉水位上下移动。浮球带动的永久磁钢，其极性与水银开关上的永久磁钢 3 的极性相同。

若采用 1—5b 所示的水银开关作最高水位报警，其动作过程如下：水银开关左端靠近铜管。在初始状态时、①②端通路，③④端断路。最高水位时，两磁钢接近，同性相排斥，开关左端有向上推力，使水银开关绕活动轴 1 顺时针方向转动。玻璃管中水银（导电的液体金属）流向右端。则①、②端（1SYK）断路，③、④端（2SYK）通路，即最高水位报警，红灯 HD 亮，蜂鸣器 FM 发出警报声响；同时，因 1SYK 动断，给水泵（接触器 C）自动停止。图中 K 为试车开关，正常运行呈断路状态。

六、钥匙开关

钥匙开关一般用作电控柜的电源开关。必须使用钥匙才能接通或断开电源。常与中间继电器配合使用，以扩大容量。

钥匙开关外形、结构示意图如图 1-6 所示。



(a) 外形；(b) 结构示意图

图 1-6 钥匙开关

钥匙开关技术数据见表 1-7。

动作原理：当钥匙 1 插入锁芯 3 后，锁芯 3 即可转动。活动栓 4 两端有活动槽，只能上下活动。当钥匙 1 转动 90° 时，活动栓 4 随着斜面往下移，最终达到凹槽。活动栓 4 下移，撞击撞块 5，再推动传动杆 7，使动触点 9 与静触点 8 脱离，与静触点 10 接触。控制电路即可接通电源。图中有两对动断触点和两对动合触点。

七、按钮

在锅炉电气控制电路中，电动机的起动、停止、正转、反转、慢速、快速，广泛应用按

钮控制。

按钮一般具有一对常开触点和一对常闭触点。常与接触器、继电器配合使用。

按其用途，可分下列几种：

1. 起动按钮：用符号QA表示，使用常开触点。按下该按钮，接触器动作，电动机投入运行。在起动按钮电路中，应接自锁触点。该按钮的两个触点称常开触点，也称动合触点。

2. 停止按钮：用符号TA表示。使用常闭触点。按下该按钮，接触器释放，电动机停止。该按钮两个触点称常闭触点，也称动断触点。

3. 正转、反转按钮：用符号QA表示，属复合按钮。一对常开触点和一对常闭触点都接到控制电路中。按下该按钮，通过正、反转接触器的主触点使主电路中两根相线互换，电动机的转向与原来的转向相反。

4. 慢速、快速按钮：用符号QA表示，属复合按钮。按下该按钮，通过接触器的主触点可改变电动机绕组的接线方法（星形、三角形、双星形等），改变电动机的转速。

5. 消音按钮：用符号CA表示。使用常闭触点。按下该按钮，警报（事故）音响消除。有的资料中也称解除按钮，用符号JA表示。它与中间继电器配合使用时，使用常开触点，并接自锁触点。

6. 试验按钮：用符号SA表示。使用常开触点。按下该按钮，使某一电气元件动作，被试验的局部或整机电路投入工作。

7. 点动按钮：用符号A表示。使用常开触点无自锁回路。按下该按钮，控制电路接通，接触器动作，电动机投入运行。松开该按钮，接触器释放，电动机停止转动。

它与起动按钮的区别仅在于接线方式：起动按钮接自锁触点，而点动按钮不接自锁触点。

8. 多用途按钮：将几个按钮组合成一体，有“向前”、“向后”、“停止”或“向上”、“向下”、“停止”或“向左”、“向右”、“停止”等运行方式。与电缆配合使用，操作时可以移动，常用于电动葫芦的控制。

按钮图形符号、文字符号、外形和结构示意图如图1-7所示。